



CEDI 2010 VALENCIA

7 A 10 DE SEPTIEMBRE DE 2010

III CONGRESO ESPAÑOL DE INFORMÁTICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Actas del XI Congreso Internacional de Interacción
Persona-Ordenador

| INTERACCIÓN2010 | (AIPO)

EDITORES

José Luis Garrido, Fabio Paternò, José Ignacio Panach,
Kawtar Benghazi, Nathalie Aquino



INTERACCIÓN 2010 XI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador
Celebrado en el Marco del CEDI 2010
7 al 10 de Septiembre del 2010
Valencia, España

**"Actas del XI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador
Interacción 2010**

ISBN: 978-84-92812-52-3

Editores

José Luis Garrido Universidad de Granada, España
Fabio Paternò ISTI-CNR, Italia
José Ignacio Panach Universidad Politécnica de Valencia, España
Kawtar Benghazi Universidad de Granada, España
Nathalie Aquino Universidad Politécnica de Valencia, España

Entidades Organizadoras



**Asociación Interacción
Persona-Ordenador (AIPO)**
<http://www.aiipo.es>



**Centro de Investigación en Métodos de
Producción de Software (PROS)**
Universidad Politécnica de Valencia
<http://www.pros.upv.es>



**Grupo de Investigación en
Especificación, Desarrollo y
Evolución del Software (GEDES)**
Universidad de Granada
<http://gedes.ugr.es>

Patrocinador



Generalitat Valenciana, Conselleria d'Educació
<http://www.edu.gva.es>

Colaboradores



RedWhale Software
<http://www.redwhale.com>



Universidad Politécnica de Valencia
<http://www.upv.es>



**Departamento de Sistemas
Informáticos y Computación**
Universidad Politécnica de Valencia
<http://www.dsic.upv.es>



**Actas del XI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador
Interacción 2010**

**Editores: José Luis Garrido, Fabio Paternò, José Ignacio Panach,
Kawtar Benghazi y Nathalie Aquino**

ISBN: 978-84-92812-52-3

IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L., Madrid, 2010

Edición: 1ª

Impresión: 1ª

Nº de páginas: 522

Formato: 17 x 24

Materia CDU: 004 Ciencia y tecnología de los ordenadores. Informática

Reservados los derechos para todos los países de lengua española. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 270 y siguientes del código penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeran o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste electrónico, químico, mecánico, el electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin la previa autorización escrita por parte de la editorial.

Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos), www.cedro.org, si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

COPYRIGHT © 2010 IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L.
info@garceta.es

Actas del XI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción 2010

Derechos reservados ©2010 respecto a la primera edición en español, por LOS AUTORES

Derechos reservados ©2010 respecto a la primera edición en español, por IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L.

1ª Edición, 1ª Impresión

ISBN: 978-84-92812-52-3

Depósito legal: M-

Maquetación: Los Editores

Coordinación del proyecto: @LIBROTEX

Portada: Estudio Dixi

Impresión y encuadernación:

OI: 15/2010

PRINT HOUSE, S.A.

IMPRESO EN ESPAÑA -PRINTED IN SPAIN

Nota sobre enlaces a páginas web ajenas: Este libro puede incluir referencias a sitios web gestionados por terceros y ajenos a IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L., que se incluyen sólo con finalidad informativa. IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L., no asume ningún tipo de responsabilidad por los daños y perjuicios derivados del uso de los datos personales que pueda hacer un tercero encargado del mantenimiento de las páginas web ajenas a IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L., y del funcionamiento, accesibilidad y mantenimiento de los sitios web no gestionados por IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L., directamente. Las referencias se proporcionan en el estado en que se encuentran en el momento de publicación sin garantías expresas o implícitas, sobre la información que se proporciona en ellas.

Presidentes del Congreso

Óscar Pastor López Universidad Politécnica de Valencia
Pedro M. Latorre Andrés Universidad de Zaragoza

Comité de Programa

Presidentes

José Luis Garrido Universidad de Granada
Fabio Paternò ISTI–CNR, Italia

Miembros del Comité de Programa

Miembros del Comité Nacional

Julio Abascal Universidad del País Vasco
Silvia Abrahão Universidad Politécnica de Valencia
Xavier Alamán Universidad Autónoma de Madrid
Nathalie Aquino Universidad Politécnica de Valencia
Sandra Baldassarri Universidad de Zaragoza
Kawtar Benghazi Universidad de Granada
David Boix e-laCaixa
Federico Botella Universidad Miguel Hernández de Elche
Crescencio Bravo Universidad de Castilla-La Mancha
José Manuel Cantera Telefónica I+D
José Cañas Universidad de Granada
Rosa M. Carro Universidad Autónoma de Madrid
Josep Casanovas la Caixa
Rosa María Castillo Telefónica I+D
Antonio Díaz Universidad de Málaga
Xavier Ferré Universidad Politécnica de Madrid
José Antonio Gallud Universidad de Castilla-La Mancha
Néstor Garay Universidad del País Vasco
Francisco García Universidad de Salamanca
Roberto García Universitat de Lleida
Xabiel García Universidad de Oviedo
Miguel Gea Universidad de Granada
Eva Gil Universitat Oberta de Catalunya
Rosa M. Gil Universitat de Lleida
José Mariano González Universidad de Sevilla
Toni Granollers Universitat de Lleida
Francisco L. Gutiérrez Universidad de Granada
Francisco Javier Jaén Universidad Politécnica de Valencia
Josep María Junoy la Caixa
Juan Miguel López Universitat de Lleida
María Dolores Lozano Universidad de Castilla-La Mancha
Yuhua Luo Universitat de les Illes Balears

José A. Macías	Universidad Autónoma de Madrid
Mari-Carmen Marcos	Universidad Pompeu Fabra
Ana Belén Martínez	Universidad de Oviedo
Pedro J. Molina	Capgemini, España
Beatriz Montes	Universidad de Jaén
Enric Mor	Universitat Oberta de Catalunya
Roberto Moriyón	Universidad Autónoma de Madrid
Iván del Muro	Alt64
Raquel Navarro	Universidad Pompeu Fabra
Marta Oliva	Universitat de Lleida
Nuria Oliver	Telefónica I+D
Manuel Ortega	Universidad de Castilla-La Mancha
José Ignacio Panach	Universidad Politécnica de Valencia
Óscar Pastor López	Universidad Politécnica de Valencia
Miguel Pérez-García	Universidad de Granada
Pere Ponsa	Universidad Politécnica de Cataluña
Miguel Ángel Redondo	Universidad de Castilla-La Mancha
Arcadio Reyes	Universidad de Málaga
Mireia Ribera	Universitat de Barcelona
María Luisa Rodríguez	Universidad de Granada
Montserrat Sendín	Universitat de Lleida
Christian Sturm	Hewlett-Packard, España
Ángel Velázquez	Universidad Rey Juan Carlos
Manuel Vélez	Universidad de Granada

Miembros del Comité Internacional

Silvana Aciar	Universidad Nacional de San Juan, Argentina
Marcos Borges	Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil
Pedro Campos	University of Madeira, Portugal
César Alberto Collazos	Universidad del Cauca, Colombia
Jesús Favela	CICESE, México
Peter Forbrig	University of Rostock, Alemania
María Paula González	Universidad Nacional del Sur, Argentina
Víctor M. González	Universidad Autónoma de Nuevo León, México
Luis Guerrero	Universidad de Chile, Chile
Bárbara Leporini	ISTI-CNR, Italia
Alberto L. Morán	Universidad Autónoma de Baja California, México
Nuno Jardim Nunes	University of Madeira, Portugal
Sergio Ochoa	Universidad de Chile, Chile
Philippe Palanque	Paul Sabatier University, Francia
Ángel Puerta	RedWhale Software, EEUU
Cauahtemoc Rivera Loaiza	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México
Marcela D. Rodríguez	Universidad Autónoma de Baja California, México
Gustavo Rossi	Universidad Nacional de la Plata, Argentina
Cristian Rusu	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
José Alfredo Sánchez	Universidad de las Américas Puebla, México

Revisores Externos

Zoraida Callejas	Universidad de Granada
Pedro Cano	Universidad de Granada
Alfonso Caracuel	Universidad de Granada
Manuel Noguera	Universidad de Granada
María José Rodríguez-Fórtiz	Universidad de Granada

Comité de Organización

Presidente

José Ignacio Panach	Universidad Politécnica de Valencia
---------------------	-------------------------------------

Miembros del Comité de Organización

Nathalie Aquino	Universidad Politécnica de Valencia
Kawtar Benghazi	Universidad de Granada
Juan José Rodríguez Soler	Bankinter

PRESENTACIÓN

La Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO) organiza el Congreso Internacional INTERACCIÓN desde el año 2000 (celebrado en Granada). Desde entonces todos los años ha tenido lugar la edición de este fructífero evento, ya sea de forma independiente o dentro del Congreso Español de Informática (CEDI) con ediciones celebradas los años 2005 y 2007 en Granada y Zaragoza, respectivamente. En el presente año 2010, tendrá lugar la XI edición del Congreso INTERACCIÓN que vuelve a celebrarse como un Simposio de la III edición del CEDI que tiene lugar en la ciudad de Valencia del 7 al 10 de Septiembre. En esta ocasión la organización de INTERACCIÓN'10 ha recaído en el Centro de Investigación en Métodos de Producción de Software (PROS) de la Universidad Politécnica de Valencia, y en el Grupo de Investigación en Especificación, Desarrollo y Evolución del Software (GEDES) de la Universidad de Granada.

INTERACCIÓN'10 es un congreso internacional que tiene como principal objetivo promover y difundir los avances recientes en el área de la Interacción Persona-Ordenador, tanto a nivel académico como empresarial. El congreso pretende poner en contacto a diferentes grupos de investigación y desarrollo de todo el mundo, principalmente hispano-parlantes y europeos, para establecer vínculos de colaboración. En particular, se pretende establecer un foro de discusión e intercambio de ideas que permita seguir avanzando en el uso y aplicación de novedades de interacción en campos tan interesantes y actuales como salud, educación y aprendizaje, comunidades virtuales y redes sociales, acceso a la información y conocimiento, nuevos entornos de computación, etc.

Actualmente estamos viviendo una era de rápidos cambios en tecnologías. En los últimos años, se han producido importantes avances en diferentes ámbitos tales como robótica, realidad virtual, dispositivos móviles, etc. Como consecuencia, aparecen nuevas tecnologías que requieren de su estudio y propuestas que mejoren y faciliten diferentes formas de interacción. A la vez, importantes conceptos tales como usabilidad, adaptabilidad, colaboración y accesibilidad deben tener en consideración la aparición de nuevos dispositivos, plataformas software y fuentes de información. De este modo se crea un amplio abanico de temas de investigación y desarrollo de especial relevancia para INTERACCIÓN'10. La comunidad científica e industrial que participa en este congreso pretende afrontar los nuevos desafíos en este campo aportando soluciones que prestan especial atención a factores sociales y humanos.

La presente edición recibió un total de 97 contribuciones de las cuales se seleccionaron 36 artículos largos, 16 artículos cortos, 7 pósteres/demostraciones, y 3 trabajos para el coloquio doctoral. El resto de artículos también merecen especial mención ya que también fueron bien valorados, aunque finalmente no tuvieron cabida. Queda de manifiesto el importante trabajo que llevan a cabo numerosos grupos de investigación, centros y empresas consolidados a nivel nacional e internacional tras los esfuerzos realizados a lo largo de los años. Los trabajos seleccionados abordan tanto fundamentos teóricos, métodos y técnicas, como casos de estudio y escenarios reales bajo diferentes disciplinas, ámbitos y aplicaciones, tal como en cierta medida quedan organizados en secciones en este libro de actas: teorías y modelos, desarrollo de interfaces, entornos virtuales, enseñanza y aprendizaje, computación ubicua e inteligencia

ambiental, bellas artes, interacción para personas con necesidades especiales, accesibilidad de la información, Internet y Web, etc. INTERACCIÓN'10 incluye además un tutorial cuyo principal objetivo es promover el uso de tecnologías que faciliten a las personas con necesidades especiales (ciegas y sordas) el acceso a los contenidos Web.

Además de los actos plenarios organizados en el CEDI'10, los cuales incluyen conferencias invitadas, mesas redondas, etc., INTERACCIÓN'10 ha hecho un esfuerzo por contar también con la participación de expertos de reconocido prestigio en esta área específica. De este modo, queremos agradecer expresamente que los tres conferenciantes invitados hayan aceptado participar en INTERACCIÓN'10, dos de ellos provienen del ámbito académico, Dr. Jean Vanderdonckt (Université catholique de Louvain - Bélgica) y Dr. Philippe Palanque (University Paul Sabatier, Institute of Research in Informatics of Toulouse - Francia), y el tercero del ámbito empresarial, D. Luis del Árbol (Telefónica I+D). Esperamos que el congreso sea el foro apropiado donde poder compartir conocimiento y experiencias enriqueciendo el diálogo en relación con nuevos avances en investigación y desarrollo en el campo de la Interacción Persona-Ordenador. Estamos seguros que el lector también podrá encontrar artículos de su interés en este libro de actas.

Queremos agradecer al CEDI'10 el soporte prestado para la organización de este evento, en especial al Vice-Presidente del Comité Director Dr. D. Alberto Prieto por responder de forma paciente y continuada a todas nuestras preguntas y dudas. La Generalitat Valenciana (Conselleria d'Educació), Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y su Departamento de Sistemas Informáticos y Computación (DSIC) hacen posible la celebración de este evento gracias a su importante patrocinio, así como la colaboración de RedWhale Software cediendo su sistema de gestión de contribuciones. También nuestro más sincero agradecimiento a los presidentes del congreso INTERACCIÓN'10, Dr. D. Óscar Pastor y Dr. D. Pedro Latorre, por su trabajo de dirección y constante ayuda, y a todos los miembros del Comité de Programa y revisores externos por el excelente trabajo realizado de revisión y evaluación de las contribuciones. Y por supuesto, estamos en deuda con todos los autores por el envío de sus trabajos, ellos hacen posible la celebración de este congreso año tras año.

Por último, quisiéramos de nuevo tener un cariñoso recuerdo para la persona del Dr. D. Jesús Lorés Vidal, uno de los principales fundadores y promotores de la asociación AIPO y de este congreso, también gracias a él se sigue reuniendo anualmente la comunidad Interacción Persona-Ordenador. Como en las últimas ediciones, este año se hará entrega del Premio Jesús Lorés al mejor artículo publicado en INTERACCIÓN'10.

Junio de 2010

José Luis Garrido (Universidad de Granada, España)

Fabio Paternò (ISTI-CNR, Italia)

José Ignacio Panach (Universidad Politécnica de Valencia, España)

Kawtar Benghazi (Universidad de Granada, España)

Nathalie Aquino (Universidad Politécnica de Valencia, España)

Contenido

XI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción 2010

Conferencias invitadas

Distributed User Interfaces: How to Distribute User Interface Elements across Users, Platforms, and Environments.....	3
Jean Vanderdonckt	
Designing Interactive Systems not Interaction nor Interfaces.....	15
Philippe Palanque	
Usabilidad en Sistemas de Teleatención Sociosanitaria.....	21
Luis Pablo del Árbol Pérez	

Interfaces de usuario Naturales, Inteligentes y Multimodales

Decisiones de Diseño en Aplicaciones que Soportan Interacción Mediante Trazos Naturales: Dos Ejemplos Prácticos.....	27
Francisco Jurado, Ana I. Molina, Yaiza García, Miguel A. Redondo, Manuel Ortega	
Una Metodología para el Aprendizaje de Estrategias Óptimas de Diálogo.....	37
D. Griol, Z. Callejas, R. López-Cózar, N. Ábalos, G. Espejo, M.F. McTear	
Sistema web para la traducción automática interactiva.....	47
Vicent Alabau, Francisco Casacuberta, Luis A. Leiva, Daniel Ortiz-Martínez, Germán Sanchis-Trilles	
Explotación de Información Semántica del Contexto de Uso en el proceso de Adaptación de Interfaces de Usuario.....	57
Montserrat Sendín, Juan Miguel López, Roberto García	

Sistemas Colaborativos y Groupware

Un Metamodelo para la Especificación de Reglas de Adaptación para Modelos Colaborativos.....	63
Victor López Jaquero, Francisco Montero, Montserrat Sendín, Pascual González	
Modelado del Awareness para el Desarrollo de Sistemas Colaborativos.....	73

José Figueroa Martínez, F. L. Gutiérrez Vela	
Analysis and Improvement Proposal of Google Documents as a Groupware Tool.....	83
Juan Enrique Garrido, Victor M. R. Penichet, María D. Lozano, Maria Claudia Buzzi, Marina Buzzi, Barbara Leporini, Giulio Mori	
Publicaciones derivadas de los trabajos presentados en los congresos españoles de Interacción Persona-Ordenador (2000-2005).....	93
Carolina Navarro-Molina, Juan Miguel López-Gil, Rafael Aleixandre-Benavent	

Interacción, Aprendizaje y Enseñanza

Juegos educativos configurables para Educación Especial.....	99
Sandra Baldassarri, Eva Cerezo, Guillermo Blasco	
PHET: Una Herramienta para Evaluar la Experiencia del Jugador basada en la Jugabilidad.....	109
J. L. González Sánchez, N. Padilla Zea, F. L. Gutiérrez Vela, F. Montero Simarro	
Recomendaciones para el despliegue de contenidos de T-Learning.....	119
Wilmar Yesid Campo, Gabriel Elías Chanchí, Franco Arturo Urbano, José L Arciniegas	
El uso de interfaces visuales aplicados sobre una plataforma digital orientada al aprendizaje de idiomas “on-line”.....	129
Teresa Magal Royo, Guillermo Peris Fajarnés, Ignacio Tortajada Montañana	

Bellas Artes y Ergonomía

Uso de avatar para la representación de estados emocionales y valoración de la satisfacción del usuario.....	135
Pere Ponsa, Cristina Manresa-Yee, Johanna Gómez	
El laberinto cibernético, una experiencia de Neo-nomadismo.....	145
Laura Rodríguez Moscatel	
Doble modelo de interacción en la instalación interactiva: Leviatán.....	155
José M ^a Alonso Calero, Arcadio Reyes Lecuona, Daniel Prado Codina, Agustín Linares Pedrero	
Condicionamiento en los criterios del arte por la tecnología digital.....	165
Manuel Vélez Cea, Annika Waenerberg	

Computación Ubicua e Inteligencia Ambiental

Jugar y Aprender con Juguetes en un Tabletop Tangible.....	171
--	-----

Javier Marco, Eva Cerezo, Sandra Baldassarri	
Sistema de diálogo Mayordomo: Una aplicación multimodal de Inteligencia Ambiental para el hogar.....	181
G. Espejo, N. Ábalos, R. López-Cózar, Z. Callejas, D. Griol	
Interacción gestual sobre superficies horizontales multi-contacto para un control natural.....	191
Pablo Llinás, Germán Montoro, Pablo Haya, Manuel García-Herranz, Xavier Alamán	
Interacción Multimodal con Espacios Virtuales, un caso de estudio: Museo Virtual 3D MultiModal.....	201
H. Olmedo Rodríguez, A. Sanz Prieto, D. Escudero Mancebo, V. Cardeñoso Payo	

Teorías y Modelos Conceptuales

Componentes de Arquitectura de la Información basados en Tecnologías de la Web Semántica.....	207
Roberto García, Josep Maria Brunetti, Juan Manuel Gimeno, Rosa Gil	
Evaluando la <i>usabilidad colaborativa</i> : ¿Son suficientes los métodos tradicionales de evaluación de la usabilidad?.....	217
Santiago Fernández, Francisco Montero, Víctor López, Pascual González	
Sobre la interacción en la visualización del software.....	227
J. Ángel Velázquez Iturbide, Antonio Pérez Carrasco, Jaime Urquiza Fuentes, Francisco J. Almeida Martínez	
Doble rayo divino: una propuesta de escultura como interfaz.....	237
Jesús Marín Clavijo, José Ignacio Rejano Martínez, Agustín Linares Pedrero, J.M. Alonso Calero	

Interacción Persona-Ordenador-Persona

Supporting decision-making at the TOUCHE process model by argument assistant systems: a first approach.....	243
María Paula González, Víctor M. R. Penichet, Sebastián Romero	
CIAM Extendido con Generación Automática de IU Frente a Metodologías no Guiadas: Evaluación de una Experiencia con COFARCIR.....	253
Maximiliano Paredes Velasco, Ana I. Molina, Miguel A. Redondo, José Julio González, Laura Díaz, Khalid Ezzaid	
Co-Interactive Table: Mesa Interactiva para Facilitar las Reuniones de Trabajo Usando Dispositivos Móviles RFID.....	263
Elena de la Guía, Ricardo Tesoriero, Jose A. Gallud, María D. Lozano, Víctor Penichet	
Sistema de interacción persona-máquina no mecánico basado en visión y	273

vibraciones.....	
Aritz Villodas, Sergio Rodriguez-Vaamonde, Artzai Picon	

Experiencias en Empresas y Evaluación

Diseño de herramienta de evaluación del grado de cumplimiento de normativas en el ámbito de la interacción entre personas y la gestión de los sistemas de información.....	279
Álex Pérez, Pere Ponsa, Ramon Vilanova	
Valoración de la usabilidad de plataformas TIC para transacciones utilizadas por personas mayores.....	289
Marta Díaz, Judit Casacuberta, Neus Nuño, Jasmina Berbegal, Nidia Berbegal	
Más allá del cuchillo de palo: hacia una herramienta integrada para un verdadero diseño centrado en el usuario.....	299
Jorge Sánchez Sánchez, Rosa M. Gil Iranzo, Marta Oliva Solé	
Influencia del color en la navegación por webs de Bankinter.....	309
Juan José Rodríguez Soler	

Entornos Virtuales

Integración de una plataforma de experimentación de interfaces tangibles y multimodales con humanos virtuales.....	315
Guillermo Frías Marín, Francisco José Cruz Romanos, Javier Marco Rubio, Francisco José Serón Arbeloa, Pedro M. Latorre Andrés	
Uso de las Redes Sociales en los Sistemas de Recomendación.....	323
Luis G. Pérez, María del Rosario Castillo-Mayén, María Aranda, Gregoria Montilla	
Propuesta de Modelo de Awareness para Entornos Virtuales Colaborativos.....	333
Arturo S. García, Pascual González, José P. Molina, Diego Martínez, Jonatan Martínez	
Aplicación de las técnicas de realidad virtual en el tratamiento de la ambliopía.....	343
Santiago Martín, Liudmila Pupo, Yoander Cabrera, Patricio Aduriz, Ramón Rubio	

Usabilidad y Evaluación de Sistemas Interactivos

Análisis de usabilidad en herramientas de modelado de procesos de negocio.....	349
Miguel A. González Serrano, José A. Macías Iglesias	
Hacia la semiautomatización de la evaluación heurística: primer paso, categorización de heurísticas.....	359
Llúcia Masip, Marta Oliva, Toni Granollers	

Implementación de Propiedades de Usabilidad con Impacto en el Diseño Mediante la Programación Orientada a Aspectos.....	369
Pedro G. Campos, Silvia T. Acuña, José A. Macías	
Marco conceptual relacionado al desarrollo de un modelo de proceso, para la adecuación de técnicas de evaluación de usabilidad de sistemas interactivos a contextos colaborativos.....	379
Yenny A. Méndez A., César, A. Collazos O., Toni Granollers	

Accesibilidad de la Información e Interacción para Personas con Necesidades Especiales

Recomendaciones en sistemas web mediante el estudio de ítems raros en transacciones	385
Enrique Lazcorreta, Federico Botella, Antonio Fernández-Caballero	
Involucración de usuarios en el co-diseño de aplicaciones de eDNI con criterios de efectividad tecnológica.....	389
R. Ignacio Madrid, J. Manuel Ojel, Carmen Barrera, Fausto Sainz	
Estudio de la accesibilidad en la gestión de blogs en entornos sociales.....	393
Araceli Moré, Juan Miguel López Gil	
Una Propuesta de Diseño para la Integración e Interoperabilidad de Aplicaciones para Personas con Necesidades Especiales.....	401
Carlos Rodríguez-Domínguez, Álvaro Fernández, José Alcalá-Correa, María José Rodríguez-Fórtiz, José Manuel Vilar-Perea	
Evaluación con usuarios finales durante el desarrollo de dos sistemas interactivos orientados a personas mayores.....	411
Marta Díaz, Judit Casacuberta, Neus Nuño, Jasmina Berbegal, Nidia Berbegal	
Diseño de una aplicación de apoyo a la selección de personal eliminando factores de discriminación.....	421
María Aranda, Luis G. Pérez, María del Rosario Castillo-Mayén, Beatriz Montes	

Desarrollo de Sistemas Interactivos Adaptativos y Colaborativos

Refactoring for Accessibility in Web Applications.....	427
Nuria Medina Medina, Gustavo Rossi, Alejandra Garrido, Julián Grigera	
N_InterMod: Una Propuesta de notación de Diálogo enriquecida para el desarrollo ágil de aplicaciones interactivas.....	431
Begoña Losada, Maite Urretavizcaya, Isabel Fernández de Castro	
Un Diseño Basado en Componentes para el Desarrollo de Aplicaciones Web Adaptativas y Colaborativas.....	435

Salvador M. Gómez, María L. Rodríguez, Kawtar Benghazi, Carlos Rodríguez-Domínguez	
Modelo basado en servicios web para la visualización de Moodle.....	445
Diego Alonso Gómez Aguilar, Miguel Ángel Conde González, Roberto Theron, Francisco García Peñalvo	
WallShare: Un sistema colaborativo multi-puntero para dispositivos portables.....	455
Pedro González, Ricardo Tesoriero, José A. Gallud, Gabriel Sebastián	
A framework to design gestural user interfaces.....	465
Iván Ramos-Muñoz, Valentín Cardeñoso-Payo	

Pósteres y Demostraciones

Diseño de una mano mecánica para deletreo dactilológico en LSE.....	471
Víctor Vaquero, Alberto Sánchez, Guillermo González de Rivera, Fernando López-Colino	
Métricas en 4 principios con un objetivo, accesibilidad para todos en la web 2.0.....	473
Henry León Pérez Virgen, Fabián Andrés Sabogal Ocampo, Saulo De Jesús Torres R.	
Una Propuesta de Interfaz de Creación de Servicios en Dispositivos Móviles Basada en el Lenguaje Natural Escrito.....	475
Gabriel Sebastián, José A. Gallud, Ricardo Tesoriero	
LectoRA: aplicación interactiva para el aprendizaje de la lectura utilizando la realidad aumentada.....	477
Marc Robledo Caparrós, Maria Feré Bergadà	
Free-Hand Based Gesture Recognition.....	479
Sergio Rodríguez-Vaamonde, Aritz Villodas, Koldo Espinosa-Acereda	
Implementación de un sistema de Inteligencia Ambiental.....	481
N. Ábalos, G. Espejo, R. López-Cózar, Z. Callejas, D. Griol	
Desarrollo de Avatares Conversacionales para la Interacción en Second Life.....	483
D. Griol, E. Rojo, Z. Callejas, R. López-Cózar, G. Espejo, N. Ábalos	

Coloquio Doctoral

Metodología de evaluación de accesibilidad Web para personas con limitaciones visuales.....	487
Saulo De Jesús Torres R., Luis Rodríguez Baena	
Estudio de la accesibilidad y de la usabilidad para herramientas interactivas digitales multimedia en pacientes con una enfermedad mental grave y crónica.....	491

Salva Prefasi Gomar
Análisis y validación de interfaces interactivas adaptadas al aprendizaje en
dispositivos móviles sobre pantallas restrictivas..... 495
Jose Luis Giménez

Tutorial

Superando barreras: uso de JAWS y creación de subtítulos..... 501
Lourdes Moreno, Mireia Ribera

Conferencias Invitadas

Distributed User Interfaces: How to Distribute User Interface Elements across Users, Platforms, and Environments

Jean Vanderdonckt

Université catholique de Louvain, Louvain School of Management, Louvain Interaction Laboratory
Place des Doyens, 1 – B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgium

jean.vanderdonckt@uclouvain.be

Abstract

Distributed User Interfaces (DUIs) have become one vivid area of research and development in Human-Computer Interaction (HCI) where many dramatic changes occur in the way we can interact with interactive systems. DUIs attempt to surpass user interfaces that are manipulated only by a single end user, on the same computing platform, and in the same environment, with little or no variations among these axes. In contrast to such currently existing user interfaces, DUIs enable end users to distribute any user interface element, ranging from the largest one to the smallest one, across one or many of these dimensions at design-and/or run-time: across different users, across different computing platforms, and across different physical environments. In this way, end users could be engaged in distributed tasks that are regulated by distribution rules, many of them being currently used in the real world. This paper provides a conceptual framework that invites us to rethink traditional user interfaces in a distributed way based on the locus of distribution control: in the hands of the end user, under control of the system, or in mixed-initiative way. Any user interface submitted to distribution may also be subject to adaptation with respect to the user, the platform, and the environment.

1. Introduction

If we look back retrospectively to the evolution of concerns in Human-Computer Interaction (HCI) from a Software Engineering (SE) point of view, we can observe that several models appeared over time in order to address the shortcomings observed in the previous generation of models. For instance, a data model has been progressively replaced by a domain model in order to automate User Interface (UI) generation because the data model was considered not enough expressive: data structure were almost flat, data type are under-

specified, semantic relationships were absent, constraints are not explicitly formalized, etc. Today, we reached a point where the prevalent models used to characterize a UI are task, domain, abstract UI, concrete UI, and final UI, if we consider for example the Cameleon Reference Framework (CRF) [6]. Behind the curtains, this framework assumes that only *one context of use is considered at a time*. By context of use, we hereby understand that one user is carrying out her task on a dedicated computing platform in a given environment, thus leading to one single context. A context is again considered as a triple $C=(U,P,E)$ where U denotes a user model, P denotes a platform model, and E denotes an environment model.

The consideration of one context of use at a time is today completely surpassed by existing situations in the real world: a given user is rarely working alone and is largely involved in cooperation and collaboration; a user is rarely using one single platform at a time, but several different platforms at a time or one after another, and a user is no longer staying in the same environment since she is moving from one environment to another or across environments. In addition, a same task is no longer carried out by a single user, but by a multitude of different users, simultaneously or not. All these reasons stem for considered the fact that a UI is *no longer concentrated, but distributed across users, platforms, and environments*, the three main dimensions of UI distribution.

In this paper we tackle this problem with the introduction of a transversal model for expressing a Distributed User Interface (DUI) that supports the aforementioned considerations. Section 2 introduces our operational DUI definition and then discusses some principles for distributing a UI along these three dimensions and exemplifies them on examples taken from the state of the art, one facet at a time: task, domain, user interface, user, platform, and environment respectively. Section 3 introduces some principles for DUIs. Section 4 shows some conclusions and future work.

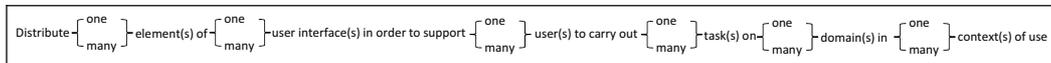


Figure 1. A transversal model of DUI.

2. Terminology for DUIs

The literature abounds in the usage of different terms for expressing different situations of distribution [5,12,14,18,20], some of them being synonyms, some of them radically different, thus posing a problem of a consensual ontology in the domain. The following distributions could occur:

- *Multi-monitor usage*: a single user using a single computing platform wants to distribute her UI across various monitors connected to the same platform [10]. For instance, a dual display is supported when a graphic card expands the main monitor of a computing platform to two or more connected monitors.
- *Multi-device usage*: a single user uses several different devices together, whether they are running the same operating system or not [22]. For instance, a user controls a music player running on a media center using a remote control running on a handheld Personal Digital Assistant (PDA) and/or on a physical device.
- *Multi-platform usage*: a single user uses heterogeneous computing platforms, perhaps running different operating systems [8]. Multi-device usage subsumes a multi-platform usage (since there are different machines) but the reciprocal does not hold: a user could use several computers (hence, multi-platform) that are similar (hence, no multi-device) [25,26].
- *Multi-display usage*: we hereby define multi-display as a combination of multi-monitor and multi-device usages [22]. A single user may distribute a UI across multiple monitors and devices simultaneously [24].
- *Multi-user*: it represents an extension of the previous usages to multiple users concurrently [5]. In this case, one or many users may want to distribute parts or whole of their UI across several monitors, devices, platforms, or displays. For instance, in a control room setup, users may want to direct portions of a UI to other displays of others users depending on the context of use. When a multi-user interface is of concern, it is also typically used for supporting tasks that are allocated or de-allocated from one user to another one, such as in task delegation, task suspension and resuming.

All these terms refer to some particular case of a DUI. Depending on the source, the terms found in the literature sometimes refers to the same situation, sometimes not. Therefore, we believe that in order to introduce a correct definition of a situation for a DUI, there is a need to define a model of distribution that is transversal to the different levels of abstraction that are typically found in a User Interface Development Life Cycle (UIDLC).

Let us consider the field of distributed computing [27]: “a distributed system consists of multiple autonomous computers that communicate through a computer network”. If we extrapolate a DUI definition from this definition, this would give “a distributed user interface consists of multiple autonomous user interfaces that communicate through a computer network”. This definition is very much reduced in that it does not consider several aspects to be considered in a distribution: task, domain, abstract or concrete UI, context of use, which is in turn decomposed into platform, user, and environment. To overcome these shortcomings, we suggest a transversal model (Fig. 1):

A *UI distribution* concerns the repartition of one or many **elements** from one or many **user interfaces** in order to support one or many **users** to carry out one or many **tasks** on one or many **domains** in one or many **contexts of use**, each context of use consisting of users, platforms, and environments.

These different aspects are elaborated further in the following respective sub-sections. The inverse operation is defined as follows:

A *UI federation* concerns the concentration of one or many elements from one of many user interfaces in order to support one or many users to carry out one or many tasks on one or many domains in one or many contexts of use.

Two significant cases of UI federation exist: after a UI distribution has been operated, a UI federation may be triggered in order to restore the initial situation; if a UI federation is triggered not after a UI distribution, then a UI composition may be triggered depending on the conditions imposed in the federation.

2.1. Distribute what? The elements

At first glance, the atomic element that could be submitted to distribution is any UI widget, whether it is native or not in a toolkit, API, or programming environment. However, if we even consider that a widget is itself composed of other elements (for instance, a radio box is composed of mutually exclusive circles and radio items), then any of these individual elements could be also submitted to distribution (for instance, a radio circle could be separated from its radio item). Most UI toolkits do not natively support this distribution, thus requiring a manual overwriting of the expose methods for these widgets. Lower than any final element is the pixel: in principle, this is the most atomic level where distribution may occur.

For this purpose, several techniques exist: physical, logical, and semantic pixel conservations [7]. If a UI that consumes $S.L \times S.H$ pixels should be distributed on a surface D with is $D.L \times D.H$ pixels, then we need to consider that pixel size on S is $S.Pix$ and pixel size on D is $D.Pix$. Fig. 2 illustrates possibilities in the case $D.Pix / S.Pix > 1$. The more the case is located in the top right corner, the better it is.

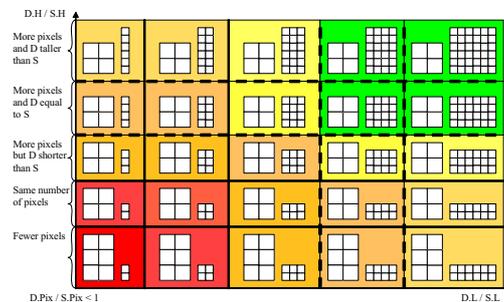


Figure 2. Different situations at the pixel level.

Another representative example is the Win-Cuts system [23] that augments window managers by letting users acquire and interact with alternative views of arbitrary regions of existing windows. The Frisbee [13] is a widget that acts as a telescope to a remote area on the display (<http://www.autodeskresearch.com/publications/frisbee>). Users manipulate remote items by interacting with their proxies within the Frisbee's main area and reposition items on the main display by moving them through specified transfer channels.

2.2. Distribute from what? The user interfaces

All elements subject to UI distribution should of course belong to one or many UIs that should be clearly identified. So far, we have considered that all UI are graphical or at least have some graphical feedback, even if other interaction modalities are involved. For instance, if a multimodal UI involves vocal and tactile interaction modalities, a graphical modality could be added in order to provide the end user with some feedback about the task being carried out. Theoretically speaking, other interaction modalities could be also distributed, but this is another research to be conducted. For instance, speech syntheses and recognitions could be distributed across several platforms not only to optimize the computational power, but also in order to help differentiating the speakers.

2.3. Distribute for which? The tasks

So far, the task has often been considered unique in a single context of use or multiple contexts of use, thus raising some variations in order to address the constraints imposed by the different contexts of use. In order to be fully distributed, one or many tasks should be considered to be carried out simultaneously or not in a distributed way. In the field of ambient intelligence, Luyten *et al.* [17,18] introduced the notion of situated task in order to model how a task could be distributed into several sub-tasks to be carried out by one user, but on different platforms in the same environment over time (Fig. 3). This is a very important way to represent one task that should be generalized to any amount of tasks, whether they are carried out by one or many users.

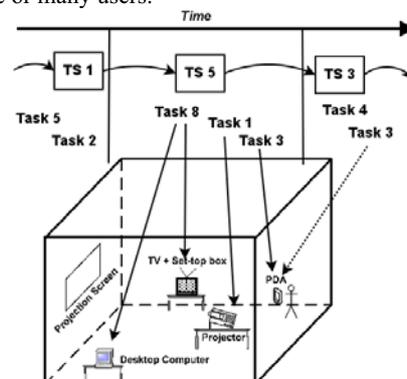


Figure 3. A task distributed across many platforms. (Reproduced from [17] with permission).

In the field of workflow information systems, FlowiXML introduced a series of workflow UI patterns that address several management patterns for distributing tasks, ranging from simple delegation to offering to one or many candidates [11]. For instance, a task could be offered to one or many resources, one of which accepting it, carrying out it and returning the results to the initiator.

2.4. Distribute on what? The domains

This aspect is very much relevant to the computer science field of distributed databases. "A distributed database is a database that is under the control of a central DataBase Management System (DBMS) in which storage devices are not all attached to a common CPU. It may be stored in multiple computers located in the same physical location, or may be dispersed over a network of interconnected computers. Collections of data (e.g., in a database) can be distributed across multiple physical locations. A distributed database can reside on network servers on the Internet, on corporate intranets or extranets, or on other company networks. Replication and distribution of databases improve database performance at end-user worksites." (Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_database). So far, we were used to model one single task attached to one domain model, but this could be generalized to one task model attached to one or several (potentially distributed) domain models.

2.5. Distributed abstract/concrete UIs

In Sub-section 2.2, we simply mentioned the distribution of a Final UI, as defined in the CRF [6]. This principle could therefore be propagated to any other upper level, such as Concrete User Interface (CUI) level and Abstract User Interface (AUI) level.

2.6. Distribute across what? The platforms

This dimension has probably received the largest attention since the platform is certainly one parameter that significantly influences the design of DUIs. Significant progress has been in the area of multi-device UIs (where UIs are produced for several devices simultaneously) and in UI migration (where UIs are migrated from one device to another while maintaining task continuity). Less

work has been however devoted towards dividing a UI across devices, displays, or platforms, where they are used by the same user or shared by different users [2,3]. During the last decade, a DUI was mostly defined in terms of platform distribution: a DUI was defined as any application UI whose elements can be distributed across different displays, devices, or different computing platforms. Consequently, DUIs allow for the UI to be spread out over a set of displays/devices/platforms taking advantage of each display/device/platform's unique properties instead of residing on a single display/device/platform with the interaction capabilities that are constrained on this display/device/platform [5].

DUIs have been subject to several studies that investigate their specific abilities with respect to platform distribution that may lead to design implications. This includes use of multiple monitors on a same computing platform by a single user [10], use of multiple platforms by a single user with synchronisation between, exchange of information between platforms belonging to different users, moving information between displays on a single platforms, partition of tasks across displays for a single user [1], sharing common information on a common display while keeping some information private on a own platform,...

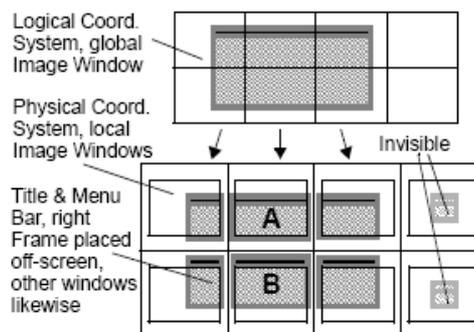


Figure 4. Partitioning of a window across several screens to obtain a DUI [7].

Partitioning a window across several screens, at the physical or at the logical level, is not comparable and involve different systems of coordinates (Fig. 4). Several early techniques have been implemented in order to support multi-display distribution such as, but not limited to: X11 remote displays (www.x.org/), Virtual Network Computing (VNC - www.uk.research.att.com/vnc/), and

Windows Terminal Server (<http://www.microsoft.com/windows2000/technologies/terminal/default.asp>), all allowing a window to move from one screen to another at the window manager level. But this is not the same level as application migration across workstations [2] or task-oriented migration of parts or whole of the UI [2].

Beale & Edmondson [4] conducted user surveys to determine the user behavior induced by using a DUI: they identified the importance of having multiple carets and the complexity of multi-tasking and they suggest design implications for using DUIs in order to support distributed tasks. In particular, they stressed the importance of a multi-tasking model that is partially built at the local level of a single user and at the global level across users when collaboration exists. The global scenario should be also dissolved into local scenario in order to preserve the consistency between common tasks and individual tasks.

Tan & Czewinsky [23] found out that physical discontinuities had no effect on performance, but found a detrimental effect from separating information within the visual field, when also separated by depth. Due to the multiplicity of interaction techniques in DUIs, Nacenta *et al.* conducted a study to compare the efficiency of six techniques for moving objects from a platform (e.g., a tablet) to another one (e.g., a tabletop) in four different distance ranges and with three movement directions. Their study suggests that spatial manipulation of data was faster than pressure-based techniques.

One the one hand, more user studies are available on specific DUI setups that provide us with more knowledge on design implications for such DUIs. Yet, in order to allow for the user to get the best potential of interaction capabilities offered by the various devices/displays/platforms for the current task to be carried out, we should enable designers as well as developers to provide users with the best DUI possible for a given set of devices/displays/platforms by describing them in a formal way [2]. This will enable the underlying system to decide where different DUI elements should be placed in locations that are significant and usable for a distributed task to take place.

AttachMe/DetachMe [9] is a typical DUI example where one single user distributed UI elements across several platforms at run-time, possibly running different operating systems, in order

to better accomplish a given interactive task. One significant application of this interaction technique is the painter's palette [9]: in order to maximise the screen real estate used for painting, all toolbars (e.g., with paint brushes, color palettes) are dynamically migrated from the main desktop to an external platform, typically a PocketPC. In the implementation described in [9], three operating systems are supported: Mac OS X, Windows Vista, and Linux. The same distribution occurs independently of any platform and operating system, provided that the master platform is connected to the slave platform through a network connection (e.g., LAN, Wi-Fi). Let us exemplify how the AttachMe/DetachMe technique can be used for distributing an initial UI (Fig. 5) into several elements for entering information about a movie.



Figure 5. Initial UI to be distributed.

Let us assume that two situations should be supported: one for use on a PC where a large screen and a keyboard are present and one for use on a PDA where the screen estate is small and there is no keyboard. In the first situation, the PC version offers a side by side presentation for the three groups of input fields (Fig. 6).



Figure 6. First DUI in three parts.

The left part uses the normal text and number input widgets. The middle part uses a set of radio buttons for selecting the genre. The right part uses a normal text widget.

In the second situation, the PDA version only displays one part at a time, with navigational buttons at the bottom (Fig. 7). Furthermore, the text and number input widgets have an arrow that displays a virtual keyboard for entering the data. The middle part uses a menu to select between the items instead of radio buttons. This widget also has a list box renderer that we could use instead. And finally the right part uses a text widget for which no alternate renderer is currently provided. If a renderer was created with support for a virtual keyboard, then we could use it by specifying it in a mechanism called “AdaptationMap”, without changing any other part of the code.

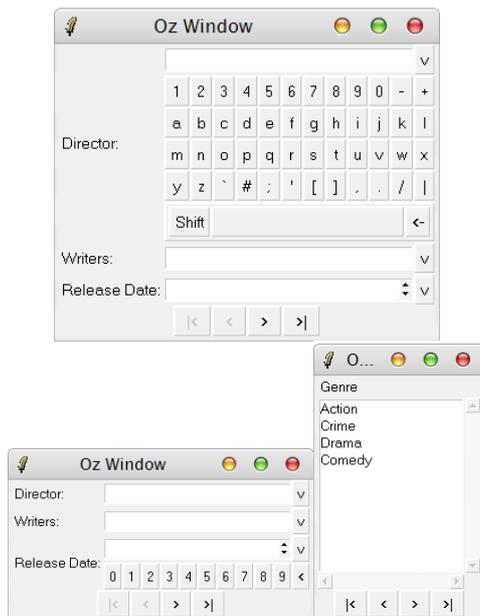


Figure 7. Second DUI in three parts.

2.7. Distribute for who? The users

It is equally important for DUI to recognize that they are used by different users, whether they are working at the same place (co-located) or not (remote collaboration [1], cooperation, competition or cooperation). For instance, the game of Pictionary is a typical example of a task distributed for

many users: one player selects a word from a dictionary, a second player draws this word on an interactive surface shared by other players who have to guess what this word is as quick as possible, but below a certain time threshold. The team to which the winning player belongs to receives the points.

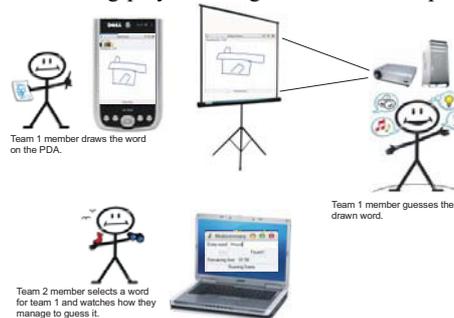


Figure 8. Setup of the Pictionary [19].

2.8. Distribute where? The environments

An environment is often considered as the social and physical setup in which a user is carrying out a task. Changing the environment in which a task is performed may significantly affect the task performance. For instance, an office environment may provide quiet, stable, and reliable conditions to properly perform a task while a mobile environment in a corridor of this office may induce noisy, moving, and unreliable conditions. So, even if the user, the task, and the platform remain constant, the user performance may be significantly affected by a changing environment that should be in principle reflected in some change in the UI. Such a change is typically a UI distribution: when the environment changes, the end user may want to change the UI configuration by keeping only vital elements that are critical for conducting the task to its full completion, even if the details are not known or manipulated. This question is also related to the domain of *situation engineering*, in which the end user’s behavior is studied through various psychological and ethnographic methods to understand how this behavior is influenced by the social, psychological, perhaps organizational aspects of the environment. In particular, situation engineering is aimed at identifying the right paths for conducting a task successfully and the bad paths that may induce task failure in order to avoid them.

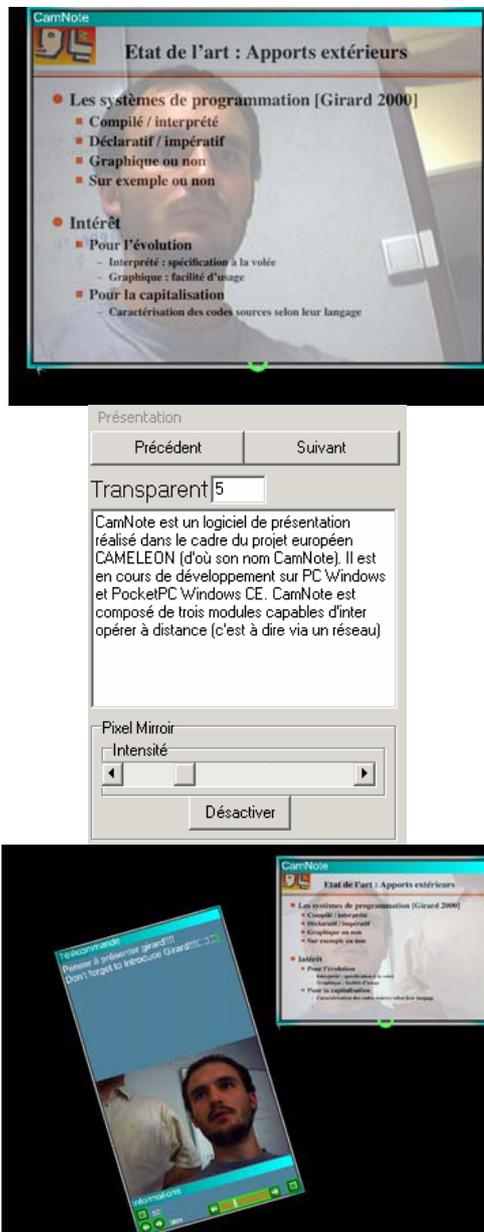


Figure 9. Setup of the Pictionary [?].

Figure 9 exemplifies a system where a UI distribution is triggered by a change of environment. In a typical presentation environment, a presenter would typically present slides by browsing through the slides via a presentation software on a

centralized platform. A physical remote control device could support her for some limited actions, such as “next slide”, “previous slide”. When a presentation is conducted remotely, the presenter is willing to embed a video streaming of her. In order to avoid having two separate screens that consume screen real estate, transparency could be used to superimpose the presenter’s video on top of the slides. So, when the presenter is in the room (one environment), a normal control configuration is desired; when the presenter is remote (in another environment), a superimposed control configuration is preferred. Figure 9 depicts the whole system when UI distribution occurs between a PC and a PDA. Note that only functional core is distributed. Indeed, native UI descriptions on a PC and on a PDA are quite different. Using a same toolkit for both platforms running in the different environments would have been more complex to implement. When the PDA disappears, the remote controller function is migrated to the PC. When then system is re-centralized, the window containing the remote controller could be merged with the slide show or kept separated. When this operation occurs, the window is being rotated in Figure 9 in order to animate the transitions between the two situations: *centralized* (one environment) and *decentralized* (two environments).

In [28], Vandervelpen *et al.* present a light-weight system for distributing services to different users who are in a same physical environment, but who may assume different roles. This interesting setup raises the question of expanding the definition of environment to a situation, where a situation is a particular configuration of an environment in which some users are assigned to particular roles. In the setup described in [28], different people are being assigned different services, e.g., “next slide”, “previous slide”, “zoom in”, “zoom out” depending on the role they want to play in the presentation. Each service is assigned to one single user on one platform at a time, but one can easily imagine that the same service could be reproduced and distributed several times to different users or to the same users if she is using different platforms.

Speakeasy consists of a computing framework that is designed to support use of resources such as displays/devices/platforms that appear/disappear opportunistically, called recombinant computing [20] depending on the environment.

3. Design Principles for DUIs

After having examined the various dimensions along which UI distribution may occur, this section suggests some instantiations of the transversal model of DUI introduced in Fig. 1 by means of design principles. These design principles are introduced in order to address current design shortcomings of the typical situation discussed in the introduction: one single user carrying out one single task in one unique context of use. It is true that these shortcomings are intertwined, as we observed in Section 2 that each instantiation of the Fig. 1 immediately creates interdependencies between the various dimensions covered.

Each UI distribution could be also interpreted as a form of UI adaptation since an original UI is transformed into a target UI in order to be adapted to a new situation. As such, UI distribution could be considered as a particular form of UI adaptation, but not vice versa.

3.1. Design Principle for distributing tasks

The instantiation of the transversal model of Fig. 1 in this case gives: *distribute one UI in order to support one user in carrying out one task on one domain in many contexts of use*. The end user should be empowered with UI distribution mechanisms in order to carry out the same task while the context of use is changing: from one platform to another or from one environment to another. If the task remains constant, the UI distribution should also help the end user in requesting help to other users for ensuring the successful completion of this task or in allocating any sub-task to another user. A sub-task of a main task could be delegated to another user because of lack of familiarity, expertise, resource, time, availability of the primary end user. Or for reasons that are external to the primary end user: responsibilities, jobs definition, separation of duties, role-based allocation, round robin, etc. Actually, any pattern for task delegation is applicable. In this way, multiple work methods for carrying out the same task become possible. For instance, a particular section of a complex form could be sent to another user who is more expert for this section than the initiator, before returning it filled in to the initiator (i.e. the person who requested the help to the secondary user).

3.2. Design Principle for distributing users

The instantiation of the transversal model of Fig. 1 in this case gives: *distribute one UI in order to support many users in carrying out many tasks on one domain in one context of use*. In other words, when a particular context of use is given, several users should be able to apply UI distribution to their respective UIs (perhaps one UI if the system is centralized or many if the system is decentralized or if multiple systems are available) in order to carry out one common task that could be decomposed into sub-tasks that are under the responsibility of different users. Again, organisational allocation of tasks and related sub-tasks should be applied in order to determine how these sub-tasks will be offered to one or multiple users, will be allocated to one or multiple users, and will be executed by one or multiple users. In organisational allocation of tasks, the system should exhibit the ability to offer or allocate a task to users based on their position within the organization and their relationship with other users. Alternative work methods could also be investigated such as: allocation of a task to one or many users based on any attribute or property of the user, the task, and the relationship between. This includes allocation of a task to a user based on experience, history, success rate, familiarity with the type of task.

3.3. Design Principle for distributing platforms

The instantiation of the transversal model of Fig. 1 in this case gives: *distribute many UIs in order to support one user in carrying out many tasks on one domain in one environment*. In other words, given that the user, the task, and the environment remain constant, the platforms capabilities should be investigated in order to enable the end user to optimize the carrying out of one or many tasks based on the specific properties of these platforms, and their suitability for a task or any of its sub-tasks. The example of the painter's palette is obvious: two platforms are available to the end user for drawing and the global screen real estate should be exploited in order to maximize the task performance. Fig. 10 illustrates this design principle: three toolbars are progressively extracted from the main UI of a vector drawing application, recomposed to form a set of related palettes. Here the UI distribution is reproduced on the same platform for the simplicity of the screenshots, but the

new set of palettes could reside on any other platform of the user, provided that it is connected through a computer network.

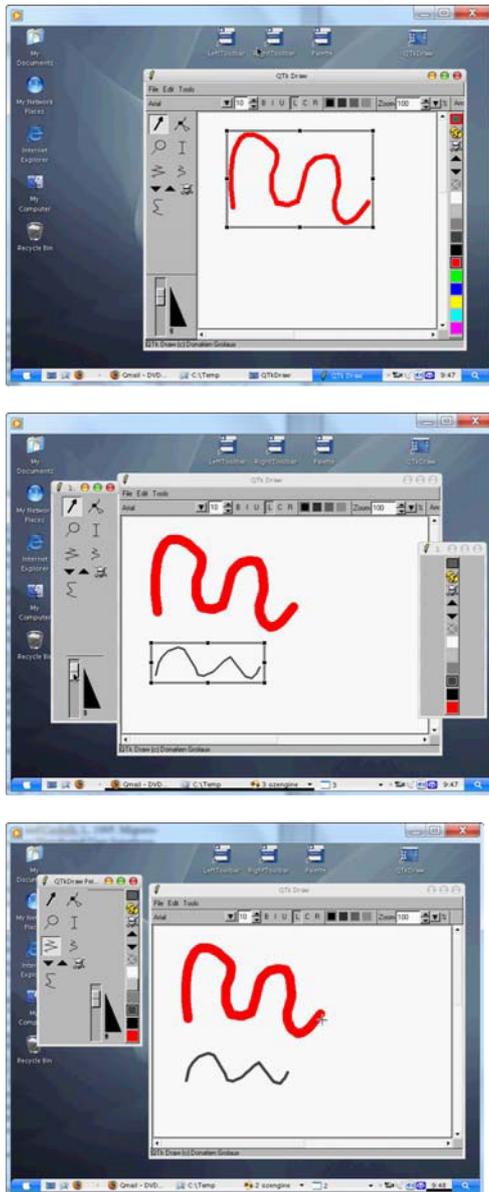


Figure 10. Three different UI distributions for the painter's palette, here on the same platform [19].

The problem of screen allocation to (sub-)tasks could be solved by a multi-criteria approach

if all the properties of concern are known at run-time with their corresponding value. But this would give a system with automated UI layout [16] across several platforms depending on the constraints imposed by these platforms.

3.4. Design Principle for distributing environments

The instantiation of the transversal model of Fig. 1 in this case gives: *distribute one UI in order to support one user in carrying out many tasks on one domain in many environments*. In other words, the end user should be empowered with UI distribution mechanisms that enable her to conduct the same task but in different ways in different environments, while taking into account the properties of each environment. This does not necessarily include the usage of several platforms, but in case of their availability, this should be taken into account. Based on situation engineering, this design principle is intended to support the multiple behaviors that could be produced by a single user in different environments or situations. The UI distribution should produce a UI configuration that is adjusted to the particular constraints or properties of one or many environments, including the smooth transition from one environment to another.

4. Conclusion

In this paper, we introduced a transversal model for expressing a distributed user interface based on the different aspects that may influence the success of a distribution: elements, type of UI, task, domain, abstract or concrete UI, user, platform and environment. Each aspect becomes a dimension along which design principles could be elaborated in order to overcome the current limitations imposed by the stereotyped UI of: *one user is carrying out one task on one domain in a fixed context of use*. This stereotyped UI is no longer applicable today due to permeable boundaries of users (i.e. a user may participate in different roles in different groups), platforms (i.e. a platform is itself included in a cluster, in a larger infrastructure), and environments (i.e. an environment could give rise to different situations and different environments could be easily connected to each other).

Only the problem of multiple domains has not been explicitly addressed in this paper since it is

more relevant to the field of distributed data bases. In this field, several domain models co-exist that are interrelated based on high-level relationships that could give rise to another model. For instance, several distributed entity-relationship-attribute (ERA) models that could serve to capture a domain could co-exist and be interrelated into a new higher-level ERA model. This is considered beyond the scope of this paper.

In the near future, we plan to address the aforementioned design principles for DUIs by developing a UI toolkit that provides the developer with distribution primitives that are context independent. These primitives could then be called in a distribution scenario that explicitly represents the logic of a UI distribution based on the transversal model introduced in Fig. 1.

By this model and these design principles, we encourage any research and development to investigate to what extent they could be supported by appropriate interaction techniques and user studies to determine to what extent the availability of these techniques for supporting UI distribution induce a significant effect on the end user, perhaps on end user satisfaction, task performance, or any other relevant metric. These aspects will be integrated in the UsiXML [15] V2.0 User Interface Description Language.

Acknowledgments

The author would like to thank Óscar Pastor (Universidad Politécnica de Valencia), Pedro Latorre (Universidad de Zaragoza), and José Luis Garrido (Universidad de Granada) for inviting us to give this keynote address. We also acknowledge the support of the FP7 Serenoa project funded by the European Commission.

References

- [1] Arroyo, R.F., Gea, M., Garrido, J.L., Haya, P.A. Development of Ambient Intelligence Systems Based on Collaborative Task Models. *Journal of Universal Computer Science* 14, 9 (2008), pp. 1545-1559.
- [2] Bandelloni, R. and Paternò, F. Migratory user interfaces able to adapt to various interaction platforms. *International Journal of Human-Computer Studies* 60, 5-6 (2004), pp. 621-639.
- [3] Bharat, K.A. and Cardelli, L. Migratory Applications Distributed User Interfaces. *Proc. of ACM Symposium on User Interface Software Technology UIST'95* (Pittsburgh, Nov. 1995). ACM Press, New York, 1995, pp. 132-142.
- [4] Beale, R. and Edmonson, W. Multiple Carrets, Multiple Screens and Multi-Tasking: New Behaviours with Multiple Computers. *Proc. of 21st British CHI Group Annual Conference on Human-Computer Interaction HCI'2007* (Lancaster, September 3-7, 2007). British Computer Society, 2007, pp. 55-64.
- [5] Berglund, E. and Bång, M. Requirements for distributed user interface in ubiquitous computing networks. *Proc. of 1st Int. Conf. on Mobile and ubiquitous multimedia MUM'2002*. ACM Press, New York, 2002
- [6] Calvary, G., J. Coutaz, D. Thevenin, Q. Limbourg, L. Bouillon, and J. Vanderdonck, A Unifying Reference Framework for Multi-Target User Interfaces, *Interacting with Computers* 15, 3 (June 2003), pp. 289-308.
- [7] Demeure, A., Sottet, J.S., Calvary, G., Coutaz, J., Ganneau, V., Vanderdonck, J.. The 4C Reference Model for Distributed User Interfaces. *Proc. of 4th Int. Conf. on Autonomic and Autonomous Systems ICAS'2008* (Gosier, 16-21 March 2008), D. Greenwood, M. Grottke, H. Lutfiyya, M. Popescu (eds.). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2008, pp. 61-69.
- [8] Grolaux, D., Van Roy, P., and Vanderdonck, J. Migratable User Interfaces: Beyond Migratory User Interfaces. *Proc. of 1st IEEE-ACM Annual Int. Conf. on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services MOBIQUITOUS'04* (Boston, August 22-25, 2004). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2004, pp. 422-430.
- [9] Grolaux, D., Vanderdonck, J., and Van Roy, P. Attach me, Detach me, Assemble me like You Work. *Proc. of IFIP Conf. on Human-Computer Interaction INTERACT'05* (Rome, 12-16 September 2005). *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3585, Springer-Verlag, Berlin, 2005, pp. 198-212
- [10] Grudin, J. Partitioning digital worlds: focal and peripheral awareness in multiple moni-

- tor use. Proc. of ACM Conf. on Human Aspects in Computing Systems CHI'01 (Seattle, March 2001). ACM Press, New York, 2001, pp. 458-46.
- [11] Guerrero, J., Vanderdonckt, J., Gonzalez, J. FlowiXML: a Step towards Designing Workflow Management Systems, *Journal of Web Engineering* 4, 2 (2008), pp. 163-182.
- [12] Hutchings, H.M. and Pierce, J.S. Understanding the Whethers, Hows, and Whys of Divisible Interfaces. Proc. of ACM Working Conf. on Advanced Visual Interfaces AVI'06 (Venezia, May 23-26, 2006). ACM Press, New York, 2006, pp. 274-277.
- [13] Khan, A., Fitzmaurice, G., Almeida, D., Burtnyk, N., and Kurtenbach, G. A Remote Control Interface for Large Displays. Proc. of ACM Conf. on User Interface Software Technology UIST 2004. ACM Press, New York, 2004, pp. 127-136.
- [14] Larsson, A. and Berglund, E. Programming ubiquitous software applications: requirements for distributed user interfaces. Proc. of 16th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering SEKE'2004 (Banff, June 20-24, 2004). ACM Press, New York, 2004, pp. 246-251.
- [15] Limbourg, Q., Vanderdonckt, J., Michotte, B., Bouillon, L., and Lopez, V. UsiXML: a Language Supporting Multi-Path Development of User Interfaces. Proc. of 9th IFIP Conf. on Engineering for HCI (Hamburg, 2004). Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3425, Springer-Verlag, Berlin, 2005, pp. 207-228.
- [16] Limbourg, Q., Vanderdonckt, J. Multi-Path Transformational Development of User Interfaces with Graph Transformations, in Seffah, A., Vanderdonckt, J., Desmarais, M. (eds.), "Human-Centered Software Engineering", Chapter 6, HCI Series, Springer, London, 2009, pp. 109-140.
- [17] Luyten, K. and Coninx, K. 2005. Distributed User Interface Elements to support Smart Interaction Spaces. Proc. of the 7th IEEE Int. Symposium on Multimedia, IEEE Comp. Society, Washington, DC, pp. 277-286.
- [18] Luyten, K., Van den Bergh, J., Vandervelpen, Ch., and Coninx, K. Designing distributed user interfaces for ambient intelligent environments using models and simulations. *Computers & Graphics* 30, 5 (2006), pp. 702-713.
- [19] Melchior, J., Grolaux, D., Vanderdonckt, J., Van Roy, P., A Toolkit for Peer-to-Peer Distributed User Interfaces: Concepts, Implementation, and Applications. Proc. of 1st ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems EICS'2009 (Pittsburgh, July 15-17, 2009). ACM Press, New York, 2009, pp. 69-78.
- [20] Newman, M.W., Izadi, S., Edwards, W.K., Sedivy, J.Z., and Smith, T.F. User Interfaces When and Where They are Needed: An Infrastructure for Recombinant Computing. Proc. of ACM Conf. on User Interface Software Technology UIST'2002. ACM Press, New York, 2002, pp. 171-180.
- [21] Pastor, O., Gómez, J., Insfrán, E., Pelechano, V., The OO-Method approach for information systems modeling: from object-oriented conceptual modeling to automated programming, *Information Systems* 26, 7 (November 2001), pp. 507-534.
- [22] Sjölund, M., Larsson, A., and Berglund, E. Smartphone Views: Building Multi-device Distributed User Interfaces. Proc. of Conf. on Mobile Human-Computer Interaction MobileHCI'2004. Lecture Notes in Computer Science, Volume 3160, Springer-Verlag, 2004, pp. 127-140.
- [23] Tan, D.S. and Czerwinski, M. Effects of Visual Separation and Physical Discontinuities when Distributing Information across Multiple Displays. Proc. of 9th IFIP TC 13 Int. Conf. on Human-Computer Interaction Interact'2003 (Zurich, 1-5 September 2003), M. Rauterberg, M. Menozzi, J. Wesson (eds.), IOS Press, Amsterdam, 2003, pp. 252-260.
- [24] Vanderdonckt, J., Furtado, E., Furtado, V., Limbourg, Q., Silva, W., Rodrigues, D., Taddeo, L. Multi-model and Multi-level Development of User Interfaces, Chapter 10, in Seffah, A. & Javahery, H. (Eds.), "Multiple User Interfaces - Cross-Platform Applications and Context-Aware Interfaces". John Wiley & Sons, New York, November 2003, pp. 193-216.
- [25] Vanderdonckt, J., Coutaz, J., Calvary, G., Stanculescu, A. Multimodality for Plastic User Interfaces: Models, Methods, and Prin-

- principles, Chapter 4, in “Multimodal user interfaces: signals and communication technology”, D. Tzovaras (ed.), Lecture Notes in Electrical Engineering, Springer-Verlag, Berlin, 2007, pp. 61-84.
- [26] Vanderdonckt, J. Model-Driven Engineering of User Interfaces: Promises, Successes, and Failures. Proc. of 5th Annual Romanian Conf. on Human-Computer Interaction ROCHI'2008 (Iasi, September 18-19, 2008), S. Buraga, I. Juvina (eds.). Matrix ROM, Bucurest, 2008, pp. 1–10.
- [27] Van Roy, P. and Haridi, S. Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming. MIT Press, Cambridge, 2004.
- [28] Vandervelpen, Ch., Vanderhulst, G., Luyten, K., and Coninx, K. Light-Weight Distributed Web Interfaces: Preparing the Web for Heterogeneous Environments. Proc. of Int. Conf. on Web Engineering ICWE'2005. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3579. Springer-Verlag, Berlin, 2005, pp. 197-202.

Designing Interactive Systems not Interaction nor Interfaces

Philippe Palanque

ICS-IRIT

Université Paul Sabatier – Toulouse III

31062 Toulouse Cedex 4

France

palanque@irit.fr

Abstract

This paper proposes an extended view with respect to the paper from Michel Beaudouin-lafon at AVI 2004 entitled "Designing interaction, not interfaces" [1]. That paper argued that "the only way to significantly improve user interfaces is to shift the research focus from designing interfaces to designing interaction".

The current paper proposes to focus on a broader view of this problem which is the design of Interactive Systems arguing that interaction and interfaces are only the very small visible side of the iceberg. Addressing the problem requires the definition of methods, notations, processes and tools to go from early informal requirements to deployed and maintained operational interactive systems.

We focus on critical interactive systems for which the cost of a failure is significantly higher than the development costs. The development of such systems require the integration of knowledge from different computing science disciplines including reliability engineering, software engineering, resilience engineering and usability engineering.

We address that problem by proposing an integrated framework for the iterative design of operators' procedures and tasks, training material and processes and the interactive system itself. This integrated framework relies on an underlying formalism dedicated to the design, specification and validation of interactive systems as proposed in [2].

1. Introduction

Michel Beaudouin-lafon's invited paper at AVI 2004 entitled "Designing interaction, not interfaces" [1] is based on the study of evolution

of personal computer over a period of 20 years. In summary (as presented in Figure 1) while there is a significant evolution on the hardware side of these computers the interaction side (last line in the Figure) remained more or less unchanged. Indeed the interaction takes place through input devices such as a keyboard and a mouse) and following a WIMP interaction style.

			comparison
date	January 1984	November 2003	+ 20 years
price	\$2500	\$2200	x 0.9
CPU	68000 Motorola 8 MHz 0.7 MIPS	G5 1.26 GHz 2250 MIPS	x 156 x 3124
memory	128KB	256MB	x 2000
storage	400KB floppy drive	80GB hard drive	x 200000
monitor	9" black & white 512 x 342 68 dpi		
devices	mouse keyboard	mouse keyboard	same same
GUI	desktop WIMP	desktop WIMP	same

Figure 1. Comparison of two personal computers adapted from [1]

While this claim cannot be denied it does not address another critical "status quo" for such computer i.e. their unreliability and the following figures (Figure 1 to 3) present an example of system error messages that users have been constantly encountering throughout those 20 years.

While a significant effort is currently being undertaken by the CHI community in order to apply and extend current usability evaluation techniques to new kinds of interaction techniques,

very little has been done to improve the reliability of software offering these kinds of interaction techniques. As these new interaction techniques are currently more and more used in the field of command and control safety critical systems the potential of incident or accidents increases. Similarly, the non reliability of interactive software can jeopardize usability evaluation by showing unexpected or undesired behaviours. Lastly, iterative design processes promote multiple designs through evolvable prototypes in order to accommodate requirements changes and results from usability evaluations thus reducing reliability of the final system by lack of global and structured design.



Figura 2. System Error on the macintosh



Figura 3. System error on Mac OS



Figura 4. System error on Finder for iMac

According to the recurring desire of increasing the bandwidth between the interactive system and the users, more sophisticated interaction techniques are continuously being proposed. Such proposals are usually presented in conferences such as ACM CHI (Human Factors in Computing Systems) or UIST (User Interfaces Software and Technology) with a focus on the innovation and on the usability evaluation of interactive systems proposing such interaction techniques. Researchers presenting those interaction techniques usually have to build their own user interface tools to be able to implement the interaction technique they want to design and evaluate.

For this reason, they also present prototypes of User Interface Tools (often also called User Interface Management Systems) to show what language and development environment are needed to develop the proposed interaction technique.

Once published, it remains a long way for these innovative interaction techniques to reach the maturity level required for dissemination in industry as several problems remains to be solved. These problems are detailed in the following sections.

- The first problem is related to the scalability issue where research contributions must be able to go from demonstrational prototypes to real size applications.
- The second problem is related to the reliability issue i.e. to find ways to guarantee the correct functioning of the interactive system. Issues such as verification, validation and exhaustive testing are the only possible ways to solve this problem.
- The third problem is related to the link between User Interface tools and the development process of interactive systems. The issue is here to be able to integrate such tools within development processes and other software development tools currently used in industry. Relating such development processes to the ones proposed in the field of software engineering is also of prime importance.
- The last problem addressed in this position paper is related to lessons learned and, on one hand, how to systematically explore options when building an interactive system

and, on the other hand, how to provide way justifying choices made at design or implementation time. This is also of prime importance in the field of safety critical interactive software where roots to fatal consequences have to be traced back in order to determine responsibilities.

The remaining of this paper presents, with additional details, the set of requirements that UI research activities have to meet to be applicable in the field of designing critical interactive software.

2. Scalability Issue

The complete specification of interactive application is now increasingly considered as a requirement in the field of software for safety critical systems due to their increasing use as the main control interface for such systems. As the user interface part of command and control systems may represent a huge quantity of code, User Interface Tools must provide ways to address this complexity. Support only dealing with code management is not enough and there is thus a critical need for addressing this complexity at a higher level of abstraction.

This position paper argues that one possible way to deal with these issues is to follow the same path as in the field of software engineering where modelling activities and model-based approaches take the lead with standards like UML. In the field of human computer interaction model-based approaches have been heavily criticized. For instance, at a panel at UIST 94 [6] Dan Olsen wrote "*There have been two major problems with this approach [model based ones]. The first is that we always seem to be modelling the interface styles of the previous generation of user interfaces. The second is that the models developed in some way limit the kind of user interface that is possible.*"

Recent contributions in the field of model-based approaches have been explicitly addressing this issue of coping with new interaction technique (such as the so-called Post-WIMP or non-WIMP [5]) and can be found, for instance, in the proceedings of Design Specification and Verification of Interactive Systems (DSVIS) conference series.

3. Reliability Issue

It is now widely agreed upon that in order to build easier to use and easier to learn systems, generic and specific functionalities have to be offered to the users of such systems. However, increasing the number of functionalities by adding, for instance, undo/redo mechanisms, WYSIWYG facilities, ... increases the likelihood of system crashes. In particular, the current reliability level of software suites proposed by main software companies clearly show that building reliable interactive software is still a challenge for software development teams.

While rebooting the systems is the most reasonable action in order to recover from a software crash this is totally unacceptable in real-time safety critical systems where people life is at stake.

The reason for putting some effort in the use and the deployment of formal description techniques lies in the fact that they are the only means for both modeling in a precise and unambiguous way all the components of an interactive application (presentation, dialogue and functional core) and to propose techniques for reasoning about (and also verifying) the models.

Applying formal description techniques can be beneficial during the various phases of the development process from the early phases (requirements analysis and elicitation) to the later ones including evaluation (testing).

3.1. Verification

Verification techniques aim at providing ways for ensuring systems reliability prior to implementation. User Interface Tools that would provide such capabilities would empower developers by offering means for reasoning about their systems at a higher level of abstraction. For instance, verification techniques over a formal description technique make it possible to assess properties such as: whatever state the system is in, at least one interactive object is enabled, mutual exclusion of actions, reachability of specific states ... [9].

3.2. Testing

Model-based approaches [3] featuring formal description techniques can provide support to developers in the later phases of the development process where the intrinsic nature of interactive systems makes them very hard to address properly otherwise. For instance, the event-based nature of interactive systems makes them impossible to test without tool support for the generation of the possible test cases. Work in this field is still preliminary but contributions are available for WIMP interaction techniques providing means for regression testing [7] and coverage criteria [8].

4. Development Process

The User Interface is only one component of an interactive system. Research in the field of HCI has been contributing to development processes but mainly addressing the UI of such systems. For instance, development processes promoted by HCI community as the ones presented in [14] pp. 206-207 or in [15] pp. 102 only deal with the user interface part.

4.1. Prototyping

Prototyping is now recognized as a cornerstone of the successful construction of interactive systems as it allows making users at the centre of the development process. However, iterative or incremental prototyping tends to produce low quality software as no specification or global design and understanding is undertaken. User Interface tools should be able to support this incremental and iterative prototyping activities by making as simple as possible for developers to modify their prototypes.

4.2. Certification

Certification is a phase of the development process specific to safety critical systems. Developers of such systems are in charge of demonstrating that the system is 'acceptably safe' before certification authorities grant regulatory approval.

Without adequate integration within development processes dealing with such as the

one described in DO-178B [10] that explicitly states the various stages to be followed throughout development process to prepare the certification phase, User Interface Tools would be inadequate to deal with the new challenges offered by safety critical interactive software.

5. Design Rationale & Fault Analysis

Systematic exploration of options and traceability of choices made throughout the development process have to be supported. Current User Interface tools mainly focus on the result of the process i.e. the actual system to be built. We believe that tools supporting argumentation about why a given option has been selected or rejected would significantly improve reusability and reliability of designs.

However, our experience with the development of safety critical interactive systems has shown that, in order to be more efficient, Design Rationale must be heavily tool-supported.

Fault analysis is also important as it is the only way

- To assess the causes, identify the roots and define the responsibilities in case of accidents or incidents [16].
- To prevent the same incident/accident from reoccurring. This can be done, for instance, by identifying the set of events and the corresponding stated space that lead to the undesired outcome (see for instance [4]).

6. Conclusion

This paper presented a set of issues for the research community working the field of Human-Computer Interaction, to address the specific concerns raised by user interfaces for designing critical systems. We propose to extend research in a different direction that the one taken by main stream research in the field of UI tools. Indeed this main stream focuses on new interaction techniques including (how to interact with novel physical devices, how to bridge the physical and electronic worlds, ...). The proposed direction is to have a multi-focus i.e. to deal with new and innovative interaction techniques (as currently done) but also to deal with consolidation work i.e. to provide ways of delivering reliable, safe and predictable interaction techniques and thus to go

form demonstration prototypes to interaction techniques reliable enough to be exploited in operations and in a safety critical domain.

At the conference, we will present and discuss the underlying ideas around the formal description technique ICOs and its CASE tool (called PetShop [2]), which embodies the results of several years of research about the formal modeling of interactive systems. Its main application domain is safety-critical interactive applications such as air-traffic control or military command and control systems. PetShop stands apart from most formal-based tools since it supports and promotes an iterative and user-centered design process, and also stands apart from most model-based tools since it goes beyond WIMP interfaces and deals with post-WIMP interaction techniques including direct manipulation and multimodal interfaces [12], [13] or [17].

Acknowledgements

This research is partly funded by the CNES (French National Center for Space Studies) R&T Tortuga project R-S08/BS-0003-029 and Airbus CIFRE contract PBO D08028747-788/2008.

Thanks to my colleagues in the Interactive Critical Systems group at IRIT for inspiration and their hard work to progress in the direction of resilient interactive systems.

References

- [1] Beaudouin-Lafon, M. 2004. Designing interaction, not interfaces. In Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual interfaces (Gallipoli, Italy). AVI '04. ACM, New York, NY, 15-22.
- [2] Navarre D., Palanque P., Ladry J-F., Barboni E. 2009. ICOs: a Model-Based User Interface Description Technique dedicated to Interactive Systems Addressing Usability, Reliability and Scalability. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 16 N. 4, p. 1-56.
- [3] Bodart F., Hennebert A.-M, Leheureux J.-M. & Vanderdonckt J. "Encapsulating Knowledge for Intelligent Automatic Interaction Objects Selection." in Human Factors in Computing Systems INTERCHI'93, Addison Wesley, 424-29, (1993).
- [4] Basnyat S., N. Chozos and P. Palanque. Multidisciplinary perspective on accident investigation. Reliability Engineering & System Safety Volume 91, Issue 12 , December 2006, Pages 1502-1520.
- [5] Jacob R. A Software Model and Specification Language for Non-WIMP User Interfaces. ACM Transactions on Computer-Human Interaction 6, n°. 1, 1-46, (1999).
- [6] P. N. Sukaviriya, Kovacevic, S., Foley, J. D., Myers, B. A., Olsen Jr., D. R. and Schneider-Hufschmidt, M., Model-Based User Interfaces: What Are They and Why Should We Care? In Proceedings UIST'94, November 1994, pp133-135
- [7] Memon A. M. & Soffa M. L. Regression testing of GUIs. In Proceedings of the 9th European software engineering conference held jointly with 10th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering pp. 118 - 127 2003
- [8] Memon A. M., Soffa M. L. Pollack M.E. Coverage criteria for GUI testing. In proceedings of the 8th European software engineering conference held jointly with 9th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering. pp 256 - 267 2001
- [9] Palanque P. & Bastide R. Verification of an Interactive Software by analysis of its formal specification Proceedings of the IFIP Human-Computer Interaction conference (Interact'95) Lillehammer, Norway., 27-29 June 1995, p. 191-197
- [10] DO-178B: "Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification", Radio Technical Commission for Aeronautics, Inc. <http://www.rtca.org/>
- [11] Bastide R., Navarre D. & Palanque P. A Model-Based Tool for Interactive Prototyping of Highly Interactive Applications. Full demonstration, ACM CHI 2002 conference on Human Factors for Computing Systems. Minneapolis, USA, 20-25 April 2002.
- [12] Bastide R., Navarre D., Palanque P., Schyn A. & Dragicevic P. A Model-Based Approach for Real-Time Embedded Multimodal Systems in Military Aircrafts. Sixth International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI'04) October 14-15, 2004 Pennsylvania State University, USA

- [13] Dragicevic P., Navarre D., Palanque P., Schyn A. & Bastide R. Very-High-Fidelity Prototyping for both Presentation and Dialogue Parts of Multimodal Interactive Systems. DSVIS/EHCI 2004 joint conference 11th workshop on Design Specification and Verification of Interactive Systems and Engineering for HCI, 2004. LNCS.
- [14] Dix A., Finlay J. Abowd, G. & Beale R. Human Computer Interaction. Second edition, Prentice Hall, 1998.
- [15] Hix D. & Hartson, R. "Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product and Process.". New York, NY: John Wiley & Sons (1993).
- [16] Lacaze X., Palanque P., Eric Barboni, Rémi Bastide, David Navarre. From DREAM to Reality: Specificities of Interactive Systems Development with respect to Rationale Management. Rationale Management In Software Engineering. Allen H. Dutoit, Raymond McCall, Ivan Mistrik, Barbara Paech (Eds.), Springer Verlag, Springer-Verlag/Computer Science Editorial, p. 155-172, 2006.
- [17] Ladry, J., Navarre, D., and Palanque, p. 2009. Formal description techniques to support the design, construction and evaluation of fusion engines for sure (safe, usable, reliable and evolvable) multimodal interfaces. In Proceedings of the 2009 international Conference on Multimodal interfaces (Cambridge, Massachusetts, USA, November 02 - 04, 2009). ICMI-MLMI '09. ACM, New York, NY, 185-192

USABILIDAD EN SISTEMAS DE TELEATENCIÓN SOCIO-SANITARIA

Luis Pablo del Árbol Pérez

Aplicaciones de Telemedicina

Telefónica I+D

lpad@tid.es

Resumen

Ciertas enfermedades crónicas y procesos de recuperación tras una intervención operatoria no obligan la hospitalización del paciente. Es por ello, que las nuevas tecnologías servirán de apoyo en la labor de los profesionales para el seguimiento de sus pacientes sin necesidad de desplazarse ni mantenerlos en el entorno hospitalario. Construir un software que aliente a pacientes y sanitarios a manejarlo gracias a su: sencillez, amigabilidad, usabilidad, cercanía y accesibilidad, es todo un reto. Para este trabajo se han desarrollado dos interfaces software centradas en el usuario (paciente, profesional sanitario) así como una interfaz genérica M2M (machine to machine). Durante el diseño e implementación, las interfaces son validadas y probadas por los usuarios finales. Se emplean técnicas de evaluación heurística y de indagación, junto con grupos focales y entrevistas. El grado de satisfacción evidenciado por los usuarios durante las evaluaciones ha introducido en el diseño nuevas ideas y conceptos no contemplados, en un principio, por los tecnólogos involucrados en el desarrollo de las aplicaciones software.

1. Introducción

En muchas ocasiones enfermedades crónicas y procesos de postoperatorios no requieren que el paciente esté hospitalizado, pudiendo continuar su tratamiento desde su domicilio. Los avances tecnológicos basados en las nuevas redes de comunicaciones, permiten plantear una solución eficiente que posibilite la extensión del ámbito hospitalario al ámbito domiciliario. En los proyectos dentro del ámbito de la Teleatención Domiciliaria para Enfermos Crónicos, viaja la

información, no el enfermo o profesional sanitario.

Gracias a este nuevo modelo de asistencia sanitaria se complementa la actual, persiguiendo obtener beneficios para pacientes y profesionales del centro hospitalario. Los pacientes podrán seguir siendo atendidos sin tener que residir en el hospital, con las ventajas que conlleva en cuanto a mejora de calidad de vida y eliminación de riesgo de contagio de enfermedades. También el centro hospitalario obtendrá mejoras en la eficiencia en la atención hospitalaria, como sería un mayor número de camas disponibles. En aras de conseguir estos objetivos dotando: 1) al profesional asistencial/sanitario de los medios necesarios que hagan posible el control y la monitorización remota de los pacientes en el domicilio, y 2) dotar al paciente de nuevas vías de comunicación con su médico. Ambos se logran construyendo interfaces visuales y *machine to machine (M2M)* sencillas y transparentes manteniendo involucrado al usuario como centro en su proceso de desarrollo.

El resto del trabajo se compone de cuatro secciones. La sección segunda enumera otros productos comerciales relacionados con la atención de carácter socio-sanitario. La sección tercera se dedica al diseño de las interfaces con las que interactúan los dos grupos de usuarios: paciente y sanitarios. En la sección cuarta se presenta las metodologías de evaluación del diseño, siendo la pieza fundamental e imprescindible el usuario final. Para terminar, en la sección quinta se presentan los resultados obtenidos y unas breves conclusiones.

2. Soluciones comerciales relacionadas

En la actualidad, numerosas empresas ofrecen desde servicios de hospitalización domiciliaria hasta suministro de dispositivos biomédicos para monitorización de pacientes, control y seguimiento farmacéutico; poniendo de manifiesto el gran valor que supone la atención a domicilio tanto para el paciente como para los centros hospitalarios. Cabe destacar productos comerciales como: Siemens Medical Solutions, Philips Medicalm, Honeywell, HealthHero, Amac, Scotty, WebVmc, RTX, AMD telehealth, Intel Healthcare y algunas otras que han desarrollado Home Gateway comerciales enfocados en el ámbito médico.

Un ejemplo de interfaces de aplicabilidad similar es el producto comercial de Intel Healthcare [1] orientado a personas con enfermedades crónicas, que ofrece al usuario la posibilidad de realizar un chequeo completo, cuando lo considere necesario o cuando se lo pida su enfermera o médico. Esta solución se basa en tecnologías anticuadas de telefonía tradicional con un modem de tonos integrado. Frente a esto se encuentran las soluciones avanzadas que Telefónica I+D está desarrollando apoyadas en la red de nueva generación NGN y dispositivos inalámbricos que se conectan, configuran y reconfiguran automáticamente; simplificando el proceso de interacción del usuario con los dispositivos. Igualmente, las soluciones software sobre el Home Gateway que Telefónica I+D está desarrollando mejoran la experiencia del usuario gracias a incorporar e involucrar al usuario durante todo el proceso de desarrollo, construyendo interfaces: sencillas, amigables y adaptadas a los grupos principales de pacientes y profesionales. Demostrando su compromiso con la Sociedad en los productos que va lanzando al mercado.

3. Diseño de las interfaces del paciente y el usuario

Usabilidad se define como la capacidad que tiene un producto para ser usado por determinados usuarios con el fin de alcanzar unos objetivos concretos con: efectividad, eficiencia y satisfacción dentro de un contexto de uso [9]. Las interfaces de usuario, en la teleatención socio-

sanitario, se enfocan en dos líneas de trabajo diferenciadas y complementarias:

1. *Interfaz para presentación de contenidos*: referida a la clásica interfaz de usuario de un software. En nuestro caso adaptada a cada usuario según sus capacidades cognitivas y psico-motrices.
2. *Interfaz genérica M2M*: centrada en la construcción de una comunicación sencilla entre los dispositivos involucrados (Home Gateway y hardware de adquisición de medidas: tensiómetros, básculas, glucómetros, etc.) y la interacción del usuario de dichos artefactos para su configuración y puesta en marcha.

En primer lugar, en la interfaz para la presentación de contenidos se decide construir dos aspectos visuales diferentes donde los contenidos, la funcionalidad y la navegación se han adecuado a los usuarios (paciente y profesional sanitario). Claramente, hay dos fines diferenciados: supervisar evolución de un paciente y recordar tareas personales. De igual modo encontramos dos contextos muy diferentes: hospitalario y domiciliario.

En el lado del profesional sanitario encontramos una herramienta de gestión y supervisión de sus pacientes a los que se les dispensa un tratamiento farmacológico y se le programan eventos en un su agenda. Por ejemplo, la próxima cita con el médico, o la hora en que debe medirse la tensión arterial.



Figura 1. Aspecto de la pantalla de seguimiento de los pacientes bajo supervisión especializada empleada por el profesional sanitario responsable

También es posible completar su historia clínica o mantener una videoconferencia completando cuestionarios clínicos, útiles para prevención y diagnósticos futuros (ver Figura 2). El sanitario tendrá la información organizada

atendiendo al concepto de *carpeta sanitaria*, donde cada paciente tiene una carpeta la cual alberga toda la información clínica de interés: medicación, biomedidas, cuestionarios realizados, eventos clínicos relevantes e historia clínica.



Figura 2. Aspecto para el profesional sanitario del seguimiento detallado de un paciente

Al otro extremo de la vía de comunicación, se encuentra la aplicación del paciente. Donde la información se organiza con el concepto de *agenda diaria*. Ésta presenta las actividades que en ese día el paciente ha de efectuar: toma de medicamentos en cada hora (como recordatorio), chequeo de biomedidas y citas programadas. Junto al concepto de agenda, está el concepto de *consejero*, donde la interfaz recuerda al paciente buenos hábitos encomendados por su médico. Por ejemplo: camine todos los días, no coma embutidos, etc.

Los elementos plásticos de las interfaces diseñados son tan relevantes como el contenido que se presenta en ellas. Los principales colores que se utilizan en nuestras interfaces son el blanco y el verde porque en la cultura occidental estos se asocian a la sanidad. El resto de colores pertenecen a la misma gama cromática de los anteriores. Verde oscuro para los botones. Verde brillante para el texto de los botones con el cursor encima, un disquete para guardar un contenido (es un icono aprendido por uso en otras aplicaciones), un signo más para añadir un nuevo elemento, información detallada, flechas para avanzar o retroceder, una capsula para indicar que hay que tomar un medicamento, etc.

De igual manera, incorporar un *Home Gateway* a la vida cotidiana de una persona conlleva que tanto este como otros dispositivos se relacionen y cooperen de forma transparente para el usuario. Es por ello que se están fortaleciendo los esfuerzos en la investigación y desarrollo de interfaces de comunicación M2M con dispositivos inalámbricos que ayuden al usuario en sus tareas socio-sanitarias cotidianas. Es por ello, que se

implementa una interfaz genérica de conexión y configuración de dispositivos biométricos y del hogar que a través del Home Gateway (fijo o móvil) hacen posible la interacción. Gracias al empleo de dispositivos inalámbricos "inteligentes" el usuario no necesita aprender dónde hay que conectar cada uno, sencillamente lo enciende y comienza a utilizarlo sin ninguna otra preocupación. La interfaz M2M que hemos desarrollado permite la configuración y reconfiguración automática consiguiendo que la satisfacción del usuario aumente por la sencillez de manejo.

4. Evaluación de las interfaces por los usuarios

En el caso de aplicaciones orientadas para adultos mayores, y en gran número de casos, sin demasiados conocimientos en las nuevas tecnologías, la efectividad se refiere a la capacidad del sistema para mostrar las funcionalidades para las que se ha diseñado; la eficiencia será el esfuerzo necesario para conseguir realizar estas funcionalidades; y la satisfacción -el aspecto más subjetivo- a la sensación que el usuario tiene antes, durante y tras su manejo. En contra de las actividades tecnológicas que persiguen alcanzar un alto grado de usabilidad en los productos software, no se puede definir la usabilidad como un valor absoluto e intrínseco, sino que puede variar en función del contexto humano en que se ejecute la aplicación. Por lo tanto, no puede afirmarse que un sistema sea usable o no en sí mismo, sino que habrá que concretar con qué variables lo es.

La evaluación de las interfaces se ha realizado revisando aspectos bien diferenciados con los usuarios reales o potenciales de la aplicación, y con el objetivo de obtener interfaces intuitivas con tendencia a la no necesidad de acceso a un manual de usuario por parte de éste. Las áreas inspeccionadas han sido:

- Arquitectura de la información
- Diseño gráfico: Legibilidad, iconografía, vocabulario empleado, etc.
- Navegabilidad.
- Facilidad de aprendizaje.
- Satisfacción.

Para la consecución de estos objetivos, ha sido necesario aplicar distintas técnicas de evaluación,

en caso de usuarios con perfil de pacientes, la evaluación se ha realizado organizando dos sesiones de grupos focales, en un laboratorio, una por perfil de usuarios. Este trabajo de "laboratorio" se denomina *Living Lab*. Cada sesión se ha efectuado con el orden de acciones siguiente:

1. Los participantes a las sesiones fueron un total de 12 personas entre los 45 y 75 años, todos con enfermedades crónicas o con perfil de cuidadores
2. Presentación de los participantes y preguntas generales a modo introductorio con el objetivo de obtener su conocimiento en el uso de nuevas tecnologías.
3. Video introductorio relacionado con la temática objetivo de la reunión.
4. Manejo de maquetas del software construido sin que los usuarios hayan recibido formación, observando y registrando su comportamiento para su posterior evaluación y estudio.
5. Manipulación de los dispositivos necesarios para su puesta en marcha en cooperación con la aplicación que se ejecuta sobre el Home Gateway (en el caso de pacientes).

Estas sesiones de trabajo han sido filmadas adquiriendo valiosísimo material de estudio para detectar: nuevos *insights* y redefinir aspectos alcanzando mayor satisfacción.

Junto con los estudios y trabajos de evaluación efectuados antes y durante el proceso de desarrollo a través de *Living Lab Salud Andalucía (LLSA)* [8] del que es miembro Telefónica I+D, se ha conseguido un entorno en el que se ha compartido conocimiento y experiencias con grupos de investigación de universidades y empresas que trabajan en proyectos del área de la Salud.

La labor de las investigación de Telefónica I+D sale del laboratorio para sumergirse en los entornos reales de centros sanitarios y hogares, llevando a cabo proyectos pilotos. Un *proyecto piloto* es la implantación en el entorno real de ejecución de un producto para obtener resultados técnicos y médicos que validen el producto en cuestión. La adecuación técnica vendrá dada por el correcto funcionamiento del entorno de producción durante el período de pilotaje. La satisfacción médica se alcanza con un estudio médico que los profesionales elaboran. Por tanto, deberán de comparar que su trabajo es al menos igual de eficiente con el producto que sin él.

Consiguiendo que la atención socio-sanitaria sea más eficaz.

5. Resultados y conclusiones.

El resultado de las iniciativas enmarcadas en el entorno de trabajo antes descrito, se refleja en conjunto en lo que podemos llamar un *producto comercial* que, desde el punto de vista de la experiencia de usuario, tiene como base un componente de *usabilidad* de la aplicación por un lado, desde el punto de vista de la persona, y por otro lado desde el punto de vista de la interacción entre los componentes tecnológicos, lo que hemos llamado anteriormente M2M, que debe ser totalmente transparente al usuario.

Como conclusión, podemos demostrar que la obtención de estos resultados, pasa por el desarrollo de distintas fases bien diferenciadas:

1. Captación de necesidades de los usuarios o *insight*.
2. Conceptualización.
3. Desarrollo de la solución.

Todo esto dentro del marco de colaboración de distintos agentes dentro del campo de la salud como son, empresa, universidad y los usuarios finales (pacientes y médicos)

Agradecimientos

Este trabajo es fruto del día a día de los profesionales de Telefónica I+D, en especial en él han colaborado y colaboran Rosa María Castillo Collado y Salvador Manuel Gómez López.

Referencias

- [1] <http://www.intel.com>
- [2] <http://www.medical.siemens.com>
- [3] <http://www.healthcare.philips.com/>
- [4] <http://www.honeywell.com/sites/es/>
- [5] <https://www.healthhero.com>
- [6] <http://www.scottecatalog.com/Scottgas.nsf/web/MedHome>
- [7] <http://www.amd.com/es/Pages/AMDHomePage.aspx>
- [8] <http://livinglabsalud.es>
- [9] ISO 9241-11.

Interfaces de Usuario Naturales, Inteligentes y Multimodales

Decisiones de Diseño en Aplicaciones que Soportan Interacción Mediante Trazos Naturales: Dos Ejemplos Prácticos

Francisco Jurado, Ana I. Molina, Yaiza García, Miguel A. Redondo, Manuel Ortega

Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información

Escuela Superior de Informática

Universidad de Castilla-La Mancha

13071 Ciudad Real (España)

[Francisco.Jurado, AnaIsabel.Molina, Miguel.Redondo, Manuel.Ortega@uclm.es](mailto:Francisco.Jurado,AnaIsabel.Molina,Miguel.Redondo,Manuel.Ortega@uclm.es)

Yaiza.Garcia@alu.uclm.es

Resumen

El empleo de trazos naturales y escritura a mano alzada es un tipo de interacción que favorece la especificación de diseños y la comunicación entre los usuarios. Sin embargo, no todas las aplicaciones que soportan este tipo de interacción deben implementar las mismas funcionalidades y arquitectura. Con el ánimo de analizar algunas cuestiones de diseño de este tipo de aplicaciones, en el presente trabajo se mostrarán dos de ellas. Ambas han sido implementadas en el seno de nuestro grupo de investigación y están destinadas a ámbitos diferentes: la educación y la Ingeniería del Software. Con ello, se pretenden analizar las características deseables que debería cumplir cada una de ellas, explicando cómo han influido en la arquitectura e implementación de las mismas. Así, se expondrán algunas de las decisiones fundamentales que se han tenido en cuenta y que caracterizan a una y otra aplicación, de modo que puedan servir como referencia a otros desarrolladores de este tipo de sistemas.

1. Introducción

Las herramientas que permiten el empleo de trazos naturales para la realización de diferentes tareas de especificación y comunicación, han ido ganando terreno en determinados entornos y escenarios, gracias a que proporcionan una interacción más centrada en el usuario que la proporcionada por herramientas basadas en paletas de *widgets* y estilos de interacción de manipulación directa [20].

En los últimos años, el soporte computacional en ámbitos como el educativo es cada vez mayor. El objetivo es emplear dispositivos y herramientas software en el aula convencional, sin que se produzca un cambio radical en los modos habituales de trabajo [17] [18] [10]. Esto puede llevarse a cabo gracias a la aplicación de paradigmas de interacción como el de la computación ubicua [23]. Con ello, los alumnos y profesores emplearán los ordenadores (en cualquiera de sus formas: PCs, portátiles, TabletPCs, PDAs, SmartPhones, etc.) y las redes inalámbricas (Wifi, Bluetooth, IRDA, etc.) en los contextos en los que están acostumbrados a trabajar (el aula, la biblioteca, la cafetería, etc.), y haciendo uso de las herramientas de trabajo habituales en estos escenarios (pizarra, cuadernos para notas personales, tabloneros de anuncios), etc. En los ambientes educativos, esta idea queda soportada mediante los llamados *entornos para el aprendizaje mejorados por ordenador* (*Computer Enhanced Learning*, CEL).

En este tipo de escenarios el empleo de herramientas software que soporten un estilo interacción natural puede ser de gran ayuda de cara a preservar los estilos convencionales de trabajo de alumnos y profesores. Así, éstos podrán tomar notas, proporcionar aclaraciones, realizar explicaciones, etc., utilizando la escritura a mano alzada. Por otro lado, dichas herramientas permitirán el tratamiento, almacenamiento y distribución de toda esa información de un modo digital. Incluir, por tanto, este estilo de interacción en las aplicaciones educativas favorecerá la implantación de los anteriormente citados entornos CEL.

Existe otro contexto de trabajo en el que el uso de este estilo de interacción puede aportar importantes beneficios. Hablamos del campo de la ingeniería en general, y de la Ingeniería del Software, en particular. Existen gran cantidad de aplicaciones CASE que permiten la especificación formal de determinadas características de los sistemas y que soportan la mayor parte de las etapas del desarrollo software. Sin embargo, en las fases preliminares, especialmente en las etapas de diseño, los usuarios prefieren utilizar herramientas informales que permitan realizar un prototipado rápido, tal y como lo harían empleando lápiz y papel [3]. Estas herramientas suelen ser intuitivas y fáciles de usar, dado que ofrecen al usuario una interacción natural. Además, permiten crear prototipos rápidos que facilitan la comunicación de ideas y conceptos, así como la creación de anotaciones informales, con el consiguiente ahorro en tiempo y dinero. Sin embargo, muchas de estas herramientas no permiten la ejecución y prueba de los diseños ni pueden servir de base sobre la que comenzar a codificar aplicaciones, cosa que si ocurre con herramientas que proporcionan una mejor fidelidad [21].

Por su parte, desde el punto de vista de la interfaz de usuario para este tipo de aplicaciones, existen algunos estudios que abordan aspectos relacionados con la usabilidad y las peculiaridades de los mismos (un nuevo modo de interactuar basado en dispositivos apuntadores, tratamiento de la tinta digital, integración en entornos WIMP clásicos, etc) [11], así como algunas primeras aproximaciones de definición de líneas guía [2]. Sin embargo, atendiendo a la finalidad y características concretas de cada aplicación y el contexto en el que se vaya a utilizar, los requisitos de las aplicaciones basadas en trazos naturales podrán variar. Así, habrá contextos en los que el *almacenamiento de la información* se hará de forma más o menos estructurada, pasando desde el almacenamiento del boceto creado a una representación que permita su posterior tratamiento. Igualmente, habrá aplicaciones en las que quede justificado el *reconocimiento de los trazos* realizados (de modo que permita la realización de validaciones de los modelos creados o procesamientos posteriores) y otras en las que dicho procesamiento sea innecesario.

En el presente trabajo se mostrarán dos aplicaciones que permiten interacción mediante trazos naturales destinadas a ámbitos diferentes: la

educación y la Ingeniería del Software. Se analizarán las características deseables que deberá cumplir cada una de ellas, explicando cómo ello ha influido en la arquitectura e implementación de las mismas.

Así, la estructura del resto del documento queda como sigue: tras mostrar los antecedentes en el área de la interacción basada en trazos naturales (sección 2), se pasará a describir una herramienta que permite dicha interacción en el ámbito educativo (sección 3) y otra a emplear en el ámbito de la Ingeniería del Software (sección 4), para extraer algunos aspectos relevantes a la hora de implementar este tipo de aplicaciones (sección 5) y finalizar con algunas conclusiones y trabajos futuros (sección 6).

2. Trabajos Previos

Con el fin de mostrar las diferentes características, funcionalidades y requisitos de las aplicaciones que permiten escritura a mano alzada, se introducirán en esta sección algunas de las más representativas.

Así, en el marco de la *informática* son varias las aproximaciones destinadas a especificar y definir diferentes aspectos de un producto software. Algunas de estas herramientas permiten su posterior transformación a modelos formales computacionales y/o código asociado. Ejemplo de ello son las que permiten construir bocetos de interfaces de usuario, como SLIK [13], SketchiXML [5] y Damask [15]; de sitios Web, como DENIM [14]; de aplicaciones multimedia como DEMAIS [3]; de diagramas UML, como Tahuti [8], SketchUML [22], SUMLOW [4]; etc.

Varias de las herramientas citadas son capaces llevar a cabo un reconocimiento de los trazos y los gestos realizados por los usuarios. La finalidad del reconocimiento de trazos es la de interpretarlos de modo que se puedan identificar los elementos que el usuario pretende representar. De ese modo se permite el procesado y tratamiento de la información para poder automatizar tareas como la generación de código asociado, análisis de los modelos creados, etc. Por su parte, con el reconocimiento de gestos se podrán identificar las acciones asociadas a los mismos. Así, la aplicación podrá reconocer el borrado de un trazo por medio de un gesto de tachado, o el paso de

página, mejorando así la interacción con la aplicación.

Sin embargo, no todas las aplicaciones que permiten introducir trazos naturales necesitan realizar un reconocimiento y procesamiento de los mismos. Ejemplo de ello es la herramienta FreeStyler [7]. Ésta permite el modelado cooperativo, combinando diferentes lenguajes de modelado gráfico, así como la inclusión de notas a mano alzada, tal y como se muestra en la Figura 1. Los elementos de los diferentes lenguajes de modelado son agregados al área de edición (Figura 1 zona central) mediante técnicas de manipulación directa (*drag-and-drop*) haciendo uso de la paleta de elementos gráficos (Figura 1 a la izquierda). El diseño de la aplicación, basado en el concepto de *plug-ins*, hace que FreeStyler soporte una gran cantidad de lenguajes de modelado. Además, incluye una paleta para modificar las características de los trazos y activar las herramientas de escritura a mano alzada (Figura 1, abajo), tales como la selección del color y grosor de la tinta, el borrado, etc.

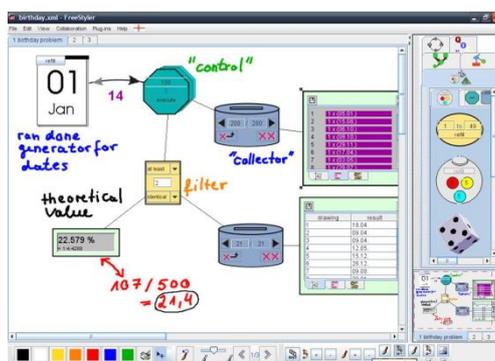


Figura 1. Pantalla de trabajo de FreeStyler

FreeStyler no realiza reconocimiento del texto ni de los trazos realizados a mano alzada, proporcionando paletas para manipular los elementos de los lenguajes de modelado que soporta, y dejando las anotaciones a mano alzada realizadas por los usuarios como elementos gráficos complementarios asociados a los modelos creados.

Dado que las aplicaciones que permiten interacción natural por medio de trazos comparten gran parte de su funcionalidad, una aproximación interesante es la de extraer dicha funcionalidad común y desarrollar un conjunto de librerías capaz

de realizarlas. De éste modo, se reduce el tiempo de desarrollo empleado para la construcción de las aplicaciones y se permite la reutilización de técnicas y algoritmos. Con ello, se puede ver mejorada la calidad de las aplicaciones. Esta es la finalidad de los *frameworks* y *toolkits* de desarrollo. Como ejemplo caben mencionar SATIN [9] e InkKit [20]. SATIN [9] está basado en Java Swing, lo que le proporciona la característica de aplicación multiplataforma. Por su parte, InkKit [20] emplea el *TabletPC SDK* de Microsoft en su arquitectura .Net, resultando una herramienta muy optimizada para dicha plataforma. Ambas implementan reconocedores de trazos e intérpretes. Esto hace factible el que se realice el correspondiente procesamiento de la información, ya sea interpretando el trazo dibujado, o efectuando la acción asociada a un determinado gesto.

Como ha podido comprobarse a lo largo de esta sección, son múltiples las aplicaciones que emplean trazos naturales para permitir una interacción natural al usuario. Atendiendo al dominio de aplicación, dichas aplicaciones deberán cumplir una serie de requisitos tanto funcionales como de arquitectura y plataforma. En las siguientes secciones se mostrarán dos aplicaciones basadas en escritura a mano alzada desarrolladas en nuestro grupo de investigación. Ambas son totalmente diferentes tanto en su concepción como en su funcionalidad y arquitectura. Para cada una de ellas se analizarán sus requisitos y se mostrarán algunas cuestiones relativas a su implementación.

3. Aplicación en Entornos Educativos: *Handwriting-editor en COALA*

Con el fin de proporcionar una herramienta que permita la construcción de entornos CEL en el ámbito del aprendizaje de la Programación de Algoritmos de Ordenador, se desarrolló la aplicación COALA (*Computer Assisted Environment for Learning Algorithms*) [12]. Dicha herramienta es un Sistema Tutor Inteligente (*Intelligent Tutoring System, ITS*) construido mediante de *plug-ins* sobre el entorno de desarrollo Eclipse¹.

¹ <http://www.eclipse.org>

A lo largo de esta sección se describirán algunos detalles de COALA y cómo se ha implementado sobre éste un editor de anotaciones a mano alzada para facilitar su uso en entornos CEL.

3.1. Características y Requisitos de COALA

Como se ha introducido, COALA es un ITS para el aprendizaje de la Programación de Algoritmos de Ordenador. En él, los diferentes clientes y agentes que componen el sistema, se encuentran interconectados por medio de una arquitectura distribuida de tipo *blackboard*. En ella, el elemento principal es una memoria asociativa accesible mediante la red para almacenar y compartir información. De este modo, los diferentes clientes y agentes pueden leer la información que precisen, y guardar en dicha memoria los datos que consideren relevantes.

Así, los usuarios (profesores y alumnos) disponen de clientes en Eclipse que les permiten la entrega de tareas de programación, el envío y almacenamiento de las soluciones de los alumnos, la monitorización y seguimiento de éstos por parte del profesor, etc. Además de estos clientes, implementa diversos módulos de tutoría inteligente que realizan la evaluación automática de las tareas realizadas por los alumnos, proporcionándoles información de qué está bien y mal en su solución y sugiriéndoles cuáles son las siguientes tareas más aconsejables para cada alumno en particular.

Con el fin de facilitar su aplicación en escenarios de aprendizaje reales como las aulas y los laboratorios de programación, se ha implementado en COALA el *Handwriting-editor*. Éste es un editor que permite la creación de anotaciones a mano alzada sobre el código de los estudiantes, con el fin de permitir una interacción natural entre el profesor y la herramienta.

Dada la finalidad de dicho editor, éste sólo permite el dibujado de trazos, sin necesidad de que éstos sean reconocidos o interpretados por el sistema. Sin embargo, sí son requisitos a implementar las funcionalidades que permitan la personalización de los trazos (diferentes tipos de color y grosor de la tinta), así como el almacenamiento de las anotaciones sobre el código, de modo que puedan ser recuperados con

posterioridad por los usuarios. Todo ello se realiza con la premisa añadida de implementarse atendiendo a la característica multiplataforma del entorno Eclipse, por lo que el desarrollo no puede quedar ligado a ninguna arquitectura software o sistema operativo.

3.2. Escenarios de Aplicación

La Figura 2 muestra el aspecto de la interfaz de usuario del *Handwriting-editor* dentro de la aplicación COALA. Como se puede ver en dicha figura, el editor carga el código sobre el que pueden añadirse las anotaciones.

Éste se encuentra totalmente integrado en el entorno de desarrollo Eclipse, activándose sólo cuando se esté empleando este editor, el menú de trazos para la personalización del grosor y color, el borrado, las acciones de hacer y deshacer, etc. De este modo, no es necesario el uso de herramientas adicionales que permitan la realización de las anotaciones sobre el código, sino que todos los elementos necesarios se encuentran dentro del mismo entorno de trabajo.

El profesor podrá realizar anotaciones a mano alzada sobre el código que se encuentre en los ficheros del espacio de trabajo de su máquina local, o bien sobre el código que los estudiantes enviaron al sistema, abriéndolo directamente desde la vista de monitorización.

De este modo, si durante un laboratorio de programación, el profesor ve oportuno realizar algún comentario a la clase sobre el código de uno de los alumnos y realizar anotaciones en él, no tendrá más que cargarlo en su instancia de Eclipse y emplear una pizarra digital para dar su explicación, de forma que todos los alumnos pudieran ver sus anotaciones (Figura 3, a la izquierda). Del mismo modo, podrá examinar y corregir los ejercicios de los alumnos empleando un dispositivo TabletPC (Figura 3, a la derecha).

Una vez finalizado, las anotaciones podrán ser guardadas mediante su exportación a ficheros de formatos gráficos, o bien enviadas al servidor central para hacerlas disponibles a los estudiantes. Así, éstos tendrán accesible desde sus instancias de COALA dichas anotaciones para ser descargadas y consultadas cuando lo consideren oportuno.

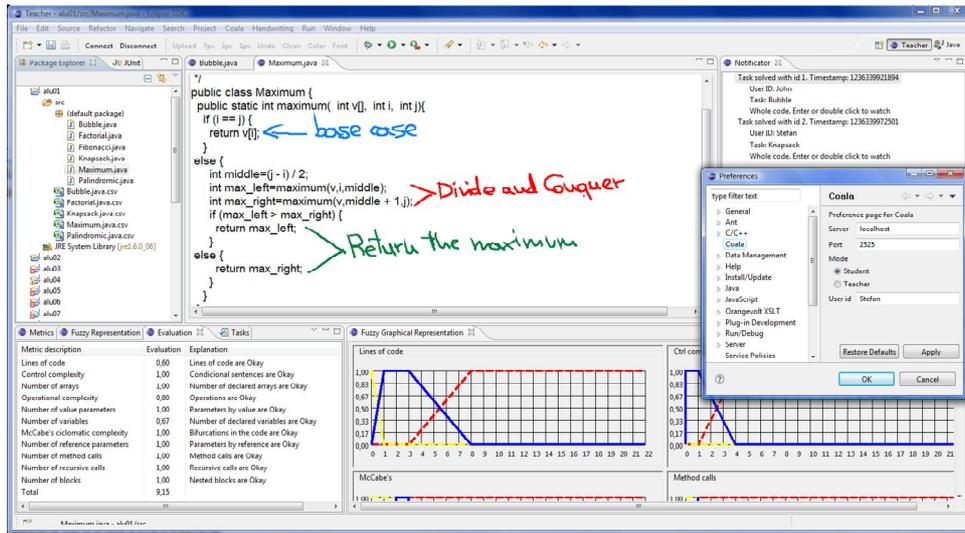


Figura 2. Inclusión de trazos naturales en el editor de la aplicación COALA

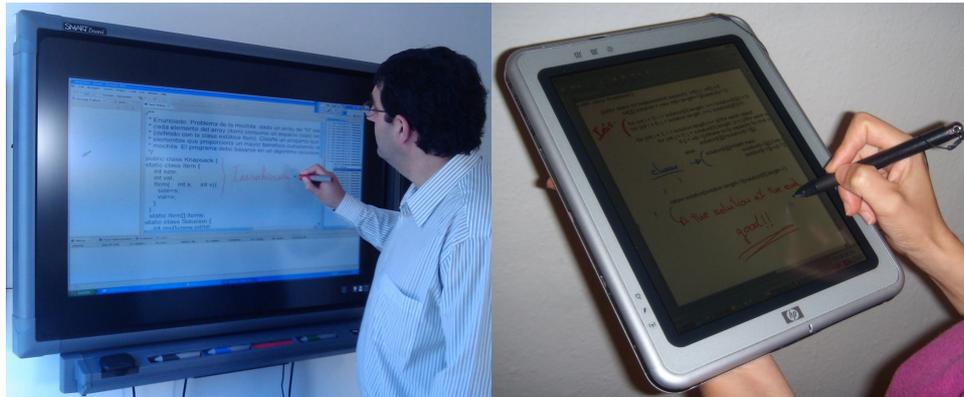


Figura 3. Algunos dispositivos con los que usar el editor a mano alzada de COALA

Para crear una mayor sensación de “pizarra”, es posible maximizar la pestaña en la que se muestra el código para que ocupe toda la pantalla, e incluso cambiar el tamaño de letra de éste, de manera que resulte más legible por los estudiantes.

3.3. Comentarios Finales de Handwriting-editor

El Handwriting-editor de COALA pretende incorporar características para mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje por medio de la

interacción mediante de trazos naturales, dando un valor añadido a los elementos tradicionales empleados en las aulas.

Gracias a la arquitectura distribuida y multiplataforma de COALA, las anotaciones realizadas a mano alzada pueden ser almacenadas y distribuidas a los usuarios, quienes podrán emplearlo en diversas plataformas.

Dada su naturaleza, como mero transmisor de anotaciones, los trazos no deben ser procesados ni interpretados.

En la siguiente sección se pasará a mostrar otra aplicación desarrollada siguiendo los

principios de la interacción natural, en la que para compartir la información es necesario realizar un procesamiento y reconocimiento previo de los trazos.

4. Aplicación en Entornos de Desarrollo de Software: *ClassSketching*

Como se ha mencionado con anterioridad, los diseñadores prefieren emplear herramientas informales, que permitan realizar un prototipado rápido, en las fases iniciales de sus diseños [3], favoreciendo la comunicación rápida de ideas y conceptos, así como la creación anotaciones informales, etc. En este tipo de aplicaciones, la información no sólo debe ser almacenada, sino que además debe conocerse el significado de los trazos realizados por el usuario.

En esta sección se describirá *ClassSketching*, una aplicación capaz de reconocer bocetos de diagramas UML, para su posterior tratamiento en otras herramientas de modelado bajo el paradigma de la manipulación directa.

4.1. Requisitos de *ClassSketching*

ClassSketching se implementó con el objetivo de proporcionar una herramienta que ayude a los diseñadores de sistemas a crear Diagramas de Clases UML mediante de trazos naturales. Así, el sistema reconoce los trazos del usuario, los procesa y los interpreta de forma adecuada. Además, toda la aplicación se gestiona con el movimiento gestual del usuario, mediante un dispositivo apuntador tipo lápiz y sobre pantalla táctil, dejando el mayor espacio posible como área sobre la que realizar los trazos.

ClassSketching está implementada como una aplicación independiente que permite la exportación de los modelos en formato XMI [16] para su posterior importación por herramientas que permitan continuar con el modelado del sistema, de modo que pueda analizarse su aplicación dentro del proceso de desarrollo software.

La herramienta está diseñada para ser ejecutada en una TabletPC, pizarra digital o PC convencional empleando una tableta digital. *ClassSketching* ha sido implementada en el entorno Visual Studio, empleando el lenguaje C#, siendo necesario disponer del Framework 2.0 de

la plataforma .Net y las librerías de TabletPC para su correcto funcionamiento.

4.2. Reconocimiento de los Trazos

Probablemente, la parte más compleja a la hora de crear una aplicación que interprete trazos, es disponer de un reconocedor flexible pero a la vez eficaz [1] ya que, generalmente, los sistemas que permiten una mayor flexibilidad son los que más errores comenten en el reconocimiento de trazos. Es, por tanto, necesario llegar a una solución de compromiso, que dé libertad al usuario, pero que no dificulte el proceso posterior de reconocimientos de trazos. Cuanto menor sea la tasa de errores de reconocimiento que cometa el sistema, menos tiempo de trabajo útil perderá el usuario corrigiendo dichos errores. En la práctica, no se puede construir un sistema que no presente errores en el reconocimiento de trazos, pero sí se puede intentar que éste cometa los menos posibles.

La disciplina del reconocimiento de trazos emplea diferentes técnicas que permiten que las aplicaciones identifiquen las figuras que el usuario dibuja a mano. Cuando el usuario mueve el lápiz o cualquier otro dispositivo de entrada sobre una superficie digital, dicho movimiento se muestrea mediante datos espacio-temporales. El reconocimiento de trazos puede llevarse a cabo empleando una o varias de las técnicas existentes [6]: a) *reconocimiento basado en gestos*, en el que se analiza el orden, la dirección y el sentido de los trazos; b) *reconocimiento basado en visión por computador*, donde los trazos son analizados pixel a pixel, en lugar de por sus puntos de muestreo; c) *reconocimiento basado en geometrías*, en el que una serie de reglas y restricciones geométricas permiten identificar los objetos dibujados.

El reconocimiento basado en geometrías proporciona una mayor libertad al usuario a la hora de dibujar, ya que no es necesario que los trazos se hagan en un orden y dirección concretos. La desventaja es el numeroso uso de umbrales y jerarquías heurísticas a emplear en el reconocimiento de los trazos, que hacen más complicado analizar y optimizar el sistema [19]. En *ClassSketching* se ha optado por implementar este tipo de reconocimiento. La interpretación de los trazos del usuario sigue los siguientes pasos:

1. Separar los trazos que representan *texto* de los que representan *figuras*.
2. Identificar las esquinas de cada uno de los trazos reconocidos como figuras.
3. Dividir las polilíneas que forman los trazos en líneas, cortando por las esquinas.
4. Clasificar las líneas en horizontales, verticales y otras.
5. Identificar las clases y sus componentes.
 - 5.1 Buscar las clases que existan en el diagrama. Estas estarán formadas por cuatro líneas horizontales y dos verticales.
 - 5.2 Identificar, entre los trazos anteriormente identificados como texto, aquellos que pertenezcan a cada una de las clases, para diferenciar sus nombres, atributos y métodos.
6. Identificar las relaciones entre las clases.
7. Repetir los pasos 2 y 3 con los trazos que aún no han sido reconocidos. Este paso es necesario porque en ocasiones algunos trazos se clasifican inicialmente como texto de forma errónea, y por tanto no se consideraban como líneas hasta este momento.
8. Buscar relaciones, entre todos los trazos no reconocidos, convertidos ahora en líneas.

Tras todos estos pasos, se dispone de toda la información identificada en los trazos, de manera

que es posible estructurar y exportar dicha información a un archivo en formato XML. Utilizar este formato permite su posterior uso y tratamiento por parte de otras aplicaciones capaces de continuar con el ciclo de desarrollo.

En la Figura 4 se muestra la aplicación *ClassSketching* (a la izquierda) y el modelo una vez interpretado e importado en un editor de diagramas de clases UML en Eclipse (a la derecha).

4.3. Comentarios Finales de *ClassSketching*

La aplicación *ClassSketching* pretende buscar la naturalidad en su interacción, no forzando al usuario a aprender gestos o comandos específicos, u obligándole a dibujar los trazos de un modo determinado. Esto se ha conseguido gracias al uso de técnicas de reconocimiento de trazos basadas en geometrías.

Con la correcta identificación de los elementos del dominio de los diagramas de clases UML, es posible exportar los modelos en un formato que otras aplicaciones puedan interpretar de manera que pueda continuarse con el proceso de desarrollo.

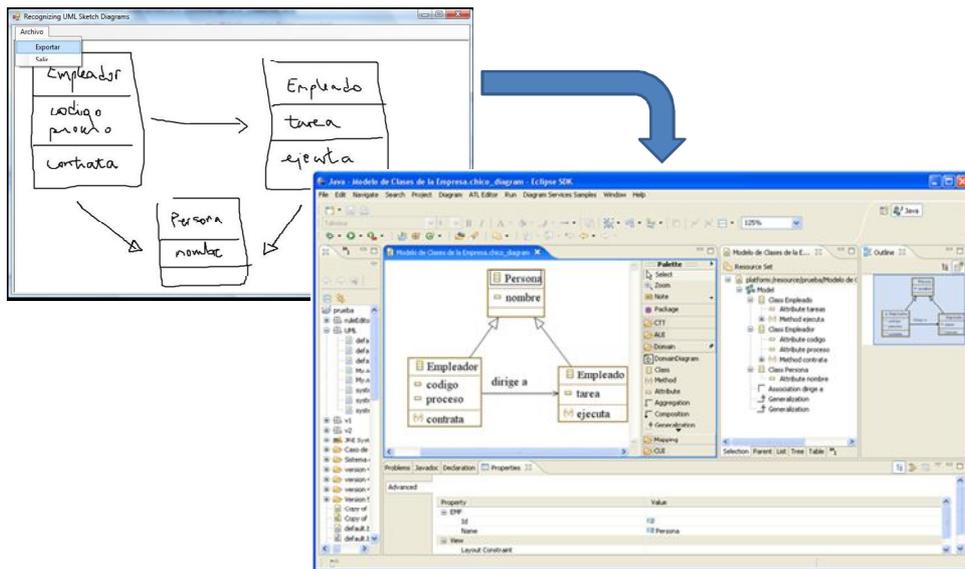


Figura 4. Modelo UML en *ClassSketching* (arriba) e interpretación en editor de diagramas UML en Eclipse (abajo)

Sin embargo, *ClassSketching* es una aplicación ligada a la plataforma .Net, ya que en su implementación se emplearon las librerías del SDK para TabletPC.

5. Análisis de los Requisitos en las Aplicaciones Basadas en Interacción Natural Mediante Trazos

El análisis de necesidades de cada uno de los escenarios de trabajo anteriormente presentados, así como los requisitos de implementación derivados de su soporte mediante herramientas dotadas de interacción mediante trazos naturales, nos ha permitido identificar un conjunto de requisitos a considerar en el desarrollo de este tipo de sistemas.

5.1. El Reconocimiento de Trazos

Una decisión fundamental es la de determinar si la aplicación realizará o no un reconocimiento de los trazos y la técnica a emplear.

Así, en *Handwriting-editor* no ha sido necesario implementar dicha funcionalidad. Su uso está orientado a contextos en los que los usuarios realizan trazos libres, y la finalidad es la de proporcionar una herramienta para facilitar el almacenamiento e intercambio de los mismos en un entorno que se encuentra integrado en su herramienta de trabajo.

En cambio, en *ClassSketching* la finalidad no es sólo la de intercambiar trazos, sino además que éstos puedan ser procesados para su posterior tratamiento por otras herramientas.

El hecho de llevarse a cabo dicho reconocimiento implica el empleo de técnicas y algoritmos de reconocimiento de figuras y texto. Elegir de entre las técnicas existentes (basado en gestos, en visión por computador o basados en geometrías) cuál es la más apropiada para el tipo de aplicación a desarrollar, ajustar valores de umbrales y heurísticas en los algoritmos de reconocimiento, llegar a un compromiso entre libertad al usuario y fiabilidad en el reconocimiento, son aspectos que deberán considerarse antes de abordar la implementación.

Ligado con el reconocimiento de trazos se encuentra el de determinar los dispositivos de entrada a emplear y la plataforma a la que se

destinará la aplicación. De ellos se hablarán a continuación.

5.2. Los Dispositivos de Entrada

Las facilidades de las que disponga el sistema operativo y los controladores de los dispositivos resultarán fundamentales. Contar con una aplicación que sea robusta, usable y realice un buen reconocimiento de los trazos, se encuentra relacionado con el tratamiento que el sistema realice de los datos del trazo muestreado.

Así, en nuestras experiencias iniciales con las aplicaciones *Handwriting-editor* y *ClassSketching* pudimos apreciar que si la calidad del trazo no es la más apropiada (ya sea por un mal muestreo por parte del dispositivo o del controlador, por una mala interacción del usuario, etc.), el procedimiento de reconocimiento podría resultar más difícil, provocando incomodidades a los usuarios.

5.3. La Plataforma de Implementación

La elección de la plataforma también compromete el proceso de desarrollo de la aplicación. En el caso de *Handwriting-editor* se optó por la plataforma de Eclipse, otorgándole del carácter multiplataforma de la misma. Como se ha mencionado, en dicha aplicación el reconocimiento no es necesario, sin embargo, si quisiera añadirse dicha funcionalidad sería preciso implementar toda una batería de algoritmos de reconocimiento de trazos y texto, o emplear un *framework* o *toolkit* apropiado.

Por su parte, en *ClassSketching* la plataforma elegida fue el Framework 2.0 de la plataforma .Net y las librerías de TabletPC. Ello facilitó en gran medida la implementación de los algoritmos de reconocimiento de los trazos (elementos gráficos del dominio y texto). Sin embargo, este aspecto lo hace dependiente de la plataforma y el sistema operativo.

5.4. Interfaz de Usuario

En este tipo de aplicaciones, la interfaz de usuario también resulta un aspecto crucial. Sin embargo, creemos que existen pocos estudios que aborden aspectos relacionados con la usabilidad y las peculiaridades de los mismos.

En el caso de *Handwriting-editor* las necesidades requerían que la aplicación se encontrara perfectamente integrada con el entorno que manipulaban los usuarios. Mantener las convenciones de la interfaz del entorno parece lo más apropiado. Así, se han añadido los elementos que permitan trabajar con trazos (color de la tinta, grosor, etc.) en el contexto del entorno en el que el editor iba a emplearse.

Sin embargo, *ClassSketching* se ha concebido como una aplicación independiente, así, se han tenido en cuenta sólo los elementos relacionados con los trazos, dejando todo el área de interacción de la aplicación como zona de dibujo, con la excepción de las acciones de guardado y exportación.

5.5. Comentarios Finales sobre Requisitos

A lo largo de esta sección se han mencionado algunos de los requisitos identificados que deben tenerse en cuenta antes de abordar la implementación de una aplicación en la que se desee hacer uso de interacción mediante trazos naturales.

Así, decidir si entre las funcionalidades a soportar se encuentra la del reconocimiento de trazos, conocer los dispositivos de entrada que los usuarios emplearán, estudiar la plataforma a la que irá destinada y definir el tipo de interfaz, son algunos de los elementos que hemos destacado.

6. Conclusiones y Trabajos Futuros

A lo largo de este artículo se ha mostrado dos aplicaciones que permiten interacción mediante trazos naturales destinadas a ámbitos de aplicación diferentes, analizando las características y requisitos de cada una de ellas y explicando cómo ello ha influido en la arquitectura e implementación de las mismas.

La primera de ellas se centra en el dominio del aprendizaje de la programación, aunque es extensible a otros dominios. En ella no es necesario realizar reconocimiento de los trazos, dado que lo relevante es permitir compartir la información, no su tratamiento.

La segunda herramienta busca la naturalidad en la interacción del usuario a la hora de crear bocetos de diseños de sistemas mediante diagramas de clases UML. Esto se ha conseguido

gracias a la aplicación de técnicas de reconocimiento de trazos basadas en geometrías, que ha permitido la identificación de los elementos dibujados por el usuario, posibilitando su exportación para que otras aplicaciones puedan interpretar los diseños y permitir así continuar con el proceso de desarrollo de software.

Al final, con el fin de extraer conclusiones de las aplicaciones desarrolladas, se han mostrado algunas cuestiones que deben tenerse en cuenta a la hora de implementar aplicaciones que soporten interacción natural y escritura a mano alzada.

Realizar análisis de usabilidad de las aproximaciones mostradas, con el fin de estudiar la percepción de los usuarios, nos dará opción a efectuar valoraciones al respecto. De este modo, podrán generalizarse las características y funcionalidades deseables para éste tipo de aplicaciones atendiendo a su finalidad, características y contexto de aplicación.

Referencias

- [1] Alvarado, C.: A natural sketching environment: Bringing the computer into early stages of mechanical design. Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, (2000).
- [2] Alvarado, C.: Sketch Recognition User Interfaces: Guidelines for Design and Development, in, 'AAAI 2004 Symposium on Making Pen-Based Interaction Intelligent and Natural', AAAI Fall Symposium, pp. 8-14. (2004)
- [3] Bailey, B. P. & Konstan, J. A.: Are informal tools better?: comparing DEMAIS, pencil and paper, and authorware for early multimedia design, in, 'CHI '03: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems', ACM, pp. 313-320. (2003)
- [4] Chen, Q.; Grundy, J. & Hosking, J.: SUMLOW: early design-stage sketching of UML diagrams on an E-whiteboard, in Software Practice and Experience. Vol. 38, John Wiley & Sons, Inc., pp. 961-994. (2008)
- [5] Coyette, A.; Faulkner, S.; Kolp, M.; Limbourg, Q. & Vanderdonckt, J.: SketchiXML: towards a multi-agent design tool for sketching user interfaces based on USIXML, in TAMODIA '04: Proceedings of

- the 3rd annual conference on Task models and diagrams', ACM, pp. 75-82. (2004)
- [6] Dixon, D.; Hammond, T.: A Methodology Using Assistive Sketch Recognition for Improving a Person's Ability to Draw. Texas A&M University Thesis.
- [7] FreeStyler. Disponible online en <http://www.collide.info/index.php/FreeStyler>. (Última visita febrero de 2010)
- [8] Hammond, T. & Davis, R.: Tahuti: a geometrical sketch recognition system for UML class diagrams, in, 'SIGGRAPH '06: ACM SIGGRAPH 2006 Courses', ACM, pp. 25. (2006)
- [9] Hong, J. I. & Landay, J. A.: SATIN: a toolkit for informal ink-based applications, in, 'SIGGRAPH '06: ACM SIGGRAPH 2006 Courses', ACM, pp. 7. (2006)
- [10] Hoppe, H. U.: Integrating Learning Processes Across Boundaries of Media, Time and Group Scale, in Redondo, M.; Bravo, C. & Ortega, M., ed., 'Engineering the User Interface, From Research to Practice', Springer London. (2009)
- [11] Jarret, R.; Su, P. 2003. Building Tablet PC Applications. Microsoft Press
- [12] Jurado, F.; Molina, A. I.; Redondo, M. A.; Ortega, M.; Gienza, A.; Bollen, L. & Hoppe, H. U.: Learning to Program with COALA, a Distributed Computer Assisted Environment, in *Journal of Universal Computer Science* Vol. 15, pp. 1472-1485. (2009)
- [13] Landay, J. A. & Myers, B. A.: Interactive sketching for the early stages of user interface design, in 'CHI '95: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems', ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., pp. 43-50. (1995)
- [14] Lin, J.; Newman, M. W.; Hong, J. I. & Landay, J. A.: DENIM: finding a tighter fit between tools and practice for Web site design, in, 'CHI '00: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems', ACM, pp. 510-517. (2000)
- [15] Lin, J. & Landay, J. A.: Employing patterns and layers for early-stage design and prototyping of cross-device user interfaces, in, 'CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems', ACM, pp. 1313-1322. (2008)
- [16] OMG (Object Management Group, Inc.): Meta Object Facility (MOF) 2.0 XMI Mapping Specification, v2.1.1, Technical Report. (2007)
- [17] Ortega, M. & Bravo, J.: Computers and Education: The near future (chapter), in Ortega, M. & Bravo, J., ed., 'Computers and Education in the 21st Century, Selected papers from the Spanish Congress on Computers in Education (ConieD '99)', Kluwer Academic Publisher, pp. 3-16. (2000)
- [18] Ortega, M.; Redondo, M.; Paredes, M.; Sánchez-Villalón, P.; Bravo, C. & Bravo, J.: Ubiquitous Computing and Collaboration. New interaction paradigms in the classroom for the 21st Century (chapter), in Ortega, M. & Bravo, J., ed., 'Computers and education: towards an interconnected society', Kluwer Academic Publisher, pp. 261-273. (2001)
- [19] Paulson, B.; Rajan, P.; Davalos, P.; Gutierrez-Osuna, R.; Hammond, T.: What!?! No Rubine Features?: Using Geometric-based Features to Produce Normalized Confidence Values for Sketch Recognition, in "VL/HCC Workshop: Sketch Tools for Diagramming"
- [20] Plimmer, B. & Freeman, I.: A toolkit approach to sketched diagram recognition, in 'BCS-HCI '07: Proceedings of the 21st British CHI Group Annual Conference on HCI 2007', British Computer Society, pp. 205-213. (2007)
- [21] Rudd, J.; Stern, K. & Isensee, S.: Low vs. high-fidelity prototyping debate, in *interactions* Vol. 3, ACM, pp. 76-85. (1996)
- [22] Tenbergen, B.; Grieshaber, C.; Lazzaro, L. & Buck, R.: SketchUML - A Tablet PC-based e-Learning Tool for UML syntax using a Minimalistic Interface, in, 'Proceedings of Quest: Scholarly and Creative Activity Symposium 2008'. (2008)
- [23] Weiser, M.: The computer of the 21th Century, in *Scientific American*, pp. 94-104. (1991)

Una Metodología para el Aprendizaje de Estrategias Óptimas de Diálogo

D. Griol
Dept. de Informática
Univ. Carlos III de Madrid
28911 Leganés
dgriol@inf.uc3m.es

Z. Callejas, R. López-Cózar,
N. Ábalos, G. Espejo
Dept. de Lenguajes y Sistemas Informáticos
CITIC-UGR
Univ. de Granada
18071 Granada
{zcallejas,rlopezc}@ugr.es
{nayade_gonzaep}@correo.ugr.es

M.F. McTear
Computer Science Research Institute
Univ. of Ulster
BT37 0QB Shore Road,
Newtownabbey (Northern Ireland)
mf.mctear@ulster.ac.uk

Resumen

En este artículo, presentamos una técnica para aprender nuevas estrategias del diálogo utilizando un modelo estadístico de gestión del diálogo aprendido a partir de un corpus. Adicionalmente, se ha desarrollado una técnica de simulación automática de diálogos para adquirir los datos que se requieren para entrenar al modelo del diálogo y explorar nuevas estrategias. Se ha definido además un conjunto de medidas que permiten evaluar las estrategias del diálogo aprendidas automáticamente. En nuestra contribución mostramos la aplicación de estas técnicas para explorar el espacio de estrategias posibles del diálogo en un sistema de diálogo que recoge datos supervisados de la condición física de pacientes que padecen diabetes.

1. Introducción

El aprendizaje de modelos estadísticos que permitan desarrollar los diferentes módulos de un sistema de diálogo ha despertado el interés de la comunidad científica durante la última década [1, 2]. Este tipo de modelos se ha utilizado ampliamente para el desarrollo de sistemas de reconocimiento automático del habla y de comprensión semántica [3, 4, 5, 6].

Aunque en la literatura pueden encontrarse modelos para el diseño de gestores de diálogo desarrollados mediante la definición por parte de un experto de un conjunto de reglas, el desarrollo de técnicas estadísticas para la gestión del diálogo en sistemas de diálogo hablado es actualmente un área de gran interés [7, 8, 9].

Los sistemas que se desarrollan según el paradigma deductivo, usando métodos basados en

reglas, tienen los inconvenientes del elevado coste del diseño del modelo (dada la necesidad de que participe personal especializado) y de la limitación en su aplicación, ya que el cambio en la tarea del sistema implica el diseño de un nuevo modelo. Los sistemas que se desarrollan según el paradigma inductivo, usando métodos estadísticos, presentan la dificultad previa de la adquisición y etiquetado de un corpus. Éste debe de proporcionar un número de muestras suficientemente grande como para que sea posible, aplicando técnicas de aprendizaje automático, inferir un modelo que describa adecuadamente la tarea considerada.

A medida que los procesos de diseño, implementación y evaluación de las estrategias de gestión del diálogo se hacen cada vez más complejos, el interés de la comunidad científica se centra en la utilización de métodos estadísticos basados en el aprendizaje a partir de un corpus de datos correctamente etiquetado. Conforme la complejidad de los sistemas es mayor, las estrategias basadas en la definición de un conjunto de reglas fijadas a mano muestran la complejidad de desarrollar el conjunto de reglas necesarias y la imposibilidad de testear si el sistema funcionará correctamente en todos los posibles escenarios del diálogo.

Los modelos estadísticos permiten realizar un mejor modelado de la variabilidad de comportamientos del usuario, presentando el inconveniente de su dependencia con respecto a la calidad y cantidad de las muestras disponibles en los corpus adquiridos. Estos modelos pueden aprenderse a partir de corpus de diálogos reales, modelando la variabilidad que existe entre los diferentes usuarios que puedan interactuar con el sistema. El objetivo final es posibilitar el

desarrollo de sistemas de diálogo que sean más robustos y fáciles de adaptar tanto a diferentes perfiles de usuarios, como a diferentes tareas.

El éxito de estas aproximaciones depende del número y calidad de los datos disponibles para entrenar el modelo de diálogo, requiriéndose un esfuerzo considerable para adquirir y etiquetar corpus con el número de diálogos necesario para aprender un buen modelo. Una técnica reciente consiste en la generación automática de diálogos entre el gestor del diálogo y un módulo adicional, denominado simulador de usuario, que representa las interacciones de los usuarios con el sistema de diálogo [10, 11, 12, 13].

Una aplicación muy importante de los diálogos simulados es facilitar el aprendizaje automático de estrategias óptimas del diálogo. Para alcanzar este objetivo se requieren grandes cantidades de datos que posibiliten una exploración sistemática del espacio de estados del diálogo. Por tanto, los corpus de diálogos simulados son extremadamente valiosos para este propósito, dado el elevado coste que supondría la adquisición y etiquetado de diálogos con usuarios reales cada vez que se modifique algún parámetro del sistema [14].

En este artículo, presentamos una técnica para aprender estrategias óptimas del diálogo. Nuestra técnica se basa en el uso de un gestor estadístico del diálogo que se aprende a partir de un corpus de diálogos para la tarea específica. Nuestra metodología de gestión del diálogo se basa principalmente en la modelización de las secuencias de actos de diálogo (de usuario y sistema) y la introducción de una partición en el espacio de todas las posibles secuencias de actos de diálogo. Esta partición, que hace posible la estimación del modelo estadístico a partir de los datos de entrenamiento, se define teniendo en cuenta la historia previa del diálogo.

Adicionalmente, hemos desarrollado una técnica para la simulación automática de diálogos que permite generar automáticamente los datos requeridos para aprender un nuevo modelo del diálogo. La aproximación propuesta se basa en la selección aleatoria de las respuestas del usuario y del sistema. Los únicos parámetros que se requieren para la adquisición son la definición de la semántica de la tarea (es decir, el conjunto de posibles actos de diálogo de usuario y de sistema) y un conjunto de condiciones que permitan

descartar automáticamente los diálogos que no alcanzan el objetivo definido.

Hemos aplicado nuestra técnica para explorar las estrategias del diálogo en un sistema de diálogo diseñado para recoger datos supervisados de pacientes que padecen diabetes. Además, se ha definido un conjunto de medidas específicas para evaluar la nueva estrategia de diálogo una vez que los diálogos recién simulados se incorporan para reentrenar el gestor del diálogo. Los resultados de la evaluación de un gestor del diálogo desarrollado para este sistema muestran cómo la variabilidad del modelo del diálogo se incrementa al detectar nuevas situaciones del diálogo que no estaban presentes en el modelo inicial, así como nuevas respuestas válidas para las situaciones que estaban ya presentes.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma. En la Sección 2 describimos el sistema de diálogo desarrollado para la monitorización de los pacientes, así como la descripción de la semántica definida para la tarea y la estrategia inicial del diálogo. En la Sección 3 se describe la metodología estadística desarrollada para la gestión del diálogo y su aplicación para esta tarea. La Sección 4 presenta la técnica desarrollada para la simulación automática de diálogos, utilizados para el reaprendizaje del modelo de diálogo y la búsqueda de estrategias óptimas. En esta sección también se describen las medidas definidas para la evaluación de dichas estrategias de diálogo. La Sección 5 resume los resultados obtenidos en la evaluación. Finalmente, la Sección 6 presenta las conclusiones del trabajo realizado y las líneas de trabajo futuro.

2. El sistema DI@L-log

DI@L-log es un sistema de diálogo hablado que permite que pacientes que sufren diabetes Tipo-2 transmitan desde sus hogares datos que permiten monitorizar su estado actual [15]. Los datos recogidos por el sistema son el peso del paciente, la presión arterial (valores sistólicos y diastólicos) y los niveles del azúcar. El sistema valida y analiza los datos, proporcionando una respuesta adecuada e inmediata a los pacientes con respecto a su progreso actual, así como comunicando los resultados a los doctores en el hospital para que puedan revisar el progreso del paciente de forma gráfica y tratar cualquier alarma generada por el sistema referente a progresos preocupantes.

Para aplicar nuestra metodología a esta tarea, la definición de la semántica correspondiente a la misma se llevó a cabo teniendo en cuenta la información que se requiere para supervisar a los pacientes y para informarles sobre su condición actual. Considerando los requisitos de la tarea, se diseñó una estrategia inicial para la gestión del diálogo. La Figura 1 muestra la traducción a castellano de un diálogo adquirido utilizando esta estrategia.

S1: Bienvenido al sistema de DI@L-log. Por favor, diga o teclee por favor su número personal de cuatro cifras.
U1: 1356.
S2: ¿Está usted listo para proporcionar sus medidas?
U2: Sí.
S3: Comencemos con su peso. ¿Cuántas libras pesa?
U3: 128.
S4: He entendido 128 libras. ¿Es correcto?
U4: Sí.
S5: ¿Cuál es su nivel de azúcar de sangre?
U5: 11.
S6: He entendido 11. ¿Es correcto?
U6: Sí.
S7: Y finalmente, proporcione su presión arterial. Primero se le solicitará el valor superior y a continuación el valor inferior. ¿Cuál es el valor superior de su presión arterial?
U7: 160.
S8: He entendido 160. ¿Es correcto?
U8: Sí.
S9: ¿Y cuál es el valor inferior?
U9: 86.
S10: He entendido 86. ¿Es correcto?
U10: Sí.
S11: Sus lecturas se han actualizado con éxito. Teniéndolas en cuenta, su peso es más alto que la semana pasada, tenga cuidado. Gracias por contactar con DI@L-log. Adiós.

Figura 1. Ejemplo de diálogo adquirido utilizando la estrategia de gestión inicial definida para el sistema DI@L-log

Tal y como puede observarse, existen tres fases que están presentes en todos los diálogos. En primer lugar, existe una fase de identificación en la cual el sistema pregunta al usuario acerca de su identificador y contraseña, permaneciendo a la

espera hasta que el usuario comunique que está preparado para proporcionar los datos de control (turnos de sistema S1 y S2).

En segundo lugar, el sistema analiza qué datos se requieren para el usuario actual, teniéndose en cuenta que los valores del peso y el azúcar son obligatorios y el control de la sangre se realiza únicamente para pacientes específicos (turnos de sistema S3 a S10). En esta fase, el sistema solicita al usuario dichos datos. Cada ítem se confirma después de que el usuario haya proporcionado su valor. El usuario puede proporcionar únicamente un ítem en cada turno del diálogo.

En la última fase, el sistema analiza la información que el paciente ha proporcionado durante el diálogo actual y la compara con los datos que están almacenados en una base de datos que contiene los valores que proporcionó en diálogos anteriores. Por medio de esta comparación, el sistema puede informar al usuario sobre su condición y facilitarle instrucciones considerando el resultado del análisis actual (turno del sistema S11).

Utilizando esta estrategia se adquirió un corpus de 100 diálogos. Con la finalidad de aprender modelos estadísticos, los diálogos del corpus se etiquetaron mediante la definición de actos del diálogo. En el caso de los turnos de usuario, los actos del diálogo se corresponden con la representación clásica del significado de la elocución en términos de *frames*. En esta aproximación, la representación generada por el módulo de comprensión contiene *conceptos* (los diferentes tipos de consultas que puede realizar el usuario) y *atributos* (información que debe aportar el usuario para completar o modificar la consulta requerida al sistema).

Para la tarea del sistema DI@L-log, se han definido tres conceptos independientes de la tarea (*Afirmación*, *Negación* y *No-Entendido*) y cuatro atributos (*Peso*, *Azúcar*, *Presión-Sistólica* y *Presión-Diastólica*). El etiquetado definido para los turnos del sistema es similar al etiquetado de los turnos de usuario. Se definió un total de 12 conceptos dependientes de la tarea, correspondientes al conjunto de conceptos utilizados por el sistema para requerir al usuario cada una de las variables (*Peso*, *Azúcar*, *Presión-Sistólica* y *Presión-Diastólica*), conceptos utilizados para confirmar los valores proporcionados por el usuario (*Confirmación-Peso*, *Confirmación-Azúcar*, *Confirmación-*

Sistólica, y *Confirmación-Diastólica*), conceptos utilizados para informar al paciente sobre su condición (*Informe*), y tres conceptos independientes de la tarea (*No-Entendido*, *Apertura* y *Cierre*).

3. Nuestra metodología para la gestión estadística del diálogo

En la mayoría de los sistemas de diálogo, el gestor de diálogo toma sus decisiones basándose únicamente en la información proporcionada por el usuario en los turnos anteriores y su propio modelo definido para la gestión. Éste es el caso de la mayoría de los sistemas de rellenado de slots (*slots-filling*), como el sistema DI@L-log.

El objetivo propuesto fue que el gestor de diálogo generase turnos de sistema basándose únicamente en la información suministrada por los turnos de usuario y la información contenida en el modelo [16]. Para ello, representamos el diálogo como una secuencia de pares (*turno de sistema*, *turno de usuario*):

$$(A_1, U_1), \dots, (A_i, U_i), \dots, (A_n, U_n)$$

donde A_1 es el turno de bienvenida del sistema, y U_n es el turno correspondiente a la última intervención del usuario. Denotamos el par (A_i, U_i) como S_i , el estado de la secuencia del diálogo en el instante i .

El objetivo del gestor de diálogo en el instante i es seleccionar la mejor respuesta del sistema. Para realizar esta selección, que es un proceso local, se tiene en cuenta la historia previa del diálogo, es decir, la secuencia de estados de diálogo que precedieron al instante i :

$$\hat{A}_i = \operatorname{argmax}_{A_i \in A} P(A_i | S_1, \dots, S_{i-1})$$

donde el conjunto A contiene todas las posibles respuestas del sistema. Como el número de posibles secuencias de estados es muy grande, establecemos una partición de las secuencias de estados (en la historia del diálogo precediendo el instante i).

Sea DR_i el registro del diálogo en el instante i . El registro del diálogo (*dialog register*, DR) se define como una estructura de datos que contiene la información sobre los valores de los conceptos y atributos suministrados por el usuario a través de la historia previa del diálogo. Toda la

información almacenada en el DR_i en un instante dado i es un resumen de la información suministrada por la secuencia S_1, \dots, S_{i-1} .

Cabe destacar que diferentes secuencias de estados pueden conducir al mismo DR . Para una secuencia de estados de un diálogo, existe su correspondiente secuencia de DR :

$$\begin{array}{ccccccc} & S_1, & & \dots, & & S_i, & \dots, & S_n \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & \\ DR_1 & & DR_2 & & DR_i & & DR_n & \end{array}$$

donde los registros DR_i se actualizan teniendo en cuenta la información suministrada durante la evolución de turnos del diálogo.

Teniendo en cuenta el concepto de DR , se establece una partición de secuencias de estados de tal modo que: dos secuencias de estados se consideran equivalentes si conducen al mismo DR_i .

Tras aplicar las consideraciones anteriores y establecer la relación de equivalencia en las historias de los diálogos, la selección de la mejor respuesta del sistema A_i viene dada por:

$$\hat{A}_i = \operatorname{argmax}_{A_i \in A} P(A_i | DR_{i-1}, S_{i-1})$$

Cada turno de usuario suministra al sistema información relativa a la tarea, es decir, el usuario solicita información sobre un concepto específico y/o suministra los valores de determinados atributos. No obstante, un turno de usuario puede además aportar otros tipos de información, como por ejemplo información independiente de la tarea. Éste es el caso de los turnos correspondientes a los actos de diálogo *Afirmación*, *Negación* y *No-Entendido*. Este tipo de información implica una toma de decisiones diferente a una mera actualización del registro DR_{i-1} . Por esta razón, para la selección de la mejor respuesta del sistema A_i , tenemos en cuenta el DR generado desde el turno 1 al turno $i-1$, y explícitamente consideramos el último estado S_{i-1} .

La selección de la respuesta del sistema se lleva a cabo a través de un proceso de clasificación, para el cual pueden definirse diferentes funciones de clasificación. Tras un análisis de diferentes metodologías (clasificador multinomial naive Bayes, clasificadores de n-gramas, clasificador MGGI, árboles de decisión y redes neuronales), se ha verificado que los mejores resultados se obtienen con la utilización de un perceptrón multicapa (MLP) en el proceso de clasificación. Los frames generados por el

módulo de comprensión tras cada intervención del usuario y la última respuesta proporcionada por el sistema se utilizan para generar el par $(DR_{i-1}; S_{i-1})$. La capa de entrada del perceptrón recibe la codificación de dicho par. La salida generada por el perceptrón puede entenderse como la probabilidad de seleccionar cada una de las respuestas del sistema (*prompts*) diferentes definidas para una tarea específica.

3.1. Codificación definida para el DR

Para la tarea del sistema DI@L-log, el DR se ha definido como una secuencia de cuatro campos, cada uno de ellos asociado a un determinado atributo semántico que puede ser proporcionado por el usuario. De este modo, el DR está conformado por la secuencia de valores (*Peso*, *Azúcar*, *Presión-Sistólica* y *Presión-Diastólica*).

Para que el gestor de diálogo determine la siguiente respuesta, asumimos que no son significativos los valores exactos de los atributos. Estos valores son importantes para acceder a la base de datos y construir la respuesta del sistema en lenguaje natural. Sin embargo, la única información necesaria para determinar la siguiente acción del sistema es la presencia o no de conceptos y atributos. Por tanto, la información que almacena el DR es una codificación de cada uno de sus campos en términos de tres valores {0; 1; 2}, de acuerdo con el siguiente criterio:

- 0: El usuario no ha suministrado el valor del atributo correspondiente.
- 1: El atributo ha sido suministrado con una medida de confianza superior a un umbral prefijado (un valor entre 0 y 1). Las medidas de confianza se generan durante los procesos de reconocimiento y comprensión.
- 2: El atributo ha sido suministrado con una medida de confianza inferior al umbral.

De este modo, cada DR en el sistema DI@L-log puede representarse como una cadena de longitud 4 cuyos elementos pueden tomar valores del conjunto {0; 1; 2}, decidiéndose la siguiente respuesta del sistema teniendo en cuenta la historia completa de las intervenciones del usuario

en base a los atributos y conceptos suministrados y las medidas de confianza asociados.

4. Simulación Automática de Diálogos

Tal y como se ha comentado en la introducción, nuestra aproximación para la adquisición de un corpus de diálogo se basa en la interacción de un módulo simulador de usuario y un simulador de gestor de diálogo [17]. Ambos módulos realizan una selección aleatoria de una de las posibles respuestas definidas para la semántica de la tarea (actos de diálogos de usuario y de sistema). Al principio de la adquisición, el conjunto de respuestas de sistema se define como equiprobable. Cada vez que se simula un diálogo con éxito, las probabilidades de las respuestas seleccionadas por el gestor de diálogo durante dicho diálogo se incrementan antes de simular uno nuevo.

El simulador de usuarios proporciona conceptos y atributos que representan la intención del turno de usuario. De este modo, el simulador lleva a cabo las funciones de los módulos de reconocimiento automático del habla y de comprensión del lenguaje.

La semántica seleccionada para el gestor de diálogo se corresponde con las 23 posibles respuestas definidas para el sistema DI@L-log. La selección de las posibles respuestas de usuario se llevó a cabo teniendo en cuenta la semántica definida para el módulo de comprensión.

Adicionalmente, se ha desarrollado un módulo que realiza la generación de errores y la incorporación de medidas de confianza en la respuesta generada por el simulador de usuario. De este modo, esta información modifica los frames generados por el simulador. De forma experimental, hemos detectado 2,1 errores por diálogo a partir de un análisis del corpus adquirido para la tarea DI@L-log mediante la utilización de un reconocedor del habla y un módulo de comprensión real. Este valor se puede modificar para adaptar el módulo simulador de errores con respecto al funcionamiento de cualquier módulo de RAH y de comprensión. La Figura 2 muestra la arquitectura de la metodología de adquisición automática de diálogos desarrollada.

En ella, se selecciona una solicitud por parte del usuario para finalizar el diálogo una vez el sistema ha proporcionado la información definida

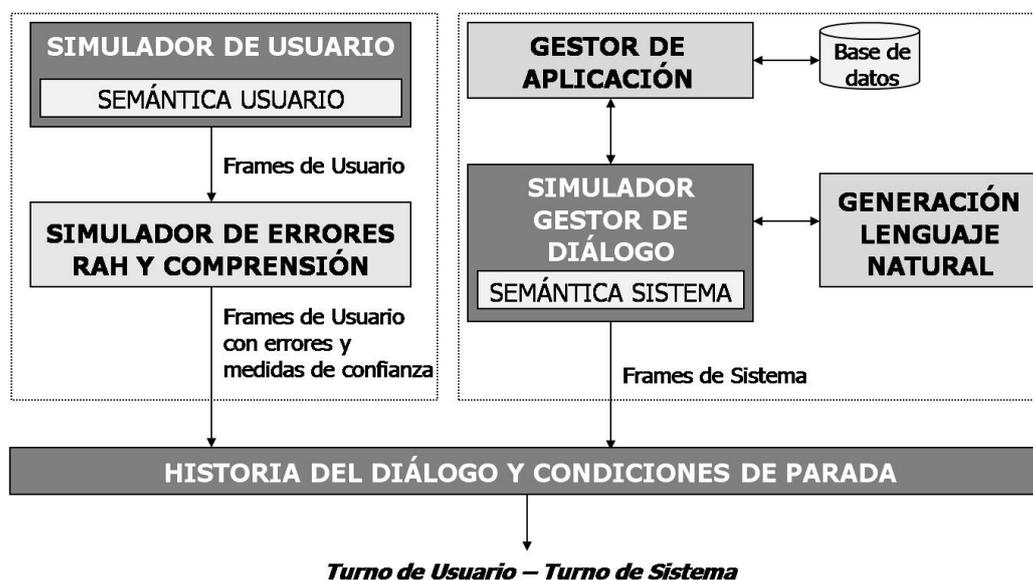


Figura 2. Esquema de módulos que componen la técnica de simulación de diálogos propuesta

en el objetivo del mismo. Los diálogos que cumplen esta condición antes de un número máximo de turnos se consideran exitosos. El gestor considera que el diálogo no ha alcanzado el objetivo prefijado cuando alguna de las siguientes condiciones tiene lugar:

- El diálogo excede del máximo de turnos especificado para los diferentes objetivos de la tarea.
- La respuesta seleccionada por el gestor de diálogo se corresponde con una consulta no requerida por el simulador de usuarios.
- El módulo gestor de la aplicación genera un mensaje de error debido a que el simulador del usuario no ha proporcionado la información obligatoria necesaria para llevar a cabo una consulta a la base de datos.
- El generador de respuestas proporciona un mensaje de error cuando la respuesta seleccionada por el gestor implica el uso de datos no proporcionados por el simulador del usuario.

4.1. Medidas propuestas para la evaluación

Proponemos tres medidas para evaluar la evolución de la estrategia del diálogo una vez que se incorporan los diálogos simulados para reestimar el modelo de gestión. Estas medidas se

calculan comparando la respuesta generada automáticamente por el gestor del diálogo para cada entrada en la partición de la prueba con respecto a la respuesta de la referencia anotada en el corpus de evaluación. De esta manera, la evaluación se realiza turno a turno. Estas tres medidas son:

- i. *%estrategia*: porcentaje de respuestas proporcionadas por el gestor del diálogo que siguen exactamente la estrategia inicial definida para la tarea;
- ii. *%coherente*: porcentaje de respuestas proporcionadas por el gestor del diálogo que son coherentes con el estado actual del diálogo, aunque no sigan la estrategia original;
- iii. *%error*: porcentaje de respuestas proporcionadas por el gestor del diálogo que causarían el fallo del diálogo.

La medida *%estrategia* se calcula automáticamente evaluando si la respuesta generada por el gestor del diálogo sigue o no el conjunto de reglas definidas para la estrategia inicial. Sin embargo, las medidas *%coherente* y *%error* se evalúan manualmente por un experto en la tarea. El experto evalúa si la respuesta proporcionada por el gestor permite la continuación correcta del diálogo para la situación actual o si la respuesta causaría el fallo del diálogo (ej. el gestor del diálogo termina repentinamente la interacción con el usuario, se genera una

consulta a la base de datos sin que el usuario haya proporcionado previamente la información necesaria para llevarla a cabo, etc.).

5. Resultados de la evaluación

En primer lugar, evaluamos el comportamiento del gestor de diálogo original aprendido utilizando el corpus inicial de 100 diálogos adquirido usando la estrategia descrita en la sección 2. Se llevó a cabo un proceso de validación cruzada para realizar la evaluación de este gestor. De este modo, se dividió aleatoriamente el corpus en cinco subconjuntos de 253 muestras (20% del corpus). Nuestra evaluación consistió en cinco experimentaciones. Cada experimentación utilizó un conjunto diferente seleccionado de los cinco subconjuntos como partición de evaluación, y el 80% restante del corpus se utilizó para el entrenamiento del gestor. Adicionalmente, se extrajo un subconjunto de validación (20% de muestras) para cada subconjunto de entrenamiento. La tabla 1 muestra los resultados de esta evaluación del gestor inicial.

Respuesta del sistema	%estrategia	%coherente	%error
	96.11%	97.45%	2.55%

Tabla 1. Resultados de la evaluación del gestor de diálogo inicial aprendido para la tarea DI@L-log

Los resultados de las medidas %estrategia y %coherente muestran el correcto funcionamiento del gestor de diálogo estadístico desarrollado, esto se debe en gran parte a que la estructura de los diálogos es muy similar en el conjunto de diálogos adquirido utilizando la estrategia inicial. La codificación definida para representar el estado actual del diálogo y el buen funcionamiento del clasificador MLP hacen posible que la respuesta generada por el gestor coincida con una de las respuestas válidas siga los requerimientos de la estrategia definida (%estrategia) en un porcentaje del 96.11%. Finalmente, el porcentaje de las respuestas generadas por el MLP que puede causar el fallo del sistema es únicamente el 2.55%. El porcentaje de respuestas que son coherentes con el estado actual del diálogo es el 97.45% de los casos. Ambos resultados muestran

el correcto funcionamiento de la metodología de clasificación definida para la gestión del diálogo.

A continuación, empleando la metodología propuesta en este artículo para la simulación automática de diálogos, adquirimos un total de 100.000 diálogos, útiles para posibilitar el reentrenamiento del gestor del diálogo y la exploración de nuevas estrategias de diálogo. La Tabla 2 resume las estadísticas de la adquisición del corpus de diálogos simulados para la tarea del sistema DI@L-log. Se definió un conjunto de 11 escenarios diferentes para especificar así los objetivos de la simulación, considerando si se deben proporcionar obligatoriamente o no los valores correspondientes a la presión sanguínea y especificando diferentes posibilidades para la generación de errores y de medidas de confianza. Dado que la primera y terceras fases del diálogo son siempre obligatorias y tienen siempre la misma estructura, sólo se consideró para la simulación la segunda fase, en la cual el sistema recoge los diversos valores para supervisar el estado de los pacientes.

Número de diálogos simulados	100.000
Número de diálogos con éxito	27.521
Número de diálogos diferentes	1.573
Número medio de turnos de usuario por diálogo	7,02

Tabla 2. Estadísticas de la adquisición de un corpus de diálogos simulados para la tarea DI@L-log

La Figura 3 muestra un ejemplo de un diálogo del corpus de diálogos simulados. El objetivo definido para el diálogo fue requerir al usuario los valores de peso, azúcar y presión sanguínea. Los valores correspondientes definidos en el escenario son 128, 11, 160 y 80 respectivamente. Las medidas de confianza generadas por el módulo de simulación de errores se muestran entre paréntesis. Para clarificar la explicación, en el ejemplo se ha incorporado una frase en lenguaje natural para los turnos de sistema, que es equivalente al acto de diálogo generado por el gestor de diálogo estadístico.

En este diálogo, el sistema comienza preguntando al usuario acerca de su peso. Para dicho valor, el simulador de usuario introduce una medida de confianza baja en el turno de usuario

U1, con lo que el sistema decide solicitar la confirmación de este valor en el turno S2. A continuación, el sistema solicita el valor del nivel de azúcar. El simulador del usuario proporciona este valor en el turno U3, al que se le asigna una medida de confianza alta. Por tanto, este valor no requiere ser confirmado por el sistema.

FASE DE IDENTIFICACIÓN

S1: (Peso)
Dígame su peso en libras.
U1: Peso: 128 [0.1]
S2: (Confirmación-Peso)
He entendido 128 libras. ¿Es correcto?
U2: (Aceptación) [0.9]
S3: (Azúcar)
¿Cuál es su nivel de azúcar en sangre?
U3: Azúcar: 11 [0.9]
S4: (Presión-Sistólica)
Dígame su presión sistólica.
U4: Presión-Sistólica: 150 [0.1]
S5: (Confirmación-Sistólica)
He entendido 150. ¿Es correcto?
U5: (Negación) [0.9]
S6: (Presión-Sistólica)
Dígame su presión sistólica.
U6: Presión-Sistólica: 160 [0.9]
S7: (Presión-Diastólica)
¿Y cuál es su valor más bajo?
U7: Presión-Diastólica: 80 [0.9]

ANÁLISIS DE DATOS Y
GENERACIÓN RESPUESTA FINAL

Figura 3. Ejemplo de diálogo simulado para la tarea DI@L-log

El sistema solicita el valor de la presión sistólica en S4. En dicho turno, el simulador de errores proporciona un error en el valor de dicho parámetro (se cambia el valor 160 por 150) y se le asigna una medida baja de confianza a dicho valor. Seguidamente, el sistema pide que el usuario confirme dicho valor. El simulador de usuario confirma que este valor es incorrecto en el turno U5 y el sistema decide solicitarlo de nuevo.

Por último, el sistema solicita el valor de la presión sistólica. Dicho valor se provee correctamente por el simulador del usuario y se le

asigna un nivel alto de confianza. En este momento, el sistema dispone de los datos requeridos del paciente y en la tercera fase del diálogo se realiza el análisis de la condición del paciente y el sistema informa al usuario acerca de la misma.

En último lugar, evaluamos la evolución del gestor del diálogo una vez los diálogos simulados que han alcanzado el objetivo definido van incorporándose a la partición de entrenamiento. Se llevó a cabo el aprendizaje de un nuevo modelo de gestión cada vez que se simuló un nuevo conjunto de diálogos. Para realizar esta evaluación, utilizamos una partición de evaluación extraída del corpus de diálogos simulados (20% de las muestras). La Tabla 3 muestra los resultados de la evaluación del modelo del gestor de diálogo después de que los diálogos simulados con éxito se incorporaran a la partición de entrenamiento del modelo de diálogo.

Respuesta del sistema	%estrategia	%coherente	%error
	13.64%	98.84%	1.16%

Tabla 3. Resultados de la evaluación del gestor de diálogo aprendido para la tarea DI@L-log tras la simulación de diálogos

La Figura 4 muestra la evolución de la medida %estrategia. Puede observarse cómo el gestor logra separarse de la estrategia inicial, dado que el valor de esta variable disminuye al 13.64%. Esta disminución da lugar a dos hechos fundamentales. En primer lugar, permite que el gestor de diálogo pueda abordar nuevas situaciones no disponibles en los diálogos adquiridos siguiendo la estrategia inicial. En segundo lugar, permite generar nuevas respuestas coherentes situaciones ya presentes en el corpus inicial, posibilitando nuevos caminos que permiten alcanzar el objetivo del diálogo de una forma más óptima.

Tras el nuevo proceso de aprendizaje del modelo de diálogo, el gestor del diálogo puede ahora solicitar la información requerida utilizando un orden variable, confirmar esta información teniendo en cuenta los valores de las medidas de confianza asociadas a cada ítem, reducir el número de turnos de sistema para cada uno de los tipos de diálogos definidos, detectar automáticamente diferentes flujos de diálogo válidos para alcanzar cada uno de los objetivos requeridos, etc. Los valores obtenidos

respectivamente para las medidas *%coherente* y *%error* indican igualmente el funcionamiento correcto del gestor de diálogo mejorado con la nueva estrategia de gestión del diálogo.

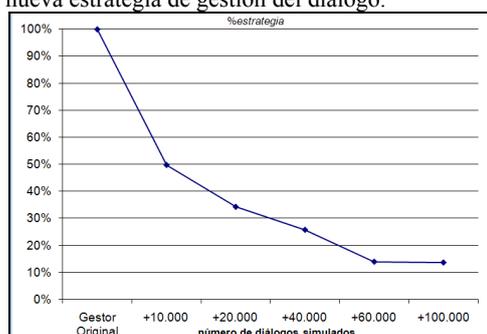


Figura 4. Evolución de la medida *%estrategia* con respecto a la incorporación de diálogos simulados en la tarea DI@L-log

6. Conclusiones

En este artículo hemos descrito una técnica para explorar estrategias del diálogo en sistemas de diálogo. Nuestra técnica se basa en dos elementos principales: una metodología estadística para la gestión del diálogo y una técnica de simulación automática de diálogos para la generación de los datos que se requieren para reentrenar el modelo de diálogo. El aprendizaje de estrategias óptimas de diálogo es sin duda uno de los procesos más complicados a la hora del diseño de un sistema de diálogo, dado el gran número de parámetros que hay que considerar en su definición, como la dificultad en realizar modificaciones cada vez que se detectan errores en cada tarea específica.

Los resultados de la aplicación de nuestra técnica al sistema DI@L-log, para el que se definió inicialmente una estrategia de interacción muy estricta, demuestran que la metodología propuesta se puede utilizar no sólo para desarrollar nuevos gestores del diálogo, sino también para explorar nuevas estrategias de diálogo mejoradas. Realizar estas tareas con una aproximación no estadística requeriría un coste muy alto que muchas veces no es abordable.

Como trabajo futuro, estamos adaptando la metodología estadística propuesta a dominios de aplicación más complejos en los se requiera una fase previa de reconocimiento del plan del usuario. Asimismo, queremos llevar a cabo la

incorporación de un mayor número de características a partir de las cuales poder modelar y evaluar con más detalle el flujo del diálogo.

Agradecimientos

Trabajo financiado por el proyecto HADA TIN2007-64718 del Ministerio de Educación y Ciencia.

Referencias

- [1] Young, S. 2002. The Statistical Approach to the Design of Spoken Dialogue Systems. Informe técnico, CUED/FINFENG/ TR.433, Cambridge University Engineering Department, Cambridge (Reino Unido).
- [2] Levin, E., R. Pieraccini, y W. Eckert. 2000. A stochastic model of human-machine interaction for learning dialog strategies. En IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, volumen 8(1), páginas 11–23.
- [3] Levin, E. y R. Pieraccini. 1995. Concept-Based Spontaneous Speech Understanding System. En Proc. 4th Eurospeech'95, páginas 555–558, Madrid (España).
- [4] Minker, W. 1999. Stochastically-based semantic analysis. En Kluwer Academic Publishers, Boston (Estados Unidos).
- [5] He, Yulan y S. Young. 2003. A data-driven spoken language understanding system. En Proc. of IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU'03), páginas 583–588, St. Thomas (U.S. Virgin Islands).
- [6] Esteve, Y., C. Raymond, F. Bechet, y R. De Mori. 2003. Conceptual Decoding for Spoken Dialog systems. En Proc. of European Conference on Speech Communications and Technology (Eurospeech'03), volume 1, páginas 617–620, Ginebra (Suiza).
- [7] Williams, J. y S. Young. 2007. Partially Observable Markov Decision Processes for Spoken Dialog Systems. En Computer Speech and Language, volumen 21(2), páginas 393–422.
- [8] Cuayáhuitl, H., S. Renals, O. Lemon, y H. Shimodaira. 2006. Learning Multi-Goal Dialogue Strategies Using Reinforcement Learning with Reduced State-Action Spaces. En Proc. of the 9th International Conference

- on Spoken Language Processing (Interspeech/ICSLP), páginas 469-472, Pittsburgh (Estados Unidos).
- [9] Torres, F., E. Sanchis, y E. Segarra. 2003. Development of a stochastic dialog manager driven by semantics. En Proc. of European Conference on Speech Communications and Technology (Eurospeech'03), páginas 605-608, Ginebra (Suiza).
- [10] Scheffler, Konrad y Steve Young. 2001. Corpus-based Dialogue Simulation for Automatic Strategy Learning and Evaluation. En Proc. of the Second Meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL-2001). Workshop on Adaptation in Dialogue Systems, Pittsburgh (Estados Unidos).
- [11] Pietquin, O. y T. Dutoit. 2005. A probabilistic framework for dialog simulation and optimal strategy learning. En IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Special Issue on Data Mining of Speech, Audio and Dialog, volumen 14, páginas 589-599.
- [12] Georgila, K., J. Henderson, y O. Lemon. 2005. Learning user simulations for information state update dialogue systems. En Proc. of the 9th European Conference on Speech Communication and Technology (Eurospeech'05), páginas 893-896, Lisboa (Portugal).
- [13] Cuayáhuitl, Heriberto, Steve Renals, Oliver Lemon, y Hiroshi Shimodaira. 2006. Reinforcement learning of dialogue strategies with hierarchical abstract machines. En Proc. of IEEE/ACL Workshop on Spoken Language Technology (SLT), páginas 182-186, Palm Beach (Aruba).
- [14] Schatzmann, J., K. Weilhammer, M. Stuttle, S. Young. 2006. A Survey of Statistical User Simulation Techniques for Reinforcement-Learning of Dialogue Management Strategies. Knowledge Engineering Review 21(2): 97-126
- [15] Black, L.A., M. McTear, N. Black, R. Harper, M. Lemon. 2005. Appraisal of a Conversational Artefact and Its Utility in Remote Patient Monitoring. En Proc. of the 18th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'05), páginas 506-508, Dublín (Irlanda).
- [16] Griol, D., Hurtado, L. F., Segarra, E., and Sanchis, E. 2008. A statistical approach to spoken dialog systems design and evaluation. Speech Communication. 50(8-9). páginas 666-682.
- [17] Griol, David; Lluís F. Hurtado; Emilio Sanchis; Encarna Segarra. 2007. Acquiring and Evaluating a Dialog Corpus through a Dialog Simulation Technique. En Proc. Of the 8th SIGdial Workshop on Discourse and Dialogue, páginas 39-42, Amberes (Bélgica).

Sistema web para la traducción automática interactiva *

Vicent Alabau, Francisco Casacuberta, Luis A. Leiva, Daniel Ortiz-Martínez,
Germán Sanchis-Trilles

Institut Tecnològic d'Informàtica

Universitat Politècnica de València

{valabau,fcn,luileito,dortiz,gsanchis}@iti.upv.es

Resumen

Los sistemas modernos de traducción automática están todavía muy lejos de proporcionar traducciones perfectas. Una alternativa a estos sistemas es la llamada traducción automática interactiva, donde el conocimiento del traductor humano se combina con el sistema de traducción automática para conseguir un resultado de muy alta calidad. En este trabajo presentamos un sistema estadístico de traducción automática interactiva que es capaz de colaborar inteligentemente con el usuario para aumentar la productividad y mejorar la ergonomía del sistema. Además, se presenta un prototipo web mediante el cual es posible probar la utilidad de dicho sistema.

1. Introducción

Los avances en las tecnologías de la información en la sociedad moderna han llevado a la necesidad de métodos más eficientes para la traducción de documentos. Es importante resaltar que los sistemas actuales de traducción

automática (MT, del inglés machine translation) no son capaces de producir textos con calidad suficiente para ser usados directamente [10, 9, 2]. De hecho, los sistemas MT requieren normalmente que un humano revise y postedite los resultados para alcanzar altas cotas de calidad de traducción.

Una forma de sacar ventaja de los sistemas MT es combinarlos con el conocimiento del traductor humano, constituyendo el llamado paradigma de traducción asistida por computador (CAT, del inglés computer-assisted translation).

Una contribución importante a las tecnologías de CAT fue el proyecto TransType (TT) [12, 7, 6, 17]. Este proyecto acarrió un interesante cambio de paradigma en el cual las tecnologías de MT basadas en datos se incrustaban en un entorno de traducción interactivo.

Siguiendo estas ideas, Barrachina et al. [3] propone el uso de sistemas de traducción automática estadística (SMT, del inglés statistical machine translation) para producir hipótesis completas de frases en el idioma destino, o porciones de las mismas, que pueden ser total o parcialmente aceptadas y corregidas por traductores humanos. Cada segmento de texto corregido por el humano es usado por el sistema SMT como información adicional para proporcionar sugerencias mejoradas. En este artículo, también nos centramos en la aproximación interactiva a la traducción automática (IMT, del inglés interactive machine translation).

La Figura 1 ilustra un ejemplo típico de sesión de IMT. Inicialmente, al usuario se le pro-

* Trabajo financiado parcialmente por la EC (FEDER/FSE) y el MEC/MICINN español en el marco del proyecto MIPRCV (CSD2007-00018) bajo el programa "Consolider Ingenio 2010", los proyectos iTransDoc (TIN2006-15694-CO2-01), iTrans2 (TIN2009-14511) y MITTRAL (TIN2009-14633-C03-01), y la beca AP2005-4023. También financiado por la EC (FEDER) y el MITyC español bajo el proyecto erudito.com (TSI-020110-2009-439) y por la Generalitat Valenciana mediante las subvenciones Prometeo/2009/014 y GV/2010/067, y por el "Vicerrectorado de Investigación de la UPV" mediante la subvención 20091027.

	ORIGEN (x):	Para encender la impresora:
	DESTINO (y):	To power on the printer:
ITER-0	(p) (\hat{s}_h)	() <i>To switch on:</i>
ITER-1	(p) (s_l) (k) (\hat{s}_h)	To <i>switch on:</i> power <i>on the printer:</i>
ITER-2	(p) (s_l) (k) (\hat{s}_h)	To power on the printer: () (#) ()
FINAL	(p \equiv y)	To power on the printer:

Figura 1: Ejemplo de sesión de IMT para traducir una frase de español a inglés. Las hipótesis no validadas se muestran en *cursiva*, mientras que los prefijos aceptados están impresos en fuente normal.

porciona una frase de entrada x para que la traduzca. La referencia y es la traducción que le gustaría alcanzar al usuario al final de la sesión de IMT. En la iteración 0, el usuario no ha proporcionado todavía ninguna corrección al sistema. Por este motivo, se muestra vacío. Por lo tanto, el sistema de IMT debe proporcionar una traducción inicial completa s_h , como si fuera un sistema de SMT convencional. En la siguiente iteración, el usuario valida un prefijo p como correcto posicionando el cursor en una posición concreta de s_h . En este caso, después de las palabras “*To print a*”. El usuario está indicando implícitamente que el resto de la frase s_l es potencialmente incorrecta. Después, el usuario introduce una nueva palabra k , la cual se asume que es diferente de la primera palabra s_{l_1} del sufijo no validado s_l , $k \neq s_{l_1}$. Una vez hecho esto, el sistema sugiere una nueva hipótesis \hat{s}_h , sujeta a $\hat{s}_{h_1} = k$. De nuevo, el usuario valida un nuevo prefijo e introduce una palabra. El proceso continúa hasta que la frase completa es correcta. Las frases corregidas se validan introduciendo la palabra especial “#”.

Más tarde, el paradigma de IMT se extendió en [23], el cual añadió la posibilidad de *rechar* un prefijo dado.

Por otra parte, internet, que proporciona acceso universal a la información y comunicación instantánea entre usuarios, ha creado una li-

bertad física y geográfica que era inconcebible en el pasado [5]. El paradigma de IMT mencionado en esta introducción ha demostrado funcionar bien en una arquitectura basada en la web. Otros sistemas web similares para el procesamiento de lenguaje natural [22] han mostrado que la retroalimentación del usuario puede mejorar la precisión del sistema, incrementar su ergonomía y la aceptación por parte del usuario de los sistemas MT. Además, dado que los usuarios operan a través de un navegador web, el sistema también proporciona una plataforma portable, independiente del sistema, y no requiere potencia computacional ni grandes cantidades de espacio en disco en las máquinas cliente.

2. Paradigma

2.1. Traducción interactiva

En esta sección describiremos brevemente el marco estadístico para el paradigma de IMT. El paradigma de IMT puede verse como una evolución del paradigma de SMT, el cual ha demostrado ser un marco eficiente para construir con poco esfuerzo sistemas de traducción, siempre que se tengan disponibles corpus adecuados [8]. La ecuación fundamental de la traducción estadística se define del siguiente

modo:

$$\hat{\mathbf{y}} = \operatorname{argmax}_{\mathbf{y}} Pr(\mathbf{y} | \mathbf{x}) \quad (1)$$

$$= \operatorname{argmax}_{\mathbf{y}} Pr(\mathbf{x} | \mathbf{y}) Pr(\mathbf{y}) \quad (2)$$

donde $Pr(\mathbf{x} | \mathbf{y})$ es el *modelo de traducción* que da cuenta de la correlación entre las frases origen y destino y $Pr(\mathbf{y})$ es el *modelo de lenguaje* que mide la corrección de \mathbf{y} como frase de la lengua destino.

En la práctica, se adopta comúnmente el modelado de la distribución de probabilidad a posteriori $Pr(\mathbf{y} | \mathbf{x})$. Para ello, distintos autores [20, 14] proponen el uso de los llamados modelos log-lineales, en los que la regla de decisión viene dada por la expresión:

$$\hat{\mathbf{y}} = \operatorname{argmax}_{\mathbf{y}} \sum_{m=1}^M \lambda_m h_m(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \quad (3)$$

donde $h_m(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ es una función de puntuación relevante para traducir de \mathbf{x} a \mathbf{y} , M es el número de modelos (o características) y λ_m son los pesos de la combinación log-lineal.

Las instancias más habituales de los modelos log-lineales incluyen modelos de segmentos [25, 11] (del inglés, modelos *phrase-based* o modelos PB). Los modelos PB permiten capturar información contextual al trabajar con segmentos de frases en lugar de con palabras. La idea básica de estos modelos consiste en dividir la frase origen en segmentos (conjuntos de palabras consecutivas de la frase origen o destino), después elegir la traducción de cada segmento y por último reordenar dichas traducciones para componer la frase destino. Los modelos PB se han empleado a lo largo de todo este trabajo.

En los modelos log-lineales, el problema de maximización formulado en la Ec. 3 se resuelve por medio de un algoritmo de búsqueda en haz como el introducido en [13] para su uso en el campo de reconocimiento de voz. El algoritmo de búsqueda en haz genera soluciones parciales, denominadas *hipótesis*, hasta que se obtiene una traducción completa; estas hipótesis son almacenadas en una pila y ordenadas por su puntuación. Dicha puntuación viene da-

da por una combinación log-lineal de características.

Sin embargo, la Ec. 1 debe ser modificada de acuerdo con el paradigma de IMT con objeto de tener en cuenta la parte de la frase destino que ya ha sido traducida, en concreto \mathbf{p} y k :

$$\hat{\mathbf{s}}_h = \operatorname{argmax}_{\mathbf{s}_h} Pr(\mathbf{s}_h | \mathbf{x}, \mathbf{p}, k) \quad (4)$$

Donde el problema de maximización se define sobre el sufijo \mathbf{s}_h . Esto permite reescribir la Ec. 4 descomponiendo adecuadamente el lado derecho y eliminando términos constantes, alcanzando el criterio equivalente:

$$\hat{\mathbf{s}}_h = \operatorname{argmax}_{\mathbf{s}_h} Pr(\mathbf{p}, k, \mathbf{s}_h | \mathbf{x}). \quad (5)$$

Un ejemplo del sentido de estas variables puede apreciarse en la Figura 1.

Dado que $(\mathbf{p} k \mathbf{s}_h) = \mathbf{y}$, la Ec. 5 es muy similar a la Ec. 1. La principal diferencia reside en que la maximización se lleva a cabo sobre el conjunto de sufijos \mathbf{s}_h que completan $(\mathbf{p} k)$ en vez de sobre frases completas (\mathbf{y} en la Ec. 1). Esto implica que podemos usar los mismos modelos si los algoritmos de búsqueda son adecuadamente modificados [3].

2.2. Traducción interactiva basada en modelos PB

Los modelos PB pueden adaptarse fácilmente para su uso en un escenario de IMT. La modificación más importante consiste en introducir el uso de grafos de palabras, o *word graphs* en inglés. El uso de word graphs en IMT ha sido estudiado en [3], en combinación con dos técnicas diferentes de traducción, a saber, la técnica de *Alignment Templates* [15, 16], y la técnica de transductores de estados finitos [4].

2.3. Generación de word graphs

Un word graph es un grafo acíclico ponderado, en el que cada nodo representa una traducción parcial y cada arco está etiquetado con una palabra de la frase destino y ponderado de acuerdo con las puntuaciones dada por el modelo de traducción (para más detalles véase [24]). En [17], se propone el uso de word

graphs como interfaz entre un sistema de traducción basado en alignment templates y el motor de traducción interactiva. Análogamente, en este trabajo se usan word graphs construidos durante el proceso de búsqueda de un sistema de traducción basado en modelos PB.

Durante el proceso de búsqueda que lleva a cabo el motor de traducción, es posible crear un grafo de segmentos o *segment graph* en inglés. En dicho segment graph, cada nodo representa un estado del modelo de traducción, y cada arco una transición ponderada con un segmento de frase asociado. Cada vez que se extiende una hipótesis, se añade un nuevo arco conectando el estado de dicha hipótesis con el estado de la hipótesis extendida. El nuevo arco se etiqueta con el segmento de palabras destino que ha sido incorporado a la hipótesis extendida, y se le asocia un peso determinado con la puntuación del modelo de traducción.

Una vez que se ha generado el segment graph, puede convertirse fácilmente en un word graph mediante la introducción de estados artificiales para las palabras de los segmentos asociados a los arcos.

2.4. Traducción interactiva basada en word graphs

Durante el proceso de traducción interactiva para una frase origen, el sistema hace uso del word graph generado para dicha frase con objeto de completar los prefijos aceptados por el usuario. Específicamente, el sistema encuentra el mejor camino en el word graph asociado a un prefijo dado, de forma que pueda completarse la frase destino. Esto permite proveer al usuario de numerosas sugerencias para completar cada prefijo.

Un problema común en traducción interactiva aparece cuando el usuario establece un prefijo que no se encuentra en el word graph, ya que en este caso el sistema no puede encontrar un camino en el word graph para devolver un sufijo apropiado. El procedimiento habitual para resolver este problema consiste en llevar a cabo una búsqueda *tolerante* en el word graph. Dicha búsqueda tolerante utiliza el concepto bien conocido de distancia de Levenshtein con objeto de obtener la cadena más

similar al prefijo dado por el usuario (para más detalles véase [17]).

2.5. Acciones de ratón

En el paradigma de IMT tradicional, la única retroalimentación que recibe el sistema se produce cuando el usuario introduce una palabra nueva. Sin embargo, en este artículo mostramos cómo enriquecer la interacción hombre-máquina mediante la introducción de Acciones de Ratón (AR) como fuente adicional de información para el sistema. Por ello, consideramos dos tipos de AR: AR *no explícitas de posicionamiento* y AR *explícitas de interacción*.

AR no explícitas de posicionamiento

Al corregir una hipótesis y antes de introducir una palabra nueva, el usuario necesita posicionar el cursor en el lugar donde quiere introducir dicha palabra. En este trabajo, vamos a asumir que dicha acción se lleva a cabo mediante una AR, a pesar de que la misma idea podría ser aplicada en el caso de que dicha acción fuera llevada a cabo de otro modo. Es importante recalcar que, al hacer esto, el usuario ya está proporcionando una información valiosa al sistema: está validando el prefijo hasta la posición donde ha situado el cursor y, además, está indicando que cualquier palabra que se sitúe a continuación debe ser considerada como incorrecta. Por ello, el sistema ya puede capturar este hecho y proporcionar una nueva hipótesis, cuyo sufijo será aquel de probabilidad máxima teniendo en cuenta la restricción de que la primera palabra no puede ser la primera palabra del sufijo invalidado. Somos conscientes de que esto no implica de manera directa que el nuevo sufijo sea correcto, ni tan siquiera que lo sea su primera palabra. Sin embargo, lo peor que puede pasar es que el usuario tenga que introducir la palabra de todos modos, como iba a hacer en un principio. Por otro lado, si el sufijo es correcto, el usuario ya no necesitará corregir esa palabra.

Se puede ver un ejemplo de dicho comportamiento en la Figura 2. En este ejemplo, el sistema SMT proporciona una traducción que no satisface al usuario. Por ello, posiciona el

ORIGEN (x):		Para encender la impresora:
DESTINO (y):		To power on the printer:
ITER-0	(p) (\hat{s}_h)	() To switch on:
ITER-1	(p) (s_l) (\hat{s}_h)	To switch on: power on the printer:
ITER-2	(p) (s_l) (k) (\hat{s}_h)	To power on the printer: () (#) ()
FINAL	($\mathbf{p} \equiv \mathbf{y}$)	To power on the printer:

Figura 2: Ejemplo de acción de ratón no explícita de posicionamiento que resuelve un error cambiando una palabra. Al validar el prefijo \mathbf{p} , el usuario está indicando implícitamente que quiere que el sufijo sea modificado, con lo cual el sistema produce inmediatamente un nuevo sufijo s_h , que en este caso es correcto. En **ITER-1**, el carácter | indica la posición donde se llevó a cabo la AR, s_l es el sufijo rechazado por esa AR, y \hat{s}_h es el sufijo que el sistema sugiere después de observar que s_l debe ser considerado incorrecto. El carácter # es un carácter especial que el usuario introduce para indicar que la hipótesis debe ser aceptada.

cursor antes de la palabra “switch”, con el propósito de introducir la palabra “power”. Al hacer esto, está validando el prefijo “To”, y señalando implícitamente que quiere cambiar la palabra “switch”. Antes de que teclee nada, el sistema se da cuenta de que va a cambiar la palabra situada tras el cursor, y reemplaza el sufijo por otro. Puesto que el nuevo sufijo propuesto es el que el usuario tenía en mente, el usuario únicamente necesita aceptar la hipótesis.

Llamamos a este tipo de hipótesis AR *no explícita de posicionamiento* porque no necesita ninguna acción adicional por parte del usuario: ya ha llevado a cabo una AR para posicionar el cursor en el sitio deseado, y el sistema se aprovecha de esta acción para sugerir una nueva hipótesis.

Es importante destacar que cualquier mejora en el rendimiento obtenida gracias a la introducción de AR no explícitas no requiere ningún esfuerzo adicional por parte del usuario, puesto que el usuario necesita posicionar el cursor antes de introducir una nueva palabra, y por lo tanto no tienen ningún coste.

Por ello, ahora estamos considerando dos situaciones diferentes: la primera, la del paradigma IMT tradicional, en la cual el sistema necesita encontrar un sufijo apropiado según

la ecuación 5, y una nueva, en la cual el sistema necesita encontrar un sufijo cuya primera palabra no debe ser una palabra k dada, sino que debe ser *diferente* a la palabra s_{l_1} . Esta restricción se puede expresar mediante la ecuación siguiente:

$$\hat{s}_h = \operatorname{argmax}_{s_h: s_{h_1} \neq s_{l_1}} Pr(\mathbf{p}, s_h | \mathbf{x}, s_l) \quad (6)$$

donde s_l es el sufijo generado en la iteración anterior, y que ya ha sido descartado por el usuario, y s_{l_1} es la primera palabra de s_l . En esta fórmula, omitimos k porque el usuario no ha introducido ninguna palabra.

AR explícitas de interacción

En caso de que el sistema sea eficiente y proporcione sugerencias que son de una calidad aceptable, es fácil imaginar una situación en la cual el usuario requiera al sistema que modifique un sufijo determinado, sin llegar a introducir ninguna palabra. En este caso, modelamos este hecho como una clase de AR diferente, *explícita de interacción*, puesto que el usuario necesita indicar *explícitamente* que quiere que se modifique el sufijo. Esto contrasta con las AR de la sección anterior, en las cuales el usuario no realizaba ninguna acción de ma-

nera explícita. Sin embargo, si el sistema de traducción automática subyacente proporciona sufijos lo suficientemente buenos, el usuario se dará cuenta rápidamente de que realizar una AR es menos costoso que introducir una palabra entera, y por lo tanto se aprovechará de este hecho pulsando con el ratón sistemáticamente antes de introducir una palabra nueva. Por ello, en este caso asumiremos también que el usuario pulsa el ratón siempre antes de corregir una palabra incorrecta, requiriendo al sistema que modifique el sufijo. Al hacer esta asunción, estamos también asumiendo un perfil de usuario diferente, en el cual el usuario adquiere una postura más participativa e interactiva, al pulsar el ratón en lugares donde no es estrictamente necesario.

En este caso, por tanto, sí que hay un coste asociado a esta AR, puesto que el usuario sí que debe llevar a cabo acciones adicionales, que pueden o no ser beneficiosas. Es posible, por tanto, que el usuario tenga que introducir la palabra que tenía en mente incluso después de pedir repetidamente que se cambie el sufijo, con lo cual las AR adicionales que hubiera llevado a cabo habrían resultado inútiles.

3. Prototipo

Con objeto de ilustrar el marco teórico de IMT, hemos creado un prototipo que implementa este concepto de traducción automática interactiva¹. A continuación mostramos sus principales características, el diseño y la arquitectura del sistema, así como el protocolo de interacción usuario-máquina.

3.1. Diseño

En primer lugar, cabe comentar que este prototipo no está pensado principalmente para ser un producto comercial. En su lugar, provee una interfaz intuitiva que ayuda a mostrar las funcionalidades de un sistema IMT. Así, su arquitectura ha sido concebida pensando en dos aspectos: accesibilidad y flexibilidad. El primero es necesario para llegar a un gran número de usuarios potenciales. El segundo permite a

los investigadores probar diferentes técnicas y protocolos de interacción, reduciendo el esfuerzo en la implementación.

Por esta razón, se desarrolló una interfaz de programación de aplicaciones (API) para herramientas CAT [1]. Este API permite una separación nítida entre la interfaz del cliente y el sistema de traducción, usando un protocolo de comunicación en red y proporcionando un conjunto bien definido de funciones. Además permite la creación, implementación y personalización de herramientas profesionales para usar sistemas de IMT con un mínimo esfuerzo.

El diagrama de la arquitectura del sistema se muestra en la Figura 3. Por un lado, el cliente IMT proporciona una Interfaz de Usuario (UI) la cual utiliza el API de comunicación para conectarse con servidores IMT a través de la Web. Los requerimientos de hardware en la parte del cliente son mínimos, ya que todo el proceso de traducción se lleva a cabo en el servidor. Así, virtualmente cualquier ordenador (incluyendo netbooks, tablets, o incluso teléfonos móviles) puede hacer uso de este sistema. Por otro lado, el servidor, que no se da cuenta de los detalles de la implementación del cliente, emplea modelos estadísticos para realizar las traducciones.

3.2. Protocolo de Interacción del Usuario

El protocolo que rige el proceso de interacción con un sistema IMT tiene los siguientes pasos:

1. El sistema propone una traducción completa del segmento de texto seleccionado.
2. El usuario valida el prefijo más largo de la traducción que está libre de errores y/o corrige el primer error que encuentra en el sufijo. Las correcciones se introducen mediante teclado o clicks del ratón.
3. De esta manera, se extiende y consolida un nuevo prefijo, basado en el prefijo anterior (validado) y el feedback de la interacción del usuario. Usando este nuevo prefijo, el sistema sugiere una adecuada continuación del mismo.

¹ disponible en <http://cat.iti.upv.es/imt>

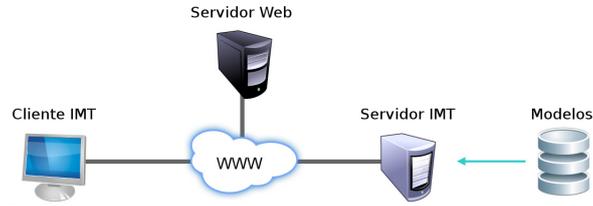


Figura 3: Arquitectura del sistema IMT.

- Los pasos 2 y 3 se repiten hasta que se alcanza la traducción que buscaba el usuario.

3.3. Funcionalidades

La siguiente es una lista de las características que soporta el prototipo:

- Cuando el usuario corrige la solución propuesta por el sistema, se propone un nuevo (y mejorado) sufijo.
- El usuario puede realizar *acciones* mediante atajos de teclado o gestos de ratón. Las posibles acciones a realizar sobre el sufijo propuesto son:

Sustitución Sustituye la primera palabra o carácter erróneos del sufijo.

Borrado Elimina la primera palabra o carácter erróneos del sufijo.

Inserción Inserta una palabra antes del sufijo.

Rechazo La palabra rechazada se marca como incorrecta, y no volverá a aparecer en las siguientes hipótesis.

- En cualquier momento, el usuario es capaz de visualizar el documento original (Figura 4(a)), así como un borrador de la traducción actual formateada adecuadamente (Figura 4(b)).
- Se presenta una lista de los documentos disponibles para traducir al usuario (Figura 5) de forma que pueda probar el prototipo bajo diferentes condiciones, ej. corpus de documentos y pares de lenguaje origen-destino.

3.4. Implementación

Este prototipo aprovecha Internet para permitir la conexión simultánea y global de usuarios desde cualquier parte del mundo, coordinando tecnologías cliente-servidor — ej. la interfaz del cliente se ha construido mediante estándares web tales como HTML y JavaScript, mientras que el motor de traducción fue escrito en C++ usando el toolkit Thot [18].

Para empezar, la Interfaz Web (WUI, del inglés Web User Interface) carga un índice de todos los corpus de traducción disponibles (Figura 5). Además, los usuarios pueden subir sus propios documentos y contribuir así a engrosar el conjunto de corpus previamente mencionado. El usuario después escoge un corpus y navega a la página con la aplicación de traducción (Figura 6), donde empieza a traducir uno a uno los segmentos de texto. La extracción de dichos segmentos es posible gracias a que los documentos se convierten a un formato intermedio (TMX, un estándar abierto para el intercambio de memorias de traducción). Así, el formato del documento original puede ser preservado fácilmente y aplicado una vez traducido (parte de o todo) el mismo. Durante el proceso de traducción, el feedback del usuario es procesado por el servidor IMT. De este modo, tanto el usuario como el sistema se guían y ayudan mutuamente, optimizando rendimiento y usabilidad. Todas las correcciones se guardan en logs de texto plano en el servidor, de forma que el usuario puede retomar los documentos a traducir desde el punto en el que los dejó, permitiendo alternativamente que otros usuarios puedan ayudar a traducir todo el corpus de documentos.



(a) Ejemplo de documento origen, creado con los datos del corpus EuroParl.

(b) Ejemplo de documento traducido, preservando el formato del documento origen y resaltando las frases sin traducir.

Figura 4: Traduciendo documentos con el sistema IMT propuesto.



Figura 5: Página principal, mostrando los corpus disponibles.

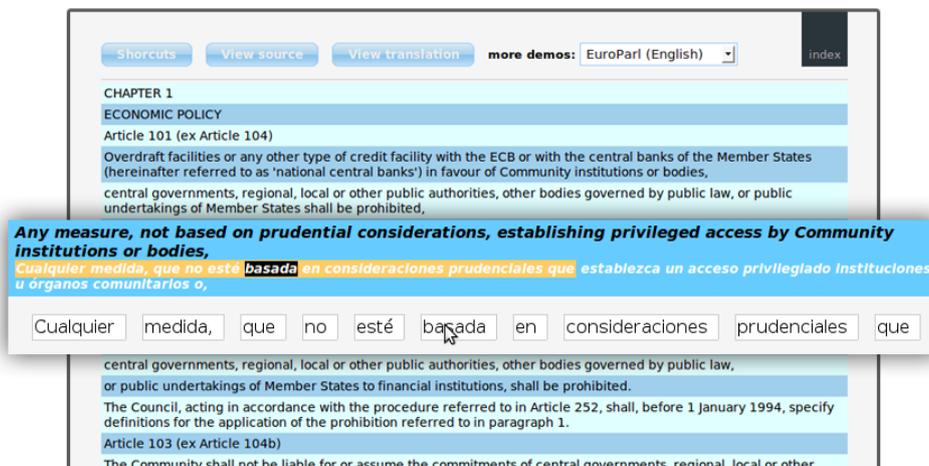


Figura 6: Interfaz del prototipo. El texto del documento origen es extraído en segmentos automáticamente.

Puesto que los usuarios trabajan dentro de un navegador Web, el sistema también proporciona compatibilidad multiplataforma. Ade-

más, la máquina del cliente no requiere ni potencia de cálculo ni espacio en disco. La comunicación cliente-servidor se basa en conexiones

HTTP asíncronas, proporcionando así una experiencia interactiva más rica — no actualiza la página totalmente, sólo en caso de cambiar a otros corpus de traducción. Por otra parte, el servidor Web se comunica con el motor IMT a través de sockets TCP binarios. Por lo tanto, los tiempos de latencia son muy lentos — un requisito necesario para el consuelo del usuario. Además, es posible la comunicación entre diferentes dominios Web. De esta manera, es posible cambiar entre diferentes motores de IMT desde la misma WUI.

3.5. Evaluación

Antes de implementar el prototipo se realizaron pruebas experimentales para evaluar la factibilidad del marco de trabajo. Dichos experimentos simulan la interacción del usuario con el objetivo de medir el esfuerzo requerido para generar traducciones libre de errores. En [19, 3] se pueden ver los detalles de las pruebas y los resultados en corpus reales. Dichos resultados sugieren que nuestro enfoque interactivo puede reducir sustancialmente el esfuerzo de escritura respecto a tener que post-editar toda la salida que devuelve automática un sistema de traducción. Específicamente, la mejor reducción de esfuerzo se obtuvo con la tarea Español-Inglés, correspondiente a un ahorro del 80%.

4. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos presentado una posible implementación de sistema de IMT, tanto desde el punto de vista teórico como desde el punto de vista de su implementación práctica mediante una interfaz de interacción via web. Para ello, hemos tenido en cuenta tanto el planteamiento clásico de IMT, en el cual la interacción con el usuario sucede únicamente cuando el usuario introduce una palabra. Como añadidura, hemos introducido también un nuevo protocolo de interacción con el usuario, mediante la consideración de las acciones de ratón del usuario como retroalimentación importante para el sistema.

Además, hemos presentado un prototipo de aplicación de este marco teórico, en el cual se

puede observar el funcionamiento del sistema implementado. Este prototipo, basado en una interfaz web, proporciona las sugerencias de traducción al usuario mediante un protocolo de comunicación en red. Es importante remarcar que las sugerencias presentadas funcionan de manera predictiva, esto es, al escribir parcialmente una palabra se propone completarla junto con el mejor sufijo según el feedback del usuario.

Actualmente estamos implementando multimodalidad en el prototipo, para poder usar otros dispositivos de entrada tales como lápiz electrónico o pantallas táctiles. Esta aproximación ya ha sido probada con éxito en trabajos anteriores [22, 21]. Como trabajo futuro cabe citar la evaluación del sistema con usuarios reales, para comparar con los resultados preliminares citados en la sección 3.5.

Referencias

- [1] V. Alabau, D. Ortiz, V. Romero, and J. Ocampo. A multimodal predictive-interactive application for computer assisted transcription and translation. In *ICMI-MLMI '09: Proceedings of the 2009 international conference on Multimodal interfaces*, pages 227–228, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [2] D.J. Arnold. *Computers and Translation: A translator's guide*, chapter 8, pages 119–142. 2003.
- [3] S. Barrachina, O. Bender, F. Casacuberta, J. Civera, E. Cubel, S. Khadivi, A.L. Lagarda, H. Ney, J. Tomás, E. Vidal, and J.M. Vilar. Statistical approaches to computer-assisted translation. *Computational Linguistics*, 35(1):3–28, 2009.
- [4] F. Casacuberta and E. Vidal. Learning finite-state models for machine translation. *Machine Learning*, 66(1):69–91, 2007.
- [5] O. Craciunescu, C. Gerding-Salas, and S. Stringer-O'Keefe. Machine translation and computer-assisted translation: a new

- way of translating? *Translation Journal*, 8(3), 2004.
- [6] G. Foster. *Text Prediction for Translators*. PhD thesis, Université de Montréal, 2002.
- [7] G. Foster, P. Langlais, and G. Lapalme. User-friendly text prediction for translators. In *Proc. of EMNLP'02*, pages 148–155, 2002.
- [8] J. Hutchings and H. Somers. An introduction to machine translation. In *Ed. Academic Press.*, 1992.
- [9] J. Hutchins. Retrospect and prospect in computer-based translation. In *Proc. of MT Summit VII*, pages 30–44, 1999.
- [10] M. Kay. It's still the proper place. *Machine Translation*, 12(1-2):35–38, 1997.
- [11] P. Koehn, F.J. Och, and D. Marcu. Statistical phrase-based translation. In *Proc. HLT/NAACL'03*, pages 48–54, 2003.
- [12] P. Langlais, G. Lapalme, and M. Loran-ger. Transtype: Development-evaluation cycles to boost translator's productivity. *Machine Translation*, 15(4):77–98, 2002.
- [13] B.T. Lowerre. *The harpy speech recognition system*. PhD thesis, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, 1976.
- [14] F. Och and H. Ney. Discriminative training and maximum entropy models for statistical machine translation. In *Proc. of the ACL'02*, pages 295–302, 2002.
- [15] F. Och, C. Tillmann, and H. Ney. Improved alignment models for statistical machine translation. In *Proc. of EMNLP/WVLC'99*, pages 20–28, 1999.
- [16] F.J. Och and H. Ney. The alignment template approach to statistical machine translation. *Comput. Linguist.*, 30(4):417–449, 2004.
- [17] F.J. Och, R. Zens, and H. Ney. Efficient search for interactive statistical machine translation. In *Proc. of EACL'03*, pages 387–393, 2003.
- [18] D. Ortiz, I. García-Varea, and F. Casacuberta. Thot: a toolkit to train phrase-based statistical translation models. In *Proc. of the Machine Translation Summit X*, pages 141–148, Phuket, Thailand, September 2005.
- [19] Daniel Ortiz-Martínez, Ismael García-Varea, and Francisco Casacuberta. Interactive machine translation based on partial statistical phrase-based alignments. In *Proceedings of the International Conference Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP)*, pages 1–7, 2009.
- [20] K. Papineni, S. Roukos, and T. Ward. Maximum likelihood and discriminative training of direct translation models. In *Proc. of ICASSP'98*, pages 189–192, 1998.
- [21] V. Romero, L.A. Leiva, Vicent Alabau, A.H. Toselli, and E. Vidal. A web-based demo to interactive multimodal transcription of historic text images. In *Proceedings of ECDL*, 2009.
- [22] V. Romero, L.A. Leiva, A.H. Toselli, and E. Vidal. Interactive multimodal transcription of text images using a web-based demo system. In *Proceedings of IUI*, 2009.
- [23] G. Sanchis-Trilles, D. Ortiz-Martínez, J. Civera, F. Casacuberta, E. Vidal, and H. Hoang. Improving interactive machine translation via mouse actions. In *EMNLP 2008: conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 2008.
- [24] N. Ueffing, F. Och, and H. Ney. Generation of word graphs in statistical machine translation. In *Proc. of EMNLP'02*, pages 156–163, 2002.
- [25] R. Zens, F.J. Och, and H. Ney. Phrase-based statistical machine translation. In *Proc. of KI'02*, pages 18–32, 2002.

Explotación de Información Semántica del Contexto de Uso en el proceso de Adaptación de Interfaces de Usuario

Montserrat Sendín

GRIHO: Grupo de investigación en
HCI
Universidad de Lleida
25001 Lleida
[msendin@diei.udl.cat](mailto:mSENDIN@diei.udl.cat)

Juan Miguel López

GRIHO: Grupo de investigación en
HCI
Universidad de Lleida
25001 Lleida
juanmi@diei.udl.cat

Roberto García

GRIHO: Grupo de investigación en
HCI
Universidad de Lleida
25001 Lleida
rgarcia@diei.udl.cat

Resumen

En este artículo se propone enriquecer el proceso de adaptación dinámica de la interfaz de usuario (IU) basado en la *Visión Dicotómica de plasticidad* mediante la captura dinámica de datos semánticos referentes al contexto de uso en el que se lleva a cabo la interacción. La aportación que se propone tiene el propósito de facilitar a los usuarios móviles la interacción con servicios web semánticos de manera flexible en un entorno urbano, a la vez que se automatiza el proceso de registro de usos (*logs*) y análisis posterior a través de un motor de inferencia. La meta es ajustar tanto el proceso de interacción como el comportamiento de la aplicación.

1. Motivación

Hoy en día, las posibilidades que ofrece Internet y la Web semántica, así como los avances en tecnología móvil, hacen del entorno urbano un ejemplo plausible de entorno ubicuo, ofreciendo soporte a la movilidad e interconexión constante. Por otro lado, la oferta de servicios web¹ es cada vez más amplia, variada y dinámica, además de estar provista de información semántica, hablándose en este caso de servicios web semánticos². Todos estos factores permiten que los usuarios se muevan por la ciudad con la posibilidad de acceder a unos recursos y servicios

que van siendo descubiertos de manera automática gracias a las anotaciones semánticas que los describen, y pueden ser utilizados a lo largo de sus desplazamientos, multiplicando las posibilidades ofrecidas. Por ejemplo, en la DBpedia Mobile³ se definen aspectos contextuales mediante información geográfica anotada semánticamente, por ejemplo marcando que ciertas coordenadas corresponden a una entidad del tipo "Teatro". Aunque este tipo de servicios basados en su semántica ha sido probado efectivamente, con pocas excepciones como en [8], no se incluyen acciones en favor de la adaptación.

La captación de recursos semánticos a partir de parámetros contextuales tales como la posición geográfica, y su consiguiente explotación en beneficio de la adaptación dinámica de la IU al contexto de uso constituye un campo poco explotado. Este aspecto supone una novedad en el desarrollo de componentes dinámicas basadas en la *visión dicotómica de plasticidad*.

En este trabajo se revisa el proceso de adaptación dinámica de la IU basado en el enfoque de la *Visión Dicotómica de plasticidad* [6], el cual es llevado a cabo por el *Motor de Plasticidad Implícita*. Se propone enriquecerlo mediante la gestión e integración de información contextual de tipo semántico, a utilizar como complemento a lo largo del proceso de adaptación. El artículo se estructura en tres secciones más. En primer lugar se presenta el marco de partida (el *Motor de Plasticidad Implícita*) basado en la *visión dicotómica de plasticidad*. A continuación se presenta la aportación que se propone introducir en el proceso, ilustrándola con un ejemplo. Finalmente, se incluyen algunas conclusiones y trabajo futuro.

¹ Aplicación remota con interfaz web que proporciona una función útil al usuario o intercambiar datos entre aplicaciones.

² Las descripciones semánticas de servicios web especifican de manera formal la interfaz del servicio, sus entradas/salidas/precondiciones/efectos y modelo interno del proceso asociado al servicio.

³ <http://wiki.dbpedia.org/DBpediaMobile>

2. El Motor de Plasticidad Implícita

La *Visión Dicotómica de plasticidad* identifica y delimita dos niveles de operación en el proceso de adaptación de la IU [6]. Conforme a esta delimitación del espacio de solución del problema, se combinan dos motores que se enmarcan en los lados opuestos de una arquitectura cliente-servidor: el *Motor de Plasticidad Explícita* en el servidor y el MPI en la plataforma cliente. El primero es el que concentra un mayor grado de inteligencia para inferir adaptaciones o, en su caso, generar una reconfiguración de la IU. En este caso está provisto de un motor de inferencia capaz de procesar no sólo los usos registrados, sino también el resto de parámetros del contexto de uso (valores recogidos de sensores e información potencialmente extraída de recursos semánticos). Las deducciones extraídas servirán para proponer ajustes en el proceso de interacción, los cuales serán ejecutados por el MPI en la plataforma cliente. Por consiguiente, el MPI se encarga, por un lado, de monitorizar el proceso de interacción y de reunir todos los parámetros del contexto de uso para su envío al servidor y, por otro, de aplicar las sugerencias de adaptación que le llegan del mismo. Para ser más precisos, actúa en tres pasos: (1) monitorización de la interacción del usuario con la IU y registro de los usos (*logs*); (2) comunicación con el servidor a fin de disparar el proceso de inferencia cuyo propósito es el de elaborar propuestas de mejora de la IU que el mismo MPI debe ser capaz de recibir e interpretar; y (3) aplicación de dichas propuestas de adaptación, a llevar a cabo de forma automática. Ambos subprocesos actúan iterativa y alternativamente, retroalimentándose mutuamente.

La estructura software para el MPI, basada en las directrices definidas en [7], se caracteriza por facilitar y hacer transparente la integración de componentes de adaptación dinámica en cualquier tipo de aplicación. Nos estamos refiriendo a la capacidad de incorporar mecanismos de adaptación sin afectar la estructura software del sistema subyacente y aportando, por consiguiente, un alto grado de reutilización. Se trata de una estructura dividida en tres capas.

La capa intermedia es la que gobierna todo el proceso, actuando como un enlace transparente que integra los mecanismos de adaptación dinámica en la funcionalidad núcleo. Siguiendo las directrices de implementación del MPI [6],

esta capa se desarrolla utilizando *Programación Orientada a Aspectos*, denominándose por ese motivo *capa aspectual*.

Las capas inferior y superior son respectivamente: la *capa lógica*, donde se encapsula la funcionalidad núcleo del sistema; y la *capa sensible al contexto*, encargada de registrar los usos recogidos del usuario, así como también todo tipo de parámetros contextuales que vayan siendo capturados a lo largo del proceso.

3. Aportaciones al proceso de adaptación. Un ejemplo

El acceso a servicios externos que ofrecen información semántica abre un abanico de posibilidades respecto a su utilización, junto con aspectos como la localización, en beneficio de la adaptación de la IU. En este sentido, la popularidad de GoogleMaps ha hecho aparecer diferentes alternativas que posibilitan incluir información semántica sobre elementos localizables en un mapa. Por ejemplo, KML⁴ es un formato de archivo que se usa para mostrar datos geográficos en un navegador. Por otra parte, basándose en la posición GPS actual de un dispositivo móvil, la DBPedia Mobile [1] renderiza un mapa conteniendo información sobre localizaciones cercanas, utilizando el API de GoogleMaps⁵ y aprovechando información proveniente de la Wikipedia. La información extraída se formaliza como información semántica dando lugar a la DBPedia⁶, un gran repositorio de información semántica fácil de integrar en las aplicaciones desarrolladas por terceras partes.

Con objeto de incluir información semántica en el proceso de adaptación, el primer paso a realizar consiste en conectarse a los servidores web semánticos de terceros, a fin de obtener el tipo de información que interese a cada momento. Para llevar a cabo dicha operación debe prepararse el envoltorio para la comunicación con dichos servidores y enviar la petición en el formato adecuado. En efecto, la información contextual a ser contrastada debe incorporar la descripción de las restricciones que dicho objeto debe satisfacer para constituir una entrada válida para el servicio

⁴ <http://earth.google.es/kml/>

⁵ <http://code.google.com/intl/es-ES/apis/maps/>

⁶ <http://dbpedia.org/About>

en cuestión. Este proceso lo facilita enormemente el hecho de que los servicios que ofrecen información semántica normalmente lo hacen a través de los denominados SPARQL EndPoints, puntos de acceso que reciben consultas SPARQL [5]. En segundo lugar, debemos preocuparnos de la recepción de los metadatos enviados por los servidores de terceros, su adaptación al contexto de uso de la aplicación solicitante y su transmisión en formato compatible al dispositivo que haya realizado la petición. Esta parte también se ve facilitada por el hecho de que los resultados se obtienen en otro formato estándar, RDF [2], que facilita la integración de los resultados.

La utilización de información semántica referente al contexto de uso hace necesario incluir un nuevo componente en la arquitectura del MPI, el denominado *analizador de metadatos*. Su función consiste en extraer la información semántica recibida del servidor para ser interpretada y convenientemente tratada en favor de la adaptación.

Disponemos de una aplicación ejemplo, basada en la arquitectura J2ME para dispositivos móviles. Concretamente, se trata de un software que realiza las funciones de una agenda personal. En este sentido, la plataforma de desarrollo J2ME permite, entre otros, integrar una serie de servicios de Google en su IU, como acceso al GMail, calendario y definición de tareas. Finalmente, proporciona acceso mediante el API de GoogleMaps y DBPedia a información semántica referente a elementos localizados en un mapa.

Las adaptaciones concretas que se podrían llevar a cabo son variadas. En primer lugar, las adaptaciones en base a la localización del dispositivo móvil se basan en el empleo de la tecnología de GoogleMaps combinada con metadatos localizados en la DBPedia, de manera parecida a DBPedia Mobile [2]. Además, esa información puede utilizarse también para la activación en tiempo real de alarmas o envío de SMS relacionados con la proximidad a lugares de interés para el usuario. La posibilidad de acceder a información sobre horarios de apertura de tiendas u otros establecimientos, junto con el día de la semana, permite discriminar la activación de avisos relacionados con dichas localizaciones en base a parámetros temporales.

Otro aspecto reseñable es que los metadatos descriptivos de los lugares marcados en un mapa inciden también sobre las adaptaciones de la IU.

Por ejemplo, elementos marcados como túneles pueden ser utilizados para aumentar el brillo de la pantalla del dispositivo, mientras que la IU se puede adaptar para que entregue avisos en modo vibrador cuando el usuario se encuentra en localizaciones catalogadas como bibliotecas.

Tal y como ha sido explicado anteriormente, la *capa aspectual* juega un papel crucial. En el caso del ejemplo se divide en tres unidades *aspecto* que se describen a continuación. El *aspecto CaptadorLogs* es el encargado de monitorizar y capturar los *logs* del usuario a lo largo de la interacción. El *aspecto MonitorEntorno* tiene también una función de monitorización, en este caso de los cambios producidos en los parámetros contextuales provenientes de los sensores. Conviene aclarar que quien se encarga de mantener actualizados estos parámetros es el *ModeloEntorno*, situado en la *capa sensible al contexto*. El *aspecto MonitorEntorno* tan sólo está pendiente de detectar cambios en los valores del entorno, notificando al motor de inferencia, que aparece representado por la clase *MotorInferencia*. Así mismo, este mismo *aspecto* se queda a la escucha de una respuesta por parte del servidor, a fin de dirigir las descripciones semánticas recibidas al componente destinado a analizarlas (la clase *AnalizadorMetadatos*, situada en la *capa sensible al contexto*). Por último, el *aspecto AdaptadorIU-Comportamiento* es el componente responsable de llevar a cabo las adaptaciones propiamente dichas, inferidas por el motor de inferencia. El componente *MIDletEnCurso* de la *capa lógica* representa la aplicación en curso.

La Figura 1 representa un esquema simplificado de dicha estructura software. En la *capa sensible al contexto*, a parte de las clases mencionadas anteriormente interviene también la componente *PerfilUsuario*. Su función es modelar todos los parámetros del usuario, tanto sus características estáticas como aspectos inferidos del patrón de actuación del usuario.

En la Figura 1 aparecen estereotipos específicos para representar dependencias de los *aspectos*. En particular, *catches* indica que el *aspecto* intercepta el código del componente con el que está relacionado y *injects* que altera el código del componente del que depende.

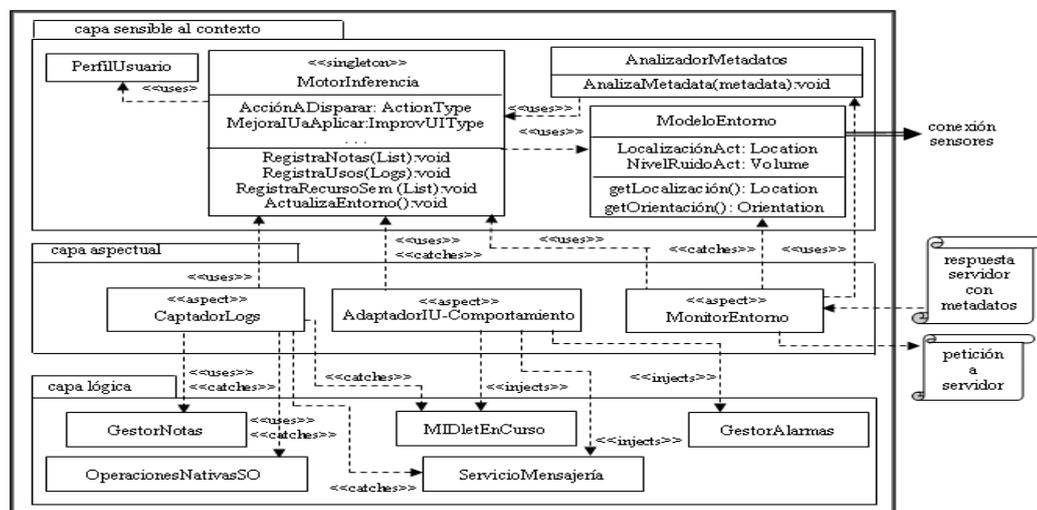


Figura 1. MPI para la optimización del entorno de ejecución móvil planteado

4. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se revisa el proceso de adaptación dinámica de la IU basado en la *visión dicotómica de plasticidad*, con el propósito de facilitar que usuarios móviles exploten el conocimiento almacenado en metadatos de web semántica mientras se desplazan en un entorno urbano, aumentando así la ubicuidad de dichos entornos. Dicha aportación resulta novedosa en el campo de la adaptación dinámica de la IU.

Como trabajo futuro se propone seguir incorporando técnicas procedentes del área de la web semántica en la adaptación de la IU. Así, por ejemplo, por lo que respecta a la generación automática de IUs por parte del Motor de Plasticidad Explícita, se plantea flexibilizar la información acerca del dominio recurriendo a ontologías. Se propone también la posibilidad de establecer enlaces con servicios web semánticos a través del modelado conceptual de la IU, donde no sólo el modelo de tareas, sino también otros modelos contextuales sean enriquecidos con anotaciones semánticas.

Agradecimientos

Parte del trabajo documentado en este artículo ha contado con el soporte del Ministerio de Ciencia e Innovación a través de los proyectos TIN2008-06228 y TIN2008-06596-C02-01.

Referencias

- [1] Becker, C., Bizer, C. DBpedia Mobile. 1st International Workshop about Linked Data on the Web, LDOW2008, 2008
- [2] Brickley, D., Guha, R. V. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. <http://www.w3.org/TR/rdf-schema>
- [3] Gauch1, S., Speretta1, M., Chandramouli1., A., Micarelli, A. User Profiles for Personalized Information Access. The Adaptive Web, LNCS 4321. Springer-Verlag, 2007, 54–89
- [4] Oliver, N., Smith, G., Thakkar, C., Surendran, A. SWISH: semantic analysis of window titles and switching history. Proc. of Int. Conf. on Intelligent User Interfaces, 2006
- [5] Prud'hommeaux, E., Seaborne, A. SPARQL Query Language for RDF. W3C Recommendation, 2008 <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>
- [6] Sendín, M. Infraestructura Software de Soporte al Desarrollo de Interfaces de Usuario Plásticas bajo una Visión Dicotómica. Tesis doctoral. Univ. de Lleida, 2007
- [7] Sendín, M., López, J.M. Contributions of Dichotomic View of Plasticity to Seamlessly Embed Accessibility and Adaptivity Support in User Interfaces. Advances on Engineering Software, 2009
- [8] Vermeulen, J., Vandriessche, Y., Clerckx, T., Luyten, K., Coninx, K. Service-Interaction Descriptions: Augmenting Services with User Interface Models. Engineering Interactive Systems, LNCS Vol. 4940/2008, 2008, 447-464

Sistemas Colaborativos y Groupware

Un Metamodelo para la Especificación de Reglas de Adaptación para Entornos Colaborativos

Víctor López Jaquero¹, Francisco Montero¹, Montserrat Sendín²,
Pascual González¹

¹LoUISE, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071, Albacete, España

²GRIHO, Universidad de Lleida, Av. Jaume II, 69, 25001, Lleida, España

{victor | fmontero | pgonzalez }@dsi.uclm.es / msendin@diei.udl.cat

Resumen

El diseño basado en modelos es la tendencia actual más prometedora en el desarrollo de sistemas software. Esta tendencia de desarrollo usando los modelos como artefactos de primer orden es también aplicable, a los cada vez más comunes, sistemas colaborativos. En estos sistemas existen, además de los requisitos y características habituales en cualquier sistema software, requisitos y características ligados directamente a las actividades de colaboración de este tipo de sistemas. Tanto la generación del propio sistema, como la adaptación al cambiante contexto de uso de las aplicaciones, se llevan a cabo a partir de la definición de reglas de transformación/adaptación. En este artículo se presenta un modelo para la especificación de dichas reglas para entornos colaborativos, con el objetivo de facilitar el diseño de las capacidades de adaptación para este tipo de sistemas.

1. Introducción

El desarrollo de software en general se encamina hacia una filosofía de desarrollo basada en modelos. Las propuestas de la OMG de desarrollo dirigido por modelos (MDD – *Model Driven Development*) van integrándose cada vez en los desarrollos de software. El desarrollo de interfaces de usuario no ha permanecido ajeno a dicha tendencia, y ya desde los años 90 [13] se ha venido apostando por este tipo de desarrollo basado en modelos, que ha sido denominado, dentro de la comunidad de interacción persona-ordenador, como *Desarrollo de Interfaces de Usuario Basado en Modelos* (MB-UID – *Model-Based User Interface Development*). Entre las ventajas de usar MB-UID podemos destacar: las mejoras en la reutilización de los diseños, la fácil

portabilidad de unas plataformas a otras, la generación automática de al menos parte del código o el mayor nivel de abstracción en las etapas de diseño.

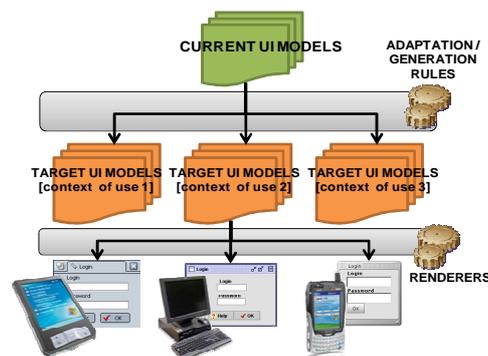


Figura 1. Proceso de adaptación/generación en MB-UID.

Las aproximaciones dirigidas por modelos se basan en el refinamiento sucesivo de modelos, partiendo de modelos más abstractos hasta transformarlos en modelos más concretos. Más exactamente, en el caso del MB-UID las aproximaciones más extendidas parten del modelo de tareas y dominio para llegar al modelo de interfaz de usuario final con el que interactúa el usuario [2]. Estos refinamientos sucesivos hacen uso de una serie de reglas de transformación que permiten la generación de los modelos más concretos a partir de los más abstractos (aunque también en algunos casos se soporta el proceso inverso) (véase la Figura 1).

De esta manera se irán transformando los modelos desde instancias que no están ligadas a ninguna plataforma ni modalidad hasta modelos que están ligados a plataformas concretas (por

ejemplo, una PDA o un PC) y a una modalidad concreta (por ejemplo, gráfica). Finalmente, los visualizadores (*renderers*) serán los encargados de generar el código final en distintos lenguajes, compilables (Java, .NET, ...) o interpretables (XUL, ...).

Sin embargo, además de la generación de la interfaz de usuario existe otro escenario donde es importante ser capaz de transformar unos modelos en otros: las aplicaciones adaptativas y adaptables. En este tipo de aplicaciones la interfaz de usuario debe ser transformada para acomodar dicha interfaz a la caracterización en un momento dado del contexto de uso de la interacción, es decir, de la situación concreta en que la aplicación está siendo utilizada. El contexto de uso se suele caracterizar describiendo el usuario o grupos de usuarios potenciales de la aplicación, el entorno físico donde sucede la interacción y la plataforma o plataformas (tanto software como hardware donde se ejecuta la aplicación). En una aproximación basada en modelos, donde se dé soporte a la adaptación, los modelos son transformados para generar versiones adaptadas a las nuevas condiciones del contexto de uso. Normalmente el modelo que describe la interfaz de usuario de una manera abstracta (CUI según la terminología presentada en [2]) es el modelo más comúnmente transformado. Por ejemplo, si se cambia el tamaño de pantalla disponible se podría modificar la interfaz reemplazando las selecciones usando casillas de verificación (*check boxes*) por listas desplegables que ocupan mucho menos espacio [8]. Otra posible adaptación sería paginar la interfaz de usuario mostrando sólo las tareas necesarias en cada momento. Microsoft Word 2007© realiza este tipo de adaptaciones, donde cuando se reduce el tamaño de las ventanas va dejando sólo visibles las funcionalidades más comúnmente utilizadas.

De esta manera, las reglas de adaptación son realmente necesarias en las actuales prácticas de desarrollo de interfaces de usuario. Sin embargo, en la mayoría de los sistemas con capacidades de adaptación, dichas reglas son diseñadas de una manera ad-hoc. Por lo tanto, la mayoría de estos sistemas utilizan lo que nosotros denominamos adaptación *hardcoded*. En este tipo de adaptación, el código necesario para realizar las adaptaciones está totalmente mezclado con el resto del código de la aplicación, haciendo que la reutilización de las capacidades de adaptación sea prácticamente

imposible. El camino que conduce hacia la utilización de un nivel de abstracción mayor en el diseño de las adaptaciones es lo que nosotros denominamos adaptación ingenieril [7].

La necesidad de diseñar las capacidades de adaptación de una manera ingenieril hace necesario el diseño de las reglas de adaptación que gobernarán el funcionamiento de dichas capacidades de una manera también ingenieril. En [8] se propone un metamodelo orientado a la especificación de reglas de adaptación desde un punto de vista genérico. También se presenta la herramienta T:XML como medio para asistir en el diseño, tanto de reglas de adaptación como de transformación, dentro de un entorno de desarrollo dirigido por modelos.

Sin embargo, en dicho trabajo no se cubre la descripción de reglas de adaptación/transformación diseñadas para las características específicas que presentan las aplicaciones colaborativas, donde aspectos como por ejemplo con qué usuarios se está colaborando en cada momento cobran una gran importancia. El desarrollo de productos groupware contempla múltiples desafíos y requisitos adicionales a los que dar respuesta, frente al que podríamos denominar software tradicional. Dichas necesidades pueden justificar la idoneidad de acuñar nuevas denominaciones y de identificar dimensiones adicionales de lo que supone la calidad de dichos productos software, como pudiera ser la *usabilidad colaborativa* [15]. Pero este tipo de software tiene que seguir aspirando al logro de la calidad y, en ese ámbito, hay que considerar las facilidades de adaptación que todo tipo de software debería facilitar.

En este trabajo se describe una ampliación del modelo presentado en [8], donde se enriquece el metamodelo de regla de adaptación/transformación para reflejar las particularidades que las aplicaciones colaborativas presentan.

En la siguiente sección se introduce el concepto de consciencia de espacio de trabajo, como base para el metamodelo para especificación de reglas de adaptación/transformación en entornos colaborativos presentado en la sección 4. En la sección 3 se presenta el modelo de regla de adaptación/transformación que sirve como fundamento del modelo presentado en la sección 4. Para ilustrar el uso del metamodelo propuesto,

un ejemplo es descrito al final de la sección 4. El artículo finaliza con una sección dedicada a las conclusiones y trabajos futuros.

2. Consciencia de espacio de trabajo (*workspace awareness*)

En [6] se presenta un marco de trabajo para aplicaciones colaborativas (*groupware*) en tiempo-real, caracterizando lo que los autores denominan *workspace awareness*. Siguiendo las recomendaciones de [6] se han presentado diferentes propuestas de desarrollo de aplicaciones *groupware*, por ejemplo [5, 10, 12, 1]. Este concepto se define como la comprensión actualizada al momento de la interacción de otra persona con un espacio de trabajo compartido.

Categoría	Elemento	Pregunta específica
Quién	Presencia	¿Hay alguien en el espacio de trabajo?
	Identidad	¿Quién está participando? ¿Quién es?
	Autoría	¿Quién está haciendo eso?
Qué	Acción	¿Qué están haciendo?
	Intención	¿De qué objetivo forma parte esa acción?
	Artefacto	¿Sobre qué objetos están trabajando?
Dónde	Lugar	¿Dónde están trabajando?
	Mirada	¿Dónde están mirando?
	Vista	¿Qué pueden ver?
	Alcance	¿A dónde pueden llegar?

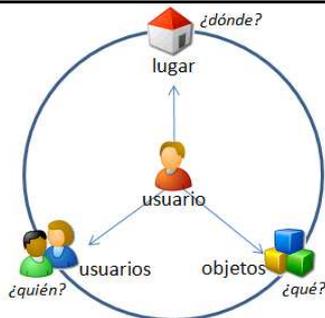


Figura 2. Elementos del *workspace awareness* para la dimensión de tiempo actual.

Esta dimensión de tiempo real que se plantea en este artículo es totalmente compatible con la necesidad de ser capaz de caracterizar en qué momento se debe aplicar cierta regla de

adaptación de acuerdo al contexto de uso grupal presente en cada momento. Este contexto de uso de grupo tendrá por lo tanto que ser capaz de reflejar el estado actual de una aplicación colaborativa, incluyendo las plataformas usadas (tanto software como hardware), el entorno físico donde está teniendo lugar la interacción para los distintos participantes en la aplicación colaborativa, una descripción de las características relevantes de dichos participantes, así como de la situación grupal que planteamos reflejarla mediante el modelado del *workspace awareness*.

Dicho *workspace awareness* se compone de la especificación de tres dimensiones: QUIÉN, QUÉ, DÓNDE (véase la Figura 2). A dichas dimensiones también se les puede aplicar una dimensión temporal, y considerar el *workspace awareness* tanto actual como en el pasado. En [6] se encuentran resumidas las características que describen las tres primeras dimensiones anteriores considerando sólo la dimensión de tiempo actual. La dimensión de tiempo en el pasado de la caracterización del *workspace awareness* implicaría mantener un histórico de las características presentes en la dimensión actual del *workspace awareness*.

3. Un Metamodelo para Reglas de Adaptación/Transformación

En la parte inferior de la Figura 4 se puede observar el metamodelo para las reglas de adaptación propuesto en [8]. En este metamodelo, una regla de adaptación se especifica en términos de los eventos del contexto de uso que disparan la regla de adaptación, los sensores que producen dichos eventos, los datos a los que la regla de adaptación necesita acceder (leer/escribir), la transformación que debe producirse como resultado de la aplicación de la regla, y por último, la precondition del contexto.

La regla de adaptación es disparada por eventos del contexto. Estos eventos representan los distintos cambios en el contexto de uso detectados por los sensores. Un evento del contexto puede ser producido por más de un sensor, de manera que la misma regla puede ser disparada fácilmente por distintos eventos de entrada.

Los sensores pueden ser tanto software como hardware. Los sensores hardware están integrados

en la plataforma hardware donde se ejecuta la aplicación. Por otro lado, los sensores software son programas incluidos en las aplicaciones que capturan información. Por ejemplo, un sensor software se podría añadir para capturar el tiempo ocioso del usuario cuando usa la aplicación. Tanto los sensores software como los sensores hardware pueden especializarse para detectar cambios en la plataforma, el usuario o el entorno físico. Uno de los atributos más importantes de un sensor es el tipo de datos (*dataType*). Este atributo almacena el tipo de datos de la información que captura el sensor.

Cada regla tiene una precondición del contexto. La precondición del contexto especifica las condiciones necesarias que el contexto de uso actual debe cumplir para que la regla de adaptación sea aplicable. Por ejemplo, se puede expresar que el valor del parámetro capturado por el sensor debe ser mayor que un valor específico.

La clase *AdaptationRule* contiene la información genérica de la regla. Incluye su nombre, una descripción de lo que hace la regla (para que sea más sencillo entender su propósito) y una prioridad. El primer nivel del control de selección de reglas es elegir aquellas que tengan una prioridad menor. Para la evaluación de las precondiciones del contexto y la ejecución de la regla de adaptación, es necesario acceder a ciertos modelos y datos. En la clase data se representan los recursos necesarios para la ejecución/evaluación de la regla. Esto es especialmente importante cuando se usan sistemas multi-agente [9] o distribuidos en general para realizar el proceso de adaptación, ya que los recursos están distribuidos y deben ser compartidos por distintas entidades.

La clase *transformation* representa la especificación de la propia adaptación de la interfaz de usuario. Contiene un conjunto de transformaciones de modelos. Estas transformaciones pueden ser expresadas en cualquier lenguaje de transformación de modelos: QVT, ATL, XSLT, gramáticas de grafos, etc [3]. El atributo *transformationType* almacena en qué lenguaje se encuentran dichas transformaciones.

4. Extendiendo el Metamodelo de Regla de Adaptación/Transformación para Entornos Colaborativos

La componente grupal de las reglas de adaptación/transformación caracterizada de acuerdo al concepto de *workspace awareness* está agrupada bajo el concepto de *groupAwareness* (véase la Figura 4). Cabe destacar que dicho concepto es una agregación de las percepciones individuales de los distintos usuarios del grupo. Es decir es una colección de percepciones particulares, entendida ésta como: “La percepción o entendimiento que cualquier miembro de un grupo de trabajo tiene de las actividades desarrolladas por los demás miembros desde una perspectiva individual, el cual proporciona un contexto para la propia actividad que deberá ser considerado por el propio miembro del grupo con el objetivo de llevar a cabo la actividad grupal de manera colaborativa” [4]. A continuación se describirán las tres dimensiones anteriormente descritas para el tiempo presente (véase la Figura 3). Sin embargo, debe destacarse que algunos de los elementos de dichas dimensiones podrían bien ser clasificados dentro de las dimensiones de CÓMO y CUÁNDO. Se ha preferido mantener la organización original del artículo de [6] para hacer más sencilla la comprensión del modelo siguiendo la estructura de dicho artículo. En la sección 4.4 se presenta una discusión sobre qué elementos debieran ser incluidos en las dimensiones de CÓMO y CUÁNDO.

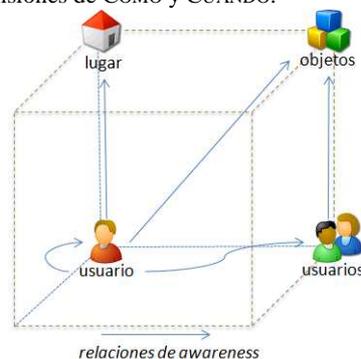


Figura 3. Relaciones de awareness.

Muchos de los ejemplos y soluciones de diseño utilizados en el desarrollo de productos groupware que serán utilizados en las próximas secciones están disponibles en la literatura y documentados utilizando patrones. Muchas de estas contribuciones fueron analizadas en [11].

4.1. QUIÉN

Con esta dimensión se desea describir quiénes son los usuarios implicados en la interacción colaborativa en cada momento.

Los primeros elementos a considerar son la presencia y la identidad de los participantes en la actividad colaborativa. Hay diferente experiencia documentada que aboga por dicha consideración p.e.: patrón USER LIST, INTERACTIVE USER INFO y GROUP [14]. El metamodelo presenta el concepto de usuario, para describir las características más relevantes del usuario, como miembro del grupo de trabajo. Los usuarios se pueden organizar en equipos (*Teams*), como subconjuntos del grupo de trabajo, o bien trabajar conjuntamente en un único equipo. En este último caso sería equivalente hablar de equipo que de grupo de trabajo. En cualquier caso, la unión de todos los equipos dará lugar al grupo de trabajo (*workGroup*). Los miembros de los equipos serán los participantes en la actividad colaborativa. Es también necesario conocer en relación a quién se desea realizar la descripción del *workspace awareness*, ya que en algunas ocasiones la interfaz de usuario será común para todos los participantes, pero no tiene por qué serlo en otras muchas ocasiones. Para saber cuál es el usuario respecto al cuál se desea realizar la caracterización se ha incluido la relación *currentUser*, que representa cuál es el usuario actual (en caso de que sea necesario).

El tercer elemento a considerar en esta dimensión es la autoría, es decir, quién hace qué. Para ello cada usuario tendrá un avatar asociado, que puede ser un avatar en un mundo virtual, una imagen, un telepuntero (p.e.: patrón TELEPOINTER [14]), u otro medio que permita a otros usuarios percibir qué está haciendo cada usuario (p.e.: patrón REMOTE CURSOR, REMOTE SELECTION, REMOTE FIELD OF VISION, ACTIVE NEIGHBORS y ACTIVITY INDICATOR [14]).

Tanto en un entorno no colaborativo, como en uno colaborativo, es importante conocer qué roles está desempeñando cada usuario en un momento dado (p.e.: patrón MENTOR, VIRTUAL ME [14]). Por lo tanto, en el modelo se han considerado los roles que potencialmente un usuario puede tomar (relación *canTake*) y los roles que actualmente desempeña (relación *currentRoles*).

4.2. QUÉ

En esta dimensión lo que se desea es describir qué están haciendo los usuarios en el entorno colaborativo. En este sentido se plantean tres aspectos: (1) Qué está haciendo el usuario, (2) Cuáles son las intenciones de los usuarios, y (3) Qué objetos están usando los usuarios para llevar a cabo sus acciones. Nuevamente, la necesidad de considerar estos aspectos está justificada en la presencia de experiencia de diseño que lo sugiere, por ejemplo, para (1): patrón ACTIVITY INDICATOR, ACTIVITY LOG, ALIVENESS INDICATOR [14], relacionado con (2) patrón DIGITAL EMOTIONS, FEEDBACK LOOP, AVAILABLE STATUS [14], y relacionado con (3): patrón REMOTE SELECTION, REMOTE CURSOR, NOMADIC OBJECTS, REPLICATED OBJECTS [14].

QUÉ está haciendo el usuario se representa mediante la relación *currentTask*. Dicha relación modela qué tarea está realizando el usuario en cada momento. La relación reflexiva *includes* en *task* representa la descomposición de tareas hasta llegar a tareas atómicas que no pueden ser descompuestas. Las tareas son el medio para conseguir realizar una actividad (*activity*), la cual contribuye a realizar una meta del usuario (*goal*). La relación *userIntentions* determina las metas actuales del usuario, es decir el segundo aspecto considerado en el QUÉ está haciendo el usuario. El tercer aspecto, es modelado mediante la relación *manipulates*. Dicha relación conecta cada tarea con las clases del dominio de la lógica del negocio que manipula para llevar a cabo su cometido. Por ejemplo, si una tarea realiza la labor de registro tendrá que manipular alguna clase *usuario* que realice la comprobación de si los datos de registro son válidos o no.

4.3. DÓNDE

En esta dimensión se describen aspectos relacionados con el lugar donde sucede la interacción, pero no el lugar físico, si no el lugar dentro del entorno colaborativo. De igual manera que ocurre en las secciones anteriores existe experiencia que acompaña y refuerza la necesidad de considerar esta dimensión, por ejemplo pueden considerarse los patrones: COLLABORATIVE SESSION, ROOM, WELCOME AREA o INVITATION [14].

Esta dimensión se descompone en los siguientes aspectos: (1) Localización de dónde se

están realizando las tareas, (2) Hacia dónde están mirando los usuarios, (3) Qué vista tienen los usuarios del entorno colaborativo, (4) y finalmente qué está al alcance de los usuarios.

La localización es descrita mediante la relación *lastWidgetUsed*. Esta relación expresa cuál fue el último elemento de la interfaz que fue manipulado por cada usuario dentro del entorno

colaborativo. Esta información será normalmente adquirida a partir de la monitorización de uso de los usuarios en la realización de las tareas. Los *widgets* son representados como *CUI Elements*. Estos elementos son independientes de la plataforma, y serán distintos para cada modalidad de interacción.

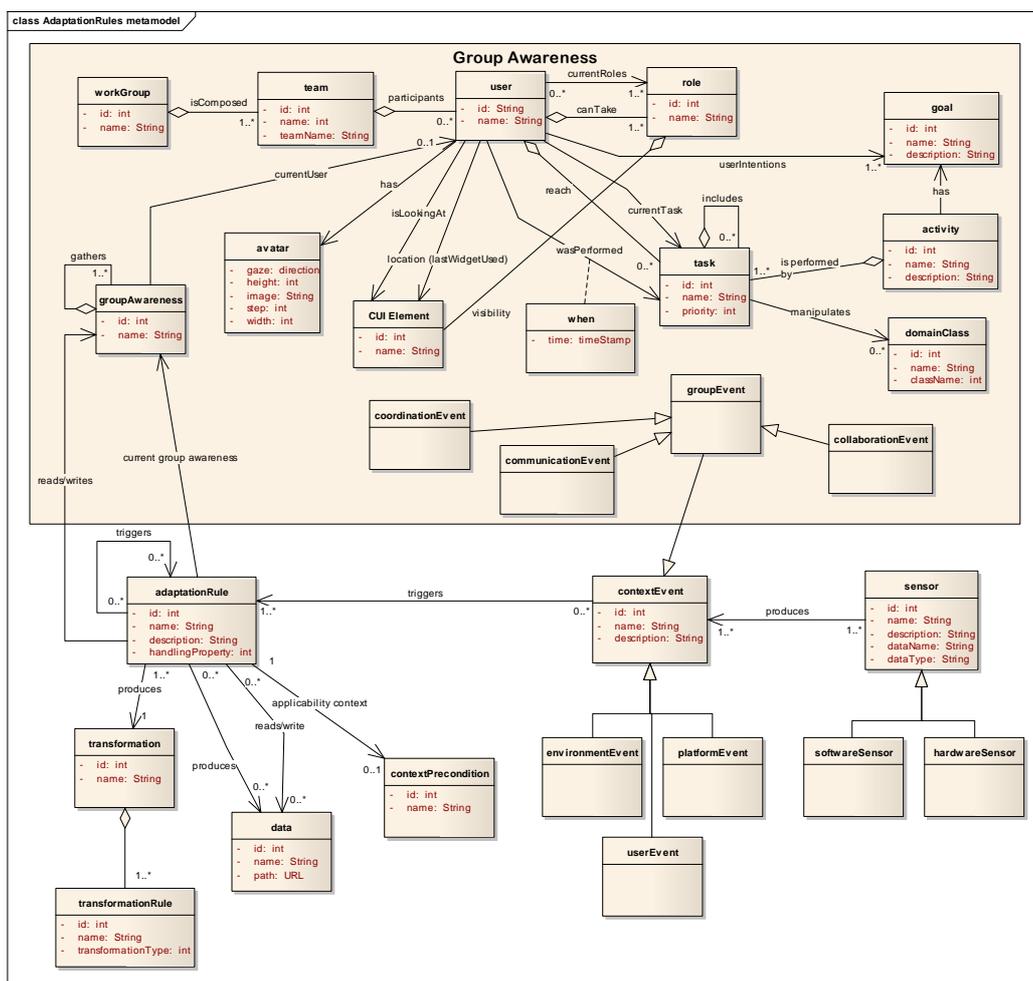


Figura 4. Metamodelo de regla de adaptación/transformación colaborativa.

Hacia dónde está mirando el usuario es un aspecto especialmente relevante en los entornos virtuales colaborativos [10], donde el avatar del usuario cobra una gran importancia, al ser el vehículo del usuario a través del cual éste realiza

las tareas. Este aspecto es modelado mediante dos elementos. El avatar tiene un atributo *Gaze* que representa hacia dónde está mirando el avatar dentro de un entorno virtual colaborativo. Sin embargo, también es de interés saber a qué parte

del entorno está mirando el usuario, por ejemplo obteniendo ese dato a partir de un equipo de *eye-tracking*. A qué parte de la interfaz de usuario está mirando el usuario es representado a partir de la relación *isLookingAt* entre el usuario y los elementos de la interfaz de usuario (*CUI Element*) hacia los que está apuntando su mirada.

Las partes de la interfaz que están al alcance del usuario se describen como la agregación de tareas (*tasks*) que están al alcance del usuario, y que se refleja en el metamodelo mediante la relación de agregación *reach* entre el usuario y las tareas. Además, se considera un concepto adicional relacionado con las tareas al alcance del usuario, que es la visibilidad. La visibilidad define qué elementos de la interfaz de usuario son visibles para el rol. Dicho concepto se representa mediante la relación *visibility* entre el rol y los elementos de la interfaz de usuario que son visibles para ese rol.

4.4. CUÁNDO Y CÓMO

Es importante considerar dos dimensiones adicionales en la descripción de una regla de adaptación para entornos colaborativos que no son directamente consideradas por el trabajo de [6] para el tiempo presente: Cuándo y Cómo. De igual manera que ocurre en las secciones anteriores existe experiencia que acompaña y refuerza la necesidad de considerar esta dimensión, por ejemplo pueden considerarse los patrones: TIMELINE, PERIODIC REPORT, PERSISTENT SESSION o BLIND DATE[14].

En el metamodelo presentado la dimensión CUÁNDO es considerada para situar en el tiempo cuándo una tarea es realizada. De esta manera existe una relación *wasPerformed* que indica que un usuario ha realizado una tarea. Para indicar en qué momento se realizó dicha tarea se considera la clase asociación *when*, en cuyo atributo *time* se almacena el momento en que se termina de realizar la tarea. La dimensión CÓMO ya es considerada en las dimensiones anteriores. Por ejemplo, con la relación *manipulates* entre las tareas y las clases del dominio se especifica qué objetos se usan para realizar la tarea.

4.5. LOS EVENTOS EN APLICACIONES COLABORATIVAS. UN EJEMPLO

En la sección 3 se describía como los eventos del contexto disparan las reglas de adaptación. Sin embargo, cuando hablamos de aplicaciones colaborativas existen otros tipos de eventos extras que deben ser considerados. En concreto los eventos grupales (*groupEvents*) en nuestro metamodelo representan aquellos eventos que son característicos de aplicaciones colaborativas, como son los producidos por actividades de colaboración, coordinación o comunicación. Por lo tanto, en el metamodelo el concepto de evento de grupo ha sido especializado en eventos de colaboración, eventos de coordinación y eventos de comunicación, de manera que se reflejen estos tipos de eventos específicos de sistemas colaborativos.

La mayoría de los conceptos manejados en el metamodelo han sido aplicados en la construcción de reglas de adaptación para la herramienta de groupware de código abierto denominada Lucane¹. Lucane es una herramienta groupware que ofrece un conjunto de servicios comunes de soporte al trabajo en grupo. Algunos de ellos son: servicio de foro, calendario grupal, servicio de mensajería, lista de tareas compartidas (*todo list*), notas y compartición de archivos. No obstante, Lucane no ofrece ningún tipo de consideración adicional relativa al contexto de uso en el que se encuentra el grupo de trabajo. Es por ello que se le han incorporado una serie de reglas de adaptación, a fin de proveerla de ciertos aspectos de *awareness*. Con ello conseguimos que la herramienta sea consciente de las distintas contribuciones y acciones llevadas a cabo por cada miembro, tanto a nivel individual como a nivel de todo el grupo. En particular, nos referimos a la aplicación de adaptaciones que reflejen el seguimiento grupal que se está llevando a cabo, por ejemplo, como resultado de la inferencia de ciertas propiedades globales o consideraciones generales en beneficio del grupo.

Concretamente, nos fijaremos en dos reglas directamente relacionadas entre sí. Se trata de la Regla A, denominada “Vinculación de tareas con el Calendario” y la Regla B, denominada “Completitud de tareas grupales”.

La Regla A consiste en hacer visible en el Calendario grupal todas aquellas tareas (tareas que

¹ <http://developer.berlios.de/projects/lucane/>

incluyen una fecha estimada de finalización) que un usuario individual considera oportuno compartir con el resto del grupo. La idea es tratar esas tareas como citas grupales fijadas para la fecha prevista, las cuales involucran a todos los miembros del equipo de trabajo.

En este caso, el evento que dispara la regla se produce cuando el usuario selecciona el elemento de la interfaz que indica que desea hacer visible la nueva tarea en el Calendario grupal. Cabe destacar, por tanto, que el sensor de dicho evento es de tipo software y el atributo *dataType* es de tipo lógico. Los datos a manejar en esta regla son todos los relativos a la tarea en cuestión. Como ya se ha indicado, la transformación consiste en la inserción de dicha tarea como una cita más del Calendario grupal.

La Regla B consiste en dar a conocer a todos los miembros del grupo de trabajo que una determinada tarea grupal ha sido finalizada por uno de sus miembros, diferenciando visualmente si la fecha de finalización cae dentro del plazo estimado, o bien se ha producido un cierto retraso. En nuestro caso se ha optado por utilizar distintos colores, mostrando también la fecha efectiva de finalización. Adicionalmente, soportándose en la parte de servidor, va confeccionándose un historial de tareas completadas por parte de cada miembro, quedando así registrado un seguimiento completo e individualizado de cada usuario. Disponer del historial permite deducir lo que hemos denominado “nivel de compromiso” de un usuario. Nos referimos a una valoración del nivel de cumplimiento de las fechas estimadas para las tareas grupales. Por supuesto, esta valoración se obtiene en relación al resto de los miembros del equipo, a modo de ranking, constituyendo un ejemplo de propiedad grupal. La detección del miembro del grupo con mayor nivel de compromiso puede ser útil para aplicar ciertas consideraciones generales, en la línea, por ejemplo, de premiar a dicho usuario otorgándole ciertos privilegios. En contrapartida, eso podría repercutir en una motivación adicional y, en definitiva, un beneficio para el grupo. Disfrutar de esos privilegios puede interpretarse también como el desempeño de un determinado rol diferenciado.

En este caso, el evento que dispara la regla se produce cuando el usuario indica que ha finalizado una tarea grupal. El correspondiente sensor es, nuevamente, de tipo software y el atributo *dataType* es de tipo fecha (la fecha

efectiva de finalización). Los datos que se manejan son básicamente las fechas de finalización estimada y real. La transformación a producirse, como ya se ha indicado, conlleva por un lado la correspondiente indicación visual de que ese evento ha finalizado, y por otro lado el hecho de que cada usuario llega a conocer el nivel de compromiso con el que cuenta a cada momento. En la siguiente sección serán discutidas las aportaciones del trabajo presentado, así como posibles extensiones del mismo.

5. Conclusiones

El diseño de interfaces de usuario basadas en modelos con capacidades de adaptación requiere diseñar las propias adaptaciones. Dichas adaptaciones pueden ser descritas de acuerdo a reglas de adaptación. Esto es también aplicable a entornos colaborativos. Sin embargo, en entornos colaborativos aparecen aspectos de colaboración, comunicación y coordinación que no presentan las aplicaciones no colaborativas. En este artículo se ha presentado un metamodelo de regla de adaptación colaborativa que permite sustentar el diseño de reglas de adaptación para entornos colaborativos. El modelo está orientado a aplicaciones colaborativas diseñadas siguiendo una aproximación basada en modelos, pero es aplicable a aplicaciones colaborativas en general.

Actualmente se está trabajando en incluir las particularidades que el metamodelo presentado incluye para los entornos colaborativos dentro de T:XML [8], una herramienta que, actualmente, asiste en el diseño de reglas de transformación y adaptación para entornos no colaborativos.

Agradecimientos

Las actividades descritas en este artículo están parcialmente financiadas por los proyectos PEII09-0054-9581 y PII2I09-0146-8894, financiados por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, y el proyecto CICYT TIN2008-06596-C02-01, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de España. Los autores desean agradecer a Juan José Pardo las sugerencias y apoyo recibido en el desarrollo del caso de ejemplo.

Referencias

- [1] Anzures-García, M., Hornos, M. J., Paderewski, P.: Architecture for Developing Adaptive and Adaptable Collaborative Applications. *ECSA 2007*: 271-274
- [2] Calvary, G., Coutaz, J., Thevenin, D., Limbourg, Q., Bouillon, L., Vanderdonckt, J.: 'A Unifying Reference Framework for Multi-Target User Interfaces'. *Interacting with Computers* 15,3 (June 2003) 289–308.
- [3] Czarnecki, K., Helsen, S.: Feature-based survey of model transformation approaches. *IBM Syst. J.* 45, 621-645 (2006).
- [4] Dourish, P. and Bellotti, V. Awareness and coordination in shared workspaces. In *Proc. of the ACM conference on Computer-supported cooperative work (CSCW'92)*, pages 107-114, New York, NY, USA, 1992. ACM Press. ISBN: 0-89791-542-9.
- [5] Garrido, J.L. AMENITIES: una metodología para el desarrollo de sistemas cooperativos basada en modelos de comportamiento y tarea. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 2003
- [6] Gutwin, C., & Greenberg, S. (2002). A Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-Time Groupware. *Computer Supported Cooperative Work* , 411-446.
- [7] López Jaquero, V., Vanderdonckt, J., Montero, F., & González, P. (2007). ISATINE: Un Marco de Trabajo Para la Adaptación de Interfaces de Usuario. *Proc. of VIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción'2007*. Zaragoza.
- [8] López-Jaquero, V., & Montero, F. (2009). Diseño de Reglas de Adaptación y Transformación para Interfaces de Usuario. *Proc. of X Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción'2009*. Barcelona.
- [9] López-Jaquero, V., Montero, F. and Gonzalez, P. AB-HCI: an interface multi-agent system to support human-centred computing ,*IET Softw.* 3, 14 (2009), DOI:10.1049/iet-sen:20070108
- [10] Molina Massó, J. P. *Enfoque estructurado para el desarrollo de interfaces de usuario 3D*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, 2008.
- [11] Montero, F., López-Jaquero, V., González, P. Documentación de la experiencia relacionada con el groupware. *Proc. of VIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción'2007*. Zaragoza.
- [12] Penichet, V. Ruiz Modelo de Proceso para el Desarrollo de Interfaces en Entornos CSCW Centrado en los Usuarios y Dirigido por Tareas. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha, 2007
- [13] Puerta, A.R. A Model-Based Interface Development Environment. *IEEE Software*, pp. 40-47, 1997.
- [14] Schümmer, T., Lukosch, S. Patterns for computer-mediated interaction. John Wiley and sons. Ltd., 2007
- [15] Tobarra, M., Montero, F., Gallud, J.A.: Usabilidad colaborativa: Caracterizando la usabilidad en entornos colaborativos. *Proc. of IX Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción'2008*, Albacete.

Modelado del Awareness para el Desarrollo de Sistemas Colaborativos

José Figueroa Martínez
Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
18071 Granada
jfigueroa@ugr.es

F. L. Gutiérrez Vela
Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
18071 Granada
fgutier@ugr.es

Resumen

El Awareness como conocimiento actualizado del entorno, es un aspecto vital para la interacción y la colaboración. A lo largo de la historia, los sistemas colaborativos han ido mejorando su soporte, sin embargo, el Awareness sigue siendo un concepto complejo, ambiguo e infravalorado, lo que dificulta su completa integración en los sistemas informáticos. Las formas de incluirlo en el desarrollo siguen siendo variadas y en ocasiones, incompatibles. En este trabajo proponemos un conjunto de modelos conceptuales que le permiten a los desarrolladores definir los requerimientos de Awareness en el sistema a nivel de requisitos y que fijan las bases para un desarrollo basado en modelos que incorpore aspectos de Awareness. Esto permite incluir el soporte básico del Awareness en general desde el inicio del desarrollo, contando con este conocimiento durante todo el desarrollo y el mantenimiento del sistema. Además, el uso de estos modelos permite reutilizar el conocimiento generado y tener un punto de comparación para medir la calidad del soporte del Awareness en el sistema desarrollado.

1. Introducción

El Awareness tiene un papel determinante en cualquier proceso colaborativo. Si el sistema no proporciona Awareness, no hay una interacción efectiva. Sin interacción efectiva, no hay colaboración [2].

Todos los sistemas colaborativos necesitan mecanismos para proveer Awareness. De ahí la importancia de contar con buenas herramientas y técnicas para su manejo durante desarrollo del sistema, ya que sin ellas, el soporte del Awareness llega a ser defectuoso, provocando pérdidas de tiempo y dinero, y en muchos casos, que el

producto desarrollado no cumpla las necesidades reales de los usuarios [7].

Comúnmente, el Awareness se ha tenido en cuenta a nivel de diseño. Existen varias propuestas que aportan herramientas para soportar el Awareness en sistemas informáticos. Este es el caso de toolkits como Groupkit [21], Maui [12] y el desarrollado por Raikundalia [20], los cuales están enfocados al soporte del Workspace Awareness en sistemas Groupware.

También se han propuesto marcos de trabajo a nivel de diseño como el propuesto por Kirsch-Pinheiro [16] para el soporte del Awareness de eventos pasados en sistemas Groupware.

A nivel conceptual, existen algunos marcos teóricos como el propuesto por Carl Gutwin [11], que se enfoca en el entendimiento del Workspace Awareness. Uno de los trabajos de John Carroll [2] se enfoca en entender el *esfuerzo conjunto* en términos del Activity Awareness. El trabajo de Mica Endsley [6] cubre todos los aspectos teóricos del Awareness, enfocándose en el Situation Awareness, y que es base para los modelos que nosotros vamos a proponer.

Gallardo [8] propone una conceptualización de los aspectos más importantes del Awareness en los sistemas Groupware, enfocándose en la generación automática de interfaces de usuario con soporte de Awareness. Su principal interés se centra en proporcionar el Workspace Awareness y el Group Awareness, dejando de lado otros tipos de Awareness como el Knowledge Awareness.

Metaxas [17] propone un modelo formal de Awareness. Sin embargo, su utilización en el desarrollo de un sistema como herramienta conceptual queda fuera del alcance su propuesta.

Drury [5] propone un marco de trabajo para la especificación y evaluación del soporte del Awareness en aplicaciones colaborativas síncronas. Su definición del Awareness se basa en el conocimiento de la identidad y de las

actividades de los colaboradores, lo cual es suficiente para muchos entornos. No obstante, quedan fuera varios tipos de Awareness utilizados comúnmente en los sistemas colaborativos.

En los sistemas interactivos, el Awareness se ve reflejado sobre todo en las Interfaces de Usuario. En este tipo de sistemas se ha tenido en cuenta a nivel de diseño y sobre todo, a nivel de implementación, incorporando mecanismos que generan Awareness pero de una forma no controlada y muchas veces errónea. Parte de esto se debe a la falta de bases conceptuales para describir el Awareness y su soporte en los sistemas de software [19].

Aún contando con una gran cantidad de técnicas y herramientas para el soporte del Awareness, no queda claro cuando se debe tener en cuenta durante el desarrollo de un sistema colaborativo. Puede ser desde la orientación del sistema, es decir, en las fases de análisis. Puede ser desde el diseño y desarrollo de las interfaces de usuario. Puede ser desde el mantenimiento del sistema, cuando los usuarios empiecen a pedir apoyo en sus procesos de colaboración.

Con el fin de aportar una mejora a esta situación, hemos analizado las diferentes formas del Awareness para encontrar una base común, la cual nos ha permitido desarrollar un conjunto de modelos conceptuales que le permiten a los desarrolladores de sistemas informáticos definir y tener en cuenta los requerimientos de Awareness desde las fases iniciales del análisis de requisitos del sistema. Estos modelos, que además proporcionan una plataforma cognitiva aprovechable a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema, permiten definir cualquier forma de Awareness a nivel conceptual.

Estos modelos también pueden utilizarse para mejorar la calidad de los sistemas desarrollados en lo que respecta al Awareness que deben soportar. Esto se consigue, en gran medida, facilitando el trazado de los requisitos de Awareness a través de los distintos elementos del modelado, del diseño y de la implementación final del sistema.

2. Awareness

En términos muy generales, el Awareness se utiliza para describir “el conocimiento de lo que está pasando” [6]. Sin embargo, para su estudio y soporte, el Awareness ha ido recibiendo diversas definiciones en diferentes contextos. Aunque estas

definiciones permiten centrarse en un dominio de uso específico, también dificultan una visión general unificada de lo que es el Awareness, lo cual ha afectado a su soporte y utilización.

Una de las definiciones de Awareness más populares es proporcionada por Paul Dourish [4], quien define el Awareness “como el entendimiento de las actividades de los demás, lo cual provee un contexto para nuestras propias actividades”, definido en el contexto de los editores de texto colaborativos.

Carl Gutwin y Saul Greenberg se han centrado en el Awareness necesario para trabajar en grupo, al cual han llamado Workspace Awareness [9,10].

John Carroll [1,2] aporta estudios sobre el Activity Awareness, el cual divide en 4 facetas: base común, prácticas comunales, capital social y desarrollo humano. En estos estudios, el Activity Awareness engloba una gran cantidad de conocimiento que se va generando con la realización de las actividades colaborativas.

Autores como Hiroshi Ogata [18] y Cesar Collazos [3] han trabajado en los entornos de aprendizaje colaborativo, proponiendo formas como el Knowledge Awareness y el Shared-Knowledge Awareness respectivamente, los cuales pueden verse como el Awareness del conocimiento compartido y de su construcción, lo cual es altamente beneficioso en estos entornos.

Mica R. Endsley [6] define el Situation Awareness como “*la percepción de los elementos del entorno en un volumen de espacio y tiempo, la comprensión de su significado y la proyección de su estatus en un futuro cercano*”. El contexto de esta aportación se centra en el Awareness de los pilotos de vehículos militares. Sin embargo, esta definición es claramente genérica a cualquier “situación”. Es decir, puede aplicarse para definir cualquier otro tipo de Awareness, como los anteriormente mencionados.

Como se ve en la definición anterior, percepción, comprensión y proyección son los tres componentes del Awareness que nos facilitan el conocimiento actualizado del entorno o de algún ente existente en él.

Los elementos del entorno se refieren a cualquier elemento conceptual del que se requiera tener Awareness. Por ejemplo, un individuo puede adquirir Awareness de la Localización e Identidad de otro individuo, o de su volumen al hablar, o de su temperatura exterior.

El conjunto de elementos del entorno percibido por uno o más individuos forma lo que nosotros llamamos un “Tipo de Awareness”. Es decir, un Awareness determinado se forma a partir de la percepción de un conjunto específico de elementos de algún ente del entorno, su comprensión y proyección en el tiempo.

El soporte del Awareness, a través de un sistema informático, implica que dicho sistema debe proveer los datos necesarios para la formación del Awareness. Es decir, el sistema va a percibir los elementos del entorno y los va a transmitir a las entidades que requieren formar Awareness, las cuales son generalmente usuarios del sistema.

El sistema debe conocer cuáles son los elementos del entorno que debe capturar para transmitirlos a las entidades que lo requieren. También debe utilizar interfaces y mecanismos adecuados para ello. Toda esta información debe ser definida de alguna manera durante el desarrollo del sistema.

Una mala definición de requerimientos de información puede provocar que los elementos transmitidos por el sistema sean insuficientes o resulten distractores [9]. La cantidad apropiada de datos a transmitir y los canales para ello no siempre son fáciles de establecer y pueden variar entre un usuario receptor, y otro [22].

También pueden ocurrir intrusiones a la privacidad de las entidades colaboradoras, lo cual puede resultar altamente peligroso si se trabaja en entornos vitales [15].

La percepción de los elementos del entorno, de los cuales se forma el Awareness, juega un papel especialmente importante para el soporte del Awareness a través del ordenador, ya que los principales medios de percepción humana se ven restringidos a utilizar canales limitados, como son las pantallas y altavoces del ordenador.

En un entorno sin intermediarios, un ser humano puede utilizar todos sus sentidos para percibir el entorno. Sin embargo, cuando se interacciona a través del ordenador, todos los datos necesarios para la interacción deben ser transmitidos a través de los medios disponibles, los cuales generalmente son pantallas y altavoces, aunque algunos dispositivos móviles utilizan la vibración como medio de comunicación [13].

Creemos que el soporte del Awareness en un sistema informático está inmerso en varios aspectos de su desarrollo, los cuales pueden

beneficiarse directamente de cualquier medio de definición del Awareness requerido por los distintos usuarios del sistema.

3. Modelos del Awareness

Hemos definido un conjunto de modelos para incluir el Awareness en la fase de análisis de requisitos, en donde un requerimiento de Awareness representa el conocimiento que necesitan las entidades del dominio para la toma de decisiones a fin de alcanzar los objetivos finales del sistema.

Estos modelos trabajan a nivel conceptual, es decir, al mismo nivel que los modelos del dominio del que se extraen los requerimientos funcionales o de información para las diferentes entidades implicadas en el sistema.

Los modelos presentados permiten definir la estructura de los tipos de Awareness usados, permiten integrar esa estructura general en el dominio particular de trabajo, permiten definir en donde y quien necesita esos tipos de Awareness, además del nivel que se requiere. En resumen, estos modelos definen requisitos de información, la estructura de esa información y en donde se necesita.

Un ejemplo de este proceso es el diseño del interfaz de usuario, en muchos casos el diseño se realiza sin tener en cuenta las necesidades reales de Awareness, solo se proveen diferentes mecanismos (dependientes de la plataforma de desarrollo usada) que tiene que ser el propio usuario del sistema el que utilice según le convenga.

Esta forma de diseñar e implementar provoca en, muchos casos, interfaces no adaptadas a las necesidades reales, incluyendo sobrecarga de información o graves problemas de seguridad y privacidad.

El primer modelo que presentamos se utiliza para definir los Tipos de Awareness, los cuales no está ligados a ningún entorno. Los otros tres modelos permiten definir los datos de Awareness requeridos en un dominio específico y en donde son utilizados.

No están pensados para definir o modelar mecanismos de Awareness, es decir, su propósito no es generar la implementación, sino para poder especificar qué implementar y porqué.

3.1. Modelo de Tipo de Awareness

Este modelo permite definir Tipos de Awareness genéricos desligados de un dominio específico. Es decir, los Tipos de Awareness conceptuales que pueden ser usados en cualquier desarrollo de un sistema informático.

La estructura de este modelo se muestra en la Figura 1.a. en la cual se visualizan dos entidades: AwType y AwElement.

El elemento AwType representa un Tipo de Awareness, el cual, está compuesto por varios elementos conceptuales (AwElement) del entorno o de otras entidades.

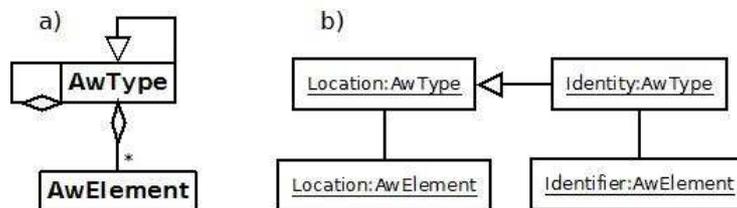


Figura 1. a) Modelo general de los Tipos de Awareness. b) Location Awareness como ejemplo de uso del modelo.

Existen Tipos de Awareness más grandes y complejos, como el Workspace Awareness [11] o el Activity Awareness [1]. Estos Tipos de Awareness pueden ser vistos como composiciones de otros Tipos de Awareness más simples. Esta composición permite generar un conocimiento general e integrado del entorno y de cualquier entidad percibida.

3.2. Modelo de Tipo de Awareness Especializado

Este modelo permite definir un Tipo de Awareness específico a un sistema informático, su dominio y entidades. Es decir, permite representar la estructura general de un Tipo de Awareness (AwType) con una estructura de entidades pertenecientes al dominio de trabajo, como se muestra en la Figura 2.b. Esto se logra a través de enlazar los elementos (AwElement) del Tipo de Awareness usado con las propiedades (SourceProperty) de la entidad fuente de datos (AwSource).

El SpecializedAw representa la integración de un Tipo de Awareness general con el dominio,

Puede ser especializado desde otros Tipos de Awareness, heredando sus elementos estructurales. Además, puede estar compuesto por otros Tipos de Awareness de forma que su requerimiento se convierta en el requerimiento de los Tipos componentes.

La Figura 1.b muestra un ejemplo de uso de este modelo. En él se definen dos Tipos de Awareness: Identity Awareness (Awareness de Identidad), compuesto por el elemento Identifier (Identificador), y el Location Awareness (Awareness de Localización), especializado del Identity Awareness y agregando un elemento más, Location (Localización).

creando una fuente de datos a partir de los datos percibidos del AwSource. Esto se logra definiendo relaciones entre los AwElement y los SourceProperties

Un ejemplo del Tipo de Awareness Especializado se muestra en la Figura 2.b. Ese modelo enlaza el Location Awareness con una entidad del dominio de trabajo, el User. Esto forma el UserLocation Awareness.

Este modelo no muestra cómo seleccionar instancias del AwSource. Ese es el propósito del modelo de Requerimiento de Awareness.

3.3. Modelo de Requerimiento de Awareness

Este modelo permite relacionar 3 cosas: las entidades del dominio, los Tipos de Awareness Especializados y los Niveles de Awareness requeridos junto con las restricciones para seleccionar el Nivel de Awareness adecuado.

Estas relaciones describen el Awareness a nivel de requerimientos, presentando los componentes necesarios para que los desarrolladores puedan definir los requerimientos de Awareness.

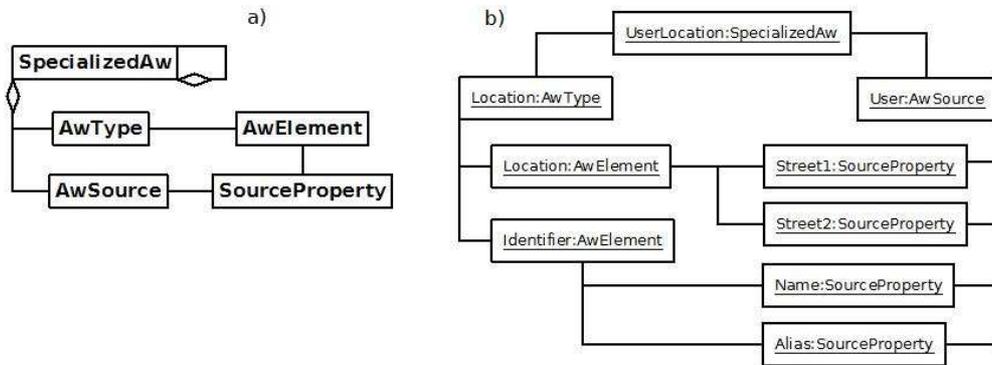


Figura 2. a) Modelo del Tipo de Awareness especializado. b) UserLocation como ejemplo de uso del modelo.

La estructura del AwRequirement (Requerimiento de Awareness), presentada en la Figura 3.a incluye el AwUser (la entidad que utiliza un Tipo de Awareness), el cual representa la entidad del dominio que necesita los datos de Awareness, representados por el Tipo de Awareness Especializado.

Los datos de Awareness van a ser presentados al AwUser a algún nivel, ya sea percepción, comprensión, proyección [6] o algún sub nivel, dependiendo de lo que necesiten los usuarios y de lo que está soportado por el sistema. Las diferentes restricciones permiten seleccionar las instancias de cada componente a fin definir una serie de consumidores, proveedores y niveles de presentación de datos.

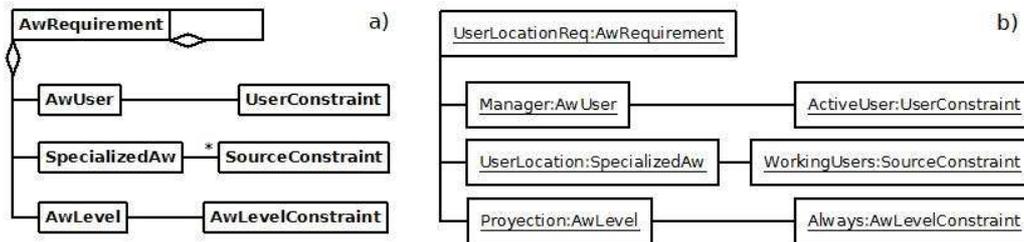


Figura 3. a) Modelo del Requerimiento de Awareness. b) UserLocationReq como ejemplo de uso del modelo.

El ejemplo presentado en la Figura 3.b muestra el UserLocationReq, el cual representa los datos de Awareness requeridos por el Manager activo. El Manager requiere conocer la localización de los usuarios activos a nivel de proyección, lo que significa que necesita conocer (de forma aproximada) en donde van a estar los usuarios en un futuro cercano.

Los datos de Awareness pueden ser transmitidos al Usuario del Awareness a través de interfaces de usuario o señales, dependiendo de los medios de percepción del mismo.

Para soportar los niveles más altos del Awareness, el sistema debe procesar previamente los datos de Awareness, a fin de generar nueva información que ayude a la comprensión y/o proyección de los elementos percibidos.

El nivel de proyección debe ser soportado "always" (siempre) durante este requerimiento. Es decir, las interfaces encargadas de transmitir los datos de Awareness al AwUser siempre van a hacerlo apoyando el nivel de proyección.

Estos requerimientos de Awareness no especifican su lugar de uso en el sistema. Para este propósito presentamos el modelo de Uso del Awareness.

3.4. Modelo de Uso del Awareness

Este modelo permite enlazar los Requerimientos de Awareness con los modelos usados durante el desarrollo o con entidades del dominio que generan dicho requerimientos. Algunas de estas entidades pueden ser tareas, procesos, casos de uso, estados, flujos de trabajo, elementos del modelado del sistema bajo diferentes vistas, etc.

La Figura 4.a muestra la estructura del modelo de Uso del Awareness (AwUsage), la cual presenta un conjunto de relaciones entre un elemento del dominio (DomainElement), un Requerimiento de Awareness (AwRequirement) con sus restricciones de uso, y un elemento de documentación (DocumentationElement). Este modelo puede servir para localizar los Requerimientos de Awareness en el desarrollo del sistema y para justificar su existencia y necesidad.

La Figura 4.b muestra el Uso de Awareness UserLocation, el cual enlaza el MonitoringTask (Tarea de Monitoreo) con el UserLocation Awareness, presente durante toda la tarea, cuya documentación es representada por el

UserLocationDoc. La restricción de uso del requerimiento de Awareness se utiliza para darle flexibilidad de uso a dicho requerimiento. En algunos entornos, puede utilizar un requerimiento de Awareness solo en un momento específico o durante una condición específica, por lo cual, seguir proporcionando los datos de Awareness solo produce distracción al usuario.

Estos modelos permiten definir el Awareness como fuente de datos, "cómo" integrarlo en el sistema informático, "quién" lo necesita, a qué nivel y en "dónde" proporcionarlo. Esto cubre el soporte básico del Awareness en un sistema informático.

Esta forma de definir el soporte del Awareness en un sistema informático permite manejar dos aspectos importantes y complejos presentes en cada sistema que soporta el Awareness: privacidad y distracción.

Los datos de Awareness son proporcionados solamente a las entidades que lo requieren y solamente al nivel de Awareness que necesitan [5].

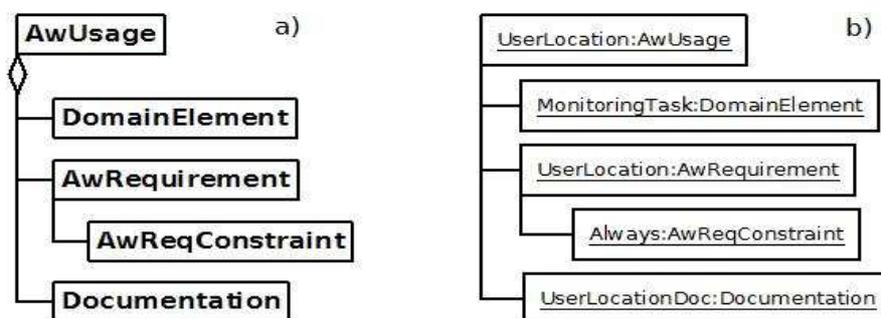


Figura 4. a) Modelo del Uso de Awareness. b) UserLocation como ejemplo de uso del modelo.

4. Ejemplos de uso de los modelos

Para ejemplificar el uso de los modelos de requerimientos y uso del Awareness, presentamos un escenario en el que se está desarrollando un sistema colaborativo para el apoyo a los equipos de gestión de emergencias, específicamente centrado en los equipos de bomberos.

Durante la gestión de un incidente se despliegan varios equipos de ataque en la zona afectada. Cada equipo tiene un líder, el cual tiene comunicación directa y en todo momento con el

centro de control. Cada bombero, tiene un dispositivo para conocer la ubicación de cada miembro de su equipo. Además, el líder tiene acceso a las posiciones de los demás equipos y si se requiere, de sus miembros. El centro de control tiene acceso a la localización de cada equipo y de cada bombero.

Dada esta descripción de los requerimientos generales del sistema, podemos definir los requerimientos de Awareness para cada entidad, a través de los modelos que proponemos usando una notación semi textual.

Comenzamos definiendo los tipos de Awareness generales para este sistema en la Figura 5. Según la descripción, se requiere conocer la identidad y localización de cada bombero, por lo cual empezamos definiendo varios Tipos de Awareness genéricos que podemos utilizar después en el desarrollo de otros sistemas.

AwType: IdentityAwareness.
Element: Identity.
AwType: LocationAwareness.
Parent: IdentityAwareness.
Element: Location.

Figura 5. Definición de los Tipos de Awareness IdentityAwareness y LocationAwareness.

Definimos un Tipo de Awareness a través de sus elementos conceptuales. En este caso, *Location* y *Identity*. La separación de estos tipos de Awareness nos permite su utilización por separado y una mayor flexibilidad en su uso.

El LocationAwareness descende del IdentityAwareness, por lo cual hereda su único elemento llamado Identity.

Estos Tipos de Awareness requieren especializarse para poder ser utilizados en el sistema descrito, ya que los elementos conceptuales deben ligarse a las propiedades de las entidades existentes en el dominio. Si esto no se hiciera, el sistema no tendría forma de saber qué propiedades debe percibir y enviar los usuarios.

En la Figura 6, definimos el FiremanLocationAw, el cual es una especialización del LocationAwareness. Lo definimos ligando cada uno de sus elementos conceptuales con la propiedad o propiedades de las distintas entidades del dominio, cuyos valores percibidos permitirán la formación de dicho Awareness.

En este caso, el FiremanLocationAw se forma a partir del Tipo de Awareness LocationAwareness, cuyos elementos Identity y Location se enlazan con las propiedades *shortName* de la entidad Fireman, y con la propiedad *location* de la entidad LocationFiremen. Esto significa que los datos de Awareness proporcionados por el tipo de Awareness especializado FiremanLocationAw van a estar compuestos por los valores de las propiedades descritas enlazadas al tiempo. La

periodicidad de las percepciones de datos dependerá de las capacidades técnicas del sistema.

SpecializedAw: FiremanLocationAw.
AwType: LocationAwareness.
Identity -> Fireman.shortName.
Location -> LocationFiremen.location.
SpecializedAw: TeamLocationAw.
AwType: LocationAwareness.
Identity -> Team.shortName.
Location-> LocationTeams.location.

Figura 6. Definición de los tipos de Awareness especializados llamados FiremanLocationAw y TeamLocationAw.

En la Figura 6 también definimos el tipo de Awareness especializado TeamLocationAw. Este tipo de Awareness se utiliza por el Centro del Control para localizar a los equipos de bomberos durante un incidente.

Una vez definidos los tipos de Awareness especializados para el sistema, podemos definir los requerimientos de Awareness. En la Figura 7, definimos el FiremanLocationReq, el cual puede leerse de la siguiente manera:

“El Fireman líder de cada equipo de bomberos requiere el FiremanLocationAw de los bomberos activos en su equipo, siempre a nivel de percepción.”

En la Figura 7 también definimos el TeamLocationReq, el cual expresa la necesidad de conocer de forma actualizada la localización y la identidad de los equipos en un incidente.

Los requerimientos de Awareness nos expresan relaciones tipo proveedor/consumidor, ya que un AwUser utiliza los datos proporcionados por las entidades AwSource a través del sistema y sus interfaces de usuario y señales.

AwRequirement: FiremanLocationReq.
AwUser: Fireman.
UserConstraint: Líder de cada equipo.
SpecializedAw: FiremanLocationAw.
SourceConstraint: Bomberos activos en el equipo del líder.
AwLevel: Percepción.
AwLevelConstraint: Siempre.
AwRequirement: TeamLocationReq.
AwUser: CommandAndControl.

UserConstraint: Operador activo.
 SpecializedAw: TeamLocationReq.
 SourceConstraint: Equipos trabajando en los incidentes activos.
 AwLevel: Percepción
 AwLevelConstraint: Siempre el mismo nivel.

Figura 7. Definición de los requerimientos de Awareness llamados FiremanLocationReq y TeamLocationReq.

En la Figura 8, definimos los usos de los requerimientos de Awareness definidos previamente. Estos son el FiremanLocationUsage y TeamLocationUsage.

AwUsage: FiremanLocationUsage.
 DomainElement: TareaAtaqueIncidente.
 AwRequirement: FiremanLocationReq.
 AwReqConstraint: Siempre.
 Documentation: El bombero líder requiere conocer la localización de cada miembro de su equipo durante la reducción del incidente que están atacando.

AwUsage: TeamLocationUsage.
 DomainElement: TareaAtaqueIncidente.
 AwRequirement:
 TeamLocationReq, FiremanLocation.
 AwReqConstraint: Siempre disponibles, pero visualizables por separado.
 Documentation: El Centro de Control requiere conocer la localización de cada bombero y de cada equipo. Sin embargo, su visualización puede ser por separado.

Figura 8. Usos de los requerimientos de Awareness.

Estos modelos de uso del Awareness permiten ligar los requerimientos de Awareness con los elementos del modelado en los que se utilizan. Es decir, si en una actividad se utiliza un requerimiento de Awareness, el modelo del AwUsage nos permite ligar dichos requerimientos con la actividad en la que se usan.

En el ejemplo descrito, se presenta una actividad colaborativa llamada TareaAtaqueIncidente. Identifica la tarea en la que varios equipos de bomberos atacan algún incidente, como puede ser un incendio, una fuga de gas, animales peligrosos sueltos, etc.

La tarea TareaAtaqueIncidente puede contener diferentes actividades como localizar el objetivo, contener amenaza, valorar daños, entre otras. Si el requerimiento de Awareness está ligado a la tarea

TareaAtaqueIncidente, entonces se necesita en todas las actividades que la componen.

Durante esta tarea, el líder de cada equipo de bomberos debe saber en dónde está cada miembro de su equipo. Igualmente, el Centro de Control debe saber la localización de los equipos y de cada bombero de forma individual.

La Figura 9 y 10 muestran un ejemplo de lo que pueden ser un posible diseño de las interfaces de usuario para proporcionar el TeamLocationAw y el FiremanLocationAw, respectivamente.

Estas interfaces proporcionan datos de Awareness a nivel de percepción, mostrando la localización e identidad de equipos y bomberos a través de esferas sobre un mapa.

Las interfaces de usuario para el soporte del Awareness pueden aprovechar la información plasmada en los modelos, ya sea para cambiar o comprobar su comportamiento o para ser generadas a través de los mismos. Una posible generación de interfaces es factible si se utilizan otros modelos que complementen la información necesaria para la generación de las interfaces.



Figura 9. Interfaz de usuario para el TeamLocationAw.



Figura 10. Interfaz de usuario para el FiremanLocationAw.

En cualquier caso, las interfaces de usuario reflejan parte de los requisitos de Awareness definidos anteriormente y son parte fundamental para la correcta generación del Awareness

En el ejemplo presentado se han definido dos Tipos de Awareness generales, los cuales pueden ser reutilizados en otros desarrollos. Lo demás modelos presentados están ligados al dominio específico del ejemplo. Sin embargo, pueden desarrollarse mecanismos para su reutilización en otros dominios.

5. Conclusiones

Los modelos presentados permiten definir el soporte de Awareness a nivel de requisitos necesario en un sistema informático, y de particular importancia en los sistemas colaborativos. Aunque estos modelos trabajan a nivel conceptual, su utilización permite validar y justificar los mecanismos de Awareness implementados, reutilizar el conocimiento expresado en los modelos, generar partes del sistema aplicando tecnologías MDA, entre otras.

Otra ventaja implícita en estos modelos es la capacidad de modelar el contexto del sistema como requerimientos de Awareness. Es decir, el propio sistema se vuelve una entidad receptora de datos de Awareness de su entorno, aparte de ser un intermediario entre sus usuarios y un entorno dinámico, del cual ellos requieren Awareness.

La principal ventaja al integrar el soporte del Awareness desde el análisis de requisitos es que el sistema contará con esas características desde el principio, permitiendo a los desarrolladores planificar su trabajo con respecto a los datos dinámicos requeridos por cada entidad, además de elevar la calidad del sistema ya que cumplirá los requerimientos de información establecidos.

Utilizando un enfoque como el de [5], los niveles de privacidad y de distracción necesarios, en lo que se refiere a Awareness, se mantienen dando los datos a quien los necesita y no dándolos a los que no. Además, pueden utilizarse mecanismos de adaptación a las características del usuario para ir mejorando la comunicación con el mismo, de forma que la distracción se elimine con el uso progresivo del sistema.

Como parte del trabajo futuro, se encuentra factible la creación de un catálogo de tipos de Awareness (modelados usando patrones

conceptuales [14]) que vaya reuniendo el conocimiento general de los distintos usos del Awareness, de tal forma que los desarrolladores de sistemas que requieren su soporte puedan aprovechar el esfuerzo realizado previamente por otros desarrolladores.

Otro camino en la utilización de estos modelos es el de generar partes del propio sistema a partir de los requerimientos definidos. Por ejemplo, se pueden generar interfaces de usuario, pruebas de validación, entre otras. Para esta tarea se requieren modelos más específicos a nivel de diseño, los cuales permitan definir características más específicas en el sistema a la vez que utilicen la información ya establecida.

El Awareness es clave para las aplicaciones que soportan colaboración e interacción. Su correcto soporte es necesario para el éxito de los sistemas colaborativos y su manejo efectivo durante el desarrollo de los sistemas es vital para reducir la complejidad de su naturaleza dinámica.

Agradecimientos

Esta investigación es financiada por el Ministro de Ciencia e Innovación de España, como parte del proyecto DESACO (TIN2008-06596-C02-2), y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México CONACYT.

Referencias

- [1] Carroll J. M., Neale D. C., Isenhour P. L., Rosson M. B., McCrickard D. S. Notification and Awareness: synchronizing task-oriented collaborative Activity. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 58, Issue 5, pp. 605-632, 2003
- [2] Carroll J. M., Rosson M. B., Convertino G., Ganoë C. H. Awareness and teamwork in computer-supported collaborations. *Interacting with Computers*, Vol. 18, Issue 1, pp. 21-46, 2006
- [3] Collazos C., Guerrero L., Pino J. A. Introducing Shared-Knowledge Awareness. *Proceedings of the IASTED Information and Knowledge Sharing Conference*, pp. 13-18, 2002
- [4] Dourish P., Bellotti V. Awareness and Coordination in Shared Workspaces. *Proceedings of the 1992 ACM conference on*

- Computer-supported cooperative work, pp. 107-114, 1992
- [5] Drury H., Williams M. G. A Framework for Role-Based Specification and Evaluation of Awareness Support in Synchronous Collaborative Applications. Proceedings of the Eleventh IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2002
- [6] Endsley M. R. Towards a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems; Human Factors, Vol. 37, Issue 1, pp. 32-64, 1995
- [7] Espinosa A., Cadiz J., Rico-Gutierrez L., Kraut R., Scherlis W., Lautenbacher G. Coming to the Wrong Decision Quickly: Why Awareness Tools Must be Matched With Appropriate Tasks. Computer-Human Interaction, Vol. 2, Issue 1, pp. 392-399, 2000
- [8] Gallardo J., Molina A., Bravo C., Redondo M., Collazos C. An Ontological Conceptualization Approach for Awareness in Domain-Independent Design Groupware. Proceedings of the 2009 Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, pp.15-20, 2009
- [9] Gutwin C., Greenberg S. Support for Group Awareness in Real-Time Desktop Conferences. Proceedings of The Second New Zealand Computer Science Research Students, pp. 18-21, 1995
- [10] Gutwin C., Greenberg S., Gwen S. Support for Workspace Awareness in Educational Groupware. Proceedings of the Conference on Computer Supported Collaborative Learning, pp. 147-156, 1995
- [11] Gutwin C., Greenberg S. A Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-Time Groupware. Computer supported cooperative work, Vol. 11, Issue 3, pp. 411-446, 2002
- [12] Hill J., Gutwin C. The MAUI Toolkit: Groupware Widgets for Group Awareness. Computer Supported Cooperative Work, Vol. 13, pp. 539-571, 2004
- [13] Holmquist L. E., Falk J., Wigstrom J. Supporting Group Collaboration with Interpersonal Awareness Devices. Journal of Personal Technologies, 1999
- [14] Isla J. L., Gutiérrez F. L., Gea M. Social Organization Modelling in Cooperative Work Using Patterns. Computer Supported Cooperative Work in Design, LNCS 3865, pp 112-121, 2006
- [15] Kim M., Kim H. How to Build Awareness-Supported Systems Without Sacrificing Privacy; Computer Supported Cooperative Work in Design III, Lectures Notes on Computer Science, Vol. 4402/2007, pp. 609-618, 2007
- [16] Kirsch-Pinheiro M., Valdeni-de-Lima J., Borges M. R. S. A Framework for Awareness Support in Groupware Systems. Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, pp. 13-18, 2002
- [17] Metaxas G., Markopoulos P. 'Aware of What?' A Formal Model of Awareness Systems That Extends the Focus-Nimbus Model. Engineering Interactive Systems: EIS 2007 Joint Working Conferences, EHCI 2007, DSV-IS 2007, HCSE 2007, Salamanca, Spain, March 22-24, 2007. Selected Papers; pp.429-446, 2008
- [18] Ogata H., Matsuura K., Yano Y. Knowledge Awareness: Bridging between Shared Knowledge and Collaboration in Sharlok. Procs. of Ed-Media, 1996
- [19] Oulasvirta A. Designing Mobile Awareness Cues. Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services, pp. 43-52, 2008
- [20] Raikundalia G. K., Zhang H. L. Newly-discovered Group Awareness Mechanisms for Supporting Real-Time Collaborative Authoring. Proceedings of the Sixth Australasian conference on User interface, Vol. 104, pp. 127-136, 2005
- [21] Roseman M., Greenberg S. Building Real-Time Groupware with GroupKit, A Groupware Toolkit. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 3, Issue 1, pp. 66-106, 1996
- [22] Schmidt K. The Problem with 'Awareness'. Introductory Remarks on 'Awareness in CSCW'. Computer Supported Cooperative Work. An International Journal, Vol. 11, Issue 3, pp. 285-298, 2002

Analysis and Improvement Proposal of Google Documents as a Groupware Tool

Juan Enrique Garrido¹, Victor M. R. Penichet¹, María D. Lozano¹, Maria Claudia Buzzi², Marina Buzzi², Barbara Leporini³, Giulio Mori²

¹ Computer System Department, University of Castilla-La Mancha, 02071 Albacete, Spain
{juanenrique.garrido, victor.penichet, maria.lozano}@uclm.es

² CNR-IIT, via Moruzzi 1, 56124 Pisa, Italy

Claudia.Buzzi@iit.cnr.it, Marina.Buzzi@iit.cnr.it, Giulio.Mori@iit.cnr.it

³ CNR-ISTI, via Moruzzi 1, 56124, Pisa, Italy

Barbara.Leporini@isti.cnr.it

Abstract

Collaborative applications are getting more and more common in any working environment. Google Docs is one of the most widely used groupware tools, which offer word processor, spreadsheet and presentation tools among other possibilities. Google Documents, as a component of Google Docs, focuses on word processing. In this paper, an analysis of this tool as a collaborative application is performed. The analysis consists of finding out how the tool handles groupware features such as collaboration, cooperation, communication, information sharing, awareness, time and space. Additionally, the analysis has been completed with an experiment which consists of organizing a task to be performed by a number of users in Google Documents. This evaluation suggested some ideas about how to enhance Google Documents to improve collaboration. Starting from the experiment outcomes and the users experience, some improvement have been proposed.

1. Introduction

Nowadays, a great number of groupware applications are developed and used successfully. Google Docs is a web-based word processor, spreadsheet, presentation, form, and data storage service offered by Google. Google Documents is the Google Docs application focused on word processing. This application allows users to edit text documents at the same or different time. It is one of the most widely used online collaborative word processors.

As a groupware application, Google Documents is expected to offer some kind of specific features. The basic groupware features

are: collaboration, cooperation, communication, information sharing, awareness, time and space [11]. In this paper, Google Documents is analyzed as a collaborative application. Then, the specific groupware features of the tool are analyzed in order to check which of them are offered and also how they are offered. Previously, the paper describes the main characteristics of Computer-Supported Cooperative Work (CSCW). Additionally, an experiment has been carried out to test the user experience related to groupware features when using Google Documents. A controlled number of people with some kind of knowledge on these applications were exposed to a programmed task in order to evaluate their feeling after the performing of such a task. To complete the experiment, they were asked to fulfil a test to gather important information which helped us to identify some points to improve.

The rest of the paper is organized as follows: Google Documents and Google Docs are presented and described in Section 2. Section 3 shows important features that usually characterize a groupware application. Google Documents is described in terms of groupware features in Section 4. Section 5 shows how Google Documents deals with groupware features. The experiment and the results analysis are described in sections 6 and 7. Then, some improvements are proposed in Section 8. Conclusions and future work are presented in Section 9.

2. Google Docs, Google Documents and Collaboration

Google Docs [1] is a free, Web-based word processor, spreadsheet, presentation, and form application which allows users to create and edit

documents online while collaborating in real-time with other users. Google Docs combines the features of two services, Writely and Spreadsheets, which were merged into a single product on October 10, 2006. A third product for presentations, incorporating technology designed by Tonic Systems, was released on September 17, 2007.

Basically, the main functionality offered by this software application is the following:

- Create documents, spreadsheets and presentations online
- Share and collaborate in real time
- Safely store and organize your work
- Control who can see your documents

Google Documents is the online application which provides users with a word processor and the mechanism to create, share, and edit documents online. It is possible to upload Microsoft Word, OpenOffice, RTF, HTML or plain text documents, create documents from scratch, and download your online ones; edit documents online simultaneously with anyone you choose, and invite others to view them; keep track of who made changes to a document and when, and roll back to any version; publish documents online to the world, as web pages or post documents to your blog; and email your documents out as attachments.

One of the most important benefits offered by Google Documents (and by Google Docs in general) is the collaboration possibilities. As pointed out by Google, Google Documents enables multiple people in different locations to collaborate simultaneously on the same document from any computer with Internet access. When two collaborators are editing the same document at the same time, a box with the name of the collaborator appears at the top of the screen. This feature can be performed with up to 10 collaborators. Once this limit has been reached, others (up to 200) will be able to view but not edit the document.

3. Important Features regarding Groupware Applications

In this section groupware applications and related concepts are briefly described in order to give an idea of the nature of this kind of systems.

Human-Computer Interaction (HCI) is a research field concerning the interaction of the users with the computer applications they use. Its aim is to improve such interaction by developing new user interfaces which can make software systems more natural to the final user. The evolution of the working style of human beings and the improvements of computer technologies, in terms of communication and interaction mechanisms, have deeply altered the classical concept of HCI towards a new HCHI (Human-Computer-Human Interaction) one due to the necessity of working in collaboration with other people. These changes have produced what it is known as Computer-Supported Cooperative Work (CSCW) [2, 3, 4, 5, 7].

In order to get high quality groupware applications, special features regarding CSCW should be taken into account from the requirements gathering stage. Such special features constitute the CSCW basis: coordination, communication and information sharing [9, 10] and cooperation [8]. These features and also those concepts regarding time and space are briefly described in the following subsections.

3.1. CSCW Features

As we mentioned before, the foundations of CSCW systems are collaboration, cooperation, communication, coordination, and information sharing.

The difference between cooperation and collaboration is explained in some works such as [4], where Jonathan Grudin discusses about their differences. It is assumed that small groups of users, who share key objectives, cooperate among them. On the other hand, big organizations, where the objectives, the goals, usually differ or even come into conflict, collaborate among them. We could say that, when cooperating, people work in a closer manner. They are more implicated. The work is done "more in real-time". The other terms, coordination, communication and information sharing, are also described in several works such as [9][10].

Coordination is fundamental in any organization. It implies harmonizing media, efforts, and so forth, to perform a common action. Poltrock and Grudin [9] define coordination tools as the groupware which allow users to capture and coordinate the internal processes of an

organization. Such coordination might increase quality and reduce costs. A group task is characterized as a coordination one when two or more actors work in a unified way to achieve a common objective.

Communication could be understood just like it is defined in the Wikipedia, another collaborative Web phenomenon: “the process of exchanging information usually via a common system of symbols” [12]. Communication has had a big revolution with the arriving of Internet, high quality connections and a big number of well-known programs. “...CSCW could bring people into contact through frequent, unplanned, high-quality and real time interactions...” [2]. Communication among people, among the members of an organization, is necessary to send and receive information, requests, and instructions, to be in the swim of the state of the enterprise, to be informed about the latest news flashes, and so on. As said in [9], “computers are becoming increasingly powerful communication devices”. People talk to one another through the Web instead of using classical communication media, such as telephone. Therefore, we could say that a group task is characterized as a communication one when two or more actors perform other tasks, whose granularity level is lower, to send, receive or exchange information.

Data, information, documents in general are shared, elaborated, modified in a virtual space which provides software to ease all these operations in a coherent manner. “Groupware supports sharing information by enabling interaction through a shared document or collection of documents [...] These environments integrate both communication and workflow features on a core of cooperation support” [9]. Collaborative Web applications such as SharePoint Portal Server or BSCW provide a way to control the access to the information, allow users to manage different versions of the documents, ease publication and protection processes, support advanced searches, provide mechanisms to approve documents and so on. Hence, we could talk about information sharing when two or more actors carry out cooperative or collaborative group tasks, because there is a common access to the system resources in this group process. The collaboration or the cooperation is performed on these resources.

3.2. Time-Space Features

Additionally, other special features to be considered in groupware applications are time and space. Johansen [6] established a time-space matrix which clarifies these concepts and which describes how a task could be performed in the same place or in different places, as well as in a synchronous (real-time) or asynchronous way. Talking about groupware systems, applications that usually take advantage of Web, it is necessary to take into consideration these two terms. They are tools in which several users are performing several tasks, therefore the cooperation / communication / etc. among them can vary in such dimensions. Time and space features are very common in this kind of applications. They are not so typical in mono-user systems, where is not necessary to do this distinction.

On the one hand, depending on where the users of the groupware system are physically placed, the human-computer-human interaction could take place in the same physical place. Same physical places could be a meeting room, a conference room, the working place, etc. Users could also be working “together” in the distance, that is, in different places, for example, a video-conference room, or when using collaborative editors and shared blackboards. In the first case, people work together, face to face. In the second one, people work separately, in the distance.

On the other hand, the time dimension of these systems provides a way to differ tools such as VoIP telephony or chats, in which the interaction is established in real-time, from other tools such as electronic mail, version controls, agendas and so on, in which the time is not so important. Therefore, we could also classify the group tasks that several users perform in synchronous or asynchronous tasks respectively. Something occurring at the same time is synchronous, and something which is not occurring concurrently is asynchronous.

Hence, we could find four different situations: synchronous / in the same space, synchronous / in different spaces, asynchronous / in the same space, asynchronous / in different spaces. For example, e-mail would be an asynchronous tool and, in theory, it is destined to people allocated in different spaces.

Table 1. Analysis of Google Documents functionality based on groupware fundamentals

TASK	la	op	mm	or	is	aw	sy	as	ss	ds
Share > Invite People	☐	☐			☐					
Share > Invite People > Create Event to collaborators				☐						
Share > Get the link to share					☐					
Share > See who has access						☐				
Share > Email as attachment	☐		☐		☐			☐		☐
Share > Send message with collaborators	☐		☐		☐			☐		☐
Share > Publish as web page					☐					☐
File > Upload	☐				☐					
File > See revision history				☐	☐	☐				
Insert > Comment	☐		☐					☐		
Google Talk			☐				☐			☐
Google Groups	☐			☐				☐		☐
Google Calendar				☐						☐
Google Gmail			☐					☐		☐

(**la**: collaboration, **op**: cooperation, **mm**: communication, **or**: coordination, **is**: share information, **aw**: awareness, **sy**: synchronous, **as**: asynchronous, **ss**: same space and **ds**: different spaces)

4. Google Documents in terms of Groupware Features

Talking about collaborative environments usually means talking about a wide range of features not just collaboration. Some other significant issues such as cooperation, coordination, information sharing, time, space, and awareness are also important to be considered in collaborative environments or groupware applications.

In this section Google Documents is described in terms of such features.

4.1. Groupware features analysis

Google Documents has a great number of tasks, but in this paper we focus just on the tasks related to groupware applications. The following list briefly describes them (see Table 1):

- **Share > Invite People:** Users can propose some other collaborators to work together in the same document. This task is related to *collaboration*, *cooperation* and *information sharing*: Users will collaborate on writing a document when a user invites someone to work with him. A user can cooperate with others to complete tasks at the same time, once he has been invited.

Additionally, the new collaborator can share information.

- **Share > Invite People > Create Event to collaborators:** Users can organize events for collaborators. This task is related to *coordination*. Collaborators can use events to unify efforts and to plan objectives.
- **Share > Get the link to share:** Collaborators can create a link to access the document. The task is related to *information sharing*. Users are able to share the document giving the link to other users.
- **Share > See who has access:** Users are capable of seeing who can work in the same document. The task is related to *awareness*. Participants can know who their collaborators are in Google Documents, so they can be aware of the other users.
- **Share > Email as attachment:** Participants can send the shared document to anyone. This task is related to *collaboration*, *communication*, *information sharing*, *time (asynchronous)* and *space (different spaces)*. When a collaborator sends the document as an attachment, the sender is sharing and communicating the document's text. At the same time, the task will allow users to work together but each user will work in his own place and time.

- *Share > Send message with collaborators:* Users can send messages to the rest of the collaborators. Users compose the message writing the body and selecting the collaborators who will be the receivers. Then, Google Documents generates the message as an email.
The task is related to *collaboration, communication, information sharing, time (asynchronous) and space (different spaces)*. Users send messages to others to communicate information. This task allows participants share information (which is in the message) while they are in their own place working in different times.
- *Share > Publish as web page:* Users can publish shared documents in web page format. This task is related to *information sharing and space (different spaces)*. Collaborators can show document's information to anyone who can access the Internet. The information will be in a web page so different people can see it in different times.
- *File > Upload:* Users can upload files to Google Documents. The files have to be text documents, spreadsheets or presentations. The information uploaded can be used for any collaborator.
This task is related to *collaboration and information sharing*. In this way, users can share any file while they are working in the same document. Then, collaborators can access these files.
- *File > See revision history:* Collaborators are able to review the different changes that the document has suffered during its making.
The task is related to *coordination, information sharing and awareness*. Users can know what actions have been done by other users. The revision history allows coordinating actions because users can know the document state. The state will define the next task.
- *Insert > Comment:* Participants can insert comments within the document text. The comments can be indications, reminders or simple notes.
The task is related to *collaboration, communication and time (asynchronous)*. The objective when a user inserts a comment is generally to communicate something. Also,

the comment can be used to report any information which will be read in different times.

Additional Google tools increase the functionality of Google Documents. Each tool offers the following features:

- *Google Docs* is a collection of tools that allows users to create text documents, spreadsheets and presentations. This collection allows that different users can work together in the same document. Specifically, Google Documents is part of Google Docs, and then it takes advantage of the functionality offered by Google Docs (e.g. sharing documents).
- *Google Talk* is a tool for instant messaging. This application is related to *communication and time (synchronous)*. Then, Google Talk allows users to communicate in a concrete moment.
- *Google Groups* is a tool that supports discussion groups.
This tool is related to *collaboration, coordination, time (asynchronous) and space (different spaces)*. Therefore, collaborators can coordinate their actions discussing the tasks to do. Users can discuss among them at anytime and anywhere..
- *Google Calendar* is a tool to manage time. This tool is related to *coordination and space (different spaces)*. Collaborators can use the calendar to organize all their tasks. Users in different places can see the tasks planning.
- *Gmail* is a tool for email management. This tool is related to *communication, time (asynchronous) and space (different spaces)*.

5. Google Documents and Collaboration

Section 3 has shown collaborative environments in terms of a set of features. The features are: *collaboration, cooperation, coordination, communication, information sharing, awareness, time and space*.

This section will show how Google Documents deals with each groupware feature. Awareness will not be considered in this paper. It will be considered in a future work due to the relevance it is experimenting in groupware applications and its complexity.

Google Documents has as first objective to provide *collaboration* between users. This feature is offered by means of three utilities. These utilities allow users to work together in different times that is, asynchronously. The first and main utility is allowing users to invite people to collaborate in a document. The invitation can be for editing or reading. Then, the new collaborators will be able to write and read the document or only to read it. The second utility is the sending of messages among users by: messages (simple emails), emails with references to the document or the insertion of comments in the text. The last utility is upload files to other users. The users share these files. The file usually contains information useful to complete the document.

Collaborators can *cooperate* using the first collaboration tool: users invite others to work together. The users can work in the document at the same time.

The *coordination* in Google Document is possible through three mechanisms. First, the creation of events is a potential tool to coordinate user activities. Events allow users to define timestamps. The users can coordinate their actions, and they can know who has to do what and when. Then, the collaborators obtain time knowledge about their document activities. Second, users may share work indicators. Such indicators provide visual information about the people who are editing at the same time. Collaborators can know where the document is changing if they know who are editing. Users can look for changes in the same moment while they are editing. They know where they can edit. Furthermore, they can coordinate their actions and tasks looking for these notifications. And finally, Google Documents offers a revision record. This utility allows collaborators to check the evolution and date of the tasks to be done. It contains all the changes that have been done and the authors involved. In this way, everyone knows who has to do the next task because they know the actual state of the document.

The *communication* is provided in two ways. On the one hand, users can send messages to other ones using an email composed by the tool. The collaborators select the type of the email message, with or without the document as an attachment. On the other hand, users can insert comments in

the text. In this way, it is not necessary to see the email, but it involves reviewing the complete document to locate any comment.

Usually, collaborative environments provide users with a way to share information. In Google Documents, editors or readers can share information. The possibilities are as follows:

- Users are able to share any file with the others. They can upload file to Google Documents and share it with any collaborator. The rest of the collaborators can download and use the file to complete their tasks.
- The document can be shared with other users. Users can invite a collaborator to work together in the same document. As mentioned, the invitation can be for reading and editing the document or just for reading it. The invitations have some limitations. The documents cannot be edited at the same time by eleven or more users. And the documents cannot be observed by more than two hundred users.
- The document can be published in a web page. Then, the collaborators can share the content of the document without giving access to Google Documents.
- Otherwise, if the users want to send the document as an attachment in an email, Google Documents gives them such option.
- The users can share information sending all the types of emails mentioned in the communication paragraph.
- The revision record allows collaborators to share the changes that they have done in the document.

Regarding the space feature, same space and different space could be considered in collaborative environments. Google Documents offers the insertion of comments in the documents and different types of emails (commented in the *communication* paragraph), with or without the document as an attachment. These options allow users to work together regardless their location.

Collaborators in the application may work in the same document at the same time or at different times. Google Documents gives the following options: (1) Users may consult an indicator which has the information (time and author) of the latest change. Then, the users can know if the document has changed while he is not working. (2) Other indicator gives information about who is working at the same time when the user are editing or

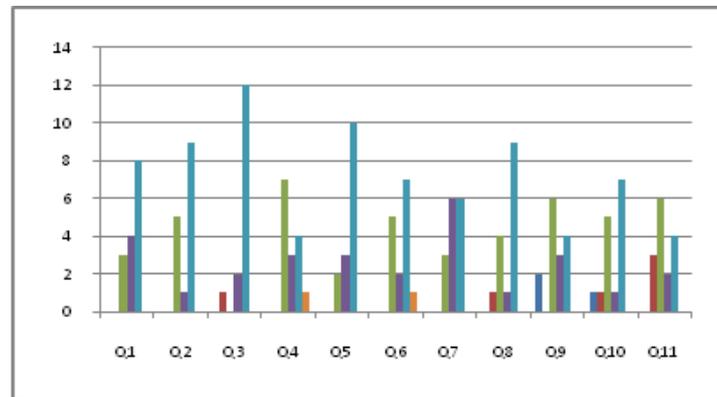


Figure 1. Analysis of the test results

reading. This is the indicator commented in the *coordination* paragraph. (3)The revision record allows users to know the state of the document wherever they want. The users can see in the record every change made in the document. (4) Collaborators can use the different emails: with or without the document as an attachment. These emails allow users to work together although the users work in different times. (5) It is possible to publish the document as a web page. In this case, users can access in different times without having access to Google Documents. This option has been pointed in the sharing information paragraph.

6. Evaluation Test

Fifteen researchers of the Albacete Research Institute of Informatics carried out an experiment. The researchers had a basic experience with Google Document, i.e. at least they have worked with the application in the edition of one document. The researchers were divided into three groups of five collaborators, each one, representing three research groups.

The experiment was divided in two parts: firstly, the users had to do one collaborative task; secondly, users had to complete a test about groupware and general features in Google Documents.

The collaborative task consisted of writing a document. The document included information about a research group. The information was divided into five groups:

- Information about the researchers: Name, last name, e-mail, phone, fax and personal website.
- Information about the research papers.
- Information about the research projects.
- Information about the researchers' tutors.
- Information about the subjects taught by the researchers.

Each collaborator had to complete one of the previous information groups in the document he was the responsible of.

The collaborators were provided with a personal document which included:

- The wording of the task.
- Part of the information sets.
- The group of information to be completed by the user.

The collaborator had to use any tool provided by Google Document. The users could use another tool when they could not continue with the task. Therefore, they had to collaborate with the others to ask or give the needed information. Additionally, users were forced to work with their collaborators in the same time but also in different times.

An example is as follows: *John has to complete the information about the projects. He puts the information of the projects that he has in his task document. Then, he sends emails with the document as an attachment in which he ask for more information about projects. He waits for the information provided by the collaborators. When he gets all the information requested, he*

completes his part. While he was working in his part, the rest of the users may ask him for other information. He has to give the collaborators the information that only he has. When everybody has done this procedure, the task is accomplished.

Once the authors had completed the task, they filled in the test. The test contained twelve questions. One question for each groupware feature: (1) Have you found comfortable working with geographically dispersed people in Google Documents?; (2) Have you found easy editing the document while some other collaborator also did it?; (3) Have you found easy writing the document in collaboration with the rest of the people?; (4) What do you think about the communication with the collaborators?; (5) Has sharing information been easy?; (6) Has coordination been easy? Then five questions about global features: (7) Has working with Google Documents been satisfactory?; (8) Would you use Google Documents in the future again?; (9) Do you prefer any other similar software you know?; (10) Do you think that the speed is proper enough?; (11) Do you think that the menu organization is logic enough? And finally, one free question to give ideas: (12) Other comments about Google Documents.

An advantage of this test is the way to answer. The collaborators could select one of the five possible given answers (1 for very poor and 5 for excellent), additionally they could add additional comments regarding the question. In this way we could obtain qualitative data. Qualitative values gave us ideas about what could be improved in Google Document using the user experience.

7. Analysis and interpretation

The analysis started with the verification of the tasks. This verification consisted of knowing if the tasks were accomplished. Fortunately, all the groups completed without problems the proposed tasks.

The next step was an analysis of the answers in the test. The answers' study is shown in Figure 1. The study had been done about the total group. We did this analysis because the three groups (with five users) did not have distinct operative conditions due to the users did the same tasks in the same conditions.

The first analysis was the calculation of the variance. The variance gave us the idea about

different user sensations in Google Documents. The results told us that in general, the users thought similar things about groupware concepts in Google Documents. We had to considerer different aspects for the little different sensations that we found: needs, used applications, workspace, real tasks to do in their jobs and the expectation of use.

The final step was a second analysis of the answers in the test. Concretely, we studied what the users thought about the different groupware keys represented in Google Documents. Then, we did statistics with the data represented in Figure 1. The statistics gave us the next conclusions:

- *Collaboration*: collaborators used Google Documents to accomplish collaborative tasks. They completed the objectives without problems. The test told us that the collaborative user experience was very easy; the statistics confirmed it; the average was punctuation near to be perfect. However, some users gave an idea to improve the collaboration. The idea was to provide feedback when collaborators send messages or emails. The feedback would allow users to know if the message or document was well received. These emails and messages are also related with *communication, space, time* and *share information*. Then, this idea is applicable in these concepts.
- *Cooperation*: Users needed to work at the same time. The experience was that the users worked together completing the task, which is their global objective. The collaborators answered in the test that when they needed to work at the same time in the document, they didn't found errors. The general answer was that was easy to cooperate.
- *Coordination*: The tasks forced users to coordinate their actions. The results were positive because every user gave his information when it was requested. And then, users requested what they need. Google Documents allowed them to coordinate their actions. In the test, the users opined in general that to be coordinated with the workmates was easy. Some collaborators thought that two mechanisms provided to coordinate actions were bad located. These mechanisms are the events and the revision history. They proposed to locate these tools in a more visible zone

what could make easier the coordination of the users. The commented mechanisms are related as well with sharing information, and then these ideas are applied in this concept.

- *Communication:* The collaborators thought that this is one thing to change in the future. They would rather have an incorporated chat for the communication. Google Documents forced to use in general the email. However, users normally used chat to communicate. Then, collaborators told in the test that the communication was normal, but they had preferred to use a chat.
- *Share Information:* Users had to send sent to the other their private information. This task was well accomplished because the general tasks were done and all the information was included in the final document. The users didn't have problems with sharing information. The general opinion about it was very easy to share information.
- *Time:* the experience has been so good when the people worked in different times. Also, the users didn't have problems when they worked at the same time. In this way, the collaborators answered in general that working together had been easy.
- *Space:* the statistics told us that the users have worked without problems with collaborators in different locations. In general, the value selected was that Google Documents is very comfortable to collaborate in different places.

8. Improvement Proposals

Google Documents is an appropriate collaborative tool to make documents. However, the application could be improved by modifying some groupware features. The improvements proposed in this paper are based on the user experience obtained with the experiment and test performed (see section 7). The outcomes of the test are quantitative and qualitative values that provide ideas about bad and good user experience.

The improvement proposal is as follows:

- *Collaboration:* Google Documents can complete the collaboration between users modifying their actual mechanism. First, the invitations can be to modify only a concrete paragraph or zone of the document. Second, the users can have assigned one colour to their

text. In this way, any user will know who has done what only seeing the colour of text. And third, the users need some feedback when they collaborate using the email. The users send messages to collaborators, and they need to know if the message is received.

- *Cooperation:* Google Documents offers the invitations for new users to cooperate. Then, we can considerer the first and second proposed changes in collaboration. Moreover, the tool needs to solve conflicts when users work at the same time in the same paragraph, in order to avoid that different users may edit exactly the same paragraph. Therefore, Google Documents need to include an option to mark with colours the edited zone. When a user mark a paragraph with his colour, the rest of collaborators will know that that paragraph is being edited. The marked zone can be only edited by the author of the mark. It may be considered as a critical section.
- *Coordination:* Authors propose to change the system of events and the revision record. These changes may improve the location of these systems. The results of the test confirm that these systems need to be in a more visible area. A new location could be in the *Share* menu as a main option. When someone wants to work with events, he needs to go to Share -> View who has access -> Create event with this people. Therefore, users need to explore the *Archive* menu to see the revision record. The collaborator usually searches the record in the *Share* menu.

Additionally, Google Documents will improve the coordination if it provides a list of tasks or changes to do. This list can inform about the evolution of the document and the work to be done. Moreover, the users can organize their time selecting and organizing task between them. This change reduces problems of coordination because users can select a task and indicate it. The rest of collaborators will know the task to do for their workmate, and then they know where a concrete user applies changes.

- *Communication:* Currently, the user has to send a message or write a comment in the text. This manner of communication needs to stop working in the document. The user needs a more comfortable system. Then, the

communication proposal is to integrate a chat into Google Documents. The chat can be simply GTalk, the chat created by Google; or even better it could be another new chat integrated in the tool.

The chat must be only for write while the users are working. The users are able to work and chat at the same time. The users will lose their concentration if they have to speak with others. Then, the chat need to be only in writer mode.

- *Time and Space*: These features can be improved if Google Documents had an integrated chat. The chat will improve the collaboration between people who work in different locations in the same time. Google Documents needs to provide feedback to users when they collaborate with people in different times. Then, we need to add the feedback in the emails as we commented in *collaboration* improvement proposals.

9. Conclusions and Future Work

In this paper, Google Documents has been analyzed as a collaborative application. Then, specific groupware features have been identified in Google Documents. Additionally, the tool has been analyzed in order to test the user experience and identify points to improve. The outcomes of the experiment show Google Documents as a complete online groupware application.

However, the tool presents some lacks to be improved, especially regarding communication, etc. In the paper, some improvements have been proposed based on the user experience.

Knowing what the rest of the users are doing in a groupware application is increasingly important. Therefore, we will consider awareness as a key point in a future work. We also plan to study how accessibility may be provided by means of groupware features.

Acknowledgement

We would like to acknowledge the project with reference CICYT TIN2008-06596-C02-01, the project CENIT-2008-1019 from CDTI and the Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha PEI09-0054-9581 and PII2C09-0185-1030 projects for partially funding this work.

References

- [1] Google Docs, 2010; Official Google Docs Blog: googledocs.blogspot.com; Google Inc.
- [2] Greenberg, S., 1989. The 1988 conference on computer-supported cooperative work: Trip report. ACM SIGCHI Bulletin, 21(1), pp. 49-55, July.
- [3] Greif, I., 1988. Computer-Supported Cooperative Work: A Book of Readings. Morgan Kaufmann, San Mateo CA.
- [4] Grudin, J., 1994. CSCW: History and Focus. University of California. IEEE Computer, 27, 5, 19-26.
- [5] Horn, D. B., Finholt, T. A., Birnholtz, J. P., Motwani, D., Jayaraman, S., 2004. Six degrees of Jonathan Grudin: a social network analysis of the evolution and impact of CSCW research. ACM conference on Computer supported cooperative work, pp 582 – 591.
- [6] Johansen, R., 1988. Groupware: Computer support for business teams. New York: The Free Press.
- [7] Johnson-Lenz, P. and Johnson-Lenz, T., 1981. Consider the Groupware: Design and Group Process Impacts on Communication in the Electronic Medium. In Hiltz, S. and Kerr, E. (Ed.), New Jersey Institute of Technology.
- [8] Poltrock, S. and Grudin, J., 1994. Computer Supported Cooperative Work and Groupware. In Conference Companion on Human Factors in Computing Systems (Boston, Massachusetts, United States). C. Plaisant, Ed. CHI '94. ACM Press, New York, 355-356.
- [9] Poltrock, S. and Grudin, J., 1999. CSCW, groupware and workflow: experiences, state of art, and future trends. In CHI '99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (Pittsburgh, Pennsylvania). CHI '99. ACM Press, New York, NY, 120-121.
- [10] Poltrock, S. and Grudin, J., 2005. Computer Supported Cooperative Work and Groupware (CSCW). In Interact 2005. Rome, Italy.
- [11] R. Penichet, V. M., Lozano, M. D., Gallud, J. A., Tesoriero, R.: Requirement-based Approach for Groupware Environments Design. Journal of Systems and Software (JSS). ISSN: 0164-1212. DOI: 10.1016/j.jss.2010.03.029.
- [12] Wikimedia, 2010; Wikimedia Foundation, Inc, <http://www.wikipedia.org>.

Publicaciones derivadas de los trabajos presentados en los congresos españoles de Interacción Persona-Ordenador (2000-2005)

Carolina Navarro-Molina
Departamento de Historia de la
Ciencia y Documentación.
Unidad de Información e
Investigación Social y Sanitaria
(UYSIS)
Universitat de València
Palau de Cerveró
Plaça Cisneros nº 4. 46003 Valencia
Carolina.Navarro@uv.es

Juan Miguel López-Gil
GRIHO. Grupo de Investigación en
HCI
Dept. de Arquitectura y Tecnología
de Computadores
ETS Ingeniería Informática
Universitat de Lleida
18071 Lleida
juanmi@diei.udl.cat

Rafael Aleixandre-
Benavent
Instituto de Historia de la Medicina y
la Ciencia López Piñero. CSIC-
Universitat de València
Unidad de Información e
Investigación Social y Sanitaria
(UYSIS)
Palau de Cerveró
Plaça Cisneros nº 4. 46003 Valencia
Rafael.Aleixandre@uv.es

Resumen

En este estudio se analizan las características bibliométricas de los trabajos presentados en los congresos de Interacción durante los años 2000-2005 y que han sido posteriormente publicados como artículos en revistas incluidas en las bases de datos de la Web of Science, ACM Digital, ISOC o ICYT. Los resultados del estudio muestran que el 7,9% de los trabajos presentados se han convertido posteriormente en una publicación y las revistas en la que más trabajos se han publicado fueron *Inteligencia Artificial*, *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* y *Lectures Notes in Computer Science*.

1. Introducción

La asistencia y participación en las conferencias es usada con frecuencia por los investigadores para promocionar su trabajo, ampliar las redes de contactos y como espacio de debate de las tendencias en investigación. Pero si los trabajos presentados no son publicados con posterioridad en revistas, el acceso a esta información es muy complejo [1-3].

El propósito del presente estudio es realizar un análisis bibliométrico de publicaciones en revistas derivadas de los trabajos presentados en los seis primeros congresos de Interacción.

2. Material y Métodos

Para la realización de este trabajo se contó con las actas de los congresos, aunque en el año 2003 los trabajos que figuran en las actas no coinciden con los que figuran en la página web como ponencias aceptadas. Ante las inconsistencias detectadas, se han tratado sólo aquellos trabajos incluidos en las actas.

Para localizar las publicaciones se consultaron las bases de datos Science Citation Index (SCI) y Social Science Citation Index (SSCI), CM Digital, ICYT de Ciencia y Tecnología e ISOC de Ciencias Sociales y Humanidades.

La metodología utilizada consistió en interrogar cada base de datos empleando para ello los apellidos y la inicial del nombre combinado mediante operadores booleanos con palabras claves del título. En los casos en los que no se obtuvo resultado se emplearon los nombres de los coautores [4]. Con el fin de determinar la correspondencia se buscó la equivalencia entre los nombres de los autores, afiliación institucional, palabras clave, título y texto original.

De los registros recuperados, a la hora de valorar el Factor de Impacto (FI), se ha de tener en cuenta que los Lectures Notes del 2003 no estuvieron incluidos en el Journal Citation Reports (JCR), por lo que se considera que no tuvieron impacto. Dado que los años 2004 y 2005 volvieron a estar incluidos, se incluyó el FI de las publicaciones realizadas en ese periodo.

La fecha en que la búsqueda fue el 10 de marzo 2010.

3. Resultados

Durante el periodo analizado se presentaron 415 trabajos siendo 2003 el año en el que mayor número de trabajos se presentaron con un total de 112 (26,9%) mientras que el valor más bajo pertenece al año 2000 con sólo 38 trabajos (0,2%) (Tabla 1). Del total de ponencias presentadas, 33(7,9%) fueron posteriormente publicadas. El mayor número de publicaciones derivadas del congreso se produjeron corresponden a 2002 (16,1%) mientras que el porcentaje más bajo (1,4%) a 2005 con un solo trabajo publicado. La mayor parte de las publicaciones derivadas son comunicaciones (7,4%) frente a sólo dos pósteres (0,4%) (Tabla 1).

Algunos de los trabajos derivados fueron publicados al año siguiente de la celebración del congreso (18,7%) aunque el porcentaje es superior tras dos años del mismo (34,3%) (Tabla 2). En algunos casos puede llegar a pasar hasta 6 años desde la presentación en el congreso hasta la publicación del trabajo.

Las revistas en las que más trabajos se han publicado (Tabla 3) han sido *Inteligencia Artificial*, *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* y *Lectures Notes in Computer Science*, (5 trabajos, 15,6%, respectivamente) seguidas por *Novática* (4 trabajos, 12,5%) y *Computers & Education* y *Journal of Universal Computer Science* ambas con los mismos valores (3 trabajos, 9,3%).

En cuanto al FI de los trabajos derivados, 16 (51%) artículos fueron publicados en revistas incluidas en el JCR, siendo de ellos la revista *Journal of Web Semantics* la que presenta el FI más alto.

4. Discusión

Interacción es el congreso español más importante dedicado al área de la Interacción Persona-Ordenador y cuenta con trayectoria que abarca una década. Pero el papel de la publicación posterior de estos trabajos y la indexación de los mismos en bases de datos bibliográficas son también importantes ya que conllevan procesos de evaluación por pares que pueden aumentar la calidad de las aportaciones de las ponencias originales [4]. El alto porcentaje de publicaciones derivadas de los trabajos presentados en los congresos, es considerado por algunos autores como un indicativo de la calidad del mismo [2], aunque esto puede variar según el área del

conocimiento estudiada ya que en algunos casos las actas de congresos son más citadas que las revistas [3]. El porcentaje alcanzado por las publicaciones derivadas de los congresos de Interacción ha sido más bajo que el obtenido en otras áreas como por ejemplo en la biblioteconomía (13%) [1] o en ginecología (75%) [6]. Las razones de porqué las comunicaciones y pósteres presentados en un congreso no se acaban publicando pueden ser muy diversas como señala Aleixandre (2009) [5] y van desde el exceso de rigor en el proceso de evaluación de las revistas ante un ingente número de trabajos candidatos a ser publicados hasta el hecho de que la investigación en el tema se de por concluida cinco años después.

En cuanto a las limitaciones del presente estudio es necesario señalar que en ocasiones los cambios en el título, autores o resumen son tan importantes que puede resultar imposible reconocer un artículo como trabajo derivado de una contribución.

Referencias

- [1] Fennewald, J. Perished or published: the fate of presentations from the Ninth ACRL Conference College & Research Libraries, 66(6): 517-525, 2005.
- [2] Aleixandre-Benavent, A, Alcaide-González, G, Miguel-Dasit, A, Navarro-Molina, C, Valderrama Zurián, JC. Full-text publications in peer-reviewed journals derived from presentations at the three ISSI Conferences. *Scientometrics* 80(2):407-418, 2009.
- [3] Miguel-Dasit, A, Martí-Bonmartí, L, Aleixandre, R, Sanfeliu, P, Valderrama, JC. Publications resulting from spanish radiology meeting abstracts: wich, where and who. *Scientometrics*, 66(3):467-480, 2006.
- [4] Callahan, A, Wears, RL, Weber, E. Journal pertige, publication bias, and other characteristics associated with citation of published studies in peer-reviewed journals. *JAMA*, 287:2847-2850, 2002.
- [5] Aleixandre, R, Valderrama, JC, Desantes, JM, Torregosa, AJ. Identification of information sources and citation patterns in the field of reciprocating internal combustion engines, *Scientometrics*, 59:321-336, 2004.
- [6] Gandhi, SG, Gilbert, WM. Society of gynecologic investigation. What gets published?

Journal of Society of Gynaecologic Investigation,
11:526-565, 2004.

Tabla 1. Datos generales.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Comunicaciones presentadas	31(81, 5%)	45(77, 5%)	53(85, 4%)	97(86, 6%)	76(97, 4%)	60(89, 5%)	362(87,2%)
Comunicaciones publicadas	3(7,8%)	7(12%)	9(14,5%)	2(1,7%)	9(1,7%)	0	31(7,4%)
Pósteres presentados	7(18,4%)	13(22,4%)	9(14,5%)	15(13,3%)	2(2,5%)	7(10,4%)	53(12,7%)
Pósteres publicados	0	0	1(1,6%)	0	0	1(1,4%)	2(0,4%)
Total trabajos	38	58	62	112	78	67	415
Total trabajos publicados	3(7,8%)	7(12%)	10(16,1%)	2(1,7%)	9(1,7%)	1(1,4%)	31(7,9%)

Tabla 2. Frecuencia de publicación según el año de publicación de los artículos

2000				2001				2002			
Año	Total	C	P	Año	Total	C	P	Año	Total	C	P
2001	2	2(66,6%)	-	2001	1	1(14,2%)	-	2001	-	-	-
2002	1	1(33,3%)	-	2002	5	5(71,4%)	-	2002	2	2(22,2%)	-
2003	-	-	-	2003	-	-	-	2003	3	3(33,3%)	-
2004	-	-	-	2004	1	1(14,2%)	-	2004	3	3(33,3%)	-
2005	-	-	-	2005	-	-	-	2005	1	1(11,1%)	-
2006	-	-	-	2006	-	-	-	2006	-	-	-
2007	-	-	-	2007	-	-	-	2007	-	-	-
2008	-	-	-	2008	-	-	-	2008	1	-	1(100%)
2009	-	-	-	2009	-	-	-	2009	-	-	-
Total	3	3	0	Total	7	-	0	Total	10	9	1
2003				2004				2005			
Año	Total	C	P	Año	Total	C	P	Año	Total	C	P
2001	-	-	-	2001	-	-	-	2001	-	-	-
2002	-	-	-	2002	-	-	-	2002	-	-	-
2003	-	-	-	2003	-	-	-	2003	-	-	-
2004	-	-	-	2004	3	3(33,3%)	-	2004	-	-	-
2005	-	-	-	2005	1	1(11,1%)	-	2005	-	-	-
2006	1	1(50%)	-	2006	2	2(22,2%)	-	2006	-	-	-
2007	1	1(50%)	-	2007	-	-	-	2007	-	-	-
2008	-	-	-	2008	2	2(22,2%)	-	2008	1	-	1(100%)
2009	-	-	-	2009	1	1(11,1%)	-	2009	-	-	-
Total	2	2	0	Total	9	9	0	Total	1	0	1

C: Comunicaciones; P: Póster; Se han repetido los años para apreciar el intervalo entre el congreso y la publicación derivada

Tabla 3. Distribución de las publicaciones, los países de la publicación y número de artículos

Publicación	País de edición	Nº de artículos																	
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total	FI (Media)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total			
Acta Psychologica	Países Bajos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apuntes de Psicología	España	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Computers & Education	Reino Unido	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Computing in Science & Engineering	USA	-	-	-	1	1.602	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Electronic Library	Reino Unido	-	-	1	0.182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICSE '06: Proceedings of the 28th international conference on Software engineering	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial	España	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence	Reino Unido	1	0.232	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Journal of Universal Computer Science	USA	-	-	1	0.488	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Journal of Web Semantics	Países Bajos	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lectures Notes in Artificial Intelligence	Alemania	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lectures Notes in Computer Science	Alemania	1	0.515	2	0.457	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novática	España	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perception	Reino Unido	-	-	1	1.314	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial	España	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sociedad Española para el Procesamiento del lenguaje natural	España	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universal Access: Theoretical Perspectives, Practice, and Experience	España	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FI: Factor de Impacto

Interacción, Aprendizaje y Enseñanza

Juegos educativos configurables para Educación Especial

Sandra Baldassarri, Eva Cerezo, Guillermo Blasco

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Grupo de Informática Gráfica Avanzada (GIGA)
Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro Politécnico Superior. Edificio Ada Byron
María de Luna, 1 - E-50018 ZARAGOZA
{sandra, ecerezo, 510932}@unizar.es

Resumen

La educación por ordenador tiene ciertas ventajas que la hacen especialmente útil como complemento a la enseñanza tradicional. En el caso particular de la Educación Especial priman los principios de la usabilidad y la accesibilidad para que estas herramientas se ajusten a las necesidades particulares de cada usuario.

En el presente artículo se describe un juego educativo implementado para incentivar el desarrollo cognitivo de alumnado con discapacidad a través del uso de personajes virtuales e interacción multimodal y emocional. La aplicación es altamente configurable a las características de cada alumno y permite a los educadores generar nuevas actividades adaptadas.

La herramienta ha sido diseñada utilizando un riguroso proceso de evaluación con usuarios reales para rediseñar los sucesivos prototipos y comprobar que la aplicación final satisface las necesidades específicas de cada alumno.

1. Introducción

Desde hace años, la educación por ordenador ha ido adquiriendo cada vez más protagonismo en el mundo de la enseñanza. Impartir el conocimiento de este modo tiene la ventaja de permitir a cada estudiante aprender de forma más personalizada y autónoma, progresar a una velocidad óptima a sus posibilidades, y, además, fomenta el interés, incrementa su rendimiento e incentiva el desarrollo de nuevas habilidades. La enseñanza por ordenador está fundamentada en los siguientes principios pedagógicos [17]:

- Actividad: interactividad entre los alumnos y el ordenador.

- Individualización: adaptación a cada persona del ritmo de aprendizaje y de los contenidos.
- Progresión: presentación de la información de forma dosificada y gradual, desde lo más simple a lo más complejo.
- Retroalimentación inmediata: información eficaz y precisa sobre cada una de las acciones del usuario.
- El valor del error: la evaluación de los errores se convierte en el mejor camino para aprender.

En este contexto, los juegos son herramientas de enseñanza-aprendizaje muy efectivas que permiten que los usuarios puedan aprender mediante la interacción y que promueven la resolución activa de problemas, al mismo tiempo que enfatizan la exploración y el auto-descubrimiento. Además sus posibilidades son muy atractivas tanto para los alumnos como para los profesores. Por un lado, para los alumnos supone un modo de entretenimiento sin percibir que al mismo tiempo están aprendiendo. Por otro lado, permiten a los educadores la utilización de diferentes estrategias didácticas con distintos individuos y grupos de trabajo.

En este artículo se presenta un juego interactivo encaminado a mitigar las dificultades que genera la discapacidad. Su configurabilidad permite crear actividades que aborden ámbitos como la autonomía personal, la comunicación y la relación con el medio físico y social. Para alcanzar los objetivos el alumnado participa de forma activa desde las primeras fases de diseño, consiguiendo así una herramienta personalizable a las características especiales de cada alumno.

La estructura del artículo es la siguiente. En la Sección 2 se presenta un estado del arte donde se citan estudios y desarrollos de herramientas

educativas similares. En la Sección 3 se describen los objetivos pedagógicos del trabajo según los principios de la Usabilidad y la Accesibilidad. En la Sección 4 se describe el juego educativo desarrollado y sus aspectos más importantes. La Sección 5 incluye la metodología empleada y los resultados obtenidos de la evaluación llevada a cabo con usuarios reales. En último lugar se plantean las conclusiones y posibilidades de trabajo futuro.

2. Estado del arte

El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza está ampliamente extendido y son muchos los ejemplos de nuevos desarrollos y aplicaciones para el estudio de sus posibilidades.

Existen algunos entornos destinados a la generación de actividades educativas, como el proyecto Clic [5], para la creación de actividades de asociación, rompecabezas, ejercicios de texto, etc. Por su parte, el sistema de juegos educativos Pipo [16] facilita juegos para aprender letras o vocabulario, reconocer imágenes o colores y aprender a sumar. Otro ejemplo es la colección de “El Conejo Lector” [7] que ayuda a los niños a leer y a adquirir fundamentos matemáticos, creativos, de pensamiento y conocimiento de la vida. No obstante, estos desarrollos están enfocados a educación infantil o primaria, sin mecanismos de adaptación a usuarios con necesidades especiales.

Con el objetivo de apoyar en el aula y conseguir una enseñanza individualizada e integradora, el proyecto Sc@ut [18] desarrolla sistemas de comunicación para aprendizaje individual, incluyendo videojuegos [10]. Además, ha servido para el desarrollo de una plataforma de trabajo colaborativo para ayudar a alumnos con necesidades educativas especiales en su socialización, comunicación e integración con el entorno [8]. Sin embargo, su uso se ha restringido en dispositivos de pequeño tamaño, limitando a usuarios con problemas visuales que requieren de pantallas de mayores dimensiones, o usuarios con limitaciones motoras, que necesitan pulsadores o periféricos especiales.

Otros desarrollos se enfocan desde el punto de vista de la accesibilidad, facilitando nuevas posibilidades de interacción. Por ejemplo, alumnos con problemas visuales disfrutan de juegos específicamente diseñados para ellos donde

prima la interacción auditiva, son los llamados *audio games* [19] [21]. Otras investigaciones realizan un estudio más extenso en campos de robótica, tecnologías asistidas e interacción para niños con un mayor rango de limitaciones: físicas, visuales, auditivas, emocionales y cognitivas [12].

El proyecto “Computer-Aided Therapeutic Intervention” (CATI) estudia las posibilidades de aplicaciones multimedia en tratamientos terapéuticos de niños con limitaciones severas [9]. El trabajo es similar al presentado en el presente artículo e incluye adaptaciones semánticas individualizadas. Pero lamentablemente es difícil extraer conclusiones claras ya que la evaluación se lleva a cabo con un único caso de estudio: un niño autista de 12 años.

Todas estas herramientas pedagógicas se engloban dentro de los llamados “juegos serios”, del término anglosajón *serious games* [1]. Estos juegos tienen como objetivo la formación y el aprendizaje asistido, y su finalidad va más allá del mero entretenimiento.

Sin embargo, a diferencia de los desarrollos comentados previamente, el trabajo presentado en este artículo satisface al mismo tiempo los aspectos siguientes:

- Configuración de la herramienta para ajustarla a las necesidades de cada alumno.
- Generación de nuevas actividades por parte del profesorado.
- Evaluación con usuarios reales y con dispositivos físicos (PC, tablet PC y pizarra digital) que engloban diferentes modos de interacción (teclado, ratón, controladores, visual, auditiva y táctil).

3. Juegos educativos: buscando la usabilidad y la accesibilidad

El objetivo de este trabajo consiste en el diseño de juegos interactivos que faciliten el desarrollo cognitivo de alumnado con discapacidad, potenciando nuevas destrezas y habilidades. La posibilidad de interactuar con entornos virtuales y obtener respuestas inmediatas, mediante la acción causa-efecto, supone para los alumnos un estímulo muy importante que busca incentivar su aprendizaje e incrementar su nivel de autoestima.

Por otra parte, se pretende potenciar la interacción de forma multimodal, mejorando la comunicación entre los alumnos y el ordenador,

en especial a través de la utilización de personajes virtuales. La integración de estos actores virtuales en herramientas pedagógicas es especialmente atractivo en Educación Especial, ya que despiertan el interés del estudiante y permiten un estilo de interacción natural.

Para lograr estos objetivos la herramienta didáctica se ha diseñado, elaborado y testeado utilizando Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [14] y el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad (MPIu+a) [11]. Este modelo prioriza la incorporación de la usabilidad y la accesibilidad en el sistema desarrollado, asegurando una interacción usuario-sistema más natural y eficiente.

Mediante la usabilidad la herramienta busca la facilidad de aprendizaje, la efectividad de su uso y la satisfacción de los alumnos a los que se dirige [13]. Del mismo modo, en lo referente a la accesibilidad, se busca proporcionar flexibilidad para acomodarse a las necesidades de cada niño y a sus preferencias y limitaciones [11].

En este sentido, un grupo de alumnos del Colegio Público de Educación Especial Alborada (CPEE Alborada) [6] han sido partícipes desde las primeras fases de diseño hasta las evaluaciones finales de la herramienta. Las capacidades del alumnado difieren considerablemente de unos niños a otros y este sistema interactivo pretende adaptarse a esas diferencias de modo que cualquiera de ellos sea capaz de utilizar la herramienta sin problemas, sin verse excluido de su uso por causa de dichas diferencias personales. Para ello se ha realizado un estudio de requisitos de accesibilidad para abordar las limitaciones cognitivas, motrices y sensoriales (visual y auditiva) de los niños con los cuales se iba a trabajar. El resultado de dicho estudio demostró la

necesidad de desarrollar una herramienta de apoyo a los educadores en su labor docente.

4. Descripción de la herramienta

Por la colaboración con el centro Alborada se determina crear una herramienta que permita generar juegos educativos para Educación Especial siguiendo un patrón predeterminado de ejercicios de asociación y clasificación. En ellos se presentan un conjunto de elementos de forma que el alumno debe identificar cuáles están conceptualmente relacionados con una categoría. Además la herramienta es fácilmente ampliable para incluir otro tipo de modelo de juegos.

A continuación se presenta el motor gráfico con el cual se implementó la herramienta. Posteriormente se explican las distintas técnicas de interacción y las posibilidades de personalización y configuración, así como la definición de la interfaz. Por último se detalla la capacidad de la aplicación para generar nuevas actividades.

4.1. Motor de desarrollo: Maxine

El entorno de desarrollo del juego es un motor gráfico llamado Maxine [3] que permite la creación y gestión de entornos virtuales tridimensionales. Maxine puede cargar en dichos entornos modelos 3D, animaciones, texturas, sonidos, etc., aunque está especialmente orientado para trabajar con actores virtuales emocionales. El motor, basado en librerías de código abierto, permite interacción emocional y multimodal con el usuario en tiempo real, como se muestra en la Figura 1.

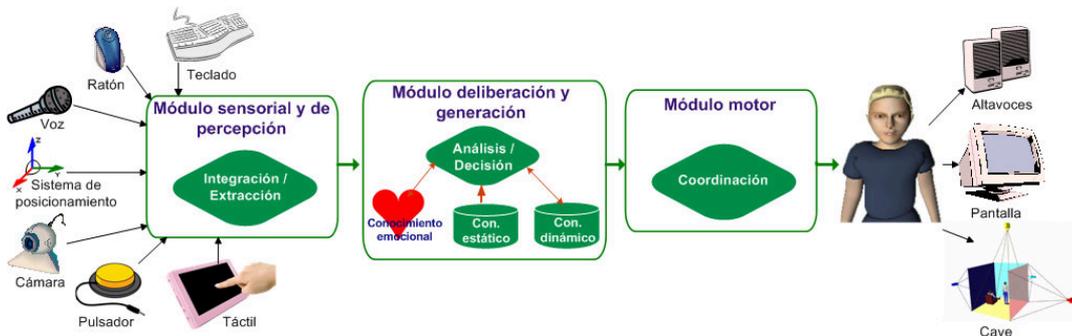


Figura 1. Estructura general del motor de desarrollo Maxine

Tabla 1. Librerías utilizadas en Maxine

Función	Librería	Descripción
Scripting	Lua y LuaBind http://www.rasterbar.com/products/luabind.html	Creación y manipulación de objetos y elementos de control en tiempo real
Manejo y representación en 3D	OpenSceneGraph http://www.openscenegraph.org/	Manipulación del grafo de la escena (basado en OpenGL)
	Producer http://www.openscenegraph.org/	Visualización 3D y manejo de cámaras
Animación	Cal3D http://alpp.sourceforge.net/	Animación local de los personajes virtuales (modificada para adaptarse a las necesidades de Maxine)
	OpenSteer http://opensteer.sourceforge.net/	Comportamientos dirigidos
Audio	OpenAL++ http://alpp.sourceforge.net/	Sonido en 3D
Síntesis de voz	SAPI http://www.blong.com/Conferences/DCon2002/Speech/SAPI51/SAPI51.htm	Síntesis de voz (código libre pero no código abierto)
General	OpenThreads http://openthreads.sourceforge.net/	Herramientas de manipulación básica de hilos
	STLPort http://sourceforge.net/projects/stlport	Librería estándar C++ multiplataforma

Las librerías utilizadas en Maxine para la implementación de los juegos se describen en la Tabla 1.

Los sistemas de entrada para la interacción del usuario con Maxine son:

- Teclado y ratón: Estos periféricos tradicionales facilitan el control total de la escena virtual y sus componentes en tiempo real.
- Micrófono: Reconocimiento del diálogo introducido por voz por el usuario en lenguaje natural.
- Sistema de posicionamiento: Calcula la posición y orientación de la cabeza y la mano del usuario. Se usa especialmente en una habitación estereoscópica inmersiva o *CAVE-like system* (CLS) [20].
- Cámara web: Detección de las expresiones faciales y el estado emocional del usuario a partir de fotografías y vídeos tomados de su cara.

- Pulsador: Dispositivo utilizado para la interacción de usuarios con discapacidad motora.
- Dispositivos táctiles (pantalla o pizarra): Permiten pulsar físicamente sobre ellos con el dedo a modo de puntero de ratón.

Por otro lado, para la salida se utilizan pantallas y altavoces, para la interacción vía texto, sonido, imagen y animación, además del uso de actores virtuales. Dichos actores están provistos de expresión facial y corporal, sincronización labial y síntesis de voz emocional.

Todas estas posibilidades, sumado a la posibilidad de ampliar el código del motor, hacen que Maxine sea especialmente apropiado para el desarrollo de juegos o actividades didácticas, en los que se presta especial atención a la interacción multimodal y el uso de personajes virtuales que sirvan de guías durante el proceso de aprendizaje.

4.2. Técnicas de interacción: personalización

Las barreras que los usuarios discapacitados encuentran para interactuar con sistemas interactivos están relacionadas principalmente con la interfaz de usuario, incluyendo los dispositivos y la navegación. Dichos sistemas interactivos centran buena parte del esfuerzo en salvar las dificultades físicas para su manejo. Los dispositivos de interacción más comunes, el teclado y el ratón para la entrada y la pantalla y los altavoces para la salida, requieren determinadas capacidades físicas. La entrada demanda precisión y coordinación motora, además de coordinación visual para manejar el dispositivo apuntador. La salida requiere capacidad visual y, en ocasiones, también auditiva.

Con el fin de ajustar la herramienta a las características de alumnado con discapacidad, el juego trabaja con diferentes técnicas de interacción para abarcar de la forma más amplia posible el conjunto de limitaciones. La herramienta permite interacción multimodal (visual, sonido, teclas, ratón y dispositivos táctiles) y emocional: un personaje virtual que se alegra o entristece con los niños y que reproduce animaciones para saludar, aplaudir, lamentarse y bailar, atendiendo a las acciones del alumno.



Figura 2. Personaje virtual emocional

La aplicación permite crear perfiles de usuario específicos para cada alumno, guardarlos y cargarlos posteriormente. De este modo se pueden personalizar y configurar diferentes juegos según las limitaciones cognitivas, sensoriales y motrices de cada alumno en particular.

La información del perfil de usuario se almacena en formato electrónico de forma permanente. Dicho perfil consta de los siguientes elementos:

- Periférico: teclado o ratón (lento o rápido)
- Sonido (activado o desactivado)
- Tamaño de pictogramas
- Texto (activado o desactivado)
- Tamaño de plantilla

Para la creación de este perfil el juego consta de un menú de configuración donde el educador selecciona los parámetros apropiados para el alumno (Figura 3).



Figura 3. Perfil de usuario

Asimismo, con esta configurabilidad se dota a la herramienta de distintas técnicas de interacción utilizando diferentes dispositivos físicos: teclado para alumnos capaces de reconocer las letras, interacción mediante pulsadores-comunicadores, interacción táctil en pantallas específicas o en pizarra digital (Figura 4), así como interacción por ratón con la posibilidad de regular la velocidad y sensibilidad de dicho periférico.



Figura 4. Pizarra digital

4.3. Definición de la interfaz

La accesibilidad también persigue mitigar las barreras cognitivas que los usuarios discapacitados encuentran para entender los procedimientos y la navegación. En este sentido, la aplicación permite la interacción entre un entorno virtual y alumnos de Educación Especial. La esencia es incorporar en una escena virtual modelos de objetos, fundamentalmente pictogramas, y personajes adaptados a los intereses de los alumnos, de forma que estos interactúen con la escena y esto produzca modificaciones atendiendo a sus propias acciones.

La dinámica del juego consiste en seleccionar imágenes relacionadas con una determinada categoría. Para ello, actualmente el escenario de juego se compone principalmente de pictogramas diseñados específicamente para comunicación aumentativa y con los que los niños del colegio Alborada se encuentran muy familiarizados [15]. No obstante, la herramienta es muy flexible y permite la utilización de cualquier tipo de imágenes.

En la parte superior de la interfaz se muestra la imagen que representa la categoría y a la derecha una plantilla con un conjunto de pictogramas relacionados o no con ella (véase Figura 5).



Figura 5. Interfaz típica del juego

En la parte inferior izquierda se presenta un personaje virtual que orienta al alumno con animaciones a modo de lenguaje gestual. El uso de un personaje virtual constituye una prometedora opción de interfaz siguiendo un estilo de comunicación e interacción con el cual los seres humanos se encuentran familiarizados.

4.4. Generación de nuevas actividades

Actualmente la herramienta cuenta con un repertorio inicial de plantillas de actividades que sirve como punto de partida para su implantación en las aulas, así como para el entrenamiento de los alumnos en el uso del sistema. No obstante, la principal potencia del juego reside en la posibilidad de generar por parte del educador nuevas actividades adaptadas a los intereses y limitaciones del alumno. De este modo, se da la posibilidad de crear plantillas personalizadas con objetivos pedagógicos concretos y que sean más estimulantes e interesantes para los alumnos.

Para la creación de las plantillas de las nuevas actividades se facilita una interfaz similar a la mostrada en la Figura 6. En ella los educadores pueden seleccionar las imágenes o pictogramas que compondrán la plantilla, asociarles audios e indicar qué elementos están relacionados con una categoría específica. Dichas plantillas se almacenan en formato electrónico permanente para permitir su uso con posterioridad.

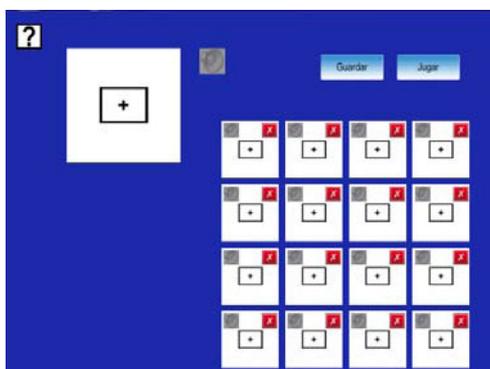


Figura 6. Creación de actividades

De este modo, se amplía el abanico de posibilidades del juego con un conjunto de actividades lo suficientemente extenso como para asistir al educador en la mayoría de las tareas impartidas en el aula y poder desarrollar nuevos juegos para apoyar los temas de interés en cada momento.

5. Evaluación con usuarios

En este trabajo se ha puesto especial atención en el usuario final al que van dirigidas las aplicaciones educativas. Los alumnos del CPEE Alborada han sido partícipes desde las primeras fases de desarrollo de la herramienta, ya no sólo como evaluadores del producto final, sino sentando las bases de los aspectos fundamentales que debían regir el diseño del juego. De esta forma, la herramienta se ha implementado atendiendo a las necesidades de los alumnos, tanto por observación directa de su interacción como por las pautas de los expertos pedagogos del colegio.

El primer paso en el proceso de diseño consistió en estudiar la interacción de los niños con los juegos de ordenador que utilizaban habitualmente, para determinar cuáles les resultaban más interesantes, entretenidos y/o fáciles de utilizar, así como cuáles cumplían mejor su función educativa. De este modo, fue posible detectar puntos fuertes y débiles de cada una de ellas, que sirvieron como base para definir el diseño inicial del juego. Una vez implementado el primer prototipo funcional, se comenzaron a realizar sesiones de evaluación con los usuarios

para comprobar el funcionamiento del mismo, su usabilidad, jugabilidad y accesibilidad.

A continuación se describe el método de evaluación utilizado y se comentan los resultados obtenidos en las aulas.

5.1. Método de evaluación

En la evaluación se ha utilizado un método específicamente diseñado para evaluar juegos de ordenador educativos para niños: el método SEEM (Structure Expert Evaluation Method) [4] [2]. SEEM es un método estructurado que se basa en la opinión de expertos para identificar problemas de interacción que afectan a la usabilidad y la diversión que pueden experimentar los niños con el uso de juegos de ordenador. Así, los logopedas del colegio Alborada actuaron como expertos examinando el juego para comprobar los objetivos, las acciones a realizar, la interacción física, la navegación, la secuencia del juego y la realimentación a las acciones del alumno.

Con el fin de que estos expertos puedan evaluar la herramienta se han creado dos tipos de cuestionarios apoyados en el método SEEM. El primer cuestionario busca obtener, a través de la observación de los expertos, información cuantificable que permita extraer conclusiones relacionadas con la interacción del alumnado con el juego. Las preguntas incluidas en él van orientadas a detectar qué tipo de hechos se observan mientras el niño juega: si se levanta de la silla, si el niño mira constantemente a un adulto durante el juego o si por el contrario juega absorto, etc. Se persigue así detectar indicios que determinen si las acciones han sido o no comprendidas claramente, sobre qué es más o menos estimulante para el alumno, etc.

El segundo cuestionario está destinado a obtener información sobre el grado de satisfacción de los educadores cuando utilizan la herramienta para la generación de nuevos juegos didácticos. Para ello se ha puesto la aplicación en manos de los profesores para que, ayudados por un guión de instrucciones, experimenten diseñando nuevas actividades.

5.2. Experimentación en las aulas

La observación directa de la interacción del alumnado con los sucesivos prototipos de la

aplicación ha suministrado las mejores pautas para encarar su diseño. Para ello se han realizado sesiones periódicas de evaluación que han permitido estudiar las reacciones y cambios producidos en la iniciativa de los niños.

En dichas sesiones de evaluación se ha trabajado con un grupo de 30 alumnos (10 niñas y 20 niños) de edades comprendidas entre 5 y 17 años. De ellos 12 padecen Retraso Mental Severo, 7 Retraso Mental Moderado, 10 son Plurideficientes y 1 sufre Trastorno Generalizado del Desarrollo. En la Tabla 1 se muestran los distintos niveles de afectación (desde 0 = sin afectación hasta 5 = afectación muy deficiente) de las limitaciones de los niños.

Limitación Cognitiva						
	Nivel de afectación					
	0	1	2	3	4	5
Nº Alumnos						
Atención	0	6	17	6	1	0
Concentración	0	3	16	10	1	0
Comunicación	5	5	13	7	0	0
Limitación Motriz						
	Nivel de afectación					
	0	1	2	3	4	5
Nº Alumnos						
Habilidades físicas	16	5	4	4	1	0
Limitación Sensorial						
	Nivel de afectación					
	0	1	2	3	4	5
Nº Alumnos						
Visual	14	15	1	0	0	0
Auditiva	29	0	0	0	0	1

Tabla 1. Nivel de afectación

Las sesiones se han desarrollado en las propias aulas del centro escolar y en ellas se ha presentado la herramienta educativa ante los alumnos para que trabajen con ella de uno en uno, evitando así la influencia sobre el niño de sus propios compañeros (Figura 7). Además, los pedagogos del centro, siempre presentes durante las sesiones, han analizado la interacción de los niños para, guiados por los cuestionarios del método SEEM, anotar mejoras y modificaciones a realizar.

Asimismo, durante el trabajo con los niños se ha grabado cada una de las actividades con una videocámara. De este modo, además de realizar la observación en el mismo instante en que se produce la interacción del alumnado con el juego, también se tiene la posibilidad de analizarla posteriormente a través de las grabaciones realizadas. Las grabaciones han permitido examinar con mayor detenimiento el comportamiento de los niños, y tomar nota de detalles que de otra forma eran muy complicados

de detectar, debido a lo espontáneo de la conducta de los alumnos.

De los cuestionarios de observación de los alumnos se desprenden algunos resultados destacables: el 89% comienza a interactuar con la herramienta antes de preguntar cómo se juega, el 77% desea volver a jugar, el 73% muestra interés por el juego, el 36% ríe durante las actividades y el 86% de los niños percibe la presencia del personaje virtual.

Por otra parte, subrayar que no se han observado diferencias significativas en la interacción de niños con distintos tipos de discapacidades. Es probable que este hecho se deba a que los educadores han tenido en cuenta las limitaciones especiales de cada alumno a la hora de configurar y personalizar el juego.

6. Conclusiones

Con el objetivo de dar la respuesta más adecuada a las necesidades que genera el alumnado con discapacidad se ha elaborado una herramienta didáctica altamente motivadora y estimulante para ellos. De los resultados de la evaluación se desprende el alto interés que despierta la herramienta sobre los niños, actuando como un fuerte estímulo para su aprendizaje y formación.

Igualmente, las posibilidades de ajustar la aplicación al perfil del alumno y de generar nuevas actividades han resultado enormemente satisfactorias, permitiendo abordar el trabajo de manera totalmente individualizada. La personalización de la herramienta la hace accesible a las características de alumnos con necesidades especiales, gracias a la incorporación de diferentes técnicas de interacción. Además, la utilización de un personaje virtual que, a modo de tutor, aprueba o desaprueba las acciones del niño también ha resultado de gran estímulo. Esta característica hace la comunicación con la aplicación más natural, supone un contacto más humano, a la vez que se fortalece la relación causa-efecto.

Finalmente, concluir que como trabajo futuro se diseñarán, desarrollarán y evaluarán con los niños nuevos patrones de juegos que permitan ampliar el abanico de posibilidades para los docentes.



Figura 7. Evaluación con usuarios

Agradecimientos

Agradecimiento especial a los profesores José Manuel Marcos y César Canalis por su participación en el diseño y evaluación del juego, y a los niños y niñas del CPEE Alborada.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Dirección General de Investigación N° TIN2007-63025 y por el Gobierno de Aragón a través de los siguientes proyectos: Cooperación entre Departamentos Universitarios y de Educación Secundaria, IAF N°2008/0574 y CyT N°2008/0486.

Referencias

- [1] Abt C. *Serious Games*. New York. The Viking Press. 1970.
- [2] Baauw E., Bekker M.M., Markopoulos P. Assessing the Applicability of the Structured Expert Evaluation Method (SEEM) for a wider Age Group. IDC'06, June 7-9, 2006 Tampere, Finland.
- [3] Baldassarri S., Cerezo E., Serón F.J. 2008. Maxine: a platform for embodied animated agents. *Computer & Graphics*, Volumen 32, pp 430-437.
- [4] Bekker M. Structure Expert Evaluation Method: SEEM. 3rd International Workshop, Athens, March 5, 2007. Review, Report and Refine Usability Evaluation Methods, pp 67-69.
- [5] Clic: <http://clic.xtec.cat/es/index.htm>.
- [6] Colegio Público de Educación Especial Alborada (CPEE Alborada): <http://centros6.pntic.mec.es/cpee.alborada/>.
- [7] El Conejo Lector. The Learning Company: <http://www.broderbund.com/store/broder/DisplayCategoryProductListPage/parentCategoryID.13527900/categoryID.19226100>.
- [8] Fernández A., Rodríguez C. Rodríguez-Fórtiz M.J. Diseño de una Plataforma Móvil de Apoyo al Aprendizaje Cooperativo en Educación Especial. *INTERACCIÓN* 2009.
- [9] Gappa H., Mermet S. Access to Computer-Assisted Learning Environments for Severely Handicapped Children by Semantic Level Adaptations. 5th Ercim Workshop "User Interfaces for All", pp 151-158. Germany, 1999.
- [10] González J.L., Rodríguez M.J., Cabrera M., Gutiérrez F.L. Evolutionary Videogames for Personalized Special Education. *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, 20 (2009).
- [11] Lorés J., Granollers T. 2004. La Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad aplicada al diseño y desarrollo de sitios web. Ediciones de la Universidad de Lleida.
- [12] Martí P., Pollini A., Rullo A., Giusti L., Grönvall E. (2009) Creative Interactive Play for Disabled Children. IDC 2009, pp 313-316.
- [13] Nielsen J. 1993. *Usability Engineering*. AP Professional. Boston, MA.
- [14] Norman D.A. 1998. *The Design of Everyday Things*. London, MIT Press.
- [15] Palao S. (Autor pictogramas). Procedencia: ARASAAC (<http://catedu.es/arasaac/>). Licencia: CC(BY-NC).
- [16] Pipo. *Juega y Aprende con Pipo*, editorial Santillana: <http://www.pipoclub.com/santillana/>.
- [17] Proyecto Prometeo. Junta de Andalucía. Conserjería de Empleo y Desarrollo Tecnológico: http://prometeo.us.es/recursos/medios_y_recursos/eao.htm.
- [18] Rodríguez-Fórtiz M.J., González J.L., Fernández A., Entrena M., Hornos M.J., Pérez A., Carrillo A., Barragán L. (2009) Sc@ut: Developing Adapted Communicators for

- Special Education. *Procedia - Social and Behaviour Sciences*, 1 (1), 2009, PP: 1348-1352.
- [19] Sánchez J., Sáenz M. Video Gaming for Blind Learners School Integration in Science Classes. *INTERACT 2009, Part I, LNCS 5726*, pp. 36-49, 2009.
- [20] Serón F.J., Gutiérrez D., Magallón J.A., Sobreviola E.J., Gutiérrez J.A. A CAVE-like environment as tool for full-size train design, *Virtual reality*. Vol. 7. Berlin: Springer, 2004, pp 82-93.
- [21] Targett S., Fernström M. Audio Games: Fun for all? All for fun?
<http://www.audiogames.net/pics/upload/icad2003.htm>.

PHET: Una Herramienta para Evaluar la Experiencia del Jugador basada en la Jugabilidad

J. L. González Sánchez N. Padilla Zea
Software Engineering Dept. Software Engineering Dept.
University of Granada University of Granada
(Granada–Spain) (Granada–Spain)
joseluisgs@ugr.es npadilla@ugr.es

F. L. Gutiérrez Vela F. Montero Simarro
Software Engineering Dept. Grupo de Inv. LoUISE.
University of Granada U. de Castilla - La Mancha
(Granada–Spain) (Albacete, Spain)
fguterr@ugr.es fmontero@dsi.uclm.es

Resumen

Los videojuegos se han convertido en un campo de importante avance en el sector interactivo debido a su éxito comercial y son numerosas las nuevas tecnologías aplicadas al sector del ocio electrónico. Estos avances hacen que cada vez sea más importante analizar si la Experiencia del Usuario es adecuada dependiendo de la naturaleza del videojuego y de esta forma poder asegurar una calidad de uso óptima por parte del jugador. Por ello, necesitamos conocer y medir la Jugabilidad, como una de las medidas claves en la experiencia del jugador, para analizarla, optimizarla y adaptarla a las preferencias del jugador y del juego. En este trabajo presentamos el desarrollo de una herramienta enfocada al análisis, exploración y evaluación de la Jugabilidad guiada por Facetas donde analizaremos los distintos niveles de Jugabilidad dentro de un videojuego y cómo esta se ve afectada por los distintos elementos de un videojuego.

1. Introducción

La *Experiencia del Usuario* (UX) podría entenderse como el conjunto de sensaciones, sentimientos o emociones que se producen el usuario cuando maneja un sistema interactivo; un paso que va más allá del estudio tradicional de las habilidades y procesos cognitivos del usuario y su comportamiento racional, el cual ha sido la base del estudio para el análisis de muchos Sistemas Interactivos por la comunidad IPO. Los Videojuegos son sistemas interactivos concebidos para explotar al máximo la experiencia del usuario cuando hace uso de ellos, pues su principal objetivo es *divertir* y *entretener*. Siendo la industria de ocio la que más factura en la actualidad, base de numerosos adelantos tecnológicos y lugar de incorporación de nuevos dispositivos que puedan expresar las sensaciones

positivas que obtiene un jugador a la hora de hacer uso de ellos, es importante analizar la calidad real del producto. La *Experiencia del Jugador* (PX) se ve enriquecida por la propia naturaleza lúdica de estos sistemas, unida a las características que dan identidad al juego, como pueden ser reglas, objetivos, interfaz gráfica, sistemas de diálogo, etc., las cuales hacen único cada videojuego de otros existentes.

En este trabajo hacemos uso del concepto de la Jugabilidad como medida indicativa de la Experiencia del Jugador y la Calidad de Uso que un videojuego ofrece a sus usuarios, para realizar un proceso de análisis y evaluación heurística guiado por facetas, que nos ofrezca información sobre la experiencia obtenida por el usuario a lo largo del proceso de juego. Este proceso de evaluación se va realizar con dos importantes objetivos: A) Analizar qué elementos del videojuego influyen y cómo fomentan una experiencia positiva de juego. B) Poder adelantar esos resultados para mejorar la experiencia y amplificarla en el desarrollo de los videojuegos centrándonos en la preferencias del sector al que va destinado, asegurando así su calidad a través de un proceso de análisis dirigido por objetivos de Jugabilidad que mejoren la experiencia de Juego. Para ello se muestra el diseño que se ha realizado de una herramienta que cumple con estas premisas y nos permite analizar cuantitativamente el valor de la Jugabilidad. Finalmente, presentamos una experiencia de su uso de la herramienta para el análisis de la Jugabilidad en un videojuego comercial por parte de un grupo de usuarios y la aplicación de la heurística definida.

2. Jugabilidad como Calidad de la Experiencia del Jugador

Como hemos comentado en el apartado anterior, los videojuegos nacen con un objetivo puramente lúdico basado en el disfrute y la diversión que

siente el usuario al interactuar con ellos. Es esta naturaleza lúdica la que hace que sea diferente de otros sistemas interactivos más tradicionales, los cuales están diseñados para realizar una tarea concreta, mucho más funcional y objetiva y para que el usuario pueda realizarla eficazmente, eficientemente y satisfactoriamente en un contexto flexible, seguro y accesible de uso. En el caso de los videojuegos, el principal objetivo a la hora de diseñarlos es mucho más difuso y subjetivo: hacer sentir bien y disfrutar, en definitiva *entretener*, objetivo que, en gran medida, irá ligado al propio perfil del jugador y que será explotado por los propios elementos del videojuego. En la Tabla 1 [10] se puede ver un ejemplo de diferentes objetivos de diseño a tener en cuenta bajo la perspectiva de Usabilidad en Sistemas Interactivos y bajo la perspectiva de la Jugabilidad en Videojuegos. Como podemos observar en la tabla la Jugabilidad a pesar de ser una propiedad similar en origen a la usabilidad posee elementos y características que la hacen diferente.

Tabla 1. Objetivos en diseño de la Experiencia de Usuario (EX) y la del Jugador (PX)

UX-Objetivos de Usabilidad: Productividad	PX-Objetivos de Jugabilidad: Entretenimiento
1. Realizar una tarea eficientemente	1. Entretener el máximo tiempo posible
2. Eliminación de posibles errores	2. Divertir superando obstáculos
3. Recompensa Externa: Trabajo Realizado	3. Recompensa Interna: Entretenimiento
4. Fácil de Aprender y Intuitivo	4. Nuevas cosas por Aprender y Descubrir
5. Reducción de la carga de Trabajo	5. Incrementar mecánicas y metas de juego
6. Asume que la tecnología debe ser humanizada	6. Asume que el jugador tiene que ser retado por la tecnología

2.1. Jugabilidad y la Experiencia del Jugador

La Jugabilidad es un concepto de interés dentro de la comunidad científica, existiendo multitud de trabajos enfocados a su estudio como Usabilidad en el contexto de videojuegos [4, 5, 14], o como propiedad que determina la calidad de los elementos de un videojuego [2, 15], pero la mayor

parte de estos trabajos carecen de referencias a atributos y propiedades que ayuden a identificarla y a caracterizarla en los distintos géneros de los videojuegos.

La Jugabilidad, aunque incluya Usabilidad y/o Calidad de Uso, en el contexto de los videojuegos va mucho más allá. Por lo tanto, debemos extender y completar formalmente la Jugabilidad con dimensiones que muestren el punto de vista del jugador y nos sirvan para medir la *Experiencia* de juego.

En trabajos anteriores, González Sánchez et al. [7, 8] proponen la caracterización de la Experiencia del Jugador ante un videojuego en base a la Jugabilidad, mostrando qué atributos y propiedades de éstos son necesarios para analizar la “experiencia de juego”. A su vez, se propone un marco conceptual denominado Facetas de la Jugabilidad, el cual está basado en distintas dimensiones de la Jugabilidad, para facilitar el análisis de dicha experiencia y cómo puede verse afectada por los elementos más comunes que pueden formar parte de la arquitectura de un videojuego. Partimos en este trabajo de dicho modelo de Jugabilidad, de sus atributos y propiedades para realizar una medición cuantitativa de la experiencia en el proceso de uso de juego

Así, definimos la *Jugabilidad* como el conjunto de propiedades que describen la *Experiencia del Jugador ante un sistema de juego específico, cuyo principal objetivo es entretener y divertir de forma satisfactoria y creíble cuando se juega solo o acompañado.*

La definición de Jugabilidad puede asentarse en la definición de la Calidad en Uso o la Usabilidad, pero deben considerarse los la cualidades propias de los videojuegos que provocan que la definición de ciertos atributos de la Calidad en Uso o Usabilidad deben reescribirse. Así, por ejemplo, la eficiencia en un videojuego no debería estar relacionada con la rapidez en lograr un objetivo determinado utilizando el mínimo tiempo, porque uno de los objetivos de un juego es que el jugador dedique esfuerzo y tiempo a la consecución de las metas que el juego le presenta mientras se divierte y entretiene. Con estas consideraciones, y entrando en mayor detalle respecto de la definición previa, la *Jugabilidad* representa el grado por el que usuarios específicos (jugadores) alcanzan metas de un juego con efectividad, eficiencia, flexibilidad,

seguridad y, especialmente, satisfacción en un contexto jugable de uso.

En la Figura 1 presentamos el Modelo de Jugabilidad propuesto como extensión de la Calidad en Uso (ISO/IEC 25010:2009) en el contexto de los Videojuegos [7]. La importancia de extender el estándar ISO es contextualizar al ámbito de los videojuegos el trabajo realizado dentro del proceso de análisis del uso en sistemas interactivos. A continuación describiremos cada uno de los factores que llevan asociados, siguiendo el modelo de Jugabilidad propuesto.

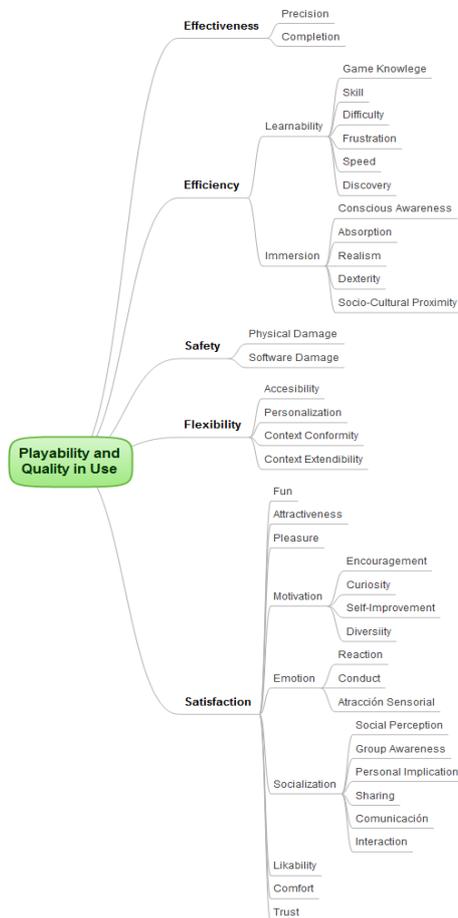


Figura 1. Jugabilidad como Extensión de la Calidad en Uso en Videojuegos

- **Efectividad:** La definimos como el grado en que usuarios específicos (jugadores) pueden lograr las metas propuestas con precisión y

completitud en un contexto de uso concreto, el que aporta el videojuego.

- **Eficiencia:** es el grado con el que usuarios específicos (jugadores) pueden lograr las metas propuestas invirtiendo una cantidad apropiada de recursos en relación a la efectividad lograda en un contexto de uso concreto, el que aporta el videojuego. Este factor está determinado por la facilidad de aprendizaje y la inmersión.
- **Flexibilidad:** es el grado con el que el videojuego se puede usar en distintos contextos posibles o por los distintos perfiles de jugadores y de juego existentes.
- **Seguridad:** nivel aceptable de riesgo para la salud del jugador o los datos de éste en un contexto de uso concreto, el que le aporta el videojuego.
- **Satisfacción:** grado con el que los usuarios (jugadores) están satisfechos en un contexto de uso concreto, el que le aporta un videojuego. En este factor consideramos distintos atributos como: agrado, atracción, placentero, confortable, confiable, motivador, emocionable y sociable.

2.2. Facetas de la Jugabilidad

El análisis de un videojuego es un proceso lo suficientemente complejo como para necesitar descomponerlo en base a diferentes puntos de vista. Para medir la calidad de la experiencia del jugador y qué elementos de un videojuego influyen en ella usaremos el marco conceptual basado en *Facetas de la Jugabilidad*. Cada una de las facetas nos permitirá identificar más fácilmente los distintos atributos de la Jugabilidad y su relación con los elementos más relevantes de un videojuego [8]. Las Facetas de la Jugabilidad que identificamos son las siguientes:

- **Jugabilidad Intrínseca:** Es la jugabilidad medida en la propia naturaleza del juego (reglas, objetivos, etc.) y cómo se proyectan estas en jugador. Está relacionada con el Núcleo del Juego (Game Core).
- **Jugabilidad Mecánica:** Es la jugabilidad asociada a la calidad del videojuego como sistema software (Motor del Juego o Game Engine).
- **Jugabilidad Interactiva:** Es la faceta asociada a todo lo relacionado con la

interacción con el usuario (controles) y la interfaz del videojuego (Game Interface).

- **Jugabilidad Artística:** Está asociada a la adecuación artística y estética de todos los elementos del videojuego (visuales, sonoros o literarios).
- **Jugabilidad Intrapersonal (o personal):** Esta visión tiene como objetivo conocer la percepción que tiene el propio usuario del videojuego y los sentimientos que a éste le produce. Tiene alto valor subjetivo.
- **Jugabilidad Interpersonal (o social):** Muestra las sensaciones o percepciones de los usuarios que aparecen cuando se juega en compañía ya sea competitiva, cooperativa o colaborativamente en un juego.

Se puede entonces deducir, a la vista de lo anterior, que la Jugabilidad de un juego viene dada como el valor de cada uno de los atributos en las distintas facetas presentadas y que debe ser lo más adecuado posible para que las experiencias / sensaciones del jugador a la hora de jugarlo sean las mayores posibles y las más adecuadas a la naturaleza del videojuego. Las Facetas de la Jugabilidad nos ofrecen un mecanismo para analizar qué requisitos de Jugabilidad son necesarios cumplir o asegurar en nuestro videojuego y qué elementos estarán afectados por ellos. También nos ofrecen una guía para el diseño de nuestro videojuego mostrando una visión estructurada de los elementos de éste. De esta forma, podemos aplicar diferentes guías de estilo para asegurar la calidad en cada uno de los elementos que forman parte de cada una de las facetas.

Finalmente, las facetas nos sirven para estructurar métricas y diferentes tests de Jugabilidad, en base a las propiedades del modelo de calidad y los distintos tipos de facetas indicadas con anterioridad, aportándonos información sobre si el proceso de desarrollo del videojuego nos ha llevado a obtener un producto que satisface los requisitos de Jugabilidad de los que partíamos y si con ellos se asegura la calidad en la experiencia de juego por parte del jugador.

2.3. Jugabilidad como Medida de Calidad

El modelo de Jugabilidad propuesto con anterioridad puede completarse con la identificación y asociación de métricas a los

factores y atributos identificados. Para abordar esa tarea hemos seguido considerando los estándares internacionales de calidad del software y hemos tratado de adaptar las métricas que en ellos se proponen y ver su utilidad para la evaluación de los videojuegos. En [7, 8] se pueden ver las métricas propuestas para medir la calidad en uso de un videojuego basándose en la Jugabilidad. Debemos recalcar que todas las métricas identificadas están enfocadas a una visión del videojuego cuando está en uso, es por ello que el tipo de evaluación requiere fundamentalmente test con jugadores, observación de dichos usuarios y, cuando de satisfacción se trata, completar el test con la realización de cuestionarios.

El modelo da calidad de la experiencia del jugador ante un videojuego basado en la Jugabilidad, queda cerrado tal y como se recomienda a la hora de elaborar modelos de calidad en [1] gracias a las métricas anteriores, aunque se está completando con nuevas métricas para el contexto de juegos. Como ocurría con los principios de diseño que se recogieron en las primeras secciones, la interpretación de las métricas de Jugabilidad cuando de videojuegos se trata, es bastante diferente de métricas similares si se utilizan con el propósito de evaluar la calidad en uso de aplicaciones de carácter general. Por ejemplo, en un videojuego hay metas que debe realizar el jugador, pero sin embargo, la facilidad de consecución de esas metas no es el principal objetivo, sino, más bien al contrario, el uso del juego debe ser una motivación y presentar cierta dificultad de consecución, de lo contrario el jugador perderá motivación por el uso del videojuego. Las métricas nos ayudarán a profundizar en tests programados para la evaluación de la Jugabilidad con mayor profundidad.

3. Herramienta para la Evaluación Heurísticas de la Jugabilidad

La evaluación de la Jugabilidad necesita de un conjunto de técnicas que estudie esta propiedad en diferentes etapas del ciclo de vida. El objetivo de este proceso es analizar si la Jugabilidad es correcta en términos de la Experiencia del Jugador, es decir, si es óptima dentro de la naturaleza del juego y de su proceso de uso, y si ésta reporta una calidad acorde con las exigencias

del público al que va destinado. Para ello se pueden utilizar técnicas de inspección, indagación o test entre otras.

En los informes generados dentro del proyecto MAUSE [13], perteneciente a COST 294 que se llevó a cabo entre los años 2004 y 2009, se destacaban diferentes técnicas para la evaluación de la Usabilidad en sistemas interactivos. Nos centraremos en sus directrices con el objetivo de evaluar las métricas de calidad expuestas en apartados anteriores, así como diferentes factores que nos ayuden a analizar la Experiencia del Jugador en términos de propiedades y atributos del Modelo de Jugabilidad propuesto, y su interrelación con los diferentes elementos que forman parte de la estructura de un videojuego

El objetivo de los Métodos de Evaluación de la Jugabilidad (PEM), como ya adelantamos en los primeros apartados de este trabajo son varios:

A) Analizar la influencia que los diferentes elementos de un videojuego tienen en la Experiencia del Jugador. B) Obtener una realidad en las primeras fases de diseño y desarrollo de un videojuego sobre qué elementos son atractivos para los posibles jugadores, siendo un complemento para elicitar los posibles requisitos relacionados con la jugabilidad de nuestro videojuego. De esta manera poder planificar dónde invertir más esfuerzo para obtener la recompensa en términos de mejora de la experiencia de juego. C) Tener una herramienta para comprobar y testear la Jugabilidad por expertos en el sector. D) Adaptar los resultados obtenidos en el análisis y evaluación de la Jugabilidad dentro del diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador.

En la comunidad científica, la evaluación de la Jugabilidad es uno de los temas de actualidad [3, 5, 9, 12, 16], no sólo por la importancia que tiene asegurarse una excelente experiencia de juego, sino para poder conocer, a la hora de invertir recursos, qué elementos serán más fructíferos para proporcionar más entretenimiento al usuario, por ejemplo, controles novedosos, gráficos hiperrealistas, historias envolventes y trabajadas, etc. Todos los trabajos parten de la base de un concepto de Jugabilidad, que como se ha mostrado anteriormente, adolece de una caracterización concreta, por lo que imposibilita saber qué atributos y propiedades son las más afectadas y en qué grado, o qué elementos del

videojuego influyen más y en qué medida sobre cada uno de ellos o viceversa. La mayoría de los trabajos significativos se centran en aspectos concretos, como por ejemplo puede ser el diseño de interfaces para móviles o para juegos online.

Es por ello que resulta necesario desarrollar una herramienta que aúne las bondades descritas con anterioridad, con el objetivo de conocer y realizar estudios sobre la Jugabilidad más completos, ya sea por expertos o por desarrolladores dentro del sector del ocio electrónico. Para ello, a la hora de diseñar y desarrollar una herramienta que nos permita todo lo anterior, nos decantamos por el uso de herramientas de evaluación heurística por la flexibilidad que ofrece acotar y representar una batería de cuestiones asociadas al videojuego que nos permitan de una forma directa obtener la información deseada.

Para diseñar nuestra herramienta PHET (Playability Heuristics Evaluation Tool) para la evaluación heurística de la Jugabilidad primeramente deberemos asentar las bases de su diseño en base a un conjunto de requisitos que iremos introduciendo y almacenando en nuestro repositorio de datos para poder usar en futuras ocasiones:

- **Perfil del jugador:** Es crucial conocer al jugador al que va destinado nuestro juego, ya que sus gustos y preferencias pueden marcar que su experiencia difiera de otros jugadores.
- **Perfil del Juego:** Cada juego se basa en una serie de mecánicas propias y se interactúa con él de una manera determinada que lo pueden hacer diferente y original respecto a otros del mismo género. A la hora de definir el perfil de juego destacaremos no sólo las mecánicas principales que dictan el género de éste, sino los valores o características que fomentan o los rangos de edad a los que va destinado. Pero debemos destacar que la propuesta de evaluación se marca por las directrices de los expertos que la realicen, siendo la herramienta válida para todos los perfiles.
- **Perfil de la Plataforma:** La plataforma en la que se juega marca diferencias jugables. De hecho, un mismo juego ejecutado en una plataforma móvil o de sobremesa pueden ocasionar experiencias de juego totalmente opuestas.

- Modelo de Juego:** Se necesita un modelo conceptual de videojuego extensible y ampliable válido para el estudio de la Jugabilidad, donde se muestren qué elementos forman parte de un videojuego y qué relaciones hay entre ellos. Después de analizar los modelos existentes, nos hemos decantado por definir nuestra propia ontología CMVG [6]. Esta ontología define un modelo amplio y jerarquizado donde los elementos de un videojuego se interrelacionan con una serie de reglas de relación (dependencia, implicación, causa efecto, etc.), mostrando la información suficiente para identificar qué elementos de un videojuego pueden verse afectados por experiencias jugables y cómo se relacionan dichos elementos con otros que forman parte del videojuego. La ontología está específicamente definida para maximizar esa relación entre jugabilidad y elementos del videojuego.
- Facetas de la Jugabilidad:** Como se ha dicho anteriormente, las facetas nos ofrecen diferentes puntos de vista, es decir, acotan el análisis de la Jugabilidad entre los distintos elementos de un videojuego, ofreciéndonos la posibilidad de realizar un análisis a nivel interactivo (interfaz de usuario, menús, controles) o intrínseco (reglas, objetivos, retos, recompensas, etc.).
- Heurísticas:** Es necesario definir un conjunto de heurísticas o criterios de evaluación que se preparan y clasifican según las facetas, indicando las propiedades de los jugadores y con qué grado evaluar, así como los distintos atributos que pueden verse afectados. De la misma manera, pueden diseñarse a partir de los elementos de un juego analizando con qué propiedades y elementos de la Jugabilidad está relacionado. Defendemos que sean los expertos quien organicen la batería de test, y otros expertos y usuarios del grupo de testeo cercanos a los usuarios finales del producto los que los realicen.

El objetivo de la herramienta es incorporar una batería de cuestiones que nos permitan analizar la Jugabilidad y obtener informes que nos ofrezcan información de la manera más visual posible sobre dicha propiedad (la Jugabilidad) y, por consiguiente, de la Experiencia del Jugador en

cada faceta de ésta, mostrando los atributos y propiedades más afectadas y en qué grado, o qué elementos del videojuego son los causantes de ello.

La batería de criterios heurísticas y métricas creadas para un perfil de jugador, juego y plataforma se almacenan en XML para facilitar su portabilidad, indicando para ello la cuestión o heurística, el tipo de evaluación (Ej.: numérica, booleanas) el rango de evaluación (Ej.: 0 a10, verdadero y falso) su elemento de representación (Ej.: lista despegable) así como la faceta de la jugabilidad asociada, propiedades y atributos de la jugabilidad evaluados y con qué grado, y los elementos del videojuego afectados. Visualmente, la estructura de las heurísticas diseñadas puede verse en la Figura 2. Todo ello se realizará a través de formularios interactivos para facilitar su edición, recuperación y uso en la aplicación.



Figura 2. Arquitectura para el análisis heurístico de la Jugabilidad

La batería de cuestiones para la evaluación heurística se almacenan relacionándose con las facetas a las que está asociada, las propiedades y atributos de la Jugabilidad que queremos evaluar, y los elementos de un videojuego que deseamos analizar. Debido al carácter multifacético de la Jugabilidad, que está compuesta de múltiples propiedades y atributos para representarla de una forma sencilla y visual, se ha elegido un sistema de polígonos de n-vértices, tantos como propiedades a evaluar, obteniéndose su valor cuantitativo gracias a la superficie de acción de cada uno de ellos. Es lo que hemos denominado *superficie de acción de jugabilidad*. Un ejemplo de este tipo de representación se puede ver en figuras 3 y 4. Esta representación gráfica nos permite analizar la Jugabilidad en diversos

contextos de estudio, como pueden ser comparar la Jugabilidad y la Experiencia del Jugador del mismo juego en distintos perfiles de usuario, analizar las diferencias entre atributos y propiedades sobre distintas facetas, comparar la Jugabilidad de distintos videojuegos o de varios análisis diferentes. Creemos pues, que la representación en forma de “radar” ofrece la sencillez adecuada para que los expertos que realicen un análisis sobre la experiencia de usuario, a simple vista puedan sacar conclusiones válidas sobre ella.

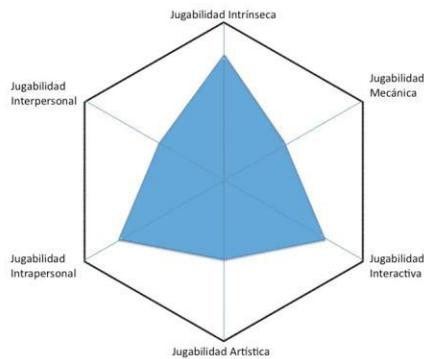


Figura 3. Ejemplo de superficie de acción de Jugabilidad

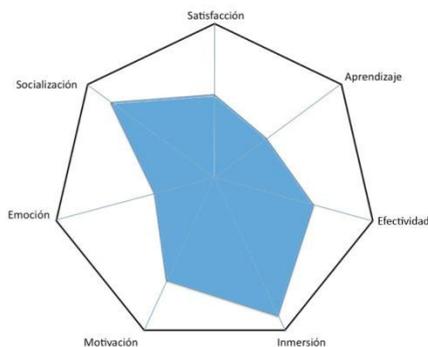


Figura 4. Ejemplo de Experiencia de Jugador detallada por atributos de Jugabilidad

4. Analizando y Midiendo la Jugabilidad

En este apartado nos adentraremos en el uso de la herramienta para analizar la jugabilidad de videojuegos comerciales y analizar la experiencia de juego ante ellos. Esta experiencia se realizó dentro del Máster de Desarrollo de Software de la

Universidad de Granada, dentro de la asignatura Ingeniería de la Usabilidad y Ética Informática.

La experiencia contó con treinta alumnos voluntarios entre alumnado del máster y otros cursos de las titulaciones impartidas en la E.T.S. de Ingenierías Informática y de Telecomunicación de Granada. El perfil de los participantes correspondían a alumnos donde destacaban la mayoría varones (85%) entre 20 y 25 años de edad (90%) considerados jugadores ocasionales (más de 5 horas a la semana) y conocedores de distintas plataformas de juego, entre ellas una móvil y una de sobremesa (90%).

Para realizar la experiencia, cada alumno eligió un juego comercial y, partiendo de una heurística definida por nosotros, se les pidió que la refinase dependiendo de las características propias del juego a analizar. A la vez, se eligió un juego global para trabajar entre todos como grupo. El juego en cuestión fue “Disaster: Day of Crisis” de la plataforma Nintendo Wii™ desarrollado por la compañía Monolith. Para ello se trabajó en conjunto para el análisis y perfilado de las heurísticas de evaluación de la Jugabilidad, así como su impacto en cada atributo y propiedad de la Jugabilidad y qué elementos del videojuego son los más afectados por ellas.

En la Tabla 3 se muestra un pequeño ejemplo de la batería de heurísticas de evaluación finalmente propuesta, destacamos solo un 10% de ellas. En el rango de acotación de valores se ha optado por valores numéricos entre 0 y 5. El resumen de la puntuación obtenida que describe la experiencia de juego, puede verse en la Tabla 4.

Estos criterios de evaluación pueden verse enriquecidos para así conseguir una evaluación más objetiva sobre la calidad de la experiencia del jugador asociadas al proceso de uso del producto de ocio. Entre la información que se genera, se encuentra, por ejemplo, el impacto de cada atributo en una faceta específica (Figura 5) o valoraciones globales de la experiencia final del jugador, por atributos o facetas (Figura 6).

Por otro lado, podemos obtener información visual de los elementos de juego afectados gracias al modelo de juego utilizado y en qué grado, siempre guiado por facetas (Figura 7). Este tipo de gráfico tiene sentido porque no trabajamos con fenómenos controlables, puesto que la experiencia es algo subjetivo. Es por ello que los Modelos de Ecuaciones Estructurales [11] construyen una

herramienta útil para el estudio de relaciones casuales de tipo lineal sobre conceptos y propiedades a analizar, en nuestro caso, propiedades de la Jugabilidad guiadas por Facetas.

Tabla 2. Ejemplo de heurísticas de evaluación de la Jugabilidad para “Disaster: Day of Crisis”

Facetas de Jugabilidad	Heurísticas de Evaluación
Jugabilidad Intrínseca	<ol style="list-style-type: none"> 1. La mecánica del juego son divertidas e interesantes para el jugador 2. El juego permite ser rejogado ofreciendo nuevos matices 3. Se puede jugar al juego sin hacer uso del manual o libreto 4. El juego dispone de distintos niveles de dificultad y/o un sistema de dificultad que se adapta a las habilidades del jugador 5. El juego ofrece mecanismos para facilitar la memorización de los elementos mostrados y asimilarlos en su posterior uso
Jugabilidad Mecánica	<ol style="list-style-type: none"> 1. El motor del juego es del agrado del jugador y explota la plataforma al máximo 2. El juego propone sistemas de ajuste de la dificultad de los retos propuestos 3. El juego ofrece una ayuda contextual y dinámica a los retos actuales 4. El juego ofrece mecanismos de corrección a las acciones del jugador 5. Los gráficos y texturas se muestran de manera correcta al jugador
Jugabilidad Artística	<ol style="list-style-type: none"> 1. La historia y narrativa son del agrado del jugador 2. La historia es interesante y los elementos importantes de esta se destacan de manera relevante los elementos relevantes de ésta 3. Los elementos artísticos del juego se asemejan a elementos reconocibles por el jugador 4. Los elementos visuales (gráficos, sprites, animaciones, etc.) son del agrado del jugador 5. El juego no descubre elementos históricos futuros que puedan afectar el interés del jugador
Jugabilidad Interactiva	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema de control, menús y diálogo es atractivo y ameno para el jugador 2. El aprendizaje y la memorización de los controles se realiza de forma amena y entretenida para el usuario 3. Los controles y menús siguen los estándares del género del videojuego 4. La interfaz de juego es lo menos intrusiva posible 5. Los controles y menús se pueden personalizar y mapear de acuerdo a las preferencias del jugador
Jugabilidad Interpersonal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El tiempo invertido de juego y la diversión obtenida es elevado 2. Porcentaje de juego desbloqueado es elevado 3. El tiempo invertido por reto es bajo 4. Precisión en las acciones de los retos es elevada 5. El número de intentos por reto es bajo
Jugabilidad Intrapersonal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existen nuevos objetivos y reglas o retos que rigen el juego con varios jugadores o personajes 2. La historia es completa para todos los jugadores o deben completarla entre todos al estar dividida por jugador o personaje 3. La forma de interactuar con otros jugadores o personajes en la nueva dinámica de juego es atractiva al jugador 4. Existen elementos para caracterizar a cada jugador dentro del mundo virtual 5. El sistema de juego con otros jugadores o personajes difiere en poco al sistema de juego individual

Tabla 3. Puntuación de la Experiencia de juego guiada por Facetas de Jugabilidad (valoración entre 0 y 5)

	Satisfacción	Aprendizaje	Eficiencia	Inmersión	Motivación	Emoción	Socialización	Media
Jugabilidad Intrínseca	3,90	4,43	3,50	4,29	3,63	4,20	3,00	3,85
Jugabilidad Mecánica	3,71	2,33	3,00	3,50	3,00	4,00	2,33	3,13
Jugabilidad Interactiva	4,67	4,23	4,00	4,45	3,50	4,57	2,67	4,01
Jugabilidad Artística	4,00	4,67	3,00	4,20	3,67	4,00	3,33	3,84
Jugabilidad Personal	4,43	4,00	3,60	4,45	3,75	4,75	3,67	4,09
Jugabilidad Social	2,00	1,67	1,67	1,20	2,00	2,00	1,60	1,73
Media	3,78	3,55	3,13	3,68	3,26	3,92	2,77	3,44

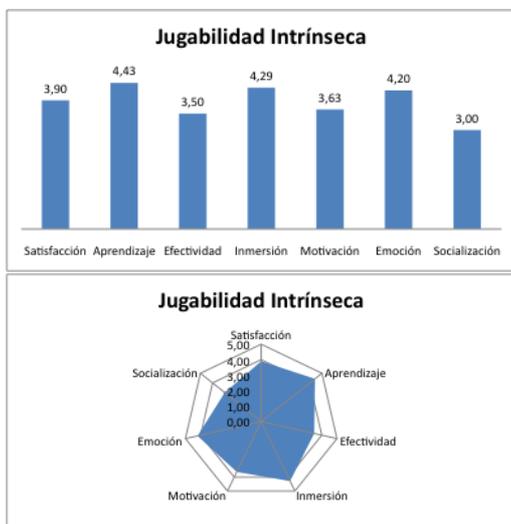


Figura 5. Impacto y valor de atributos por Facetas

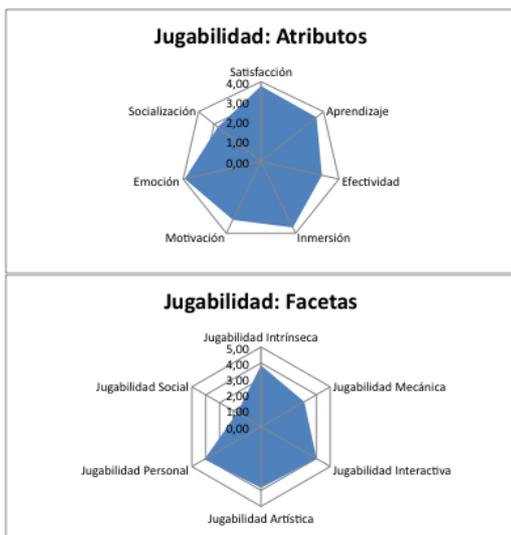


Figura 6. Impacto y valor de PX por Facetas

Para analizar la influencia de cada elemento en la Jugabilidad se representan las relaciones entre los distintos elementos, y con ello podemos derivar los efectos causales de la experiencia de un solo elemento del juego sobre los demás con los que está relacionado (ya sea de manera directa o indirecta) analizando el camino que los une. Es por ello que necesitamos un modelo de juego que relacione claramente y con unas reglas de

inferencia bien definidas los elementos más relevantes en la Jugabilidad de un videojuego para analizar el impacto en la experiencia que un jugador obtenga al jugarlo.



Figura 7. Ej. Valoración cuantitativa de PX en Elementos de Videojuego

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

A lo largo de este trabajo se ha presentado la Jugabilidad como medida de la Experiencia del usuario en videojuegos. La Jugabilidad, además, nos ofrece una medida de calidad de uso de dichos sistemas interactivos, por lo que nos interesa poder evaluarla y analizarla en las distintas fases del desarrollo del videojuego. Un análisis profundo de la jugabilidad nos permite tanto obtener requisitos de jugabilidad interesantes para el posterior desarrollo, como mecanismo de validación de la Experiencia del Jugador en el proceso de uso del videojuego.

Se ha presentado una herramienta basada en la evaluación heurística de la Jugabilidad donde se pueden usar baterías de cuestiones y métricas guiadas por facetas, permitiéndonos el análisis de las propiedades de la Jugabilidad que se ven afectadas, en qué grado y qué elementos del videojuego son los causantes de ello, ofreciéndonos información suficiente para conocer la experiencia de un conjunto de jugadores ante un videojuego determinado en una plataforma determinada, gracias a la superficie de acción de la Jugabilidad.

Además, con la herramienta PHET podemos incorporar las bases de la Jugabilidad en un diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador sirviendo la batería de test como mecanismos de elicitación de requisitos de Jugabilidad y validadores de requisitos de éstos durante el desarrollo del software, pruebas y test con usuarios finales, o simplemente herramienta para expertos dentro del sector del ocio electrónico. La herramienta nos ofrece la posibilidad de poder adelantar los

resultados obtenidos a lo largo del proceso de desarrollo centrado en el jugador y amplificarlos asegurando su calidad a través de un proceso de análisis dirigido por objetivos de Jugabilidad para mejorar la experiencia de Juego.

Como ejemplo de uso se ha mostrado el estudio y análisis de Jugabilidad sobre un juego comercial: "Disaster, Day of Crisis".

Actualmente, trabajamos en la mejora de la interfaz, adaptándola a diversos sistemas operativos y la incorporación de diagramas visuales que ayuden a mejorar las informes obtenidos, ya sean en PDF o HTML, así como la incorporación de dichos resultados a una base de datos de acceso Web. Además, trabajamos en la validación de un conjunto de heurísticas comunes con distinto tipo de perfiles de usuarios y de juegos.

El trabajo realizado tiene su aplicación directa en distintos proyectos donde nuestro grupo está inmerso, donde los videojuegos tienen un papel protagonista para analizar la experiencia y la efectividad de éstos a nivel de la calidad de uso y entretenimiento producido en el usuario como puede ser en el contexto de videojuegos educativos, aprendizaje colaborativo guiado por videojuegos o videojuegos para la recuperación y mejora de hábitos sanitarios.

Agradecimientos. Este trabajo está financiado: Comisión Internacional para la Ciencia y la Tecnología (CICYT) dentro del Proyecto DESACO (TIN2008-06596-C02-1 y 2); y el programa F.P.U del Ministerio de Educación, España.

Referencias

- [1] Basili, Victor R. and Weiss, D., "A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data", IEEE Transactions On Software Engineering, pp 728-738. (1984).
- [2] Bethke E.: Game Development and Production. Ed. Wordware Publishing. (2003).
- [3] Desuivre, H. Capñan, M., Toth, J.: Using Heuristic to Evaluate The Playability in Games. ACM 1-58113-703-6/04/0004 (2004).
- [4] Fabricatore, C., Nussbaum, M., Rosas, R.: Playability in Action Videogames: A Qualitative Design Model. Humam-Computer Interaction, Vol 17, pp. 311-368 (2002).
- [5] Federoff, M.: Heuristic and Usability Guidelines for the Creation and Evaluation of Fun Video Games. Master Thesis, Department of Telecommunications, Indiana Univserty (2002).
- [6] Gonzalez Sánchez J.L. Gutiérrez, F.L.: CMVG: Conceptual Model and Ontology for studying Video Games. Stanford Protégé Ontology Library: http://protegewiki.stanford.edu/index.php/Protege_Ontology_Library#OWL_ontologies
- [7] González Sánchez, J.L., Montero, F., Padilla Zea, Z., Gutiérrez, F.L.: "Playability as Extension of Quality in Use in Video Games". II International Workshop on the Interplay between Usability Evaluation and Software Development (I-USED 2009). pp.37-42 (2009)
- [8] González Sánchez, J.L.; Padilla Zea, N.; Gutiérrez, F.L.: "Playability: How to Identify the Player Experience in a Video Game". T. Gross et al (Eds.): Human Computer Interaction. Springer-Verlag. pp. 356-359. (2009).
- [9] Korhonen, H., Koivisto, E.: Playability Heuristic for Mobile Games. ACM 1-59593-390-5/06/0009 (2006).
- [10] Lazzaro, N.: The Four Fun Keys. Advancing from the Experts for Advancing the Player Experience. Morgan Kaufmann, Burlington. (2008).
- [11] Loehlin, J.: Latent Variable Models. An Introduction to Factor, Path, and Structural Analysis. Lawrence Earlbaum Associates Inc., Publishers, New Jersey (1998).
- [12] Nokia Game Usability Guidelines: http://library.forum.nokia.com/index.jsp?topic=/Design_and_User_Experience_Library/GUID-21B5CE2C-7141-41CF-A669-2006502C151E.html
- [13] R3UEMs: Review, Report and Refine Usability Evaluation Methods (R3 UEMs). Dominique Scapin and Effie Law (Eds.)
- [14] Rollings, A., Morris, D.: Game Architecture and Design. Ed. New Riders Games (2003).
- [15] Salen, K, Zimmerman, E.: Rules of Play: Game Design Fundamentals. Ed. The MIT Press. (2003).
- [16] UbiCom Inc.: OPScore, or Online Playability Score: A Metric for Playability of Online Games with Network Imparments. Internal Report (2005)

Recomendaciones para el despliegue de contenidos de T-Learning

Wilmar Yesid Campo, Gabriel Elías Chanchí, Franco Arturo Urbano, José L Arciniegas

Dept. de Telemática
Facultad de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones
Universidad del Cauca
Popayán, Colombia
{wilcampo, gabrielc, francou, jlarci}@unicauca.edu.co

Resumen

Una de las principales limitaciones para el despliegue de contenidos en el contexto del T-Learning es la escasa documentación de guías que permitan a los expertos en un área temática de conocimiento, usar de forma adecuada las características de la Televisión Digital interactiva (TDi), para la presentación de los contenidos educativos. Este artículo propone un conjunto de recomendaciones que podrían considerarse como punto de referencia para el despliegue de contenidos de T-Learning. Estas recomendaciones han tenido en cuenta, aspectos técnicos, limitaciones y ventajas de las tecnologías involucradas, aspectos de interacción, navegación en los contenidos y recomendaciones generales producto del análisis de las tecnologías asociadas al T-Learning, además de la experimentación con un conjunto de aplicaciones y servicios desarrollados en el laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca.

Palabras clave: despliegue de contenidos, recomendaciones, T-Learning, Televisión Digital interactiva.

1. Introducción

La Televisión Digital como una de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), debe contribuir dentro de la sociedad del conocimiento a reducir la brecha digital, a través de su principal característica que es la capacidad de brindar interactividad. Así, surge el aprendizaje a través de la Televisión o T-Learning como medio alternativo para apoyar procesos educativos. Además, dado que la televisión supera la penetración que tienen los

computadores, permitirá el acceso a un mercado mayor y más generalizado.

Dentro de la generación y distribución de contenidos de T-Learning los autores por lo general utilizan un modelo que les permite producir las piezas educativas en orden arbitrario. Cuando cada contenido es diseñado y creado con tal libertad, no se puede garantizar una satisfacción de la totalidad de los usuarios en cualquier entorno. Así, se hace necesario definir directrices que permitan brindar una coherencia y conformidad con los convenios en la construcción de una aplicación; alcanzando una interoperabilidad y portabilidad entre sistemas y plataformas; desarrolladores de aplicaciones y proveedores de sistemas.

Por lo anteriormente expuesto, en este artículo se presentan una serie de recomendaciones para el despliegue de contenidos de T-Learning. Estas han sido recopiladas y adaptadas a entornos de aprendizaje por televisión, a partir de recomendaciones generales de TDi. De igual forma, estas se han evaluado y realimentado a través de los diferentes aplicaciones desarrolladas en el laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca y buscan ser una guía en el proceso de generación y distribución de contenido educativo.

El artículo se ha organizado de la siguiente manera: la sección 2 muestra un análisis crítico de los trabajos relacionados con el área del T-Learning existente. En la sección 3, se describe cada una de las fases de la cadena para la generación de contenidos de T-Learning. La sección 4, presenta las recomendaciones para el despliegue de contenidos en T-Learning, clasificándolas en recomendaciones de distribución de contenidos, navegación, texto e imágenes y diseño. Finalmente la sección 5 presenta las conclusiones y trabajos futuros.

2. Trabajos Relacionados

Existen diferentes iniciativas a nivel mundial sobre el desarrollo de proyectos relacionados con el aprovechamiento de las capacidades que brinda la televisión digital (TD) a través de la interactividad. Como el “T-Learnig” [3], el “T-Healt”, el “T-Edutainment”, el “T-Commerce” [22].

Los trabajos que se exponen a continuación muestran diferentes iniciativas donde se hace uso de la TDi para apoyar procesos de aprendizaje a través del T-Learning.

En [18] se muestra cómo las tecnologías digitales han sido ampliamente aceptadas en el mundo de la *teleeducación* y así como ellas la TDi debe entrar a ampliar el abanico de tecnologías llamadas a soportar la teleeducación, a través de la cual se pueden desarrollar servicios de T-Learning, convirtiéndose estos en un área de investigación. De igual forma plantea la necesidad de crear modelos de negocio para esta área de investigación.

En [19] se presentan recomendaciones para la creación de t-cursos, los cuales son enmarcados en un ambiente de televisión interactiva. Teniendo en cuenta que la producción de contenido para TV es un proceso costoso y que demanda mucho tiempo, una alternativa es reutilizar el material multimedia existente y adecuarlo para agregarle *elementos activos*, que son componentes de interactividad tales como diferentes tipos de pregunta/respuesta y juegos; permitiéndole al televidente facilitar su proceso de aprendizaje al sumar el entretenimiento, que es una de las principales características de la TV.

En [2] se propone un modelo T-Learning, resultado de las experiencias realizadas en la Universidad de Helsinki, Finlandia, para usar la TD como medio para facilitar el proceso de aprendizaje. El modelo aborda el uso de la TD no solo como medio para apoyar el aprendizaje informal, sino también apuesta por un aprendizaje formal.

En [14] se propone un estudio a nivel de usuario para televisión digital interactiva, en el cual se plantea la migración de servicios multimedia de otras plataformas a plataformas de televisión, estas plataformas multimedia son operadas por controles multimedia de tecnología móvil. En este caso se usa un dispositivo Nokia para consumir aplicaciones y contenidos,

evaluando las compatibilidades y diferencias entre los botones interactivos de un control remoto y los del dispositivo móvil.

En [8] se presenta un estudio para evaluar el uso de caracteres animados para presentar información en contenidos diversos de televisión interactiva, tales como vídeos musicales cortos. De acuerdo a las pruebas hechas, dicha información enriquece el contenido y resulta agradable al usuario, siempre que sea apoyo al contenido principal.

En [5] se propone una plataforma y una herramienta de autoría de soporte para el desarrollo, entrega y presentación de cursos de T-Learning. Este artículo se enmarca de proyecto de investigación ELU (Enhanced Learning Unlimited) [12] financiado por la comisión europea. La plataforma propuesta es bastante flexible con la posibilidad de personalización, teniendo como base objetos de aprendizaje como estructura para los contenidos educativos.

Este artículo presenta diferencias con los trabajos previos ya que ninguno de ellos propone un conjunto de recomendaciones que pueden tomarse como punto de referencia para la construcción de contenidos de T-Learning, donde se tienen en cuenta, aspectos de diseño, generación, interacción y navegación de contenidos, apoyados en los trabajos desarrollados en laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca.

3. Escenario

En este apartado se describe la cadena para la generación de contenidos, tomada en cuenta para el desarrollo de diferentes trabajos en el laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca [3]. Dichos trabajos han permitido la obtención y adaptación de las recomendaciones presentadas en el apartado 4, las cuales fueron validadas mediante estudios de aceptación y pruebas de satisfacción; estas son presentadas en [11].

3.1 Cadena para la generación de contenidos de T-Learning

Está dividida en diferentes fases, tales como: preproducción, producción y postproducción para T-Learning [1].

3.1.1 Fase de Preproducción en T-Learning

Define el objetivo del servicio o producto a realizar, el cual es: ofrecer un contenido educativo para T-Learning. Una de las tareas principales de esta fase es la generación de requerimientos técnicos, los cuales parten de identificar el objetivo y las necesidades de estudiantes y profesores.

En [1] se presentan los requerimientos técnicos que deben ser considerados en esta fase, cuando se pretende implementar un servicio de T-Learning.

La tecnología elegida debe ser adecuada para desplegar el contenido, apoyar el proceso de aprendizaje y aportar un valor agregado. Las decisiones técnicas se ven afectadas por aspectos como: la edad de los estudiantes, los conocimientos adquiridos, el conocimiento técnico, las necesidades de los profesores y la experiencia en el uso de la tecnología. Las temáticas a ser desarrolladas también afectan la elección de las tecnologías, ya que algunos temas pueden ser presentados en forma textual, pero otros requieren una forma más visual.

Otra tarea de esta fase son los requerimientos personales que incluyen: el objeto de aprendizaje, el cual puede ser formal o informal, la accesibilidad a la tecnología en el lugar de estudio, la motivación para el uso de la TDi, experiencias previas y las necesidades especiales del público objetivo.

La definición de las estrategias pedagógicas también hace parte de esta fase: En primer lugar, debe haber una necesidad concreta para el curso de T-learning. En segundo lugar, el profesor tiene que estar interesado en utilizar T-Learning. Los responsables de la formación del profesorado necesitan considerar la TDi como una herramienta de aprendizaje y proporcionar a los profesores los conocimientos básicos necesarios para trabajar con esta tecnología en ambientes de aprendizaje. Así las estrategias pedagógicas incluyen:

- Demostrar y capacitar a los profesores acerca de las posibilidades educativas de la TDi.
- Definir el objetivo y las temáticas de un curso, los módulos, los tipos de material didáctico y las sesiones, la orientación del curso, evaluaciones y pruebas.

La cantidad de material didáctico y el número de módulos son definidos por el profesor y un

productor de contenidos. Debido a las limitaciones de la pantalla de televisión, es importante planificar lo que se necesita y la forma de presentar el contenido compacto.

3.1.2 Fase de Producción en T-Learning

Incluye la transformación del contenido en una forma adecuada para la TDi, el almacenamiento del contenido en bases de datos, descripción de su contenido (metadatos), la definición de los medios necesarios y el manejo del formato adecuado para los contenidos. Además, la producción de contenidos se puede ver afectada por las diferencias culturales, las potenciales barreras del idioma y la ubicación geográfica.

- Producción del material por el profesor: se produce el material didáctico como vídeos, animaciones y/o texto, considerando las decisiones tomadas en la fase de preproducción.
- Adaptación del material a TDi: en la producción del material textual, se debe considerar el uso de imágenes y tablas.
- Transferencia a formato para TDi: el material es adecuado al estándar europeo de televisión Digital DVB (Digital Video Broadcasting), mediante formatos compatibles como: DVB-HTML o DVB-J (Java).
- Diseño de navegación: se diseña para garantizar la flexibilidad del material didáctico. La navegación es limitada al depender del control remoto del STB (Set Top Box), que se basa en el uso de flechas, botón de selección y botones de colores y numéricos.

3.1.3 Fase de Postproducción en T-Learning

Diferentes tipos de materiales de aprendizaje tales como aplicaciones, vídeos y animaciones se combinan para formar el curso. El contenido podría ser empaquetado como servicios de radiodifusión o servicios por demanda.

3.2 Contenidos Desarrollados

Para validar las recomendaciones se han desarrollados diferentes contenidos de T-Learning, los cuales han sido evaluados en el

laboratorio experimental de TDi [3] por diversos sujetos que participaron en la validación de las aplicaciones: Curso Piloto, Curso AgroEDiTV, ConcentraTV. El proceso y los resultados de estas evaluaciones son presentadas en [7], [11], [23] y [24]. A continuación se describen las aplicaciones de evaluación.

3.2.1 Curso Piloto

La aplicación "Curso Piloto" fue desarrollada bajo DVB-J y la especificación de MHP (Multimedia Home Platform). El contenido educativo considera la temática "Investigación, Acción, Participación (IAP)", como parte de un curso en el Programa de Tecnología Agroindustrial de la Universidad del Cauca, ver Figura 1.



Figura 1. Interfaz inicial de Curso Piloto

La aplicación está organizada en dos escenarios; segmentando los contenidos que se ofrecen y permitiendo navegar a través de los contenidos del curso e interactuar con el servidor de Vídeo bajo Demanda [7], en diferentes instantes, usando el mando a distancia y un canal de retorno IP. Las interfaces y navegación de la aplicación fueron evaluadas siguiente los lineamientos propuestos en [11] y [20].

Escenario uno: Introducción a la IAP

El contenido principal es la "Introducción a la IAP", además se ofrece una aplicación interactiva que presenta la biografía de Fals Borda, una de las personalidades más importantes en el tema de IAP en contexto Colombiano. El tiempo de duración del contenido principal es de dos minutos con un tamaño de 35 Mb en vídeo más la aplicación interactiva.

Escenario dos: Entrevista al experto:

Para la realización de dicha entrevista se definieron ocho preguntas que previamente conocía el experto con el objeto de que sus respuestas fueran lo más concretas y orientadas a la temática de IAP; ver Figura 2. El tiempo de duración es de 11 minutos y los recursos son: vídeo de la entrevista complementado con imágenes y aplicaciones interactivas, el tamaño son 320 Mb. De esta forma el contenido principal corresponde al material audiovisual con la entrevista al experto, complementándolo a través de las siguientes aplicaciones interactivas:

- La biografía del experto, la cual no es contemplada en la entrevista.
- Una reseña del caso Todos contra la computadora, la cual es tratada en el vídeo como un caso de estudio de importancia donde participó la comunidad de Villa Rica (Departamento del Cauca, Colombia).
- Una autoevaluación al final del contenido principal, para medir el nivel de comprensión.



Figura 2. Escenarios de Curso Piloto

La adaptación de los materiales audiovisuales tiene las siguientes características:

- Formato MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group 2)
- Resolución de vídeo 720x576, se trabajó con el formato PAL (línea de fase alternada, por su sigla en inglés) por razones de compatibilidad con el STB del laboratorio.
- Relación de aspecto 4:3

3.2.2 Curso AgroEdiTV

El curso de biocombustibles denominado “AgroEdiTV”, el cual puede ser usado en la Tecnología en Agroindustrial de la Universidad del Cauca, abarca conceptos generales, beneficios y problemas que traen tanto a la sociedad como al medio ambiente los biocombustibles.

Las características que presenta el curso son:

- Asíncrono
- Complementario a un curso formal,
- No lineal: el contenido puede ser accedido en el orden que se desee,
- Conectado a un programa de televisión,
- Permite realizar evaluaciones.

El curso incluye contenido audiovisual, texto e imágenes y al final de la presentación se tiene una evaluación. AgroEdiTV fue desarrollado mediante la herramienta de autoría *iTV Creation* la cual fue creada en la Universidad del Cauca, como una aplicación de escritorio capaz de generar contenido DVB-HTML para propósitos de T-Learning [24]. La Figura 3, ilustra la estructura de AgroEdiTV.

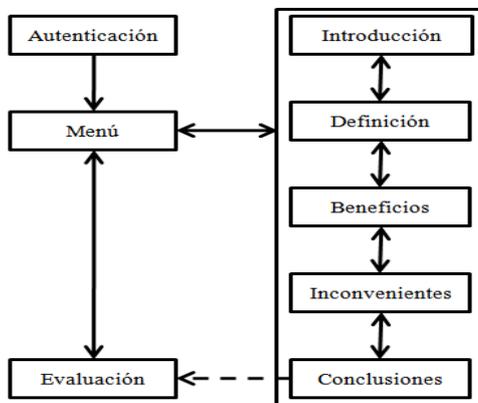


Figura 3. Estructura AgroEdiTV

En la Figura 4, se muestra una de las interfaces del curso.



Figura 4. Interfaz de conclusiones de AgroEdiTV

3.2.3 ConcentraTV

Es una aplicación soportada [3], que provee una alternativa de entretenimiento interactiva entre el usuario y el televisor, asimismo está fundamentada en contenidos educativos relacionados con el estudio del vocabulario en inglés, ver Figura 5. La lógica se basa en el juego clásico “concéntrate”.



Figura 5. Menú principal ConcentraTV

ConcentraTV soporta un jugador y multijugador, permite varios niveles de dificultad y diversas temáticas. Además, presenta un patrón de navegación escalonado basado en vistas accionadas a solicitud del usuario, ver Figura 6.



Figura 6. Interfaz de ejecución

4. Recomendaciones

Para el despliegue de contenidos en T-learning, se ha hecho la siguiente clasificación de recomendaciones: Distribuciones de Contenidos, Navegación, Texto e imágenes y Diseño. Estas han sido adaptadas al T-Learning a partir de algunas recomendaciones en entornos de televisión y complementadas con las experiencias adquiridas en los proyectos realizados dentro del laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca.

4.1 De Distribución de Contenidos

Hacen referencia a como los contenidos temáticos de T-Learning son dispuestos en la pantalla del televisor.

- El fondo de los contenidos de T-Learning debe mantener contraste: claro-oscuro, con respecto al texto de los mismos, ya que de esta forma, los contenidos son fáciles de leer a mayor distancia [6].
- Los colores de la interfaz en contenidos de T-Learning, deben mantener los valores RGB (Red, Green, Blue) en el rango 16-240, evitando colores blancos y negros puros, lo anterior teniendo en cuenta que en televisión el factor gamma es mayor que el de los monitores de un computador. Al reducir este rango se evitan problemas de alto contraste y alta saturación en pantalla [13].
- Las temáticas de los contenidos de T-Learning deben estar distribuidos en una

estructura que facilite la visualización del estudiante. Se recomienda el uso de la distribución en la que el texto y las imágenes forman una L, permitiendo así el ahorro de espacio en pantalla y garantizando que el contenido multimedia sea el centro de atención, mientras que la información adicional solo complementa el mismo [17].

- Los títulos o logotipos de las temáticas en los contenidos de T-Learning deben colocarse en la esquina superior izquierda de la pantalla, teniendo en cuenta que de esta forma se respeta la distribución de espacio en pantalla y considerando que la lectura en occidente se hace izquierda a derecha.

En los contenidos de T-Learning, el vídeo debe ir en las esquinas: parte superior derecha o inferior izquierda de la pantalla, manteniendo la configuración en L [13]. Este aspecto es importante considerando que en ambientes de televisión, el contenido más importante debe ser el multimedia.

- Cuando un contenido o una temática de T-Learning tiene una gran cantidad de texto como apoyo al contenido multimedia, el texto debe colocarse a la izquierda, esto en el caso de que la información represente conceptos relevantes y que necesitan ser presentados dentro de la temática de estudio. En caso de que la cantidad de texto sea pequeña, el texto debe ubicarse a la derecha del vídeo, dándole la relevancia necesaria a este último.
- De acuerdo a las características del contenido de T-Learning, la interfaz de usuario debe mantener la combinación entre información y entretenimiento. En este aspecto, se debe impedir que el contenido sea solamente pasivo y que de igual forma cuente con demasiadas características interactivas, que dispersen el objetivo del curso, buscando un equilibrio entre ambos aspectos [9].
- La interfaz de los contenidos de T-Learning debe ser clara, intuitiva, simple y rápidamente comprensible. De acuerdo a la ley de simplicidad de Gestalt [15], los estímulos más ambiguos tienden a analizarse de la forma más simple, razón por la cual es importante que las interfaces den una impresión de sencillez en la presentación de los contenidos, capturando la atención de los estudiantes y manteniendo presente siempre el foco del curso.

- El contenido Broadcast o contenido multimedia es lo más importante dentro del T-Learning, por lo que el contenido adicional, no debe distraer la atención del espectador. Esta información debe complementar o apoyar al contenido principal, a través de conceptos relevantes de las temáticas [6].

4.2 De Navegación

Presentan la manera adecuada para que el estudiante se desplace a través de los contenidos de T-Learning.

- La navegación dentro del curso debe posicionarse en la parte inferior de la pantalla, respetando la disposición del contenido multimedia y la información complementaria en pantalla [17].
- Se debe mostrar al estudiante la ubicación dentro del contenido de T-Learning y las opciones de navegación básicas [17] [15]. De esta forma el estudiante mantiene un seguimiento sobre las temáticas del curso y en cualquier ubicación conoce la forma de desplazarse entre temáticas, e interactuar con el contenido.
- Los botones de colores del control remoto del STB se utilizan para la navegación y si aparecen en la pantalla del TV deben colocarse de manera horizontal y en el mismo orden en que aparecen en el control remoto [4], de esta forma, la navegación y el control forman parte de un solo sistema de navegación y basta con centrar la atención solamente en el contenido televisivo.
- El contenido de T-Learning debe proveer las abreviaturas, teclas especiales, y comandos ocultos [15]. Las opciones de atajos le dan flexibilidad al contenido para que los usuarios con más experiencia puedan navegar de manera más rápida y fácil.
- Dentro de la navegación en los contenidos siempre se debe proporcionar una vía de escape en caso de que los estudiantes espectadores se pierden o pulse el botón incorrecto [17]. Estas rutas de escape generan fiabilidad o confianza en el uso del sistema.
- En cada pantalla de un servicio, el botón de navegación debe conservar el mismo lugar. [4]. Lo anterior garantiza coherencia en la navegación de las temáticas del curso y rápido aprendizaje en el manejo del curso de T-Learning.
- Cada botón de color debe tener una sola etiqueta y función para facilitar la navegación al usuario [4]. Este es un aspecto importante, puesto que en caso que la estructura del contenido cambie, es importante que el uso de las teclas de colores y demás etiquetas mantengan la consistencia.
- El contenido debe permitir que la navegación sea sencilla para el estudiante. Es por esto importante que el contenido sea entretenido de usar, por lo cual el escenario apropiado es que sea intuitivo y la navegación se convierta en transparente para el usuario.
- Se debe presentar una navegación predecible y consistente de acuerdo con el curso de T-Learning. De tal manera que no distraiga la atención del estudiante en el objetivo del curso.
- El estudiante debe aprender a usar el servicio rápidamente. Las opciones de navegación deben ser pocas, simples, dicentes y ser presentadas en pantalla de manera fácil y desde cualquier punto del curso. De manera que el estudiante fácilmente aprenda la mecánica de navegación.
- El estudiante debe saber siempre dónde está, como llegó allí y hacia dónde va. Es necesario presentar de manera jerárquica los títulos de las temáticas de tal manera que el estudiante pueda hacer uso de la navegación o de los botones de atajos para moverse en el curso.

4.3 De Texto e Imágenes

Presentan la forma en que el texto y las imágenes deben ser desplegados en el contenido de T-Learning.

- El texto de las temáticas presentadas debe hacer uso de la fuente Tiresias, la cual fue específicamente desarrollada para televisión, teniendo en cuenta su capacidad para adaptarse a la forma de la pantalla de televisión en pequeños tamaños de fuente y bajo distorsión de imagen.
- El texto debe ser de 18 puntos para ser visible a una distancia de 3 a 5 metros, considerando la baja resolución de la pantalla del televisor y

la costumbre del televidente a ver televisión a una distancia mínima de 3 metros. De acuerdo a [10] el texto de acuerdo a su uso, se debe presentar como en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación tamaños y tipos de texto.

Puntos	Píxeles	Recomendaciones
36	24	Títulos/subtítulos grandes
31	21	Subtítulos
26	18	Cuerpo
24	16	Pie de página

- El texto debe ser dividido en pequeñas secciones temáticas de acuerdo al contenido del mismo, de tal manera que no exceda las 90 palabras por pantalla y las 45 palabras por cuarto de pantalla [4]. Permitiendo así coherencia en el diseño y objetivos del curso y reutilización en temáticas afines.
- El texto y las aplicaciones interactivas, deben servir como ayuda o refuerzo de algunos conceptos claves, pero no debe ser más importante que el contenido multimedia, el cual es el centro dentro del T-Learning [6].
- Las imágenes creadas inicialmente en computador, deben ser adaptadas a un tamaño de 768 píxeles de ancho por 576 píxeles de alto. Esto teniendo en cuenta que en la pantalla del televisor los píxeles son ligeramente rectangulares, aproximadamente 1.067 veces más ancho que alto.
- En una pantalla de T-Learning se deberían utilizar máximo dos tipos de letra. Estos tipos de letra corresponden a los títulos y al texto de apoyo al contenido central o multimedia.

4.4 De Diseño

Presentan el bosquejo o diseño del curso de T-Learning, previo a su implementación.

- Identificar y clasificar los recursos que se descargan por el canal de difusión (canal de broadcast) o por el canal de retorno (canal de interactividad), de acuerdo al número de apariciones en el contenido de T-Learning. Si un archivo se usa muchas veces, como por ejemplo la imagen de fondo, lo recomendable es enviarla por el carrusel de objetos propio del estándar europeo de televisión digital

DVB, puesto que una vez se ejecuta una aplicación, toda la información se descarga al STB, razón por la cual las imágenes, texto o audio cargan más rápido.

- Las temáticas y sub-temáticas de los contenidos de T-Learning, deben ser diseñadas de tal forma, que sean coherentes con el objetivo del curso [15].
- Si el tamaño de una aplicación de T-Learning es muy grande, está debe ser enviada en un carrusel independiente, con el objetivo de que no afecte los tiempos de despliegue de otras aplicaciones y se descargue únicamente cuando se va a utilizar.
- Segmentar el contenido educativo permite la reutilización, lo cual conlleva a la disminución de costos en la producción de contenidos e incrementa la flexibilidad e interoperabilidad de plataformas.
- El diseño de la navegación de los cursos, debe ser sencillo y flexible, teniendo en cuenta solo hacer uso de una serie de componentes limitados del control remoto (botones numéricos, de flechas, de selección, y de colores). Las flechas se usan para moverse dentro de las temáticas del curso, los botones de selección se usan para tomar decisiones, los botones de colores para navegación y opciones. Una opción adicional es usar un teclado virtual como opción de escritura, apoyado por los botones numéricos.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

De este artículo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Para la generación de contenidos en TDi se deben desarrollar las fases de preproducción, producción y postproducción y cada una de ellas debe ser adaptada siguiendo las recomendaciones que se han planteado en este artículo.
- En el despliegue de contenidos de T-Learning es importante considerar la disposición de los contenidos en L, la sencillez, facilidad, el tipo de letra y la navegación intuitiva y transparente a los cursos.
- Una de las principales características que deben tener los contenidos de T-Learning, es

que el elemento principal es el contenido multimedia, mientras que la información adicional, las aplicaciones interactivas y la navegación deben ser un apoyo al curso.

- Las recomendaciones son una guía para la distribución de contenidos de T-Learning y han sido generadas y validadas a través del desarrollo de aplicaciones de T-Learning sobre el laboratorio experimental de TDi de la Universidad del Cauca.
- Mediante la experimentación en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, se encontró que el uso de recomendaciones permite realizar diseño y despliegue de contenidos eficientemente y evitar errores que frecuentemente se presentan cuando se realiza de forma arbitraria, es decir, cuando no se sigue algún tipo de recomendación.

Como trabajos futuros es importante considerar herramientas para la creación de aplicaciones en TDi, puesto que en este ámbito las propuestas son escasas: una de ellas SCOCreator [16] de la Universidad de Vigo y otra en la Universidad del Cauca ITV Creation. Esta última permite crear y emular contenidos para TDi, bajo el estándar DVB-HTML mediante una aplicación de escritorio. Se podrían generar nuevas funcionalidades para herramientas de autoría, que sigan diferentes estándares para producción de contenido y que permitan el despliegue de las mismas en entornos masivos como Internet. De igual forma en el campo del T-Learning es necesario definir estrategias pedagógicas que orienten el uso de la TDi como medio para el desarrollo de procesos de aprendizaje.

Actualmente la Universidad del Cauca viene trabajando en el proyecto ST-CAV [21], cuyo objetivo es usar el T-Learning como medio para crear comunidades académicas virtuales. Dentro de este espacio se pretende ampliar las presentes recomendaciones, teniendo en cuenta los servicios agregados de la Web 2.0 a entornos de televisión. Este proyecto que se encuentra en fase inicial de ejecución, es una iniciativa liderada por el grupo de ingeniería telemática GIT de la Universidad del Cauca y financiado por COLCIENCIAS y el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto ST-CAV: Servicios de T-learning para el soporte de una Comunidad Académica Virtual, Cod 1103 489 25425, financiado por COLCIENCIAS y el SENA y el proyecto MT2TDi Modelo de Trafico para Televisión Digital Terrestre Interactiva ID 2590

Referencias

- [1] Aarreniemi-Jokipielto, P. Modelling and Content Production of Distance Learning concept for Interactive Digital Television. Tesis Doctoral. Universidad de Tecnología de Helsinki, Finlandia. 2006. Disponible en: <http://lib.tkk.fi/Diss/2006/isbn9512285428/isbn9512285428.pdf>
- [2] Aarreniemi, P. T-Learning Model for Learning via Digital TV. Helsinki Univesrity of Technology. Industrial IT Laboratory. Finlandia. 2005. Disponible en: www.it.lut.fi/eaeeie05/proceedings/p21.pdf.
- [3] Amaya, J., Urbano, F., Campo, W., Arciniegas, J. Infraestructura Tecnológica para un laboratorio experimental de Televisión Digital Interactiva. Congreso Colombiano de Comunicaciones - COLCOM. 2008.
- [4] BBC. British Broadcasting Corporation. 2005. Disponible en: http://www.bbc.co.uk/guidelines/newmedia/development/itv/ITV-Design_v1.pdf
- [5] Bellotti, F., Vrochidis. S., Parissi, E., Lhoas, P., Mathevon, D., Pellegrino, M., Kompatsiaris, G., Bo and I. A T-Learning Courses Development and Presentation Framework. IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine, vol. 3, no. 3. Septiembre 2008.
- [6] Bernardo, N. O guia prático da produção de televisão interactiva. 2002. Disponible en: <http://encyclopedia.jrank.org/articles/pages/6650/iTV-Guidelines.html>
- [7] Campo, W. Análisis de Tráfico para una Red HFC Generado por la Distribución de Contenidos Educativos para la Televisión Digital Interactiva. Tesis de Maestría, Universidad del Cauca. 2009.
- [8] Chorianopoulos, K. Animated Character Likeability Revisited: The Case of Interactive TV. Disponible en:

- <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.132.8208>
- [9] Chorianapoulos, K. Virtual Television Channels. 2004. Disponible en: <http://www.eltrun.gr/index.php/phd-studies/completed-phds/342>
- [10] Code4tv. Curso Multimedia Home Platform 1.1.2. 2008. Disponible en: <http://code4tv.com>
- [11] Collazos, C.A.; Rusu, C.; Arciniegas, J.L.; Roncagliolo, S.; Designing and Evaluating Interactive Television from a Usability Perspective. International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions, 2009.
- [12] Enhanced Learning Unlimited. 2007. Disponible en: <http://www.elu-project.com>.
- [13] Figueirado, R. A. E. Development and Evaluation of Guidelines for Producing an Interactive Movie. 2003. Disponible en: <http://i-media.soc.napier.ac.uk/gosford/dissertation.pdf>
- [14] Hendman, A., Lenman, S., Persson, C. Place Metaphor in Digital Television. Disponible en: http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&ct=res&ccd=1&ved=0CAYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcid.nada.kth.se%2Fpdf%2FCID-166.pdf&rct=j&q=Place+Metaphor+in+Digital+Television+&ei=gtv_S_y8EYH58AaT7JnUCA&usq=AFOjCNE-dk8bAjuoXJKb3PXMtD6ZlfcNCg&sig2=n6RCAURZTj83-H04avLCjA
- [15] ILHAN, Ö. Analysis of Graphical User Interface Design in The Context of Human-Computer Interaction (with a case study on oven Control Panel). 2005. Disponible en: <http://library.iyte.edu.tr/tezler/master/endustrirunleritasarimi/T000319.pdf>
- [16] López, M., Díaz, A., Pazos, J., et.al. Objetos adaptativos de aprendizaje para T-Learning. IEEE Latin America Transactions Vol. 5, Nro. 6, Octubre de 2007.
- [17] Lu, K. Y. Interaction Design Principles For Interactive Television. 2005. Disponible en: <http://smartech.gatech.edu/handle/1853/6962>
- [18] Lytras, M., Lougos, C., Chozos, P. y Pouloudi, A. Interactive Television and e-Learning Convergence. Examining the potential of T-Learning. Athens University of Economics and Business. Grecia. 2002.
- [19] Olsevicova, K., Rohrova, H. y Mikulecka, J. T-Learning Approach: Enhancing Video with Active Elements. University of Hradec Kralove. Republica Checa. 2007.
- [20] Perrinet, J., García, X., Acevedo, C., Arciniegas, J., Cabrero, S., Melendi, D., García, R. Adaptación de una aplicación de e-Learning a t-Learning. Memorias del V Congreso Iberoamericano de Telemática CITA 2009, Gijón – España, 11 y 12 de mayo de 2009.
- [21] Proyecto ST-CAV. Disponible en: http://www.renata.edu.co/index.php/descargas/doc_details/116-servicios-de-t-learning-para-el-soporte-de-una-comunidad-academica-virtual-st-cav.html
- [22] Skelly, C., Weiss, M., “T-Commerce: Turning Television Sets Into Cash Registers”. Disponible en: <http://www.skelly.biz/tcommerce.pdf>
- [23] Tique, J. E., Chanchí, G. E., Campo, W. Y., Arciniegas, J. “Recomendaciones para la Construcción de Juegos en entornos de TDi Basados en el estándar MHP”. 5º Seminario de Tecnologías Emergentes en Telecomunicaciones y Telemática. 2010.
- [24] Tulande, E. O., Rojas, D. F. Recomendaciones para la generación y distribución de contenidos educativos orientados a Televisión Digital Interactiva., Tesis Universidad del Cauca. 2009.

El uso de interfaces visuales aplicados sobre una plataforma digital orientada al aprendizaje de idiomas “on-line”

Teresa Magal Royo
Centro de Investigación en
Tecnologías Gráficas.
Universidad Politécnica de Valencia
Valencia 46022
España
tmagal@degi.upv.es

Guillermo Peris Fajarnés
Centro de Investigación en
Tecnologías Gráficas.
Universidad Politécnica de Valencia
Valencia 46022
España
gperis@degi.upv.es

Ignacio Tortajada
Montañana
Centro de Investigación en
Tecnologías Gráficas.
Universidad Politécnica de Valencia
Valencia 46022
España
itortaja@dig.upv.es

Resumen

El conocimiento en el manejo de entornos digitales por parte de los estudiantes en la actualidad avanza de una manera exponencial. De hecho podemos decir que son capaces de discernir y diferenciar rápidamente la utilidad y la funcionalidad de entornos digitales interactivos que puedan serles útiles en el ámbito de las relaciones personales, sociales y educativas. Ello implica el establecimiento de criterios funcionales en el diseño conceptual y en el uso de patrones de interacción que permita el uso eficaz de un escenario digital. En el caso de la problemática de creación de una plataforma orientada al aprendizaje de idiomas “on-line”, encontramos la necesidad de adecuar y centralizar el flujo de datos de manera estructurada que permita el seguimiento y acceso por parte del alumno a los contenidos digitales desarrollados en las pruebas. La experiencia realizada con estudiantes de secundaria sobre la funcionalidad y aprendizaje en el manejo de la aplicación creada, demuestran la importancia que pueden llegar a tener las pruebas de testeo y validación con estudiantes para obtener información verificable en el uso de la misma.

1. Introducción

El desarrollo de la plataforma PAU-ER, se establece en el marco de las investigaciones realizadas entorno a la generación de entornos digitales orientados a la creación y gestión de exámenes de idiomas “on-line” [5] del Departamento de Lingüística Aplicada y el Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas de la Universidad Politécnica de Valencia dentro del

proyecto denominado “ Estudio de los procesos de cambio y automatización de las pruebas de acceso a la universidad en materia de lenguas extranjeras a partir del desarrollo de herramientas específicas a través de Internet” PAULEX Universitat. El proyecto que actualmente está en fase de verificación en alumnos de secundaria, necesitó de un planteamiento inicial que estableció las pautas funcionales y estéticas del mismo desde el conocimiento por una parte de los escenarios digitales interactivos a desarrollar [4] y por otra de la necesidad de establecer una navegación restrictiva [6] que permitiera al usuario una focalización en las tareas a realizar centralizadas en los ejercicios y un examen estructurado [7].

2. Desarrollo de los interfaces visuales

La creación de interfaces orientados al usuario se centra en el desarrollo de escenarios que sean capaces de cumplir la funcionalidad para lo cual ha sido creada [1]. Para ello es conveniente que se realice una fase de conceptualización formal y visual de la plataforma que va a ser implementada posteriormente en la plataforma telemática final. Ello implica el desarrollo de un planteamiento de escenarios que afecta al flujo de datos obtenidos (Figura 1) y su gestión a través de la aplicación [2]. En el proyecto fue necesario crear dos interfaces:

- Interface para la herramienta interna de creación y gestión de las pruebas y exámenes de idiomas para administradores, gestores de contenidos y profesores.
- Interface para la aplicación final del examen de idiomas dirigido a estudiantes.

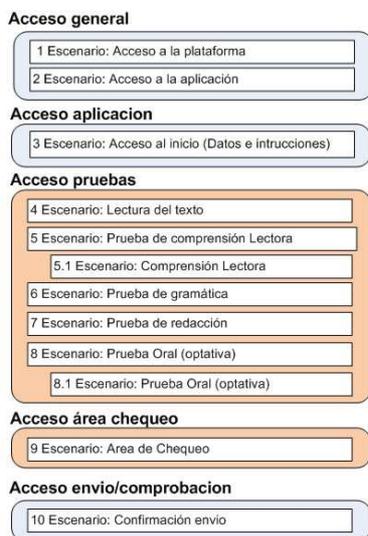


Figura 1. Escenarios de la aplicación PAU-ER

El criterio de coherencia visual se ha mantenido en los dos interfaces mediante el uso de patrones de interacción [3] y diseño desde tres puntos de vista:

- a- Patrones de interacción estructurales.
- b- Patrones de interacción de navegación.
- c- Patrones de interacción sobre el contenido.

a- Patrones de interacción estructurales.
Para la realización de la estructura de la aplicación basado en 3 patrones de interacción conocidos como “Visual Framework” o “Grid-Based”. De cada modelo se seleccionó aquellos parámetros básicos que sirvieran para formalizar un entorno fiable, usable y fácilmente reconocible por el usuario.

b- Patrones de interacción de navegación.
Para facilitar la navegación por la herramienta PAU-ER se utilizaron diversos patrones de diseño [7], entre los que destacaremos el planteado para la navegación global de la plataforma y el acceso de navegación de segundo nivel denominado “breadcrumbs”. El “breadcrumbs” o “migas de pan” es uno de los sistemas de navegación secundaria más utilizados en estos momentos, este patrón sirve de guía al usuario para entender la estructura y profundidad de la información de la web. Con este patrón facilitamos al usuario unas señales visuales claras para determinar la

localización actual y el contexto del usuario en una jerarquía del sitio del Web.

El menú de navegación principal es uno de los elementos más importantes de un sitio web, ya que es la primera opción del usuario cuando quiere navegar por él. Para el desarrollo del menú se utilizó el patrón de diseño donde el menú fuera visible en una posición fija de la página, para que el usuario pudiera acceder siempre a él.

c- Patrones de interacción sobre el contenido.
Los patrones de interacción sobre el contenido es uno de los aspectos más importantes relacionado con la lectura real de contenidos digitales en la web. Ello implica que los tiempos de acceso y retención cognitiva de información de los contenidos deben hallarse adaptados al medio y al usuario [8]. El cómo se tiene que escribir texto para ser leído en una página web considera tanto las pautas estéticas como las partes dinámicas y funcionales que puede tener un texto digital. Las pautas estéticas pueden relacionarse con una tipografía legible, tamaños adecuados, contraste de color de fondo, etc...

El resultado final creado permitió generar un escenario digital intuitivo que guía al usuario sobre los apartados que debe desarrollar de forma obligatoria dentro del examen para poder disponer de una puntuación que sirva de base para la corrección posterior por parte del profesor.

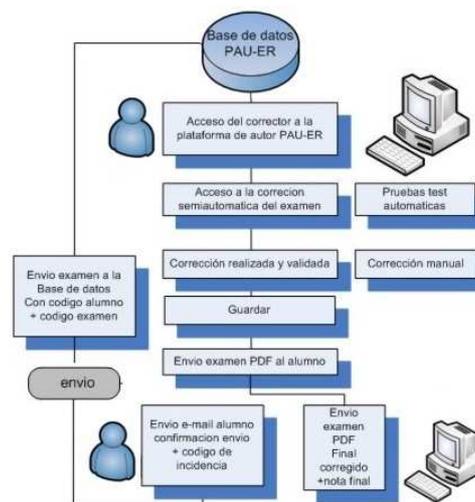


Figura 2. Flujo de datos de la aplicación PAU-ER

3. Pruebas y testeo de funcionalidad de la aplicación

Las pruebas y testeo de la aplicación se orientaron desde dos puntos de vista: La validación formal de la herramienta de gestión y la validación funcional del examen telemático final para el estudiante [9]. La validación interna de la herramienta fue realizada por los investigadores del proyecto y con profesores afines al área de conocimiento (profesores de escuelas de idiomas, profesores de secundaria, etc..)

Para ello se realizaron test de usuarios convencionales siguiendo diversas metodologías de análisis de plataformas de entornos telemáticos creados [10], adaptados ex profeso según la necesidad de valoración [11] (funcionalidad, ergonomía visual, manejo de contenidos, etc..).

Los informes obtenidos sirvieron para la verificar y adaptar algunas de las funcionalidades de la herramienta de gestión orientado para profesores [12].

A nivel de estudiantes se adaptó una encuesta de usabilidad orientada hacia estudiantes de ESO que pretendía evaluar el impacto de la realización de la prueba “on-line”. Para ello se realizaron las siguientes tareas previas:

- Se adaptó el contenido integro del examen oficial PAU del año 2007 de la Comunidad Valenciana, añadiendo un apartado especial que incluía la prueba oral con el uso de formatos audiovisuales complementarios.
- Se realizó una adaptación de un cuestionario que intentaba valorar por una parte el conocimiento del medio telemático y el nivel de satisfacción en el uso de la aplicación final para la realización de exámenes.

4. Resultados obtenidos de las encuestas

Los resultados obtenidos se orientaron primero a demostrar que el conocimiento del medio por parte de los usuarios de la prueba legitima la evaluación formal y funcional de la herramienta por parte de los usuarios con experiencia previa en el manejo de entornos telemáticos. El segundo aspecto a demostrar, profundizaba mas sobre el carácter de facilidad y sencillez que debe mostrar

cualquier aplicación informática orientada al usuario. Estos aspectos son importantes en el ámbito de la interacción ya que el comportamiento humano ante el ordenador debe ser lo más sencillo o lo mas funcional para obtener rápidamente el nivel de satisfacción deseado en base a una tarea específica a desarrollar.

La valoración de las 183 encuestas realizadas en 5 colegios de la Comunidad Valenciana mostraron que existía homogeneidad positiva en referencia al conocimiento del medio telemático a partir de la disponibilidad de ordenador y de la apreciación personal en el conocimiento de las herramientas informáticas de escritorio.

Las valoraciones obtenidas sobre las preguntas orientadas hacia la definición por parte del usuario de su nivel de experiencia en el manejo del entorno informático, sistema operativo, procesador de textos, uso del correo electrónico y uso de Internet indicaron que sus conocimientos previos de entorno informáticos convencionales eran medio y/o alto.

Ello indicaba que eran capaces de valorar de forma crítica el uso y manejo de herramientas informáticas de carácter general con una base de conocimiento en el manejo interactivo del entorno.

Por otra parte las valoraciones positivas obtenidas de las preguntas sobre facilidad de uso de la aplicación como: “La aplicación es fácil de usar” o “la navegación es sencilla”, fueron fundamentales para evaluar la sensación de comodidad y cumplimiento de los objetivos, tareas o funcionalidades previstas. De hecho, la pregunta sobre “Considero que son necesarios muchos pasos para lograr lo que quiero” remarcaba sobretodo la necesidad de que el examen fuera rápido y flexible en su realización para no convertirse en tedioso ni excesivamente largo.

5. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas de los datos analizados indican que el conocimiento previo del medio telemático por parte de los alumnos puedes ser considerado un dato positivo y efectivo para validar la información obtenida de las apreciación de un escenario digital “on-line” orientado ala realización de pruebas de conocimiento de

idiomas. Por otra parte, el nivel de facilidad y satisfacción en el uso de la aplicación se convierte en una variable cualitativa a tener en cuenta a la hora de valorar la efectividad de la herramienta en las tareas de realización de exámenes guiados para el aprendizaje de idiomas.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha desarrollado gracias al apoyo de las investigaciones realizadas en el proyecto PAULEX-UNIVERSITAS, para el desarrollo telemático de pruebas PAU sobre el ordenador en la Universidad Politécnica de Valencia. El proyecto está subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia dentro del Plan Nacional de I+D+i nº HUM2007-66479-C02-02/FILO.

Referencias

- [1] B. Scott & T. Neil. "Designing web interfaces". O'Reilly Ed.2009
- [2] Cheon, J. & Grant, M. M. Are Pretty Interfaces Worth the Time? The Effects of User Interface Types on Web-Based Instruction, *Journal of Interactive Learning Research*, 20(1).Pp. 5-33. 2009
- [3] D. Saffer. "Designing for interactions" New Riders Ed.2007
- [4] Fulcher G. "Interface design in computer-based language testing". *Language Testing*, Vol. 20. Pp. 384-408.2003
- [5] García Laborda, J., "Interface architecture for testing in foreign language education", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2009.
- [6] García Laborda, J., Gimeno Sanz, A. y Martínez Sáez, A.. Anticipating Washback in a Computer Based University Entrance Examination: Key Issues." Paper presented at the International CALL Research Conference "Practice-Based & Practice-Oriented CALL Research," 2008.
- [7] García Laborda, J., Magal-Royo, T., de Siqueira Rocha, J. M., & Alvarez, M. F. "Ergonomics factors in english as a foreign language testing: The case of PLEVALEX", *Computers & Education*, 54(2): Pp.384-391. 2010.
- [8] Hunt, M., Neill, S., & Barnes, A. The use of ICT in the assessment of modern languages: The English context and European viewpoints, *Educational Review*, 59(2). Pp. 195-213. 2007.
- [9] Jeffries R., Miller J. R. , Wharton C. , Uyeda K. User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Reaching through technology*. Pp..119-124. 1991
- [10] Kurosu M. & Kashimura M. Apparent usability vs. inherent usability: Experimental analysis on the determinants of the Apparent usability". *CHI*, 95. Conference. Pp. 292-293.1995.
- [11] Pelman, G. *Human Factors Perspectives on Human-Computer Interaction: Selections from Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society Annual Meetings, 1983-1994*. Ed. Gary Pelman. Ohio State University.1994.
- [12] Siqueira, J.M. de, González, D., García Laborda, J. Magal Royo, T.. "Contrast and validation of computer assisted language testing in Chinese students learning Spanish", *Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education, Proceedings of the ICTE 2009 conference, Lisbon 22-24 abril 2009, Lisboa*: Pp. 283-287.

Bellas Artes y Ergonomía

Uso de avatar para la representación de estados emocionales y valoración de la satisfacción del usuario

Pere Ponsa

Depto Ingeniería de Sistemas,
Automática e Informática
Industrial, Escuela Politécnica
Superior de Ingeniería de Vilanova
i la Geltrú, 08800 Vilanova i la
Geltrú, pedro.ponsa@upc.edu

Cristina Manresa-Yee

Unidad Gráficos, Visión por
Ordenador e IA. Universitat de les
Illes Balears Ed. Anselm Turmeda,
Ctra. Valldemossa Km 7.5. 07122
Palma de Mallorca,
cristina.manresa@uib.es

Johanna Gómez

Depto I. de Sistemas, Automática e
Informática Industrial, Escuela P.
Superior de Ingeniería de Vilanova
i la Geltrú, 08800 V. i la Geltrú,
lady.johanna.gomez@estudiant.
upc.edu

Resumen

En este artículo se presentan diversas pruebas experimentales llevadas a cabo para valorar funcionalidades de un avatar y cómo valorar la satisfacción del usuario en etapas iniciales del diseño conductual. Todo ello se enmarca en el uso de tecnologías de ayuda para la mejora de la interacción y comunicación entre personas y artefactos.

1. Introducción

En el diseño emocional se diseñan productos con la intención de evocar una emoción particular. Para ello es necesario conocer en detalle los procesos emocionales. En este ámbito de conocimiento coexisten diversas metodologías que analizan la interacción entre personas y productos [1]. La relación dual que se establece entre diseño y emoción también es aplicable a diseñador y usuario del producto, siendo uno de los aspectos más importantes a resolver cómo se extraen e identifican las necesidades emocionales del usuario [2] y como se construyen modelos en los que el diseñador empatiza con el usuario para conseguir productos a medida de las necesidades [3].

En el ámbito de la computación afectiva y la interacción persona-ordenador se desarrollan productos “software” y los diseñadores necesitan conocer el estado emocional del usuario mientras interactúa con el “software” [4]. Verbalizar las emociones es una tarea difícil por lo que algunos investigadores diseñan herramientas de soporte

mediante el uso de caras dibujadas “emocards” [5]. Las “emocards” son un conjunto de 16 representaciones gráficas (ocho caras masculinas, ocho caras femeninas) que confluyen en ocho estados emocionales a partir de la combinación de las dimensiones agrado “pleasure” y excitación “arousal” en sus variantes. En algunas mejoras de este método, se han llegado a medir 14 estados emocionales a partir de la dimensión de *agrado* [6]. Esta metodología se ha aplicado con éxito en el estudio de procesos de aprendizaje de niños, aunque el incremento de estados emocionales es un aspecto problemático ya que supone una carga en el procesamiento de los mismos (identificar, distinguir y aplicar estos estados) por lo que se ven sobrecargadas las funciones cognitivas. Llegados a este punto, las funciones cognitivas utilizadas por el usuario y las funciones de la interfaz del “software” utilizado deben analizarse bajo el punto de vista del principio de mutua dependencia propuesto desde la ergonomía cognitiva [7].

Algunas propuestas más sencillas para la representación de estados emocionales hacen uso de metáforas básicas como por ejemplo un sistema visual basado en el semáforo (rojo, ámbar, verde) o el uso de iconos en forma de caras (“smiley faces”) con el que se construye una escala de estados emocionales con los que el diseñador/investigador busca la respuesta del usuario a cuestionario para poder asociar estados emocionales con tareas a estudio. En otros casos, a partir de las dimensiones de agrado, excitación y dominio “dominance” los investigadores tratan de relacionar la información visual en lugares web

con la respuesta emocional de los usuarios mediante el uso de herramientas que miden en forma de cuestionario una escala para el estado emocional [8]. Otras propuestas incluyen el uso de agentes emocionales y avatares para la creación de un modelo de conocimiento en el que los estados emocionales se asocian a expresiones faciales del avatar para facilitar la comunicación con el usuario [9], [10], así como modelos conceptuales donde describir las emociones [11].

En este trabajo se aborda el uso de avatares con la finalidad de valorar la satisfacción del usuario en fases previas del diseño y desarrollo de prototipos que nos permitan abordar una comunicación más efectiva desde las primeras fases de la interacción entre personas y artefactos.

La sección dos muestra el uso de avatar en cuestionario de satisfacción para usuarios con parálisis cerebral. La sección tres muestra el uso de avatar en interfaz gráfica para modelar el grado de ayuda al usuario de un sistema domótico. Posteriormente se presentan las conclusiones y las líneas futuras de trabajo.

2. Preparación de cuestionario afectivo

Respecto a las metáforas básicas mencionadas anteriormente el semáforo es un símbolo internacional en el que se asocia un color (rojo., ámbar, verde) con un estado de aprendizaje (*no se comprende, parcialmente se comprende, se comprende*) y en el caso de los iconos en forma de caras estos estados de aprendizaje se asocian a emociones (alegre, neutro, triste). Trabajos experimentales llevados a cabo con niños de escuelas inglesas y francesas con edades comprendidas entre 8 y 10 años, muestran que la asociación correcta entre estado de aprendizaje y metáfora es del 93% (semáforo) y 96,5% (caras) respectivamente para los niños franceses, y 96% (semáforo) y 100% (caras) para los niños ingleses [4].

El uso de los iconos en forma de caras no tan solo es utilizado en el ámbito del software educativo. James W. Varni ha desarrollado el PedsQL (Pediatric Quality of Life Inventory) [12]. Se trata de un modelo de medida asociado al estudio de la salud y calidad de vida de niños con enfermedades crónicas (asma, diabetes, parálisis cerebral, etc.) en el que se valoran diversos tipos de enfermedades y diversos tipos de

funcionalidades (fisiológicas emocionales, sociales, escolares) [13]. El modelo se concreta en forma de cuestionarios adaptados para el uso por terapeutas y permite recoger la opinión de usuarios y familiares. Los cuestionarios están adaptados por rangos de edades. Así por ejemplo, se dispone de un módulo para niños de entre 5-7 años, en los que el cuestionario consta de un protocolo para el terapeuta, una serie de preguntas a responder por el niño y una plantilla. La plantilla hace uso de iconos con caras de manera que el terapeuta realiza una pregunta al niño: “¿tienes algún problema para mover los dedos de la mano?” y el niño puede señalar una cara: “ningún problema” (cara alegre), “a veces” (cara neutra), “muchos problemas” (cara triste). A partir de aquí el terapeuta adapta la respuesta a una escala de puntuación numérica con lo que se consigue un valor numérico final.

El uso de iconos con caras de la representación realizada en el PedsQL nos sirvió de base para el desarrollo de nuestras propias herramientas instrumentales.

La Universitat de les Illes Balears colabora con diversos centros educacionales y de salud para el desarrollo de tecnologías que permitan una mejora de la accesibilidad, la rehabilitación, la educación y actividades recreativas de niños con enfermedades crónicas. Los autores de este trabajo han colaborado en el desarrollo y puesta en marcha de una interfaz de manos libres SINA para niños con parálisis cerebral que no pueden hacer uso del ratón convencional [14], [15]. La colaboración entre educadores, técnicos y terapeutas se ha llevado a cabo a lo largo de los últimos cinco años y se ha hecho un seguimiento de las tareas llevadas a cabo sobre ordenador por los niños a lo largo de sesiones experimentales que en algunos casos cubren 20 sesiones a lo largo de seis meses (año 2009).

Los terapeutas llevan a cabo un programa de actividades para los niños que recoge entre otras variables:

- Usuario: comportamiento, motivación, estado físico en un día en concreto
- Entorno: condiciones ambientales de luz y confort, ubicación de ordenador y web cam
- Interfaz: diversas interfaces físicas a ser usadas como teclados, soportes acoplados a la cabeza, joystick, interfaz de manos libres (SINA)

- Tareas: movimiento del puntero en pantalla, acción de click sobre un icono, aprendizaje mediante juegos, acceso a información, comunicación con otras personas
- Interacción: estudio de satisfacción y fatiga mediante el uso de la interfaz.

El equipo de profesionales del centro de salud ya disponía de cuestionarios adaptados para la recogida de datos, incluida una pregunta sobre satisfacción y fatiga, pero se puso de manifiesto la necesidad de preparar un cuestionario de satisfacción básico para responder a preguntas del tipo escala SUS: “la tarea era difícil de entender”, “el uso de la interfaz es satisfactorio” o “la tarea ha sido agradable” con escalas en el formato Likert [16]. Todo ello complementado con un protocolo para el terapeuta, un cuestionario a responder por el terapeuta después de que recoja la opinión del usuario, y una plantilla en la que se ha incorporado tres expresiones gráficas del avatar Alice (en lugar de las “smiley faces” usadas en el cuestionario PedsQL) (ver Figura 1).

Todo este nuevo procedimiento se puso a prueba en sesiones experimentales llevadas a cabo en abril de 2009 en el centro ASPACE de las Islas Baleares consensuadas por técnicos y terapeutas. Los usuarios son niños con dificultad motora, básicamente parálisis cerebral del tipo espástica y distrofia muscular de Duchenne. Por grupos de edad hay 4 usuarios entre edades (13-18), 2 usuarios entre (8-12) y 3 usuarios entre (5-7) años respectivamente. Muchos de estos usuarios no hablan y la comunicación con los terapeutas es mediante sonidos y gestos cuando estos les preguntan por cómo se encuentran (física y emocionalmente) cuando están usando una interfaz en el marco del programa de rehabilitación. Las tareas consisten en acceder a funcionalidades sencillas en el programa PowerPoint, escribir el nombre del usuario mediante un teclado virtual, abrir rectángulos opacos para dejar ver una figura animada detrás, entre otras tareas. Antes, durante y después de las tareas el terapeuta hace un seguimiento del rendimiento de los usuarios y de cómo la tecnología asistencial puede ser útil, caso a caso, en la mejora del acceso a la información o a la comunicación del usuario con otras personas. En estos casos, es importante adecuar y personalizar

la tecnología al usuario de forma que es una continua búsqueda de las mejores opciones para cada uno de los usuarios. Finalmente, el terapeuta recoge el grado de satisfacción y fatiga a la tarea realizada. Después de valorar entre terapeutas y técnicos el perfil de los usuarios y el modo de trabajo en el marco del programa de rehabilitación, los terapeutas descartan la herramienta de evaluación aportada con la inclusión del avatar Alice (Figura 1). La explicación es la siguiente. Un terapeuta siempre estaba presente en las tareas a desarrollar por el usuario, algunas veces de forma pasiva y otras veces ayudando al usuario a terminar una tarea. El terapeuta lleva mucho tiempo trabajando con el usuario, de forma que conoce cómo interpretar los gestos y los sonidos. Sin ánimo de sobrecargar la tarea llevada a cabo, que incluye valorar el estado físico y anímico del usuario, y en la que intervienen diversos programas informáticos, diversas tareas, test sobre varias interfaces, añadir un cuestionario más en el procedimiento suponía un notable esfuerzo añadido para los usuarios.

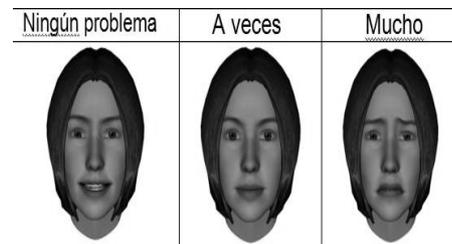


Figura 1. Detalle de plantilla de respuesta con expresiones faciales del avatar Alice

Mediante dos preguntas muy sencillas el cuidador obtiene mediante la interpretación de gestos y sonidos la valoración de fatiga y satisfacción.

Así pues, en este caso, no se produce empatía entre usuario y las expresiones faciales del avatar mostradas en la plantilla del cuestionario. La empatía se produce entre usuario y terapeuta, y se ha consolidado a lo largo de los meses.

Es destacable que en el uso de la interfaz SINA se ha comprobado que la fatiga es menor que con otras interfaces en las que intervienen elementos mecánicos (con SINA el movimiento del puntero se maneja con el movimiento de la

cabeza, y el click con una pausa en dicho movimiento, siendo la nariz el punto de referencia utilizado), mientras que la satisfacción es alta, y no tan solo a lo largo de una sola prueba experimental de un día (en el que estado anímico/físico del niño puede afectar a la medida de efectividad y eficiencia) sino a lo largo de 20 sesiones en seis meses. No se detallan aquí estos resultados en este trabajo por su extensión y se recomienda que se aprecien en la referencia [14]. En todo caso, se destaca un resultado concreto: la Figura 2 muestra el valor medio de satisfacción recogida a lo largo de 20 sesiones. El terapeuta pregunta al usuario su nivel de satisfacción en el desarrollo de la tarea mediante SINA y el usuario responde satisfacción baja (1), media (2) o alta (3). Para cuatro usuarios el valor medio de satisfacción es media-alta, para el usuario u5 el valor medio de satisfacción es “media”.

Así pues, como conclusión a este apartado, se ha mostrado el grado de satisfacción de los usuarios con la interfaz SINA. Los terapeutas valoran de forma positiva esta tecnología ya que se adecua mejor a las destrezas en algunos niños. Para más información sobre el Proyecto SINA se recomienda la visita al lugar web [17]. Ante los buenos resultados, en estos momentos SINA se está implantando en centros educativos de las Islas Baleares. Respecto a la creación de un protocolo, cuestionario y plantilla en formato papel con diversas expresiones faciales del avatar Alice en el rol de “smiley faces” queda supeditada a otros escenarios en los que la relación entre cuidador y niño no sea tan cercana y por tanto debe evaluarse su uso en futuros estudios.

3. Preparación de sistema de ayuda

Una segunda aplicación de avatar es en el ámbito de la vivienda asistida y en los que la presencia de sistemas domóticos automatizados facilita el uso de la tecnología para las personas.

A lo largo del año 2009 y continuando con este año hemos realizado pruebas en el laboratorio del centro docente de la Universitat Politècnica de Catalunya en la localidad de Vilanova i la Geltrú. Disponemos en estos momentos de una maqueta que emula las principales características de un sistema domótico a escala. La maqueta está conectada a un controlador automático y este a su vez está conectado a un ordenador desde el que

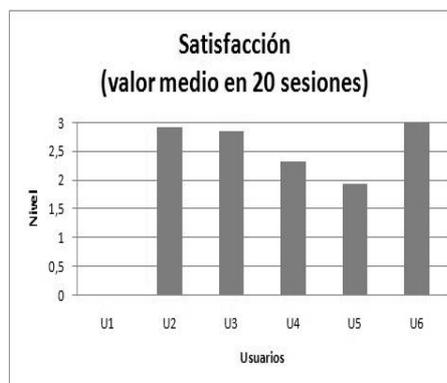


Figura 2. Valor medio de Satisfacción a lo largo de 20 sesiones. El usuario u1 dejó el programa de rehabilitación

realizamos tareas de monitorización sobre una interfaz gráfica.

Las pruebas hasta ahora realizadas se han llevado a cabo sobre un escenario doméstico simulado y como interfaz de entrada, en lugar del ratón convencional hemos utilizado SINA para analizar su uso en un ámbito de sistemas automatizados y para valorar su uso futuro por personas con discapacidad en el ámbito doméstico.

Al realizar estas pruebas nos preguntamos cuál sería la mejor manera de representar un sistema de ayuda en pantalla que permitiera adecuar el diseño a las necesidades y habilidades de los usuarios. Decidimos que el avatar Alicia nos podía ser útil.

Estamos adaptando el avatar Alice de manera que nos planteamos la interacción entre la persona y el sistema domótico como interacción entre persona y avatar, es decir, entre dos agentes cognitivos. Ante esta perspectiva queremos potenciar la funcionalidad del avatar de la siguiente manera. A las expresiones faciales ya conocidas, ampliamos el conjunto para incluir otra emoción básica como es “sorpresa” y el estado emocional de ansiedad. Al conjunto de expresiones faciales añadimos mensajes que el usuario puede leer en pantalla así como mensajes de audio para dar más énfasis a los mensajes mediante el uso de las librerías de software Loquendo. Todo ello está embebido en la interfaz gráfica doméstica de manera que la intervención

del avatar se programa ante la aparición de eventos propiciados por las propias acciones del usuario o por un estado del sistema domótico. No empleamos todavía toda la potencia del avatar ni de un sistema domótico real ya que de momento lo que queremos analizar es la tarea de control y/o supervisión por parte del usuario y como el sistema domótico mediante el avatar puede ayudar al usuario en el conocimiento de la situación y en determinar cuán importante es un cambio en una variable del sistema que propicie un funcionamiento anormal del sistema y cómo abordar entonces una respuesta apropiada para restablecer el funcionamiento normal y minimizar el riesgo de error y el riesgo de un incidente/accidente.

Una de las principales actividades que estamos desarrollando se basa en asignación de las tareas. Si es el usuario el que realiza todas las tareas, si algunas tareas pueden automatizarse y pueden ser conducidas por el avatar, o por el contrario si conviene llegar a un control compartido de las actividades, o hay que considerar una automatización plena y el usuario confía en esa automatización en caso de situación crítica. Todo ello desde el punto de vista de niveles de automatización conceptualizados por Sheridan (“shared control”, “supervisory control”) y adecuados a escenarios de inteligencia ambiental [18], [19].

La segunda actividad importante es la asignación entre expresiones faciales, estados emocionales y estados de funcionamiento del sistema. En un estudio de casos en funcionamiento normal, situación de alarma, avería de dispositivo, situación crítica de emergencia estamos valorando como asociar la expresión facial del avatar con la situación dinámica expuesta. Así el estudio de la interacción, comunicación, colaboración entre la persona y el avatar puede aportar pautas para el diseño de sistemas de ayuda en el ámbito de la automatización de viviendas [20]. Tomando como base el trabajo realizado por Diana Arellano: adaptación del avatar Alice desarrollado inicialmente mediante el entorno de herramientas Xface [21], al que se dotado de expresiones faciales para simular emociones y rasgos de personalidad [22], hemos escogido algunas expresiones faciales concretas para embeberlas en el sistema domótico (ver Tabla 1).

Estado emocional y expresión facial

Estado del sistema y acción del usuario

Neutro



Alice ofrece información sobre dispositivos o aspectos genéricos de la vivienda. El usuario pide de forma explícita información al sistema.

Alegría



Alice expresa su grado de satisfacción por la acción realizada por el usuario. El usuario realiza una acción sobre el sistema (accionamiento de un dispositivo físico)

Sorpresa



Se produce un evento inesperado (fallo de un dispositivo) y Alice debe expresar la situación de alarma (situación de riesgo bajo, moderado o crítico). El usuario debe tomar una decisión y realizar una acción que devuelva el sistema al modo normal de funcionamiento.

Tabla 1. Asociación entre expresiones faciales que expresan estados emocionales con el comportamiento del sistema domótico y la intervención del usuario

A partir de estas actividades nos planteamos una hipótesis de trabajo: ¿será bien aceptado el avatar en el escenario domótico como sistema de ayuda al usuario y como agente que alerta de situaciones

de riesgo? Antes de continuar desarrollando funcionalidades queríamos comprobar el grado de aceptación del avatar diseñado/utilizado, por lo que era necesario preparar una sesión experimental y medir la satisfacción del usuario con una tarea sencilla. Siguiendo las directrices del diseño conductual de Norman [23] la idea es valorar la aceptación por parte del usuario y seguir añadiendo nuevas funcionalidades y de nuevo vuelta a empezar.

3.1. Sesión experimental

La sesión experimental se llevó a cabo en diciembre de 2009 con un grupo formado por siete estudiantes de ingeniería industrial con conocimiento de sistemas automatizados y monitorización de sistemas complejos. Para la realización de la sesión se preparó dos ordenadores: el primero con un escenario que incluye la interfaz domótica simulada, a la que se ha embebido el avatar Alice en modo de ayuda (primer estado de la Tabla 1) y el usuario realiza la tarea en manos libres mediante SINA; el segundo ordenador se prepara con el programa Morae para la recogida de la actividad del usuario. Además de dos cámaras web, y el programa que acompaña al uso de SINA. La sesión se llevó a cabo usuario por usuario siendo la tarea de los autores de este trabajo la de facilitador (indicando cada tarea a realizar paso a paso) y la de observador (seguir la prueba y destacar acciones importantes como inicio o final de una tarea o errores realizados por el usuario mediante anotación de comentarios y notas para ser posteriormente analizados con Morae Manager para generar un informe de usabilidad siguiendo las pautas de la norma ISO/IEC 25062) [24].

El detalle de las tareas consistía dos grupos. En el primer grupo de tareas se trata de navegar por la aplicación domótica (cocina, comedor, lavabo, etc.) para generar toda una serie de acciones de activación/desactivación de dispositivos (activar luz, bajar persiana, cerrar puerta, etc.). En el segundo grupo el usuario interacciona con el avatar. El facilitador pide al usuario que acceda al sistema de ayuda y siga las instrucciones que le indica el avatar. Durante unos 3 minutos, el usuario y avatar “dialogan” para conocer mejor la comprensión del escenario



Figura 3. Avatar Alice como sistema de ayuda (arriba) y barra gráfica de SINA (abajo derecha)

domótico. Más adelante, cuando el facilitador indica al usuario que navegue hasta la cocina, ponga en marcha la cocina vitrocerámica e incremente la temperatura, el avatar vuelve a aparecer para indicar al usuario que la temperatura del fogón es excesiva, de que existe un cierto riesgo de incidente y que se recomienda que se baje la temperatura.

Todo este manejo y control se realiza en manos libres. Es decir, mediante el movimiento de la cabeza y pausas en el mismo para hacer click en pantalla sobre los dispositivos. Tres “objetos funcionales” se superponen en pantalla en la acción del usuario: el propio escenario domótico, el avatar dentro de ese escenario, y la barra gráfica de SINA, a la derecha de la pantalla que permite al usuario cambiar la opción de click botón derecho, doble click, etc.

La duración estimada de la tarea es de 240 s, y la tarea se divide en un total de 24 subtareas. El grupo de estudiantes escogido es la primera vez que utiliza SINA como interfaz de manos libres por lo que antes de iniciar la sesión experimental se explica muy brevemente su uso (la fase de calibración es mínima ya que el modo de interacción natural de SINA permite una rápido sincronismo entre usuario e interfaz).

3.2. Valoración de resultados

Siguiendo la recomendación de cómo generar un informe de usabilidad del estándar ISO/IEC 25062 [24] el rendimiento se expresa en forma de métricas de efectividad, eficiencia y satisfacción. Los usuarios muestran una efectividad alta en la tarea, completando con éxito la práctica totalidad de las tareas. En el tratamiento de los datos se ha clasificado como efectividad alta cuando el usuario supera con éxito el 75% de las 24 subtareas a realizar. A lo largo de la realización de las tareas se observa error (no seguimiento de la instrucción deseada) en las tareas posteriores asociadas al aviso por parte del avatar de que se recomienda bajar la temperatura del fogón: en algunas ocasiones el usuario no decrementa correctamente la temperatura o navega a otro espacio de la vivienda sin haber apagado los fogones por lo que estamos rediseñando esta tarea para eliminar ambigüedad y dejar claras las acciones del usuario a realizar de forma pautada.

En lo que respecta a la eficiencia, el tiempo mínimo empleado en realizar la tarea ha sido de 193,72 s, el tiempo máximo de 290,5 s y el tiempo medio junto a la desviación estándar es de 233,89±37,12 s. De los siete usuarios, dos usuarios invierten un tiempo para la realización de la sesión experimental por encima de la media. La subtarea en la que todos los usuarios invierten más tiempo es en la que piden al avatar que les aporte información sobre el funcionamiento de los dispositivos domóticos. En este sentido conviene seguir analizando esa medida de eficiencia y valorar si conviene analizar la eficiencia del usuario por un lado y la eficiencia del avatar por otro.

Y con respecto a la satisfacción, se ha confeccionado un cuestionario a partir de la base creada por la psicóloga Marta Díaz, del laboratorio de Usabilidad de nuestra Universidad.

Este cuestionario presenta un conjunto de ocho preguntas con respuestas cerradas siguiendo una escala de Likert y tres preguntas con respuestas abiertas en las que el usuario detalla sus opiniones. En concreto las tres últimas preguntas del cuestionario son: valore la calidad de la interfaz gráfica; valore además la facilidad de uso de la interfaz de manos libres; valore también la calidad del sistema de ayuda (avatar). Los usuarios responden a estas preguntas mediante las posibles respuestas (1) Baja, (2) Regular, (3) Buena, (4) Muy buena.

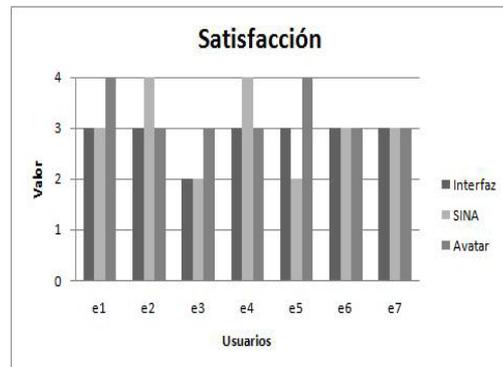


Figura 4. Satisfacción de estudiantes con interfaz domótica, SINA y avatar

La Figura 4 muestra las respuestas a la calidad de la interfaz gráfica domótica, a SINA, y a la ayuda prestada por el avatar por parte de cada uno de los siete usuarios que intervienen en la prueba experimental. De los siete usuarios, seis valoran la calidad de la interfaz domótica como buena; aunque los usuarios generalmente matizan que el manejo de algún dispositivo domótico puede mejorarse de cara a un mayor realismo. De los siete usuarios, tres valoran que la facilidad de uso de SINA es buena, dos de ellos que muy buena y dos de ellos que regular. En los comentarios aparece generalmente la dificultad del *feedback* y *sincronismo* entre el movimiento del puntero en pantalla respecto el movimiento de la cabeza del usuario. Pese a la dificultad, hay que reconocer que siendo la primera vez que utilizan SINA la efectividad global es alta, tal como se ha mencionado anteriormente. De los siete usuarios, cinco valoran que la calidad del sistema de ayuda

aportado por el avatar Alice es buena y dos usuarios valoran que es muy buena.

Para concluir este apartado, hay que remarcar que se han utilizado pautas de diseño ergonómico para la interfaz gráfica domótica, se ha presentado al usuario un avatar en modo de ayuda de las funcionalidades de la interfaz domótica, y el usuario accede a estas funcionalidades mediante manos libres y con los movimientos de su cabeza. Todas estas funcionalidades reciben una valoración cualitativa positiva por parte del usuario; alguna valoración es regular, por lo que es necesario realizar cambios, pero en ningún caso se produce una valoración negativa a cada uno de los aspectos mencionados. Siguiendo las ideas de diseño conductual [23], queremos añadir en tareas experimentales próximas nueva funcionalidad en el uso del avatar para seguir esta línea de trabajo en la que se ha conseguido establecer una cierta empatía entre el usuario y la tarea simulada en el ordenador.

4. Conclusiones

En el presente trabajo se ha buscado potenciar el uso de un avatar no tanto en su componente de sistema computacional sino en posibles aplicaciones en las que los autores se centran en aspectos de diseño, metodología y valoración de la satisfacción de los usuarios. En la sección dos el avatar se simplifica a su funcionalidad de expresión facial sobre papel para la elaboración de un cuestionario afectivo que permita obtener respuestas a tareas efectuadas por niños. Esta actividad debe seguir siendo analizada para su validación sistemática ya que se aprecia en la literatura existente la necesidad de definir cuestionarios que valoren la empatía afectiva y cognitiva en niños [25], [26]. En la sección tres el avatar amplía su funcionalidad, en cuanto a asociar expresiones faciales junto a estados emocionales y estados del sistema domótico para abordar la interacción del usuario con un sistema automático. Antes de migrar estas ideas al uso real de la maqueta domótica existente en nuestro laboratorio, estamos avanzando en la concreción de funcionamiento anómalo del sistema y cómo responde usuario-avatar ante la presencia de situaciones de alarma, fallos y escenarios críticos. El planteamiento del trabajo consiste en valorar la experiencia del usuario en las fases iniciales del

diseño conductual. Así, por ejemplo, la valoración de satisfacción alta permite continuar esta investigación ya que por una parte es un indicador del grado de aceptación de tecnología por parte de los usuarios y por otra parte muestra el camino para conseguir una interacción mucho más fácil y cómoda entre la persona y el sistema.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Diana Arellano, del proyecto Interfaces Tangibles Avanzadas en Domótica Asistencial (ITADA, TIN2007-67993) su amabilidad en el uso de expresiones faciales y emocionales del avatar Alice que forman parte de su Tesis Doctoral.

Los autores agradecen a terapeutas y usuarios con parálisis cerebral del centro ASPACE por su colaboración en los estudios experimentales asociados al programa de rehabilitación que se lleva a cabo en las Islas Baleares.

Referencias

- [1] Demir, E., Desmet, P.M.A., Hekkert, P. Appraisal patterns of emotions in human-product interaction. *International Journal of Design*, Vol 3, N 2, pp. 41-51, 2009
- [2] Mcdonagh, D., Denton, H., Chapman, J. Design and emotion. *Journal of Engineering Design*, Vol 20, N 5, pp. 433-435, 2009
- [3] Kouprie, M., Sleeswijk, F. A framework for empathy in design: stepping into and out of the user's life. *Journal of Engineering Design*, Vol 20, N 5, pp. 437-448, 2009
- [4] Girard, S., Jhonson, H. Developing affective educational software products: Sorémo, a new method for capturing emotional states. *Journal of Engineering Design*, Vol 20, N 5, pp. 493-510, 2009
- [5] Desmet, P.M.A., Overbeeke, C.J., Tax, S.J.E.T. Designing products with added emotional value: development and applications of an approach for research through design. *The Design Journal*, 4(1), pp. 32-47, 2001
- [6] Desmet, P.M.A. Measuring emotions: development and application of an instrument to measure emotional responses to products. En: M.A. Blythe, A.F. Monk, K. Overbeeke and P.C. Wright, eds. *Funology: from*

- usability to enjoyment. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 111-123, 2003
- [7] Cañas, J.J. Cognitive ergonomics in interface development evaluation. *Journal of Universal Computer Science*, Vol 14, N 16, pp. 2630-2649, 2008
- [8] Tsai, T.-W., Chang, T.-C., Chuang, M.-C., Wang, D.-M. Exploration in emotion and visual information uncertainty of websites in culture relations. *International Journal of Design*, Vol 2, Nq 2, pp. 55-66, 2008
- [9] Beale, R., Creed, C. Affective interaction: how emotional agent affect users. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol 67, pp. 755-776, 2009
- [10] Arellano, D., Lera, I., Varona, J., Perales, F.J. Integration of a semantic and affective model for realistic generation of emotional states in virtual characters. *International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, Amsterdam, 2009
- [11] López, J.M., Gil, R., García, R., Cearreta, I., Garay, N. Towards an ontology for describing emotions. *WSKS 2008*, LNAI 5288, pp. 96-104, 2008
- [12] Varni, J.W. PedsQL: the PedsQL measurement model for the pediatric quality of life inventory. En URL: <http://www.pedsq.org>, 1998-2010
- [13] Varni J.W., Burwinkle T.M., Berrin S.J., Sherman S.A., Artavia K., Malcarne V.L., Chambers H.G. The PedsQL™ in Pediatric Cerebral Palsy: Reliability, Validity, and Sensitivity of the Generic Core Scales and Cerebral Palsy Module. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48: 442-449, 2006
- [14] Manresa-Yee. C. Advanced and natural interaction system for motion-impaired users. Tesis doctoral. En URL: http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0923109-131624/index_cs.html, 2009
- [15] Varona, J., Manresa-Yee, C., Perales, F.J. Hands-free vision-based interface for computer accessibility. *Journal of Network and Computer Applications*, Vol 31, pp. 357-374, 2008
- [16] Brooke, J. SUS: A “quick and dirty” usability scale. En Jordan, P.W., Thomas, B.T. y Weerdmeester, B.A. (eds.), *Usability Evaluation in Industry*. UK: Taylor and Francis, pp. 189-194, 1996
- [17] Proyecto SINA. Sistema de interacción natural avanzado. En URL: <http://dmi.uib.es/~ugiv/sina/>. Universitat de les Illes Balears. Última visita 29 mayo 2010.
- [18] Sheridan, T.B. *Telerobotics, Automation and Human Supervisory Control*. M.I.T. Press, 1992
- [19] Roe, R.W. *Towards an inclusive future. COST 219ter Project*, 2007
- [20] Página web del entorno Xface. En URL: <http://xface.itc.it/>, Última visita: 29 mayo 2010
- [21] Creación y animación de expresiones faciales. Diana Arellano. Universitat de les Illes Balears. En URL: http://dmi.uib.es/~ugiv/itada/Itada_caras/mayordomo.html, Última visita: 29 mayo 2010
- [22] Montoro, G., Haya, P.A., Baldassarri, S., Cerezo, E., Serón, F.J. A study of the use of a virtual agent in an ambient intelligence environment. *IVA 2008*, LNAI 5208, pp. 520-521, 2008.
- [23] Norman, D.A. *El diseño emocional*. Editorial Paidós, 2009
- [24] ISO. ISO/IEC 25062 Software engineering, software product quality requirements and evaluation (SQuARE), Common Industry Format (CIF) for usability test reports, 2006
- [25] Reniers, R., Corcoran, R., Shryane, N., Völlm, B. P02-150 The QCAE: A questionnaire of cognitive and affective empathy. *European Psychiatry Journal*, Vol 24, Supplement 1, p. S840, 2009
- [26] Zoll, C., Enz, S. A Questionnaire to assess affective and cognitive empathy in children. Internal report from the University of Bamberg, 2010

El laberinto cibernético, una experiencia de Neo-nomadismo

Laura Rodríguez Moscatel

Programa de doctorado: Artes Visuales e Intermedia

Universidad Politécnica de Valencia

Campus UPV

46022 Valencia

zoerast@gmail.com

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo principal hacer un estudio introductorio del concepto de Neo-nomadismo, un nuevo comportamiento humano emergente surgido como una nueva forma de vida, pensamiento, actuación y posición, fundamentado en la evolución y desarrollo de los nuevos medios tecnológicos y, focalizado dentro de la relación arte, ciencia, tecnología y sociedad (ACTS).

Presentamos un prototipo fundamentado en una base teórica que trata las relaciones intercomunicacionales surgidas entre los planos físico, virtual y conceptual y, de los cuales deriva la estructura del territorio tecnológico contemporáneo que da lugar al surgimiento del Neo-nomadismo.

El prototipo es una instalación interactiva, que permite a los usuarios sumergirse en un meta-ambiente creado por la transferencia de datos provenientes de Internet y que, mediante la presencia de los sujetos en dicho ambiente, se da lugar a procesos continuos de conexión, como respuesta hacia una realidad alterada e híbrida entre el espacio físico y el virtual.

1. Introducción

A lo largo de la historia el nomadismo ha sido una de las principales y más antiguas formas sociales para la subsistencia y desarrollo humano, siendo objeto de estudio en la historia, la antropología, la arqueología, la sociología y la etnografía. Entendemos que una persona o un pueblo es nómada cuando no tiene un territorio fijo como residencia permanente, sino que se desplaza con frecuencia de un lugar a otro. La sociedad nómada tienen una filosofía en la que *asimilan un territorio como una red intercomunicada de líneas y caminos de paso*[9], donde habitar

temporalmente. Para el estudio de estos terrenos, los aborígenes australianos, desarrollaron un sistema de recorridos a través del cual poder cartografiar los territorios, este sistema de recorridos es conocido como “Walk about”(ir y venir).

Deleuze y Guattari van más allá de ésta definición antropológica del nomadismo en su libro *Mil Mesetas*, formulando las características nómadas en relación las fuerzas anticapitalistas y antiestado; según ellos el nómada está asociado a la máquina de guerra y al espacio liso en contraposición a la Máquina del Estado. El nómada produce la máquina de guerra, ocupa y lleva a cabo sus acciones en el espacio liso. Según los autores, un aspecto de la máquina de guerra es la relación del espacio geográfico y el movimiento de los sujetos, es decir, cómo el espacio en sí mismo es definido por el movimiento.

La máquina de guerra es la invención nómada que ni siquiera tiene la guerra como objeto primero, sino como objeto segundo, suplementario o sintético, en el sentido de que está obligada a destruir la forma-Estado y la forma-ciudad con las que se enfrenta.[12]

Actualmente, ante la proliferación de las tecnologías, y en concreto con Internet y tecnologías móviles, estos conceptos nomadológicos se han traspasado a nuevos planos de acción, invención y creación. Nos encontramos en un momento donde la movilidad se ha transfigurado alentada por la tecnología, los cambios de la relación entre el local y lo global, los lugares y espacios.

“El nomadismo de este tiempo tiene que ver ante todo con la transformación continua y rápida de los paisajes científico, técnico, profesional y mentales[...]el conjunto caótico de nuestras

respuestas produce la transformación general."[16]

Así pues definimos el Neo-nomadismo como la nueva forma de nomadismo surgida de la relación del sujeto y las tecnologías. La palabra "Neo-nomadismo" designa un estilo y forma de pensamiento y acción concreta, de habitar lo digital. El espacio del neo-nomadismo es un espacio invisible, de conocimientos, en el cual nacen y se transforman cualidades del sujeto, ser y maneras de actuar en sociedad. Estamos inmersos en el laberinto multifacético y multidimensional del Espacio del Saber [16]. Este laberinto formado por multiplicidades, líneas de fuga e intensidades, estratos y segmentos, no nos remite a un espacio físico, sino de conciencia, un laberinto mental y social que hemos ido creando según las necesidades de las subjetividades. Entendemos pues, que este espacio donde se mueven los sujetos neo-nómadas, este laberinto de estructura rizomática, se define como aquel espacio donde se desarrollan los intercambios de información y conocimiento entre los sujetos.

Éste proyecto se presenta como una introducción al estudio del término "Neo-nomadismo" que surge en la era tecnológica, como un nuevo movimiento nómada que aparece en sociedades tecnocrónicas. Para su investigación, hemos dividido el proyecto en tres bloques de estudio, los cuales independientes entre sí mantienen zonas fronterizas franqueables entre ellos, donde los límites entre unos y otros no existen, proporcionando el lugar para la conexión e hibridación de ambos.

Plano físico. Pre-estudio de las características del nomadismo y sujeto nómada, aplicándolo a la concepción del término Neo-nomadismo; se investiga el sujeto y su relación con el espacio, las interfaces como extensiones corporales y mediadoras de los mismos, y el ciborg como figura evolutiva hacia nuevas formas de habitar y conocer.

Plano conceptual. Abarca los procesos de producción de realidades de naturaleza híbrida y generación aleatoria. Se tratan conceptos en relación con las nuevas formas de comportamiento, como la conectividad, memoria Ram, (Des)emplazamientos, RV-RA, Cibercepción y Telecontacto, Tecnoética. Estos aspectos provocan en los sujetos físicos estados de conocimiento tecnológicamente inducidos, donde

lo material y lo inmaterial pierden su distinción categórica; induciendo alteraciones en nuestra conciencia y en nuestro hábitos, creando nuevas estructuras sensoriales y conceptuales, a través de otros modos de actuar y conocer.

Plano virtual. La red electrónica ofrece el complemento perfecto para el poder nómada. Estudio del comportamiento neo-nómada dentro de éstos parajes. Se muestran aquellos espacios virtuales en los que se están formando las ciberhábitats, así como la actuación y funcionamiento rizomático de los sujetos dentro de dichos paisajes, y cuyos fieles acompañantes son la velocidad y la (des) localización.

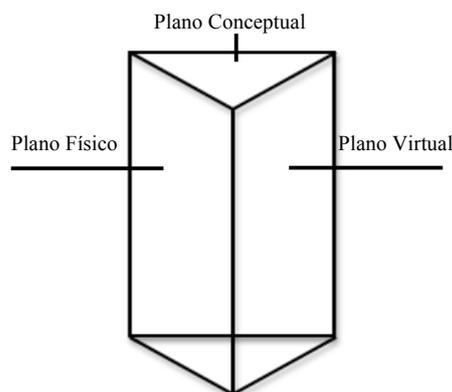


Fig.1 Prisma de Relaciones

Ésta estructura se define en éste estudio como la superposición interactiva de estos tres sistemas espaciales, cada uno con sus dinámicas propias pero interconectados entre mediante la estructura rizomática de fluidos comunicativos.

El nomadismo se instaura como neo-nomadismo, actualizando sus características primarias en los actuales espacios de relación y comunicación digitales, donde el conocimiento compartido y de la libre difusión de la información, crean las líneas de conexión rizomáticas atendiendo a una cercanía que va de lo local a lo global.

2. Descripción de la pieza

2.1 La instalación

Se trata de una instalación interactiva que propone un juego de relaciones comunicativas entre el sujeto y los espacios físicos y virtuales, a través de la conexión, transmisión y flujo de datos. Este tipo de obra está orientada al proceso y no al objeto, definiéndose como un tipo de obra dinámica que se presenta abierta e inacabada, en continuo devenir.

Se propone el uso de las tecnologías y las capacidades del espacio virtual en relación con el sujeto y el espacio físico, para aumentar y ampliar de éste modo tanto nuestras capacidades perceptivas y sensoriales, como el pensamiento y la comunicación. Ofreciendo al usuario la posibilidad de interactuar dentro del espacio, llegando a reflexionar sobre los conceptos derivados de la interacción humano-máquina y el espacio físico/virtual. Dicha interacción desencadena la producción de realidades de naturaleza híbrida y generación aleatoria. Esto ofrece al espectador la reflexión en relación a las nuevas formas de comportamiento (Tecnoética).

La instalación es el lugar para la producción y creación de procesos entre el espacio físico y el virtual. Y como elemento de ella, el laberinto da forma a las redes de conexión entre ambos espacios. Se desarrolla atendiendo a la idea de laberinto rizomático y a la noción de metambiente. Es difícil determinar si un punto es interior o exterior al laberinto y, la visión y acción

del *self* múltiple y descentralizado, amplifica la pérdida simbólica del espacio-tiempo en virtud de un territorio sin fronteras (desterritorializado), que provoca una renovación de las funciones, las relaciones y una dilatación del campo de acción.

La instalación está formada por pasillos de plástico translúcido, en cuyo interior contiene puntos de luz provenientes de bombillas que se iluminan según el flujo de datos recogidos de Internet. Los caminos no están definidos, la maleabilidad de las paredes permiten un espacio rizomático por donde moverse y, su translucidez, no permite ver con claridad quién o qué se encuentra al otro lado, de ahí la metáfora del Word Wide Web.

Los usuarios pueden atravesar las paredes, llegando a otro punto del laberinto, conectando con otros usuarios que se encuentren en la misma zona y con los puntos de información luminica de la misma. Los usuarios físicos toman parte en la sala del ambiente y actúan en el espacio sobre dichos datos mediante su presencia, provocando variaciones y cambios en la temperatura del espacio físico. La relación entre los diversos datos, produce un espacio híbrido, fruto de una realidad alterada surgida de la comunicación entre ambos espacios. Éste espacio híbrido, traducido en cambios de luminancia tiene lugar mediante la relación e interconexión de unos complejos sistemas de aplicaciones.



Fig. 2 Interacción Espacio - Usuarios

2.2 Descripción del sistema

Para la gestión los datos que nos darán la energía suficiente para crear nuestro meta-ambiente han sido necesarios la creación de sistemas de relaciones entre aplicaciones de Software: Arduino, MAX MSP y Processing [2,18,19] y Hardware: Dimmer, DMX Pro, Sensores PIR (Tabla 1).

Dichas partes se han ido haciendo a la par, por un lado la creación de la programación necesaria, las conexiones entre las diversas partes de los software y, por otro, la elaboración, desarrollo y construcción de los componentes electrónicos para la captación y emisión de los datos.

Para la recogida de los datos de Internet, pertenecientes a otros usuarios de la World Wide Web, se eligió una comunidad online llamada Patchube. Esta comunidad nos permite acceder a la información y el uso de datos para el proyecto en tiempo real, facilitando la interacción entre los ambientes alejados entre sí, tanto físicos como virtuales. Desde aquí son captadas las informaciones de los sensores remotos del mundo físico. (Fig. 3)

Los datos capturados atienden a la cantidad de vatios que están siendo usados en diversos puntos del mundo, transmitiendo ese flujo de energía a la creación del ambiente lumínico, que se crea por la información de los múltiples ambientes de otros lugares.

Su recogida se realiza a través de mi página personal en Patchube, desde ahí se seleccionan los "feeds" o entradas necesarias para establecer la conexión. (Fig. 4)



Tabla 1. Hardware utilizado

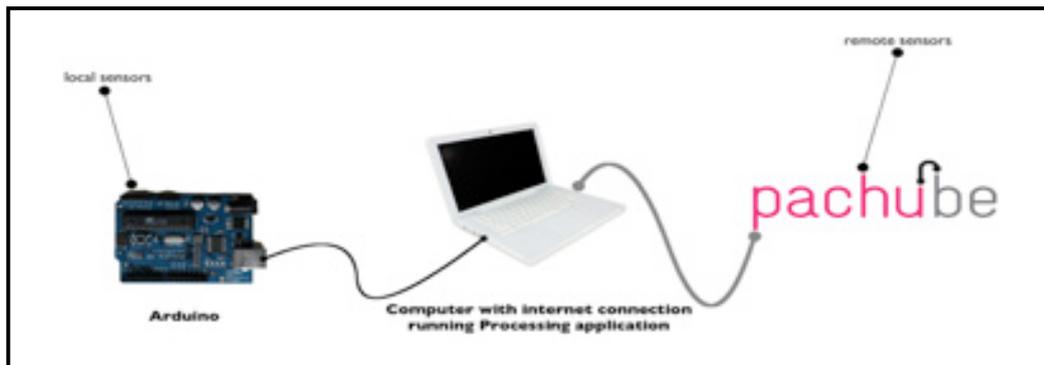


Fig. 3 Conexión sensores remotos (Patchube) y sensores físicos (Arduino) con el PC.

<http://www.pachube.com/>

Página personalizada con el contenido de los "feeds" seleccionados.

Current Cost 2nd Floor Bash Studios

<http://www.pachube.com/api/feeds/2474.xml>

3 Phase Supply for 2nd Floor Bash Studios B2.

Website: <http://www.pachube.com/feeds/2474>

Remove from Favourites

ID	Tags	Value	Units	24 hr History
0	celsius, degrees, temperature	19.0	Celsius (C)	
1	electricity, power, watts	612.0	Watts (W)	
2	electricity, power, watts	27.0	Watts (W)	
3	electricity, power, watts	169.0	Watts (W)	

Página con las característica de uno de los "feeds". Figura

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" xsi:schemaLocation="http://www.pachube.com/feeds/2474.xml http://www.pachube.com/feeds/2474.xml" >
<environment updated="2009-10-08T09:40:03Z" id="2474" creator="http://www.haque.co.uk" >
  <title>Current Cost 2nd Floor Bash Studios</title>
  <feed>http://www.pachube.com/api/feeds/2474.xml</feed>
  <status>live</status>
  <description>3 Phase Supply for 2nd Floor Bash Studios B2.</description>
  <location domain="physical" exposure="indoor" disposition="fixed" >
    <name>Bash Studios</name>
    <lat>-51.523637695819</lat>
    <lon>-0.0805842876434326</lon>
    <ele>13</ele>
  </location>
  <data id="0">
    <tag>temperature</tag>
    <tag>degrees</tag>
    <tag>celsius</tag>
    <value minValue="17.2" maxVale="31.4">19.3</value>
    <unit type="basicSI" symbol="C">Celsius</unit>
  </data>
  <data id="1">
    <tag>power</tag>
    <tag>watts</tag>
    <tag>electricity</tag>
    <value minValue="0.0" maxVale="2211.0">620.0</value>
    <unit type="derivedSI" symbol="W">Watts</unit>
  </data>
  <data id="2">
    <tag>power</tag>
    <tag>watts</tag>
    <tag>electricity</tag>
    <tag>power</tag>
    <value minValue="0.0" maxVale="2482.0">29.0</value>
    <unit type="derivedSI" symbol="W">Watts</unit>
  </data>
  <data id="3">
    <tag>power</tag>
    <tag>watts</tag>
    <tag>electricity</tag>
    <tag>power</tag>
    <value minValue="0.0" maxVale="7650.0">118.0</value>
    <unit type="derivedSI" symbol="W">Watts</unit>
  </data>
</environment>
</feed>

```

id utilizada para la captura de datos

Archivo XML del "feed" correspondiente

Fig. 4 Páginas Patchube

La presencia de los usuarios físicos en la sala es captada por los sensores locales a través de la placa de Arduino. Los sensores utilizados han sido Sensores Pir, que detectan los cambios en la radiación infrarroja que provocan diferencias de temperatura en los alrededores, por lo tanto, está bien adaptado para detectar el movimiento de la gente por su temperatura del cuerpo. Aquí el cuerpo juega un papel como intérprete e integrador de información y comportamiento.

Sheridan propuso tres categorías determinantes de la presencia: el grado de la información sensorial presentada al participante, el nivel del control que el participante tiene sobre varios mecanismos de sensor y la capacidad del participante de modificar el ambiente. Estos tres factores todos se refieren a la forma de medios, es decir al reconocimiento médico, propiedades objetivas de un medio de visualización.[25]

Si hay presencia de usuarios en la sala, ésta es relacionada con los datos web a través de una programación creada en Processing, describiendo el resultado como una comunicación de fluidos electrónicos transformados en impulsos lumínicos. Si no hay dicha presencia, el ambiente que obtenemos proviene directamente de los datos recogidos desde los feeds (direcciones) de Patchube. (Fig. 7)

El resultado de la interconexión entre los datos de ambos espacios, provienen de una variante de la ecuación de flujos de Navier Stoke.

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = -\nabla p + \nu \Delta \mathbf{u} + \mathbf{f}_e(\mathbf{x}, t)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0.$$

Fig. 5 Ecuación general de Navier Stroke

Processing recoge los datos de los sensores locales a través de su lectura de las variables, provenientes de arduino, y los de internet por la captura de los “feed”, enviando los datos de alterados mediante protocolo OSC a Max MSP y, a la visualización en pantalla. MAX MSP, los recoge de Processing, los escala entre 0-255 para adecuarlo al umbral de iluminación, se envía al DMX y de ahí al Vimer_Control de luces. (Fig. 6)

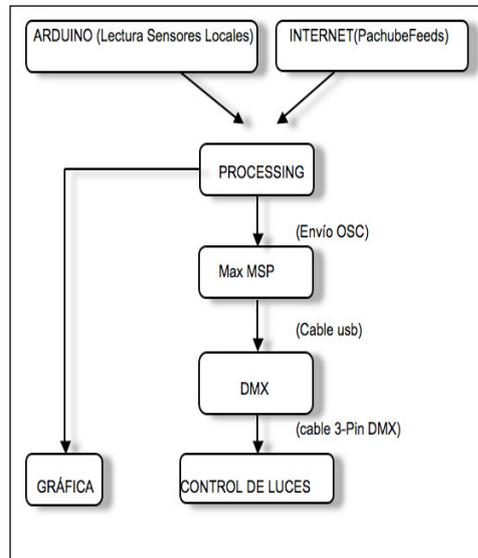


Fig. 6 Diagrama técnico

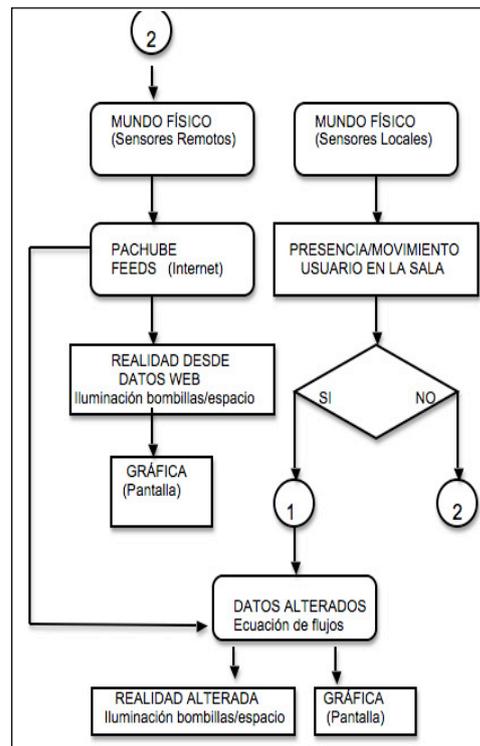


Fig. 7 Diagrama de Flujos

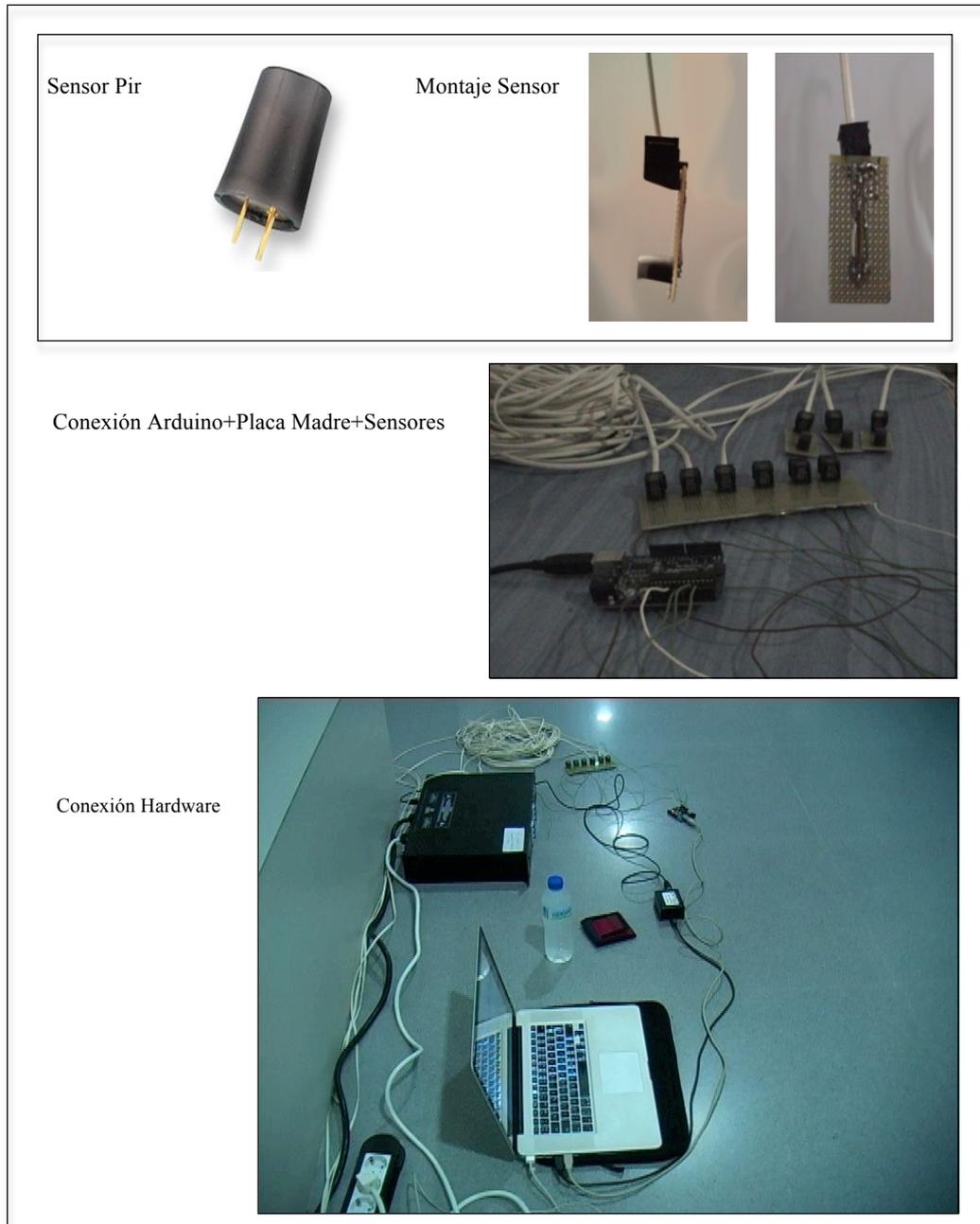


Fig. 8 Dispositivo electrónico y montaje del mismo



Fig. 9 Montaje del Espacio

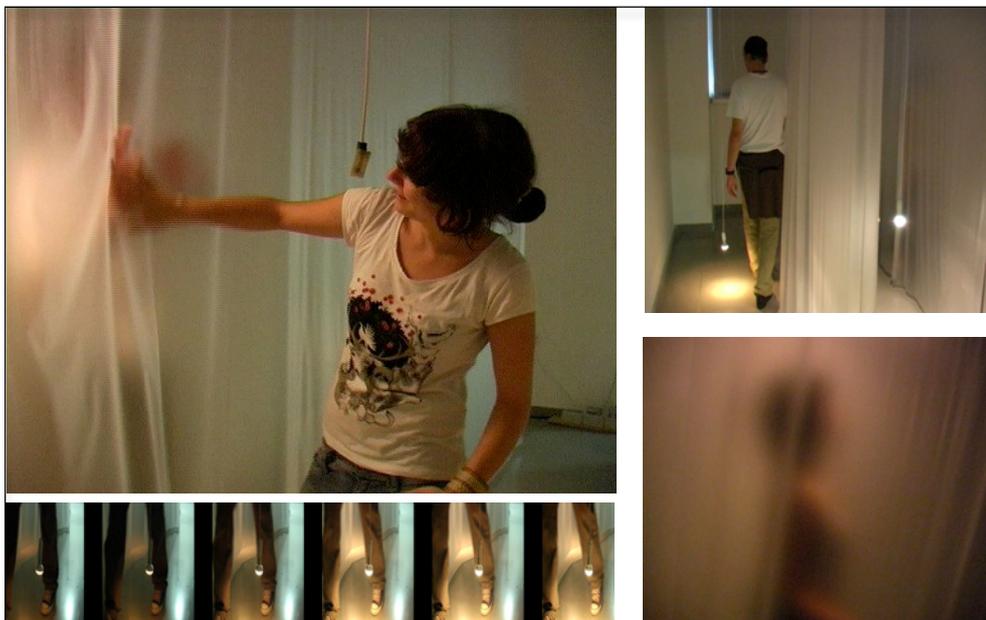


Fig. 10 Usuarios interactuando en el espacio instalativo.

3. Conclusiones

En este estudio hemos querido comprobar como la relación de los sujetos con las tecnologías digitales y el espacio, establecen nuevas formas de concepción de entender la realidad y del mundo que nos rodea. Con el estudio teórico como con el proyecto práctico realizado, se han llegado a las siguientes conclusiones.

El sujeto como un ser con afán de aventura y conocimiento ha evolucionado, mediante sus propios méritos, hacia otros estados donde la tecnología forma parte del mismo, convirtiéndose así en ciborgs ya sea por la inclusión de la tecnología en el cuerpo o por la utilización del mismo cuerpo como interfaz mediadora entre los espacios físicos y electrónicos.

El espacio-tiempo redefinido en los nuevos habitares, provoca un cambio en la celeridad y simultaneidad de los espacios. Esto conlleva que el espacio se convierta en un lugar para hablar de los no-lugares, y el tiempo en instante, medido en presencias, es decir un tiempo único y simultáneo.

Llegando con todo ello, a formar hábitats donde las comunidades on-line se estructuran en espacios lisos, abiertos, unido a un tipo de multiplicidad no métrica y descentralizada. Ocupando el espacio sin medirlo. Esto proviene de que el modo de interacción de las tribus o grupos en la red, es rizomático en el sentido de que no tiene ni principio ni fin, difuso y (des) localizado.

Las emergentes estructuras de acción y movimiento conectado, junto con el desarrollo y evolución de nuevas técnicas, han proporcionado a los sujetos neo-nómadas otras realidades de naturaleza híbrida y generación aleatoria, lo que conlleva una inmersión entre lo tangible e intangible, un habitar y actuar temporalmente por medio de las actuales estructuras conceptuales y sensoriales.

Las nuevas formas de comportamiento derivadas de éste caldo de cultivo tecnológico,

están proveyendo al sujeto nuevas relaciones donde el espacio físico y virtual se fusionan, dando lugar a la emergencia de espacios híbridos, resultantes de una realidad alterada entre los dos anteriores.

El cuerpo recupera la fisicidad y la autonomía que se diluía en los espacios virtuales en pro de la multiplicidad virtual del mismo. Ahora el cuerpo funciona como dispositivo de comunicación para las relaciones entre los espacios y sujetos.

4. Trabajo y desarrollo futuro

El proyecto se pretende ampliar atendiendo al concepto de “free knowledge”, donde los intercambios de información, son el resultado de trabajos de producción inmaterial de orden colectivo; para ello las lecturas de datos emergidos de la instalación, serán subidas de nuevo a la red para su uso compartido.

A través de una ampliación en la programación de Processing, la información emergente como Realidad Alterada de las relaciones entre los espacios de la instalación, será subida de nuevo a la red y, concretamente a la comunidad virtual de Patchube, para que los usuarios de la misma puedan utilizar éstos datos para cualquier uso.

Processing recogerá las informaciones que serán subidas a Patchube a través de mi página personal. En ella se hará un listado con los nuevos “feeds” o entradas de los datos recogidos y sus características propias. A través de los “tags”, los usuarios de Patchube localizarán aquellos que les sea de interés y uso personal.

Se pretende que la información como dato, no se pierda ni se destruya, sino que a partir de ciertos criterios, escogidos por los usuarios en red, la información sea seleccionada y transformada en conocimiento y uso propio.

Referencias.

- [1] ANTÚNEZ ROCA, M. [Consulta PDF: 01.04.09]
URL:http://www.marceliantunez.com/tikiwiki/tiki-read_article.php?articleId=1
- [2] ARDUINO [Consulta: 13.11.2008]
URL:<http://www.arduino.cc/es/>
- [3] ART+COM. [Consulta PDF: 02.04.09]
URL:<http://www.artcom.de/>
- [4] ASCOTT, R. *Art, Technology, Consciousness*. Ed. Intellect Books. Gran Bretaña, 2000
- [5] AUGÉ, M. *Los No Lugares*. Ed. Gedisa. Barcelona, 1993.
- [6] BREA, JL. *Cultura _RAM. Mutaciones de la cultura en la era de su distribución electrónica*. Ed. Gedisa. Barcelona, 2007.
- [7] C.E.B. REAS. [Consulta PDF: 08.08.09]
URL: <http://reas.com/>
- [8] CARRERI, F. *El andar como práctica estética*. Ed. Gustavo Gilis, S.L. Barcelona, 2002.
- [9] CHATWIN, B. *Los Trazos de la Canción*. Ed. Península. Barcelona, 2002.
- [10] COTTINGHAM, K. [Consulta PDF: 02.04.09]
URL:http://www.kcott.com/art/art_pages/92/92a.html
- [11] CRITICAL ART ENSEMBLE. [Consulta PDF: 14.04.09] URL: <http://www.critical-art.net/>
- [12] DELEUZE y GUATTARI *Rizoma*. Ed. Pre-textos. Valencia, 1988.
Mil Mesetas. Ed. Pre-textos. Valencia, 1994.
- [13] G. JONES, S. *Cibersociedad*. Editorial UOC. Barcelona, 2003.
- [14] GUATTARI *Verdades Nómadas y General Intellecte*. Ed. Akal. Madrid, 1999.
- [15] KNOWBOTIC RESEARCH. [Consulta PDF: 26.03.09]
URL: <http://www.krcf.org/krcfhome/>
- [16] LEVI, P. *Inteligencia Colectiva*. [consulta PDF: 15.04.09]
URL: <http://inteligenciacolectiva.bvsalud.org>
- [17] MANOVICH, L. *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*, Paidós, Barcelona, 2005
- [18] MAX MSP [Consulta : 10.03.2009]
<http://cycling74.com/>
- [19] PROCESSING. [Consulta URL: 17.02.2009]
URL: <http://processing.org/>
<http://gohan.d3cod3.org/>
- [20] RED VISIBLE. [Consulta PDF: 18.07.09]
URL: <http://www.redvisible.tk/>
- [21] RHEINGOLD, H. *La Comunidad Virtual*. Ed. Gedisa. Barcelona, 1996.
- [22] SOMMERER, C. MIGNONNEAU, L. [Consulta PDF: 09.05.09]
URL: <http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/>
- [23] THE EINSTEIN'S BRAIN PROJECT. [Consulta PDF: 12.07.09]
URL:<http://www.ucalgary.ca/~einbrain/new/main.html>
- [24] THE PLANETARY COLLEGIUM. [Consulta PDF: 14.08.09]
URL: <http://cr9.dieangewandte.at/>
URL: <http://www.planetary-collegium.net/>
- [25] WIJNAND IJSSELSTEIJN and GIUSEPPE RIVA. *Being There: The experience of presence in mediated*. [Consulta PDF: 20.05.10] URL: <http://docs.google.com>
- [26] ZKM [Consulta PDF: 07.08.09]
URL: <http://www.web-of-life.de/wolsiteNew/intro/introStart.html>

Doble modelo de interacción en la instalación interactiva: Leviatán

José M^a Alonso
Calero

Dept. de Bellas Artes
Facultad de Bellas Artes
Universidad de Málaga
29071 Málaga
chato@uma.es

Arcadio Reyes
Lecuona

Depto. Tecnología
Electrónica
Universidad de Málaga
29071 Málaga
areyes@uma.es

Daniel Prado
Codina

Depto. Tecnología
Electrónica
Universidad de Málaga
29071 Málaga
kangrenilla@gmail.com

Agustín Linares
Pedrero

Dept. de Bellas Artes
Facultad de Bellas Artes
Universidad de Málaga
29071 Málaga
agulinped@uma.es

Resumen

Leviatán es una plataforma interactiva multimodal de carácter reactivo, una interfaz que se propone como modelo para el estudio de la presencia en entornos de interacción física. La propuesta expone la versatilidad del modelo de interacción sobre las versiones Leviatán 1.0 y Leviatán 2.0. Esta versatilidad se refiere al doble modelo abierto, por una lado como plataforma interactiva multiusuario (usuarios no entrenados en la plataforma) y por otra como instalación performativa para un solo performer (usuario entrenado en la plataforma).

Se presentan en este artículo los detalles técnicos de la implementación en Arduino y Processing para controlar sensores de barrera y sónares, proyecciones de imágenes de síntesis y diodos LED, todo ello para detectar la presencia de los usuarios y dar respuesta a la interacción del usuario por medio de actuadores implementados en el interfaz físico.

1. Introducción

En este artículo se plantea la necesidad de crear modelos basados en la interacción (*Interaction driven*). Parés, Narcís & Roc [6] desde donde investigar el desarrollo de contenidos abiertos que estén a mitad de camino entre la investigación empírica y la creación artística, y desde donde se propone la creación de modelos de interacción. Este ámbito se podría concretar en instalaciones para la investigación en *presencia* por un lado, de forma empírica, y por otro nos daría la posibilidad de generar y producir propuestas de contenido artístico desde un perfil puramente performativo.

Los referentes que tomamos para nuestra investigación se centran en el estudio y en la experimentación sobre modelos de interacción, así como en el desarrollo de modelos genéricos. El objetivo principal que nos planteamos no se centra en qué vemos sino en cómo nos *relacionamos con*. Tal y como proponen Parés y Parés (2001), centramos nuestra investigación en el mecanismo de interacción, (*interaction-driven*), y no en el mundo interactivo que se representa (*content-driven*). [6]

Planteamos que la concepción del espacio forma parte del dispositivo de interacción. Así, el espacio es un referente de nuestro interfaz físico, una metáfora similar o real del entorno sin el hándicap del protocolo, donde el nivel de percepción del usuario determina la experiencia y el alcance o ámbito de interacción con el mundo físico, real o virtual.

Partimos de la idea de *segunda piel*, en referencia al lema de la 9ª edición de ART FUTURA, "La segunda piel", que es un homenaje a Marshall McLuhan cuando en los años sesenta decía que "en la Era Eléctrica todos llevaremos a la humanidad como nuestra segunda piel". [5]

La idea de esa segunda piel sería la conexión con el mundo post-contemporáneo y post-electrónico inmerso en la conectividad. Esa piel creada artificialmente por el hombre define la forma en que nos relacionamos con el mundo, es como otra capa de cebolla con otro nivel de percepción, esa segunda piel nos coloca en una situación de aislamiento para luego enviarnos de vuelta esa realidad amplificada. Esa segunda piel funciona como filtro, tamiz en ambos sentidos, es nuestro interlocutor físico que da información a la vez que la absorbe.

Se trata de una segunda piel que construye sobre nosotros una realidad ensimismada, cual espejo que refleja un mundo similar a nosotros, es ahí

cuando intentamos estructurar esa realidad paralela y nos planteamos la construcción de ese mundo virtual por medio de la tecnología, la cual nos recubre con escafandras tecnológicas y exoesqueletos robotizados. La tecnología se concibe como una extensión del cuerpo, una hibridación que en sentido inverso se aproxima al carácter de implante tecnológico cual obra de Eduardo Kac o de Stelarc. ¿En qué punto podemos colocar esa barrera o límite donde el interfaz separa nuestra percepción de nuestro cuerpo sensorial? Es una frontera indefinida donde conectar con la otra realidad. En este sentido hay diferentes apuestas, una sería la que se nos podría presentar en forma de química artificial, conectada a nivel neuronal; otra podría ser la que se ubicaría directamente enraizada en nuestras extensiones sensoriales para alimentarlas, para acapararlas de una forma muy específica al igual que esos primeros y rudimentarios dispositivos multimodales de realidad virtual como el Sensorama; otra podría formar parte de nuestra escena de visualización donde todo se nos presenta en un modo o lenguaje diferente, icónico, comunicacional; un alfabeto contemporáneo de elementos formados por patrones cual realidad aumentada.

1.1. Arte reactivo

En este punto nos cuestionamos aspectos sobre el modelo de interacción que consideramos más cercano a un modelo llamado "reactivo" más que "interactivo". Esto implica la ausencia de un objetivo, el cual se establecería previamente por medio del protocolo de la experiencia y que llamaremos *leit motiv*. Con la eliminación del objetivo de la experiencia logramos potenciar la creación por parte del usuario de su propia experiencia, su propio drama.

Esto plantea el problema de la implicación del usuario en la experiencia, pues si no marcamos un *leit motiv*, ¿Cómo lograremos que el usuario se involucre en la experiencia con la finalidad de conseguir un alto grado de presencia?

Sin un *leit motiv* predefinido involucramos al usuario mediante algún mecanismo que cumpla la función del hilo de Ariadna. Estos mecanismos podrían ser la complejidad de los comportamientos que forman parte del mundo global. Nos planteamos crear una obra de arte reactivo, sin *leit motiv* y con un drama interactivo

(del lado del usuario) mediante un hilo de Ariadna.

Sobre la tipificación de interacción reactiva, donde el usuario construye su propia experiencia, M. Schultz [7] nos hace este análisis sobre interacción y libertad:

"La interacción real, en Red, se construye sobre la noción de libertad (aunque sea relativa). Si no se acepta la libre intervención, no se puede acceder a la idea de interactividad. Sin la aceptación de la intervención libre, sólo se aportaría combustible para los condicionamientos sociales o al mecanismo de estímulo y respuesta (como lo hicieron Skinner, Watson, Pávlov). El concepto para calificar esos mecanismos es inter-reacción. Expresa un comportamiento solamente reactivo, no pro-activo o de iniciativas personales. La presencia de mecanismos entrenados de estímulo y respuesta no resulta coherente con la idea de las bifurcaciones y/o trayectos libremente elegidos por el usuario".

Para R. Lozano-Hemmer [4] está claro la definición de arte reactivo a partir de las relaciones del público con la obra, dejando del lado del público el peso de la participación en la experiencia:

"El arte reactivo, en su definición más amplia, es aquél que cambia con la presencia y actividad del público. En el arte reactivo el espectador no espera a que la obra se desdoble ante sus ojos, sino al contrario, es la obra la que aguarda a que el espectador haga algo, para entonces reaccionar de una forma u otra. Los ordenadores facilitan esta vocación de vigilancia: las obras ven, escuchan y sienten al público, y se comportan según el mensaje o sensación que cada artista desee programar."

En el caso de C. Gianetti [2], ella pone el peso de la definición que hace de sistemas reactivos en el acceso multidireccional de una postulada interacción, que conlleva una estructuración de los contenidos, al fin y al cabo, predeterminados:

"Injerencia en un programa a través de la estructuración de su desarrollo en el ámbito de las posibilidades dadas. Se trata de una interactividad de selección, que implica la posibilidad de acceso multidireccional a informaciones audiovisuales para la ejecución de operaciones predeterminadas por el sistema, y por lo tanto limitadas a éstas".

Y es precisamente sobre el hilo de Ariadna sobre el que R. Lozano-Hemmer [4] hace la siguiente

descripción de la obra de arte reactivo *Satori* (obra de Mario Canali y Marcello Campione)

“No hay ningún objetivo que alcanzar, ningún enemigo al que destruir, ningún invasor que rechazar, ninguna labor que llevar a cabo más que la exploración del espacio, siguiendo el hilo de Ariadna de la curiosidad individual y las emociones, en una personal búsqueda del significado”.

Esto nos sitúa en el planteamiento anteriormente hecho donde el hilo de Ariadna es el mecanismo que engrasa la obra reactiva donde no tenemos un *leit motiv* predefinido.

1.2. Referentes

Por condición tecnológica los dispositivos, sensores y actuadores han determinado el carácter de los entornos de inmersión donde su definición no viene o venía dada por una búsqueda en el modelo de interacción, siendo éste el objetivo principal para dar respuestas a las experiencias sensoriales del usuario o espectador. Por ello, creemos que es fundamental centrar el análisis y estudio de esta materia en el modelo de interacción.

Como plataformas referentes, cuyos diseños se basan en modelos similares de interacción, citaremos la plataforma desarrollada por nuestro grupo de investigación, *Asteroide B612*, Fig.1, [1] plataforma interactiva basada en una proyección cenital de un asteroide, una propuesta de interfaz físico con carácter reactivo.

En relación a la concepción espacial debemos mencionar la propuesta del *Panoscope*, Fig.2, de Luc Courchesne de la Universidad de Montréal, que plantea un interfaz físico cóncavo, que cubre el espacio de visualización por debajo de la mirada.



Fig.1. *Panoscope*.

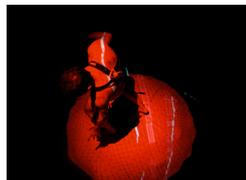


Fig.2. *Asteroide B612*.

En relación al trabajo con LEDS debemos mencionar el trabajo de interacción con luces LEDS de Takayuki Fujimoto, componente y director de escena de *Dump Type*, y de relevante interés para nuestra versión 2.0 de *Leviatán*. Destacar dos de sus proyectos: *Refined Color*, Fig.3, y *True Drawing*, Fig.4. El primero es un espectáculo concebido a la italiana donde hay un gran protagonismo del juego de luces con los performers. El segundo es una acción para espacios no jerarquizados donde el público está al mismo nivel que el performer, que interactúa con su sombra proyectada alrededor de él por un juego de focos LEDS de colores, la sombra es producida por un anillo de focos situada a una altura de 4 m que posibilita un rico juego de sombras coloreadas que rotan alrededor del performer.

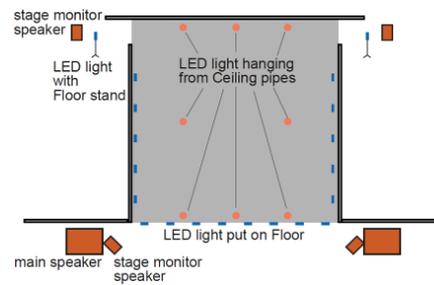


Fig.3. *Refined Color*.

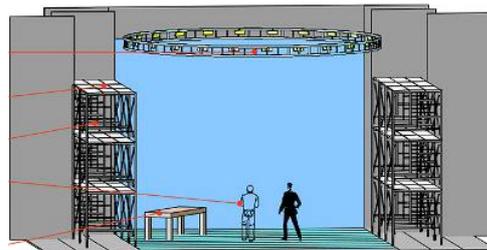


Fig.4. *True Drawing*.

2. Descripción de la metáfora

Leviatán es una plataforma que forma parte de un proyecto de investigación en interacción hombre-máquina. Esta plataforma es un entorno de inmersión que simula el interior de un ser, una bestia marina, el Leviatán.

Leviatán es un vocablo proveniente del nombre hebreo clásico Livyatan, monstruo bíblico que vivía en el mar. Puede ser traducido como monstruo del mar, cocodrilo o serpiente gigante, considerándose sinónimo de cualquier criatura acuática de gran tamaño. En hebreo moderno, significa simplemente “ballena”.

Algunas interpretaciones del Génesis aducen que Dios creó un Leviatán masculino y otro femenino, luego mató a la hembra, la saló y se la ofreció en alimento a los justos, porque si el Leviatán se procreara, el mundo no podría más que someterse ante él.

El Leviatán se puede interpretar también como el mar mismo. Algunos eruditos lo han entendido como una referencia bíblica metafórica de los temibles animales marinos que aterrorizaron el reino de Israel.

Se tomó este referente como metáfora para la concepción del diseño del interfaz, buscando estar “dentro de”, en el interior del mundo virtual, engullido, en el vientre de la bestia, cual Pinocho engullido por la ballena o como el propio Jonás en la Biblia.

3. Descripción de la plataforma

La plataforma interactiva multimodal de carácter reactivo Leviatán ha sido montada en dos experiencias distintas hasta el momento, Leviatán 1.0 y Leviatán 2.0. Cada una de las experiencias proponía un sistema de sensores-actuadores diferente sobre el mismo interfaz físico, una especie de carpa, cuyo objetivo último es el estudio de un modelo abierto de interacción. Ambas experiencias han sido concebidas,

desarrolladas e implementadas dentro de los proyectos de investigación en interacción hombre-máquina que se desarrolla dentro del grupo de investigación DIANA (Diseño de Interfaces Avanzados. Grupo de investigación TIC171 del Plan Andaluz de Investigación. PAI).

La plataforma genérica está compuesta por los siguientes elementos comunes:

- La carpa, como el interfaz físico, elemento escénico principal.
- Los dispositivos, sensores y actuadores.
- El modelo de interacción.
- El contenido o generación de la experiencia.

La experiencia Leviatán 1.0

Esta primera experiencia se llevó a cabo con público real en el Art Futura Show 2007 celebrado en El Parque de las Ciencias de Andalucía, del 25 de Octubre al 4 de Noviembre 2007 en Granada.

Estos son los dispositivos utilizados:

- Sensores de posición combinados en un solo eje.
- Actuadores en forma de animaciones interactivas en proyección de vídeo.
- Circuito cerrado de TV como retroalimentación, para que desde el exterior de la carpa se vea el comportamiento de los usuarios en el interior.

La experiencia Leviatán 2.0

En esta segunda experiencia, que se describe en detalle en este artículo, se ha hecho un desarrollo técnico más ambicioso, pero sin público real. El desarrollo avanzado implementa una integración de sensores sónares y, cómo actuadores, un sistema de LED combinados para lograr un juego de luces en toda la gama RGB, junto a proyecciones de imagen de síntesis creadas con Processing.

La estructura del desarrollo está compuesto por un sistema de nodos, conectados por comunicación inalámbrica Zigbee e integrado con Processing y Arduino. Además del desarrollo de los actuadores compuesto por un sistema de LED que generan el juego de color-luz por combinación de la colorimetría RGB.

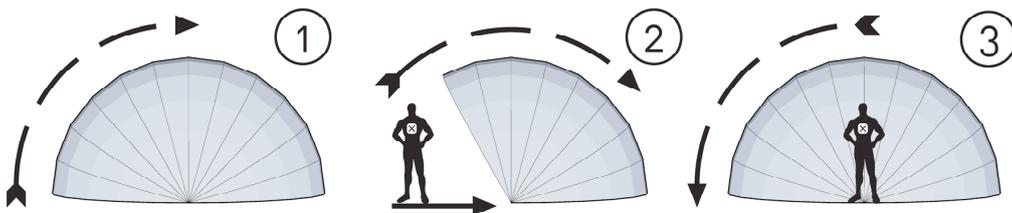


Ilustraciones del Leviatán.

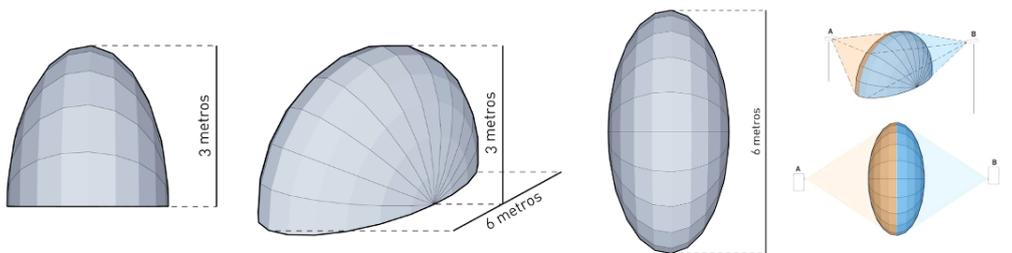
4. Estructura técnica del prototipo
Leviatán 1.0

El elemento principal de la instalación es una carpa de 6m de largo por 3m de ancho y 3m de alto. Desde el exterior, sobre la carpa, que es usada como pantalla de proyección, se proyectan una serie de imágenes de síntesis. La proyección sobre la carpa es visible desde fuera por el público, buscando una implicación pasiva, y también desde dentro por los usuarios que interactúan. Estos usuarios se introducen dentro de la carpa por uno de los laterales que se pliega y despliega a modo de capota. Una vez dentro, el

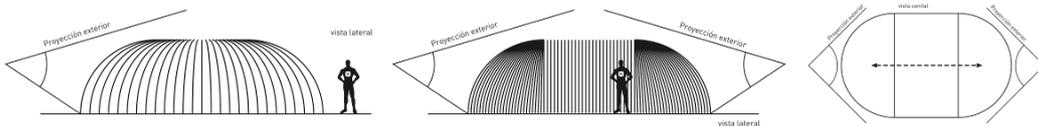
usuario se encuentra un espacio que está definido para desplazarse en una sola dirección y en ambos sentidos a lo largo de la carpa. Los usuarios pueden explorar los diferentes elementos interactivos que se proyectan sobre la carpa. Estos eventos suceden en función del movimiento que realizan los usuarios y que son recogidos por los sensores. Un elemento interesante en esta primera versión es la colocación de una cámara de circuito cerrado de TV que muestra la imagen del interior de la carpa a los usuarios antes de entrar, anticipándoles información de cómo funciona. Este dispositivo de retroalimentación actúa como protocolo de introducción al uso de la plataforma.



Apertura y entrada a la carpa.



Dimensiones de la carpa y proyecciones laterales.



Proyecciones de un extremo a otro de la carpa.

5. Estructura técnica del prototipo Leviatán 2.0

5.1. Descripción del sistema

La segunda versión de leviatán 2.0 incorpora, respecto a Leviatán 1.0, un sistema que consiste en una red inalámbrica de sensores y actuadores, basados en sonar y focos LED respectivamente. Para el transporte de la información se ha utilizado la tecnología 802.15.4, base sobre la que se define Zigbee que permite una mayor autonomía en cada nodo. Como actuador principal se ha diseñado e implementado un sistema para realizar efectos de luz basados en la tecnología LED. Se ha querido realizar una plataforma versátil para poderse utilizar de forma flexible en otros modelos de interacción. Como soluciones de lenguaje de programación se ha elegido Processing y como herramienta de prototipado rápido, Arduino.

El sistema ha sido diseñado para poder interactuar con el entorno en tiempo real. Hemos procurado utilizar tecnologías que permitan una fácil incorporación de nuevos elementos dejando abierta la posibilidad de una posible realización de Leviatán 3.0.

Nuestro sistema se compone de 4 nodos, que hemos conectado de manera inalámbrica. Nuestra red tiene un nodo principal que gestiona la información que recibe de los demás nodos. Éste nodo es el interfaz con nuestro programa principal programado en el lenguaje Processing que se ejecutará en un ordenador. Tenemos otros dos nodos implementados mediante Arduino que monitoriza la actividad que existe dentro de la carpa mediante un sensor sonar. Tras procesar la información la envía al nodo principal. El programa principal tiene dos tipos de actuadores, los dos visuales. El primero de ellos es un nodo también implementado mediante Arduino al que se le conectan dos focos de diodos LED. La comunicación con este nodo también se realiza de manera inalámbrica.

El otro tipo de actuador visual son dos proyectores que irán proyectando sobre la carpa efectos visuales programados en Processing.

Los módulos sónares realizan una medida cada cierto tiempo. Este tiempo irá variando según las medidas que vaya realizando de manera que si

dentro de la carpa no hay nadie, el sistema irá espaciando las muestras para reducir el consumo y prologar de esta manera la vida de la batería. Si las mediciones detectan que hay gente dentro de la carpa la frecuencia aumentará y si las mediciones indican que hay actividad cerca del sensor, las mediciones alcanzarán su máxima frecuencia, ya que consideraremos que la persona está exigiendo al sistema una máxima interacción.

El módulo de diodos LED tiene como función gestionar cada uno de los colores de los diodos para proporcionar una amplia gama de colores dentro de la carpa. Se han programado una serie de funciones básicas que corresponden a diferentes efectos visuales.

El módulo central gestiona toda la información que se genera en la red e incluso realiza animaciones para ser proyectadas en el exterior de la carpa.

5.2. Arduino, plataforma hardware

Aunque en el mercado hay un gran número de microcontroladores que se adecuan a nuestras necesidades de manera eficaz, tales como Phidgets o Parallax, Arduino ofrece un precio mucho más competitivo y un entorno denominado open Hardware en el que cada usuario puede extender las funcionalidades tanto de la placa de prototipado como del entorno de programación para adecuarlas a sus necesidades.

Establecimos como requisito inicial que nuestro sistema debe tener una autonomía mínima de 12 horas, ya que sería el tiempo mínimo que debería estar en funcionamiento antes de poder ser recargadas las baterías de las motas. Arduino tiene un consumo muy bajo que nos permite elegir entre un amplio rango de soluciones para implementar el sistema de alimentación.

Podemos configurar las salidas de comunicación de Arduino como fuentes de señal PWM. Además, la frecuencia fundamental de la señal PWM es de 500 Herzios, más que suficiente para gestionar los diodos encargados de los efectos luminosos que describiremos posteriormente.

Además, Arduino soporta comunicación serie con otros dispositivos. Esta característica nos ha facilitado la comunicación con la antena para la gestión de la red inalámbrica ocupando así un número de pines de comunicación mínimo.

5.3. Comunicación I2C.

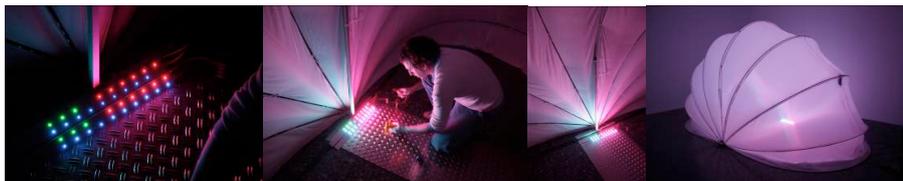
Este protocolo de comunicaciones está muy extendido. Fue ideado para la comunicación de un microcontrolador con periféricos. En nuestro sistema es utilizado para comunicar los sensores con Arduino. Actualmente existe una infinidad de dispositivos que utilizan este protocolo para funcionar por lo que también nos permitirá ampliar la funcionalidad en posibles versiones del Leviatán.

5.4. Diodos LED

Una característica muy importante de los diodos LED es que podemos modelar el espectro de la luz emitida en el proceso de fabricación. De este modo si emitimos una luz con un espectro muy estrecho será similar a emitir una luz de un color definido. Otra de las características en que

destacan los diodos LED es que el tiempo de subida de la señal de luz es muy pequeño. Esto permite que un foco de diodos LED pueda ser controlado mediante una señal PWM o proporcionar efectos estroboscópicos. Este hecho nos permitirá controlar la intensidad de iluminación reduciendo o ampliando el ciclo de trabajo de la señal. Esto nos va a permitir realizar una gran cantidad de efectos visuales de manera sencilla y eficaz que hace solo una década hubiera resultado imposible.

Para poder utilizar Arduino como fuente de la señal PWM hemos tenido que diseñar e implementar por completo el sistema de iluminación. Este circuito consta de una fuente de alimentación de tensión regulable que alimenta las baterías de diodos. El control de la iluminación se ha realizado mediante transistores MOSFET de potencia ya que trabajamos con magnitudes de corriente elevadas.



Instalación de Leviatán 2.0



Proyecciones de colores con LEDs.



Montaje con un usuario.



Montaje con varios usuarios.

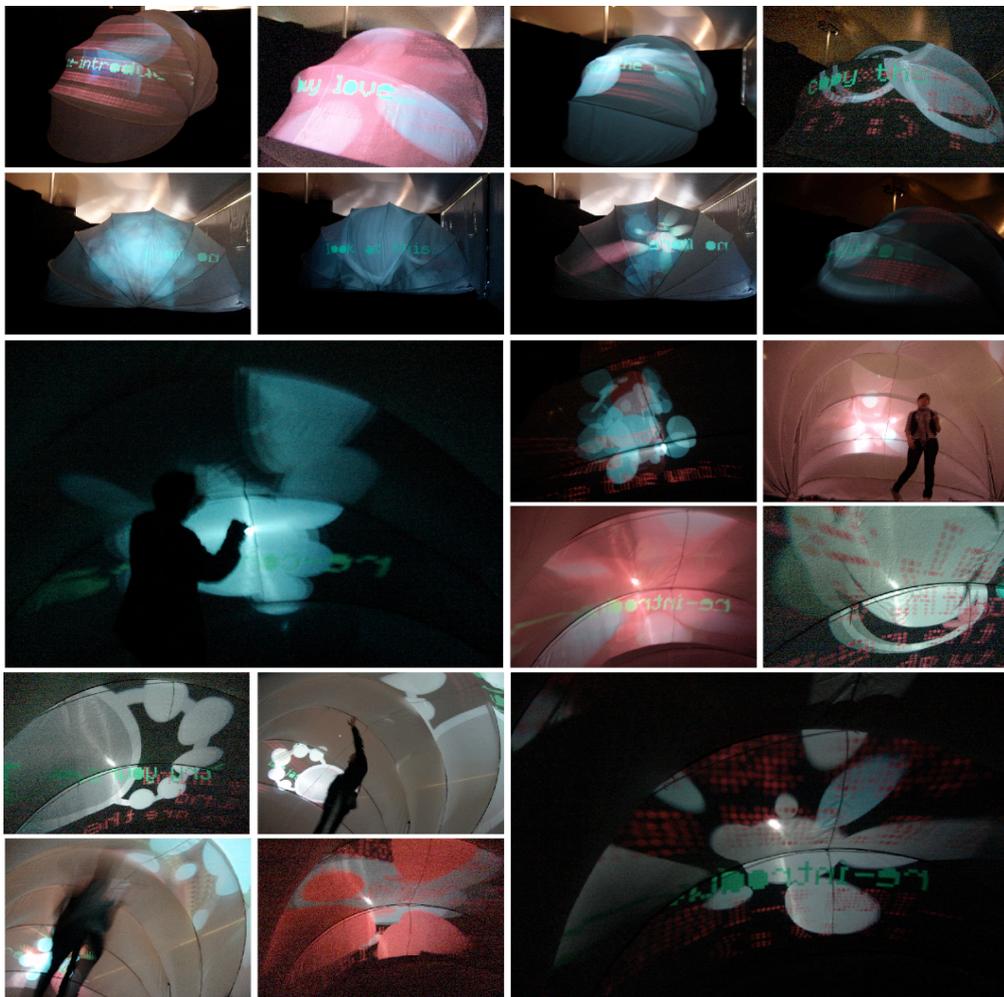
5.5. Tecnología inalámbrica 802.15.4

La tecnología 802.15.4 es un estándar de comunicaciones que implementa las dos primeras capas del modelo OSI de ISO: la capa física y el control de acceso al medio. Sobre estas dos capas descansa la especificación de ZigBee aunque nosotros no vamos a utilizarla porque las características de la red que vamos a implementar no la requieren.

Mientras que otras tecnologías están diseñadas para transmitir grandes cantidades de información,

nuestras necesidades se centran más en controlar un mayor número de dispositivos cuidando el consumo de los nodos para maximizar su autonomía.

Otra de las razones por los que hemos incluido esta tecnología en nuestro sistema es porque no es ampliamente utilizada por el resto de los usuarios de Processing y Arduino. Queremos entender las razones de ello y ayudar a otros usuarios a dar sus primeros pasos en la inclusión de tecnologías inalámbricas en sus proyectos.



Leviatán 1.0.

5.6. Sónar como medidor de distancias

La necesidad de estimar las distancias que existen entre la superficie de la carpa y la persona que se encuentre dentro desembocó en una duda en la tecnología o modo de realizar esta medición. El proceso de lluvia de ideas inicial nos aportó ideas como plagar el suelo del espacio con sensores de presión o dotar al individuo de tags RFID y localizar su posición mediante arcos detectores en cada uno de los arcos. Estas fueron quedando descartadas por su gran complejidad aunque no descartamos retomar estas ideas para posteriores implementaciones de Leviatán.

Los sensores seleccionados fueron unos sónares para distancias, de entre 15 centímetros y 6 metros, de manera continuada y con un consumo de energía mínimo. Aunque la precisión de estos sensores no es muy alta, en esta instalación esa limitación no supuso un problema, mientras que el bajo consumo sí resultó una gran ventaja.

6. Conclusiones

Nuestro estudio está centrado en el desarrollo del interfaz físico desde el análisis de los modelos de interacción, y nuestros esfuerzos se orientan hacia la búsqueda o creación de una tipología de interfaces, que en un principio esbozamos y resumimos en tres, de carácter físico, de carácter multimodal (aislando la visión para reforzar los otros sentidos) y de carácter icónico.

Centramos nuestra atención en las características comunes dentro de los modelos de interacción. Analizando las estructuras de los modelos sobre los que vamos a trabajar, ya que sus aplicaciones definen la concepción del modelo de interacción y, por ende, su diseño. Estaríamos pues en un ámbito muy ampliado entre lo que sería el estudio de los modelos de interacción desde dos puntos de aplicación: uno de marcado carácter empírico sobre el que investigar y explorar en campos como la presencia, el entrenamiento, o el discernimiento social por meme cultural de los usuarios del interfaz. Otro, como ya hemos planteado, enmarcado en la investigación en producción y creación con lenguajes artísticos y performativos.

6.1. Modelos de interacción propuestos

La estructuración de los modelos de interacción planteados está en relación al eje singular y plural usuario/espectador, y siempre en función de las condiciones aplicadas. Para los cuales los modelos de interacción serían:

Monocanal, un solo usuario.

Multicanal, multiusuario.

Performativo, modelo combinado y abierto.

Sus aplicaciones están orientadas en dos líneas muy claramente diferenciadas, la instalación para la investigación y la instalación para el desarrollo de proyectos artísticos y/o escénicos. Para ello centramos la atención en el análisis de los modelos de interacción abiertos orientada a los contenidos con el objetivo de implementarlos sobre interfaces físicas que sean desarrollados a la vez para diferentes ámbitos y disciplina.

7. Referencias

- [1] Alonso Calero, J.M., Reyes-Lecuona, A., García Herrero, A. and García Berdonés, C. "Asteroide B612. Una plataforma interactiva de Realidad Virtual aplicada a una instalación de arte interactivo", Simposio Interacción 2005: pp. 251-254. Granada 2005.
- [2] Gianetti, C. Estética digital, sintonía del arte, la ciencia y la tecnología, Editorial L'Angelot, Pag 119. Barcelona 2002.
- [3] Igoe, T., "Making Things Talk. Practical Methods for Connecting Physical Objects", O'Reilly Media, 2007.
- [4] Lozano-Hemmer, R., Catálogo "Arte Virtual: doce propuestas de arte reactivo". Ed. Chácena. Madrid 1994.
- [5] McLuhan, M. Comprender los medios de comunicación. Las extensiones del ser humano. Ed. Paidós Ibérica S.A. Barcelona España 1996. Pp 43 y 44.
- [6] Parés, N., Parés R. "Interaction-Driven Virtual Reality Application Design. A Particular Case: El Ball del Fanalet or Lightpools", Presence, Vol 10, No 2, pp. 236-245. Barcelona 2001.
- [7] Schultz, M. "Cambios tecnológicos en el arte y en la percepción de lo humano". Revista electrónica DÓXA N°2. Centro de Informaciones Pedagógicas. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Chile. p. 8. Pedagógicas. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Chile. p. 8. Chile 2002.

Condicionamiento en los criterios del arte por la tecnología digital

Manuel Vélez Cea

Dept. de Dibujo
Universidad de Granada
18071 Granada
mvelez@ugr.es

Annika Waenerberg

Dept. Investigación de Arte y Cultura
Universidad de Jyväskylä
FI-40014 Universidad de Jyväskylä
annika.waenerberg@jyu.fi

Resumen

Las tecnologías digitales (virtuales) han creado con rapidez una esfera del arte esencialmente nueva, que está provocando y produciendo cambios remarcables en la autoría, la realización y la difusión del arte. Comentarios hechos sobre el arte y las nuevas tecnologías quieren hacer entender que, estamos en un cambio total; se habla de la revolución digital [3]. Frente a estos cambios, debido al uso de nuevas herramientas de configuración y expresión, debemos tener presente que, no todo se cambia. Hay objetivos y prácticas en el arte que siguen siendo los mismos que antes. Al mismo tiempo, se crean nuevos enlaces entre las herramientas tradicionales y las del entorno digital, generando nuevas formas de arte.

El objetivo de este artículo es fijar la mirada en los cambios y paralelismos que marcan el arte en el entorno digital en comparación con arte tradicional. Se trata de rupturas y conexiones en la autoría, la división del trabajo, la realización de la obra, y su relación con el público. Con aspectos como la habilidad, la atracción por lo nuevo, la ilusión de lo vivo o de lo real, y el uso creativo de las herramientas, se diseña un doble marco, el de los criterios del arte tradicional y el de las expectativas de las nuevas tecnologías.

Como todos los medios, el medio digital viene determinado por las posibilidades y limitaciones técnicas de la herramienta, y su manifestación al usuario. Esta manifestación, sea una imagen, animación, película o un videojuego, no es equivalente en cada herramienta. De cada cambio en las soluciones técnicas o en la herramienta resulta otra manifestación, otra imagen, otra obra. No sólo la creación de la obra o el uso que se llama 'interactivo', requiere interacción. La manifestación misma funciona como "el conjunto de los elementos de un programa que permiten la

comunicación con el usuario", como una interfaz de otro nivel. No podemos olvidarlo, si queremos entender cómo se establecen los criterios del arte digital.

1. La habilidad, la especialización y la autoría

La habilidad daba prestigio y predominaba como motivo de admiración desde el arte del Renacimiento y permanece hasta finales del siglo XIX. Los clientes empezaron a contratar al maestro, al más hábil del taller para crear la obra entera o la parte más valorada como: figuras, rostros, manos; mientras las menos importantes: fondos, rellenos, eran realizadas por otros trabajadores del taller. El resultado era que la habilidad se convertía en una mercancía y se empezó a valorar como la exclusiva calidad del artista. [1]

La admiración por la destreza en un oficio no es cosa del pasado. Pero, un artista que quiere trabajar en el campo de las nuevas tecnologías tiene que ser experto, no sólo en arte (pintura, escultura, dibujo); sino también, en tecnología computacional y su manipulación, modelado 3D para realización escultórica, modelado 2D con dibujo vectorial para ilustrar, o dibujo raster para un mundo hiperrealista o fotográfico; así como la programación en el mundo de la animación y los videojuegos, diseño gráfico y escenografía. El artista ha de hacer un gran esfuerzo por conocer y especializarse en estas áreas. Y si tiene éxito, no tiene tiempo para hacer todo él solo. Una excepción conocida será el Proyecto *Touhou* del japonés ZUN, que prepara toda la gráfica, la música y la programación de sus videojuegos él mismo.[11] Evidentemente es posible, sus productos se centran en juegos de tiro, de expresión llamativa y muchas veces lunática, que

responde a rutina y economía eficaz del trabajo técnico.

En general, las exigencias del mercado corresponden a las grandes producciones, basadas en una distribución jerárquica de los trabajos a realizar, por lo que se hace necesario un gran equipo de expertos de diferentes campos. Ya no es necesariamente el artista que dibuja y pinta quien está detrás del trabajo de gran impacto en el público, son los ingenieros y los productores de los programas de computación. Así, entre los talleres de ayer y el estudio-taller de arte para las producciones digitales con nuevas tecnologías existe una diferencia fundamental. Es que un taller artístico con pintores está basado en la misma tradición de aprendizaje, donde el maestro en principio domina todas las materias y todos los miembros participan de la actividad. Mientras que el sistema de una producción virtual es aditivo, juntándose en un estudio-taller los diferentes campos con sus especialistas que unen sus propios resultados en el desarrollo de un proyecto común.

En las nuevas tecnologías, las diferentes partes de la colaboración son imprescindibles. La idea misma de la obra puede basarse en colaboración. Internet ha irrumpido en la forma de presentar las obras y el público de percibirlas y apreciarlas. Se puede diferenciar el arte tradicional que requiere un público contemplativo y el arte contemporáneo basado en la demanda de un público participativo. Internet puede inspirar también a cambios en la identidad del artista, algo que el concepto anterior del artista como genio solitario no permitía.

Al mismo tiempo, la nueva tecnología crea soluciones que facilitan la utilización de la herramienta. Cada persona puede hacer una película con un teléfono móvil o la cámara de video sin ser técnico en cine. Los conocimientos y los manuales llegan al público con rapidez, mientras en un pasado no muy lejano, aparecían con cierto retraso, estando su conocimiento durante tiempo en manos de unos pocos artistas.

2. Atracción por lo nuevo, admiración por la ilusión

Las nuevas soluciones técnicas siempre han sido bien recibidas y utilizadas. Bien se trate del cincel de hierro en lugar del de bronce en el siglo V a. C., lo que permitía que el mármol no se agrietara, o de la invención de hacer películas (*“moving*

images”) a finales del siglo XIX. Con respecto al artista, la búsqueda de nuevas técnicas y la experimentación con ellas son importantes en sí mismas, pues le sirven para expresarse mejor. Pero, sobre todo, para triunfar en el campo del arte con novedad en sus propuestas, uso de la tecnología y proyectando ilusión. Con respecto al público, la mayor habilidad del artista y las nuevas soluciones técnicas tienen el mismo objetivo, producir asombro y admiración.

Siempre se ha admirado la apariencia o el efecto de lo vivo y de lo real. Los seres vivos se caracterizan por el movimiento, la superficie elástica y respirante y la irregularidad del detalle. En una obra del arte que no se mueve, se crea la sensación de viveza con irregularidades en la superficie y la forma que sugiere movimiento, por ejemplo en la conocida escultura de la diosa Nike y las plumas de sus alas (Louvre), o en los trazos irregulares del pincel en el óleo.



Fig. 1. Detalle del cuadro de Bartolomé Roca, Sin Título, 1985. Óleo sobre lienzo, 200x200 cm.

Pero tanto en el mármol muy pulido, así como en la pantalla del ordenador, si se toca o se mira de cerca la superficie se muestra fría, homogénea y casi viscosa. Se plantean soluciones como: abandonar la creación de la ilusión y enfatizar la estilización de la obra, o buscar otros aspectos visuales que compensan lo perdido.

Habitualmente no nos damos cuenta de estas limitaciones, porque acostumbramos a fijar la mirada en otros aspectos de lo vivo, sobre todo en el movimiento, y los motivos de fantasía.



Fig. 2. Cuadro de Raúl Campos, La vaca, 2010. Pintura digital, 100x100 cm.

La transparencia de la luz, el efecto que fue tan difícil de producir con la mezcla de color substractivo que alcanzaba connotaciones espirituales en la pintura al óleo, aparece en la pantalla de forma casi natural y asumida por el consumidor.

Siendo nuestra vida todo el tiempo más racional en su estructura, crece la necesidad de realidades paralelas, que soportan fantasías y mundos virtuales.[9] Según Sybille Krämer, el hilo conductor de la ilusión es el concepto de *simulación*, que refiere a la producción de algo que no existe. La ilusión o simulación depende de la interrelación con la obra produciendo un *Doppelgänger*, un duplicado simbólico del que mira y participa, lanzando un juego sutil entre las perspectivas del mirador exógeno y del participante endógeno. [4]

3. Identidad manual y el arte digital

Según Manuel Viñas Limonchi "... el arte con computadora puede estar más cerca de la mente y del corazón humanos que cualquier otra forma de arte. Es decir, es un arte creado por la mente en vez de por el cuerpo". [12] Pero, una gran parte de historia de arte muestra la importancia de la colaboración de la percepción, el trabajo manual y el pensamiento. Tal función del arte visual, por parte del espectador como por ello del artista, enfatizó en 1911 Wassily Kandinsky: "El color es la tecla. El ojo es el macillo. El alma es un piano con muchas cuerdas. El artista es la mano que, a través de esta o aquella tecla, hace vibrar *con una finalidad* el alma humana". [5] Veremos los siguientes paralelos entre las técnicas tradicionales de arte y del ordenador:

Material: pintura, piedra, hilo <> bits y bytes
Herramienta: pincel, cincel, agujas, máquina de tejer con programas; modos de uso <> teclado, ratón, ordenador con programas; modos de uso
Soporte: tela, superficie, hilo <> pantalla
Creador: mente, vista, mano <> mente, vista, mano
Producto: pintura, escultura, tejido <> obra digital

Se muestra que las técnicas concebidas como más manuales y tradicionales: el tejido de punto y la bordadura del punto de cruz, tienen gran paralelismo con la técnica digital. No se trata sólo de una afinidad metafórica, sino de la similitud del sistema de programación. En sus modelos más simples, el tejido de punto y la bordadura del punto de cruz, se construyen según el principio 1/0 como los programas de ordenador. Esto se ha resuelto en proyectos experimentales del arte digital y manual como *microRevolt*. [6, 7]

Hay otros métodos de defender el trabajo manual y llevarlo en convivencia con el ordenador. Por ejemplo la artista inglesa Helen Sear trabaja con imágenes digitales que ella remata en el ordenador, pero manualmente de forma minuciosa, pixel a pixel confeccionando el trabajo y manteniendo así la conexión corporal y manual con el trabajo como una parte importante de la identidad del artista. [10]



Fig. 3. Helen Sear, Inside the View, 2005, lambda print.

La resistencia creativa contra la autocracia del ordenador y los principios de la usabilidad en la Red, así como las cosas que siempre deben pasar de la misma manera y con el mismo resultado [8] se presenta de forma llamativa en los círculos de la tecnología digital. [2] Muestran el abismo entre los 'estructuralistas' y 'diseñadores' y la necesidad de integración de artistas y diseñadores en el desarrollo tecnológico. [13]

4. Conclusión

Como se ha demostrado, hay un proceso continuo, que enlaza las nuevas herramientas y las nuevas soluciones técnicas introducidas, por un lado, en las prácticas artísticas, y por otro, en las intenciones de los artistas y las expectativas del público. Comparaciones entre el arte tradicional y el digital nos permiten ver los criterios que realmente se cambian gracias a las incorporaciones de las nuevas tecnologías:

- La diferencia fundamental que se produce es en cuanto a los criterios de la división del trabajo colaborativo. Antes el artista dominaba la técnica y la producción, hoy un conglomerado de técnicos dirigen y gestionan la producción desde el arte, la tecnología y el marketing.
- No sólo la habilidad y la fama en el campo del arte, sino la pericia y la especialización llevaron tradicionalmente a los artistas al encumbramiento. Actualmente la tecnificación obliga a la individualidad y la especialización en un campo determinado, siendo necesario el trabajo en equipo para satisfacer la mayor demanda del mercado.
- Internet rompe estructuras, jerarquías tradicionales de la comunicación, distribución de la información, fragmenta y desautoriza la autoría de la obra al permitir que el público comparta y modifique las creaciones. Este cambio de la autoría se puede ya encontrar con anterioridad en el desarrollo del arte moderno.
- El ordenador produce diferentes calidades que las técnicas tradicionales, para la percepción de las obras artísticas derivadas de la composición de la pantalla y los efectos de la luz.
- Los mismos efectos, como es el caso de la transparencia, se pueden interpretar diferentemente, si son producidos por las nuevas tecnologías o por el arte tradicional.
- La atracción por lo nuevo está vinculado a los efectos producidos con los programas en uso, siendo el efecto más importante el de movimiento. Los efectos con planos no producen la calidad y expresividad que se produce cuando se utilizan las técnicas tradicionales.
- El mito del arte como trabajo individual y manual, por consiguiente más

sincero, actualmente sigue existiendo y crea formas de hibridación entre la labor manual y las nuevas tecnologías.

- A modo de conclusión general de este estudio se puede decir que, la comprensión de los procedimientos de la producción del arte, desempeña un papel importante para entender el propio arte.

Referencias

- [1] BAXANDALL, M. (1987). *Patterns of Intention: On the Historical Explanation of Pictures*. Ed. Yale University Press, ps. 17 y 22
- [2] BOLTER, R. & GROMALA, D. (2003). *Windows and Mirrors. Interaction Design, Digital Art, and the Myth of Transparency*. The MIT Press. Cambridge, MA.
- [3] BOSCO, R. "La revolución digital", *El País*, 2.3.2010
- [4] KRÄMER, S. (1995). "Vom Trugbild zum Topos. Über fiktive Realitäten". En: Iglhaut, St., Rötzer, Fl. y Schweeger, E., ed. *Illusion und Simulation. Begegnung mit der Realität*. Ed. Cantz Verlag. Ostfildern, ps. 130-137
- [5] KANDINSKY, W. (1952). *Über das Geistige in der Kunst* (1911). 10. Aufl., Einf. von Max Bill. Benteli Verlag, Bern, p. 64. La traducción por la autora.
- [6] KUNI, V. (2008). 'Not Your Granny's Craft'? Neue Maschen, alte Muster - Ästhetiken und Politiken von Nadelarbeit zwischen Neokonservatismus, 'New Craftivism' und Kunst". En: John, J. & Schade, S., ed. *Grenzgänge zwischen den Künsten. Interventionen in Gattungshierarchien und Geschlechterkonstruktionen*. Ed. transcript Verlag. Bielefeld, ps. 169-191.
- [7] <http://www.microrvolt.org/events.htm> (18.5.2010)
- [8] NIELSEN, J. (18.5.2010). "Jakob Nielsen's Alertbox: Top Ten Mistakes in Web Design" <http://www.useit.com/alertbox/9605.html>
- [9] SCHMIDT, K. (2005). "Brain-Computer-Interfaces - Endpunkt der Illusionsgeschichte? Eine interdisziplinäre Betrachtung". En: Grau, O. & Keil, A., ed. *Mediale Emotionen. Zur Lenkung von Gefühlen durch Bild und Sound*. Fischer Taschenbuch Verlag. Frankfurt aM, ps. 194-214.
- [10] Sear, H. (2005). Finland. Jyvaskyla". En: *Work in Progress*. Publ. IPRN, UK, ps. 31-51 (Fig. p. 32)
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Touhou_Project (18.5.2010)
- [12] VIÑAS LIMONCHI, M. (2000). *Técnicas de infografía. Variables creativas metodológicas en el desarrollo de la imagen digital*. Ed. Osborne McGraw-Hill. Madrid, p. 20
- [13] WALOSZEK, G. (17.2.2004). "Book Review: Windows and Mirrors". *SAP Design Guild*. http://www.sapdesignguild.org/community/book_people/review_win_mirr.asp (19.5.2010)

Computación Ubicua e Inteligencia Ambiental

Jugar y Aprender con Juguetes en un Tabletop Tangible

Javier Marco, Eva Cerezo, Sandra Baldassarri

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón.

Grupo de Informática Gráfica Avanzada.

Dept. Informática e Ingeniería de Sistemas.

Universidad de Zaragoza

50015 Zaragoza

{javi.marco, ecerezo, sandra}@unizar.es

Resumen

En este artículo se presenta un caso práctico de diseño e implementación de un dispositivo tabletop basado en interacción tangible orientado a niños en educación infantil (3 a 6 años). El dispositivo desarrollado, llamado NIKVision, utiliza una superficie activa horizontal sobre la que se manipulan juguetes para interactuar con un entorno virtual.

Se ha utilizado métodos participativos en múltiples decisiones de diseño del dispositivo, diseño de interacción, y diseño del agente virtual de guiado y ayuda de los juegos. El artículo da descripción de las técnicas utilizadas, y cómo sus resultados han ayudado a crear y adaptar un producto interactivo que refuerce las capacidades de expresión, creatividad, y juego social de estas nuevas tecnologías.

1. Introducción

Los niños, durante sus primeras etapas de desarrollo, adquieren conocimiento del mundo que les rodea a través del juego. La actividad manipulativa e interacción social en los juegos, forman la base del desarrollo cognitivo y social. Tecnologías capaces de combinar exploración física y juego colaborativo pueden aportar importantes beneficios en la educación infantil. En este sentido, propuestas basadas en interacción tangible están recibiendo especial atención por parte de diseñadores y educadores [15] por sus propuestas de control de aplicaciones informáticas de forma embebida en objetos de uso cotidiano y bien conocido por los usuarios [27]. Se están mostrando enormes potencialidades en la educación [1] [14], creatividad [22] [5], y relación social [21] [23].

Entre las propuestas de la interacción tangible, las superficies activas ya son una realidad habitual en muchas aulas, bien en forma de pizarras interactivas [26], o tabletops horizontales [20] [28] [19].

La propuesta de este artículo se enmarca en la utilización de dispositivos tabletop con niños entre 3 y 6 años, con fines lúdicos y educativos, tomando una aproximación tangible mediante la manipulación física. El trabajo comenzó con la construcción de un dispositivo tabletop adaptado a niños pequeños, denominado NIKVision, sobre el cual se han ido creando propuestas de actividades interactivas basadas en la manipulación de juguetes convencionales.

A continuación, la sección 2 da información sobre el estado actual de la investigación de los beneficios de este tipo de tecnologías en el desarrollo psicomotriz de los niños de 3 a 6 años. La sección 3 describe el proceso de creación del tabletop NIKVision, detallando su configuración final en cuanto a hardware y software utilizado. La sección 4, por su parte, describe la creación de un juego interactivo basado en los tradicionales juguetes infantiles de granja, así como las sesiones de evaluación en clases de preescolar que sirvieron para decidir aspectos básicos del diseño del juego. Se finaliza con unas conclusiones del trabajo realizado y agradecimientos.

2. Beneficios de la tecnologías tangibles para los niños

En la elaboración del concepto de NIKVision como dispositivo de interacción tangible, se tuvieron en cuenta las características del desarrollo psicomotriz y cognitivo en las primeras etapas de la infancia, de forma que los diseños exploten al máximo los beneficios que este tipo de

tecnologías tangibles ofrecen en cada etapa de desarrollo físico y cognitivo en el niño.

Acorde a la teoría de Piaget [18], los niños entre los 3 y 4 años se encuentran en la fase preoperacional, en la cual comienza el desarrollo de la función simbólica (lenguaje, juegos simbólicos, imagen mental, imitación). Sobre esta edad, se empieza a consolidar la coordinación visuo-manual, y la capacidad de percepción. Los niños son ya capaces de mirar lo que pintan, y controlan los movimientos de las manos y perciben los límites del espacio para no salirse del papel.

De los 3 a los 6 años, los niños están desarrollando la psicomotricidad gruesa (movimientos amplios, coordinación visuo-motora, tono muscular, equilibrio). Nos es hasta más adelante (a partir de los 7 años) que los niños son capaces de ejecutar acciones que requieran precisión motora [6]. En cuanto a cómo esto influye en el diseño de aplicaciones interactivas basadas en dispositivos tabletop, se han realizado estudios en lo que se muestra las dificultades que tienen los niños en este rango de edad, cuando el modelo de interacción en el tabletop se basa en el multitouch [13] [8].

En lo que respecta al desarrollo cognitivo, la mayoría de los juegos y actividades educativas entre los 3 y 6 años se centran en el desarrollo del nivel emocional. Son actividades orientadas para ayudar a los niños a desarrollar su capacidad de relación consigo mismos y con los demás. El uso de objetos en estas actividades es un elemento importante para establecer esta comunicación. Los niños exploran las propiedades y comportamiento de los objetos: establecen relaciones entre distintos elementos físicos, los exploran y los identifican, descubren relaciones causa-efecto, detectan semejanzas y diferencias que usan para comparar y cuantificar. Así es como los niños evolucionan de la “manipulación” a la “representación”, origen del pensamiento lógico y matemático [7].

Los beneficios pedagógicos de la manipulación de objetos ya habían sido promovidos por María Montessori [3]: “los niños construyen su imagen mental del mundo a través de la acción y las respuestas motoras; y, con la manipulación física, se hacen conscientes de la realidad”.

En este contexto, los modelos de interacción tangible ofrecen a los niños libertad para explorar,

manipular y reflexionar sobre las propiedades de los objetos y sus posibles efectos en el entorno digital del ordenador. Cuando se combinan con actividades de aprendizaje, estos elementos tangibles están pensados para ofrecer nuevas oportunidades para favorecer el razonamiento del niño sobre el mundo que le rodea, a través de la exploración y de la participación [24] [25]. Las aplicaciones tangibles, además, permiten al niño utilizar objetos bien conocidos y familiares, de forma inusual, reforzando nuevas formas de creatividad y reflexión [29].

Sobre este conocimiento del desarrollo del niño se asientan las bases para el diseño de un dispositivo que permita a los niños entre 3 y 6 años la interacción con aplicaciones informáticas, buscando una total integración con el resto de actividades de juego en grupo que ellos realizan en guarderías y colegios.

3. Diseño del tabletop tangible NIKVision

Innovar es encontrar una falta o hueco presente en el actual estado de la tecnología que no esté cubierto. Diseñar un nuevo concepto es primeramente encontrar ese hueco a cubrir. Observar a usuarios realizar sus tareas con sus herramientas habituales es la forma habitual de idear nuevas mejoras.

El entorno en el que pretende innovar NIKVision es en el uso de tecnologías interactivas para reforzar el aprendizaje, la comunicación y la relación social. Por eso, el trabajo de diseño comenzó con la observación en colegios y guarderías, para conocer el estado actual del uso de aplicaciones informáticas en estos entornos.

Hoy día es habitual el uso de juegos educativos y aplicaciones multimedia como actividad escolar. Los niños usan ordenadores convencionales con ratón y teclado, a veces adaptados a su edad. Aún así, estos dispositivos fueron diseñados para el trabajo con adultos, y no para interacción en grupo y exploratoria, valores deseados para el refuerzo del aprendizaje. Lo que se observó en las visitas a las aulas, era que los niños habitualmente juegan en pequeños grupos alrededor del ordenador, pero al disponer únicamente de un teclado y ratón, solo uno/a realiza la interacción, mientras el resto miran

desde atrás, o señalan y tocan la pantalla para animar a su compañero/a a realizar alguna acción.

Por otro lado, el resto de actividades de los niños se realizan jugando en el suelo o en mesas, donde juegan en grupos con juguetes físicos, colaborando, creando y explorando las propiedades de estos. En resumen, el objetivo de NIKVision es permitir el uso de juegos multimedia de ordenador, cuya interacción sea similar a la actividad que realizan los niños jugando físicamente con juguetes.

En un primer concepto de NIKVision se pensó en que la superficie activa fuera un área del suelo. Se diseñó un prototipo funcional en el que se detectaba visualmente los juguetes a través de la imagen captada por una cámara colocada cenitalmente a la superficie (ver fig. 1). Como aplicación se implementó un sencillo juego de granja en el que los animales eran cartulinas de color con un dibujo de un animal (gallina, oveja, vaca, cerdo). El software reconocía los animales por el color de la cartulina, y colocaba animales virtuales dentro de un escenario 3D de granja mostrado en un monitor frontal a los niños.



Figura 1. Primer concepto de NIKVision y juego de granja.

La finalidad del prototipo era la realización de tests para la rápida detección de problemas y mejoras necesarias. En las pruebas realizadas con niños de 3 años se vio que el juego despertaba la curiosidad de los niños. Eran conscientes de la relación entre la colocación de las cartulinas de animales y la presencia de animales en el entorno virtual. Esto les resultaba divertido, y les animaba a explorar el juego colocando y moviendo cartulinas. Los problemas detectados residieron principalmente en las limitaciones técnicas de esta

configuración: los niños continuamente ocluían con su cuerpo los juguetes en la superficie de juego, por lo que el sistema deja de detectarlos. De esta forma, la interacción se hacía muy confusa para los niños, que no entendían por qué los juguetes aparecían y desaparecían sin relación alguna con la manipulación que hicieran con los juguetes.

Por todo ello, el diseño se cambió por una detección visual desde abajo, utilizando una mesa con superficie transparente que permitiera a una cámara colocada en su interior detectar la base de los juguetes (ver fig. 2).



Figura 2. segundo concepto de NIKVision y juego de granja.

Esta decisión de diseño solventó todos los problemas de oclusión, y permitió una interacción más natural de los niños al manejar los juguetes. Aunque la interactividad del juego era mínima (solo se detectaban los juguetes, y se visualizaba su correspondiente animal 3D en el escenario virtual), los niños se divertían explorando el entorno virtual 3D moviendo los animales sobre la mesa, y se inventaban sus propias historias con ellos de forma natural, libres de confusiones por fallos de detección del sistema.

Basándose en esta solución técnica se construyó una plataforma tabletop funcional, convenientemente adaptada a las necesidades de los niños de 3 a 6 años, que nos permitiera continuar investigando las posibilidades de estas tecnologías, instalando el dispositivo en las propias clases de los niños en guarderías y colegios para la realización de sesiones de testeo.

A continuación se expondrá con detalle la implementación técnica del tabletop NIKVision. Para una correcta exposición, la plataforma desarrollada "NIKVision" se muestra

descompuesta en tres componentes: el hardware, el software de reconocimiento visual y la generación del entorno y del agente 3D virtual de guiado.

3.1. Hardware

El tabletop NIKVision es esencialmente una superficie activa horizontal, en cuyo diseño se ha primado el bajo coste, la tecnología sencilla y resistente, que sea fácilmente montable y transportable, y robusta a diferentes condiciones de iluminación ambiental. Dado que su usuario principal son niños pequeños, se tuvieron en cuenta cuestiones de tamaño, seguridad y estética (ver fig. 3).



Figura 3. Tabletop NIKVision.

El proceso computacional reside en un ordenador PC con Windows XP (ver fig. 4-3), el cual gestiona las entradas y salidas de información del sistema:

- Entradas: Cámara infrarroja con conexión USB (ver fig. 4-2), encargada de captar los objetos colocados en la superficie de la mesa (ver fig. 4-1) enfocando desde debajo de ésta.
- Salidas: La imagen activa en la superficie se realiza mediante retroproyección (ver fig. 4-4), ayudándose de un espejo (ver fig. 4-5), para que la mesa no necesite excesiva altura (40 cm.) y sea adecuada para la altura de los niños. Adicionalmente, se produce salida

gráfica y de audio a través de un monitor de ordenador (ver fig. 4-6) estándar colocado en un lateral de la mesa, el cual se utiliza para mostrar entornos gráficos 3D de los juegos, y el agente virtual que guía a los niños.

Se trata por tanto, de la configuración habitual en superficies activas basadas en reconocimiento visual con iluminación difusa infrarroja. Con este sistema de iluminación, el reconocimiento visual se hace independiente de la iluminación ambiental, al mismo tiempo que no se producen interferencias con la imagen proyectada en la superficie de la mesa. La sencillez del diseño de NIKVision le permite ser fácilmente replicada en diferentes tamaños y formas, y ser muy versátil para ser utilizada en diferentes entornos (guarderías, colegios, museos...) y soportar gran variedad de actividades lúdicas y educativas.

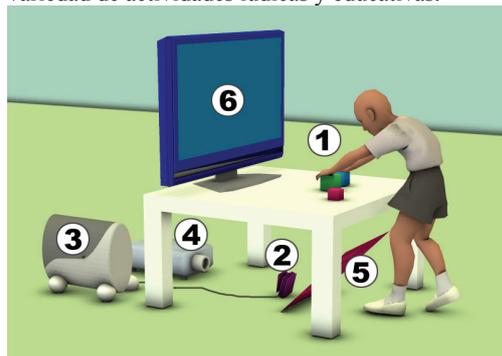


Figura 4. Entradas y salidas del sistema NIKVision.

3.2. Software de reconocimiento visual: Reactivation:

Para el reconocimiento y seguimiento de los objetos dispuestos en la mesa, se requería que no hicieran falta modificaciones complejas basadas en electrónica en los juguetes que se fueran a utilizar para los juegos. La forma menos invasiva de "aumentar" digitalmente un objeto físico es la utilización de marcadores impresos (fiduciales) cuyo patrón topológico sea fácilmente reconocible por algoritmos de procesamiento de imagen. Para ello, NIKVision utiliza los fiduciales y software libre Reactivision [12]. Éste analiza la imagen recibida desde una webcam, y es capaz de detectar objetos siempre y cuando éstos tengan a la vista un

fiducial o marcador imprimible que les identifique en Reactivision. El funcionamiento de la detección de fiduciales es análogo a los tags y códigos de barra que se utilizan para identificar productos en tiendas. Cada fiducial está identificado por un número, y el software Reactivision informa de cada número identificador reconocido en la mesa, así como de su posición en coordenada bidimensional, y orientación en grados hexadecimales. Esto permite la individualización de los objetos manipulados en la mesa, distinguibles por su número de identificación del fiducial. Con este sistema, cualquier juguete convencional para niños puede ser utilizado en NIKVision, añadiéndole un marcador impreso en una base de cartón o madera (ver fig. 5).



Figura 5. Juguetes aumentados con fiduciales.

El software Reactivision monitoriza continuamente la imagen enviada por la cámara, y envía la información de los objetos físicos en la mesa mediante paquetes TCP/IP al software que gestiona los juegos NIKVision.

3.3. Motor Gráfico de entornos 3D: Maxine

La gestión y generación del entorno gráfico de los juegos se ha implementado usando el software Maxine [2]. Se trata de un motor de entornos virtuales y agentes autónomos en tiempo real. En Maxine es posible cargar modelos geométricos, animaciones, texturas, videos y sonidos requeridos para la representación virtual. Maxine se ha implementado en C++ y emplea un conjunto de librerías de código abierto, que son (entre otras):

- OpenSceneGraph [17] para la visualización 3D.
- CAL3D [4] para animación esquelética.
- OpenAL++ [16] para gestión de sonido 3D.

Maxine está especialmente orientada a la gestión de caracteres 3D interactivos, dotados de inteligencia y capaces de comunicarse de forma natural con el usuario y expresar emociones.

Los juegos de NIKVision son gestionados por Maxine, de forma que la superficie de la mesa muestra elementos gráficos que ayudan a los niños a localizar los elementos con los que pueden interactuar usando los juguetes, mientras, en el monitor, se muestra un entorno 3D del juego con animaciones, sonidos y gráficos amigables y de estética infantil, dentro del cual se integra el agente autónomo que se encargará de guiar a los niños a través del juego (ver fig. 6).



Figura 6. Entorno virtual de juego de una granja y agente autónomo como granjero.

4. Diseño participativo de juegos

En el diseño de interacción tangible, se parte de los modelos mentales pre-hechos de los usuarios sobre los objetos de uso cotidiano que se han aumentado para su uso en la aplicación informática [11]. En el caso del uso de juguetes, capturar el modelo mental que los niños tienen no es algo directo. Los juguetes no son herramientas de trabajo con una finalidad; son instrumentos de expresión y creatividad mediante manipulación física. Captar las expectativas y manipulaciones naturales de los niños usando los prototipos de juegos de NIKVision, ha sido el objetivo que ha guiado la evolución del concepto inicial de juego de granja hasta un producto final.

4.1. Prototipado de interacción

Tras el desarrollo completo del dispositivo tabletop, el diseño se centró en el juego de granja, y la creación de actividades interactivas. Inicialmente el juego era solo un concepto en el que animales virtuales aparecen y se mueven en correspondencia con los juguetes que se colocan y manipulan sobre la mesa.

Para capturar su modelo mental de juego con niños, se usó la técnica del “Mago de Oz” [9]. Se idearon actividades para los animales: dar leche, dar huevos y coger fresas. Se crearon objetos para cada actividad en el entorno virtual de la granja (cubo, gallinero, fresales), y animaciones y sonidos para cada uno (el cubo se llena de leche, aparecen huevos en el gallinero y caída de fresas), pero estas animaciones solo se activaban mediante pulsaciones de teclado.



Figura 7. Actividades en la granja.

Se concertaron sesiones de testeo en colegios y guarderías para poner en práctica la técnica del “mago de Oz”: Un diseñador adulto se encargaba de la realización de alguna tarea. Los niños, realizaban de forma natural algún tipo de gesto o manipulación con los juguetes según su modelo mental para conseguir el objetivo solicitado. Cuando el diseñador (“mago de Oz”) observaba que los niños hacían algún gesto, activaba la animación adecuada, de forma que el niño recibía respuesta de su acción, y continuaba con el juego.



Figura 8. “Mago de Oz” observando y activando animaciones.

Las sesiones se grabaron en video, y el propio software de juego registraba en un fichero de “log” cada movimiento y acción con los juguetes durante el juego, de forma que esta información era posteriormente analizada en el laboratorio, observando las acciones que los niños realizaban para cada objetivo de juego. Esta información fue la base para implementar algoritmos de detección de gestos para cada acción. Por ejemplo, en los ficheros de log, se observa cómo muchos niños realizaban la acción de coger fresas agitando los juguetes sobre las plantas (ver fig. 9), y este fue el gesto que se implementó en el juego. De igual manera, se observó cómo los niños, para poner huevos con la gallina y poner leche con la vaca daban pequeños y rápidos saltos con el juguete sobre el objeto del escenario (cubo de leche, o gallinero), de forma que se implementó la detección del gesto “salto” para activar dichas acciones.



Figura 9. Log del juego con trayectorias de los movimientos de los juguetes. Arriba a la derecha, ampliación de un gesto de agitar planta.

4.2. Agente virtual

La siguiente cuestión de diseño se centró en la función del agente virtual granjero en el guiado del juego. Se precisaba un agente virtual para que los niños pasaran por todas y cada una de las actividades interactivas planteadas en la granja, para lo cual el granjero tendría que ir solicitando uno tras otro los distintos elementos que los animales pueden conseguir (fresas, huevos, leche). La consecuencia más directa de esto sería por tanto un juego dirigido por tareas, con detrimento de actividades exploratorias y de descubrimiento. Para poder encontrar un equilibrio adecuado entre un juego dirigido por agente autónomo, y un juego libre y exploratorio, se implementaron varias versiones de juego de granja guiado con distintos comportamientos de granjero:

1. Comportamiento “qué”: El granjero, en orden, pide “qué” necesita (fresas, huevos, leche); sin dar más instrucciones.
2. Comportamiento “qué y dónde”: en el mismo orden, además de pedir “qué” necesita, indica “dónde” conseguirlo: fresas en las plantas, huevos en el nido y leche en el cubo.
3. Comportamiento “qué, dónde, quién y cómo”: esta vez, para cada tarea, el granjero da toda la información necesaria para realizarla: “coge fresas agitando las plantas con cualquier animal”, “pon huevos con la gallina saltando sobre el nido”, “pon leche saltando en el cubo con la vaca”.

Para poder comparar las distintas versiones de juego de granja, se realizó una nueva sesión en colegio con una clase de niños de preescolar (4-5 años). Los niños jugaban por parejas sólo a una de las tres versiones. Se tomaron notas durante cada sesión, centrándose en qué tareas eran completadas y cuáles no, sin intervención de los asistentes adultos. El comportamiento 1 (“qué”), fue el único en el que algunos niños pedían ayuda al no saber qué hacer tras escuchar al granjero pedirles algún objeto. Sin embargo, en los comportamientos 2 y 3 los niños fueron capaces de completar todas las tareas sin intervención adulta. En el comportamiento 2 necesitaban realizar ensayo y error en varias actividades, hasta encontrar la forma correcta de realizarla, lo cual fue valorado positivamente para el juego, por permitir la exploración y el descubrimiento. En

conclusión el comportamiento 2 fue el que se dio como definitivo para el guiado del granjero.

Finalmente, se utilizó también una técnica participativa para definir las expresiones y verbalizaciones concretas de el granjero en el comportamiento 2. Se buscaba la forma más natural de guiar y explicar a los niños las actividades del juego. Para ello, se optó por una adaptación de la técnica de “Peer-tutoring” [10] en la que un usuario conocedor previo de la aplicación, explica y ayuda a otros usuarios durante su primer uso. Así, se programó otra sesión de testeo en una clase de niños de 4 a 5 años. Se dividieron en grupos de 3, de forma que a un niño/a se le dio el rol de granjero, dejándole jugar antes que a sus compañeros/as para que aprendiera a realizar las actividades. Después, entraban a jugar los otros dos niños/as, y el niño/a en el rol de granjero, se encargaba de explicarles, guiarles y corregirles (ver fig. 10). Estas sesiones se grabaron en video, y fueron analizadas para implementar los comportamientos del granjero virtual. Resultaron útiles para elegir las expresiones más adecuadas que el granjero debía decir para explicar una acción, y cuáles eran los momentos adecuados para intervenir.



Figura 10. Niño Granjero ayudando a sus compañeros.

5. Conclusión

Propuestas de interacción tangible en dispositivos basados en superficies activas están contribuyendo a hacer más difusa la separación entre actividades de manipulación física, y la interacción con ordenadores. Durante la sesiones de testeo en colegios y guarderías, las propuestas de juguetes y

juegos para el tabletop NIKVision han resultado una experiencia satisfactoria en ambos sentidos: los niños han mostrado reacciones de interés, entusiasmo y diversión incluso desde los primeros conceptos; al mismo tiempo, los diseñadores han recibido información, ideas y observaciones de usabilidad que han aportado al juego decisiones de diseño novedosas y bien adaptadas a los modelos mentales de los más pequeños.

La observación de niños jugando con juguetes convencionales, así como con primeros conceptos y prototipos de juegos NIKVision, han sido de gran ayuda e inspiración para crear, adaptar, y enriquecer la forma tradicional de juego físico de los niños con tecnologías informáticas.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a todos los niños, padres, guarderías y colegios que participaron en las sesiones de test de NIKVision, y en especial al Colegio de Educación Especial Alborada de Zaragoza. También, al equipo del ChiCI Group en la Universidad de Lancashire Central (Reino Unido): Janet Read, Diana Xu, Emanuela Mazzone y Sonia Sanchez (Universidad Autónoma de Cataluña) por su soporte en estas sesiones y en las técnicas de trabajo participativo con niños. También a las estudiantes de diseño que participaron en el proyecto: Marian Sánchez-Aedo y Soledad Ibáñez. Finalmente, a Enrique García Pascual, decano de la facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza, y sus estudiantes de pedagogía por su soporte pedagógico en el uso de tecnologías en la educación infantil.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Dirección General de Investigación N° TIN2007-63025, por el Gobierno de Aragón a través del Proyecto de Cooperación entre Departamentos Universitarios y de Educación Secundaria, y el IAF N°2008/0574 y el CyT N°2008/0486, y por "Programa Europa XXI" de CAI N° IT 9/09.

Referencias

- [1] Africano, D., Berg, S., Lindbergh, K., Lundholm, P., Nilbrink, F., and Persson, A. 2004. Designing tangible interfaces for children's collaboration. CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems.
- [2] Baldassarri S., Cerezo E., and Serón F., 2008. Maxine: A platform for embodied animated agents. *Computer & Graphics*. ISSN: 0097-8493. Vol. 32 (4), pp.430-437. August 2008.
- [3] Burnett, Alice. 1962. "Montessori Education Today and Yesterday." *The Elementary School Journal* 63 (1962): 71-77.
- [4] CAL3D. <http://cal3d.sourceforge.net>
- [5] Fontijn, W, and Mendels, P. 2005. StoryToy the interactive storytelling toy. Second International Workshop on Gaming Applications in Pervasive Computing Environments at Pervasive 2005.
- [6] Gallahue, D. L. 1989. *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents* (2nd ed.). Indianapolis, Indiana: Benchmark Press.
- [7] Gesell, Arnold, Ilg, F., Bates, L., and Bullis, G. 1977. *The Child from Five to Ten*. New York: Harper and Row, 1977.
- [8] Harris, A., Rick, J., Bonnett, V., Yuill, N., Fleck, R., Marshall, P., and Rogers, Y. 2009. Around the table: are multiple-touch surfaces better than single-touch for children's collaborative interactions? 9th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning - Volume 1. p. 335-344.
- [9] Höysniemi, J., Hämäläinen, P., and Turkki, L. 2004. Wizard of Oz prototyping of computer vision based action games for children. Conference on interaction Design and Children. IDC '04.
- [10] Höysniemi, J., P. Hamalainen, and L. Turkki (2003). Using peer tutoring in evaluating usability. *Interacting with Computers* 15:203--225.
- [11] Ishii, H. and Ullmer, B. 1997. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '97.
- [12] Kaltenbrunner, M. and Bencina, R. 2007. reactIVision: a computer-vision framework for table-based tangible interaction. 1st international Conference on Tangible and Embedded interaction. TEI '07.
- [13] Mansor, E. I.; De Angeli, A.; De Bruijn, O. 2008. Little fingers on the tabletop: A usability evaluation in the kindergarten. IEEE

- International Workshop on Horizontal Interactive Human Computer Systems, p. 99-102. TABLETOP 2008.
- [14] Marshall, P., Price, S., and Rogers, Y. 2003. Conceptualising tangibles to support learning. Conference on interaction Design and Children. IDC '03.
- [15] O'Malley, C. and D.S. Fraser. 2004. Literature Review in Learning with Tangible Technologies. NESTA Futurelab.
- [16] OpenAL++. <http://alpp.sourceforge.net>
- [17] OpenSceneGraph. <http://www.openscenegraph.org>
- [18] Piaget, J. 1936/1952. The Origins of Intelligence in Children. International Universities Press, New York.
- [19] Piper, A. M., O'Brien, E., Morris, M. R., and Winograd, T. 2006. SIDES: a cooperative tabletop computer game for social skills development. In Proceedings of the 2006 20th Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work.
- [20] Rick, J. and Rogers, Y. (2008) From DigiQuilt to DigiTile: Adapting Educational Technology to a Multi-Touch Table. IEEE Tabletops and Interactive Surfaces. Tabletop 08.
- [21] Rizzo, F. and Garzotto, F. 2007. "The Fire and The Mountain": tangible and social interaction in a museum exhibition for children. 6th international Conference on interaction Design and Children. IDC '07.
- [22] Ryokai, K., Marti, S., and Ishii, H. 2007. I/O brush: beyond static collages. CHI '07 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems.
- [23] Soler-Adillon, J., Ferrer, J., and Parés, N. 2009. A novel approach to interactive playgrounds: the interactive slide project. 8th international Conference on interaction Design and Children. IDC '09.
- [24] Soloway, E. and Bielaczyc, K. 1994. Interactive learning environments: where they've come from and where they're going. Conference Companion on Human Factors in Computing Systems.
- [25] Tapscott, D. 1997 Growing Up Digital: the Rise of the Net Generation. McGraw-Hill, Inc.
- [26] Thimbleby W., Thimbleby H.: A novel gesture-based calculator and its design principles. 19th BCS HCI Conference (2005), vol. 2, British Computer Society, pp. 27--32.
- [27] Ullmer, B., and Ishii, H. 2001. Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. HCI in the New Millenium, John M. Carroll, Ed. 579--601.
- [28] Utani. <http://www.utani.org>
- [29] Zuckerman, O., Arida, S. and Resnick, M. 2005 , Extending tangible interfaces for education: Digital Montessori inspired manipulatives. CHI '05, ACM Press, 859-868.

Sistema de diálogo Mayordomo: Una aplicación multimodal de Inteligencia Ambiental para el hogar

G. Espejo, N. Ábalos, R. López-Cózar, Z. Callejas

Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos

CITIC-UGR

Universidad de Granada

18071 Granada

{gonzaep, nayade}@correo.ugr.es

{rlopezc, zoraida}@ugr.es

D. Griol

Dpto. de Informática

Universidad Carlos III de Madrid

28911 Madrid

dgriol@inf.uc3m.es

Resumen

Este artículo propone la implementación de un sistema de Inteligencia Ambiental (AmI) para controlar distintos electrodomésticos de un hogar. La interacción con los electrodomésticos se realiza a través de un sistema de diálogo multimodal, el cual permite interacción mediante habla y gráficos. Además de la funcionalidad básica de control de los electrodomésticos, el sistema *Mayordomo* incluye una serie de funcionalidades adicionales, por ejemplo, administración de usuarios y control parental. En el artículo describe la interacción persona-sistema, el proceso que sigue el sistema para el procesamiento de órdenes de los usuarios, y el proceso seguido para la generación de respuestas.

1. Introducción

La Inteligencia Ambiental (Ambient Intelligence; AmI) es un concepto planteado por el grupo ISTAG [11] que actualmente encuentra un gran desarrollo [3,4,10,15,16]. Se define AmI como una nueva área de investigación que persigue la creación de espacios habitables (denominados “entornos inteligentes”) donde los usuarios interactúen de manera natural e intuitiva con servicios computacionales que les faciliten la realización de sus tareas diarias, ya sean de ocio o de trabajo [8]. Se trata, pues, de una nueva forma de interacción persona-ordenador, donde los ambientes perciben, se adaptan y responden a la presencia de personas [17].

Los entornos de AmI muestran situaciones donde los individuos interactúan con dispositivos

tecnológicamente complejos, en ámbitos médicos [7, 18], en el hogar [13,19], en espacios públicos [6, 12] y en espacios de aprendizaje, como por ejemplo museos [21].

Los sistemas de AmI obtienen datos acerca de las condiciones de estos ambientes mediante sensores, y realizan cambios en dichos ambientes mediante actuadores. Así, por ejemplo, se puede procesar la petición de un usuario de encender la luz de una determinada habitación.

Adicionalmente, existen sistemas cuyas acciones se adelantan a las peticiones de los usuarios. Estos sistemas son denominados proactivos. Un ejemplo de este tipo de sistema es el que cambia automáticamente el hilo musical en función de los gustos del usuario.

Tras esta breve introducción, el resto del artículo está organizado de la siguiente forma. La sección 2 presenta el sistema de diálogo multimodal que estamos desarrollando, que hemos denominado *Mayordomo*. La sección describe las características de su interacción con los usuarios y con el entorno, así como sus posibilidades de administración. La sección 3 presenta las conclusiones y comenta algunas líneas de trabajo futuro.

2. Sistema de diálogo “Mayordomo”

Mayordomo es un sistema de diálogo multimodal en fase de desarrollo en nuestro laboratorio, cuya finalidad es centralizar el control de diversos electrodomésticos de una vivienda. El sistema es multimodal, pues proporciona varios métodos de interacción con los electrodomésticos. En concreto, el usuario puede usar habla espontánea,

o bien, una interfaz gráfica tradicional (basada en teclado y ratón).

Con objeto de incrementar la comodidad de los usuarios, consideramos que el sistema opera en un entorno de AmI. Su interacción con el entorno le permite determinar en qué habitación concreta de la vivienda se encuentra el usuario en un momento dado. Esta información es usada por el sistema para optimizar el diálogo con el usuario, lo que le permite evitar la generación de *prompts* innecesarios.

Por otra parte, el sistema permite el control parental de determinados electrodomésticos, que restringe la interacción con los mismos para determinados usuarios. El administrador del sistema tiene privilegios para realizar acciones especiales, por ejemplo, instalar y desinstalar electrodomésticos o gestionar el control parental. Además, el sistema lleva a cabo un registro de todas las acciones que se realizan dentro del entorno, así como del autor de las mismas.

Mayordomo puede funcionar en cualquier tipo de vivienda, es decir, con cualquier distribución de habitaciones. Además, puede interactuar con cualquier tipo de electrodomésticos, siempre y cuando el fabricante de éstos proporcione los ficheros de configuración necesarios. Un fichero de configuración contiene las características o atributos de un electrodoméstico, así como las acciones que pueden realizarse con él.

La instalación y desinstalación de electrodomésticos se puede realizar de forma dinámica, es decir, es posible añadir o eliminar electrodomésticos sin necesidad de reiniciar el sistema. Una vez instalado el electrodoméstico, el sistema puede interactuar con él exactamente igual que si hubiera estado disponible desde el momento de inicio.

2.1 Interacción oral

Para implementar la interacción oral el sistema usa el software *Windows Vista Speech Recognition*, que incluye tanto el motor de reconocimiento automático de habla (RAH) como el sintetizador de voz que permite realizar la conversión texto-habla (TTS, Text-To-Speech). *Windows Vista* incluye dos herramientas para programadores: *SAPI 5.3* (Speech API) y *System.Speech* (espacio de nombres de *.NET Framework 3.0*). En concreto, para implementar el

sistema hemos usado la herramienta *System.Speech*, ya que está orientada principalmente al uso de lenguajes de programación relacionados con *Microsoft .NET*. Esta herramienta proporciona una colección de clases que permite usar RAH (clases de *System.Speech.Recognition*) y TTS (clases de *System.Speech.Synthesis*).

Actualmente, la interacción con el sistema ha de hacerse en inglés, debido a una serie de problemas. El principal, una restricción del propio software de reconocimiento de habla: tanto el idioma de la versión del sistema operativo usada como el idioma del propio software de reconocimiento han de coincidir para poder hacer uso de dicho software. Es decir, para usar el software en castellano, se ha de tener tanto TTS como RAH en castellano, y a su vez, que el idioma del sistema operativo sea también castellano. Otro problema es que disponíamos de TTS en castellano, mientras que para el inglés no había problemas de disponibilidad.

Hemos decidido implementar el sistema *Mayordomo* sobre software de Microsoft con objeto de que el sistema pueda instalarse y emplearse de forma sencilla en cualquier hogar, pues los sistemas operativos de Microsoft son los más extendidos actualmente y los usuarios están más familiarizados con ellos.

2.1.1 Reconocimiento automático de habla (RAH)

Como se ha indicado anteriormente, cada electrodoméstico tiene asociado un fichero de configuración. Dicho fichero permite que el usuario pueda “hablar” con el electrodoméstico, pues contiene la gramática específica que se usa durante la fase de RAH. Dicha gramática está escrita en formato SRGS (*Speech Recognition Grammar Specification*), que es una especificación más concreta que XML (Extensible Markup Language) y ABNF (Augmented Backus-Naur Form).

A la hora de especificar las gramáticas para los diversos electrodomésticos de la vivienda, se pueden considerar tres estrategias. Tanto en la primera (que es la usada por el sistema) como en la segunda, las gramáticas permiten el reconocimiento de palabras clave. La diferencia principal entre ambas estrategias reside en la forma en que se realiza el reconocimiento. Según

la primera estrategia (ver Figura 1), la regla inicial de las gramáticas contiene a su vez cuatro subreglas: *order*, *sentence*, *request* y *palabras clave*. La subregla *palabras clave* contiene una lista con todas las palabras clave relacionadas con el uso de un determinado electrodoméstico. Por ejemplo, para la TV son palabras clave aquellas relacionadas con el lugar en que se encuentra el electrodoméstico (p. ej. living room, kitchen, etc.), la propiedad sobre la que se quiere actuar (p. ej. volume, channel, etc.), y la acción que se quiere realizar (p. e. switch on, turn off, etc.).

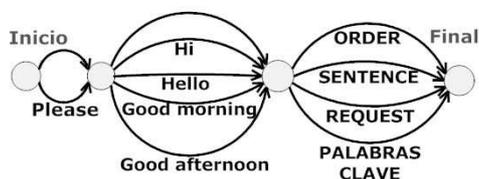


Figura 1: Regla inicial de las gramáticas incluyendo una subregla para reconocimiento de palabras clave

Esta estrategia es la más adecuada para los usuarios que no proporcionan toda la información requerida para ejecutar una determinada *acción* sobre un electrodoméstico (consultar la sección 2.1.2). Si faltan datos para poder realizar la acción, el gestor de diálogo del sistema solicita al usuario dichos datos. En ese momento el usuario tiene la opción de proporcionar tan solo el dato que falta, es decir, no necesita pronunciar la orden completa. La ventaja de esta estrategia es que la interacción resulta más cómoda para el usuario cuando las órdenes son complejas y largas. Por ejemplo, si a la hora de procesar la orden:

“Set the temperature of the washing machine of the laundry room to thirty degrees”

el sistema no entiende el dato correspondiente a la habitación en que se encuentra el electrodoméstico, entonces pregunta al usuario: *“Where?”*, y éste puede responder: *“In the laundry room”*.

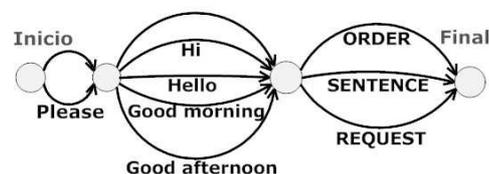


Figura 2: Regla inicial de las gramáticas sin la subregla para reconocer palabras clave

Usando la segunda estrategia para el RAH (ver Figura 2), las gramáticas también permiten reconocimiento de palabras clave. No obstante, en este caso no se usa la subregla *palabras clave* y se permite que todos los elementos de las subreglas *order*, *request* y *sentence* sean opcionales. De esta manera, se permiten combinaciones de todas las palabras, lo que provoca un mayor número de errores de RAH pues se permiten combinaciones incorrectas de palabras, como por ejemplo, *“Hello washing off hall”*.

Usando la tercera estrategia para el RAH la regla inicial de las gramáticas es la misma que en el caso de la segunda estrategia. Sin embargo, en este caso no se permite que haya elementos opcionales en las subreglas con objeto de intentar reconocer todas las palabras existentes en las frases. Como se explicó anteriormente, esta estrategia no es aconsejable cuando las frases son complejas y largas.

Las gramáticas se cargan en la memoria del sistema al inicio de la interacción, donde permanecen durante todo el diálogo para que el motor de reconocimiento pueda hacer uso de ellas.

2.1.2 Comprensión de habla

El proceso de comprensión de habla se basa en el concepto que denominamos *acción*. En nuestro dominio de aplicación, una acción está formada por cuatro tipos de datos: *habitación*, *electrodoméstico*, *atributo* y *valor* (ver Tabla 1). Usando estos cuatro elementos el sistema puede ejecutar una determinada orden sobre un electrodoméstico, o bien, proporcionar la información solicitada por el usuario.

Para implementar el proceso de comprensión de habla se utiliza un método que busca en la frase reconocida los cuatro tipos de datos del concepto *acción*. Para buscar el elemento *habitación*, el método trata de localizar en la frase cada uno de

los nombres de las habitaciones existentes en la vivienda. El sistema puede detectar que en lugar de referirse a una habitación concreta, el usuario se está referido a todas las habitaciones de la vivienda.

Para buscar el elemento *electrodoméstico*, el sistema procede de forma análoga, es decir, trata de localizar en la frase reconocida cada uno de los nombres de los electrodomésticos existentes en la vivienda. Además, dado que el usuario puede referirse a los electrodomésticos de manera abreviada (por ejemplo, “*music*” en vez de “*piped music*”), el sistema trata de localizar en la frase reconocida fragmentos de los nombres de estos electrodomésticos.

Habitación	Habitación donde se encuentra el electrodoméstico, y por tanto, sobre la que se realiza la acción. Esta información es necesaria para distinguir, por ejemplo, qué luces han sido encendidas.
Electrodoméstico	Electrodoméstico concreto sobre el que se realiza la acción.
Atributo	Característica específica del electrodoméstico que se ve afectada por la acción.
Valor	Valor proporcionado por el electrodoméstico tras realizarse la acción sobre él.

Tabla 1: Descripción de los campos del concepto acción.

Mayordomo también procede de forma análoga para buscar el elemento *atributo*, es decir, trata de localizar en la frase reconocida cada uno de los nombres de los atributos correspondientes a los electrodomésticos existentes en la vivienda. Si encuentra un atributo, comprueba si ha encontrado previamente algún electrodoméstico. Si no lo encuentra, asume que el usuario ha omitido el nombre del electrodoméstico, en cuyo caso, busca a qué electrodoméstico está asociado. Si el atributo corresponde a un electrodoméstico único en la vivienda, la acción se asocia a dicho electrodoméstico. En cambio, si el atributo se corresponde con varios electrodomésticos, como

en el caso del atributo *volumen*, que puede referirse tanto a la televisión como al hilo musical, el sistema pregunta al usuario a qué electrodoméstico se refiere.

Finalmente, el sistema usa el módulo *Reconocer Semántica* (ver Figura 3) para buscar el elemento *valor*, para lo cual trata de localizar en la frase reconocida cada uno de los nombres de los posibles valores de los atributos de los electrodomésticos existentes en la vivienda. Dado que algunos atributos son numéricos (están en el rango 0-10), el sistema trata de localizar números en ese rango dentro de la frase reconocida.

Por economía del lenguaje, hemos observado que los usuarios suelen pronunciar frases en las que se encuentran implícitos los atributos, y sólo se encuentra explicitado alguno de los valores de dichos atributos. Por ejemplo, en la frase: “*Switch on the lights*”, el atributo es “*State*”, pero éste no aparece en la frase. Para analizar estos casos, el sistema busca verbos para los cuales se sobreentienden *valores y/o atributos*.

Para determinar si el usuario está realizando una pregunta, o bien, comunicando el deseo de ejecutar una orden, se analiza la frase reconocida. Si en ésta se encuentra alguna palabra que comience con “*wh-*”, o alguna conjugación del verbo “*to be*” en presente, se asume que se trata de una pregunta. Más concretamente, si la palabra es “*what*” o “*which*”, se asume que el usuario está preguntando por el valor de algún atributo de un determinado electrodoméstico en una determinada habitación. Si la palabra es “*where*”, se asume que el usuario solicita información acerca del lugar donde algún electrodoméstico cumple determinadas condiciones.

2.1.3 Gestión del diálogo

Una vez finalizado el análisis de la frase, el gestor del diálogo debe decidir la siguiente respuesta que debe generar el sistema. En concreto, debe determinar si ha de proporcionar información al usuario, o bien, realizar una acción concreta sobre un determinado electrodoméstico. Para ello, comprueba si en la frase falta algún dato de los cuatro tipos de datos constitutivos del concepto *acción* mencionados anteriormente. Si no falta ninguno, en caso de ser una consulta, el gestor del diálogo realiza una llamada al módulo *Proporcionar Información*. Siempre que se realiza una acción, ésta queda registrada en un fichero de

traza, junto a la fecha y la hora. La Figura 3 presenta un esquema del proceso descrito.

En caso contrario, si se trata de una orden, se invoca al módulo *Realizar Acción*. Si falta algún dato, el gestor de diálogo decide que se genere la pregunta correspondiente para obtener del usuario dicho dato (ver Diálogo 1).

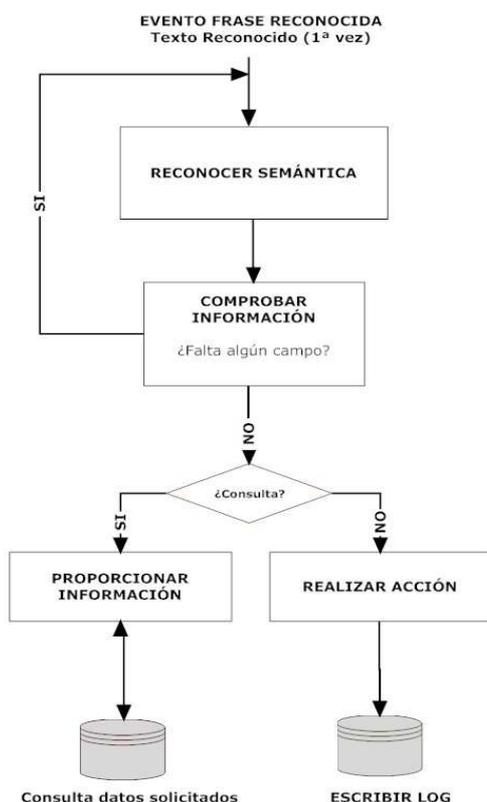


Figura 3: Esquema del proceso seguido por el gestor del diálogo.

Como se mencionó anteriormente, el módulo *Realizar Acción* es invocado si no falta información ni se trata de una consulta. Este módulo hace efectivos los cambios respecto a los cuatro tipos de datos comentados anteriormente (habitación, electrodoméstico, atributo y valor) pudiéndose aplicar a una habitación concreta o incluso a todas las habitaciones de la vivienda a la vez. Por ejemplo, si un usuario solicita encender la luz de la cocina, el campo habitación habrá sido rellenado con “kitchen”, el electrodoméstico con

“lights”, el atributo con “state” y el valor con “on”; y en las estructuras de datos relativas a las luces de la cocina se modifica el atributo “state” a “on”.

Para que el gestor del diálogo conozca las características de la vivienda en la que ha de interactuar, se utiliza un archivo de configuración que contiene una descripción genérica de la vivienda, incluyendo el número de habitaciones de la misma, así como el nombre de cada habitación. Estos nombres podrán ser reconocidos y comprendidos por los módulos de RAH y PLN, respectivamente.

User: Switch on the light!
System: What light? The ceiling lamp or the floor lamp?
User: Ceiling lamp.
System: You have changed to on the state of the ceiling lamp in the living room.

Diálogo 1: Ejemplo de omisión de un tipo de dato del concepto “acción”

En este archivo de configuración, cada habitación tiene asociada a su vez una lista con los distintos electrodomésticos que se encuentran instalados en la misma. Para cada electrodoméstico existe información acerca del nombre, que como en el caso de las habitaciones, es el nombre por el que se reconoce en el sistema de diálogo.

El archivo de configuración específico de cada electrodoméstico contiene información acerca de la funcionalidad del electrodoméstico. Se detallan en él una serie de atributos o características, así como los valores posibles para cada uno de los atributos. Por ejemplo, en el caso de la televisión, el sistema usa un archivo que contiene todos los atributos relacionados con este electrodoméstico, como *volumen* y *canal*, así como los valores posibles que pueden tomar estos atributos.

Disponer de diferentes archivos de configuración para los distintos electrodomésticos facilita la implementación y escalabilidad del sistema. En particular, y pensando en una posible futura utilización comercial, nuestro diseño tiene en cuenta que cada fabricante de electrodomésticos puede desarrollar diferentes modelos de un mismo electrodoméstico. Así, por ejemplo, nuestro sistema podría interactuar con

tipos diferentes de lavadoras en una misma habitación.

2.1.4 Generación de frases

Como se ha comentado en la sección anterior, el módulo de gestión del diálogo es el encargado de determinar la siguiente acción a realizar por el sistema. Existen dos posibilidades: respuesta oral para el usuario, o bien, acción sobre algún electrodoméstico. Por ejemplo, si el usuario ha formulado la pregunta: “*where are the lights on?*”, el sistema puede responder: “*The lights are on in the kitchen and in the living room*”. En cambio, si el usuario transmite una orden al sistema, el gestor del diálogo ejecuta la orden y seguidamente ordena la generación de un mensaje de confirmación. Por ejemplo, si la orden es: “*Turn up the volume of the T.V. in the living room*”, el sistema puede responder: “*You have changed to five the volume of the T.V. in the living room*”.

Para generar las respuestas, *Mayordomo* utiliza un conjunto de patrones que se instancian con unos valores u otros según el electrodoméstico, habitación, atributo y valor implicados. Por ejemplo, el patrón correspondiente al último ejemplo es el siguiente: “*You have changed to (valor) the (atributo) of the (electrodoméstico) in the (habitación)*”.

2.1.5 Síntesis de habla

El sistema utiliza la síntesis de habla mediante conversión texto-habla (Text-To-Speech, TTS) para comunicarse de forma oral con el usuario, utilizando como entrada las frases en formato de texto creadas por la fase de generación de frases. Por ejemplo, esta técnica se usa al inicio de la interacción para proporcionar un mensaje de bienvenida al usuario y solicitar su autenticación.

La síntesis de habla también se usa para solicitar al usuario que complete la información que falta con objeto de poder ejecutar una determinada orden. Una vez realizada ésta, el sistema informa al usuario acerca del cambio de estado en el electrodoméstico en cuestión. Para implementar la síntesis de habla, usamos el software *System.Speech.Synthesis*.

2.1.6 Ficheros de Configuración

En primer lugar hay que distinguir que en *Mayordomo* son precisos dos tipos de ficheros de configuración: uno especifica la distribución del hogar (conjunto de las habitaciones del mismo) y el otro indica cuales son las funcionalidades y características de los electrodomésticos.

- **Fichero de configuración hogar.cfg**

Como se ha comentado anteriormente, en este primer fichero de configuración se incluyen las distintas habitaciones de la casa, con los respectivos electrodomésticos que hay en cada una de ellas. Además, para cada electrodoméstico instalado se indica cuáles son sus archivos de configuración y cuáles los de gramática.

La estructura del archivo hogar.cfg es sencilla. En la primera línea se muestra el nombre del hogar. En la segunda se declaran el número de habitaciones totales que hay en la vivienda. A continuación, para cada habitación se indica el número de tipos diferentes de electrodomésticos y el número total de ellos. Una vez hecho esto, se estudia cada tipo de electrodoméstico. Primero se especifica el número de ese tipo de electrodoméstico que hay en una habitación y posteriormente se declara la ubicación de los ficheros de configuración y su correspondiente gramática de reconocimiento.

En el ejemplo de la figura 4 se muestra una parte del archivo hogar.cfg.

Hogar.cfg			
OUR HOME			
7			
LIVING ROOM			
3 3			
1	LIGHT	light.cfg	SRGSlight.xml
1	T V	tv.cfg	SRGStv.xml
1	PIPED MUSIC	piped_music.cfg	SRGSpiped_music.xml
KITCHEN			
2 2			
1	LIGHT	light.cfg	SRGSlight.xml
1	LAMP LIGHT	light.cfg	SRGSlight.xml

Figura 4: Ejemplo de archivo de configuración hogar.cfg

- **Ficheros de configuración de los electrodomésticos**

El segundo tipo de archivo es el específico de cada electrodoméstico. Este archivo tiene una estructura simple. En primer lugar, se indica el número de atributos o funcionalidades de que dispone el electrodoméstico. A continuación, se especifica el nombre con el que *Mayordomo* va a identificarlo. Por último, para cada funcionalidad se establece el tipo de atributo (numérico con valor 0 o enumerado con valor 1), el número de valores posibles (en caso de que sea enumerado, ya que si no entiende que el rango es [0, 10]), el estado actual, y, sólo para enumerados, cada uno de los posibles valores que puede tener. Por ejemplo, en la figura 5 se muestra un posible archivo (tv.cfg) de configuración para la televisión.

tv.cfg				
3				
T V				
STATE	1	2	0	OFF
				ON
CHANNEL	1	3	0	
				B_B_C_1
				B_B_C_2
				FOX
VOLUME	0	-1	5	

Figura 5: Ejemplo del archivo tv.cfg

- **Ficheros de Gramáticas**

Como se comentó anteriormente, las acciones a reconocer de cada uno de los electrodomésticos se incluyen en un fichero con extensión *.xml*, siguiendo la sintaxis de SRGS.

2.2 Interacción gráfica

Con el propósito de facilitar la interacción con los electrodomésticos a un amplio rango de usuarios potenciales, *Mayordomo* proporciona una interfaz gráfica que incluye una serie de botones. Esta interfaz (ver Figura 6) permite visualizar las distintas habitaciones de la vivienda. La interfaz permite seleccionar cualquier habitación para mostrar los distintos electrodomésticos instalados en la misma. Para representar cada electrodoméstico se usa una imagen de éste que varía según su estado. Además, se muestra en la

interfaz una lista con las distintas características o atributos del electrodoméstico. Una vez seleccionado el atributo que se desea modificar o consultar, aparecen en otra lista los distintos valores posibles para este atributo o característica. Para cambiar el estado del electrodoméstico basta elegir un nuevo valor.



Figura 6: Interfaz gráfica del sistema *Mayordomo*

La interfaz cuenta con una barra de estado y con un campo de texto en el que se muestra cada respuesta del sistema. Esta barra puede ser de gran utilidad en el caso de que se desee interactuar con el sistema en un lugar en que exista ruido, el cual puede impedir la correcta escucha de los mensajes orales generados mediante la técnica de conversión texto-habla (TTS).

La interfaz también proporciona un *prompt* de órdenes que permite dialogar con el sistema en formato de texto. Esta modalidad de interacción está pensada para posibles situaciones en las que el usuario interactúe en un entorno ruidoso que no aconseje usar la modalidad oral. El texto escrito en el *prompt* constituye la entrada del módulo de comprensión de habla descrito en la sección 2.1.2. En este caso, se consigue un mejor comportamiento del sistema dada la ausencia de errores de RAH.

2.3 Interacción con el entorno

La interacción entre *Mayordomo* y el entorno se realiza de forma transparente para el usuario, y tiene como finalidad lograr un comportamiento más inteligente del sistema. Esta interacción proporciona información acerca de la localización

del usuario en el entorno (constituido por las habitaciones de la vivienda). De esta manera, el sistema puede determinar en qué habitación se encuentra el usuario y adaptar convenientemente el diálogo para lograr que éste sea más eficiente. Por ejemplo, si el usuario se encuentra en una habitación en la que únicamente hay una lámpara, y pronuncia la orden: “*Switch off the light*”, *Mayordomo* no necesita preguntar a qué lámpara se refiere el usuario. En cambio, si en la habitación hay más de una luz, el sistema ha de determinar cuál es la lámpara referenciada por el usuario, como se muestra en el Diálogo 1.

Actualmente, la información de localización se obtiene de forma simulada, empleando un fichero de configuración adicional.

2.4 Administración del sistema

Con el objetivo de restringir el acceso y facilitar la administración de *Mayordomo*, cada usuario que pretende interactuar con el sistema debe identificarse mediante un nombre y una contraseña. El sistema permite diversos tipos de usuarios. Los usuarios de tipo básico sólo pueden interactuar con los electrodomésticos de la vivienda. Los usuarios de tipo Administrador tienen los mismos privilegios que los usuarios básicos, pero además poseen la capacidad de instalar y desinstalar electrodomésticos; añadir, modificar o eliminar usuarios; acceder al historial de acciones; y controlar las excepciones de uso de determinados usuarios con respecto a determinados electrodomésticos.

Para facilitar el control parental de determinados electrodomésticos, *Mayordomo* cuenta con un sistema de *excepciones*. Una excepción es una relación usuario-electrodoméstico, en la que la interacción del usuario con el electrodoméstico está restringida por el sistema. Así, por ejemplo, para prohibir el uso del horno por parte de un niño, basta indicar el nombre de niño y el del horno.

3. Conclusiones y trabajo futuro

La Inteligencia Ambiental (*Ambient Intelligence*, Aml) es un área de investigación cuyo desarrollo se ha incrementado notablemente en los últimos años. En este artículo se ha mostrado el estado actual de la implementación de un sistema de

diálogo multimodal, cuya finalidad es interactuar con distintos electrodomésticos en el entorno de Inteligencia Ambiental de una vivienda. La multimodalidad del sistema proporciona diversos métodos de interacción con los electrodomésticos (oral o gráfica). *Mayordomo* ha sido diseñado para ser escalable y soportar diversos tipos de electrodomésticos, lo cual se consigue mediante el uso de una serie de ficheros de configuración. El sistema distingue entre diversos tipos de usuarios, permitiendo determinadas funciones únicamente a Administradores. Asimismo, permite un control parental que excluye a determinados usuarios de una serie concreta de electrodomésticos. Describimos a continuación las principales líneas de trabajo futuro.

3.1 Mejora de los perfiles de usuario

Mayordomo almacena información referente a los usuarios que interactúan con el sistema, lo cual les aporta una serie de beneficios. De momento sólo se dispone de información sobre la capacidad que tiene el usuario para realizar o no determinadas tareas (por ejemplo, permiso para encender la televisión). Además, el sistema distingue entre tres tipos de usuarios en cuanto a uso de electrodomésticos y tareas de gestión (usuario básico, usuario avanzado y administrador). Una línea de trabajo futuro está relacionada con el uso de perfiles de usuario que almacenen información de cada usuario, como su edad, sexo y preferencias personales (por ejemplo, modos de interacción permitidos, idioma para la interacción, etc.). Esta información se obtendrá por medio de un formulario que el usuario rellenará de forma explícita la primera vez que use el sistema. Además, tenemos previsto que el sistema pueda obtener esta información de forma implícita, es decir, la pueda inferir automáticamente a través de su interacción con el usuario. Así, el sistema podrá recopilar cualquier tipo de información referente a los hábitos que tienen los usuarios en el hogar, por ejemplo, franjas horarias en las que ven la televisión o duermen. El beneficio de este mecanismo reside en que el sistema será capaz de adaptarse a cada usuario, mejorando su usabilidad e incrementando la comodidad de todos los usuarios.

3.2 Localización de usuarios a través de tarjetas RFID

Con el fin de facilitar la localización de los usuarios en la vivienda tenemos previsto usar dispositivos RFID (Radio Frequency Identificación) que sean capaces de detectar en qué habitación se encuentra el usuario. Para el repositorio y utilización de los datos se utilizará un *middleware* con arquitectura de pizarra que actuará a modo de capa intermedia entre los componentes software (el sistema *Mayordomo*) y el hardware (los dispositivos RFID) [1, 2, 9]. De esta manera, la comunicación entre los RFID y *Mayordomo* permitirá la utilización por parte del sistema de los datos obtenidos por los dispositivos RFID. Teniendo información acerca de la ubicación de los usuarios, y dada una frase pronunciada por uno de ellos, como por ejemplo *switch on the light*, *Mayordomo* sabrá exactamente a qué luces hace referencia el usuario, sin necesidad de consultarle.

3.3 Soporte multilingüe

Tenemos previsto que el sistema tenga capacidad de soportar varias lenguas y que no se restrinja sólo al inglés. Actualmente la interfaz se puede configurar para los idiomas castellano e inglés, pero el diálogo sólo se puede realizar en lengua inglesa. Otra línea de trabajo futuro es la relacionada con la creación de un módulo de traducción de la interfaz. Para ello tenemos previsto modificar la arquitectura de *Mayordomo* para que el idioma usado en la interfaz pueda ser especificado en un fichero de configuración.

3.4 Acceso telefónico y telemático al sistema

La conexión telefónica al sistema hará posible, por ejemplo, la comprobación de que todas las luces de la casa están apagadas. Este acceso deberá realizarse de forma autenticada, por ejemplo, mediante una contraseña que deberá proporcionarse a través del teclado numérico del teléfono. De la misma manera, tenemos previsto que la interacción con el sistema puede realizarse a través de Internet, usando para ello una interfaz gráfica muy similar a la actual de *Mayordomo* que permita interactuar con los diferentes electrodomésticos de la vivienda.

3.5 Avatar para el diálogo

Finalmente, tenemos previsto dotar al sistema de un agente animado, también llamado agente conversacional (ECAs, Embodied Conversational Agent) [5, 14, 20]. Dicho agente será mostrado en la interfaz gráfica del sistema representando a un ser humano, y será capaz de comunicarse con el usuario mediante voz, gestos corporales y expresiones faciales. El objetivo es lograr que el usuario tenga la sensación de que está conversando con otra persona y no con un ordenador, logrando así que la interacción sea lo más amigable posible.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio Español de Ciencia y Tecnología, bajo el proyecto TIN2007-64718 Hipermedia Adaptativo para la Atención a diferentes tipos de usuario en entornos de inteligencia ambiental.

Referencias

- [1] Alamán, X., Haya, P. y Montoro, G. (2001). El proyecto InterAct: Una arquitectura de pizarra para la implementación de Entornos Activos. Congreso de Interacción Persona-Ordenador (Interacción 2001). Salamanca. 16-18 mayo 2001, pp 72-73
- [2] Arroyo, R. F., Gea, M., Garrido, J. L., Haya, P. A. (2008): Development of Ambient Intelligence Systems Based on Collaborative Task Models. Journal of universal computer science 14(9): 1545-1559
- [3] Augusto, J. C. (2008): Ambient Intelligence: Basic Concepts and Applications. Series: Communications in Computer and Information Science, Vol. 10. Springer Verlag, pp 14-24
- [4] Augusto, J. C. y McCullagh, P. (2007) Ambient Intelligence: Concepts and Applications Int'l J. Computer Science and Information Systems, vol. 4, no. 1, pp. 1-28.5
- [5] Casell, J., Sullivan, J., Prevost, S., Churchill E (eds). Embodied Conversational Agents, Cambridge: MIT Press, 2000

- [6] Corchado, J. M., Pavón, J., Corchado, E., Castillo, L. F.: Development of CBR-BDI Agents: A Tourist Guide Application. *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 3155, pp. 547-559, 2004
- [7] Corchado, J. M.; Bajo, J.; de Paz, Y.; Tapia, D. I.: Intelligent environment for monitoring Alzheimer patients, agent technology for health care. *Decision Support Systems*, 44, pp. 382–396, 2008
- [8] Corrales, J.A.; Torres, F.; Candelas, F.A. (2006) Tecnologías en la Inteligencia Ambiental, *Proceedings de las XXVII Jornadas de Automática*, pp. 326–332.
- [9] García-Herranz, M., Haya, P., Esquivel, A., Montoro G., y Alamán X. (2008) Easing the Smart Home: Semi-automatic Adaptation in Perceptive Environments, *Journal of universal computer science*, 14,9: 1529-1544
- [10] Haya, P. A., Montoro, G., Alamán, X. (2004): A Prototype of a Context-Based Architecture for Intelligent Home Environments. *CoopIS/DOA/ODBASE* (1): 477-491
- [11] IST Advisory Group (2001). The european union report, scenarios for ambient intelligence in 2010.
- [12] Pavón, J.; Corchado, J. M.; Gomez, J. J. ; Castillo, L. F.: Mobile Tourist Guide Services with Software Agents. *Lecture Notes in Computer Science* 3284, pp. 322-330, 2004
- [13] Pérez-Castrejón, E.; Andrés-Gutiérrez, J. J.: AAL and the Mainstream of Digital Home. *Lecture Notes in Computer Science* 5517, pp. 1070–1082, 2009
- [14] Prendinger, H., , Ishizuka, M. (2004). Life-like characters: tools, affective functions, and applications. Springer-Verlag
- [15] Ramos, C., Augusto, J. C., Shapiro, D. (2008): Ambient Intelligence – The next step for Artificial Intelligence. *IEEE Intelligent Systems* 23 (2) (March/April 2008) pp 15 – 18
- [16] Remagnino, P. y Foresti, G. L. (2005) Ambient Intelligence: A New Multidisciplinary Paradigm. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 35(1), pp. 1-6, Jan. 2005.
- [17] Susperregi, L., Maurtua, I., Tubío, C., Pérez, M. A., Segovia, I., Sierra, B., (2004) Una arquitectura multiagente para un Laboratorio de Inteligencia Ambiental en Fabricación, Taller DESMA'04 (Desarrollo de Sistemas Multiagente), IX Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos.
- [18] Tapia, D. I.; Corchado, J. M.: An Ambient Intelligence Based Multi-Agent System for Alzheimer Health Care. *International Journal of Ambient Computing and Intelligence*, 1(1), pp. 15-26, 2008
- [19] The Ambient Assisted Living (AAL) Joint Programme: <http://www.aal-europe.eu/>
- [20] Wahlster, W. , Reithinger, N., Blocher, A. (2001) SmartKom: Towards Multimodal Dialogues with Anthropomorphic Interface Agents in G. Wolf and G. Klein (Eds.) *Proceedings of International Status Conference 'Human-Computer Interaction'*, DLR, Berlin, Germany, October, pp. 23-34
- [21] Wakkary, R.; D. Evernden, Museum As Ecology: A Case Study Analysis Of An Ambient Intelligent Museum Guide, in J. Trant and D. Bearman (eds.). *Museums and the Web 2005: Proceedings*, Toronto: Archives & Museum Informatics, published March 31, 2005

Interacción gestual sobre superficies horizontales multi-contacto para un control natural

Pablo Llinás
Ambient
Intelligence
Laboratory
Univ. Autónoma de
Madrid
pablo.llinas@uam.es

Germán Montoro
Ambient Intelligence
Laboratory
Univ. Autónoma de
Madrid
german.montoro@uam.es

Pablo Haya
Ambient
Intelligence
Laboratory
Univ. Autónoma de
Madrid
pablo.haya@uam.es

Manuel García-
Herranz
Ambient Intelligence
Laboratory
Univ. Autónoma de Madrid
manuel.garciaherranz@uam.es

Xavier Alamán
Ambient Intelligence
Laboratory
Univ. Autónoma de
Madrid
xavier.alaman@uam.es

Resumen

La interacción multi-táctil con interfaces de usuario está integrándose con rapidez en muchos de los sistemas que usamos a diario, permitiendo la manipulación de elementos virtuales mediante gestos que aumentan la potencia y sencillez de interacción persona-ordenador. Este artículo estudia las grandes superficies multi-contacto, y las acciones que desencadenan gestos, analizando su comprensión, dificultad y similitud metafórica con objetos físicos. Mediante el uso del juego de habilidad gestual, Gesture Hero, se evalúa la eficiencia contrastada de un grupo de usuarios con distintos niveles de manejo de superficies multi-contacto. Estos datos nos permiten exponer conclusiones acerca del uso de estas superficies.

1. Introducción

Los periféricos e interfaces visuales que usamos en la Interacción Persona-Ordenador están actualmente evolucionando con rapidez. En los últimos años se han introducido al mercado productos como el Google Nexus One¹, Apple iPod Touch², iPhone³ e iPad⁴, Microsoft Surface⁵, etc. (Figura 1).

Permiten una mayor capacidad de expresión del usuario, respecto a los periféricos convencionales, para manejar la interfaz de

usuario que a su vez está diseñada con nuevas formas de interacción en mente. Muchos de estos dispositivos comienzan a integrar manipulación táctil sobre la propia pantalla, lo cual es un aspecto sobre el que profundiza este artículo.



Figura 1. Dispositivos con interfaces de nueva generación.

El problema ante el cual se enfrenta un programador a la hora de hacer una aplicación para este tipo de dispositivos es qué conjunto de gestos utilizar, y para qué tipo de interacción. Este artículo expone un trabajo cuya finalidad es la de obtener datos contrastados acerca de la dificultad de uso y curva de aprendizaje para diferentes gestos de los más utilizados en grandes superficies multi-contacto.

2. Objetivos e hipótesis de partida

Existen dos objetivos, a modo de declaración de intenciones, para el estudio llevado a cabo en este artículo.

¹ <http://www.google.com/phone/>

² <http://www.apple.com/ipodtouch/>

³ <http://www.apple.com/iphone/>

⁴ <http://www.apple.com/ipad/>

⁵ <http://www.microsoft.com/surface/>

En primer lugar, se quiere aumentar la capacidad de interacción y mejorar la experiencia del usuario, ofreciendo más información útil y suprimiendo trabas que no lo son. Esta mayor eficiencia y facilidad proviene de la inclusión de normas de usabilidad desde fases tempranas del diseño del software [4][6].

Los resultados de la unión entre los métodos de usabilidad y las nuevas formas de interacción son:

1. Un acceso más inmediato a las funciones más utilizadas.
2. Una ampliación de los modos de expresión reconocibles por el sistema y por tanto de la libertad de expresión del usuario.
3. Una mejor comprensión del entorno del usuario para incluirla como entrada adicional de datos y así reducir la carga de información explícita requerida al usuario.

Por otro lado, se busca ampliar el perfil de usuario apto para el manejo de superficies multi-contacto, eliminando dificultades que existen para algunas personas al usar periféricos clásicos. Si se consigue una forma de realizar ciertas tareas sin exigir una formación previa, estaremos ganando en número y satisfacción de usuarios.



Figura 2. Dispositivos de interacción táctil en una casa inteligente.

2.1. Interfaces adaptativas

Un concepto importante a la hora de desarrollar interfaces de usuario es que no existe una única manera óptima para realizar tareas. Al contrario, cada contexto y circunstancia requieren el uso de uno u otro método de interacción de manera conveniente. El contexto y entorno de uso nos restringe el modo de interacción y nos condiciona

en cuanto a la funcionalidad que podemos obtener.

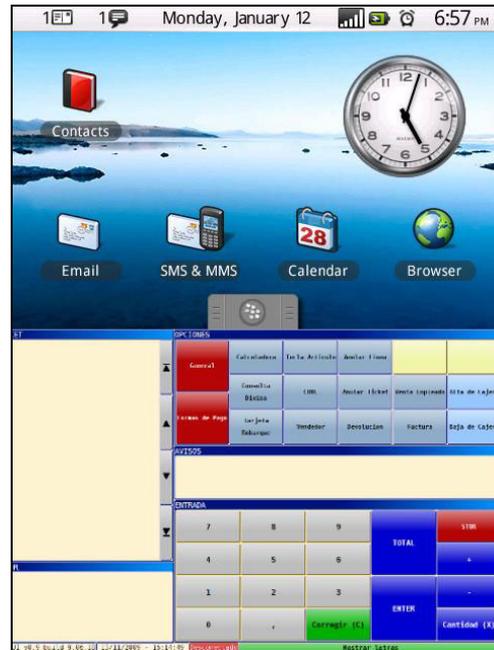


Figura 3. Las diferencias estéticas entre una interfaz de teléfono móvil (arriba) y una aplicación de punto de venta (abajo) son evidentes.

Debido a la necesidad de tener en cuenta el entorno de uso, la interfaz de usuario debe estar adaptada para un contexto determinado, teniendo en cuenta las posibilidades del usuario en cada caso. La consecuencia de esta pluralidad de modos de interacción, y de la integración de dispositivos interactivos a nuestro entorno es la Computación Ubicua [8]. Muchas de las nuevas formas de interacción, se basan en este paradigma para decidir el grado de funcionalidad y las capacidades a implementar. Por ejemplo, en la Figura 2 podemos observar un panel luminoso en el suelo y una mesa multi-contacto en el salón, y un espejo táctil en el baño. En cada caso se muestra una interfaz visual dependiente de la localización y modo de uso.

En dispositivos de uso cotidiano podemos encontrar más ejemplos de interfaces de usuario adaptadas. Los teléfonos móviles de última generación incluyen interfaces gráficas atractivas, diseñadas para que el uso puntual resulte en una

experiencia agradable. Su diseño no está necesariamente optimizado para la eficiencia en el uso: una transición decorativa se prefiere antes que una respuesta instantánea. Lo contrario sucede en la interfaz gráfica de una máquina expendedora de billetes de metro, que se centra a la simplicidad y claridad de la funcionalidad para minimizar el error durante su uso (Figura 3).

2.2. Deducciones iniciales

De las nuevas posibilidades que nos ofrecen los dispositivos e interfaces emergentes, se desprenden algunas ideas a tener en cuenta a la hora de diseñar nuevas aplicaciones. En primer lugar, como desarrolladores, tendremos mucha más información acerca de las intenciones y el contexto del usuario para usar como entrada a la aplicación. Esto se traduce en una mayor potencia de percepción, y cómo usarlo es decisión nuestra.

El camino a seguir, si analizamos los productos con mayor éxito en los últimos años, es el de la eficiencia y simplicidad, y no el de la complejidad. Un gran referente en este sentido es la vídeo-consola Nintendo Wii⁶. Su novedoso mando eliminó mucha complejidad en cuanto a combinación de botones, manteniendo apenas unos pocos. Su principal fuente de entrada de datos es el movimiento del propio mando por parte del usuario. La simplificación de uso y el hecho de que resultase muy intuitivo de usar ha provocado un gran volumen de ventas, convirtiéndose en una de las vídeo-consolas más vendidas de los últimos años.

2.3. Objetivo principal

No cabe duda que un usuario bien formado puede obtener un mayor rendimiento en un sistema con una alta complejidad funcional, pero debemos recordar que la gran mayoría de usuarios para aplicaciones de carácter general no son, ni mucho menos, expertos en aplicaciones informáticas. Por tanto, debemos usar la información añadida que nos ofrecen los nuevos sistemas para aligerar la carga de trabajo del usuario, y obtener la información necesaria con un mínimo de datos explícitos.

⁶ <http://www.nintendo.com/wii>

Para explorar mecanismos que logren los objetivos descritos, se ha diseñado una aplicación de habilidad gestual como base para un estudio práctico con usuarios. De los experimentos se ha extraído la evolución observada, dificultades encontradas y otros datos relevantes acerca del uso de grandes superficies multi-contacto mediante gestos.

3. Superficies multi-contacto

Las superficies multi-contacto se han implementado en un gran número de piezas de mobiliario doméstico y de oficina: paredes, mesas, espejos, suelos, etc. (Figura 2) Para este artículo, el interés se centra en la mesa multi-contacto. Actualmente, en el laboratorio AmILab⁷ de la Universidad Autónoma de Madrid disponemos de una mesa multi-contacto experimental para investigar en este área (Figura 4).



Figura 4. Mesa multi-contacto experimental en AmILab.

La mesa multi-contacto presenta una interfaz visual en su superficie, y permite su manejo mediante el contacto con nuestros dedos. Incluye en su interior un proyector, una cámara de vídeo y una fuente de luz infrarroja⁸. Puede interpretar múltiples dedos aplicados simultáneamente, permitiendo la interpretación de gestos y pudiéndose usar por parte de varias personas a la vez.

⁷ Ambient Intelligence Laboratory, UAM-Indra.

⁸ Aunque existen configuraciones de mesas multi-contacto con otro espectro de luz, la más usada es la luz infrarroja.

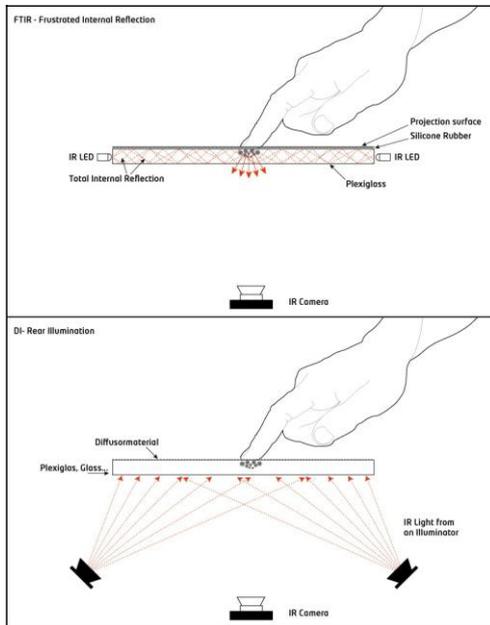


Figura 5. Esquema de las configuraciones FTIR (arriba) y DI (abajo) para mesas multi-contacto.

En cuanto a la tecnología usada en el hardware de las mesas multi-contacto existen dos configuraciones principales de la fuente de luz que ilumina los dedos posados en su superficie. La primera configuración se denomina FTIR (Frustrated Total Internal Reflection), y la fuente de luz se dispone en modo de cordón de LEDs alrededor del borde de la superficie de la mesa.

La otra configuración más común se denomina DI (Diffused Illumination), y la fuente de luz infrarroja se sitúa en la parte inferior de la mesa, a la altura del proyector. Esta configuración tiene el problema de ser más inestable respecto a las condiciones de luz del exterior, y no tiene una gran precisión para detectar el momento exacto en el que un dedo hace contacto con la mesa. Sin embargo, esta tecnología permite el uso de etiquetas fiduciales [1] para identificar objetos tangibles. Un esquema de ambas tecnologías se puede observar en la Figura 5.

En el ámbito de las superficies multi-contacto, existe una gran variedad de proyectos y comunidades *online* en las que obtener información útil para su construcción y

configuración. Algunos referentes en el terreno son:

- Microsoft Surface⁹
Una mesa multi-contacto de carácter propietario. Incluye un SDK también propietario para el desarrollo de aplicaciones compatibles.
- c-base MultiTouchConsole
Una mesa multi-contacto basada en la librería de código abierto libav¹⁰.

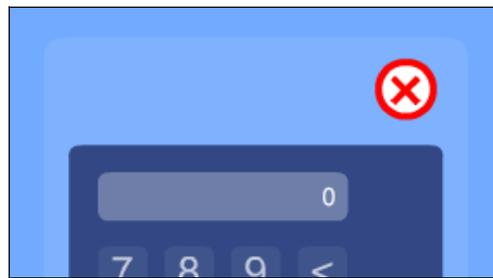


Figura 6. Una calculadora en la que se observa la cruz roja para cerrar la aplicación.

- Reactable
Una superficie multi-contacto especializada en la identificación de objetos fiduciales asociados a elementos musicales.
- NUI Group¹¹
Representa una de las comunidades más activas en temas de interacción multi-contacto. Colaboran en la creación de técnicas de código libre para percepción sensorial orientada a aplicaciones educativas y artísticas.
Entre el trabajo producido destacan los proyectos Community Core Vision¹², TouchLib¹³ y OpenTouch¹⁴.

⁹ <http://www.aboutmicrosoftsurface.com/>

¹⁰ <http://www.libav.de>

¹¹ Natural User Interface Group.

¹² <http://www.nuicode.com/projects/tbeta>

¹³ <http://www.nuigroup.com/touchlib/>

¹⁴ <http://www.opentouch.info>

- Diamond Touch¹⁵

Una mesa multi-usuario y multi-contacto, manipulable mediante las manos y enfocado a la colaboración de grupo. Se puede interactuar simultáneamente al estar preparada para detectar, mediante sensores, la pertenencia de cada dedo sobre la superficie.

3.1. Manipulación directa

La interacción en este tipo de superficies multi-contacto se basa en la idea de manipulación directa con las manos.

La manipulación directa con nuestras manos sobre la interfaz gráfica representa un nuevo modo de uso directo distinto al control indirecto mediante periféricos tradicionales: ratón y teclado. Se trata de una manipulación que permite una mayor libertad de expresión. Permite usar un número distinto de dedos para dibujar diferentes gestos sobre la mesa. Con sólo un dedo podemos recrear prácticamente todas las acciones que se nos posibilita con un ratón convencional: arrastrar, hacer clic, doble-clic, etc. Aun así, la verdadera potencia proviene de la utilización de más de un dedo para expresar las acciones que deseamos.

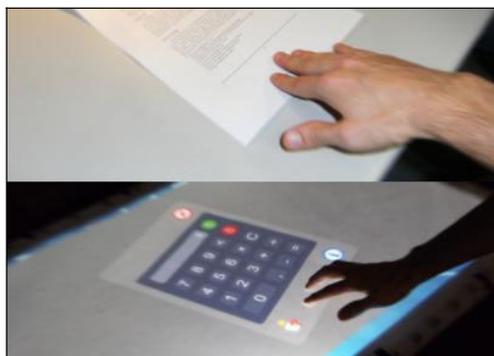


Figura 7. El mismo gesto se puede usar con objetos reales (arriba) y con objetos virtuales (abajo).

Aplicando dos dedos sobre un objeto y a continuación separándolos genera el gesto de *agrandar*. Aplicando toda la mano sobre una aplicación y a continuación contrayendo los dedos hacia el interior imita el gesto de arrugar un papel,

y puede sugerir la acción de *cerrar* por lo que la aplicación se cerraría.

Como vimos en el apartado anterior, la única meta no es sólo expandir las posibilidades, sino facilitar el modo de uso de las interfaces de usuario, de forma que más gente se vea capacitada a usarlas. En el caso de la mesa multi-contacto, la eliminación de periféricos intermedios entre el usuario y la interfaz ya es una gran barrera superada. Nadie dudará con qué botón del ratón pulsar un icono, sino que intuitivamente pulsarán el icono con el dedo; o qué ventana se cerrará al pulsar “Alt+F4”, pues usarán el gesto de cerrar, o pulsarán con el dedo en la cruz roja en la parte superior derecha de la aplicación (Figura 6) [3].

Una de las ventajas de la manipulación directa de interfaces es que muchos de los gestos que usamos nos resultan intuitivos. El mérito lo tiene (o lo debería tener) la propia interfaz gráfica, cuyo diseño debe implementar similitudes y metáforas de manipulación de objetos del mundo real. Para girar una hoja de papel que tenemos sobre nuestra mesa, usaremos los dedos en un movimiento rotatorio sobre el papel. De la misma forma, para rotar una aplicación de la mesa multi-contacto, efectuaremos el mismo gesto con nuestra mano (Figura 7).

3.2. Frameworks de desarrollo multi-contacto

Para gestionar la entrada de información y la interacción de los usuarios con las aplicaciones de las superficies multi-contacto se requiere una capa de gestión de eventos del usuario. Esta capa se aplica a modo de *framework* de desarrollo para las aplicaciones. Una de las funciones que integran algunos de estos *frameworks* es la interpretación de gestos a partir de los eventos generados por la manipulación mediante los dedos.

A continuación se hace un breve resumen de los *frameworks* más relevantes:

- reacTIVision [5]

Es un *framework* de código libre y multi-plataforma especializado en identificar códigos fiduciales para su uso como parte de los datos de entrada de aplicaciones multi-contacto. Su foco son las aplicaciones de manejo mediante objetos tangibles.

¹⁵ <http://www.merl.com/projects/DiamondTouch/>

- Libavg¹⁶

Es una plataforma multimedia con soporte para seguimiento de objetos mediante el uso de cámaras. Es la única librería conocida que soporta nativamente el reconocimiento no sólo de dedos, sino de manos. Usa el protocolo TUIO¹⁷ para la comunicación entre el *driver* de seguimiento de dedos y manos y las aplicaciones de interfaz de usuario creadas usando este *framework*.

- Multi-Touch lib T-Labs¹⁸

Es una librería de licencia pública desarrollada por Deutsche Telekom Laboratories. Incluye una serie de rutinas de manipulación de objetos virtuales que permiten realizar transformaciones de posición, rotación y escala de forma sencilla. Es capaz de emitir eventos mediante el protocolo TUIO para aplicaciones compatibles.

- TouchLib¹⁹

Se trata de uno de los primeros proyectos del NUI Group. Proporciona un proceso básico de *blobs* (puntos de sombra/iluminación que generan los dedos al hacer contacto con las superficies multi-contacto, y que son captados por la cámara del sistema) para sistemas basados en tecnología FTIR y DI.

- VVVV²⁰

Es un *toolkit* para desarrollo rápido de prototipos que hace uso de la programación visual para asociar *blobs* captados con varios métodos de visualización. Es especialmente adecuado para grandes entornos multimedia con interfaces físicas, gráficos en tiempo real y múltiples usuarios.

- FLING²¹

Es un *framework* creado en el AmILab de la Universidad Autónoma de Madrid para el desarrollo de aplicaciones multi-contacto usando Adobe Flash, Adobe Air o Adobe Flex.

Proporciona eventos singulares de puntos de luz sobre la mesa, así como eventos de gestos

generados mediante una capa de interpretación. Su estructura modular está enfocada a la inclusión de múltiples métodos de interacción para que las aplicaciones resultantes puedan ser manipuladas independientemente del contexto. Implementa el reconocimiento de gestos con múltiples dedos, un tapete virtual para la co-existencia de varias aplicaciones usadas por varios usuarios simultáneamente, y reconoce objetos tangibles mediante el uso de etiquetas fiduciales.

4. Metáforas y diseño visual multi-contacto

Los modos de interacción con este tipo de superficie son muy extensos. Mike Wu [9] describe formas de interactuar mediante el uso de dedos y manos, realizando gestos y movimientos prediseñados para aumentar las posibilidades disponibles de manipulación de la interfaz gráfica.

Se pueden dividir las formas de interacción según la parte de la mano que se usa. Muchos han sido observados en las aplicaciones multi-contacto existentes, mientras que otras son de contribución propia.

4.1. Gestos con un dedo

La mayoría de los gestos que se realizan con un dedo se pueden equiparar a los que realizamos usando el ratón convencional. Pulsando con un dedo sobre un elemento lo selecciona; arrastrando el dedo sobre el objeto lo desplaza; una doble pulsación sobre un elemento lo activa o lo abre.

Algunas de las metáforas usadas sobre documentos virtuales se desprenden del uso de papeles físicos sobre una mesa, como describe Besacier [2] en su artículo sobre metáforas basadas en el uso de hojas de papel, describen las metáforas de las *ranuras* (buzones) y el *pelado* (rotura o volteado).

También existen gestos que usan metáforas más avanzadas. Por ejemplo es el caso de *lanzar* y *atrapar*. En una mesa multi-contacto de dimensiones suficientemente grandes, varios usuarios pueden hacer uso de un fragmento de la misma como área de trabajo. Existe aquí el problema de la distancia a la hora de mover objetos o documentos de un usuario a otro. Para enviar un elemento a un objeto distante, se realiza un gesto de lanzar que equivale a un movimiento

¹⁶ <http://www.libavg.de>

¹⁷ <http://www.tuio.org>

¹⁸ <http://code.google.com/p/multitouch>

¹⁹ <http://www.nuigroup.com/touchlib>

²⁰ <http://vvvv.org/tiki-index.php>

²¹ Flash Library for Interpreting Natural Gestures.

rápido en la dirección del usuario destino. Al detectarse este gesto, el elemento será enviado automáticamente hasta el usuario destino, deteniéndose o quedando atrapado en su área de trabajo. Estos gestos hacen uso de la metáfora de la inercia física de objetos en el mundo real.

Otro gesto es el de rodear una serie de elementos (iconos, documentos, aplicaciones) para seleccionarlos. Una vez seleccionados podremos manipularlos de manera conjunta, ahorrando tiempo. Esta acción nos recuerda a la metáfora de reunir o recolectar que usaríamos para manipular varios objetos físicos a la vez. Si por ejemplo tenemos un montón de canicas, ahorraremos tiempo cogiéndolas de golpe con las manos en vez de cogiéndolas una a una.

Una forma de agrupar elementos de forma similar a la anterior pero de forma permanente sería mediante el uso de una grapadora virtual. Se puede usar un objeto tangible etiquetado como la grapadora que se aplica sobre los elementos que se desean agrupar. Al aplicar la grapadora sobre estos elementos, quedarán asociados mutuamente, de forma que siempre que cualquiera de ellos se manipule, se manipulará todo el conjunto de elementos grapados.

4.2. Gestos con dos o más dedos

Con los gestos que involucran dos o más dedos se empieza a ganar en potencia y funcionalidad. Un segundo dedo sobre un objeto seleccionado inicia la acción de rotar y redimensionar. Se calcula en tiempo real la variación en el ángulo y distancia entre los dos dedos para modificar de forma análoga el elemento visual seleccionado, como sugiere Rekimoto [7]. Wu [9] propone mantener la acción de rotación incluso después de levantar el primer dedo de la mesa, otorgando una mayor movilidad al usuario para ajustar la acción.

Se pueden usar más de dos dedos para realizar gestos de transformación global de elementos visuales. Calculando la posición y orientación relativas de la mano a la que pertenecen un grupo de dedos, se pueden trasladar los movimientos efectuados al objeto activo. Si por ejemplo posamos todos los dedos de la mano sobre un documento de texto y rotamos la muñeca, el documento rotará respecto al centro de la mano, de forma similar que con los gestos de dos dedos.

Cuantos más dedos se involucran en los gestos, más abstraemos la acción a realizar de las señales específicas. En un gesto con todos los dedos de la mano, no es especialmente importante la distancia relativa entre los dedos, sino la posición general de la mano. Si avanzamos un paso más en la abstracción, podemos incluso tener en cuenta la posición de los usuarios según la posición de sus manos, con una correcta asociación de manos y usuarios. Esto nos puede permitir informar a las aplicaciones de qué usuario es el que realiza las interacciones, lo cual puede modificar la respuesta proporcionada.

4.3. Gestos con los laterales y palma de la mano

Además de la utilización de dedos, Wu [9] especifica una serie de gestos efectuados mediante el posicionamiento de los laterales de las manos, en distintas posturas, para efectuar acciones especiales.

Por ejemplo, poniendo las manos de canto y en ángulo recto alrededor de una serie de elementos y juntándolas recrea la acción de agrupar o amontonar.

5. Gesture Hero - Juego de habilidad

Como demostrador práctico para este estudio, se ha querido reunir la información recopilada y usarla para la creación de un sencillo juego que ponga en uso algunos de los elementos estudiados.

Se trata de *Gesture Hero* (Figura 8), un juego de habilidad en el que el usuario debe interactuar con diferentes objetos visuales de forma específica a cada uno, siguiendo un ritmo marcado. Está orientado para ser ejecutado en una mesa multi-contacto (Figura 11) de tipo FTIR, pues los gestos a realizar son típicos de grandes superficies horizontales de interacción con las manos. Aun así, al haber sido desarrollado usando el framework FLING, permite su uso mediante otros periféricos como el teclado y ratón convencionales.

El concepto proviene del juego de habilidad *BopIt*²², que tiene una mecánica similar, pero su manipulación es mediante accionadores físicos.

²² <http://www.playbopit.com>

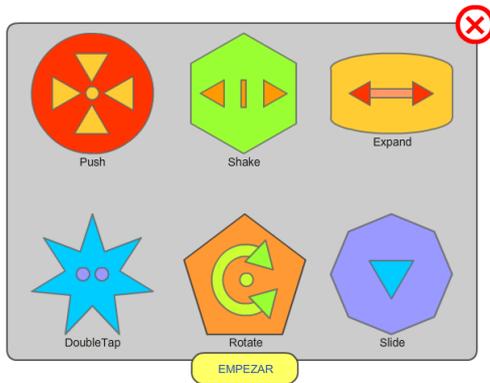


Figura 8. Pantalla principal de Gesture Hero.

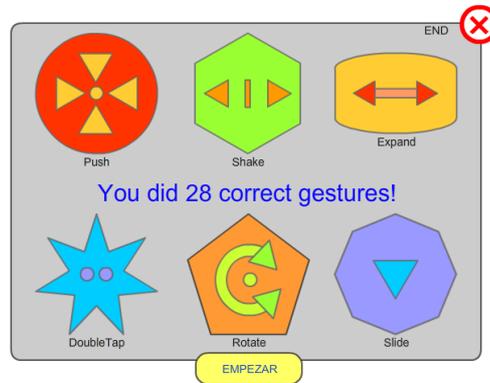


Figura 10. Pantalla final de Gesture Hero.

El mecanismo de *Gesture Hero* es sencillo²³: en el centro de la aplicación se indica el siguiente gesto a realizar. El usuario deberá identificar el elemento visual asociado a dicho gesto, y efectuar el gesto en cuestión (Figura 9). Si lo hace correctamente, la aplicación mostrará de forma aleatoria el siguiente gesto a realizar.

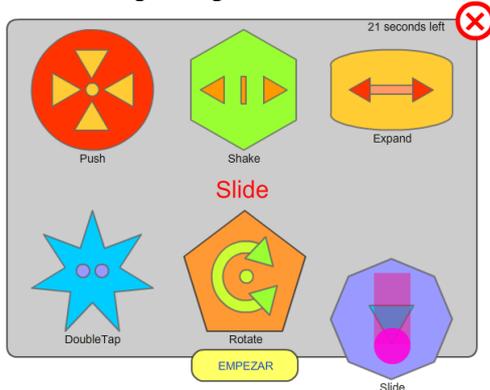


Figura 9. Gesto con un dedo realizado sobre el objeto *Slide* (Deslizar).

El objetivo es realizar el mayor número de gestos de forma correcta en el tiempo dado (arbitrariamente se usan 45 segundos). Al final se le indica al usuario el número de gestos correctamente efectuados (Figura 10).

5.1. Diseño de la interfaz de usuario y componentes

El juego se compone de una serie de elementos interactivos sobre los cuales el usuario deberá realizar un gesto adecuado (Tabla 1). Para el diseño de estos elementos interactivos, así como del resto de la aplicación se han tenido en cuenta varios aspectos que se pueden considerar relacionados con la usabilidad, así como metáforas del mundo real.

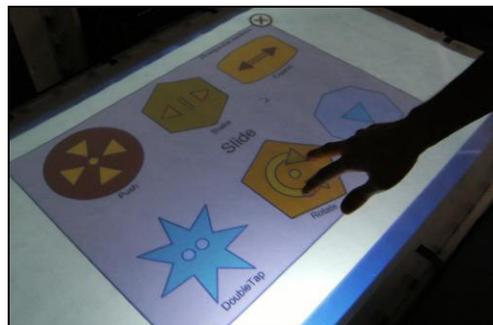


Figura 11. Gesture Hero corriendo en una mesa multi-contacto.

- Público objetivo

Al tratarse de una aplicación de carácter lúdico para el usuario permite su utilización con personas de diversos rangos de edad y conocimiento técnico. Por tanto, la única restricción es poder comprender el manejo básico del juego, pero no existen restricciones de edad ni experiencia.

²³ http://www.youtube.com/watch?v=vjenf_mINJs

- Aspectos estéticos

Al ser un juego, los elementos visuales se han destacado de forma notable, usando colores vivos y textos de gran tamaño. El objetivo no es la riqueza informativa, sino la inmediatez de los mensajes, y la fácil accesibilidad a todas las opciones. Por tanto se ha optado por hacer los elementos visuales interactivos de grandes dimensiones, y los textos breves, grandes y de colores llamativos.

- Gestos usados

Existen 6 elementos interactivos con los que el usuario debe jugar. En la Tabla 1 se especifican las acciones asociadas a cada uno de los elementos, así como el gesto para realizarlas.

Objeto	Acción	Gesto
Push	Seleccionar	Pulsar
Shake	Agitar	Posar 1 dedo + desplazar horizontalmente hacia ambos lados
Expand	Agrandar	Posar 2 dedos + separar
DoubleTap	Activar	Doble pulsado
Rotate	Rotar	Posar 2 dedos + rotar
Slide	Deslizar	Posar 1 dedo + arrastrar hacia abajo

Tabla 1. Acciones asociadas a cada elemento interactivo del juego Gesture Hero.

5.2. Objetivo de la aplicación

El objetivo de la aplicación consiste en analizar la dificultad que tienen los usuarios para efectuar los distintos gestos requeridos. Un mayor número de gestos conseguidos tras el tiempo disponible significará una mayor habilidad de uso.

Se realizaron dos rondas del juego con individuos de distinto sexo, edad, ocupación, y experiencia con mesas multi-contacto. Una primera ronda a modo de toma de contacto, y una segunda para obtener resultados.

5.3. Perfil de los usuarios

Tomaron parte en el experimento 17 sujetos, 13 varones y 4 mujeres. Las edades están comprendidas entre los 23 y 35 años. Más de un 88% de los sujetos tienen estudios superiores, y todos usan el PC más de una vez por semana.

5.4. Resultados

Los usuarios de las pruebas se dividieron según el nivel de experiencia de uso con superficies multi-contacto. Se ha obtenido una alta correlación entre esta experiencia de uso y el número de gestos correctamente efectuados en el juego *Gesture Hero*, $r(14) = 0,82$; $p < 0,001$. Así podemos concluir que la clasificación por experiencia de uso asignada a los participantes es correcta. Se descartó del *corpus* a un usuario, cuyo alto nivel de experiencia desnivelaba las estadísticas, para obtener unos datos más generales.

De la información recolectada a partir del uso de la aplicación durante la segunda prueba obtenemos una tabla de resumen (Tabla 2) con los datos más relevantes.

	Núm. Sujetos ²⁴	Gestos /Min. ²⁵	Dev. típica ²⁶	Fallos /Min. ²⁷	Mejora (gestos) ²⁸
Exp. media / alta	4	40,00	4,00	0,33	-0,50
Exp. nula	12	30,22	6,42	1,11	4,17

Tabla 2. Resultados obtenidos del uso en la segunda prueba con los voluntarios.

Comenzando por el primero, experiencia de uso con superficies multi-contacto, la gran mayoría de usuarios no ha usado nunca o tiene experiencia muy escasa con este tipo de interfaces. Esto no es sorprendente debido a que es un periférico en fase de investigación en la actualidad, y aun no está extendido a nivel popular. Por esta razón es importante establecer de antemano el conjunto de gestos más adecuados para usar comúnmente de forma que sean los más fáciles de realizar.

Resulta muy positiva la media de gestos correctos realizados por minuto por parte de los sujetos con experiencia nula, que ronda los 30 gestos. Además, como cabría esperar, se ha observado una diferencia significativa en esta medida entre ambos grupos, $t(14)=4,57$; $p<0,00$.

²⁴ Número de individuos que realizaron las pruebas con la aplicación Gesture Hero.

²⁵ Promedio de gestos correctos realizados por minuto.

²⁶ Desviación típica del promedio de gestos por minuto.

²⁷ Promedio de fallos cometidos por minuto.

²⁸ Número de gestos de diferencia entre la primera prueba y la segunda.

Interacción Multimodal con Espacios Virtuales, un caso de estudio: Museo Virtual 3D MultiModal

H. Olmedo Rodríguez, A. Sanz Prieto, D. Escudero Mancebo, V. Cardeñoso Payo
ECA-SIMM, Departamento de Informática. Universidad de Valladolid
Campus Miguel Delibes s/n. 47011 - VALLADOLID
holmedo@infor.uva.es

Resumen Desarrollamos una aplicación para nuestra plataforma capaz de interpretar un meta-guión que especifica interacción multimodal con espacios virtuales. Queremos así evaluar su capacidad para especificar e implementar metáforas de interacción gráfica y vocal y cooperación entre ambas.

1. Introducción

Los sistemas de Realidad Virtual (RV) incrementan significativamente el potencial de Interacción Hombre Máquina. Sucede lo mismo con los Sistemas de Diálogo (SD) que aportan un canal complementario al canal gráfico: el vocal o sonoro. La integración de ambos campos de investigación, aunque se ve como una evolución natural de ambas tecnologías, no ha sido apenas explotada en sistemas comerciales, y aunque existen prototipos [1] [2], se trata de un ámbito de trabajo por descubrir. La principal razón por la cual no existen apenas soluciones integradoras de RV y SD, es la juventud de estas áreas de trabajo, donde la mayoría de los esfuerzos se han centrado en mejorar de forma separada ambos campos, y no en estudiar las necesidades de interdependencia que se derivan de una propuesta integradora.

En este artículo presentamos el lenguaje XMMVR y la arquitectura XMMVR para utilizar la tecnología Adobe Director Shockwave (ADS) [3]. Detallaremos la aplicación Museo Virtual 3D MultiModal elegida para ser implementada con la

nueva arquitectura descrita. Describiremos la evaluación a realizar contra la aplicación, para finalmente dar a conocer nuestros objetivos de trabajo futuro y adelantar conclusiones.

2. Lenguaje XMMVR

El eXtensible markup language for MultiModal interaction with Virtual Reality worlds es un lenguaje de marcas para especificar escenas, comportamiento e interacción. Cada mundo es modelado por un elemento XMMVR, usando la metáfora de película cinematográfica. Es un lenguaje de marcas híbrido porque en éste quedan embebidos otros lenguajes como VoiceXML [4] para interacción vocal (IV) y VRML [5], X3D [6] o elementos del Cast¹ interno de la película definida con ADS para describir las escenas y elementos 3D y la interacción gráfica (IG) con éstos. Los ficheros XML válidos para el DTD de XMMVR incluyen enlaces a los programas y ficheros necesarios para ejecutar el mundo 3D definido. Nuestro sistema es dirigido por eventos, por ello se requiere definir una mínima lista de eventos para sustituir la línea de tiempo. Esto supone que en nuestra película ADS todo va a producirse en un único Frame² del Score³.

3. Arquitectura XMMVR ADS

La figura 1 muestra los componentes que gestionan la IG y la IV: Gestor del mundo 3D y

¹ ADS: catálogos gráficos de la película

² ADS: estado del escenario en un momento

³ ADS: sucesión de Frames

Gestor del diálogo vocal respectivamente. Además de estas dos partes, existiría otro módulo que se encargaría de leer el fichero XMMVR y cargar los ficheros W3D, JPG y VoiceXML necesarios para el funcionamiento de nuestras aplicaciones. Suponiendo ya cargados éstos, describiremos el funcionamiento de cada uno de los dos componentes:

3.1. Gestor del diálogo vocal

El ADS envía la URL del diálogo de inicio a la plataforma vocal (Voice Platform, VP) vía el servlet "Inicio". La VP hace una solicitud TTS al servidor VoiceXML (VoiceXML Server, VS). Éste envía el TTS solicitado a la VP que emite el diálogo por el altavoz y queda a la espera de la entrada de un diálogo por el micrófono. Cuando llega un diálogo por el micrófono, la VP solicita al VS un ASR. El VS genera la URL correspondiente que llama al servlet "Dispatcher" del servidor Tomcat. El servlet "Dispatcher" escribe el parámetro para el ADS y en base al parámetro envía la URL del siguiente diálogo al VS. Si es la finalización del diálogo no reaccionará ante ninguna respuesta del usuario. El ADS recoge el parámetro, tras ello retoma el control, envía el evento correspondiente, se ejecutan las acciones correspondientes en el mundo 3D y queda a la espera de nuevos eventos vocales (VUI) y/o gráficos (GUI).

3.2. Gestión del mundo 3D

Los eventos VUI se despachan por el Gestor del diálogo vocal y los eventos GUI se generan típicamente clicando los elementos 3D. El sistema obtiene la información acerca de las escenas 3D y los actores (ficheros W3D y JPG) a partir del documento XMMVR. Se crea un Cast con el nombre de cada elemento "ACTOR" y varios Behavior⁴ de ADS que contienen los scripts que definirán las posibles acciones a realizar por ese elemento "ACTOR" en el mundo 3D así como por sus posibles "SPRITES".

El documento XMMVR especifica también el comportamiento de los actores como pares *<evento, lista de acciones>* y enlaza con los

elementos del Cast interno de la película que especifican la escena 3D y los actores y que se han cargado a partir de los ficheros W3D y JPG. En respuesta a eventos, el sistema hace cambios en los nodos de acuerdo a especificaciones del documento XMMVR.

A diferencia de la versión anterior de la arquitectura XMMVR donde programábamos en Java toda la arquitectura embebida en un applet, ahora usamos librerías de ADS con scripts Lingo para la captura de eventos GUI. Además hemos desarrollado otros scripts Lingo para capturar eventos VUI que nos envía el Gestor del diálogo vocal. Ambos eventos son tratados según se indique en la tabla hash "Evento Acciones" que contiene las acciones correspondientes a cada evento según se describe en el documento XMMVR. De manera que así se producirán unas u otras acciones en el mundo 3D. No necesitamos una tabla hash "Estado del mundo" que almacena el estado de las propiedades del mundo ya que ADS se encarga de ello.

4. Implementación tecnológica

La obsolescencia de la tecnología utilizada en nuestra anterior arquitectura, nos ha llevado a decantarnos por adaptar nuestro lenguaje y plataforma a ADS. Hemos optado por la tecnología ADS tras hacer una comparativa de las distintas tecnologías candidatas [7]. ADS incluye una serie de herramientas accesibles desde el lenguaje de programación Lingo específico que permite acceder a componentes 3D (cámaras, luces, modelos, texturas...) como elementos de un lenguaje orientado al objeto completo. Además, ADS añade funciones para tratamiento de ficheros XML y funciones de accesibilidad incluyendo sistemas de conversión texto-voz. El plug-in ADS se soporta por la mayoría de los navegadores de Internet actuales y además podemos generar ejecutables tanto para equipos Windows como para equipos Mac OS, lo que nos abre nuevas posibilidades y una mayor audiencia para futuras aplicaciones. Las aplicaciones multimodales se pueden ejecutar en un PC convencional con audio y los navegadores apropiados. La nueva plataforma XMMVR ADS se basa en un sistema embebido en un navegador web o un ejecutable generado con ADS. Los diálogos están programados utilizando VoiceXML y las escenas

⁴ ADS: comportamiento asignado a un Cast

3D y actores están descritos en ADS formando parte del Cast interno de la película generada con ADS. El Gestor del mundo 3D está integrado en el código Lingo de nuestro ADS. Así, la interacción GUI se basa en módulos de ADS. Utilizamos servlets sobre un servidor Apache Tomcat para alimentar el navegador vocal de nuestro Sistema de diálogo cuyo intérprete VoiceXML utiliza el motor vocal VERBIO [8] y una plataforma vocal basada en Microsoft DirectX audio. El intercambio de información entre el Gestor del diálogo vocal y el Gestor del mundo 3D se hace a través de tratamiento de ficheros ya que Lingo no permite implementar sockets. ADS es un entorno de desarrollo bastante difundido que permite crear mundos 3D por sí mismo. Incorporar XMMVR a ADS permite añadir interacción vocal a la interacción gráfica existente. También permite permitir reutilizar componentes 3D con sólo modificar el fichero XMMVR sin necesidad de ser un experto en el entorno de desarrollo ADS.

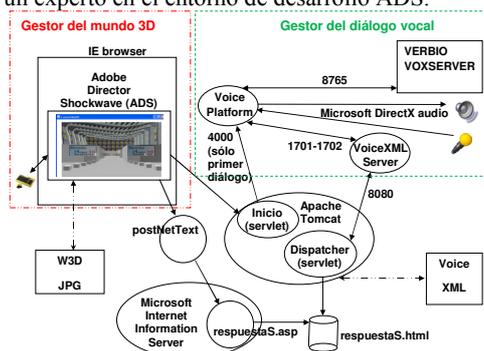


Figura 1. Plataforma XMMVR ADS

5. El Museo Virtual 3D MultiModal

Siguiendo la arquitectura descrita, realizamos una aplicación que permite una IG que se basa en recorrer los pasillos de un museo virtual 3D pulsando las teclas del cursor y una IV en la que la voz de un guía virtual que no vemos, nos recibe dándonos una bienvenida y ofreciéndonos las piezas del museo con las que podemos interactuar. Todo ello de una manera vocal a la que podemos responder también vocalmente. El diálogo de inicio sería el siguiente: *“Bienvenido al museo virtual de informática de la Universidad de Valladolid desarrollado con XMMVR versión ADS. Soy Ana la guía del museo y te ayudaré en*

tu visita. Dime con qué pieza del museo quieres interactuar: Amstrad o Macintosh o di terminar para finalizar”. Una vez respondamos al guía “Amstrad” o “Macintosh”, se nos mostrará una u otra pieza. Asimismo, también podemos ver las piezas clicando sobre su apariencia gráfica.

6. Evaluación basada en revisión de metáforas

La evaluación de usabilidad de aplicaciones basadas en entornos virtuales es todavía un campo de investigación poco desarrollado. Usamos una aproximación sistemática inspirada en metodologías de ingeniería de usabilidad que propone usar cuatro iteraciones [9]:

1. *Análisis de tareas de usuario*, identificar una completa descripción de tareas, subtareas y otros recursos necesarios para que el usuario o usuarios y el sistema ejecuten tareas cooperativamente.

2. *Evaluación basada en pautas expertas*, identificar problemas potenciales de usabilidad comparando un diseño de interacción con pautas de diseño de usabilidad establecidas.

3. *Evaluación formativa centrada en usuario*, método de evaluación empírico y observacional que asegura la usabilidad de sistemas interactivos incluyendo usuarios temprana y continuamente a través del desarrollo de la interacción de usuario.

4. *Evaluación comparativa final*, valoración empírica de un diseño de interacción en comparación con otros diseños de interacción maduros para ejecutar las mismas tareas de usuario.

El lenguaje XMMVR ha sido diseñado como resultado de la iteración “1” ya que permite especificar IG e IV. A continuación presentamos una iteración “2” revisando las metáforas de IG e IV así como la cooperación entre ambas:

En IG, consideramos dos metáforas fundamentales, cinco metáforas estructurales y cinco metáforas navegacionales [10]. Nuestra propuesta es capaz de implementar cada metáfora gráfica a pesar de basarnos en la metáfora de teatro. Las metáforas estructurales son desarrolladas rápidamente con nuestra solución: la metáfora de “habitaciones” puede ser desarrollada asignando el elemento “SCENE” a cada habitación definida en la aplicación; la metáfora de “plataforma” podría ser resuelta asignando el

elemento escena a cada escenario; en los casos de “edificios”, “estaciones espaciales” y “urbana” la solución podría ser la misma delimitando el edificio, estación espacial o urbana en varios niveles que podrían ser nuestras escenas. Las metáforas navegacionales serán implementadas con gran esfuerzo de diseño gráfico. Asignaremos cada elemento de estas metáforas a cada elemento “ACTOR” de nuestro lenguaje. Así, la metáfora elevador podría ser un actor moviéndose a través de pisos (elemento “SCENE”) resultando una combinación de metáfora navegacional (elevador) y metáfora estructural (edificio).

Distinguimos cuatro metáforas de IV [11]. Nuestro sistema está preparado para resolver las metáforas “Proxy” y “Agente interfaz” porque los diálogos están vinculados a los distintos actores a través del elemento behaviour. Sin embargo, el uso de la metáfora Proxy requeriría la disponibilidad de un intérprete VoiceXML con diferentes voces a asociar a los diferentes agentes. Las metáforas “Telekinesis” y “Divinidad” serán simuladas utilizando un elemento “ACTOR” sin apariencia gráfica responsable de dialogar con el usuario y de interactuar con el resto de agentes a través de eventos tipo ACT.

Existen cinco tipos básicos de cooperación entre modalidades según [12]. La Transferencia está garantizada por el mantenimiento de un contexto en el lenguaje XMMVR y en el Gestor del mundo 3D de la arquitectura (Estado del mundo). Una de las modalidades puede provocar la ejecución de una acción que modifica el valor de estas variables del contexto y esta información puede ser utilizada por otra modalidad. La Complementariedad puede ser también programada utilizando el contexto del lenguaje XMMVR. La Equivalencia también puede realizarse porque la secuencia de acciones puede ser ejecutada como una consecuencia de un evento gráfico o vocal. La Especialización es responsabilidad del programador de escenas que puede delegar determinadas tareas a una u otra modalidad. Finalmente la Redundancia es el caso más problemático. Cuando ambas modalidades introducen información referida a las mismas situaciones bloqueantes puede hacerse porque las acciones pueden ser ejecutadas concurrentemente. Esto está previsto con la inclusión del elemento Gestor de Alarmas que se espera que sea capaz de cancelar acciones generadas por una modalidad cuando se produzca un evento generado por otra

modalidad. Sin embargo, existen situaciones que necesitarán que la arquitectura se modifique, tales como cancelaciones de diálogos cuando gráficamente se introduce información redundante.

7. Conclusiones y trabajo futuro

Como trabajo futuro, una vez totalmente desarrollada la aplicación, realizaremos una iteración “3” y una iteración “4” de nuestra propuesta. Finalmente, como conclusión podemos indicar que el uso de un meta-guion para especificar un mundo virtual con el que se permite interacción multimodal, aporta modularidad y claridad. Aumentando así las posibilidades de reutilización, estandarización e independencia de la tecnología de desarrollo y plataforma utilizadas.

Referencias

- [1] J. Gustafson et al. Adapt - a multimodal conversational dialogue system in an apartment domain. Proceedings of ICSLP 2000
- [2] Oviatt, S., Cohen, P. Multimodal interfaces that process what comes naturally. ACM, 2000
- [3] Adobe Director Shockwave: <http://www.adobe.com/products/director/>
- [4] VoiceXML: <http://www.voicexml.org/>
- [5] J. Hartman, J. Wernecke. The VRML 2.0 Handbook, Silicon Graphics, 1994
- [6] D. Brutzman, L. Daly. X3D: Extensible 3D Graphics for Web. Elsevier 2007
- [7] H. Olmedo et al. 3D en las Rich Internet Applications: comparativa de opciones tecnológicas, *JOREVIR 2008, Albacete*
- [8] VERBIO: <http://www.verbio.com/>
- [9] J.L. Gabbard et al. User-Centered Design and Evaluation of Virtual Environments. IEEE Computer Graphics and Applications, 1999
- [10] R. Dachsel. Action Spaces - A metaphorical concept to support navigation and interaction in 3D interfaces. CONTIGRA, 2000
- [11] S. McGlashan, T. Axling. Talking to Agents in Virtual Worlds, Proc. 3 UK Conference on Virtual Reality Leicester, England, 1996
- [12] J.C. Martin. TYCOON: theoretical and software tools for multimodal interfaces, AAAI Press, 1998

Teorías y Modelos Conceptuales

Componentes de Arquitectura de la Información basados en Tecnologías de la Web Semántica

Roberto García, Josep Maria Brunetti, Juan Manuel Gimeno, Rosa Gil

Dept. de Informàtica e Ingeniería Industrial

Universitat de Lleida

Jaume II, 69

25001 Lleida

{rgarcia,jmgimeno,rgil}@diei.udl.cat, josepb@gmail.com

Resumen

El gran éxito de sistemas como los gestores de contenidos, las wikis o los motores de blogs ha hecho crecer enormemente la cantidad de información disponible en la Web. La contrapartida es que el desarrollo y el mantenimiento de la arquitectura de la información necesaria para organizarla se está convirtiendo en un coste creciente. Para mitigar este problema, se ha empezado a explorar mecanismos que automaticen parte de ese proceso, destacando los relacionados con la Web Semántica. En esta línea, se exploran las posibilidades de la Web Semántica a la hora de desarrollar componentes de arquitectura de la información basados en Web Semántica. Más concretamente en ontologías que permiten tener una representación del dominio del sitio que facilite luego automatizar gran parte del desarrollo. El arquitecto puede así concentrarse en modelar el dominio de una manera más detallada y luego utilizar esos componentes para automatizar la generación de formularios de búsqueda, de menús de navegación globales que se adaptan a los datos almacenados o la navegación y edición de metadatos de manera asistida y reutilizando arquitecturas de la información externas.

1. Introducción

Ya ha pasado cierto tiempo desde que Tim Berners-Lee inventara la World Wide Web (WWW) y durante este tiempo la Web ha ido evolucionando y haciéndose más sofisticada. Su gran éxito plantea en la actualidad retos derivados de la gran cantidad de información disponible hoy

en día, al menos 24.000 millones de páginas web a 4 de Abril de 2010¹, que fácilmente satura a sus usuarios. El gran reto es por lo tanto estructurar toda esa información de manera que resulte más usable y accesible para las personas.

La disciplina de la Arquitectura de la Información centra sus esfuerzos en este problema y, entre otros aspectos, especialmente en situaciones de gran cantidad de información, explora mecanismos y herramientas que permiten delegar en los ordenadores una mayor parte de la carga que supone enfrentarse a esa gran cantidad de información.

Recientemente han aparecido un conjunto de tecnologías y metodologías enfocadas en esta dirección, que podríamos denominar de automatización de la arquitectura de la información en la Web, denominadas de Web Semántica [1]. La propuesta de este artículo se centra en explorar la utilización de estas tecnologías y metodologías de Web Semántica.

El objetivo final que se persigue, y del que se documentan los primeros pasos en este artículo, es desarrollar una serie de componentes que faciliten la labor del arquitecto de la información durante la definición y mantenimiento de la arquitectura de la información de un sitio web. También se pretende, de forma paralela, hacer más usable y accesible esa arquitectura de la información para los usuarios finales.

Estos componentes podrán hacerse cargo de parte de la carga de trabajo que ahora recae sobre las personas, fundamentalmente la parte más mecánica y tediosa. Eso es posible gracias a que el uso de las tecnologías de la Web Semántica permite hacer un poco más inteligible para los

¹ World Wide Web Size,
<http://www.worldwidewebsize.com>

ordenadores los datos que procesa, es decir, a qué se refieren.

Por ejemplo, si están procesando la descripción de algo marcado como del tipo "Artículo en Revista", esa cadena de caracteres no tiene ningún significado en sí misma para ellos. Pero, mediante "herramientas" semánticas como las ontologías es posible seguir las conexiones entre ese término y otro del que sí que se tiene constancia y "se sabe" como tiene que ser procesado. En este ejemplo podría ser el término "Publicación", mucho más genérico pero que permite hacerse una ligera idea de a que se refiere "Artículo en Revista", por ejemplo para determinar que puede ser apropiado considerar las propiedades "autor" y "título" a la hora de buscar cosas de ese tipo.

Hoy en día, a la hora de desarrollar un sitio web, el procedimiento habitual comienza por definir, con la ayuda de los futuros usuarios del sitio web, la arquitectura de la información para el dominio del sitio. Pero mucha de la información que el arquitecto de la información es capaz de recabar se pierde debido a que las herramientas con las que cuenta para plasmarla no le extraen todo el partido que podrían. Por ejemplo, la jerarquía principal de contenidos acaba representada como una serie de enlaces entre páginas del sitio que pierden toda conexión con por qué desde una entrada del menú se muestran ciertos contenidos y no otros.

Las ontologías permiten modelar la arquitectura de la información para un dominio con mucho más detalle y de una manera formal, que luego pueden utilizar los ordenadores para hacer una parte del trabajo mayor. Se pueden definir conceptos, propiedades y relaciones entre ellos. Esto permite el uso de herramientas automatizadas para procesar la información de una manera más sofisticada. Por lo tanto, los componentes se basaran en el uso de ontologías que les proporcionarán la semántica que necesitan para llevar a cabo su función.

Esto facilitará la tarea de los desarrolladores de sitios web, reduciendo el esfuerzo y el tiempo invertido en el desarrollo de las tareas menos creativas y más rutinarias. Así, podrán concentrar sus esfuerzos en mejorar la descripción formal del dominio, consiguiendo un sitio web de mayor calidad con más funcionalidades para los usuarios. Por otra parte, los usuarios también se beneficiarán de la asistencia que la propia página

web le puede ofrecer gracias al mayor conocimiento que tiene sobre los datos que está intercambiando con el usuario.

En la siguiente sección se comentan otras iniciativas que también utilizan herramientas y tecnologías de la Web Semántica a la hora de trabajar con la arquitectura de la información de sitios web. Luego, en la Sección 3, se pasa a detallar los resultados obtenidos hasta el momento. Se trata de una serie de componentes relacionados con la arquitectura de la información que utilizan la semántica que obtienen de las ontologías para llevar a cabo su función. Cabe destacar que su funcionamiento es independiente del dominio de aplicación. Es decir, independiente de la ontología que se esté utilizando ya que se basan en el lenguaje estándar de metadatos RDF [2] y el de ontologías Web OWL [3]. Finalmente, el artículo acaba con la Sección 4 presentando las conclusiones y el planteamiento del trabajo futuro.

2. Trabajo relacionado

Donde encontramos más ejemplos de aplicaciones de la Web Semántica para la arquitectura de la información es en el contexto de los gestores de contenidos (CMS), wikis y otras plataformas diseñadas para gestionar grandes cantidades de información mientras buscan minimizar el esfuerzo de administración que requieren. Este tipo de sistemas han tenido un gran éxito y su grado de sofisticación les permite en la actualidad gestionar grandes cantidades de información, como por ejemplo Wikipedia que se basa en el motor wiki MediaWiki².

Pero esas grandes cantidades de información requieren un mayor esfuerzo de mantenimiento de la arquitectura de la información, que en casos como la Wikipedia comporta un enorme equipo de editores, más de 3 millones de editores registrados para las 10 mayores versiones de la Wikipedia [4]. Para reducir este coste creciente, algunos CMS, motores wiki o plataformas de blogs han enfocado este problema tratando de automatizar parte de la arquitectura de la información e incorporando tecnologías de la Web Semántica.

Uno de los casos más significativos es Drupal, que en su versión actual cuenta con los módulos

² MediaWiki, <http://www.mediawiki.org>

RDF³ que complementan el módulo de Kit de Construcción de Contenidos. Estos módulos (API RDF, RDF DB, RDF Export y RDF Schema) son extensiones de la funcionalidad básica de Drupal que proporcionan características como el almacenamiento de metadatos semánticos, consultas, importación, etc. Sin embargo, no es posible utilizar ontologías, sólo simples esquemas RDF [5], y no hay mecanismos de inferencia que permitan realizar razonamientos complejos.

Otro ejemplo de uso en una aplicación popular es RDF Tools para Wordpress [6]. Como en el caso de Drupal, esta extensión proporciona servicios simples para el almacenamiento de metadatos RDF y su consulta, pero no soporta tampoco ontologías complejas. En cualquier caso, parece que estas tecnologías están cobrando impulso en el contexto de estas aplicaciones con un gran impacto en la Web. El caso más prometedor es sin duda la próxima versión de Drupal [7] que se basará en tecnologías de Web Semántica que ya irán integradas en la instalación base, sin requerir ningún tipo de extensión. De todas formas, ninguna de estas iniciativas, aunque prometedoras, explota realmente todo el potencial de aspectos más sofisticados de la Web Semántica como las ontologías.

Por supuesto existen otros ejemplos en ámbitos más relacionados con el mundo de la investigación. Por ejemplo Paggr⁴, un entorno para desarrollo de los llamados 'dashboards' semánticos (tablero de mandos) utilizando PHP. Sin embargo, Paggr todavía se encuentra en fase de desarrollo y no ha sido posible evaluarlo en detalle. En cualquier caso, parece concentrarse en la navegación y consulta semántica.

Otras herramientas tales como ODESeW [8], una plataforma de desarrollo de aplicaciones web semánticas, o las wikis semánticas como la extensión semántica para MediaWiki llamada Semantic MediaWiki [9], mezclan lenguajes de marcado y anotaciones semánticas. Incluso algunas más específicas en cuanto a funcionalidades como los navegadores de RDF como Tabulator [10] o Disco [11], proporcionan capacidades de navegación y en algunos casos edición de metadatos.

3. Componentes semánticos

A continuación se presentan los componentes basados en tecnologías de Web Semántica desarrollados hasta el momento. El objetivo de todos estos componentes es facilitar el desarrollo de la arquitectura de la información de un sitio web a partir de una definición formal del dominio de ese sitio basada en ontologías. Estos componentes proporcionan diversa funcionalidad, desde facilitar la búsqueda o la navegación de metadatos hasta generar menús de navegación globales.

En todos los casos, se utiliza la información semántica subyacente, disponible gracias a que todos ellos se construyen sobre la funcionalidad que proporciona una base de datos preparada para almacenar y consultar datos semánticos y ontologías. Se ha desarrollado una capa que permite abstraer estos componentes de la base de datos concreta que se esté utilizando para almacenar los datos semánticos. Esta tarea se ha visto facilitada gracias al uso de un lenguaje estándar para la generación de consultas, SPARQL [12], al que dan soporte la práctica totalidad de los repositorios de datos semánticos disponibles.

La mayor parte de estos componentes se han puesto ya en práctica en el contexto de la plataforma Rhizomer [13]. Rhizomer es una aplicación web que facilita la edición, consulta, navegación, edición e interacción con datos semánticos. Mediante esta plataforma se han desarrollado diversos sitios web, como Rhizomik⁵ o SemanticXBRL⁶, que hacen un uso intensivo de datos semánticos. Por ejemplo, en el caso de Semantic XBRL toda la arquitectura de la información se basa en la representación semántica de informes financieros enviados a la SEC. Se puede navegar a través de estos informes haciendo uso del componente de navegación de metadatos.

En las siguientes subsecciones se detalla cada uno de estos componentes. Primero el relacionado con la generación de consultas semánticas que oculta la complejidad del lenguaje SPARQL tras simples formularios web. La siguiente sección

³ Drupal RDF modules, <http://drupal.org/node/222788>

⁴ Paggr - Dashboards for a Web of Data, <http://paggr.com/about>

⁵ Rhizomik, <http://rhizomik.net>

⁶ Semantic XBRL, <http://rhizomik.net/semanticxbrl>

describe el mecanismo para la navegación de metadatos semánticos y luego se detalla el componente que facilita la edición de esos metadatos proporcionando asistencia al usuario a la hora de proporcionar atributos y valores válidos para esos atributos. La última subsección describe el mecanismo de generación automática de menús de navegación global.

3.1. Búsqueda de metadatos

Al utilizar Rhizomer, los usuarios pueden realizar consultas semánticas sin ningún conocimiento acerca de los lenguajes de consulta semánticos. Todo lo que necesitan es saber cómo rellenar formularios de consulta. Estos formularios son generados dinámicamente a partir de las ontologías utilizadas. Se parte del tipo de recurso en el que se está interesado, por ejemplo "Publicación", y entonces se genera un formulario con un campo para cada una de las propiedades definidas en la ontología como específicas para ese tipo de recurso. En el caso del libro podrían ser "autor" y "título". La Tabla 1 muestra la plantilla de la consulta SPARQL que recupera la lista de atributos específicos de una clase dada, que podría ser por ejemplo "Libro", a partir de las ontologías utilizadas.

Tabla 1. Consulta SPARQL que recupera la lista de atributos específicos para una clase

```
SELECT ?p
WHERE
{{ ?p rdfs:domain ?d.
  ?t rdfs:subClassOf ?d.
  FILTER (?t = [CLASS] && ?d != rdfs:Resource) }
UNION
{ ?r rdf:type owl:Restriction.
  ?r owl:onProperty ?p.
  ?t rdfs:subClassOf ?r.
  FILTER (?t = [CLASS]) }}
```

Además, los usuarios pueden añadir otras propiedades de las definidas en las ontologías implicadas, que sin ser específicas, pueden aplicarse a recursos de ese tipo. La Tabla 2 muestra la correspondiente consulta SPARQL para recuperar la lista de los atributos genéricas que pueden aplicarse a cualquier recurso.

De esa forma, cada propiedad se corresponde a una entrada del formulario que el usuario puede rellenar para generar una consulta que recupere todos los recursos que posean el valor de la propiedad especificado al rellenar el formulario de

la entrada de datos. Se trata de un mecanismo totalmente independiente del dominio y del tipo de recursos que se estén tratando (publicaciones, imágenes, datos financieros,...). Además, el formulario puede ofrecer asistencia mientras es rellenado, siguiendo un procedimiento similar al detallado para el componente de edición de metadatos más adelante.

Tabla 2. Consulta SPARQL que recupera la lista de atributos genéricos, los aplicables a cualquier clase

```
SELECT ?p
WHERE
{
  ?p rdf:type ?t.
  FILTER (?t = rdf:Property || ?t =
  owl:DatatypeProperty || ?t=owl:ObjectProperty).
  OPTIONAL
  { ?p rdfs:domain ?d }.
  FILTER (?d=rdfs:Resource || ! bound(?d))
}
```

Los resultados de las consultas son los recursos que satisfacen el criterio de búsqueda. Sin embargo, las páginas de resultados muestran más información que los identificadores de los recursos recuperados. Para proporcionar un contexto más específico al usuario, cada recurso se presenta junto a su descripción, los metadatos semánticos de los que se dispone para ese recurso. El usuario no se enfrenta a estas descripciones como texto sin procesar, sino maquetado las descripciones en HTML donde todos los identificadores son substituidos por etiquetas fáciles de leer. Cabe destacar que la maquetación en HTML permite navegar los recursos relacionando los que fueron recuperados anteriormente tal y como se explica en la siguiente sección.

3.2. Navegación de metadatos

El principal paradigma de interacción en la web es la navegación. Está basada en la visualización sucesiva de páginas a través de los enlaces que las conectan. Es por ello que páginas y enlaces son la base sobre la que se construye la interacción. Sin embargo, dicho paradigma de navegación no es apto para la web semántica ya que ésta no está centrada alrededor de la idea de documento.

Es decir, no es lo más apropiado mostrar, a cada paso de navegación, todos los atributos y valores contenidos en un documento ya que, por

un lado, su número puede ser excesivamente grande y, además, el concepto de documento en la Web Semántica es difuso ya que, usualmente, los atributos y valores contenidos en un documento normalmente se refieren a muchos recursos diferentes.

Así pues, el problema es determinar la cantidad de información a mostrar a cada paso de navegación al mostrar metadatos semánticos. En otras palabras, determinar cómo se van creando y mostrando cada uno de los fragmentos que se obtienen al realizar pasos de navegación por el grafo que conforman las descripciones de todos los recursos gestionados. Estos grafos se forman al juntar todos los recursos, sus propiedades y los valores que éstas toman, siendo los recursos y valores los nodos del grafo y las propiedades las aristas. Los valores pueden ser otros recursos, por ejemplo el valor de "autor" para un recurso "Libro" es otro recurso del tipo "Persona". Para un ejemplo del aspecto que toman esos grafos, ver la parte izquierda de la Figura 1 que muestra un pequeño grafo de ejemplo.

La solución que se propone para navegar por el grafo consiste en la construcción de fragmentos, para lo que se sigue el siguiente procedimiento. Para los metadatos que describen un recurso, el nodo de partida es el nodo que representa ese recurso y lleva su identificador. Tanto ese nodo como todos sus atributos y sus valores pertenecen al fragmento. Después, para todos los recursos denominados anónimos, que no tienen identificador ya que se identifican en el contexto

del nodo inicial, sus atributos y valores también se añaden al fragmento. Siguiendo esta aproximación, es posible construir fragmentos para cualquier grafo partiendo desde cualquier nodo no anónimo.

Por ejemplo, la Figura 1 muestra cómo un grafo es fragmentado usando este procedimiento. Como puede observarse, existen dos fragmentos. El primer fragmento describe <http://rhizomik.net/~rosa> e incluye un recurso anónimo que corresponde a una dirección y sus atributos. El segundo, <http://www.udl.cat>, puede ser alcanzado desde el primero a través de un paso de navegación. A diferencia de la dirección, se muestra de forma independiente ya que no es anónimo.

Como también puede observarse en la Figura 1, los fragmentos se le muestran al usuario como fichas HTML. En la cabecera aparece la etiqueta del recurso en lugar de su identificador y su tipo, que es un tipo de atributo al que se le da un tratamiento especial debido a su relevancia. Luego, como filas de la ficha, aparecen los atributos y sus valores, que pueden ser cadenas de texto, enlaces a las descripciones de otros recursos no anónimos o las descripciones completas de recursos anónimos, como la dirección. En todos los casos se utilizan etiquetas en lugar de los identificadores para hacer el resultado más usable. Además, si las etiquetas tienen definido un atributo de idioma, es posible generar fichas multilingües.

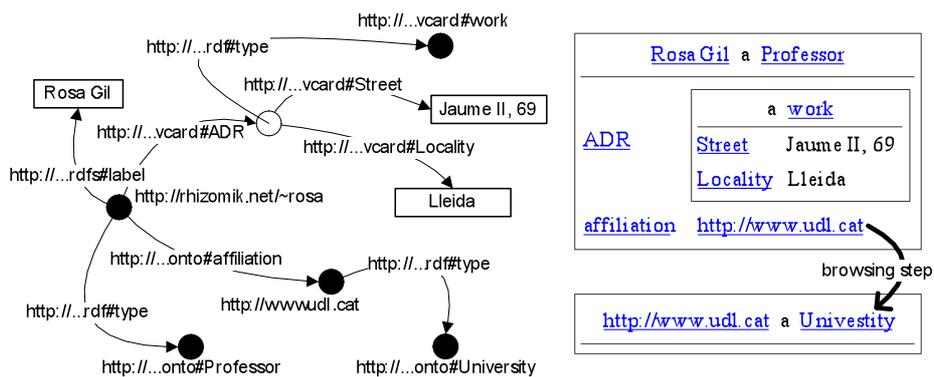


Figura 1. Ejemplo de fragmentación de un grafo

Los fragmentos resultantes son similares a los obtenidos por el método del Grafo Autocontenido Mínimo (*Minimum Self Contained Graf o MSG*) [14]. Sin embargo, el objetivo de los MSG no es la navegación del grafo sino su fragmentación de cara a facilitar la firma digital de metadatos y la comparación entre grafos para permitir la sincronización incremental de los mismos.

La principal diferencia entre la aproximación presentada y los MSG es que estos se construyen a partir de un conjunto atributo-valor, no desde un recurso, por lo que no mantienen toda la información existente sobre un recurso en el mismo fragmento. Es por ello que son inadecuados como base de la navegación de un grafo.

Como se ha comentado, la posterior presentación de los fragmentos se hace en forma de HTML, permitiendo así su visualización en un navegador web, herramienta que los usuarios ya conocen y con la que se sienten cómodos. Para generar HTML a partir del RDF, los fragmentos son primero serializados en RDF/XML para ser posteriormente transformados mediante XSL. La transformación XSL garantiza la consistencia de los resultados siempre que el fragmento haya sido generado con la aproximación anteriormente descrita.

Dicho mecanismo de fragmentación permite que se mantengan juntas todos los metadatos asociados a un recurso, incluso para los correspondientes a recursos anónimos. Por ello es posible mostrarlas como una serie de fichas en HTML, una para cada fragmento que describe un recurso no anónimo, y que contiene fichas anidadas para cada uno de los recursos anónimos que se incluyen en el fragmento.

Finalmente, los recursos no anónimos y sus propiedades, para los que se han incluido en el fragmento sus etiquetas, se muestran como enlaces HTML que permiten continuar la navegación. Si el usuario está interesado en alguno de ellos, simplemente haciendo clic en el enlace, se construirá el fragmento correspondiente a ese recurso. Esta transformación de RDF a HTML puede ser probada en la web del proyecto ReDeFer⁷. Más detalles sobre la navegación de metadatos semánticos con Rhizomer y otras formas de interacción puede encontrarse en [15].

3.3. Edición de metadatos

La aproximación basada en fragmentos, presentada anteriormente, además de ser la base sobre la que se construye la navegación, permite restringir a una parte del grafo de metadatos, las acciones de edición y borrado de metadatos. Así pues, la edición puede implementarse como la sustitución de un fragmento, aquél que está siendo navegado cuando el usuario selecciona la acción de edición, con el resultante del proceso de edición. Lo mismo se aplica a la acción de borrado.

Por otro lado, también existe la opción de crear metadatos mediante una aproximación del tipo "crear a partir de un ejemplo". Esta acción permite crear una nueva descripción basada en la que está siendo mostrada actualmente de manera que el usuario solamente debe darle un nuevo identificador al nuevo recurso y editar los valores generados automáticamente a partir del ejemplo para ajustarlos al recurso a crear.

Estas operaciones (edición, borrado y creación) también utilizan la interfaz HTML. Por ello, además de la transformación RDF a HTML, existe una transformación XSL de RDF a formulario HTML. Esta transformación permite que estos formularios de edición sean generados automáticamente a partir del fragmento RDF. Para ello se sigue la misma aproximación que en el caso de la transformación de RDF a fichas HTML tan solo que en vez de generar texto y enlaces, la transformación a formulario genera campos de entrada para cada atributo-valor: el campo tiene como nombre la etiqueta del atributo y se rellena inicialmente con el valor.

Además de la simple edición de valores, las propiedades pueden ser tanto añadidas como borradas. Básicamente, cuando un usuario quiere añadir una propiedad, se realizan consultas a las ontologías utilizadas para obtener todas las propiedades aplicables al recurso que se edita. Estas propiedades incluyen tanto las particulares a los recursos del tipo que se está editando como las generales para cualquier tipo de recurso. Tal y como se hace también durante el proceso de generación de formularios para la búsqueda.

Además de la asistencia que proporcionan las ontologías a la hora de añadir nuevos atributos, es posible también utilizarlas para recomendar al usuario posibles valores para estas. Tanto valores textuales como, sobre todo, otros recursos que correspondan al tipo que deben tener los valores de un atributo dado. Por ejemplo, para el atributo "autor" valores que sean recursos del tipo "Persona".

⁷ ReDeFer, <http://rhizomik.net/redefer>

Estos potenciales valores a recomendar se pueden obtener de las ontologías y los metadatos actuales, pero también de fuentes externas como la DBPedia [16], la versión semántica de la Wikipedia, o Freebase⁸. De esta forma se reducen enormemente los costes de desarrollo de una arquitectura de la información ya que es posible reutilizar fuentes externas, que en casos como el de la DBPedia son abiertas y de uso libre.

Por ejemplo, para describir una foto puede existir según la ontología utilizada un atributo "localización" que tiene como valor recurso del tipo "Lugar" tal y como define la DBPedia. Será entonces posible que cuando el usuario empieza a teclear en la entrada correspondiente del formulario, se le recomienden recursos descritos en la DBPedia como del tipo "Lugar".

Finalmente, para generar el RDF a partir de las entradas del formulario, se ha diseñado un algoritmo que hace la transformación inversa, es decir, de formulario HTML a los metadatos RDF resultantes de la transformación previa de RDF a formulario pero incluyendo las modificaciones de los datos hechas por el usuario. Este proceso permite un recorrido de ida y vuelta desde metadatos RDF a formulario HTML y, de nuevo, a RDF, tal y como se muestra en la Figura 2.

3.4. Menú de Navegación Dinámico

Los menús de navegación son componentes de la Arquitectura de la Información que permiten navegar por las diferentes secciones y páginas que componen un sitio web. Acostumbran a ser el único elemento consistente de navegación y están presentes en cada página del sitio.

Actualmente, para diseñar un menú de navegación se utilizan técnicas de diseño centrado en el usuario. La más típica es el Card Sorting u ordenación de tarjetas⁹, en la que los usuarios pueden organizar y clasificar las categorías libremente. Este proceso requiere tiempo y esfuerzo por parte de los desarrolladores y futuros usuarios del sitio web. Lamentablemente, debido a las herramientas y tecnologías utilizadas, gran parte de ese esfuerzo de desaprovecha una vez que

se ha decidido plasmar los resultados del Card Sorting en un menú que se convierte en algo estático.

La Web Semántica y, más concretamente, el uso de ontologías, permite automatizar la creación y mantenimiento de los menús de navegación de un sitio web. Las ontologías representan y describen términos de un dominio y las relaciones entre ellos. Estas ontologías se pueden generar también mediante técnicas similares al Card Sorting, pero permiten representar los resultados de una forma más compleja que además luego puede ser aprovechada por el ordenador para, por ejemplo, generar dinámicamente el menú de navegación según la información de la que realmente se dispone y que varía con el tiempo.

Para generar dinámicamente este menú se utiliza la API de OWL de Jena¹⁰. Esta API permite obtener una lista jerárquica de las clases del dominio e incluso obtener nuevas relaciones entre ellas aplicando reglas de inferencia. Esta lista de clases se guarda en una estructura de datos jerárquica para después procesarla y generar el menú de navegación. Para cada clase se guarda información respecto al número de recursos de esa clase y una lista con sus subclases.

El número de elementos del menú de navegación es un parámetro que el administrador del sitio puede elegir. A partir de esta información se genera un menú jerárquico que representa a todas las clases del dominio. En algunos casos, aquellas subclases con pocos recursos se pueden agrupar en una superclase.

En un principio, cuando haya pocos datos, puede que el menú de navegación cambie bastante al introducir nuevos recursos. Sin embargo, a medida que se vayan introduciendo más recursos, los cambios en el menú deberían ser mínimos.

Esto es importante ya que los menús de navegación son el principal componente de navegación de un sitio web y demasiados cambios pueden afectar negativamente a la usabilidad. Pero en cualquier caso, a medida que la información almacenada en el sistema vaya madurando, la estructura de menú se irá adaptando a la información a la que realmente da acceso.

⁸ Metaware, <http://www.freebase.com>

⁹ Card Sorting: Técnica de categorización de contenidos, <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/cardsorting.htm>

¹⁰ API OWL de Jena, <http://jena.sourceforge.net/ontology/>

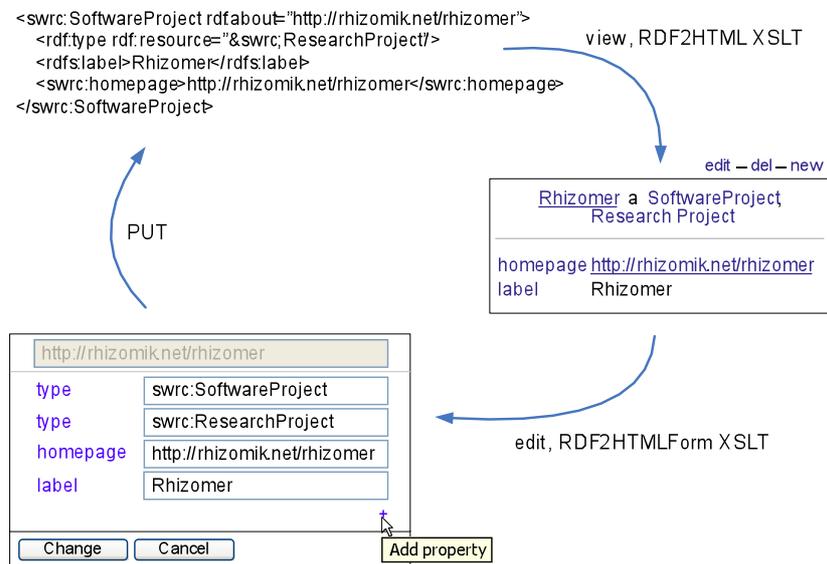


Figura 2. Transformación desde RDF/XML a ficha HTML, luego a formulario HTML y de vuelta a RDF tras la edición

4. Conclusiones y trabajo futuro

Las primeras impresiones de la experiencia con componentes para la arquitectura de la información basados en tecnologías de la Web Semántica han sido muy positivas. Ha sido posible comprobar que es posible desarrollar unos componentes genéricos que se pueden reutilizar fácilmente para desarrollar partes de la arquitectura de la información de sitios web para dominios completamente distintos. Esto permite reducir el esfuerzo de desarrollo del arquitecto de la información, ya que le es posible concentrarse en definir claramente el dominio de una manera bastante abstracta, como una ontología, y luego utilizar esa ontología directamente con esos componentes genéricos.

Los componentes presentados son capaces de utilizar entonces la semántica capturada por las ontologías y los datos semánticos gestionados por el sistema para proporcionar a los usuarios diferentes formas de acceder e interactuar con los datos. Los componentes desarrollados hasta el momento los muestran para diferentes funcionalidades. El primero de los presentados a la hora de proporcionar una interfaz a los usuarios que les permita generar consultas. Esa interfaz se

basa en formularios generados automáticamente según el tipo de contenido en el que este interesado el usuario.

El siguiente componente facilita la navegación a través de metadatos semánticos. Este componente saca provecho de la estructura de grafo de esos metadatos para generar de manera automática una serie de fragmentos de ese grafo, que describen un recurso concreto, y mostrarlos al usuario como fichas HTML que constituyen los pasos del proceso de navegación a través del grafo.

Estos mismos fragmentos son utilizados también por el siguiente componente, el de edición de metadatos, para limitar el alcance de los cambios del usuario. Este componente también saca provecho de la ontología para asistir al usuario mientras modifica los metadatos. La información almacenada en la ontología se utiliza para recomendar posibles atributos para describir el recurso considerado según su tipo. También permite recomendar al usuario posibles valores para esos atributos, incluso reutilizando arquitecturas de la información externas como la versión semántica de la Wikipedia.

Finalmente, también se ha desarrollado un componente capaz de generar un menú de navegación global de manera automática teniendo en cuenta los tipos de recursos definidos por las

ontologías utilizadas y los datos gestionados por el sistema en ese momento. De esta forma, es incluso posible tener un menú de navegación que se vaya adaptando a la evolución de la arquitectura de la información del sitio.

Se ha procedido también a evaluar la usabilidad y accesibilidad que estos componentes proporcionan al ser aplicados en un sitio web, concretamente el portal Rhizomik. Para la evaluación de la accesibilidad, se han seguido las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) [17]. Se ha partido de una muestra de páginas de Rhizomer, que incluyen elementos multimedia e interactivos, como mapas de Google o líneas temporales. Tras comprobar la validez del XHTML y las CSS, se utilizaron herramientas automáticas de validación de la accesibilidad [18].

Los resultados de la validación de XHTML son satisfactorios, mientras que para las CSS se detectan algunos elementos no estándares heredados de las librerías utilizadas, fundamentalmente las de Yahoo! User Interface¹¹. Por otra parte, los resultados de las evaluaciones automáticas de la accesibilidad han sido también satisfactorios, con algunos problemas derivados también del uso de librerías externas, en este caso las basadas en JavaScript que no aportan soluciones con la misma funcionalidad en caso de no disponer de soporte para este lenguaje.

La evaluación automática de la accesibilidad se ha complementado con una revisión manual ya que hay errores de accesibilidad que no se pueden detectar con herramientas automáticas. Esta evaluación manual ha consistido en utilizar en la misma muestra de páginas web de herramientas asistivas como lectores de pantalla, concretamente JAWS, o navegadores basados en texto, en este caso Lynx. En este caso el principal problema detectado tiene que ver con los contenidos que pueden cargar los usuarios, mientras que los resultados para las páginas propias de Rhizomik ha sido satisfactorio.

Por lo que respecta a la usabilidad, y debido a que el desarrollo se encuentra todavía en sus primeras fases y que se trata de una propuesta bastante novedosa, se ha optado por realizar una evaluación heurística con expertos en usabilidad. El objetivo es obtener gran cantidad de recomendaciones que permitan mejorar la

usabilidad del sistema significativamente antes de proceder a la evaluación con usuarios finales.

Cuatro evaluadores se encargaron de evaluar el sistema. Primero tuvieron una toma de contacto con el sistema para que pudiesen familiarizarse con él. Luego, se procedió a la evaluación y a la calificación de la usabilidad de sistema basada en una serie de heurísticas adaptadas a partir de las diez propuestas por Nielsen and Molish [19].

La principal conclusión relacionada con posible mejoras, más allá de la constatación que el nivel de usabilidad y accesibilidad conseguido es comparable al de sitios web desarrollados con otros métodos pero con un menor esfuerzo [13], es que son necesarios componentes que proporcionen a los usuarios una contextualización más clara. El caso es que, fundamentalmente a la hora de navegar el grafo de metadatos, los usuarios se pierden más fácilmente ya que se puede navegar ese grafo de múltiples maneras diferentes, incluso llegando a ser posible que esos pasos lleven al usuario a un bucle.

Para mejorar la contextualización del usuario se plantea como trabajo futuro el desarrollo de un componente de migas de pan también basado en tecnologías semánticas. Otros componentes que se están considerando son la navegación por facetas, que también se puede automatizar en gran medida gracias al uso de ontologías como demuestran iniciativas existentes como Exhibit [20] o \facet [21], o los mapas del sitio, para los que se prevé que se pueda aprovechar mucho de los desarrollados para el componente de menú de navegación global.

Agradecimientos

Parte del trabajo documentado en este artículo ha contado con el soporte del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto OMediaDis (Open Platform for Multichannel Content Distribution Management, TIN2008-06228).

Referencias

- [1] Lytras, M., García, R.: Semantic Web Applications: A framework for industry and business exploitation - What is needed for the adoption of the Semantic Web from the market and industry, International Journal of

¹¹ <http://developer.yahoo.com/yui/>

- Knowledge and Learning, vol. 4, 2008, pp. 93-108.
- [2] Becket, D.: RDF/XML Syntax Specification. W3C Recommendation, World Wide Web Consortium, 2004.
- [3] Cuenca, B., Horrocks, I., Motik, B., Parsia, B., Patel-Schneider, P., & Sattler, U.: OWL 2: The next step for OWL. *Web Semantics*, 6(4), 309-322, 2008.
- [4] Ortega, F. Los números de Wikipedia. Presentado en MediaLab Prado, Madrid 2 de Febrero, 2010.
<http://www.slideshare.net/rvr/fortega-losnumerosdewikipedia>
- [5] D. Brickley, R.V. Guha: RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. W3C Recommendation, World Wide Web Consortium, 2004.
<http://www.w3.org/TR/rdf-schema>
- [6] Nowack, B.: RDF Tools - An RDF Store for WordPress. BNode, January 15th, 2008.
<http://bnode.org/blog/2008/01/15/rdf-tools-an-rdf-store-for-wordpress>
- [7] Lunn, B.: Drupal May Be The First Mainstream Semantic Web Winner. SemanticWeb.com, April 2, 2010.
http://www.semanticweb.com/features/drupal_may_be_the_first_mainstream_semantic_web_winner_157094.asp
- [8] Corcho, O., López-Cima, A., Gómez-Pérez, A.: "The ODESeW 2.0 semantic web application framework". Proceedings of the 15th International Conference on World Wide Web, WWW '06, pp. 1049-1050, ACM Press, 2006.
- [9] Krötzsch, M., Vrandečić, D., Völkel, M.: Semantic MediaWiki. Proceedings of the Int. Semantic Web Conference, ISWC'06. LNCS vol. 4273, pp. 935-942, Springer, 2006.
- [10] Berners-Lee et. al: Exploring and Analyzing linked dates on the Semantic Web. Proc. of the 3rd International Semantic Web User Interaction Workshop, 2006.
- [11] Bojars, U., Passant, A., Giasson, F., Breslin, J. G.: An Architecture to Discover and Query Decentralized RDF Data. In : Proceedings of the ESWC'07 Workshop on Scripting for the Semantic Web, SFSW 2007. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 248, 2007.
- [12] Prud'hommeaux, E., & Seaborne, A. (2008). SPARQL Query Language for RDF (W3C Recommendation). World Wide Web Consortium. Recuperado a partir de <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- [13] García, R., Gimeno, J. M., Perdrix, F., Gil, R., Oliva, M., López, J. M., Pascual, A., et al. Building a Usable and Accessible Semantic Web Interaction Platform. *World Wide Web*, 13(1-2), 143-167, 2010.
- [14] Tummarello, G., Morbidoni, C., Puliti, P., Piazza, F. : Signing individual fragments of an RDF graph. Proceedings of the WWW'05 Conference, pp. 1020 - 1021, 2005.
- [15] García, R., Gimeno, J.M., Perdrix, F., Gil, R., Oliva, M.: A Platform for Object-Action Semantic Web Interaction. Proceedings of the 16th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management Knowledge Patterns, EKAW'08. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5268, pp. 404-418, Springer, 2008.
- [16] Auer, S., Bizer, C., Kobilarov, G., Lehmann, J., Cyganiak, R., Ives, Z.: DBpedia: A Nucleus for a Web of Open Data. The Semantic Web, ISWC/ASCW'07. pp. 722-735 Springer, 2008.
- [17] World Wide Web Consortium (W3C): "Web Content Accessibility Guidelines 1.0", 1999.
<http://www.w3.org/TR/WCAG10/>
- [18] Web Accessibility Evaluation Tools, Complete List.
<http://www.w3.org/WAI/ER/tools/complete>
- [19] Nielsen, J., Molich, R.: Heuristic evaluation of user interfaces, Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. ACM Press, 1990.
- [20] Huynh, D.F., Karger, D.R., Miller, R.C.: Exhibit: lightweight structured data publishing. Proceedings of the 16th World Wide Web Conference. págs. 737-746 ACM, Banff, Canada, 2007.
- [21] Hildebrand, M., van Ossenbruggen, J., Hardman, L.: /facet: A Browser for Heterogeneous Semantic Web Repositories. Proceedings of the International Semantic Web Conference, ISWC 2006. pp. 272-285 Springer, 2006.

Evaluando la *usabilidad colaborativa*: ¿Son suficientes los métodos tradicionales de evaluación de la usabilidad?

Santiago Fernández¹, Francisco Montero², Víctor López², Pascual Gonzalez²

¹SymbiaIT S.L. Parque Científico y Tecnológico de Albacete. Paseo de la Innovación 1, 02006, Albacete. España
santi@symbiait.com

²Escuela Superior de Ingeniería Informática. Universidad de Castilla-La Mancha. 02071 Albacete (España)
{fmontero, victor, pgonzalez}@dsi.uclm.es

Resumen

En el presente artículo se analiza el concepto de *usabilidad colaborativa*, entendida como la dimensión adicional que adquiere la usabilidad cuando se utiliza una herramienta groupware, para cuestionarnos si los métodos de evaluación de usabilidad tradicionales son suficientes y válidos para evaluarla. El análisis realizado pone de manifiesto algunas limitaciones de los mismos.

1. Introducción

La calidad de un producto software es un concepto con mucho recorrido y amplio alcance. Son muchos los factores [5] y criterios de calidad [2] que pueden tenerse en cuenta, y que de hecho se tienen presentes en forma de requisitos, desde las primeras fases del proceso de desarrollo de cualquier producto software, con el fin de contribuir a lograr la máxima calidad del mismo.

La última caracterización de la calidad disponible -ISO/IEC 9126-1:2001 [5]- y la actualmente en discusión [3] -norma ISO/IEC 25010:2010-, marcan una clara trayectoria en la definición de calidad de un producto software, en la que se identifica una calidad software que viene determinada por una parte relacionada con los elementos que conforman el propio producto software y otra parte ligada a la interacción, que usuarios concretos en contextos de uso también concretos logran con dichos productos software (*calidad en uso*). En este contexto, se identificó y se propuso el uso del concepto de *usabilidad colaborativa* [19]. Con él se deseaba hacer referencia a aquella parte de la calidad relacionada con herramientas groupware. Concretamente, el concepto de usabilidad colaborativa se presentó con dos acepciones: la que venía ligada al

producto y la asociada al proceso. Hasta ahí no habría muchas diferencias con el concepto de usabilidad tradicionalmente recogido en los estándares relacionados con la calidad software.

En este artículo, partiendo del concepto de usabilidad colaborativa, nos cuestionamos la viabilidad de su evaluación a través de los métodos tradicionales de evaluación de la usabilidad cuando de una aplicación groupware se trata. En este sentido, el artículo plantea distintas hipótesis (H) de partida:

- H1: En función de la caracterización de la usabilidad colaborativa disponible, los métodos de evaluación de la usabilidad tradicionales son adecuados para evaluar la usabilidad colaborativa de un producto software.
- H2: Las métricas ligadas a la usabilidad y disponibles en estándares internacionales son aplicables al concepto de usabilidad colaborativa.
- H3: Los modelos de informe de evaluación de la usabilidad disponibles en las normas internacionales ligados a la usabilidad o la calidad de uso son útiles para recoger las conclusiones obtenidas fruto de evaluar la usabilidad colaborativa de una herramienta groupware.

En este artículo, para contrastar las hipótesis de partida anteriores, utilizaremos un ejemplo de herramienta software, actualmente en desarrollo, que facilita el trabajo de un grupo de usuarios con un objetivo definido. Concretamente utilizaremos un producto en el que están implicados la empresa SymbiaIT y diferente personal de la Universidad de Castilla-La Mancha. El nombre de la herramienta es Cuadernia.

Nuestro artículo está organizado como sigue. En primer lugar se recordará la definición, alcance y dimensión del concepto de usabilidad colaborativa tal y como fue propuesto en [19]. A partir de dicha definición, se identificarán los requisitos que deben contemplarse a la hora de elaborar herramientas groupware. Posteriormente se presentará brevemente la herramienta software Cuadernia, utilizada para poner en práctica los métodos tradicionales de evaluación de la usabilidad y comprobar que estos métodos tradicionales son suficientes para evaluar la usabilidad colaborativa. A partir de las conclusiones y experiencia lograda aplicando esos métodos se recogerán las conclusiones alcanzadas y se cuestionarán las hipótesis de partida. Finalmente recopilaremos las conclusiones alcanzadas e identificaremos las líneas de trabajo futuras.

2. La usabilidad colaborativa y sus requisitos de evaluación

Como hemos sugerido en la introducción la diferencia entre lo que se entiende como usabilidad y la usabilidad colaborativa es, cuando menos, sutil. Pero en esta última se hace especial hincapié en resaltar que los usuarios se conforman en grupos y que cooperan o colaboran, según el caso, en la realización de tareas. Incluso podríamos hablar de que la definición de usabilidad en los estándares relacionados con ese concepto podría ser utilizable para definir la usabilidad colaborativa, pero teniendo en cuenta que ahora no tratamos con usuarios aislados sino con usuarios miembros de un grupo y que abordan la realización de una tarea conjuntamente. Estas diferencias nos hacen cuestionarnos si realmente es así, si los métodos de evaluación de la usabilidad son útiles para estimar la usabilidad en un entorno de trabajo en grupo. Pero previamente será interesante volver a recoger la definición de usabilidad colaborativa e identificar los requisitos exigibles a las herramientas que dan soporte a actividades de grupo.

2.1. Definición de usabilidad colaborativa

En [19] se definía el concepto de usabilidad colaborativa atendiendo a dos acepciones. Considerando ese concepto como proceso, la

definición sugerida sería: *la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a [un grupo de] usuarios concretos en un contexto de uso específico [y cooperativo/colaborativo].*

Si por el contrario se atiende a dicha cualidad como producto, se estableció que, en ese caso, con usabilidad colaborativa nos estamos refiriendo a *la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para un [grupo de] usuarios, en condiciones específicas de uso [y cooperativas/colaborativas].*

Nuestra intención es la de identificar si existen carencias en los métodos de evaluación de la usabilidad tradicional a la hora de evaluar la usabilidad colaborativa en algunas aplicaciones concretas (hipótesis - H1). En función de las evidencias encontradas trataríamos de revisar estos métodos para mejorarlos de cara a proporcionar mayor cobertura y poder evaluar la usabilidad de herramientas groupware. Revisaremos seguidamente los requisitos que deberían presentar las herramientas groupware.

2.2. Requisitos de las herramientas groupware

Los requisitos de los productos software destinados a dar soporte a actividades de grupo son los que van a determinar a posteriori gran parte de las actividades de evaluación. En este sentido, las características que identificamos más específicamente ligadas a estos productos son:

- Las herramientas groupware deben ser **productos software aceptados** por un conjunto de usuarios con unos objetivos concretos y comunes. Este aspecto presenta desafíos tanto técnicos y tecnológicos, como otros relacionados con los usuarios y su percepción de que utilizando dichas herramientas lograrán alcanzar algún beneficio.
- Los integrantes del grupo de trabajo y la comunidad de usuarios que trabaja conjuntamente debe tener garantías de que su **actividad está protegida** frente ataques o interrupciones externas y, además, los usuarios de manera individual deben ser conscientes de que algunos de **los recursos son compartidos** y no de uso exclusivo.
- Igual que para las herramientas tradicionales se recomienda disponer una correspondencia

entre los objetos del mundo real y los manipulados a través de la aplicación, en las herramientas groupware esa **correspondencia debe extenderse a las relaciones sociales**. Es decir las necesarias facilidades de comunicación, colaboración y coordinación reflejarán una organización estructural y tecnológica.

- En las aplicaciones groupware es necesaria la disponibilidad de **facilidades de personalización y adaptación**. La información que maneja el grupo será la misma, pero las posibilidades de visualización de la misma deberán estar abiertas a criterio de los distintos usuarios.
- En las aplicaciones tradicionales, las heurísticas recomiendan que el control resida en el usuario, o que cuando menos así se perciba. El usuario debe no sólo recibir información sobre el estado en el que se encuentra su interacción, sino también éste debe tener la sensación de que tiene el poder de cancelar la ejecución de sus tareas. En las aplicaciones groupware el usuario debe tener también **control de su sesión**; el usuario debe saber en qué situación está él, en qué situación están los demás miembros del grupo y en qué y con quién puede interactuar.
- Guardando cierta relación con lo anterior, las herramientas groupware deben incorporar elementos de sincronización, **coordinación** y control de actividades. Deben existir mecanismos de coordinación entre las interacciones de los integrantes del grupo, que no entren en conflicto con la sensación de control que debe percibir el usuario individual.
- Los mecanismos que garanticen **la privacidad, seguridad, anonimato, identificación y auditoría de la actividad** también deben considerarse a la hora de desarrollar y evaluar un producto groupware.
- Por último, se hace necesario también considerar aspectos relacionados con el *awareness*. Esta característica viene a complementar los criterios de calidad que puede experimentar un usuario (incluso un grupo de usuarios) de un producto software tradicional. Lo incluimos a ese nivel ya que identificamos que esta característica es especialmente subjetiva y va ligada a la

capacidad del usuario para responder a las preguntas relacionadas con *qué actividades se realizan y qué roles están involucrados, cuándo se producen determinados eventos, cuándo se perciben sus efectos y cuánto tiempo permanecen, dónde se desarrollan las actividades, cómo se interactúa y quién está presente y quién no* al realizar las actividades [10].

En función de estas características deseables para un producto groupware, seguidamente discutiremos con mayor detalle, y utilizando un proyecto de desarrollo real, como es Cuadernia, si los métodos de evaluación de la usabilidad (UEMs) son suficientes para evaluar productos groupware.

3. Caso de estudio

El ejemplo que utilizaremos para cuestionarnos las hipótesis de partida es Cuadernia, un producto software que está disponible en el portal de educación de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (www.educa.jccm.es).

Cuadernia es una aplicación para la creación de contenidos digitales de carácter educativo, ligada al portal de educación de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. En su desarrollo están involucradas distintas empresas, entre ellas SymbiaIT, una *spin-off* de la Universidad de Castilla-La Mancha. Con ella, es posible crear objetos digitales educativos (ODEs) preparados para su uso de modo aislado o en sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), gracias a un desarrollo basado en estándares (concretamente SCORM y LOM).

3.1. Cuadernia: Recursos multimedia en el aula

En la actualidad, Cuadernia puede describirse como una herramienta groupware asíncrona y donde la colaboración entre usuarios no se realiza en tiempo real. Básicamente, nos encontramos ante un entorno a través del cual profesores, alumnos y padres pueden colaborar creando y realizando actividades educativas a distintos niveles del sistema educativo (infantil, primaria, secundaria, escuelas de idiomas, de adultos, de música y educación especial). Las facilidades de comunicación asociadas a Cuadernia se basan en

la existencia de un foro y de un repositorio de recursos en el que los diferentes usuarios pueden compartir impresiones y comentarios personales y actividades educativas. Además, como se ha comentado anteriormente, al estar los ODEs creados conforme a estándares, estos se pueden importar, de una manera muy sencilla, en sistemas de gestión de aprendizaje, como puede ser Moodle, y aprovechar así toda la potencia que estas herramientas aportan para trabajar en grupo.

Cuadernia proporciona una serie de herramientas que permiten al usuario crear cuadernos digitales, secuencias de cuadernos, catalogarlos basándose en el estándar LOM-ES 1.0 y generar paquetes en formato SCORM 2004. Este hecho permite que estos ODEs puedan ser utilizados por cualquier usuario utilizando un LMS que acepte este estándar mundial para la educación. El editor que permite a los profesores crear secuencias de ODEs dispone de un área central de trabajo, y de una barra de herramientas con las que se pueden visualizar, catalogar y empaquetar, entre otras acciones, las secuencias educativas creadas.

Otra de las opciones que permite la herramienta Cuadernia es catalogar con metadatos los ODEs creados. Con ello se pretende facilitar la posibilidad de saber cuál es el contenido y el propósito de un objeto de aprendizaje sin tener que acceder a dicho objeto. Por tanto, los metadatos aportan información orientada a hacer más eficiente la búsqueda y la utilización de los recursos.

3.2. Cuadernia: desarrollo de su evaluación

Al abordar la actividad de evaluación de la herramienta previamente presentada nos encontramos con que Cuadernia presenta distintos retos. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

1. Se trata de una aplicación de uso en la Web.
2. Los usuarios de dicha aplicación juegan distintos roles (tienen diferentes objetivos y tareas que realizar). En el caso concreto de la herramienta elegida los usuarios comunican entre ellos de manera asíncrona y conservan roles sociales (profesores, alumnos y padres).
3. El objetivo del sitio web y de la aplicación es ofrecer una plataforma a través de la cual los

usuarios puedan crear y compartir objetos digitales educativos.

4. El aspecto funcional es importante, pero también lo es el aspecto estético.

En un artículo previo [19] se identificaron posibilidades de evaluación de la usabilidad colaborativa atendiendo al proceso. Esta evaluación, como se comenta en el apartado 2.1, se centra en determinar la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a un grupo de usuarios en un entorno colaborativo. Por tanto, para evaluar la usabilidad de la aplicación Cuadernia se han aplicado una serie de métodos de evaluación tradicionales, pertenecientes a distintos grupos, como se verá a continuación, y hemos procedido a analizar su capacidad para evaluar la usabilidad colaborativa.

Pero la usabilidad colaborativa también puede evaluarse desde el punto de vista del producto. Si atendemos a esa otra dimensión, y tenemos presentes los criterios de diseño comentados en la sección 2.2, que se dedicó a identificar los requisitos de las herramientas groupware. Lo primero que identificamos es que el concepto de usabilidad es útil para sentar las bases sobre las que seguir evaluando la calidad de Cuadernia, pero éste no cubre totalmente la dimensión colaborativa que puede presentar un producto groupware. Otros factores y criterios de calidad deben considerarse a la hora de evaluar el groupware.

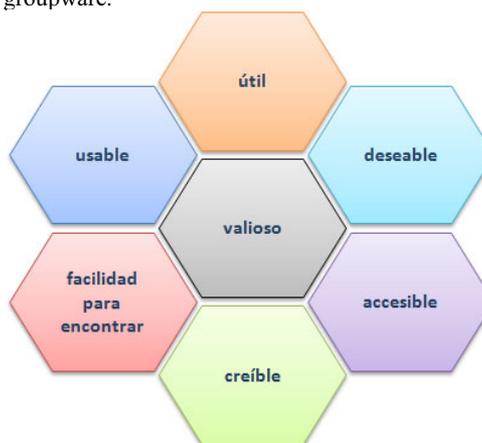


Figura 1. Definición gráfica de la experiencia de usuario (adaptada de [14]).

Estos otros elementos de calidad también hemos tratado de tenerlos en cuenta. Inicialmente, consideramos también otros conceptos como fueron el de *calidad en uso* y el de *experiencia de usuario*. El primero de ellos aportaría, respecto a la mera usabilidad, criterios de calidad ligados a la protección, la accesibilidad y la flexibilidad. El segundo añade otras perspectivas adicionales (véase Figura 1). Pero aún no era suficiente, como limitación identificamos que ambos conceptos considerados también focalizan principalmente su interés en el usuario como individuo y no como miembro de un grupo. La evaluación todavía era parcial.

En función de los requisitos adicionales que deseamos considerar (apartado 2.2) y evaluar al trabajar con productos groupware proponemos la consideración de una escala de validación y evaluación de tales productos. Nuestra propuesta se muestra gráficamente en la Figura 2 (inspirada en [11]). En dicha figura se recogen cinco niveles de cumplimiento y evaluación útiles para abordar la evaluación sistemática de productos groupware y con dicha propuesta pretendemos cubrir la evaluación de la usabilidad colaborativa.



Figura 2. Criterios de evaluación de groupware

La interpretación de la Figura 2 y su descripción se realiza de abajo hacia arriba. El primero de los niveles considera mecanismos de evaluación que conlleven contemplar la usabilidad y la accesibilidad de cualquier producto software. Sin estas características algunos individuos no podrán utilizar adecuadamente el producto software y, por lo tanto, su actividad dentro del grupo puede verse limitada y/o seriamente

perjudicada. La evaluación de la usabilidad está soportada por múltiples métodos de evaluación. El inconveniente de esos métodos es que están pensados y descritos para dar soporte a la evaluación de productos software tradicionales, es decir no groupware. Si atendemos a la usabilidad colaborativa como proceso: la efectividad, la eficiencia y la satisfacción experimentada por el usuario (miembro de un grupo) debe considerar nuevas métricas. Este hecho ya se puso de manifiesto en [19], donde se aportaron algunas de esas métricas, atendiendo a la efectividad, eficiencia y satisfacción individual de cada miembro del grupo y a las alcanzadas por el grupo. Algunas de estas métricas estarían relacionadas con el compromiso, la confianza, la apatía o la hostilidad que presenta al utilizar el producto software en grupo.

Por otro lado, también en el primer nivel de la Figura 2, se recomienda la evaluación de la accesibilidad del producto software. Ésta característica está soportada por herramientas y pautas de accesibilidad propuestas por la W3C; concretamente las pautas WCAG 2.0.

En un segundo nivel de evaluación identificamos la necesidad de evaluar lo que serían mecanismos de protección y seguridad de las actividades y datos de los usuarios y del grupo. Estos criterios no están considerados en el concepto de usabilidad como tal, aunque sí que forman parte de la calidad en uso. Para dar soporte a la evaluación a este nivel identificamos la necesidad de comprobar la existencia de facilidades relacionadas con: el control de accesos, la gestión de usuarios, la gestión de privilegios y la protección de los datos (información de usuario y de grupo).

En un tercer nivel de evaluación consideramos la necesidad de contemplar el nivel de pertenencia al grupo, la implicación con el mismo, la identificación con el producto software y con las actividades que en él se ofrecen. En el caso de Cuadernia este aspecto era fundamental para la viabilidad de la herramienta a medio y largo plazo. En esta sección necesitamos considerar, por ejemplo, el número de usuarios registrados, el volumen de conexiones, la localización y extensión de los usuarios, los mensajes enviados, las actividades educativas compartidas, el aprovechamiento del foro, etc. Las actividades de evaluación a este nivel están soportadas gracias al

uso de herramientas de analítica web o análisis de logs. Con dichas herramientas es posible caracterizar el nivel de difusión, alcance y aceptación de un producto software. Con estas mismas herramientas es posible monitorizar ciertas actividades realizadas con el producto. En este mismo nivel sería deseable evaluar todos aquellos aspectos relacionados con el awareness.

En el cuarto nivel, los usuarios se han implicado y crean comunidad y grupo, es decir, alcanzan un grado de implicación que les hace adquirir reconocimiento dentro de la comunidad y, en su caso, cambiar de rol y mejorar la confianza que otros usuarios pueden tener en sus contribuciones al grupo. Es decir, se identifica que la herramienta software pasa a dar soporte a un grupo o conjunto de grupos activos. A este nivel debe evaluarse la disponibilidad de mecanismos de gestión de perfiles y dinámica de estos mismos perfiles desempeñados por los usuarios de la herramienta groupware. Contribuye a la evaluación de la herramienta a este nivel la comprobación de la disponibilidad de mecanismos que permitan la organización por parte de los propios usuarios de las actividades que realizan y de la disponibilidad de mecanismos de personalización y adaptación a nivel de grupo.

Con el último nivel considerado, denominado *autoestima*, se alcanzaría un nivel utópico, ya que realmente la mejor representación de nuestra propuesta de evaluación sería una pirámide troncada, donde este último nivel no estaría considerado. En este último nivel el grado de confianza en la aplicación de los usuarios y de los grupos conformados es máximo y las actividades y requisitos en este tipo de herramientas ha alcanzado un nivel tal que tanto el grupo como la herramienta es capaz de adaptarse automáticamente o de forma semiautomática nuevas situaciones y exigencias.

4. Análisis y discusión empírica de UEMs

En la sección anterior se ha presentado un caso de estudio y evaluación relacionado con Cuadernia, con el que hemos podido alcanzar distintas conclusiones relacionadas con el uso de los métodos de evaluación de la usabilidad (UEMs) y su uso cuando de evaluar productos software, que den soporte a actividades de grupo, se trata.

Seguidamente, y considerando las hipótesis de partida, analizaremos los UEMs y su aprovechamiento para evaluar herramientas groupware. Previamente identificaremos los UEMs que hemos considerado para dar soporte a la evaluación de Cuadernia.

4.1. Métodos tradicionales de evaluación de la usabilidad considerados

Existen diferentes referencias bibliográficas donde se recogen distintas taxonomías relacionadas con los métodos de evaluación de la usabilidad.

Para la elaboración de este artículo hemos tenido en cuenta la clasificación acordada y resultante de la Acción Europea COST núm. 294 – MAUSE (<http://www.cost294.org/>): *Towards the MAtureation of information technology USability Evaluation*. Esta Acción se ha desarrollado entre los años 2005 a 2009 y tuvo como objetivo principal el desarrollo, evaluación y comparación de los métodos de evaluación de la usabilidad (UEMs) [8] con el fin de que sus resultados pudieran transferirse a la industria y así contribuir al aumento de la competitividad de la industria europea.

El esquema de clasificación propuesto distingue tres categorías de métodos identificados a través de sus siglas: DGMM (*Data Gathering and Modelling Methods*), UIEM (*User Interactions Evaluation Methods*) y CMs (*Collaborative Methods*).

El primer grupo de métodos, DGMM, aglutina aquellos UEMs que tratan de hacerse con conocimientos sobre los usuarios y sus actividades. Este grupo de métodos son especialmente útiles para la evaluación, por ejemplo, por diagnóstico de uso y para la comparación de productos. En este grupo de métodos se identifican dos subgrupos de métodos: los DGM (*Data Gathering Methods*) y los MM (*Modelling Methods*).

El subgrupo de métodos de evaluación, DGM (*Data Gathering Methods*), recoge distintos métodos con los que recopilar información sobre características de los usuarios, tareas que éstos realizan y contexto en el que se utilizan los sistemas interactivos. Algunos de los métodos considerados en este grupo se utilizan integrados en metodologías de desarrollo de interfaces de usuario. Ejemplo de estos UEM los tenemos en la

observación, las entrevistas, los cuestionarios y el *thinking aloud protocol*, etc.

El subgrupo MM hace acopio de notaciones y lenguajes con los que es posible describir al usuario y las tareas que éste realiza. Estas descripciones (modelos) se pueden utilizar de muy diversas formas, desde meros repositorios de datos, hasta elementos más activos con los que comparar la interacción real del usuario y la modelada idealmente. Ejemplo de estos métodos los tenemos en: GOMS [6], HTA, MAD [18] y CTT [16], etc. Algunas de las notaciones anteriores tienen soporte en herramientas que facilitan su uso, por ejemplo K-MADe [1] o CTTE [13].

El segundo grupo de UEM identificado es el UIEM (*User Interactions Evaluation Methods*) son los más claramente relacionados con la evaluación y dentro de este grupo encontramos los KMBM (*Knowledge-based and Model-based Methods*) y los EM (*Empirical Methods*). Los primeros son un conjunto de UEMs basados en la disponibilidad de conocimiento (estándares, recomendaciones, modelos, guías de estilo [10], patrones [9], etc.). Ejemplos de UEM en este

grupo son las evaluaciones heurísticas [15], las evaluaciones basadas en documentos, o en modelos [4, 17]. Los métodos empíricos de evaluación de la usabilidad precisan de la existencia de un producto disponible (independientemente de que esté terminado o no) y de la presencia de usuarios que interactúen con dicho producto. En estos últimos métodos de evaluación se evalúan prestaciones y preferencias del usuario.

El último grupo propuesto de UEMs son los métodos CMs (*Collaborative Methods*), también denominados métodos creativos (*creativity methods*) que precisan de la participación activa de los usuarios en la evaluación o diseño, usando varias formas de organización y comunicación. Estos métodos, como era el caso de los métodos DGM, aparecen habitualmente incluidos, de forma aislada o conjunta, en propuestas metodológicas de desarrollo de sistemas interactivos. Como ejemplos considerados en este grupo podemos citar: *brainstorming* y *focus groups*.

En la Figura 3 se muestra gráficamente la propuesta de clasificación de UEMs descrita.

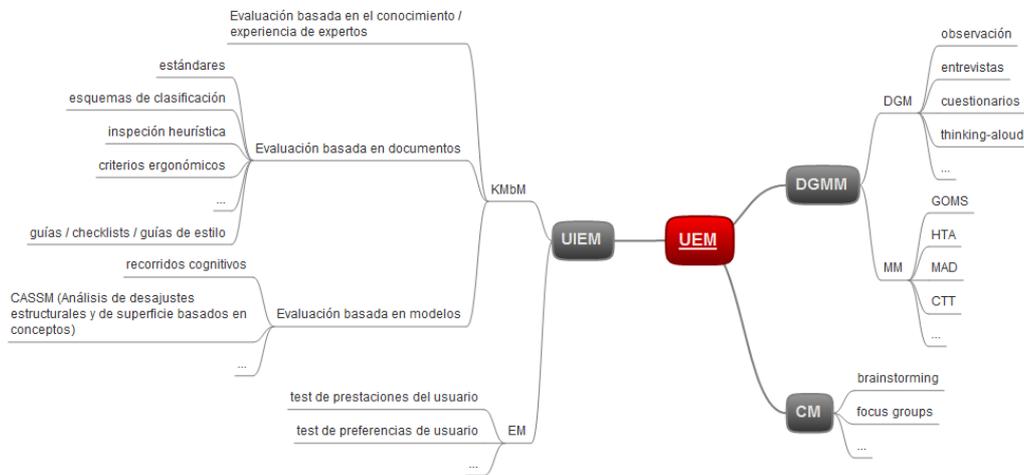


Figura 3. Clasificación de los métodos de evaluación de la usabilidad

4.2. Una visión crítica de los UEMs

Considerando los UEMs comentados y el concepto de usabilidad colaborativa, identificamos

que los UEMs disponibles son útiles para realizar una evaluación de usabilidad del software destinado al trabajo en grupo, pero nuestra experiencia en actividades de evaluación evidencia la necesidad de considerar aspectos

adicionales, métricas y notaciones para permitir evaluar aplicaciones groupware.

En la Tabla 1 se ha recogido de manera simplificada dónde identificamos necesidades adicionales en lo que a evaluación se refiere.

Métodos de evaluación de la usabilidad	Adecuado a groupware
DGMM	DGM $\sqrt{-}$ parcial
	MM χ
UIEM	KMbM $\sqrt{-}$ parcial
	EM χ
CM	- $\sqrt{-}$

Tabla 1. Adecuación de UEMs y groupware

- $\sqrt{-}$: representa que los métodos que hay disponibles permiten evaluar la usabilidad de herramientas groupware y de la actividad que sus usuarios hacen de ellas con. Si se acompaña de “parcial” es que identificamos la necesidad de pequeñas modificaciones para superar algunas limitaciones encontradas.
- χ : simboliza que los métodos existentes no son suficientes o evidenciamos necesidades adicionales de cierto calado para evaluar aplicaciones groupware.

En el conjunto de métodos de evaluación de la usabilidad DGMM, concretamente los DGM, hemos encontrado limitaciones para la utilización directa de los cuestionarios disponibles para dar soporte a la evaluación de productos software que den soporte al trabajo en grupo. Las cuestiones que aparecen recogidas en los cuestionarios más referenciados; SUS, SUMI, WAMMI, etc., no recogen cuestiones relacionadas con la actividad en grupo y las facilidades que el usuario debería tener disponibles y experimentar cuando hace uso de herramientas groupware. Para paliar esta limitación parcial identificada hemos elaborado, tomando como base un cuestionario SUS, preguntas adicionales que tratan de cubrir las deficiencias encontradas y donde se cuestiona, por ejemplo, sobre aspectos relacionados con la calidad del material disponible en Cuadernia y el compromiso/apatía, confianza/desconfianza, etc. Algunos ejemplos de estas preguntas incluidas en nuestros cuestionarios son las siguientes:

- *En Cuadernia he encontrado material útil para poner en práctica en mi actividad profesional.*

- *El material encontrado en Cuadernia y relacionado con mis asignaturas es competente y profesional.*
- *El uso de Cuadernia compromete mi capacidad profesional para la elaboración de material didáctico.*
- *Me resulta grato compartir mi material didáctico a través de Cuadernia.*
- *El material que comparto es de mayor calidad que el que he encontrado en Cuadernia.*

En lo que se refiere a la utilización de técnicas de modelado de tareas para dar soporte a actividades de evaluación también hemos encontrado serias limitaciones. Bien es verdad que algunas de las notaciones de análisis y modelado de tareas permiten especificar tareas cooperativas y colaborativas, pero si no se tratan de tareas tipo *workflow*, es decir, donde la responsabilidad de cada tarea está claramente identificada en los distintos usuarios/roles que hacen uso de la aplicación, en ellas evidenciamos limitaciones. Por ejemplo la notación ConcurTaskTrees [13] permite especificar tareas cooperativas, por lo que esa especificación podría utilizarse para dar soporte a evaluaciones remotas de las actividades de los distintos usuarios que trabajan de manera cooperativa. El problema lo hemos encontrado cuando el tipo de tareas que modelamos no es un *workflow* o no es cooperativo, sino que el grado de libertad en la interacción de grupo crece (Cuadernia es un ejemplo de estas situaciones). En este punto las notaciones con las que hemos trabajado, GTA y CUA principalmente, se han quedado cortas a la hora de dar soporte a actividades de evaluación. Las limitaciones encontradas las hemos tratado de cubrir con la utilización de UEMs alternativos, y no tratando de identificar o proponer notaciones de modelado alternativas a las ya existentes.

Los intentos de utilizar métodos de evaluación de la usabilidad basados en conocimiento (UIEM – KmBm) nos han llevado a concluir lo siguiente: la evaluación de la usabilidad recurriendo a la experiencia que posee uno o varios expertos o a la experiencia documentada y disponible es otra alternativa muy utilizada para llevar a cabo la evaluación de productos software. Sin embargo, el problema que identificamos es que la experiencia documentada y disponible sobre diseño de productos software destinados a dar soporte al

trabajo en grupo no es muy abundante, o al menos no tanto como la disponible para el diseño y evaluación de productos software no groupware. Alguna de esta experiencia fue identificada y revisada [12], y gracias a ella hemos elaborado una lista de verificación que puede facilitar el proceso de evaluación heurística de productos groupware. En ella se atiende a la disponibilidad o no de objetos en los productos groupware evaluados.

Al barajar el uso de UEMs basados en rendimientos y prestaciones (UIEM – EM) nos apoyamos en los estándares y normas internacionales. En ellos hemos identificado métricas cualitativas relacionadas con el comportamiento que ofrece el producto software cuando se utiliza. Dichas métricas están pensadas para productos software no groupware. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta que los productos software pueden utilizarse conjuntamente por varios usuarios y que las métricas disponibles y relacionadas con la efectividad, eficiencia y satisfacción individual no sirven para estimar la efectividad, eficiencia y satisfacción del grupo de usuarios, como se comentó en 3.2. En este sentido, y ya que Cuadernia está enfocada a la Web, hemos tratado de incorporar herramientas y métricas relacionadas con la analítica web. Como ejemplo de algunas de las métricas (H2) que hemos identificado mencionamos las siguientes:

- Relacionado con el compromiso: *relación entre las visitas a Cuadernia y el número de mensajes enviados y de actividades subidas.*
- Relacionado con la confianza: *número de actividades descargadas.*
- Relacionado con la apatía: *número de conexiones al sistema y el número de actividades subidas a Cuadernia.*
- Relacionado con la hostilidad: *número de comentarios negativos frente a los positivos respecto a actividades ofertadas.*

Paralelamente, el conjunto de métodos englobados dentro de la sección dedicada a los CMs son especialmente interesantes y reveladores cuando de evaluar productos groupware se trata. La utilización conjunta de varios usuarios que hacen uso de la misma aplicación nos permite identificar cómo perciben la misma cada uno de ellos. El feedback que necesariamente debe

soportar la herramienta groupware puede evaluarse de manera significativa al charlar conjuntamente con diferentes usuarios sobre el uso conjunto de la herramienta groupware.

De igual modo, estos métodos pueden ayudarnos a evaluar el grupo como tal, aparte de conocer la visión individual de cada uno de los miembros del mismo (H2). Algunos criterios a evaluar serían la *implicación* de cada uno de los miembros, la capacidad de *comunicar libremente* sus ideas, el estado de ánimo, la *confianza* entre los miembros o la capacidad de tomar decisiones.

Finalmente, respecto a la realización de informes de usabilidad (H3) las referencias vuelven a ser los estándares y normas internacionales. Concretamente en los apéndices F y G de la norma ISO/IEC 9126-4 se sugiere un formato, el CIF, con el que es posible confeccionar informes de evaluación de la usabilidad. Dichos informes, sus secciones y estructura, son válidos para elaborar informes de evaluación de la usabilidad de productos groupware.

5. Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se han descrito algunas de las actividades llevadas a cabo al abordar la actividad de evaluación de herramientas groupware. En la primera parte del artículo se identificaron una serie de características propias de este tipo de herramientas para más tarde revisar lo adecuado o no que resultaba el uso de los métodos de evaluación de la usabilidad para evaluar la denominada usabilidad colaborativa, con la que se hace referencia a la usabilidad de las herramientas groupware, llegándose a la conclusión de que existen algunas limitaciones en ellos, que hemos paliado tratando de cubrir al evaluar la herramienta groupware Cuadernia.

Por otro lado, podemos concluir también que las métricas ligadas a la usabilidad disponibles en los estándares tradicionales no son suficientes por lo que en este artículo se han propuesto, además de las ya sugeridas en [19], una serie de métricas adicionales.

Por último, podemos concluir que no es necesario crear nuevos modelos de informe de evaluación de la usabilidad ya que existen distintos modelos aportados junto a las normas internacionales de evaluación de la usabilidad.

Tras este trabajo se cree necesario seguir avanzando en la elaboración de una propuesta sistemática para la evaluación de groupware. Con esta propuesta, pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software podrían evaluar sus propios productos software y ofrecer servicios de consultoría y evaluación de distintos tipos de software, pudiendo acreditar la calidad de los mismos.

Agradecimientos

Las actividades descritas en este artículo están parcialmente financiadas por la empresa SymbiaIT S.L (<http://www.symbiait.com>), una spin-off de la Universidad de Castilla-La Mancha. Mientras que la actividad del personal de la UCLM está soportada por los proyectos PEII09-0054-9581, CICYT TIN2008-06596-C02-01 y la Acción Europea TwinTide (<http://twintide.org>).

Referencias bibliográficas

- [1] Baron, M., Vincent Lucquiaud, Autard, D., Scapin, D.: K-MADE: un environnement pour le noyau du modèle de description de l'activité. *IHM 2006*: 287-288
- [2] Bastien, J, Scapin, D., Leulier, C.: The ergonomic criteria and the ISO/DIS 9241-10 dialogue principles: a pilot comparison in an evaluation task. *Interacting with Computers* 11(3): 299-322 (1999)
- [3] Bevan, N. (2009) Extending quality in use to provide a framework for usability measurement. *Proceedings of HCI International 2009, San Diego, California, USA*
- [4] Connell, I., Blandford, A., Green, T.: CASSM and cognitive walkthrough: usability issues with ticket vending machines. *Behaviour & IT* 23(5): 307-320 (2004)
- [5] International Organization for Standardization. ISO/IEC Standard 9126: Software Engineering -- Product Quality, part 1. 2001
- [6] John, B. & Kieras, D. E. Using GOMS for user interface design and evaluation: which technique? *ACM ToCHI* 3.4. 287-319. (1996)
- [7] Kirsch-Pinheiro, M., Valdeni de Lima, J., Borges, M.: A framework for awareness support in groupware systems, *Computers in Industry*, Volume 52, Issue 1, Knowledge Sharing in Collaborative Design Environments, September. 2003
- [8] Law, E., Scapin, D., Cockton, G., Springett, M., Stary, C., Winckler, M.: *Maturation of Usability Evaluation Methods: Retrospect and Prospect (Final Reports of COST294-MAUSE Working Groups)* (2009).
- [9] Lukosch, S., Schümmer, T.: Groupware development support with technology patterns. *International Journal of Man-Machine Studies* 64(7): 599-610 (2006)
- [10] Mariage, C., Vanderdonck, J., Chevalier, A.: Using the MetroWeb Tool to Improve Usability Quality of Web Sites. *LA-WEB 2005*: 213-222
- [11] Maslow, A. *El management según Maslow: una visión humanista para la empresa de hoy*. Barcelona: Editorial Paidós Ibérica. 2005
- [12] Montero, F., López-Jaquero, V., González, P. Documentación de la experiencia relacionada con el groupware. *Interacción 2007*
- [13] Mori, G., Paternò, F., Santoro, C.: CTTE: Support for Developing and Analyzing Task Models for Interactive System Design. *IEEE Trans. Software Eng.* 28(8): 797-813 (2002)
- [14] Morville, P. "User Experience Design". <http://www.semanticstudios.com/publications/semantics/000029.php>.
- [15] Nielsen, J.: Heuristic evaluation. In J. Nielsen & R. Mack (Eds.), *Usability Inspection Methods*, New York: John Wiley (1994) 25-62.
- [16] Paternò, F. *Model-based design and evaluation of interactive applications*. Springer-Verlag, 1999.
- [17] Paternò, F., Ballardin, G.: RemUSINE: a bridge between empirical and model-based evaluation when evaluators and users are distant. *Interacting with Computers* 13(2): 229-251 (2000)
- [18] Scapin, DL., Pierret-Golbreich, C. "Une méthode analytique de description des tâches. Colloque sur l'ingénierie des Interfaces Homme-Machine", Sophia Antipolis, 1989, p 131-148.
- [19] Tobarra, M., Montero, F., Gallud, J.A.: Usabilidad colaborativa: Caracterizando la usabilidad en entornos colaborativos. *Interacción*. 2008.

Sobre la interacción en la visualización del software

J. Ángel Velázquez Iturbide, Antonio Pérez Carrasco, Jaime Urquiza Fuentes,
Francisco J. Almeida Martínez

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I
Universidad Rey Juan Carlos
28933 Móstoles, Madrid

[\[angel.velazquez,antonio.perez.carrasco,jaime.urquiza,francisco.almeida}@urjc.es](mailto:{angel.velazquez,antonio.perez.carrasco,jaime.urquiza,francisco.almeida}@urjc.es)

Resumen

Un aspecto que ha recibido relativamente poca atención en la visualización del software es la interacción con el usuario. Generalmente se ha limitado a su animación o a facilidades educativas, formas de interacción adecuadas para la comprensión de programas. Sin embargo, se necesitan formas de interacción más avanzadas para tareas de usuario más complejas, como el análisis de programas. En la comunicación proponemos una modificación de una taxonomía de la interacción en el campo de la visualización de la información, adaptada a la visualización del software. La nueva taxonomía recoge una definición más precisa de las categorías de interacción en términos de elementos de programación, así como la dimensión del tiempo. La taxonomía se utiliza para caracterizar varios sistemas de visualización.

1. Introducción

Una de las tecnologías que más interés ha despertado en las últimas décadas para la enseñanza de la programación es la visualización del software. Inicialmente el esfuerzo de investigación se centró en aspectos técnicos de la generación de visualizaciones, pero enseguida se constató que el uso de visualizaciones no siempre producía una mejora educativa.

El análisis de evaluaciones realizadas ha permitido deducir que es más importante el uso docente que se haga de las visualizaciones que ellas mismas [5]. En esta línea, se ha propuesto una taxonomía de niveles de implicación de los alumnos [7], sobre la hipótesis de que una mayor implicación del alumno produce un mayor éxito educativo. Esta taxonomía se ha utilizado en la docencia, existiendo constancia de numerosas evaluaciones positivas [11].

En esta comunicación pretendemos profundizar en el papel de la interacción persona-ordenador en la visualización del software. La sección segunda presenta antecedentes de este trabajo, incluyendo definiciones y el papel de la interacción en la visualización. En la tercera sección realizamos una propuesta de taxonomía de las interacciones con visualizaciones del software.

2. Antecedentes

En primer lugar, presentamos algunas definiciones relacionadas con la visualización, para centrar nuestro análisis. Después presentamos el tratamiento dado a la interacción con el usuario en visualización de la información y del software.

2.1. Definiciones

La *visualización de información* es un campo de la interacción persona-ordenador. Por concreción y brevedad, nos referimos a la definición que dan Card, Mackinlay y Shneiderman [2]:

“El uso de representaciones generadas por ordenador, visuales e interactivas, de datos abstractos para amplificar la cognición”.

Obsérvese que no solamente se destaca el uso del ordenador y su naturaleza visual (que son evidentes) sino también su carácter interactivo.

El término *visualización del software* [3][10] alude a la visualización de los diversos aspectos del software (código, diseño, pruebas, etc.). Si nos centramos en la programación a pequeña escala, los términos más extendidos son *visualización de programas* y *visualización de algoritmos*. El primer término engloba la visualización de elementos ligados al código fuente, sea código o datos, mientras que el segundo recoge una visualización de más alto nivel, no necesariamente

ligado a un código concreto. Con frecuencia se utiliza el término *visualización del software* (VS) en este sentido más específico para la programación a pequeña escala. A falta de otro término mejor, así lo usamos en la comunicación.

También ocupa un papel destacado la distinción entre visualización estática o dinámica del software, llamándose *animación* la segunda. En la comunicación utilizaremos generalmente el término *visualización* para referirnos a ambas.

2.2. Interacción en visualización del software

Existen diversas taxonomías para el estudio y caracterización de los sistemas de visualización de software. Algunas taxonomías hacen distinciones similares a las de la subsección anterior. Otras taxonomías consideran el método de creación o de especificación de las animaciones. Nos centramos aquí en las taxonomías que dan un papel más destacado a la interacción, las taxonomías de Roman y Cox [9] y de Price, Baecker y Small [8].

Ambas taxonomías proponen categorías parecidas, basadas en un modelo ideal de producción y de roles en VS (véase Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de las taxonomías de Roman y Cox, y de Price, Baecker y Small

Roman y Cox	Price, Baecker y Small
–	Ámbito
Ámbito	Contenido
Abstracción	Método
Método de especificación	
Interfaz: vocabul. gráfico	Forma
Presentación	
Interfaz – interacción	Interacción
–	Eficacia

En lo que se refiere a la categoría de interacción, ambas taxonomías coinciden. Roman y Cox definen indirectamente la categoría de interfaz mediante la pregunta “¿qué facilidades proporciona el sistema para la presentación visual de la información?”. La subcategoría de interacción incluye las herramientas que el usuario puede usar para modificar la presentación. Consideran que hay dos formas de interacción:

- Mediante controles.
- Mediante la imagen.

En definitiva, Roman y Cox consideran técnicas de interacción a un bajo nivel, que pueden usarse para diversos fines.

La taxonomía de Price, Baecker y Small [8] define indirectamente la interacción mediante la pregunta “¿cómo puede el usuario del sistema de VS interactuar con él y controlarlo?”. A su vez, distinguen 3 subcategorías de interacción:

- Estilo.
- Navegación:
 - Control de ocultación (“elisión”).
 - Control temporal:
 - Dirección.
 - Velocidad.
- Facilidades de grabación y reproducción.

En su taxonomía, Price, Baecker y Small incluyen tres aspectos diferentes. El estilo se refiere a técnicas de interacción de bajo nivel, y es similar a la interacción de Roman y Cox. La navegación incluye algunas formas de interacción para navegar en espacio o tiempo. Finalmente, las facilidades de grabación y reproducción engloban funciones de exportación e importación, generalmente con fines docentes.

Otra taxonomía distinta es la de lenguajes de animación de algoritmos, debida a Karavirta *et al.* [6]. Su objetivo declarado es servir de complemento de la taxonomía de Price, Baecker y Small, ya que ésta no caracteriza lenguajes sino sistemas. Sin embargo, difícilmente puede cumplir este papel ya que su ámbito es menos general, al limitarse a visualización de algoritmos.

Proponen cuatro categorías: visualización, dinámica, interacción del usuario y metalenguaje. Las dos primeras coinciden básicamente con la categoría “forma” de Price, Baecker y Small. A su vez, la categoría tercera tiene cuatro subcategorías: control, responder, cambiar y anotar.

Los autores reconocen que su categoría de interacción del usuario está influida por la taxonomía de niveles de implicación [7]. En ésta se distinguen 6 formas (no jerarquizadas) de implicación de los alumnos con las animaciones:

- Sin ver.
- Ver.
- Responder.
- Cambiar.

- Construir.
- Presentar.

Estas dos últimas taxonomías se centran en tareas de usuario, sin poner énfasis en la propia interacción que deben realizar. En consecuencia, resultan de poca utilidad para nuestro objetivo.

2.3. Interacción en visualización de la información

En visualización de la información también encontramos numerosas taxonomías. Por concreción y falta de espacio, nos limitaremos a la taxonomía de Yi *et al.* [17]. En este mismo trabajo puede encontrarse una recopilación de taxonomías, que se centran en técnicas de interacción o en tareas de usuario.

Yi *et al.* consideran que conviene unir ambos enfoques. Por tanto, proponen el criterio de “intención del usuario”, es decir: “¿qué quiere conseguir el usuario?”. Este criterio permite agrupar técnicas de interacción de bajo nivel y relacionar las tareas del usuario con la interacción.

Se distinguen siete categorías de interacción. Siguiendo el estilo de sus autores, para cada categoría describimos la intención del usuario mediante una frase coloquial y una definición.

- **Seleccionar:** marcar algo como interesante. Las técnicas de selección proporcionan a los usuarios la capacidad de marcar elementos de interés para mantener su rastro.
- **Explorar:** mostrar algo más. Las técnicas de exploración permiten a los usuarios examinar un subconjunto distinto de datos.
- **Reconfigurar:** mostrar una disposición distinta. Las técnicas de reconfiguración proporcionan a los usuarios distintas perspectivas del conjunto de datos mediante cambios en la disposición espacial de las representaciones.
- **Codificar:** mostrar una representación distinta. Las técnicas de codificación permiten a los usuarios alterar la representación visual fundamental de los datos, incluyendo la apariencia visual de cada elemento (p.ej. color, tamaño y forma).
- **Abstractar/desarrollar:** mostrar más o menos detalle. Las técnicas de abstracción/ desarrollo proporcionan a los usuarios la capacidad de

ajustar el nivel de abstracción de una representación.

- **Filtrar:** mostrar algo condicionalmente. Las técnicas de filtrado permiten a los usuarios cambiar el conjunto de elementos que se presentan según condiciones concretas.
- **Conectar:** mostrar elementos relacionados. Conectar se refiere a técnicas de interacción que se usan para (1) resaltar asociaciones y relaciones entre elementos que ya están representados, y (2) mostrar elementos ocultos que son importantes para algún elemento.

Puede observarse que la taxonomía es muy general con categorías descriptivas y de alto nivel.

3. Propuesta de interacción en visualización de software

Comenzamos esta sección señalando las dificultades encontradas al aplicar la taxonomía de Yi *et al.* Después, proponemos una modificación de su taxonomía, adaptada al software.

3.1. Experiencia y dificultades con taxonomías

Los autores de la comunicación han desarrollado sistemas de visualización muy diversos. VAST es un sistema de animación del análisis sintáctico de programas [1]. WinHIPE es un entorno de programación que permite animar la evaluación de expresiones de un lenguaje funcional [13]. GreedEx es un ayudante interactivo para experimentar con la optimidad de varios algoritmos voraces [14]. SRec es un sistema de animación de la recursividad en Java [16].

Los autores han utilizado en diversas ocasiones las taxonomías de visualización del software para caracterizar los sistemas. Algunos aspectos han quedado claramente caracterizados, mientras que otros no, especialmente la interacción. También han caracterizado la interacción en estos sistemas con taxonomías de visualización de la información, con mejores resultados [15], pero no totalmente satisfactorios.

Al aplicar la taxonomía de Yi *et al.*, se han encontrado los siguientes problemas:

- Ausencia de tratamiento de la dimensión tiempo. En efecto, las visualizaciones de la

información suelen centrarse en datos complejos, difíciles de examinar, pero estáticos en el tiempo.

- Ambigüedad al identificar la categoría a la que pertenece una clase de interacción. Hemos encontrado ambigüedad en varios casos:
 - “Codificar” engloba cambios de representación gráfica muy variados, desde un mero cambio de configuración a un cambio de vista. Entre estos dos casos extremos, otras categorías también tienen un efecto sobre la representación (reconfigurar, abstraer/desarrollar, filtrar). Por tanto, se necesita una definición más precisa de “codificar”.
 - La intención de la categoría “abstraer/desarrollar” es ver algo con más detalle pero, según su definición, debe variar el nivel de abstracción. Ambas frases son contradictorias, como queda patente al incluir el zoom geométrico: no produce cambios en el nivel de abstracción ni permite ver más elementos, sino que permite verlos mejor. Ver más detalles correspondería a eliminar un filtro o a desarrollar el nivel de abstracción. Por tanto, el zoom geométrico sería una técnica de “explorar”.

3.2. Propuesta de taxonomía modificada para visualización del software

Proponemos una modificación de la taxonomía con dos dimensiones:

- Intención del usuario.
- Espacio/tiempo.

Con respecto a la dimensión de la intención del usuario, cada categoría debe definirse de forma precisa. Consideramos que una definición es precisa si se realiza en términos de su efecto sobre elementos de programación.

Con respecto a la dimensión de espacio/tiempo, la consideramos necesaria para recoger la especificidad de la visualización de software:

- El espacio. Actúa sobre una visualización estática, que representa el estado del programa, sus datos o ambos en un instante.

- El tiempo. Actúa sobre los distintos estados del programa, que pueden visualizarse mediante una animación o estar representados en la propia visualización estática.

La taxonomía queda tal y como recoge la Tabla 2. Obsérvese que hay dos categorías nuevas, “particularizar” y “representar”, que resultan de partir la categoría “codificar” de Yi *et al.*

Tabla 2. Dimensiones y categorías de la taxonomía de la interacción en visualización del software

	Espacio	Tiempo
Seleccionar		
Explorar		
Reconfigurar		
Particularizar		
Representar		
Abstraer/desarrollar		
Filtrar		
Conectar		

Veamos una definición detallada de cada categoría de la taxonomía. Cada categoría se ilustra con una visualización generada por alguno de los cuatro sistemas citados al comienzo de la sección 3.1. Se han seleccionado visualizaciones representativas, sin que ello signifique que un sistema permita más o menos interacciones.

Seleccionar – espacio. “Marcar algún elemento como interesante”. Esta categoría permite seleccionar algún elemento del estado del programa. Es igual que la propuesta de Yi *et al.* De forma general, la selección es una acción que suele preceder a otra, es decir, suele seleccionarse con algún fin.

Por ejemplo, SRec permite resaltar las llamadas recursivas con algún parámetro o cuyo resultado es igual a algún valor concreto. La Figura 1 muestra el árbol de recursión de *fib(8)*, donde se han resaltado las llamadas a *fib(3)*.

En el resto de la comunicación no buscamos que todas las visualizaciones se entiendan completamente, pero sí que se entienda la intención del usuario. De todas formas, presentamos ampliada la Figura 1 para que se vea mejor la estructura de los árboles de recursión, que también aparece en otras figuras. Cada nodo tiene dos campos, el superior con los parámetros y el inferior con el resultado de la llamada.

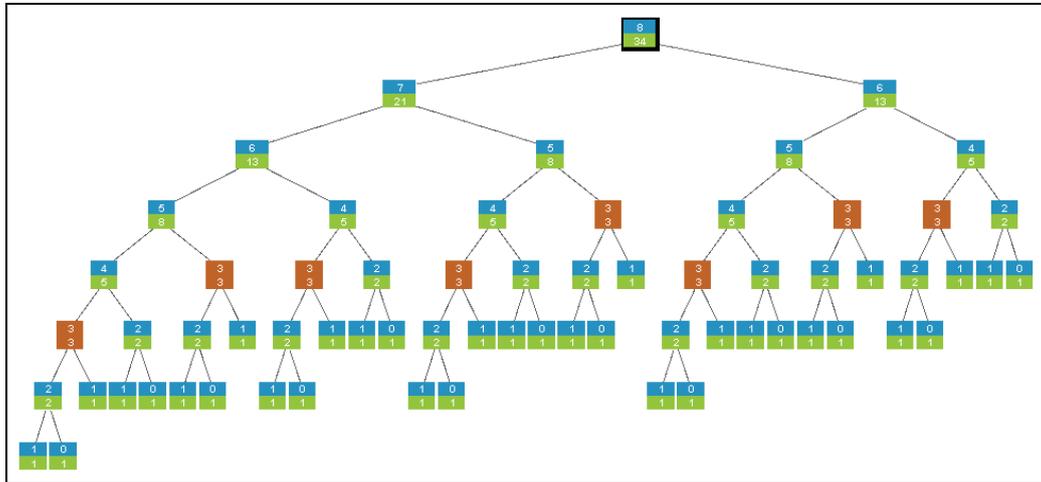


Figura 1. Árbol de recursión de *fib*(8), con las llamadas a *fib*(3) resaltadas

Seleccionar – tiempo. “Marcar algún instante como interesante”. Esta categoría permite seleccionar un estado de la ejecución del programa. Se trata de una acción corriente en los depuradores, donde se marcan lugares del código como puntos de ruptura donde se parará la ejecución.

En la mayor parte de los sistemas de animación están predefinidos algunos instantes destacados: inicio, un paso adelante o atrás, final. En SRec, también puede seleccionarse una llamada recursiva terminada como paso previo a mover la animación a dicho instante.

Explorar – espacio. “Mostrar otros elementos”. Esta categoría permite mostrar algunos elementos del estado del programa. Ejemplos de interacciones de esta categoría son *panning+zooming* o *global+detalle*.

La Figura 2 muestra la interacción *global+detalle* proporcionada por VAST. Puede observarse que la visualización externa proporciona la vista de detalle, mientras que la ventana inferior derecha contiene una vista global.

Explorar – tiempo. “Mostrar otros instantes”. Esta categoría permite mostrar otros estados del programa, por lo que incluye las funciones de animación. Hay diversas formas estándar de navegar: adelante / atrás; un paso / varios pasos / saltar / hasta el final; automático / manual. Formas

más avanzadas de navegar permiten seleccionar un instante que cumple ciertas características, como los puntos de ruptura en los depuradores.

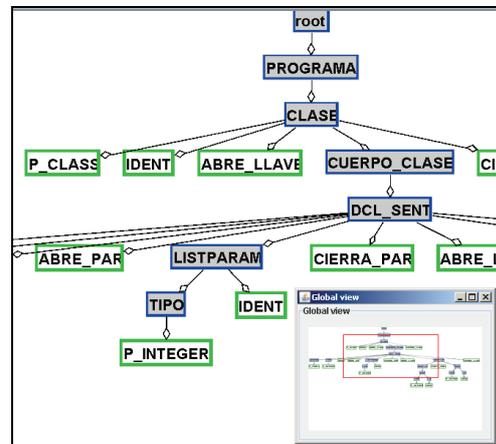


Figura 2. Visualización de un árbol de análisis sintáctico mediante una interfaz *global+detalle*

VAST incluye una barra de navegación muy completa que incluye los controles de animación estándar más la posibilidad de trasladarse a un punto concreto en la cadena de entrada procesada.

Reconfigurar – espacio. “Mostrar una disposición distinta de elementos”. Esta categoría permite cambiar la disposición relativa de los

elementos. Esta disposición puede expresarse de forma espacial o mediante otros convenios.

Esta categoría tiene menor importancia en visualización del software que de la información, dado que el orden relativo de los instantes viene determinado por la semántica del lenguaje de programación. Sin embargo, hay sistemas, como WinHIPE, que permiten al usuario elegir distintas semánticas; otros sistemas incluso permiten ejecutar cualquier instrucción seleccionada.

GreedEx permite reconfigurar el orden relativo de los candidatos a tomar para un algoritmo voraz. Dicho orden relativo se expresa mediante tonos, de forma que los candidatos primeros se representan con tonos más oscuros. En la Figura 3, la primera visualización muestra las actividades en orden creciente de comienzo y en la segunda, en orden creciente de duración.

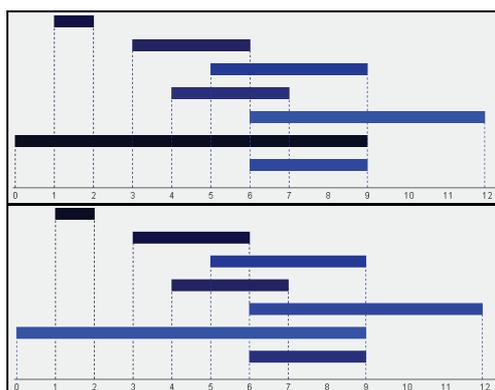


Figura 3. Reordenamiento mediante tonos de actividades a seleccionar

Reconfigurar – tiempo. “Mostrar una disposición distinta de los instantes”. Esta categoría permite cambiar la disposición espacial de estados correspondientes a la ejecución del programa.

SRec permite reconfigurar el orden relativo de los valores iniciales y finales de vectores o matrices sobre los que operan algoritmos de divide y vencerás. La Figura 4 muestra dos reordenamientos del estado de subvectores en las llamadas recursivas de ordenación por mezcla. En la parte izquierda se sigue el orden estricto de comienzo y fin de las llamadas, mientras que en la parte derecha se unen espacialmente los estados de un subvector al iniciarse y acabar la llamada.

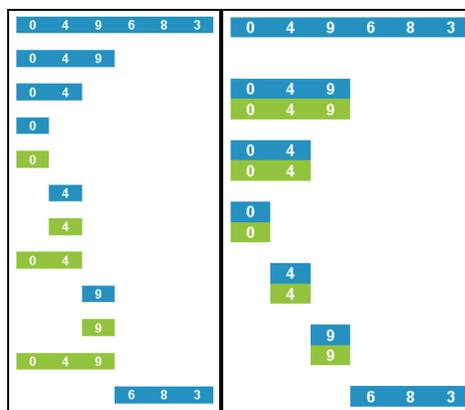


Figura 4. Reordenamiento de los distintos estados de entrada o salida de un vector

Particularizar – espacio. “Cambiar las propiedades visuales de sus elementos”. Esta categoría respeta el contenido de la representación, cambiando los valores de sus propiedades visuales: color, tono, forma, orientación, etc.

SRec incluye un alto número de opciones de particularización: colores y tonos de distintos elementos, distancias horizontales y verticales, grosor y estilo de flechas y marcos, y fuentes de letra. También puede decidirse si el convenio de colores se usa para distinguir distintas clases de nodos o distintos métodos. La Figura 5 muestra el árbol de recursión de *fib(5)* con dos configuraciones distintas.

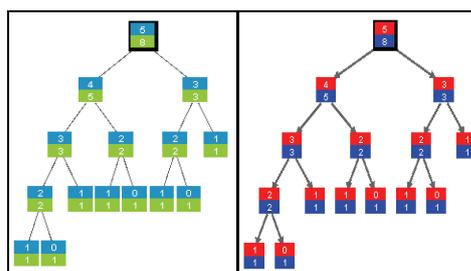


Figura 5. Árbol de recursión de *fib(5)* con dos configuraciones distintas

Particularizar – tiempo. “Cambiar las propiedades visuales de sus instantes”. Esta categoría puede concretarse de varias formas, según se represente el tiempo. La forma más

evidente es mediante una animación, en cuyo caso pueden configurarse el modo (automático o manual, animación discreta, continua) y los efectos de animación. Otra forma de representar el tiempo es incluyendo elementos pasados en la propia visualización.

SRec permite particularizar el formato gráfico de los estados pasados. En la Figura 6, las llamadas recursivas terminadas se muestran tanto atenuadas como suprimidas.

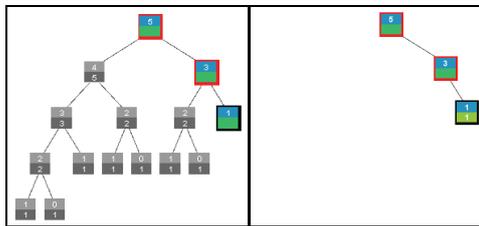


Figura 6. Representación de llamadas recursivas terminadas de forma atenuada y oculta

Representar – espacio. “Mostrar una representación distinta de los elementos”. Esta categoría conlleva un cambio sustancial de la representación gráfica. Este “cambio sustancial” se concreta en representaciones con propiedades geométricas distintas. Si se ofrecen varias representaciones simultáneas, se habla de vistas múltiples.

SRec proporciona tres representaciones de la recursividad: árbol de recursión, pila de ejecución y rastro. La Figura 7 muestra parte del rastro generado para *fib*(8); compárese con la Figura 1.

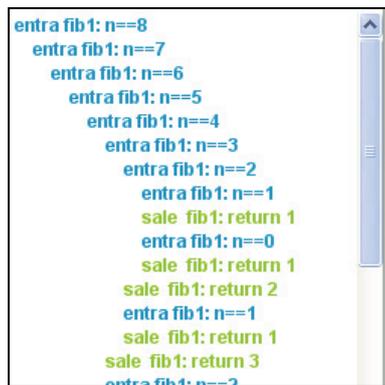


Figura 7. Rastro de las llamadas recursivas de *fib*(8)

Representar – tiempo. “Mostrar una representación distinta de los instantes”. Quizá se trata de la categoría más novedosa. El tiempo puede representarse de varias formas, como hemos comentado en la categoría de “particularizar – tiempo”.

Aunque no lo soporta explícitamente, SRec permite al usuario que elija entre representar el tiempo en la propia codificación del espacio (dando lugar a un árbol de recursión) o dejar simplemente la animación (dando lugar a la pila de ejecución). La elección tiene efectos sobre otras acciones: la primera opción permite al usuario seleccionar directamente cualquier llamada anterior, mientras que la segunda sólo permite navegar hasta alcanzar dicho estado.

Abstraer/desarrollar – espacio. “Mostrar los elementos en un diferente nivel de abstracción”. Esta categoría permite manejar la complejidad del software en términos del nivel de abstracción de los elementos de programación. Si se baja el nivel de abstracción, aparecen más elementos; si se aumenta, el número de elementos disminuye.

SRec da una forma limitada de abstracción. Permite ver la relación estructural entre llamadas, como sucede en un árbol de recursión, pero también proporciona un resumen del tamaño del mismo (véase la Figura 8).

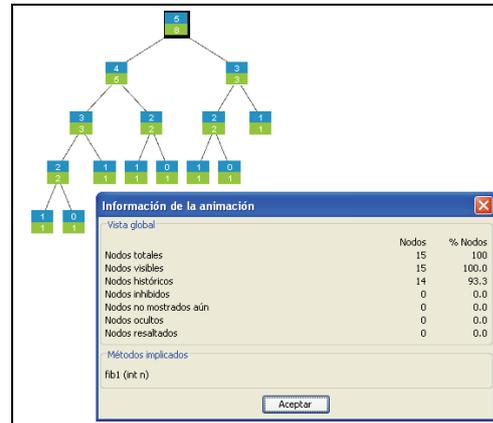


Figura 8. Árbol de recursión de *fib*(5) y resumen

Abstraer/desarrollar – tiempo. “Mostrar los instantes en un diferente nivel de abstracción”. Esta categoría permite controlar la complejidad de

la ejecución del software en términos del desarrollo de los elementos de programación.

SRec contempla que una llamada recursiva se expanda o solamente muestre su resultado. La primera posibilidad, correspondiente a las figuras anteriores, muestra un rastro completo de una ejecución. La segunda posibilidad produce una visualización similar a la definición inductiva. En la Figura 9 se aprecia el efecto sobre *fib(5)*.

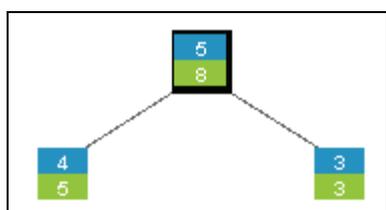


Figura 9. Árbol de recursión al nivel de abstracción de definición inductiva

Filtrar – espacio. “Seleccionar los elementos a mostrar mediante su identificación o condiciones”. Esta categoría permite manejar la complejidad del software en términos de los elementos de programación mostrados a un cierto nivel de abstracción.

WinHIPE permite simplificar la visualización de una expresión funcional mediante una variante de la técnica de ojo de pez [12]. El resultado es un compromiso entre mostrar una visión global de la expresión y la parte más relevante (la subexpresión a evaluar). En la Figura 10 se muestra su efecto sobre una expresión intermedia del cálculo de un árbol binario a partir de sus recorridos en preorden y orden central.

El filtrado puede ir acompañado de operaciones complementarias para mostrar más información, como el zoom semántico. SRec lo proporciona para consultar todos los valores asociados a un nodo del árbol de recursión.

Filtrar – tiempo. “Seleccionar los instantes a mostrar mediante su identificación o condiciones”. Esta categoría permite controlar la complejidad de la ejecución del software en términos de los elementos de programación mostrados a un cierto nivel de abstracción.

SRec permite mostrar, para cada llamada recursiva, sus valores de entrada, su salida o ambos. También permite seleccionar los métodos y parámetros a visualizar. En algoritmos de divide

y vencerás, también puede optar entre una subestructura de datos o la estructura completa.

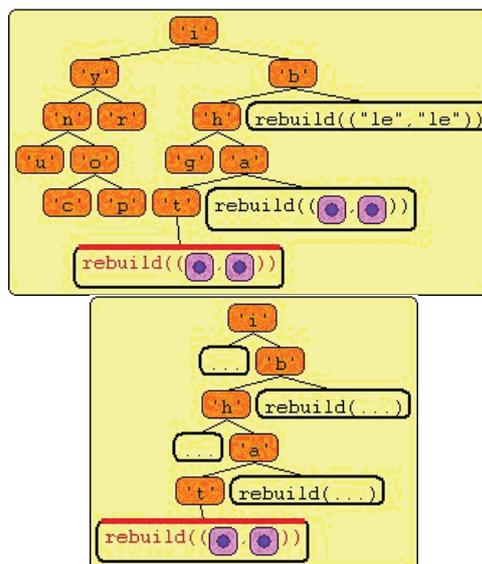


Figura 10. Una expresión completa y su simplificación mediante ojo de pez

En la Figura 11 se ve la diferencia de tamaño del árbol de recursión entre mostrar tres métodos distintos o solamente uno, en ambos casos coloreado en azul celeste. Además, solamente se muestran los parámetros de cada llamada, no su resultado. El algoritmo visualizado es el de ordenación por mezcla.

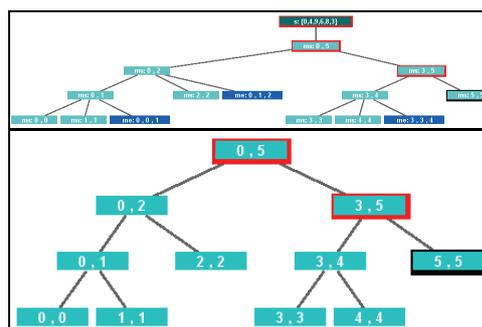


Figura 11. Árbol de recursión de ordenación por mezcla mostrando las llamadas de tres o un método

Conectar – espacio. “Mostrar elementos relacionados”. Esta categoría permite resaltar las

relaciones entre elementos de un programa o mostrar elementos ocultos pero relacionados. Algunas conexiones se encuentran incluidas en la propia representación gráfica, pero también pueden resaltarse otras menos evidentes.

Las múltiples vistas que soporta SRec no son independientes, sino que están coordinadas. Esta conexión se consigue de dos formas. Primero, mediante la sincronización de una animación de la información mostrada en las distintas vistas. Segundo, mediante la compartición de convenios visuales en las diferentes representaciones de los mismos objetos. En SRec, comparten convenios de color y de orientación espacial.

Conectar – tiempo. “Mostrar instantes relacionados”. Es similar, pero con respecto a instantes de una ejecución.

Aunque no está implementado actualmente en SRec, podrían conectarse los estados de una estructura de datos que representan el valor de entrada y de salida de una misma llamada de un algoritmo de divide y vencerás. Esta interacción podría efectuarse sobre la visualización mostrada en la parte izquierda de la Figura 4.

4. Conclusiones y trabajos futuros

Hemos identificado los problemas que presenta la taxonomía de la interacción en visualización de la información cuando se aplica a visualización del *software*. Hemos modificado la propuesta de Yi *et al.* mediante una definición más precisa de las categorías y la distinción de las dimensiones espacio y tiempo. Hemos aplicado la taxonomía resultante a los sistemas desarrollados, resultando muy clarificadora.

Ya hemos comentado en algunas de las categorías que el tiempo puede representarse de varias formas [4]. Un trabajo futuro será analizar las consecuencias de las diversas representaciones del tiempo sobre la interacción.

También conviene revisar otras taxonomías de interacción en visualización de la información. Aunque en principio son menos adecuadas, pueden contener aspectos interesantes.

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado con el proyecto TIN2008-04103/TSI del MICINN.

Referencias

- [1] Almeida Martínez, F.; Urquiza Fuentes, J.; Velázquez Iturbide, J.Á. “Visualization of syntax trees for language processing courses”. *J. Universal Computer Science*, 15(7):1546-1561, 2009.
- [2] Card, S. K.; Mackinlay, J. D.; Shneiderman, B. (eds.) *Readings in Information Visualization*. Morgan Kaufmann, 1999.
- [3] Diehl, S. *Software Visualization*. Springer, 2007.
- [4] Gómez Henríquez, L. *Sistematización y uso de las técnicas de visualización de programas concurrentes*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 1995.
- [5] Hundhausen, C.; Douglas, S.; Stasko, J. “A meta-study of algorithm visualization effectiveness”. *J. Visual Languages and Computing*, 13(3):259-290, 2002.
- [6] Karavirta, V.; Korhonen, A.; Malmi, L.; Naps, T. “A comprehensive taxonomy of algorithm animation languages”. *J. Visual Languages and Computing*, 21(1):1-22, 2010.
- [7] Naps, T.; Roessling, G.; Almstrum, V.; Dann, W.; Fleischer, R.; Hundhausen, C.; Korhonen, A.; Malmi, L.; McNally, M.; Rodger, S.; Velázquez Iturbide, J.Á. “Exploring the role of visualization and engagement in computer science education”. *SIGCSE Bulletin*, 35(2): 131-152, 2003.
- [8] Price, B.; Baecker, R.; Small, I. “A principled taxonomy of software visualization”. *J. Visual Languages and Computing*, 4(3):211-266, 1993.
- [9] Roman, G.-C.; Cox, K. C. “A taxonomy of program visualization systems”. *Computer*, 26(12):11-24, 1993.
- [10] Stasko, J.; Domingue, J.; Brown, M.; Price, B. (eds.) *Software Visualization*. The MIT Press, 1998.
- [11] Urquiza Fuentes, J.; Velázquez Iturbide, J.Á. “A survey of successful evaluations of program visualization and algorithm animation systems”. *ACM Trans. Computing Education*, 9(2):artículo 9, 2009.
- [12] Velázquez Iturbide, J.Á. “Principled design of logical fisheye views of functional expressions”. *ACM SIGPLAN Notices*, 41(8): 34-43, 2006.

- [13] Velázquez Iturbide, J.Á.; Pareja Flores, C.; Urquiza Fuentes, J. "An approach to effortless construction of program animations". *Computers & Education*, 50(1):179-192, 2008.
- [14] Velázquez Iturbide, J.Á.; Pérez Carrasco, A. "Active learning of greedy algorithms by means of interactive experimentation". En *Proc. 14th Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education*, pp. 119-123, 2009.
- [15] Velázquez Iturbide, J.Á.; Pérez Carrasco, A. "InfoVis interaction techniques in animation of recursive programs". *Algorithms* 2010(3): 76-91, 2010.
- [16] Velázquez Iturbide, J.Á.; Pérez Carrasco, A.; Urquiza Fuentes, J. "SRec: An animation system of recursion for algorithm courses". En *Proc. 13rd Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education*, pp. 225-229, 2008.
- [17] Yi, J.S.; Kang, Y.a.; Stasko, J.T.; Jacko, J.A. "Toward a deeper understanding of the role of interaction in information visualization", *IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics* 13(6):1.224-1.231, 2007.

Doble rayo divino: una propuesta de escultura como interfaz

Jesús Marín Clavijo
Dept. de Bellas Artes
Facultad de Bellas Artes
Univ. de Málaga
29071 Málaga
jmarin@uma.es

José Ignacio Rejano
Martínez
Dept. de Bellas Artes
Facultad de Bellas Artes
Univ. de Málaga
29071 Málaga
jirejano@uma.es

Agustín Linares
Pedrero
Dept. de Bellas Artes
Facultad de Bellas Artes
Univ. de Málaga
29071 Málaga
agulinped@uma.es

J.M. Alonso
Calero
Dept. de Bellas Artes
Facultad de Bellas Artes
Univ. de Málaga
29071 Málaga
chato@uma.es

Resumen

En esta comunicación se presenta una escultura de marcado carácter reactivo y potencialidades interactivas. La experiencia artística se desarrolla en un cruce de interacciones entre la escultura y los espectadores. Los materiales empleados en la obra artística conducen a la intersección deseada de los distintos mundos implicados: la luz, producida por los tubos fluorescentes, el universo digital constituido por el pequeño microordenador Arduino y el programa subyacente y la interfaz humana representada por sensores (PIR) y la representada por el juego de activadores (relés octoacoplados) que posibilita el paso de la información y contacto físico entre el software y la luz de neón. Se encuentra enmarcada en el proyecto artístico *Wrapped Lights: escaleras de Jacob* y su configuración formal, fundamentos conceptuales y comportamiento responden a las bases que establece el proyecto artístico en su conjunto. La presencia del espectador, dentro de ciertos márgenes temporales, activa el sistema de interfaces persona - ordenador y ordenador - neones, posibilitando y provocando distintos comportamientos a la obra: un sencillo y clásico modelo interactivo que partiendo de la lógica matemática como lenguaje de comunicación, consigue variadas respuestas, en este caso producidas por el capricho lumínico de la pieza.

1. Antecedentes históricos

Lo escultórico como un sistema interactivo [5] no es nada nuevo, sus orígenes debemos buscarlos en las primeras piezas cinético-ópticas de Moholy-

Nagy [7], que representa bien la corriente creativa donde se introduce e investiga la interactividad mecánica-eléctrica a principios del siglo XX.

Más tarde, a mediados del siglo XX encontramos la evolución de esta problemática en la interactividad electrónica. El gran auge de los medios de comunicación de masas [3] y un público acostumbrado a la utilización de estos lenguajes, dan pie a la creación de objetos artísticos que incorporan los nuevos objetos tecnológicos y funciones representados por sensores, sistemas de grabación o reproducción de audio y vídeo [6].

Con la llegada de la computadora la obra logra una multisensorialidad en distintas representaciones: la llamada *realidad virtual* [2] donde los sensores globales exceden sentidos como la vista y el tacto.

También aparece un nuevo concepto: la obra abierta. Según este término, descrito por el teórico italiano Umberto Eco [1], la obra de arte se presenta ante el espectador sólo parcialmente terminada de forma que cada individuo la complete y enriquezca con sus propias aportaciones. Con esto se sustituye el arte para todos, propio de las vanguardias históricas, por el arte por todos y en cierto sentido y desde ese momento ya se ganan para el arte las potencialidades de la interactividad.

2. Caso a estudio

La escultura que sirve de estudio para esta comunicación pertenece a una serie de obras relacionadas en su conceptualización y

fundamentos teóricos, y se encuentran enmarcadas en el proyecto expositivo englobador de todas ellas titulado *Wrapped lights: escaleras de Jacob* [4], por lo que su configuración formal, fundamentos conceptuales y comportamiento responden a las bases que establece el proyecto artístico en su conjunto.

En esta comunicación plantearemos primeramente dichos fundamentos artísticos haciendo un pequeño repaso de las piezas que han conformado el proyecto general para seguidamente hacer una descripción detallada de la escultura que se somete a análisis.

2.1. Wrapped lights. Fundamentos

La luz solar que entra en mi estudio a través de dos tragaluces es el origen de todas estas piezas que se presentan aquí. El recorrido de los rayos proyectivos gemelos a lo largo de un día produce una determinada escritura en el espacio interior de la habitación, en el aire, en su alma. En un momento determinado de su recorrido alcanzan la mayor intensidad, con una posición inclinada y adentrándose en el espacio de la habitación. Los dos rayos proyectivos se comportan como columnas de luz que sostienen el peso del techo. Es justo en esta posición favorable donde se establece la estructura prismática de las primeras piezas. A partir de este momento la luz será protagonista material y metafórico, continente y contenido; elemento primordial a partir del cual se construye y se genera el volumen de estas instalaciones y esculturas.

Otro punto de partida fueron las experiencias con las cintas de balizamiento que realizadas con los alumnos de la asignatura de escultura en la facultad, en las que se procedía a la acotación de espacios públicos del entorno de tal forma que se evidenciaban volúmenes allí donde antes no había más que aire. Las acotaciones en el espacio público son volúmenes prismáticos con tres aristas perpendiculares al plano del suelo pero ocupan espacios muy distintos: unos se construyen a partir de columnas ya dadas y otros a partir de elementos encontrados, como una palmera y una señal de tráfico. En todas estas construcciones subyace la intención de evidenciar volúmenes y formas que nos rodean pero que nos pasan totalmente desapercibidas. De las observaciones y

hallazgos en cuanto al modo de uso que la sociedad hace de este material, procedí a la acotación de los volúmenes que genera la luz en el entorno cotidiano de mi estudio.

De esta forma, teniendo la estructura de origen, la forma generada a partir de los rayos gemelos del estudio y los primeros materiales, la cinta de balizamiento, y cómo usarlos, surge la primera pieza: *Amarinegra*.



El proceso que seguí en todas estas construcciones fue el intento de envolver la luz cuidadosamente como una acción que se repite *ad infinitum*: cada trozo de material es idéntico al anterior y anticipa al siguiente, son eslabones de una cadena que se va trenzando alrededor del rayo como soporte sólido. Coger la cinta, medirla, cortarla, pegarla y vuelta a empezar. Se construye de arriba abajo, desde el sol a la tierra, pero se percibe subiendo la mirada, ascendiendo por los peldaños de la luz. Al término del trabajo manual, las piezas se presentan rotundas, se erigen altas y con sus aristas en tensión. La estructura, igual en las primeras piezas, *Amarinegra*, *Luz amarilla* y *Luz de arroz*, se comporta de forma elástica, admitiendo cierto grado de tracción, y su apariencia es de robustez. El climax sobreviene en el momento en que la luz solar alcanza la posición buscada, todo se ilumina adquiriendo tonos amarillentos o rosados según sea el caso.

Sin embargo, esta situación ideal no durará mucho. Pronto, en cada una de ellas, su sistema, su *organismo*, comienza su propio decaimiento, su propia degeneración. El material va cediendo poco a poco a la gravedad terrestre y termina por caer. Las configuraciones de los restos son variadas y realmente interesantes desde el punto de vista fotográfico. Aparecen estructuras nuevas, allí donde la forma era recta y tensa, se vuelve flácida y plegada sobre sí misma.

En las piezas elaboradas con cinta adhesiva de aluminio (*Luz de Teatinos*, *P135 Luz de El Ejido* y *Proyección solar*) esta degeneración es espectacular, el proceso comienza generalmente cediendo uno de los tirantes más largos y cayendo todo el material sobre sí mismo; en ese momento, los distintos elementos se van adhiriendo y aglutinándose, conformando formas rítmicas y cuasi fractales, nuevas estructuras semicaóticas de gran atractivo por su ruidoso ritmo. Éste es el caso de la pieza *Luz de Teatinos*. A partir de esta situación de ruina, no queda más remedio que seguir el camino que el material establece, el método se convierte así en procesual, y comienzo la recogida minuciosa del material, un enrollamiento sobre sí mismo que va generando un volumen redondo de interesante resultado estético, pues la masa conserva los plegamientos producidos en la caída.

2.2. Doble rayo divino

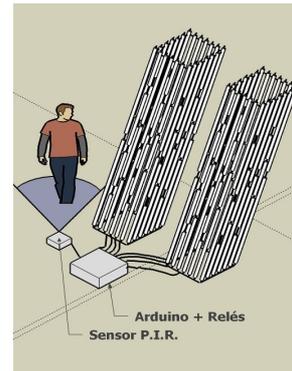
Una vez que hemos visto las bases conceptuales, formales y estéticas que fundamentan la serie de esculturas en las que se enmarca la que se somete a estudio, podemos describirla en las partes en las que se compone para más tarde explicar el proceso de reacción e interacción.

Como escultura es una estructura de metal, ocupando los dos volúmenes de los rayos proyectivos que entran en el estudio, se montan de forma aleatoria tubos fluorescentes sobre las tres caras principales dejando la cara trasera libre para la instalación eléctrica, cableado, conexiones, etc. Los tubos son de dos potencias estándar.

La estructura está construida de tal forma que los elementos horizontales están colocados en los puntos de anclaje de los posibles tubos que pudiese tener toda la dimensión vertical del rayo, de tal forma que con los travesaños se establece un ritmo de peldaños de dos a dos. Estos elementos son los soportes de las regletas o lámparas que montan sendos tubos.

Lo que se intenta es construir un sistema de luces que parpadeen sin sentido: aunque la programación digital es perfecta, su transformación en materia analógica distorsiona la fría matemática de los unos y ceros. Cuando una persona se acerca al ámbito de detección del

sensor P.I.R., éste desencadena el proceso que está establecido en el código incluido en la placa Arduino, el cual va activando los relés en una secuencia en bucle y con tiempos aleatorios. El proceso de reacciones se puede observar detallado en la imagen siguiente.



El programa deja lugar y tiempo a la incertidumbre: enciende grupos de tubos justo los periodos medios de excitación en los que se establece la descarga del neón y continúa así con los demás grupos hasta el último, y vuelta a empezar en un bucle infinito. Los parpadeos comienzan pronto a ser caóticos, son sólo un recuerdo del estricto ritmo que marcan los bits. El sistema de lámparas fluorescentes hace imposible llevar a cabo su música. La analógica-natural realidad produce un ocultamiento que se manifiesta en velada o imposible comunicación.

La interacción sucede de forma casi inesperada, ya que la pieza se presenta como unos volúmenes rotundos. En un primer momento parece percibirse un baile caótico de encendidos y apagados en los que el paso del tiempo permitirá vislumbrar cierto orden. Es decir, la pieza se va haciendo y reconstruyéndose con el espectador y su observación, donde va germinando la intuición de lo escondido detrás o dibujado mediante la rejilla de interferencias. Y mediante un proceso de transducción en la percepción, la pieza adquiere significado mediante el fenómeno de resonancia que el espectador debe adquirir o percibir, generando significados a partir de las señales caóticas resultantes de la batalla del azar de los intentos de encendido y del orden programado. Estas interpretaciones no dejan de ser variaciones del sentido principal de la pieza: la visión del fracaso en la comunicación:

interferencias y lógica digital rehacen la dificultad original de la búsqueda de un significado que reconstruya el ruido o desorden primordial.

2.3. El código

El código del que se parte en esta experiencia es bastante sencillo y está basado en el ejemplo *Blink* de Arduino.

```

/*
Parpadeo de neones ALEATORIO
Creado por Ignacio Rejano y Jesús
Marín.
Arduino Diecimila NG, 2009
Basado en Blink de Arduino
(Programa simplificado)*/

int neones1 = 1;
int neones2 = 3;
int neones3 = 5;
int neones4 = 7;//grupos de neones
int sensorPIR = 4; /*pin que recoge la
información del sensor */
int tiempo;
long intervalo;//de cada grupo
int PIRactivo=0;
long contador = 0;

void setup() {
  pinMode(sensorPIR, INPUT);
  pinMode(neones1, OUTPUT);
  pinMode(neones2, OUTPUT);
  pinMode(neones3, OUTPUT);
  pinMode(neones4, OUTPUT);
}
void loop()
{
  PIRactivo=digitalRead(sensorPIR);
  delay (200);
  tiempo = millis();
  randomSeed(tiempo);
  intervalo = random(750,2000);
  digitalWrite(neones1, HIGH);
  delay(intervalo);
  digitalWrite(neones1, LOW);
  delay(intervalo);
  digitalWrite(neones2, HIGH);
  delay(intervalo);
  digitalWrite(neones2, LOW);
  delay(intervalo);
  digitalWrite(neones3, HIGH);
  delay(intervalo);
  digitalWrite(neones3, LOW);
  delay(intervalo);
  digitalWrite(neones4, HIGH)
  delay(intervalo);

```

```

digitalWrite(neones4, LOW);
delay(intervalo);
}

```



3. Conclusiones

Se consigue, creemos, mediante esta doble interfaz usuario-ordenador y programa-luz y su respuesta: el código esbozado por el relampagueante neón y que es recibido por el espectador a través de los dos prismas fluorescentes cuyas caras y aristas transmiten su singular código, a interpretar en una operación de transductividad receptiva, mas que de pasiva reactividad, que cierra y completa, creemos, el círculo conceptual en el que sucede la obra.

Referencias

- [1] Eco, U., *Obra abierta*. Ariel, Barcelona, 1979.
- [2] Grau, O., *Virtual Art. From Illusion to Immersion*. MIT-Press, Cambridge, 2003.
- [3] McLuhan, M., *Comprender los medios de comunicación: las extensiones del cuerpo humano*. Paidós, Barcelona, 2007
- [4] Marín, J., *Wrapped lights: escaleras de Jacob*. Ser. Publicaciones Ayto. Jerez, 2010
- [5] Popper, F., *From Technological to Virtual Art*. MIT Press, Cambridge, 2007.
- [6] Popper, F., *Arte, acción y participación*. Akal, Madrid, 1989.
- [7] Wittkower, R., *La escultura: porcesos y principios*. Alianza Forma, Madrid, 1980.

Interacción Persona-Ordenador-Persona

Supporting decision-making at the TOUCHE process model by argument assistant systems: a first approach

María Paula González

National Council of Scientific and Technical Research
(CONICET), Argentina
Department of Computer Science and Engineering,
Universidad Nacional del Sur– Bahía Blanca, Argentina
mpg@cs.uns.edu.ar

Victor M. R. Penichet, Sebastián Romero

Computer Systems Department
University of Castilla-La Mancha
02071 Albacete, Spain
Victor.Penichet@uclm.es
Sebastian.Romero@uclm.es

Abstract

Argument Assistant Systems are software tools used for negotiation and problem solving that have been gaining importance in several areas of Artificial Intelligence, mainly as a vehicle for facilitating rational justifiable decision making when handling incomplete and potentially inconsistent information. This paper proposes the integration of Argument Assistant Systems into the Task-Oriented and User-Centred Process Model for Developing Interfaces for Human-Computer-Human Environments (TOUCHE). The final goal is aimed to provide software tools capable of supporting appropriate rational discussions (and consequently better decision-making processes) within such process model.

1. Introduction and motivations

Over the past decade Argument Systems (AS) have experienced a tremendous growth within different communities in Computer Science [2] [17]. AS implement a dialectical reasoning process by determining when a proposition follows from certain assumptions, analyzing whether some of those assumptions can be disproved by other assumptions in our premises. Argumentation is defeasible when it is possible that conclusions are withdrawn in the light of further argumentation. In this context, Argument Assistance Systems for defeasible argumentation (AAS) -a term coined by [26]- are particularly interesting. AAS and fully AS automated reasoning systems have some differences; the second one can do complex reasoning tasks for the user, whereas AAS's goal is not to replace the user's reasoning, but to assist him in his reasoning process. In the same way, word-processing software assists in the writing and formatting of texts, AAS supports argumentative tasks, as the

organization, visualization and evaluation of arguments.

Recently, the integration of the AS within the Task-Oriented and User-Centred Process Model for Developing Interfaces for Human-Computer-Human Environments (TOUCHE) has been proposed for handling commonsense and qualitative reasoning, including incomplete and, probably, contradictory information [8]. A number of TOUCHE limitations were discussed regarding its capabilities for supporting and recording the decision making process underlying final agreements between members of development teams that are carrying out the TOUCHE model. In particular, the incorporation of the AS DeLP [6] within TOUCHE was sketched by means of a proof of concept. However, although DeLP provides an interface for carrying out the dialectical argumentation procedure, experimentation beyond [8] suggests that this kind of AS were not as accepted as expected when the composition of the TOUCHE development team includes a majority of people with few background on formal languages and Computer Science related fields.

On the basis of the obtained results, our hypotheses is that the unexpected lack of engaging was not due to the proposal itself, but related to the fact of being used as an AS engine oriented towards automatisisation. Consequently, this paper characterizes the inclusion of AAS systems within TOUCHE to support and document the decision making process carried out by the development team, enhancing more rational and justified procedures. In particular, we will focus on the first and second stages of TOUCHE, where knowledge representation and inference will be handled by means of AAS. Besides, our proposal includes the record at the System Requirement Document of TOUCHE of the arguing situation as Argument Maps (AA), one of the most relevant AAS

elements which consist of a “box and arrow” diagram that represents graphically the arguing situation. Our final goal still reminds: providing software tools capable of supporting appropriate rational discussions (and consequently better decision- making processes) within TOUCHE, aiming to enhance its capabilities, especially those related to maintenance and scalability.

2. Related work

Some early argumentation-based conflict resolution methods and systems have been proposed at the field of engineering design during the decade of 90’, as gIBIS [4] and their successors IBIS (which allow to represent issues, positions, and arguments, but fail to support representation of goals (requirements and outcomes) and SISCO [1] (where the objective is providing an ambient for modelling discussion with arguments and contra arguments without arising to a final conclusion and enhancing awareness), REMAP [18] or some pioneer proposals [22]. Even they can be seen as precursors of the current state of the art, at that time the maturity of the AS systems and the available technology were far from being like nowadays.

Recent research has led to some interesting results on modelling dialectical discussions and negotiation by AAS in CSCW scenarios. An exhaustive survey is presented at [20]. Regarding the TOUCHE model, an alternative is proposed by integrating Design Rationale [15]. However, even though some Design Rationale models are based on the use of arguments, they deal with concepts and their relationships whereas AM in AAS are constructed from a premise with a number of reasons and objections. The same distinction can be made when considering the integration of Knowledge Cartography [12] (including interactive Concept Maps) in CSCW systems in opposition at integrating AM. Other interesting distinction has to be done between using AM as proposed in this paper and using AM to cope with GIS-oriented discussions [21]. Whereas the GIS-oriented AM supports participants in geographically referenced debates as they occur (for example, as part of urban planning processes), AMs in AAS are extensible to argumentation situations in general.

An interesting alternative to our proposal is discussed at [11], where a web-based model was presented with the emphasis on a fuzzy-weighted mechanism to compute conflicts among arguments. Finally, note that results presented at [7] and [8] can be seen as previous work that explores alternative uses of general AS in CSCW environments. Nevertheless, in these papers AM was not included. Indeed, the focus was oriented towards computing Shared Knowledge and Shared Knowledge Awareness (see [7]); and carrying on a Proof of Concept to explore the integration of AS systems at the first two stages of the TOUCHE model (see [8]).

3. Sketching the TOUCHE process model

The Task-Oriented and User-Centred Process Model for Developing Interfaces for Human-Computer-Human Environments (TOUCHE) is a process model and a methodology for the development of user interfaces for groupware applications. A deep description of TOUCHE is available in [14]. TOUCHE includes four development stages, namely Requirements Gathering [15], Analysis [16], Design, and Implementation. Key TOUCHE contributions empathise the inclusion of several pre-existing formal models and methodologies, aimed to formalize as much as possible the whole development process to ensure the reliability of the final deployed software. Indeed, Class Diagrams, Co-interaction Diagrams and Organizational Structure Diagram expressed with CTT notation [13] are used at the Analysis stage; Abstract Interaction Object for the Abstract User Interface plus UsiXML conceptual scheme [10] are included at the Design stage; and reference frameworks, such as Cameleon [1], are suggested for the development of user applications in HCI.

In addition, TOUCHE proposes some novel semi-formal model, such as requirement gathering templates, which include metadata for the specification of groupware applications, as well as the System Requirement Document (DRS) [14] based on the Durán’s work [5]. Besides, TOUCHE presents new Abstract Interaction Objects providing -in combination with several facets- more expressiveness to represent CSCW interfaces; and new specific CIOs for groupware applications. TOUCHE also includes issues for the traceability between the defined models and

the different stages [15]. A transversal feature of TOUCHE is the inclusion of the user as member of the development team during all the development process, thus providing a user-centred approach where CSCW criteria dominate the whole scenario. Finally, note that the TOUCHE Case Tool was fully implemented to support its application to real CSCW interfaces development (<http://www.penichet.net/>).

Even TOUCHE strongly relies in formal models to ensure the global quality of both the development process and the resulting CSCW interface, one limitation is that these models only account for final achieved agreement, omitting the record of the arguing process carried out as part of the associated decision making process, where incomplete and possible inconsistent information is normally included within the debate. This limitations turn out to be critical especially in the first and second stages of the TOUCHE model, as decisions made here strongly condition the final product characteristics.

As explained at Section 1, a first proposal shown at [8] was presented to cope with the above problem by means of the integration of the AS DeLP at the TOUCHE, enriching it with a rule-based approach for efficient defeasible reasoning. However, some unexpected resistance was observed in experimentation performed beyond [8], associated with lack of engagement of some TOUCHE development team towards this kind of AS, especially in the cases when the composition includes a majority of people with few background on formal languages and Computer Science related fields. As we will see later on, the inclusion of an alternative AS system named AAS can combine all the improvements arises at [8] with more acceptance, even when performance in automated calculation of arguments will be probably dismissed.

4. Argument assistant systems and argument mapping: an overview

Argument Assistant Systems for defeasible argumentation (AAS) were coined at [26] and have evolved rapidly in the last decade as software tools which provide an aid for drafting and generating arguments, assisting the user in his reasoning process. This assistance involves several aspects of the argumentation process (e.g.

keeping track of the issues that have been raised, assumptions that have been made, evaluating the justification status of the statements involved in the argumentation process, etc.) [9].

As explained in Section 1, AAS are to be distinguished from fully AS automated reasoning systems; the latter can do complex reasoning tasks for the user, whereas AAS goal is not to replace the user's reasoning, but rather to assist him in his reasoning process. Indeed, AAS provide often a realization of a formal argumentation theory, offering a good test bed for analyzing the advantages and disadvantages of the actual application of the theory. An interesting example in this direction is the AS Dunge Java Reasoner which has been successfully integrated with the AAS Araucaria [23].

Most AAS provide different kinds of facilities to support argument diagramming, resulting in "box and arrow" diagrams which represent premises and conclusions as statements. The statements are represented by nodes which can be connected by lines to display inferences, and the arrows in such lines indicate the inference direction. Several AAS currently exist, and in some cases usability has been included, as in ArguMed [25] (<http://www.ai.rug.nl/~verheij/aaa/>), Araucaria [19], and AVERs [24], among others.

In spite of the differences (e.g. the intended application domain), some common facilities are provided by all AAS, as a visual argument representation (including the recognition of different types of arguments, their statuses, etc.) and the so called Argument Mapping (AM) [9], a visual modelling of conflict among arguments which allows the user to recognize the argumentation situation under consideration, including facilities to visualize or deduce the preference criteria used to solve the conflict among arguments. Additionally, most AAS offer feedback and support for the final user. In some cases, also diverse interoperability facilities are provided (as links to multimedia elements), as well as collaborative issues in the case of collaborative AAS (as different kinds of awareness, the synchronization, the visualization of shared workspaces, the communication mechanisms, the representation of self and other's performance and profiles, the shared knowledge, etc.).

5. Supporting TOUCHE decision-making by argument assistant systems

This paper proposes the integration of AAS within the TOUCHE process model, aiming to manage decision making process within the first and the second stages. In our approach, AAS are included to handle commonsense and qualitative reasoning, including the management of incomplete and probably contradictory information. As pointed out in Section 4, AAS enhance both a proactive participation of users and a visual representation of arguing situations, including in many cases the manipulation of natural language sentences.

A feasibility analysis regarding the inclusion of AS within TOUCHE is shown in [8]. As AAS are just a special kind of AS, the positive conclusion arisen at [8] are still valid in the current context. In addition, the graphical nature and user-centred approach of AAS enhances their chance of being better accepted by heterogeneous development teams, in particular those teams including a majority of people with few background on formal languages and Computer Science related fields.

First, new theoretical frames were added at TOUCHE definition, aimed to reflex the selection of AAS. Among other actions, the definition of the SRD was extend and new issues were added at the exiting templates to record AM and some extra evidence of the new arguing methodology under consideration (e.g, links to multimedia objects or web pages). From a more practical side, links to some specific AAS were added at the TCT, thus providing direct access to these resources. In our opinion, having more than one AAS available worth, as different development teams can prefer "box and arrow" over nodes (or the opposite), or web-oriented AAS that allow link web content to nodes (as nodes related issues, evidences, or just reminders). In addition, exploring more than one possible representation of the Argument Maps to be added at the SRD can enhance interdisciplinary understanding of the arguing situation under discussion, as different representation could cope with different user mental models and comprehensions.

Respecting the Design Stage of TOUCHE, as before theoretical frameworks were added to include both AAS and AM within the pool of existing TOUCHE methodologies. Note that in this 2nd Stage, roles and tasks will be instantiated

and model by means of some diagrams and descriptions. This time, AAS can be used as a front-end methodology to decide how to link elements in the design diagrams, especially in the cases where more than one solution must be taken into account. The resulting AM situation can be consulted to analyze alternative design responses for requirement descriptions, thus minimizing the subjectiveness and cultural bias present in the decision making process. Besides, instead of document only the final design agreements, alternative designs representing rejected issues and features can be also compiled as part of the TOUCHE documentation, adding in this case the AM that provides evidence supporting the rejection. This way, in future similar software development under TOUCHE -or even later on in future iterations of the same process under running- the information captured by the "rejected" AM can be examined again as part of the "lessons learned". Besides, if new information has to be considered (due, for example, to changes in requirements), the rejected AM can be re-embedded in the correspondent AAS, and new arguments can be added modifying final warrant and not warrant conclusion.

6. Case study. Discussion

To illustrate how AAS can be integrated at 1st and 2nd stages of TOUCHE, the scenario presented in [8] will be reused. This way, a comparison between the different solutions (e.g. the one presented at [8] and the one sketched at Section 5) will be possible. Indeed, as more complex or delicate is the arguing situation under discussion, more evident is the value of providing methodologies as the one described in this paper.

Let us suppose we are developing the interface of a groupware application which allows several authors to create the same document through the Internet. When the authors of the document have written a draft, one of them is responsible for sending (through the same application) the document candidate to be published to some reviews. Then the reviewers discuss about the document and give their opinion about the document and give their own opinion on whether it should be published or not. A published document can be read by all the users of the system, even if they are *not* authors or reviewers.

Table 1. Description of part of the functional requirement *Document edition* with the proposed template at the System Requirement Document of TOUCHE (only relevant rows for current case study are included).

RF-8	Document Edition
...	...
Awareness issues	<p>The following actors should be aware of this requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • #G-1 (AUTHORS): <ul style="list-style-type: none"> - <i>What</i>: an actor is modifying part of the current document - <i>How</i>: current modification is showed graphically - <i>When</i>: in real-time - <i>Where</i>: in the same workspace, in the same window - <i>Why</i>: to know who is modifying what and not to interfere • #G-2 (REVIEW): <ul style="list-style-type: none"> - <i>What</i>: an actor modified a document - <i>How</i>: a past modification is showed by e-mail - <i>When</i>: after saving the current version, asynchronously - <i>Where</i>: in the actor's intranet and by e-mail - <i>Why</i>: to know who modified the document and what part
...	...
CSCW description	<p>Because of the collaborative nature of the current requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notifications are necessary for user awareness • Insertion, modification, and modification in a document are issues to be careful. Awareness in real time is important. Some actions such as deleting an image could be too fast for the rest of authors to be aware. They should be aware in some way. • Real-time feeling in the document elaboration is important but not vital.
...	...

```

% Defeasible rules (Commonsense knowledge)
%W stands for an arbitrary writer,
% ¬stands for "not" and T stands for "text"

author (W) => show_real_time (awareness, W)
author (W), Deleting (W, T) => show_real_time (awareness, W)
author (W), Deleting (W,T), Image (T) => ¬show real time (awareness, W)

reviewer (W) => ¬show_real_time (awareness, W)
reviewer (W), author (W) => show real time (awareness, W) %the reviewer is one of the authors
    
```

Figure 1. Representation of defeasible arguments derived from statements $s_1, s_2... s_7$ in the AS DeLP

In the above settings, Table 1 shows part of the specification of a functional requirement called document edition (DC) by means of the metadata of the general template and the extensions introduced to consider the specific features concerning CSCW systems. In this specification, some statements can be

observed or deduced, as $s_1=$ “notification is necessary for user awareness”, $s_2=$ “real time is important”, $s_3=$ “some actions such as deleting an image could be too fast for the rest of authors to be aware”, $s_4=$ “real time feeling is important but not vital”, $s_5=$ “insertion, modification, and modification

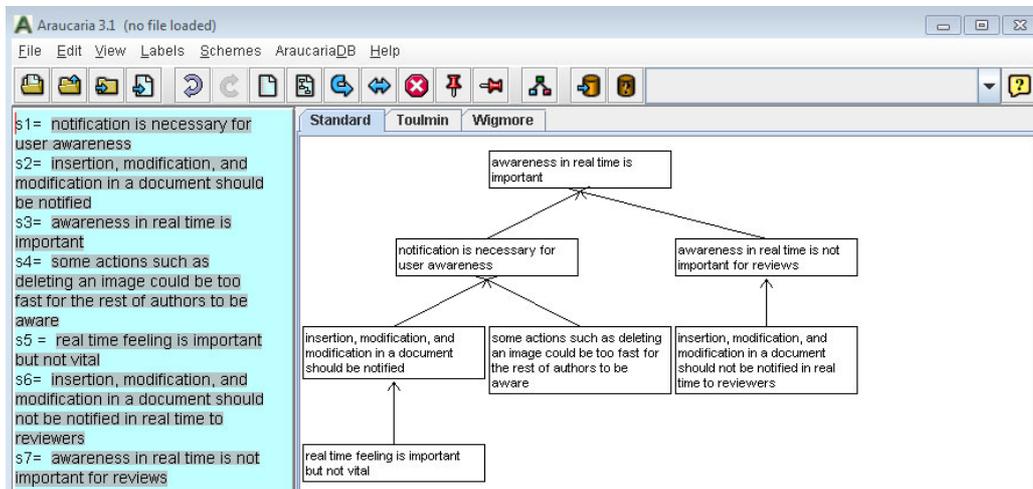


Figure 2. Visualization of the defeasible arguments derived from statements s1, s2... s7 at the Argument Assistant System Auraria (without refutation marks)

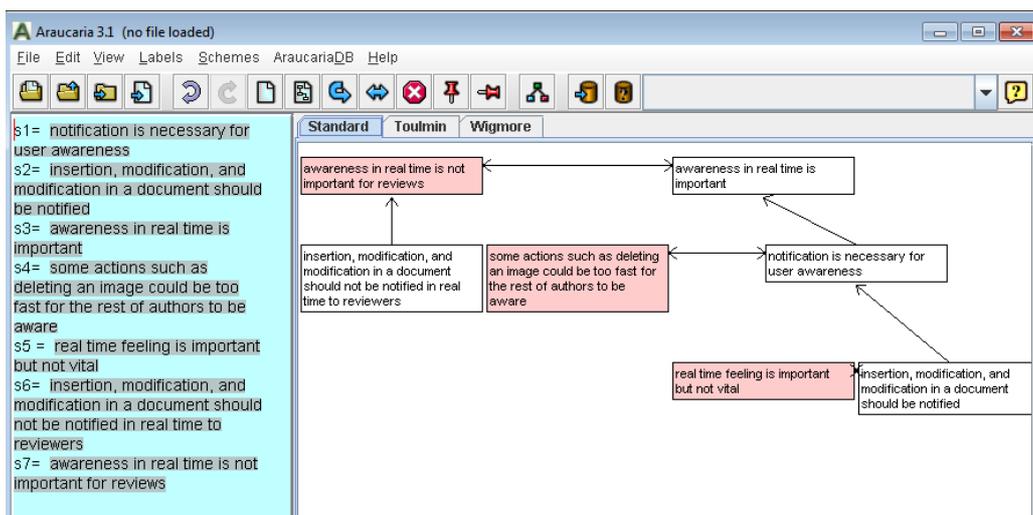


Figure 3. Visualization of the conflict between arguments derived from statements s1, s2... s7 at the Argument Assistant System Auraria (with refutation marks).

in a document should not be notified in real time to reviewers”, s₇= “awareness in real times not important for reviewers”.

Note also that while some the above statements are in conflict -like s₁ and s₆, or s₃, s₄ and s₇- some other statements like s₃= “real-time feeling in the document elaboration is important but not vital” are somehow vague or incomplete,

and consequently their interpretation will be probably biased by the development team later on.

At the above point, AAS can be used by members of the development team to deal with the conflictive and incomplete information in DC, thus exploring in a rational and visual way possible correct solutions regarding the involved requirements. Instead of adding the DeLP repre-

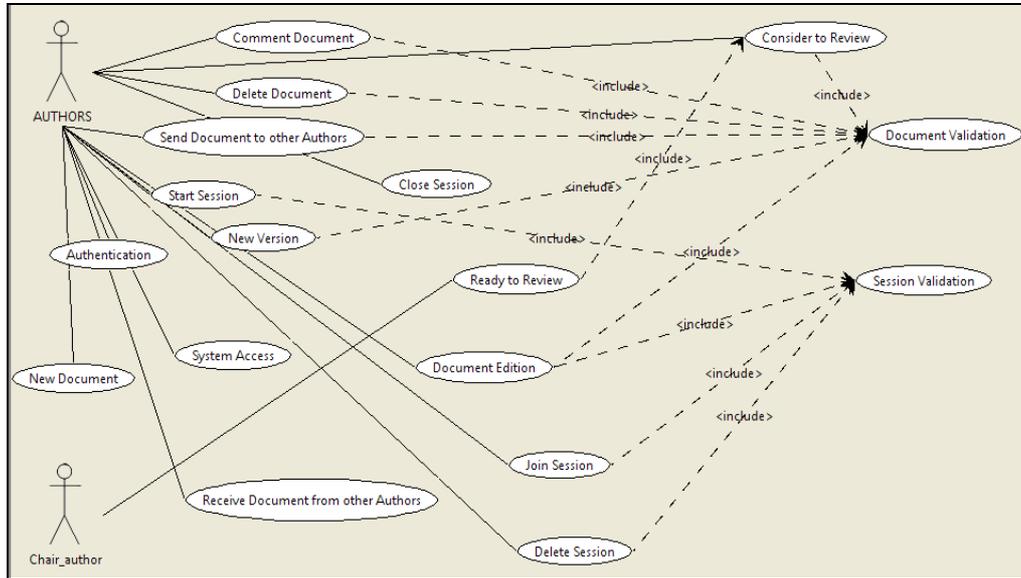


Figure 4. Use Case Diagram for the requirement expressed in RF-8 (chair-author = reviewer)

sentation of the arguing situation under consideration (see Figure 1), the AM shown in Figure 2 and Figure 3 could be included as evidence at the DC template in the SRD under definition, among others AM. While Figure 2 shows a screen shoot of an AM representing the chaining between arguments derived from s_1, \dots, s_7 at the Araucaria interface; Figure 3 depicted the screen shoot of the same Araucaria interface where some conflict between arguments were remarked (arguments in white boxes against “contra-arguments” in coloured boxes).

Later on, during the development of the Second Sate in TOUCHE, roles and tasks will be instantiated and modeled by means of some diagrams and descriptions. At this point the above evidence (e.g. the obtained AM) can be consulted to arise more appropriate design decisions, following a rational procedure based on the arguing process carried out as part of the associated decision making process, where defeasible (incomplete and possible inconsistent) information were handled. Coming back to our example, the DC related requirements will be designed by means of the analysis of real Use Case Diagrams (see one example at Figure 4) that can be easily collected and instantiated. Following our proposal, the AM describing conflictive situations like those showed above can be used to decide how to link elements in the diagrams of the

Second Stage, especially in those cases where more than one solution must be considered.

Indeed, members of the development team can rely on AAS expressiveness to analyze alternative sets of design responses for requirement descriptions, thus minimizing the cultural bias present in the decision making process. Note that the graphical scenario and natural language provided by AAS promote the comprehension and active participation of different stakeholder involved in the development process beyond their expertise on formal languages and/or Computer Science related fields.

7. Conclusions and future work

This paper characterises the integration of Argument Assistant Software (AAS) within the Task-Oriented and User-Centred Process Model for Developing Interfaces for Human-Computer-Human Environments (TOUCHE), aiming to assisting the development team in reasoning processes associated with decision making. In our approach, this reasoning process is captured by means of AAS available through the graphical TOUCHE Case Tool. Indeed, AAS were selected based on its proactive users’ participation, the visual modelling of arguing situations under discussion, and the possibility of expressing

argument in natural language. As pointed out in [2,8,16,19], AAS demonstrated to be very helpful during sense making process, and has been used in many situations of every day's life, when people when faced with new information need to ponder its consequences, in particular when attempting to understand problems and come to a decision.

Besides, this paper proposes the inclusion of the Argument Mapping (AM) provided by AAS at the Systems Requirement Document, destined to evidence the negotiation procedures carried out by the development team. This way, the goal of going beyond the record of the final agreements is achieved. The current contributions were oriented towards 1st and 2nd stages of TOUCHE, since at early stages of software development critical selections based on development team agreements should be specially debate, strongly conditioning the rest of the deployment. Our final goal is to provide software tools capable of supporting appropriate rationale discussions (and consequently better decision- making processes) within TOUCHE, aiming to enhance its capabilities, especially those related to maintenance and scalability.

Future work is focused on performing a set of experiments in order to validate the real scope of the current proposal in comparison with the results discussed in [8]. In that respect, the emerging of hybrid AS systems where the AAS are enriched with capabilities towards automatic calculation of conflict among defeasible arguments open new perspectives. In particular, the recent java applet version of Dinguine has to be explored [23], since it provides a plug-in software component. Indeed, the fully embedding of the AAS functionalities as part of the TOUCHE Case Tool will probably minimize users mental effort associated with the necessity of focusing the attention simultaneously on both the TCT and the AAS interfaces. Work in this direction is being pursued.

Acknowledgments

This work was founded by CONICET (Argentina) and the projects PGI 24/N020, PGI 24/N023 (UNS, Argentina), PIP-CONICET 112-200801-02798 (Argentina), CICYT TIN2008-06596-C02-01 (Spain) and the Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha PEII09-0054-9581 and PII2C09-0185-1030 projects.

References

- [1] Bellarassai, G. et al. SISCO: A tool to Improve Meeting Productivity”, International Workshop on Groupware, CRIWG'95, pp 149–161
- [2] Calvary, G., Coutaz, J., Thevenin, D., Limbourg, Q., Bouillon, L., Vanderdonckt, J., 2003: A Unifying Reference Framework for Multi-Target User Interfaces. *Interacting with Computers*. Vol. 15, No. 3, pp. 289-308
- [3] Chesñevar, C. I.; Maguitman, A., Loui, R. Logical Models of Argument. *ACM Computing Surveys*, 32(4) pp. 337-383 (2000).
- [4] Conklin, J., Begeman, M. gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion. *ACM Transactions on Inf. Systems*, v.6 (4), pp. 303-331 (1998).
- [5] Durán, A.: *Applying Requirements Engineering*. Catedral Publicaciones, ISBN: 84-96086-06-2 Spain (2003)
- [6] García, A.; Simari, G. Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1) pp. 95-138 (2004).
- [7] González, M P; Chesñevar, C; Collazos, C; Simari, R. Modelling Shared Knowledge and Shared Knowledge Awareness in CSCL Scenarios through Automated Argument Systems. *LNCS*, vol. 4715, pp. 207-222. Springer Verlag (2007).
- [8] Gonzalez, M.P., Penichet, V., Simari, G., Tesoriero, R. Development of CSCW Interfaces from a User-Centered Viewpoint: Extending the TOUCHE Process Model through Defeasible Argumentation. *LNCS*, Springer-Verlag, ISSN 0302-9743, vol 5619, Part VII, pp. 955-965 (2009).
- [9] Kirschner, P., Buckingham S., Carr, C. (Eds.). *Visualizing Arguments: Software Tools for Collaborative and Educational Sense-Making*. Springer-Verlag, London (2003).
- [10] Limbourg, Q., et al. UsiXML: a Language Supporting Multi-Path Development of User Interfaces. *LNCS*, v. 3425, pp. 200-220 (2005)
- [11] Liu, X., Raorane, S., Zheng, M., Leu, M. An Internet Based Intelligent Argument System for Collaborative Engineering

- Design. Proc CTS'06, IEEE Comp. Society, ISBN 0-9785699-0-3, pp.318-325 (2006)
- [12] Okada, A, Buckingham Shum, S, Sherborne, T (Eds). Knowledge Cartography: Software Tools And Mapping Techniques. Springer, ISBN 1848001487 (2008).
- [13] Paternò, F.; Model-based Design and Evaluation of Interactive Applications. Springer, ISBN 1-85233-155-0 (1999)
- [14] Penichet, Victor M. R.: Task-Oriented and User-Centred Process Model for Developing Interfaces for Human-Computer-Human Environments. PhD. University of Castilla-La Mancha (2007)
- [15] Penichet, Victor M. R.; Lozano, Maria D.; Gallud, Jose A.; Tesoriero, Ricardo: User Interface Analysis for Groupware Applications in the TOUCHE Process Model. International Journal Advances in Engineering Software (ADES) ISSN: 0965-9978, v 40, pp 1212-1222 (2009)
- [16] Penichet, Victor M. R.; Lozano, Maria D.; Gallud, Jose A.; Tesoriero, Ricardo: Requirement-based Approach for Groupware Environment Design. Journal of Systems and Software (JSS). ISSN: 0164-1212. DOI: 10.1016/j.jss.2010.03.029 (2010)
- [17] Rahwan, I.; Parsons, S.; and Reed, C. (Eds.). Argumentation in Multi-Agent Systems. LNAI (4946), Springer (2008).
- [18] Ramesh, B; Dhar, V. Supporting Systems Development by Capturing Deliberations During Requirements Engineering. IEEE Trans. Software Eng., v. 18 (6), pp. 498-51(1992).
- [19] Reed, C.; Rowe, G. Araucaria: Software for Argument Analysis, Diagramming and Representation. Int. J. on Artificial Intelligence Tools, Vol. 13(4), pp. 961-979 (2004)
- [20] Scheuer, O, Loll, F, Pinkwart, N, McLaren, N. Computer-Supported Argumentation: A Review of the State-of-the-Art. Int. Journal ijCSCL, v5(1) (to appear 2010)
- [21] Sidlar, C, Rinner, C. Analyzing the Usability of an Argument Map as a Participatory Spatial Decision Support Tool. Journal URISA, Urban and Regional Information Systems Association, issn 1045-8077, pp. 47-55 (2007).
- [22] Sillence, J. Intelligent Argument Systems: Requirements, Models, Research Agenda, and Applications. Encyclopedia of Library and Inf Science, USA, pp. 176 – 217 (1997).
- [23] South, M, Vreeswijk, G, Fox, J. Dungein: A Java Dung Reasoner. Proc. of COMMA 2008, IOS press, pp. 360-368 (2008).
- [24] Van den Braak, S, Vreeswijk, G, Prakken, H. AVERs: an argument visualization tool for representing stories about evidence. Proc. ICAIL '07, pp. 11-15 (2007)
- [25] Verheij B. Virtual Arguments. On the Design of Argument Assistants for Lawyers and Other Arguers. The Information Technology & Law Serie, v6, IteR (2005)
- [26] Verheij B. Artificial argument assistants for defeasible argumentation. Journal of Artif. Intell, v. 150 (1-2), pp. 291-324 (2003)

CIAM Extendido con Generación Automática de IU Frente a Metodologías no Guiadas: Evaluación de una Experiencia con COFARCIR

Maximiliano
Paredes
Velasco
Grupo de
Investigación LITE
Universidad Rey Juan
Carlos
28933 – Móstoles
(Madrid)
maximiliano.paredes@urjc.es

Ana I.
Molina
Grupo de
Investigación
CHICO
Universidad de
Castilla-La
Mancha
13071 - Ciudad
Real
AnaIsabel.Molina@uclm.es

Miguel A.
Redondo
Grupo de
Investigación
CHICO
Universidad de
Castilla-La
Mancha
13071 - Ciudad
Real
miguel.redondo@uclm.es

José Julio
Gonzalez
Departamento de
Informática
COFARCIR
Ciudad Real

Laura Díaz
Grupo de
Investigación
LITE
Universidad Rey
Juan Carlos
28933 –
Móstoles
(Madrid)

Khalid
Ezzaid
Grupo de
Investigación
LITE
Universidad Rey
Juan Carlos
28933 –
Móstoles
(Madrid)

Resumen

Las actuales propuestas para diseñar aplicaciones que soporten trabajo en grupo no asisten totalmente a los ingenieros del software. Se echan en falta notaciones y metodologías que faciliten este proceso. Con este objetivo surge CIAM (*Collaborative Interactive Applications Methodology*), que constituye una metodología y varias notaciones para el diseño y desarrollo de interfaces colaborativas. En este artículo nos proponemos validar si incorporando a CIAM procesos de generación automática de IU (*Interfaz de Usuario*) se experimenta mejora en el diseño de interfaces de usuario colaborativas. Para ello hemos aplicado, a un mismo caso de estudio, la metodología CIAM con generación automática de IU y una metodología de diseño no sistemática, evaluando las respectivas interfaces de usuario generadas. Como resultado de esta evaluación hemos obtenido que las interfaces generadas con CIAM soportan todos los requisitos de interacción colaborativa y que el grado de satisfacción del usuario es elevado, no siendo así en los interfaces generados con la otra metodología de diseño. De estos resultados se desprende que CIAM extendido con métodos de generación automática garantiza que los requisitos de interacción y colaboración son satisfechos en las interfaces obtenidas.

1. Introducción

El diseño de sistemas para el soporte del trabajo en grupo resulta incompleto [4], no existiendo propuestas asentadas que permitan asistir a los ingenieros del software en el desarrollo de este tipo de aplicaciones. Habitualmente, el desarrollo de este tipo de sistemas se suele realizar *ad-hoc*. Sin embargo, resulta deseable contar con notaciones y metodologías que ayuden en este proceso y permitan obtener productos de una mayor calidad. En particular, uno de los aspectos en los que centramos nuestro interés es el desarrollo de las Interfaces de Usuario (IU) para aplicaciones *groupware* (aplicaciones con soporte de trabajo en grupo), las cuales presentan ciertas peculiaridades que las diferencian de las IUs convencionales [1], como que deben implementar técnicas *awareness* o soportar discusión en grupo. Hay varios trabajos en el campo de desarrollo de este tipo de aplicaciones, como la notación Action Port Model (APM) [2] o la propuesta Proclerts [12]. Otros trabajos constituyen extensiones de la notación UML como son COMO-UML [3] and UML-G [11]. En cualquier caso se echan en falta propuestas que contemplen conjuntamente aspectos interactivos y de trabajo en grupo con un planteamiento con mayor grado metodológico. Con el objetivo de proponer una metodología, así como un conjunto de notaciones para especificar los aspectos relativos a la interacción y la colaboración en sistemas de soporte al trabajo en grupo surge CIAM [5,8].

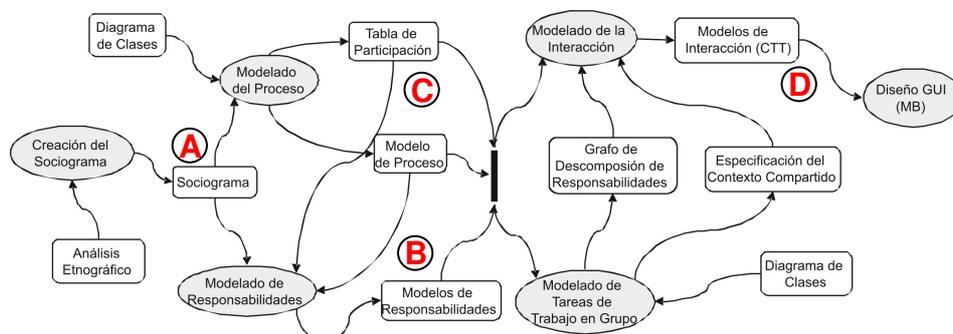


Figura 1. Etapas de CIAM y especificaciones que genera

Consta de una serie de fases (Figura 1), en cada una de las cuales se especifican distintos aspectos del sistema final. En primer lugar se modela, mediante el llamado *sociograma* (Figura 1, marca A), la organización (roles, actores, grupos,...) para la que se está diseñando el sistema. A continuación, se indican las responsabilidades de cada uno de sus miembros, mediante el llamado *Modelo de Responsabilidades* (Figura 1, marca B). Seguidamente se especifican aspectos relacionados con la estructura del trabajo a realizar en la organización antes descrita, el flujo de las tareas que lo forman y las restricciones (de orden, de datos, temporales, etc.) impuestas por el trabajo en grupo. Estos aspectos quedan expresados en forma de tablas y grafos (*Tabla de Participación* y *Modelo de Proceso*), ver Figura 1 marca C. Una vez identificadas las tareas del sistema, éstas se tipifican en individuales y grupales, pudiendo, éstas últimas ser a su vez clasificadas en cooperativas y colaborativas, permitiendo CIAM el modelado diferencial de cada uno de estos tipos. Como última etapa, y a partir de las especificaciones anteriores, se obtienen de forma automática modelos ConcurTaskTree (CTT) [6,9] del sistema (Figura 1, marca D), que pueden servir de entrada a procesos de generación de IU [7]. En trabajos posteriores hemos extendido CIAM con procesos computacionales para la generación automática de IUs a partir de los modelos CTT que se generan en la última etapa (para más información sobre el proceso de generación consultar [7]).

Nuestro objetivo en este artículo es comprobar si ampliando CIAM con procesos de generación automática se experimenta mejora significativa en el proceso de diseño de las interfaces de usuario que se obtienen como resultado de su aplicación, frente a métodos no sistemáticos de diseño y

desarrollo de interfaces de usuario. En particular, la hipótesis a contrastar en este trabajo es que: “*CIAM extendido con técnicas y procesos de generación automática de interfaces de usuario para aplicaciones colaborativas produce interfaces finales que satisfacen y soportan mejor los requisitos de colaboración entre usuarios*”. Con el objetivo de contrastar esta hipótesis se ha aplicado CIAM a un caso de estudio real en el contexto de las necesidades de una empresa específica. En las siguientes secciones se describirá dicho caso de estudio, se mostrará la aplicación de CIAM al mismo y se compararán las interfaces de usuario obtenidas como resultado de aplicar CIAM frente a un diseño de IU que no sigue ninguna metodología de diseño y desarrollo. Finalmente se indicarán las conclusiones que se extraen del presente trabajo, así como las líneas de continuación que se derivan del mismo.

2. Descripción de la experiencia

Para contrastar la hipótesis de trabajo hemos realizado una experiencia en la que se evalúan dos diseños diferentes (guiados con diferentes metodologías) de una aplicación de soporte a trabajo en grupo para el caso de estudio real con la empresa COFARCIR (Cooperativa Farmacéutica de Ciudad Real).

2.1. Caso de estudio: COFARCIR

La compañía COFARCIR gestiona la distribución de productos farmacéuticos procedentes de laboratorios y grandes proveedores a farmacias y pequeños comercios. Uno de los departamentos de la empresa se encarga de gestionar el *proceso de recepción y almacenamiento de productos*

Nombre Requisito	Descripción	Datos
Registro de entrada	El Operario de Control de Entrada asigna un número de entrada al producto recibido. Se genera una prioridad inicial	<u>RegistroEntrada</u> Numero_Entrada Proveedor
Generación de la orden de colocación	El Operario de Compras y el Jefe de Almacén, según el nivel de stock y las entradas pendientes, generan la orden de colocación	<u>Orden_Colocacion</u> stock Lista_Pedidos_urgentes Orden_colocacion
Colocación de mercancía	Se identifican cada uno de los Operadores de Colocación y empiezan a colocar la mercancía según la prioridad. Se actualiza el stock en cada artículo medido finalizado. Al finalizar se generan avisos/incidencias	<u>Identificacion</u> Login Password <u>Lista_Articulos_pendientes</u> Lista_articulos <u>Nuevo/Modificar_Articulo</u> Nº_Articulo Categoria Cantidad
Gestión de incidencias	El jefe de Compras consulta los avisos/incidencias y genera informes	<u>Lista_Incidencias</u> Avisos/Incidencias <u>Generar_Report</u> Nº_Report Text_Report

Tabla 1. Requisitos del proceso de recepción y colocación de mercancías en COFARCIR.

farmacéuticos, proceso que comienza cuando la agencia de transporte entrega un pedido de productos procedente de algún proveedor. En ese momento el operario de control de entrada registra la entrada de estos productos e informa al operario de compras. El sistema automáticamente marca una prioridad para esta recepción (principalmente dependiendo de aspectos como el nivel de stock de los artículos incluidos en el pedido): Urgente, Prioritario o Normal.

El operario de compras o el jefe de almacén pueden cambiar esta prioridad según su criterio. Una vez registrada la entrada de nuevos productos a almacenar, los operarios de colocación cogen un terminal móvil y permanecen disponibles para que se les asignen una orden de colocación (según la prioridad de las entradas pendientes). Cuando un operario de colocación recibe una orden de colocación, éste debe colocar la mercancía recibida en el almacén. Esto lo puede realizar de manera manual o automáticamente ayudado de sistemas de clasificación automático tipo Kardex¹ o Knapp² [10]. Una vez finalizada su tarea, el operario de colocación marca como finalizada su orden de colocación, generando automáticamente avisos/alertas al jefe de compras indicando que ha

terminado dicha colocación e indicando las posibles incidencias del pedido. La Tabla 1 resume los requisitos identificados en este proceso.

2.2. Planteamiento de la experiencia

En el marco de nuestra hipótesis de trabajo debemos comprobar que CIAM garantiza que los requisitos de interacción y colaboración son satisfechos en las interfaces de usuario obtenidas al aplicar dicho proceso de diseño. Esta hipótesis la vamos a validar mediante la aplicación y comparación de los resultados obtenidos al aplicar dos métodos de diseño diferentes: (a) el proceso sistemático propuesto por CIAM y (b) un método de diseño no sistemático. Por tanto, partiendo de los requisitos especificados en la Tabla 1 hemos abordado dos diseños: a) Diseño sin CIAM y b) Diseño con CIAM. El diseño a) consiste en no utilizar una metodología tipo sistemática como CIAM. En su lugar hemos utilizado un diseño intuitivo a partir del estudio y análisis de los requisitos. El diseño b) consiste en realizar todo el proceso de diseño guiado por la metodología CIAM. Hemos puesto a trabajar a dos diseñadores, uno en cada diseño, partiendo ambos de los mismos requisitos e información. El objetivo de cada uno de ellos es la creación de un prototipo de la Interfaz de Usuario final, constituyendo estas interfaces las variables a

Tabla 1.

¹ <http://www.kardex.es/es/almacenes-y-logistica.html>

² <http://www.logismarket.es/knapp-iberica/12035005-1124074-c.html>

evaluar en la experiencia. Estos diseñadores son ingenieros de software con experiencia en interfaces de usuario y sin conocimientos previos de CIAM. Al diseñador que utilizó CIAM se le proporcionó previamente una sesión explicativa de la metodología y documentación de la misma. Durante el proceso de ambos diseños hemos incorporado paralelamente métodos de seguimiento y estudio que nos permitiesen valorar cada uno de los diseños y productos obtenidos: *trazabilidad de requisitos* y *grado de satisfacción del usuario final de los prototipos*. La experiencia que hemos realizado constituye un estudio preliminar y exploratorio con un carácter comparativo de las interfaces obtenidas con los dos métodos de diseño.

2.3. Diseño sin aplicar CIAM

Estudiando los requisitos iniciales se identifican al menos tres procesos de trabajo: registrar los productos que llegan, establecer el orden en el que hay que colocarlos y realizar la colocación de los mismos en el almacén. Debido a que hay varios operarios y jefes de sección se deberán realizar autenticación de usuarios frente al sistema. El proceso más interesante para el objeto de este artículo es el de establecer el orden en el que hay que colocar los productos. Centrándonos en el diseño de la IU, en este proceso identificamos tres tareas:

1. Habría que visualizar en la misma IU el nivel de Stock y la lista de pedidos urgentes.
2. El operario de compras o el jefe de almacén cambian, según sus criterios, el orden de colocación.
3. Se genera una lista de prioridad de colocación.

Con estas premisas se ha diseñado una IU para establecer el orden de colocación. La Figura 2 muestra la interfaz resultante (el significado de las marcas que señalan algunas partes de la interfaz se detallan en la Tabla 7 y hacen referencia a diferentes requisitos especificados).

2.4. Diseño con CIAM

En la primera etapa de la metodología CIAM se aborda el modelado de la estructura social de la organización en la que el sistema groupware será implantado. Se identifican los roles y actores que intervienen así como las relaciones entre los mismos. Revisando la especificación de requisitos de la Tabla 1 identificamos los siguientes roles: *Operario de control de entrada*, *Operario de compras*, *Jefe de almacén*, *Jefe de compras* y *Operario de colocación*. Puede haber de uno a varios operarios de control de entrada y varios operarios de compras, mientras que sólo hay un jefe de compras y un jefe de almacén. También puede haber varios operarios de colocación. La Figura 3 muestra el *sociograma* que se genera en

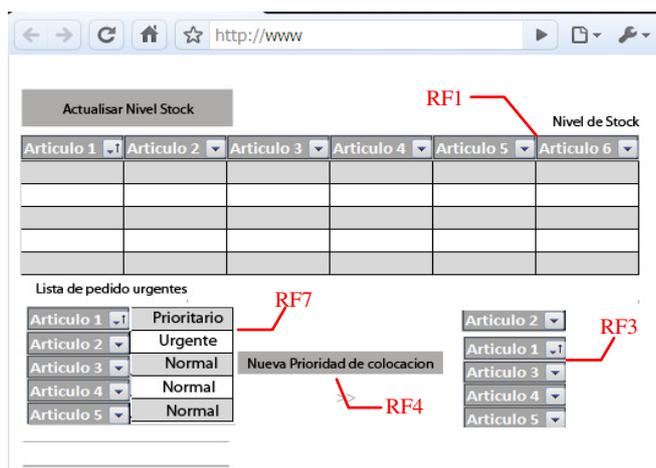


Figura 2. IU resultante sin aplicar CIAM

esta etapa de la metodología. Como podemos ver los roles *Operario de compras* y *Jefe de almacén* forman un equipo de trabajo, por lo que habrá tareas en las que tengan que participar conjuntamente. Hemos creado el rol *Usuario* del cual heredan todos los demás y asume las tareas comunes a todos ellos como por ejemplo validarse ante el sistema.

Siguiendo la metodología, en una segunda etapa abordamos el modelado del Proceso y creamos el Modelo de Responsabilidades. El objetivo de esta etapa es especificar las tareas a alto nivel, identificando los roles que las realizan, los datos con los que trabajan, así como las restricciones que puedan darse en su ejecución, etc. Para realizar este modelo de proceso creamos, por un lado, la Tabla de Participación y por otro los Modelos de Responsabilidades. Finalmente todo ello contribuye a la creación de una representación gráfica del proceso colaborativo a seguir durante el uso de la herramienta.

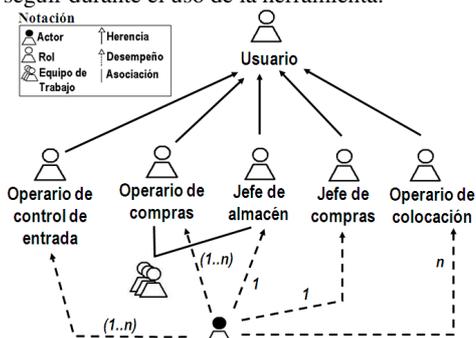


Figura 3. Sociograma que representa la estructura social de la organización

La Tabla de Participación recoge la colaboración e interacción que se produce entre

los miembros del grupo de trabajo, identificando para cada rol especificado en el sociograma las tareas que deben asumir. En algunos casos podremos identificar roles que participan en una misma tarea, y tareas en las que sólo participa un rol. Por tanto, en esta fase analizamos la participación de los roles en cada tarea, indicando el tipo de participación que se da, clasificando la tarea en tres posibles tipos: individual, cooperativa o colaborativa. Todo este análisis se sintetiza en la Tabla de Participación para nuestro caso de estudio. Como podemos observar en esta tabla la tarea *Generación de la orden de colocación* es una tarea colaborativa en la que participan los roles *Operario de compras* y *Jefe de almacén*. El resto de las tareas son tareas individuales. El tipo de la tarea queda expresado mediante el icono gráfico empleado en la última de las columnas de esta tabla.

A continuación nos centramos en las responsabilidades que debe asumir cada rol; para ello definimos el llamado Modelo de Responsabilidad de cada rol. Este modelo depura en detalle la información que se recoge para cada columna de la tabla de participación mostrada anteriormente, añadiendo a cada rol y para cada tarea, información de los objetos del dominio y de los prerequisites (tareas que deben haberse completado antes de ejecutar la actual tarea, y los datos necesarios para su correcta ejecución). Esta información, una vez más, se sintetiza principalmente de manera textual en forma de tabla. Volviendo a nuestro caso de estudio las Tablas de la 3 a la 6 muestran el Modelo de Responsabilidades de los diferentes roles.

Tareas \ Roles	Operario de control de entrada	Operario de compras	Jefe de almacén	Jefe de compras	Operario de colocación	Tipo
Registro de entrada	X					
Generación de la orden de colocación		X	X			
Colocación de mercancía					X	
Gestión de incidencias				X		

Tabla 2. Tabla de Participación

Nombre de la responsabilidad	Tipo de tarea	Objeto del modelo del dominio	Prerrequisitos	
			Tareas	Datos
Registro de entrada		<u>C</u> : Entrada	INI	

Tabla 3. Modelo de Responsabilidad del rol Operario de control de entrada

Nombre de la responsabilidad	Tipo de tarea	Objeto del modelo del dominio	Prerrequisitos	
			Tareas	Datos
Generación de la orden de colocación		<u>L</u> : Entrada <u>C/E</u> : Orden colocación <u>L</u> : Stock	Registros de entrada	Entrada Stock

Tabla 4. Modelo de Responsabilidad del rol Operario de compras y del rol Jefe de compras

Nombre de la responsabilidad	Tipo de tarea	Objeto del modelo del dominio	Prerrequisitos	
			Tareas	Datos
Colocación de mercancía		<u>L</u> : Orden colocación <u>C</u> : Incidencia/aviso <u>E</u> : Stock	Generación de la orden de colocación	Orden de colocación Stock

Tabla 5. Modelo de Responsabilidad del rol Operario de colocación

Nombre de la responsabilidad	Tipo de tarea	Objeto del modelo del dominio	Prerrequisitos	
			Tareas	Datos
Gestión de incidencias		<u>L</u> : Incidencia/aviso	Colocación de mercancía	Incidencia/aviso

Tabla 6. Modelo de Responsabilidad del rol Jefe de compras

Toda esta información, la de los Modelos de Responsabilidades y la Tabla de Participación, sirven para modelar finalmente la colaboración entre los miembros del grupo. En el Modelo de Proceso del sistema que estamos modelando (ver Figura 4) podemos ver que la tarea colaborativa 2, *Generación de la orden de colocación*, lee las entradas y el nivel de stock y crea la Orden de colocación. La tarea individual 3 (*Colocación de mercancías*) no comienza hasta que la tarea 2 no ha creado la orden de colocación. Como podemos ver en el Modelo de Proceso hay tareas individuales y colaborativas. Especial atención para nuestro trabajo merecen las tareas colaborativas. El sistema que estamos modelando tiene solo una tarea colaborativa, la tarea 2. Veamos el modelado de esta tarea. La Tabla 4 muestra esta tarea colaborativa con un nivel de detalle mayor. En la zona central de la Figura 5 B se muestra el contexto compartido y el tipo de visibilidad que hay para los datos que se manejan en el mismo. El objeto Orden_colocación

(contiene la información relacionada con el orden en el que se colocarán los artículos) debe ser tratado en un *área de edición exclusiva*. Esto significa que los dos roles que pueden operar con este objeto (Figura 5 A) pueden acceder de una manera restringida y los cambios que produzcan lo verán ambos roles.

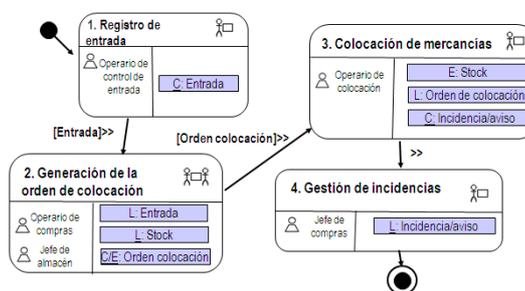


Figura 4. Modelo de Proceso del sistema COFARCIR

En esta etapa se genera, de forma automática, el árbol CTT (Figura 5 C) asociado a la tarea colaborativa especificada. Dicho CTT sirve de entrada a un proceso de generación de la interfaz final. El proceso de obtención de la IU final, a partir de los modelos de datos y tareas, se basa en la aplicación de un *árbol de decisión* [7], el cual, teniendo en cuenta el tipo de tarea y subtarea CTT, cardinalidad y tipo de datos propone el

control o *widget* más apropiado para soportar cada tarea del modelo CTT. Hemos desarrollado un prototipo de herramienta para soportar este proceso que obtienen interfaces de usuario para plataforma .NET. La IU resultante para la tarea *Generación de la orden de colocación* se muestra en la Figura 6 (las marcas sobre la interfaz se explicarán más adelante).

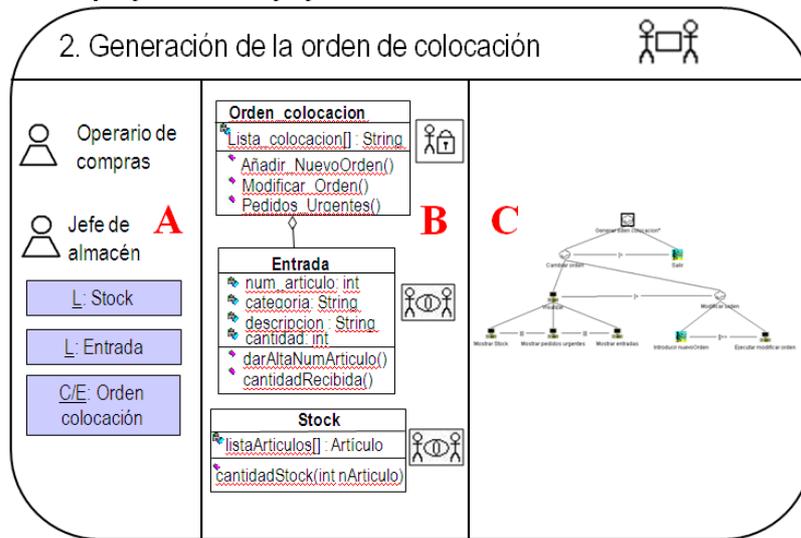


Figura 5. Tarea colaborativa *Generación de la orden de colocación* a un nivel detallado

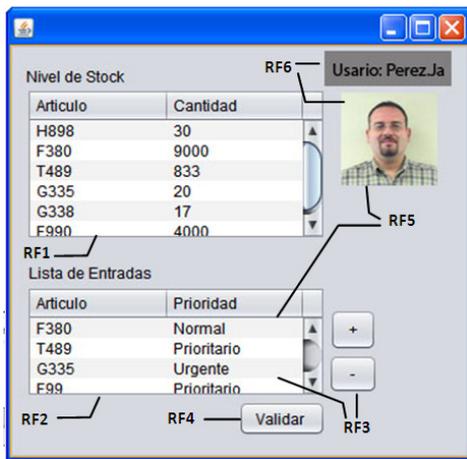


Figura 6. IU resultante de aplicar la metodología CIAM

3. Discusión de los resultados

Para contrastar la hipótesis de trabajo planteada vamos a evaluar las dos interfaces de usuario obtenidas en la experiencia realizada. Esta evaluación la hemos enfocado desde dos dimensiones: seguimiento y confirmación de los requisitos iniciales en el producto final y satisfacción de los usuarios finales. Para evaluar el seguimiento y confirmación de los requisitos hemos realizado una traza de los mismos. De los cuatro requisitos iniciales y genéricos identificados previamente (ver Tabla 1) es de interés, por su carácter colaborativo, el que denominamos *Generación de la orden de colocación*. Este requisito general se descompone en requisitos específicos y más detallados tal y como muestra la Tabla 7. Podemos ver que se identifican tres tipos de requisitos específicos:

- *Visualización colaborativa*: son los requisitos RF1, RF2 y RF7 los cuales exigen la visualización de datos a un grupo de usuarios de manera concurrente.
- *Sensibilidad al grupo*: son los requisitos RF5 y RF6, los cuales exigen de la implementación de mecanismos *awareness*.
- *Procesamiento*: son los requisitos RF3 y RF4, los cuales definen restricciones del dominio para la lógica de la aplicación.

Si estudiamos cómo estos requisitos han ido “evolucionando” hasta terminar generando una parte del IU final, y centrándonos en los requisitos del tipo de sensibilidad al grupo, podemos observar que con la metodología CIAM sí se garantizan la satisfacción de estos requisitos colaborativos y sin embargo con otra metodología no guiada no es así. Cojamos un requisito y hagamos una traza del mismo desde su especificación inicial hasta la generación de la IU final con CIAM. Por ejemplo, la Figura 7 muestra la traza del requisito RF1: *Visualización del stock de artículos al grupo de usuarios*. En esta figura podemos observar cómo los diferentes modelos generados a lo largo de CIAM aportan diferentes aspectos sobre este requisito para generar la IU. El Sociograma y la Tabla de Participación identifican que esta tarea está inmersa en un grupo de trabajo (ver Figura 7, paso 2), con lo cual se especifica el aspecto colaborativo de la misma. Posteriormente el Modelo de Responsabilidad identifica, entre otras que, de acuerdo al requisito, se debe acceder el objeto Stock para su lectura (ver Figura 7, paso 3). El Modelo de tareas colaborativa identifica además que la visualización del objeto Stock debe ser colaborativa (ver Figura 7, paso 4). Finalmente, con estas tres características identificadas: 1) sobre el objeto interactúan un grupo de usuarios, 2) la información a tratar es el stock de los artículos y 3) se debe visualizar esta información a ese grupo de usuarios, se genera en la IU final un *ListView* (definido así por el Árbol de Decisión que permite inferir la IU final) para mostrar el stock de los artículo (ver Figura 7, paso 5).

Como resultado de estas trazas hemos marcado en las interfaces de los diseños los requisitos específicos y los controles generados. En la Figura 6 podemos ver que el requisito RF1 (Visualización del stock de artículos) ha generando un control *ListView* en el IU final, el RF2 (visualización de las entradas) ha generado

un control *ListBox*, el requisito RF3 (modificar el orden de colocación y visualizar nuevo orden) ha generado que el control *ListBox* tenga la columna “Prioridad” editable mediante el control *Spick*, el requisito RF4 (confirmar nuevo orden) ha generado un control *Button*, el requisito RF5 (relacionar usuario/operación y ordenar las contribuciones) ha generado un control *Image* y, en el control *ListBox*, ha generado la columna “Prioridad”. Por último, el requisito RF6 (identificación de usuario) ha generado los controles *Image* y *Label*. De forma similar la Figura 2 muestra la IU del diseño sin CIAM indicando qué controles ha generado cada uno de los requisitos.

A modo resumen de todo este proceso, en la Tabla 7 hemos marcado los requisitos que soportan cada uno de los dos IUs (diseño guiado con CIAM y sin CIAM). Podemos observar que la IU generada con CIAM soporta todos los requisitos (a excepción del RF7 -Visualización de la lista de pedidos urgentes al grupo de usuarios- debido a que el diseñador ha decidido no contemplar este aspecto suprimiendo el mismo del Modelo de Responsabilidades). Hemos de destacar que los requisitos de tipo Sensibilidad al grupo no están soportados por el IU desarrollado sin metodología CIAM (columna *IU sin CIAM*), sin embargo, estos mismos sí están soportados en la IU resultante del diseño con CIAM (columna *IU con CIAM*).

La otra parte de la evaluación de las IUs generadas en la experiencia consiste en analizar la satisfacción del usuario final. Esta evaluación la han realizado dos usuarios familiarizados con la utilización de herramientas software y ajenos a la empresa COFARCIR por lo que en una primera etapa de la evaluación se les explicó la funcionalidad de las interfaces de usuario y el contexto de uso de las mismas. Posteriormente se les entregó la especificación de requisitos. Uno de los usuarios asumió el papel de operario de compras y el otro el de jefe de almacén. En una segunda etapa se le entregó a cada uno los dos prototipos que implementan las interfaces generadas y se les pidió que rellenasen un cuestionario en el que indicaban el grado con que pensaban que cada uno de los requisitos habían sido alcanzado por cada herramienta (valorándolo como bajo, medio o alto). La Tabla 8 sintetiza la comparativa entre las dos IU, indicando para cada control de la IU el grado de satisfacción del

usuario respecto al requisito inicial (el mismo usuario ha evaluado las dos interfaces). El control *Button* utilizado para soportar el requisito RF4 es el único que tiene el mismo grado de satisfacción en ambas interfaces, en el resto de los controles, la interfaz desarrollada por CIAM supera en satisfacción a la desarrollada sin CIAM, y en algunos casos con gran diferencia como es el caso del control *ListView*, para visualizar el stock, y el control *ListBox*, para visualizar la colocación. Según el usuario, en la IU sin CIAM, estos

controles presentan el inconveniente de que sólo pueden visualizar 6 y 5 artículos respectivamente, mientras que en el IU con CIAM este inconveniente no está presente al proporcionar la IU barras de desplazamiento sobre estos controles. En definitiva, podemos concluir que el diseño guiado por CIAM ha soportado los requisitos de interacción y colaboración, no ocurriendo esto mismo en el diseño sin CIAM.

Id. Req.	Descripción	IU sin CIAM	IU con CIAM
RF1	Visualización del stock de artículos al grupo de usuarios	X	X
RF2	Visualización de las entradas del almacén al grupo de usuarios		X
RF3	Modificar orden de colocación y visualizar nuevo orden	X	X
RF4	Confirmación nuevo orden	X	X
RF5	Relacionar usuario/operación y ordenación de las contribuciones		X
RF6	Identificación usuario del grupo		X
RF7	Visualización de la lista de pedidos urgentes al grupo de usuarios	X	

Tabla 7. Detalle del requisito inicial *Generación de la orden de colocación*. Una marca “x” indica que el requisito es soportado por el IU

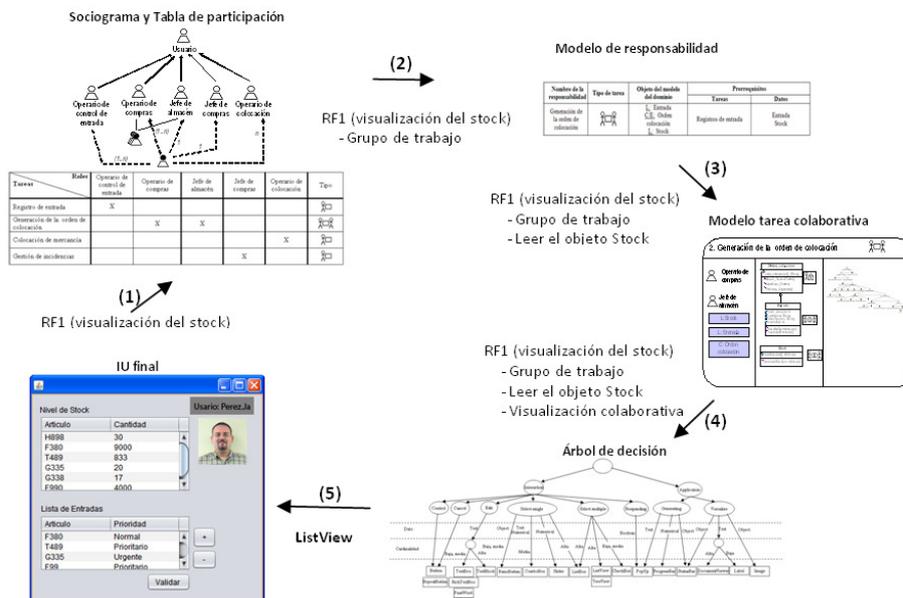


Figura 7. Trazo del requisito RF1

Control IU	IU sin CIAM		IU con CIAM	
	Id. Req.	Grado Satis.	Id. Req.	Grado Satis.
<i>ListView</i>	RF1	*	RF1	***
<i>ArrayList</i>	RF7	**	-	-
<i>Button</i>	RF4	**	RF4	**
<i>ListBox</i>	RF3	*	RF2 RF3 RF5	***
<i>Image</i>	-	-	RF5 RF6	***

Tabla 8. Comparativa de los IU según el grado de satisfacción del usuario (*bajo,**medio,***alto)

4. Conclusiones finales y trabajo futuro

En este artículo hemos presentado una experiencia de uso para la creación de interfaces de usuario colaborativas en la que hemos aplicado la metodología CIAM extendida con métodos de generación automática y una metodología no sistemática. Hemos analizado los resultados de la experiencia evaluando las interfaces obtenidas mediante trazabilidad de requisitos y satisfacción del usuario final. Claramente se observa que con CIAM se satisfacen los requisitos en materia de soporte de colaboración, mientras que con el otro caso no es así. Este hecho viene a confirmar la hipótesis de trabajo propuesta en este artículo, CIAM extendido con generación automática de interfaces produce interfaces de usuario finales que satisfacen y soportan mejor los requisitos de colaboración entre usuarios.

Como futuro trabajo a realizar nos falta aun por valorar el esfuerzo y el coste que conlleva aplicar la metodología CIAM en una experiencia de mayor complejidad y alcance.

Referencias

- [1] Antunes, P. and N. Guimaraes. Multiuser Interface Design in CSCW systems, 1994.
- [2] Carlsen, S. (1998) Action port model: A mixed paradigm conceptual workflow modelling language. Third IFCIS International Conference on Cooperative Information Systems.
- [3] Garrido, J.L., Gea, M., and M.L. Rodríguez, (2005) Requirements Engineering in Cooperative Systems. Requirements Engineering for Sociotechnical Systems. IDEA GROUP, Inc.USA, 226–244.
- [4] Grudin, J. Groupware and social dynamics: eight challenges for developers. Comm. ACM 37(1), pp. 92-105, 1994.
- [5] Molina, A.I., Redondo, M.A., Ortega, M.: A methodological approach for user interface development of collaborative applications: A case study. Science of Computer Programming 74, pp.754-776, 2009.
- [6] Mori, G., Paternò, F., Santoro, C. Design and Development of Multidevice User Interfaces through Multiple Logica IDescriptions. IEEE Transactions on Software Engineering August 2004, pp. 507-520, 2004.
- [7] Paredes, M., Molina, A.I., Giraldo, J., Redondo, M.A., Ortega, M. La Generación Automática de Interfaces de Usuario en el contexto de CIAM. Aplicación en el caso de estudio AULA. Actas X Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción 2009), 2009.
- [8] Paredes, M., Molina, A.I., Redondo, M.A., Ortega, M. Designing Collaborative User Interfaces for Ubiquitous Applications Using CIAM: The AULA Case Study. Journal of Universal Computer Science, 14(16), pp. 2680-2698, 2008.
- [9] Paternò, F. ConcurTaskTrees: An Engineered Notation for Task Models. The Handbook of Task Analysis for HCI. D. Diaper and N. A. Stanton. LEA, Mahwah, NJ, pp 483-501, 2004.
- [10] Rihm, A., et. al., Intra-logistic, 2ª edición, CEMAT 08. Intra-Logistic de KARDEX y MEGAMAT, 2008.
- [11] Rubart, J. and P. Dawabi (2004) Shared Data modelling with UML-G. International Journal of Computer Applications in Technology, 19.
- [12] van der Aalst, W.M.P., et al. (2001) Proclerts: a framework for lightweight interacting workflow processes. Journal of Cooperative Information Systems, 10 (4): 443–482.

Co-Interactive Table: Mesa Interactiva para Facilitar las Reuniones de Trabajo Usando Dispositivos Móviles RFID

Elena de la Guía, Ricardo Tesoriero, Jose A. Gallud, María D. Lozano, Víctor Penichet

Grupo de investigación LoUISE,

Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, España

elenage84@gmail.com, {tesoriero, jgallud, mlozano, vpenichet}@dsi.uclm.es

Resumen

Co-Interactive Table es un sistema interactivo diseñado y construido para facilitar tareas colaborativas propias de las reuniones de trabajo, como son, la transferencia de archivos e información. Se compone de paneles, uno por cada usuario, que forman la mesa interactiva. Debajo de cada panel y representadas por metáforas se encuentran integradas las tarjetas RFID que le dan funcionalidad. El usuario con su propio dispositivo móvil es capaz de interactuar con la mesa, es suficiente con realizar un gesto natural e intuitivo como es acercar el dispositivo a la metáfora deseada. Por otra parte, se dispone de un proyector conectado a un PC que muestra información importante y actualizada de lo que se va produciendo a lo largo de la reunión como pueden ser ideas, notas, conclusiones... Todos los dispositivos presentes en la reunión se encuentran conectados vía Wi-Fi al servidor, que es el responsable de proporcionar importantes servicios web que coordinan y controlan el funcionamiento de la aplicación cliente que se ejecuta en los dispositivos móviles de los participantes. El sistema también soporta reuniones remotas, donde podemos encontrar usuarios distribuidos en diferentes áreas geográficas, todos ellos conectados al mismo servidor.

Keywords: mesa interactiva, RFID, dispositivos móviles, colaboración, reuniones de trabajo.

1. Introducción

Las soluciones software basadas en movilidad son cada vez más comunes, gracias al crecimiento exponencial del uso de tecnologías móviles, tales

como teléfonos inteligentes o PDAs y a la difusión de medios de conexión como las redes Wi-Fi y la tecnología 3G.

La idea de realizar una mesa interactiva que se comunique con los dispositivos móviles ha surgido por la sencillez del objeto. La interacción que nos ofrece es muy simple e intuitiva proporcionando facilidades a la hora de realizar las tareas deseadas.

Las reuniones de trabajo son una herramienta utilizada para elaborar planes, diseñar estrategias, fomentar la participación de los empleados, etc. Estos eventos son muy importantes en las empresas y especialmente para los equipos de trabajo, se entiende que son un buen ejercicio de integración y comunicación además de resultar efectivos para aumentar la creatividad, el aprendizaje en equipo y la toma de decisiones, funciones clave para obtener buenos resultados. Esta actividad no es fácil de llevar a cabo y algunos de los motivos son los siguientes:

- Existen reuniones demasiado largas, a partir de cierto tiempo se dificulta la toma de decisiones, para agilizarlas es muy aconsejable utilizar herramientas tecnológicas.
- A la gente le da miedo expresarse sinceramente. Instalar la confianza entre los participantes es un proceso que toma algún tiempo, pero que da frutos en efectividad y satisfacción para los integrantes del equipo, para ello, hemos optado en realizar una función que permita mostrar información de los usuarios, de esta manera pueden comprobar sus puntos en común y comenzar una conversación fácilmente.
- Siempre hace falta información, lo que genera aplazamientos en la toma de decisiones críticas. Si anteriormente no se han recolectado los datos requeridos, la pérdida de tiempo suele ser inmensa y la frustración mayor.

El sistema que describimos a continuación intenta explotar el crecimiento de los dispositivos móviles, los beneficios que nos ofrece la tecnología RFID y las múltiples ventajas que nos puede proporcionar un objeto tan sencillo como es una mesa. De esta forma se ha propuesto realizar un sistema fácil de usar e intuitivo que facilite las tareas colaborativas que se dan en las reuniones de trabajo.

La organización del artículo está definida de la siguiente manera: Primero se presenta un breve repaso por el estado actual de las aplicaciones colaborativas, mesas interactivas existentes y las motivaciones que nos han llevado a realizar la siguiente solución. Seguidamente se describe la mesa interactiva colaborativa como solución al problema planteado explicando su funcionamiento. Después se explicarán los resultados obtenidos al realizar la evaluación de la usabilidad del sistema y finalmente se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Motivación y trabajos relacionados

A continuación se presentan los conceptos relacionados con la propuesta planteada, así como los trabajos existentes en este ámbito.

2.1. Aplicaciones colaborativas

La mayoría de las actividades que realizamos en nuestra vida tienen un alto grado de colaboración. El trabajo en grupo constituye una actividad humana fundamental y los entornos colaborativos se encargan de facilitar este proceso. A partir de estas actividades surgió la disciplina que se encarga de guiar el correcto análisis, diseño y desarrollo de los sistemas colaborativos, fue en 1988 cuando Greif y Cashman acuñaron el término Computer supported cooperative work (CSCW) o lo que es lo mismo trabajo cooperativo asistido por computadora tal como se indica en [1].

La reunión es una actividad colaborativa, para soportar el trabajo en grupo existen soluciones tecnológicas que dan soporte ofreciendo superficies tangibles, entre ellas podemos encontrar las siguientes:

Reactable [5] es un instrumento musical electrónico colaborativo, dotado de una interfaz tangible basada en una mesa. DiamondSpin [12]

es una herramienta para realizar prototipos que se van a utilizar en una superficie interactiva, una aplicación realizada con esta herramienta es Ubitable [13]. Más ejemplos de sistemas colaborativos pueden ser: Ipad [4], Microsoft Surface [6] y Smartkin[8].

Sin embargo tienen los siguientes problemas:

-Cuando un grupo de usuarios utiliza simultáneamente un sistema que acepta múltiples entradas y tiene una única salida, es difícil reconocer los resultados de sus propias operaciones.

-Varios estudios [2] han demostrado que a la hora de realizar actividades colaborativas, nos encontramos que también es muy importante que el usuario tenga su espacio personal.

En nuestra solución podemos destacar diversas ventajas, entre ellas, son el bajo coste hardware respecto a los trabajos mencionados y la posibilidad de utilizar un área compartida y una área personal.

Otro sistema interesante es Interactive EcoPanels [10], consiste en una solución colaborativa soportada por paneles interactivos donde los usuarios pueden compartir ideas sobre el medio ambiente, se encuentra basado en tecnología RFID. Respecto a nuestro sistema tiene una desventaja, no permite colaboración cara a cara.

RFID ha sido la tecnología utilizada para implementar el sistema. Algunas soluciones que nos han motivado a decantarnos por ella son [9][10][11].

Para mejorar las reuniones de trabajo donde se necesita mucha información, se ofrece un espacio compartido (el proyector) que se actualiza continuamente y un espacio personal (dispositivo móvil y el panel interactivo) que permiten que todos los usuarios tengan a su disposición la información pertinente en cada momento, agilizando la toma de decisiones, tarea muy importante en las reuniones de trabajo.

El sistema es fácilmente escalable, la mesa ha sido diseñada para cinco usuarios pero pueden extenderse integrando más paneles, por otra parte, su bajo coste lo hace una solución ideal para reuniones muy grandes e incluso se puede integrar en otros contextos como son los ambientes educativos.

3. Descripción del sistema

En esta sección describimos el sistema interactivo Co-Interactive Table, utilizado para facilitar las tareas colaborativas fundamentales que se llevan a cabo en las reuniones de trabajo.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el sistema son los siguientes:

- Captación de los eventos proporcionados por el nuevo tipo de interacción.
- Gestión de usuarios.
- Visualización de información y archivos de usuarios.
- Compartición de archivos

Para construir el sistema se han necesitado los siguientes elementos: Una mesa interactiva que se encuentra compuesta por paneles ligeros y portables de 210x297 mm, con la misma dimensión que una hoja din-A4. La interfaz de la mesa contiene metáforas visuales que indican las funciones que se pueden llevar a cabo utilizando el panel. Debajo de la interfaz se encuentran ocultas las tarjetas RFID que ofrecen funcionalidad a los paneles. Cada usuario tiene su panel y su dispositivo móvil con el lector RFID incorporado. En los dispositivos móviles se ejecuta la aplicación "Co-it", cuyo objetivo principal es mostrar y ofrecer los servicios necesarios para poder utilizar la mesa interactiva y llevar a cabo las tareas que ofrece. Todos los dispositivos presentes en la reunión son conectados vía Wi-Fi a un servidor que almacena los archivos y métodos necesarios para el funcionamiento del sistema. Por otra parte, en la reunión se dispone también de un proyector conectado a un PC que muestra los usuarios presentes en ese momento además de notas de tipo "post-it" que van surgiendo durante la reunión. El sistema también soporta reuniones remotas donde podemos encontrarnos usuarios distribuidos en diferentes áreas geográficas, todos ellos conectados al mismo servidor.

Un ejemplo de su uso se puede ver en la figura 1, donde se muestra una sesión con cuatro personas, cada una con un panel y una PDA con lector RFID incorporado.



Figura 1. Reunión de trabajo que incorpora el sistema "Co-Interactive Table"

El tipo de interacción utilizado entre el sistema y el usuario es muy intuitivo, como muestra la figura 2. El sistema puede reconocer y ofrecer el servicio pedido por el usuario, de una manera tan sencilla como es realizar un gesto natural, que consiste en acercar el dispositivo móvil a la metáfora elegida, sin necesidad de utilizar el lápiz (o puntero) que incorporan los dispositivos móviles. De este modo, el usuario es capaz de tener el control sobre la aplicación sin concentrarse excesivamente en ella.



Figura 2. Movimiento natural que se realiza para ejecutar una función de las ofrecidas en los paneles interactivos

Para ejecutar una función de las múltiples que ofrece el panel interactivo se realizan siempre los mismos pasos, que son los siguientes:

Si la tarea a ejecutar es colaborativa primero se elige un participante de la reunión, también se puede elegir la metáfora que corresponde al grupo de trabajo, de esta forma se enviaría simultáneamente el archivo a todos. Si para la tarea elegida no se necesita colaboración, este paso se obviaría. A continuación es suficiente con acercar el dispositivo móvil a la tarea que deseamos ejecutar.

La figura 3 muestra la pantalla principal de la aplicación *Co-it* que se ejecuta en las PDAs de los usuarios. Su objetivo es mostrar los comandos disponibles en los paneles que componen la mesa

interactiva, los eventos ocurridos actualmente y las acciones realizadas. Siempre que se desee salir de cualquier comando seleccionado se volverá a dicha pantalla.



Figura 3. Aplicación “Coit” que se ejecuta en los dispositivos móviles



Figura 4. Panel interactivo con las metáforas visuales que representan las funciones disponibles

La tabla 1 muestra las metáforas que contiene el panel interactivo y su función.

 LOGIN	Inicio de sesión. Asocia el panel interactivo con el usuario que inicia la sesión. Inmediatamente se muestra el nuevo participante en la pantalla del proyector.
 VIEW USER INFORMATION	Visualiza la información académica y profesional del usuario elegido. Este método facilita la comunicación en reuniones donde los usuarios no se conocen, es una manera de descubrir temas y puntos en común entre los participantes.
 VIEW USER FILES	Muestra los archivos que han subido los usuarios de la reunión al servidor. También permite descargarlos a tu dispositivo móvil.

 TRANSFER FILE	Permite a los usuarios compartir ficheros con los demás participantes de la reunión, de esta forma en pocos segundos puedes compartir y guardar información fácilmente.
 MY FILES	“My files” permite ver los archivos recibidos durante la reunión.
 HOME	Retorna a la pantalla principal que se muestra en la figura 3.
 LOG OUT	Cierra la sesión eliminando la asociación realizada entre el panel interactivo y el usuario
 SELECT USER	La selección de un usuario es necesaria siempre que se quiera llevar a cabo una tarea colaborativa. En nuestro caso sería imprescindible para transferir información y visualizar archivos e información de cualquier participante.
 SELECT GROUP	Si el usuario desea transferir un fichero a todos los participantes presentes en la reunión o enviar notas tipo “post-it” para que se muestren en el proyector, sería suficiente con acercar la PDA a esta metáfora y posteriormente seleccionar la metáfora “Transfer file”.

Tabla 1. Metáforas visuales y su significado

3.1. Arquitectura del sistema

Co-Interactive Table es un sistema cliente-servidor. En el dispositivo móvil se ejecuta la aplicación cliente, ésta se encuentra conectada al servidor vía Wi-Fi a través de un punto de acceso y se comunica con los paneles interactivos gracias a la tecnología RFID.

Debajo de la interfaz de cada panel interactivo se encuentran integradas las tarjetas RFID, concretamente 48 tarjetas pasivas world tag Q5 30, cada tarjeta contiene un único identificador. Cuando el lector RFID que se encuentra integrado en el dispositivo móvil se acerca a la metáfora elegida, la tarjeta RFID es excitada por las ondas electromagnéticas que emite el lector. El intercambio de información RFID es controlado por un componente, llamado “*Controller*” que se ejecuta en el dispositivo móvil y se encarga de enviar el identificador leído al servidor. El servidor se mapea la información recibida con los datos alojados en la base de datos y posteriormente se ejecuta los pasos necesarios para retornar el servicio pertinente al dispositivo móvil. Ver figura 5.

El proyector muestra la aplicación que se ejecuta en el PC. Además el sistema puede incluir una cámara web para poder establecer comunicación vía conferencia con otros usuarios y compartir archivos e información remotamente.

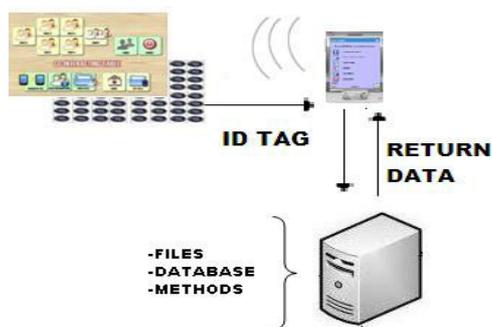


Figura 5. Infraestructura del panel interactivo junto con la manera de comunicarse con la aplicación cliente

El sistema servidor

El servidor se ejecuta en un PC que está conectado a un punto de acceso vía Wi-Fi. Su objetivo

principal es ofrecer los recursos compartidos y los servicios pertinentes al cliente.

El contenido del servidor puede ser dividido en dos partes: Una de ellas se encarga de alojar los ficheros pertenecientes a la reunión y la otra almacena la base de datos. Los archivos son subidos al servidor antes de la reunión. Existe un archivo público que contiene todos los ficheros creados durante la reunión, como pueden ser conclusiones, notas, actas o cualquier otra información relevante que se quiere conservar.

Componentes principales del sistema

Los componentes software que permiten que se ejecuten todas las funciones deseadas son los siguientes:

- “*Controller*”. Se encuentra alojado en el dispositivo móvil y su función principal es controlar la comunicación entre el dispositivo móvil y la mesa interactiva, soportada con tecnología RFID. Para que la comunicación sea correcta el componente se encuentra continuamente esperando a que se ejecute un evento como sería la lectura de un ID de las tarjetas RFID contenidas en el panel y enviar la información al servidor web para que se ejecute la operación específica.
- “*WebService*”. Su función es recibir el identificador leído por el lector RFID y comprobarlo con la base de datos para devolver los datos correspondientes al cliente que se ejecuta en el dispositivo móvil.
- “*Co-it*”. Se ejecuta en el dispositivo móvil y su objetivo principal es mostrar la información correspondiente con la función seleccionada en la mesa interactiva. Este componente se comunica vía Wi-Fi con el servicio web.
- “*Post-it system*”. Se ejecuta en un PC y su función es verificar si existe un usuario o evento nuevo en la reunión, como puede ser el envío de una nota tipo “post-it” a la carpeta pública, para posteriormente informar a todos los usuarios de la reunión mostrando la información actualizada en el proyector.

El sistema de tipo “post-it” que incorpora permite que la gente exponga sus ideas fácilmente, facilitando el intercambio de información en la reunión.

4. Evaluación del sistema

En esta sección se describe la evaluación del sistema. Entre las técnicas utilizadas se ha hecho uso del cuestionario SUMI que evalúa la usabilidad del producto desde el punto de vista del usuario. Nuestro objetivo es comparar los resultados obtenidos utilizando la mesa interactiva con los resultados que se obtienen realizando las mismas tareas sin utilizarla.

4.1. Recursos necesarios

Para realizar la evaluación se han utilizado dos PDA Dell Axim X51 V con lector de tarjetas RFID integrado, cada una de ellas con dos aplicaciones, la utilizada para usar los paneles interactivos y otra que simulaba las mismas funciones sin necesidad de utilizar los paneles. Los dispositivos móviles se encontraban conectados a un punto de acceso que las comunicaba vía Wi-Fi con el servidor.

La aplicación colaborativa que utilizamos para la evaluación se compone de una pantalla para poder iniciar sesión (ver figura 6), figura del lado derecho), la pantalla principal contiene los nombres de los participantes de la reunión, los usuarios se podían seleccionar, y en la parte de abajo se encontraban los botones que representan las mismas funciones que contiene la mesa interactiva. Para compartir archivos se utilizaba la tecnología Bluetooth y los datos se proporcionaban del servidor Co-Interactive Table.



Figura 6. A la izquierda se muestra la pantalla principal de la aplicación que simula el comportamiento de los paneles interactivos. A la derecha, se encuentra la pantalla de inicio de sesión.

Se han elegido 20 usuarios para el experimento. Estos han sido elegidos con características muy distintas.

-10 de ellos iban a realizar las tareas utilizando los paneles interactivos, 5 de ellos eran expertos (personas profesionales y con experiencia en las reuniones de trabajo o familiarizados con la tecnología) y los otros 5 inexpertos.

-10 de ellos iban a realizar las tareas con una aplicación que ofrecía la misma funcionalidad, pero sin paneles interactivos. De estos 10 usuarios, 5 eran expertos y otros 5 inexpertos.

La edad de los participantes oscilaba entre los 15 y 45 años, también contábamos con que ninguno de los usuarios había visto antes la aplicación a evaluar, por lo que a priori todos partían de las mismas condiciones.

4.2. Tareas

Las tareas propuestas que debe realizar cada usuario fueron diseñadas para contemplar todas las funciones del sistema:

- Tarea 1: Inicio de sesión. Consiste en acercar el dispositivo móvil a la metáfora correspondiente, definida como “*Login*”. Para el caso que se utiliza la aplicación que simula la mesa interactiva. Es necesario introducir el nombre y el DNI.
- Tarea 2: Transferir un fichero al compañero. El usuario tiene que seleccionar al participante deseado, la metáfora “*Transfer File*” y el archivo que desea enviar. Los usuarios que realizan la tarea sin los paneles interactivos tienen que conectarse al compañero vía Bluetooth y enviar el archivo.
- Tarea 3: Ver archivos recibidos. Consiste en acercar la PDA a la metáfora “*MyFiles*” y visualizar los archivos recibidos. Para la aplicación sin paneles solo tienen que pulsar el botón correspondiente a esta función.
- Tarea 4: Ver información de los participantes. Para ello el usuario debe acercar la PDA a la metáfora “*View User Information*”. el usuario elegido en las tareas anteriores seguirá seleccionado, se ofrece la posibilidad de cambiarlo. En la aplicación que simula el comportamiento de la mesa interactiva es suficiente con pulsar el botón denominado “*View information*”. A continuación los

evaluadores se encargan de observar si esta tarea facilitaba la conversación entre ellos.

- Tarea 5: Volver a la pantalla principal. Lo único necesario para realizar esta tarea es acerca la PDA a la metáfora denominada “Home” o pulsar el botón correspondiente en el caso del simulador.
- Tarea 6: Transferir un fichero a todo el grupo y sacar conclusiones sobre su contenido. La metáfora permite transferir un fichero simultáneamente a todos los usuarios, en cambio el simulador debe conectarse uno por uno vía Bluetooth a los demás usuarios.
- Tarea 7: Cerrar sesión. Para realizar esta tarea se debe acercar la PDA a la metáfora correspondiente al cierre de sesión, es decir, “Log out” o pulsar el botón habilitado para realizar la tarea, en el caso de la aplicación que simula el comportamiento de la mesa interactiva.

4.3. Procedimiento

Cada usuario dispone de 50 minutos para realizar las 7 tareas y rellenar el cuestionario propuesto. El experimento se realizó seleccionando a los participantes de 4 en 4. Había 4 evaluadores, cada uno se encargaba de anotar los datos de un usuario concreto.

Cuando llegaban los participantes eran informados acerca de las pretensiones de la evaluación y del objetivo perseguido. Se les aclaraba que no se trataba de medir la habilidad de cada uno de ellos, sino la facilidad de utilización del sistema sobre el que tenían que realizar cada una de las tareas propuestas. También se les informó sobre los conceptos básicos que se ha de saber para realizar una reunión de trabajo.

Se les enseñaba el manual de usuario y se les explicaba brevemente las funcionalidades de la aplicación, las tareas propuestas para la sesión y los materiales que disponían para realizarlas.

Una vez finalizadas todas las tareas se les pasó el test de usabilidad SUMI y se les agradeció su participación.

4.4. Resultados obtenidos

En este apartado se explica con detalle los resultados obtenidos durante la evaluación del sistema.

Para obtener la productividad y eficiencia del software como se explica en el documento ISO 9126-4 es necesario obtener métricas como son el tiempo medio que emplea el usuario en ejecutar la tarea y la frecuencia de errores. A continuación mostraremos los resultados obtenidos por estas métricas.

• Tiempo medio

En la gráfica de la Figura 7 se pueden observar los tiempos medios obtenidos por los usuarios al realizar las tareas con paneles interactivos y sin ellos. Utilizando paneles interactivos podemos comprobar que la mayoría de las tareas no superaba los 0,50 minutos. La tarea dos ha sido la que más tiempo ha llevado, debido a que es necesario realizar más de un paso para completarla. Respecto a las tareas realizadas sin paneles interactivos podemos comprobar que se ha necesitado más tiempo. Una de las razones principales era que el usuario se distraía más con el dispositivo móvil y le resultaba un poco tedioso tener que pulsar los botones de la pantalla. Además nos encontramos que en una pantalla pequeña como es la de un dispositivo móvil es difícil incluir muchos botones.

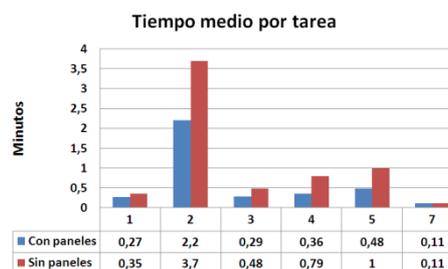


Figura 7. Tiempo medio obtenido en la ejecución de las tareas utilizando paneles interactivos y sin utilizarlos.

En la figura 8 se refleja exclusivamente la tarea 6. Su objetivo es simular el comportamiento que se puede llevar a cabo en una reunión, como es la transferencia de un fichero a todos los demás

participantes, así como la lectura del archivo y las conclusiones obtenidas por todos. El archivo contenía un ligero resumen sobre un tema de actualidad. Evaluando esta tarea hemos podido comprobar los beneficios que aportan los paneles interactivos. Como podemos observar en la gráfica, se ahorra mucho tiempo gracias a que se nos permite transferir ficheros simultáneamente a todos los usuarios frente a la aplicación que utiliza Bluetooth, puesto que tenía que transferir el fichero uno a uno. Debido a la facilidad que ofrecía el sistema los usuarios tardaron poco tiempo en leer el fichero y comentar su punto de vista.



Figura 8. Tiempo medio obtenido en la tarea nº 6, en la actividad era necesario enviar un fichero a todos los usuarios y sacar conclusiones del archivo recibido.

• Frecuencia de errores

A continuación se muestra la tasa de equivocaciones cometidas por los usuarios. Los errores que pueden surgir son los siguientes:

- El usuario confunde las metáforas.
- El usuario ha escogido correctamente la metáfora, pero ha colocado el lector más cerca de la metáfora de al lado y ha leído el comando incorrecto.
- Por cualquier motivo o confusión el usuario ha cerrado la aplicación.

No se ha considerado como error cuando la PDA o el programa se han bloqueado.

Se puede observar en la Figura 9 que la frecuencia de errores utilizando paneles interactivos oscila entre el 0% y el 13,3%. La tarea dos ha sido la que más errores ha ocasionado debido a que para llevarla a cabo se requieren más pasos que en las demás. La frecuencia de errores sin utilizar paneles interactivos ha sido más alta, en este caso se daba que el usuario tenía

momentos en los que no sabía qué hacer durante la sesión y se equivocaba fácilmente al seleccionar la tarea con el lápiz del dispositivo móvil.

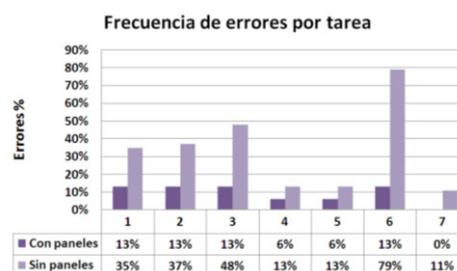


Figura 9. Frecuencia de errores

• Satisfacción.

Describe la respuesta subjetiva de un usuario cuando usa el producto. Esta es factor de motivación para usar el sistema y puede afectar al rendimiento en algunos casos.

Para medir este factor se ha utilizado el test de usabilidad SUMI, (Software Usability Measurement Inventory) [3]. Su función principal es medir las opiniones y sensaciones de los usuarios. De las 50 preguntas que proporciona el cuestionario hemos elegido 10. El test se encuentra dividido en 5 sub-escalas, cada sub-escala tiene asociada dos preguntas.

A continuación se describen los datos obtenidos.

Sub-escala 1. Aptitud del usuario frente al software.

1. He disfrutado de la sesión con este software.

Un 90,3% de los usuarios disfrutaron de la sesión, en cambio hubo un 6,5% indeciso. Sin paneles interactivos. Se comprobó que un 58,4% de los usuarios no disfrutó del uso de la aplicación. Se puede deducir que el sistema consiguió que las sensaciones y experiencias del usuario utilizando el sistema sean mejores utilizando los paneles.

2. El software tiene una presentación muy atractiva.

La mayoría de los encuestados ha catalogado el software como atractivo, alcanzando las expectativas del sistema. Nos encontramos que un 32,2 % de los encuestados que utilizaron la aplicación que simula la mesa interactiva afirmó que no le gustaba la presentación frente a un 6,6% que no le gusto la presentación de los paneles.

Sub-escala 2. Eficiencia temporal.

3. El software responde con rapidez a las entradas

De las personas encuestadas el 87 % se encuentra de acuerdo con esta afirmación y un 9,3% ha contestado que se encuentra indeciso. Un 74,1 % de los usuarios que utilizaron el simulador afirmó que el software no responde con rapidez, esto se debe a que para realizar la tarea 6 necesitaron mucho tiempo y se sintieron un poco frustrados.

4. No es necesario realizar muchos pasos para conseguir alguna tarea.

Un 80,6% opina que por la facilidad de uso que ofrece el sistema no es necesario realizar muchos pasos, frente a un 17% que no ha contestado nada al respecto. Un 74,1 % de los usuarios que utilizaron el simulador afirmó que era fácil su uso.

Sub-escala 3. Describe los métodos que se utilizan para ayudar al usuario a utilizar el sistema.

5. A veces no sabes que debes hacer en la aplicación.

Ninguno de los encuestados tuvo la oportunidad de utilizar el software antes de realizar la evaluación, por lo tanto, se dio que un 32,2 % de los usuarios había veces que no sabían qué hacer, frente a un 54,8% que en todo momento supo reaccionar a las tareas exigidas. El porcentaje de los cuestionarios relacionados con el simulador coincidieron, por lo que podemos concluir que sería conveniente mejorar los mensajes de ayuda para guiar al usuario.

6. Las instrucciones y diálogos mostrados son útiles.

La mayoría de los usuarios piensa que las instrucciones y diálogos son útiles, con un 90,3%, frente al 6,4% que se encuentra indeciso y al 3,2 % que estaba desacuerdo con esta afirmación. En cambio un 32,2 % no le pareció útil los diálogos mostrados en la aplicación que no utilizaba los paneles.

Sub-escala 4. Define la confianza y el control que experimenta el usuario utilizando el sistema.

7. Me siento con el control de este software, cuando lo estoy usando

Un 74,1 % de los participantes sintieron que controlaban el software gracias a las facilidades que ofrecía, no hubo ninguno de ellos que opinara lo contrario, solo un 3,2 % no opino nada al respecto. En cambio hubo un 54,8% que pensaba que no era capaz de controlar la aplicación que no usaba los paneles.

8. El software se detuvo inesperadamente en algún momento.

Un 77,4% de las personas que utilizaron el software comprobó que funcionaba con bastante fluidez, pudiendo realizar todas las actividades correctamente. En cambio un 6,4% se encontró con un fallo inesperado, la mayoría fueron porque la PDA se bloqueaba cuando la batería disminuía del 20%. Un 32,2% se encontró que el software se detuvo inesperadamente cuando utilizaba el simulador.

Sub-escala 5. Engloba la facilidad que tiene el usuario para aprender a utilizar el sistema.

9. Aprender a utilizar este programa inicialmente es fácil.

El 70,9% de los encuestados opinaron que es muy fácil aprender a utilizar el programa. Ésta afirmación nos demostró que conseguimos realizar un programa intuitivo y fácil de utilizar, objetivos que desde un principio se deseaba alcanzar, además se pudo comprobar que en las últimas tareas el usuario iba más rápido y seguro utilizando el software. En cambio un 54,8 % opinaba que inicialmente no era tan fácil de usar el simulador propuesto.

10. Con este software es difícil olvidarse de cómo hacer las cosas.

El 74,1% de las personas considera que no requiere mucho esfuerzo aprender y retener los comandos proporcionados, frente al 13% que no está de acuerdo con la afirmación, y otro 12,9% que prefiere no opinar. Un 54,8% opinaba que era fácil olvidarse de cómo hacer las cosas utilizando el simulador por primera vez.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se describe el sistema Co-Interactive Table, desarrollado para facilitar las tareas colaborativas que surgen en el trascurso de la reunión en grupo, tales como compartir información y archivos, mostrar información de los participantes, etc. La interacción con el sistema se lleva a cabo con sencillos e intuitivos gestos naturales. Para su desarrollo se ha utilizado tecnología basada en dispositivos móviles y RFID. El sistema se compone de varios paneles que forman la mesa interactiva. Se dispone además de un proyector conectado a un PC que sirve para actualizar en todo momento la información que se va produciendo a lo largo de la reunión como pueden ser ideas, notas y además, permite visualizar información de cada uno de los

participantes. Todos los dispositivos utilizados en la reunión se encuentran conectados vía Wi-Fi a un servidor, que es el responsable de proporcionar importantes servicios web que coordinan y controlan el funcionamiento de la aplicación cliente que se ejecuta en los dispositivos móviles con lector RFID integrado de los participantes. Destacar también la posibilidad que ofrece de realizar reuniones remotas. Como trabajo futuro, podemos mencionar la ampliación de las funcionalidades del sistema, añadiendo tareas más complejas. Otras alternativas pasan por adaptar el sistema a otros escenarios como por ejemplo en el ámbito educativo.

Además esta forma de interacción, como hemos mencionado, no se limita a la recuperación de información, sino que permite la ejecución de comandos parametrizados que pueden dar lugar a la creación de paneles de control pasivos basados en estos comandos que tienen como ventajas principales el bajo costo de infraestructura y la flexibilidad de adaptación, ya que las etiquetas pueden estar configuradas de cualquier forma y no necesitan alimentación ni cableado especial.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido parcialmente subvencionada por el CDTI español de investigación del proyecto CENIT-2008-1019, el proyecto CICYT TIN2008-06596-C02-0 y los proyectos regionales con referencia PAI06-0093-8836 y PII2C09-0185-1030. También queremos agradecer toda la ayuda ofrecida por nuestra compañera y amiga M^a Dolores Monedero.

Referencias

- [1] Grudin, J., *Computer-Supported Cooperative Work: History and Focus*, Computer, v.27 n.5, p.19-26, May 1994.
- [2] Gutwin, C., and Greenberg, S. *Design for Individuals, Design for Groups: Tradeoffs between Power and Workspace Awareness*. In Proceedings of CSCW'98(November, Seattle, WA), ACM Press, 1998, pp. 207-216.
- [3] Kirakowski, J., Corbett, M.: *SUMI: the Software Usability Measurement Inventory*, in: British Journal of Educational Technology, Vol. 24 No. 3, 1993.
- [4] Ipad <http://www.apple.com/es/ipad/>
- [5] Jorda, S. et al.: *ReacTable: Exploring the Synergia between Live Music Performance and Tabletop Tangible Interface*. Proc. Of TEI 2007, ACM, pp. 139-146. 2007.
- [6] MicrosoftSurface. http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Surface
- [7] Peter y Trudy Johnson-Lenz, *Consider the groupware: Design and Group Process Impacts on Communication in the Electronic Medium*, 1981
- [8] Rekimoto, J., *SmartSkin: An Infrastructure for Freehand Manipulation on Interactive Surfaces*, Proc. CHI 2002, 113-120
- [9] Romero, S., Tesoriero, R., Villanueva, P.G., Gallud, J. A., Penichet, V. M., *Sistema Interactivo para la Gestión de Documentos Georeferenciados basado en RFID*. Proceedings of the X Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción 2009.
- [10] Tesoriero, R., Tébar, R., Gallud, J. A., Penichet, V. M. R., Lozano, M., *Interactive EcoPanels: Paneles Ecológicos Interactivos basados en RFID*. Proceedings of the IX Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción 2008. ISBN: 978-84-691-3871-7; pp 155-165.
- [11] Tesoriero, R., Gallud, J. A., Lozano, M. D., Penichet, V. M. R., *A Location-aware System using RFID and Mobile Devices for Art Museums*. Fourth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems. IEEE/CS Press. IARIA-ICAS 2008. Páginas 76 - 81. 2008.
- [12] Shen, C., Vernier, F.D., Forlines, C., Vernier, F.D., *DiamondSpin: An Extensible Toolkit for Around-the-Table Interaction*, In *Proceeding of CHI'04* (April, Viena, AUS), ACM Press, 2004.
- [13] Shen, C., Everitt, K.M.; Ryall, K., *UbiTable: Impromptu Face-to-Face Collaboration on Horizontal Interactive Surfaces*, UbiComp 2003. LNCS 2864. 281-288.

Sistema de interacción persona-máquina no mecánico basado en visión y vibraciones

Aritz Villodas
Unidad Infotech
Tecnalia Research & Innovation
48170 Zamudio
avillodas@robotiker.es

Sergio Rodriguez-Vaamonde
Unidad Infotech
Tecnalia Research & Innovation
48170 Zamudio
srodriguez@robotiker.es

Artzai Picon
Unidad Infotech
Tecnalia Research & Innovation
48170 Zamudio
apicon@robotiker.es

Resumen

En este trabajo se presenta un sistema de interacción gestual persona-máquina basado en los gestos de la mano y vibración. Gracias a la utilización de técnicas de visión artificial y su combinación con un sensor de vibraciones de gama baja, se propone un sistema que permite la utilización de una cámara de baja resolución y es capaz de sustituir la funcionalidad del ratón, haciéndolo adaptable a cualquier usuario sin necesidad de elementos externos ni entrenamiento previo. En este artículo se presenta la arquitectura propuesta y las primeras pruebas realizadas sobre el sistema.

1. Motivación

Los sistemas de interacción persona-máquina, generalmente, necesitan de un componente mecánico accionado por el usuario, mediante el cual se envían las órdenes a la máquina, y provocar así en ella las acciones deseadas.

A día de hoy, es conocida la utilización tanto de ratones de ordenador, así como de otras variantes similares (las conocidas en inglés como “trackballs”, “touchpad”, “joysticks”, etc.) con el fin de controlar el puntero u otras funcionalidades de las aplicaciones informáticas. De esta manera, dichos medios de control establecen la posición del puntero en base a dos ejes de coordenadas (dos dimensiones), y activan una serie de comandos mediante la pulsación de botones mecánicos asociados al sistema. Para ello, se requiere de una cierta experiencia y destreza por parte del usuario en el manejo de dichos mecanismos. La gran variedad de modelos diferentes hace que no todos presenten la misma comodidad de uso para los

usuarios. Todo ello, conlleva una adaptación mecánica del usuario para cada uno de los mismos.

Además, esto hace que se presenten problemas en su uso por personas con características especiales para las cuales no han sido diseñados los controladores, por ejemplo, niños, para los cuales puede resultar sobredimensionado. Otro caso de uso particular pueden ser los ancianos, que con movilidad limitada, pueden tener problemas a la hora de realizar movimiento rápidos o complejos, o las personas con alguna discapacidad física.

El mantenimiento de dichos sistemas mecánicos de interacción, dependerá del contacto entre la personas y el aparato de control, lo cual los hace vulnerables a ataques externos, ya que se deteriorarán más rápidamente por el uso, continuamente sometidos a los accionamientos mecánicos o de contacto con el usuario.

Por otra parte, los sistemas de reconocimiento gestual [2],[3] utilizan cámaras de gama media-alta, y requieren de una compleja calibración del entorno, siendo habitual que la cámara esté ubicada frontalmente al usuario.

Otro tipo de interfaces gestuales requiere de guantes y otra serie de accesorios que deberá ponerse el usuario para poder interactuar. Entre los sistemas basados en los gestos de la mano, podemos destacar los trabajos de [1], [4] o [5]; o algunos gestos manuales sin guantes, como [6].

2. Técnica de interacción propuesta

El principal objetivo de la técnica a continuación expuesta es el control aplicaciones informáticas mediante la eliminación total de

aparatos mecánicos en la interacción persona-máquina, sustituyéndolo por movimientos gestuales sencillos e intuitivos para el usuario, mediante la utilización de alguna de sus extremidades.

Para este propósito, el sistema está compuesto por un área de interacción adaptada para que la persona posicione una extremidad y pueda ejercer contacto mediante golpes, al menos una cámara adaptada para captar la imagen del área de interacción y medios de procesamiento de la imagen para establecer la posición de un puntero en la pantalla en función de la posición de la extremidad. Además, se incorpora un sensor de vibración/sonido, adaptado para captar los golpes que la persona ejerza sobre el área de interacción, y mediante el procesamiento de la vibración, se establece una acción de la aplicación en función de la intensidad de la vibración.

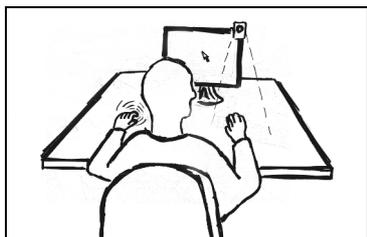


Figura 1. Descripción general del sistema

Gracias a este sistema se pueden realizar las mismas funcionalidades descritas en el apartado 1, pero sin que exista contacto entre el usuario y los sensores.

2.1. Módulo de visión artificial

Mediante algoritmos de procesamiento de imágenes, se obtiene las coordenadas de posición de la mano o cualquier otra extremidad del usuario y se envían al sistema que se desea controlar, con el fin de posicionar un puntero.

La posición de ese puntero es configurable y puede corresponder a diferentes zonas de la mano o extremidad, dependiendo de la posición de la misma, o bien en función de la herramienta informática que se desee controlar.

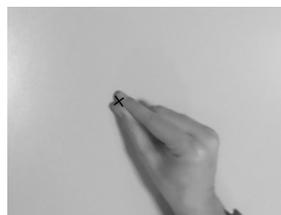


Figura 2. Acciones mediante gestos



Figura 3. Acciones mediante gestos

El sistema podría ser utilizado por personas con discapacidades físicas, mostrando un muñón o una mano a la que le falten dedos. Además, teniendo en cuenta la posibilidad de que hubiera personas con temblores, se incorpora una función de corrección de movimiento, mediante la cual estabiliza la posición del puntero.

2.2. Módulo de vibración

Por otra parte, la superficie de operación sobre la que capta la imagen de la mano o extremidad previamente descrita, podrá llevar asociado uno o varios sensores de sonido/vibración, que se activarán golpeando ligeramente dicha superficie. La superficie puede ser golpeada en cualquier punto, ya que la vibración se transmitirá a través de la superficie rígida hasta los sensores.

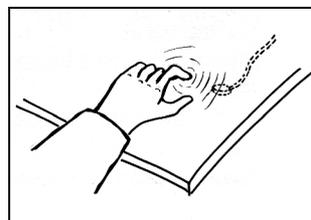


Figura 4. Sensor de vibración

Estos golpes, traducidos en un impulso vibratorio, equivaldrán al accionamiento de un botón, y por tanto sustituirá al habitual botón “click” de los sistemas informáticos actuales (generalmente conocido como “activación de botón izquierdo”).

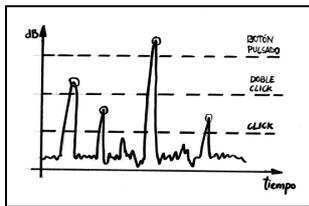


Figura 5. Umbrales de vibración

Se pueden configurar diferentes tipos de acciones (click, doble click, botón pulsado, ...) según los diferentes niveles de intensidad de la vibración. Para ello se establecerán unos umbrales de nivel de vibración/sonido. Estos umbrales deberán ser calibrados en función de la posición del usuario, ya que dependerán de la distancia del punto de impacto al sensor.

3. Pruebas realizadas

En primer lugar, el sistema de visión debe de ser calibrado, para ello se emplearán un patrón, el cual se ubicará en la zona donde el usuario va a interactuar.

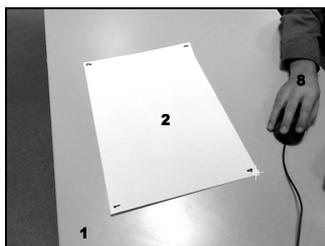


Figura 6. Calibración del sistema

En la Figura 6 se muestra el proceso de calibración, que consistirá en marcar las cuatro esquinas de una plantilla rectangular situada sobre la zona de trabajo. Conociendo la posición de estas esquinas, se aplicará el algoritmo de

transformación para relacionar las posiciones detectadas por la cámara con las posiciones del puntero en la pantalla.

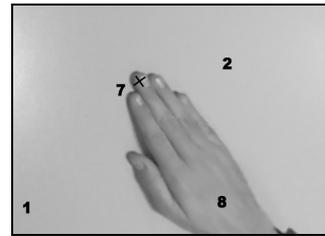


Figura 7. Sistema de interacción

Una vez calibrado el sistema, se ha empleado como sustituto del ratón, interpretando la posición de la mano. Por ejemplo, con la palma de la mano extendida, podría situarse en el dedo anular, en cambio, si se encoge la mano con la postura de agarrar un bolígrafo, el puntero se ubicaría entre los dedos índice y pulgar, coincidiendo con la posición virtual de un bolígrafo.

Esto permite añadir funcionalidades adicionales al control de las aplicaciones, dependiendo del gesto de la mano o extremidad. Por ejemplo, en una aplicación gráfica, una posición como la que se muestra en la Figura 2 podría llevar consigo la selección automática de la herramienta “pincel”, en cambio, si el usuario cambia el gesto al de la Figura 3, podría cambiarse automáticamente la selección de la herramienta a “goma de borrar”.

Otro ejemplo serían movimientos o gestos que reproduzcan el botón “click” de los sistemas informáticos actuales (generalmente conocido como “activación de botón izquierdo”).

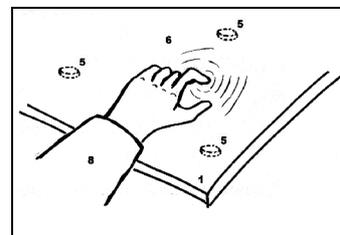


Figura 8. Calibración del sistema

En la Figura 8 se muestra una variante de la zona de pulsación (3), donde se han ubicado tres sensores en la superficie de trabajo (1). Esta variación permitirá detectar la posición de la pulsación, mediante comparación de los niveles de captados por cada sensor. Aplicando algoritmos de triangulación, se determinará la posición del origen de la pulsación. De forma similar, podrían situarse más sensores de vibración, que harían más preciso el cálculo de la posición del dedo en el momento de la pulsación.

4. Conclusiones

El sistema de interacción aquí propuesto no requiere de dispositivos con especificaciones técnicas concretas, ya que los únicos requisitos son una o varias cámaras (pueden ser convencionales, tipo web, o de alta gama) y sensor o sensores de vibración/sonido convencionales (pudiéndose utilizar incluso con cualquier micrófono de ordenador personal). Tampoco requiere una costosa calibración ni posicionamiento de la cámara, ya que puede ser ubicada en cualquier punto, siendo solo necesario que se visualice el área de interacción donde se va mover la mano.

Mediante el sistema de interacción presentado, se evita la posible manipulación del sistema control por parte del usuario. Esto lo hace especialmente útil para entornos hostiles, ya que puede ser controlado por operarios con suciedad en las manos, guantes u otros accesorios que les impedirían manejar un controlador tradicional.

Además, esto le otorga una serie de ventajas respecto a los sistemas de control actuales, tales como que está más protegido de ataques externos, ya que el usuario no tiene contacto directo con los elementos encargados de enviar las señales de control (cámara y acelerómetro).

Por otra parte, su utilización es intuitiva para el usuario, ya que tan solo necesita mover la mano, y no requiere de ningún tipo de destreza especial o entrenamiento previo. Esto lo hace especialmente adaptable a subgrupos poblaciones como niños, ancianos o personas

con discapacidades, ya que es apto para cualquier tipo y tamaño de mano, funcionando exactamente igual con la mano de un niño que con la de un adulto, diestro o zurdo.

También es de especial utilidad para los ancianos o personas con movilidad limitada, ya que es altamente intuitivo de manejar para personas que no están habituadas a la tecnología. Así mismo, también podrían usar el presente desarrollo las personas con discapacidades, a las cuales podría resultar difícil agarrar un elemento mecánico.

Observaciones

Pendiente de patente.

Referencias

- [1] Mathias Kolsch, Matthew Turk, "Fast 2D Hand Tracking with Flocks of Features and Multi-Cue Integration," CVPRW, vol. 10, pp.158, 2004 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop (CVPRW'04).
- [2] Qiulei Dong, Yihong Wu, Zhanyi Hu, "Gesture Segmentation from a Video Sequence Using Greedy Similarity Measure," icpr, vol. 1, pp.331-334, 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06) Volume 1, 2006.
- [3] Lien, C. and Huang, C. Model-Based Articulated Hand Motion Tracking For Gesture Recognition, Image and Vision Computing, vol. 16, no. 2, 121-134, February 1998.
- [4] V. Pavlovic, R. Sharma, T. Huang, "Visual interpretation of hand gestures for human-computer interaction: A review", University of Central Florida, 1995.
- [5] Christian von Hardenberg , François Béard, "Bare-hand human-computer interaction", Proceedings of the 2001 workshop on Perceptive user interfaces, November 15-16, 2001, Orlando, Florida.
- [6] Sergio Rodriguez, Artzai Picon and Aritz Villodas. "Robust Vision-Based Hand Tracking Using Single Camera for Ubiquitous 3D Gesture Interaction". IEEE Symposium on 3D User Interfaces, Waltham, Massachusetts, USA 2010.

Experiencias en Empresas y Evaluación

Diseño de herramienta de evaluación del grado de cumplimiento de normativas en el ámbito de la interacción entre personas y la gestión de los sistemas de información

Álex Pérez

Depto I. de Sistemas, Automática e Informática Industrial, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú, 08800 Vilanova i la Geltrú, alex.perez@estudiant.upc.edu

Pere Ponsa

Depto Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú, 08800 Vilanova i la Geltrú, pedro.ponsa@upc.edu

Ramon Vilanova

Departament de Telecomunicació i Enginyeria de Sistemes Edifici Q, ETSE Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra ramon.vilanova@uab.cat

Resumen

En este artículo se propone un acercamiento entre la interacción persona ordenador y la gestión de los sistemas de información. Se describe una herramienta, desarrollada en lenguaje PHP y soportada por una base de datos MySQL, para la autoevaluación del grado de cumplimiento de normativas estándares, guías o especificaciones de buenas prácticas, que contempla diversas funcionalidades como la automatización de la recogida de datos, el seguimiento para la valoración de mejora de los sistemas y la evaluación de la usabilidad y la experiencias de usuario. La finalidad es aplicar esta metodología para poner énfasis en los aspectos humano/sociales del uso de sistemas, y en una primera aproximación se aborda el ámbito de de la gestión de sistemas automatizados en el dominio industrial.

1. Introducción

Por gestión de sistemas de información entendemos un sistema integrado persona-máquina que provee información para dar soporte a la operación, la gestión y la toma de decisiones en una organización [1]. Algunos autores defienden la gestión de los sistemas de información (MIS) como un área interdisciplinar que aúna los conocimientos de la teoría de sistemas, la teoría de control, matemática económica y otras relacionadas con la tecnología, la

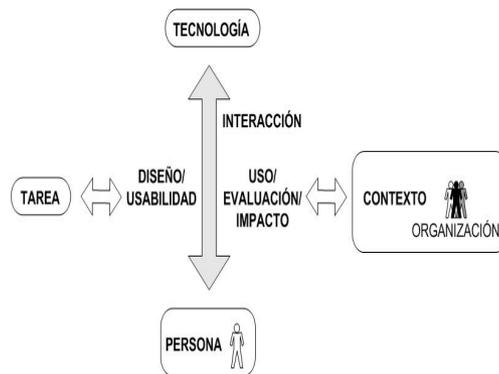


Figura 1. En la sinergia entre HCI y AIS es necesario tener en cuenta el contexto (organizacional, social, global)

computación y las ciencias sociales. Estas últimas áreas permiten un acercamiento entre la gestión de los sistemas de información y la interacción persona ordenador. Desde el año 2001 el grupo de interés especial en HCI de la *Association for Computing Machinery* ACM, el denominado SIGCHI, creó la asociación para los sistemas de información AIS SIGCHI, de manera que se vertebra la relación entre HCI y ASI (ver Figura 1) y se ilustra cómo incorporar HCI en los planes de estudio de las titulaciones de gestión [2]. En la sinergia entre HCI y MIS se concibe un marco de investigación en el que confluyen la persona, la tecnología, la tarea, el contexto de uso y la

interacción entre persona y tecnología [3]. Por tecnología se entiende aquí todo tipo de hardware, software, aplicaciones, datos, información, conocimiento y procedimientos. Y en concreto se pone especial énfasis en el ámbito de negocio, gestión, organización y contextos culturales [4].

En los siguientes apartados se presenta una metodología que permita fortalecer aspectos de ergonomía, usabilidad y diseño centrado en el usuario en un ámbito de la gestión de los sistemas de información. La sección dos muestra la adaptación de normativas a cuestionarios. La sección tres presenta como ejemplo práctico la creación de herramienta en soporte digital de la guía ergonómica para el diseño de interfaz (guía GEDIS). La sección cuatro muestra cómo preparar la evaluación y el seguimiento de la valoración. La sección cinco indica aspectos de implantación técnica. Finalmente las conclusiones y las líneas futuras de trabajo.

2. Adaptación de normativas

En el mundo empresarial es muy común la necesidad de estudiar el grado de cumplimiento de normativas estándares, códigos de buenas prácticas o guías de implantación y diseño. Por ejemplo, en el caso previo a una certificación ISO en Seguridad de los sistemas de Información, las empresas, directivos o responsables de departamento, es muy probable que necesiten saber cuál es el grado de cumplimiento de su organización con relación a la norma ISO/IEC 27002:2005 [5] (Código de buenas prácticas para la Seguridad de los Sistemas de Información) antes de realizar la inversión en la certificación. O en otro ejemplo, una empresa industrial, es posible que necesite saber si el diseño del sistema de supervisión de su planta de producción, especificado por el proveedor, cumple con la guía GEDIS [6] (Guía Ergonómica para el Diseño de Interfaces de Supervisión) antes de realizar el pedido o validar la entrega. En cualquiera de estos casos, una autoevaluación previa del grado de cumplimiento de las normativas de las cuales se pretende tener la certificación o conocer el grado de implantación de una aplicación con relación a la guía de diseño o un estándar, puede suponer un gran ahorro económico para la empresa, ya sea directamente por la optimización de las inversiones, por un mejor retorno de

inversión al mejorar la calidad de las implantaciones o por el ahorro del tiempo que le supone a una organización el hecho de realizar correcciones o modificaciones sobre implantaciones ya entregadas pero no válidas. Si volvemos a los ejemplos anteriores, podemos intuir fácilmente los perjuicios obtenidos si el proceso de certificación no se puede completar al no estar la organización al nivel de cumplimiento necesario o si la interfaz de supervisión puesta en producción fuera necesario modificarla porque el diseño de algunas de sus pantallas o funciones no son las adecuadas y entorpecen la tarea de los operarios de supervisión.

La problemática que una empresa pueda tener al realizar una autoevaluación del grado de cumplimiento de su organización, sistema o aplicación con relación a una normativa, guía de implantación o estándar, la encontramos en que, este tipo de documentos suelen ser extensos y de difícil interpretación y adaptación a las especificidades de la empresa, siendo frecuentemente necesaria la participación (contratación) de un experto auditor para la realización del informe de evaluación correspondiente. Con lo cual, también con frecuencia, la empresa opta por asumir los riesgos de iniciar la inversión sin auditoría previa y los costes de posibles rectificaciones. La solución a esta problemática pueden ser los cuestionarios de evaluación adaptados en forma de una herramienta útil. Esta herramienta deberá poner a disposición del usuario (evaluador, diseñador, gestor) los estándares, normativas, guías, etc. adaptados y formateados en cuestionarios, de forma que las respuestas recopiladas puedan ser evaluadas, y en función de las mismas, se plasme un seguimiento de la mejora del funcionamiento de los sistemas, una evaluación global y un plan de acción inmediato para corregir funcionamientos anómalos.

El trabajo de adaptación y formateo del documento o normativa hace posible que la evaluación sea realizada en el seno de la empresa sin la participación de un auditor experto e incluso facilita que la empresa se introduzca en modelos de calidad sin que ello signifique una gran inversión en recursos humanos y tecnológicos.

Las funciones propias de la aplicación, automatizan la recopilación de las respuestas de

los usuarios, consolidación de los datos, evaluación instantánea y detallada, registro de históricos y un seguimiento de la evolución para la mejora continua.

Una vez puesta en marcha esta metodología, queda perfectamente incorporada a los quehaceres de la organización, de manera que se facilita una dirección de trabajo hacia la certificación en estándares de calidad. En este marco de trabajo hay que remarcar la importancia del diseño centrado en el usuario desde las primeras fases del proyecto, por lo que es importante remarcar la colaboración entre expertos en psicología, ergonomía, diseño, interacción y gestión entre otros.

Otra vía de aplicación de la herramienta de cuestionarios es el tratamiento de un conjunto de heurísticos y su evaluación mediante métricas. En concreto estamos trabajando en la versión electrónica de la guía GEDIS, en cómo incorporar las respuestas de diversos evaluadores y a partir de aquí extender el método a incluir la metodología de estudios de usabilidad [7] (análisis de requerimientos CISU-R, informe CIF) y encuestas de satisfacción (usuario del sistema, gestor del sistema).

En este caso, la herramienta permite la edición del estudio o encuesta, recopilación de respuestas de forma simultánea a múltiples usuarios (en función de las especificaciones del estudio de usabilidad o encuesta de satisfacción), consolidación de los datos, evaluación, estadísticas y gráficas.

En los apartados siguientes, se describe el método utilizado para la adaptación de los documentos y normativas en cuestionarios de evaluación, la ponderación y consolidación de datos en función del tipo de proyecto y la función de evaluación detallada para la realización de un plan de acción.

También se describirán las funciones y la implantación técnica de la herramienta así como las posibles evoluciones. Estos conceptos son genéricos y para aportar estudios de casos concretos veremos la aplicación en un caso práctico basado en la implantación de la guía GEDIS.

3. Método de Adaptación

La función principal de la herramienta es poner a disposición de la empresa un cuestionario con relación a una normativa, estándar o guía de diseño de forma que el evaluador pueda interactuar con el mismo aportando respuestas, documentos y comentarios. Por tanto, el trabajo de conversión del documento a un cuestionario que nos dé una evaluación eficaz de cada uno de los capítulos tratados, será el más importante por parte del editor de la herramienta.

La primera tarea será identificar en la normativa, estándar o guía los objetivos de control, es decir, dividir el documento en los diferentes apartados de los cuales necesitamos tener una evaluación. Estos objetivos de control los convertiremos en los capítulos del cuestionario de evaluación. La segunda tarea será identificar los controles o indicadores a evaluar. De cada uno de los objetivos de control, qué puntos son necesarios superar para cumplir con el objetivo. Estos controles o indicadores los transcribiremos en las diferentes preguntas del cuestionario de evaluación. La Figura 2 describe cómo podemos estructurar el documento estándar, guía o normativa para convertirlo en un cuestionario de evaluación.

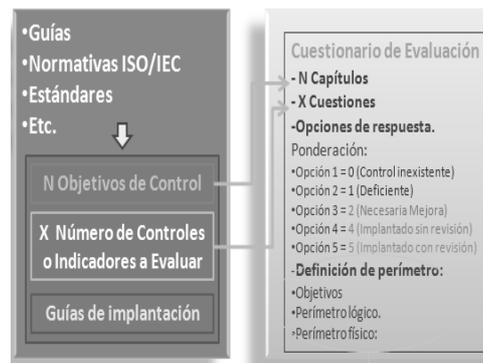


Figura 2. Conversión documento estándar a cuestionario de evaluación

A modo de ejemplo, en el caso práctico de implantación de la guía GEDIS sobre el diseño de una interfaz de supervisión determinada, las tareas de identificación de los objetivos de control y los

diferentes controles o indicadores nos vienen dados por la tabla de indicadores descrita en la misma guía. En la Tabla 1 se numeran cinco de los diez indicadores que contiene la guía GEDIS. En el ejemplo, los objetivos de control están marcados en negrita (Estructura, Distribución, navegación...) y los controles son cada uno de los sub-indicadores. En el caso del objetivo Estructura, necesitamos evaluar la existencia de mapas, número de niveles y división. De esta forma, la conversión del objetivo de control de Estructura a un cuestionario de evaluación sería como se muestra en la Figura 3.

Para la migración de encuestas de satisfacción, como por ejemplo la escala SUS, las tareas de identificación de los objetivos de control e indicadores para su posterior conversión a un cuestionario de evaluación, no son necesarias, ya que la propia encuesta define claramente al cuestionario de evaluación [8].

1 Estructura

1.1 Existencia de mapa

No

Sí

1.2 Número de niveles (le)

le > 4

le < 4

1.3 División: planta, área, subárea i equipo

No apropiado

Medio

Apropiado

Figura 3. Cuestionario de evaluación Indicador Estructura (guía GEDIS)

Nombre indicador y nombre subindicador	Rango numérico/cualitativo y valor numérico
Estructura	1,7
Existencia de mapa	[SI, NO] [5, 0] 0
Número de niveles le	[le<4, le>4] [5, 0] 0
División: planta, área, subárea, equipo	[a, m, na] [5, 3, 0] 5
Distribución	3
Comparación con modelo	[a, m, na] [5, 3, 0] 3
Flujo del proceso	[claro, medio, no claro] [5, 3, 0] 3
Densidad	[a, m, na] [5, 3, 0] 3
Navegación	3
Relación con Estructura	[a, m, na] [5, 3, 0] 3
Navegación entre pantallas	[a, m, na] [5, 3, 0] 3
Color	5
Ausencia de combinaciones no apropiadas	[SI, NO] [5, 0] 5
Número de colores c	[4<c<7, c>7] [5, 0] 5
Ausencia de intermitencia (caso sin alarma)	[SI, NO] [5, 0] 5
Contraste entre fondo pantalla y los objetos gráficos	[a, m, na] [5, 3, 0] 5
Relación con Texto	[a, m, na] [5, 3, 0] 5
Texto	3,2
Número de fuentes f	[f<4, f>4] 5
Ausencia de fuentes pequeñas (mínima fuente 8)	[SI, NO] [5, 0] 0
Ausencia de combinaciones no apropiadas	[SI, NO] [5, 0] 5
Uso de abreviaciones	[a, m, na] [5, 3, 0] 3

Tabla 1. Resumen de indicadores de la guía GEDIS

4. Evaluación

Se recomienda utilizar la guía GEIDS en las primeras fases del diseño de una interfaz. En otras situaciones, puede aplicarse la guía GEDIS a una interfaz creada por terceros y que ya esté en desarrollo. En estos casos se recomienda un conjunto de evaluadores externos (3 personas por ejemplo) que sean las encargadas, por separado, de aplicar la guía GEDIS. De forma global puede realizarse una valoración media entre estos evaluadores. En caso de duda de cómo proceder ante la respuesta a un sub-indicador puede ser necesario la intervención del personal que trabaja directamente con la interfaz.

Cada pregunta dispone de dos a cinco opciones de respuestas ponderadas de 0 a 5. La ponderación por defecto es lineal, aunque otro tipo de ponderaciones pueden ser aplicadas en función del proyecto tratado. A su vez, cada uno de los capítulos puede tener una ponderación determinada (peso), con relación al resto de capítulos, en función de la implantación evaluada. Las ponderaciones se definirán durante el proceso de edición del cuestionario de evaluación. Siguiendo el caso práctico de implantación de la guía GEDIS, en la Tabla 1 se indica las ponderaciones de cada una de las respuestas de los diferentes sub-indicadores (Rango numérico/cualitativo y valor numérico). El capítulo Estructura podría tener, por ejemplo, un peso de 1.5, el de Distribución 0.5 y el resto de 1, si se quisiera dar más importancia a los aspectos de estructura que a los de distribución, durante el diseño de una interfaz determinada.

4.1. Evaluación por capítulo

En función de las respuestas dadas, la ponderación aplicada y el número de preguntas, obtendremos la evaluación por capítulo aplicando la siguiente fórmula:

$$Evaluación\ Capítulo = \frac{\sum_{i=1}^n valor\ respuesta_i}{n} \quad (1)$$

Donde n es el número de preguntas del capítulo evaluado.

Esta valoración cuantitativa nos indicará si es necesario o no actuar sobre los indicadores del objetivo de control (capítulo) tratado antes de

iniciar una inversión, ya sea en una certificación o en un desarrollo.

Siguiendo el ejemplo, la evaluación para el capítulo estructura sería:

$$Ev. Estructura = \frac{5+0+3}{3} = 2,7$$

Esta puntuación nos indica que es necesario mejorar el diseño reduciendo a menos de 4 el número de niveles de la estructura de la interfaz, antes de validar el desarrollo.

4.2. Evaluación global

En función del número de capítulos, de la evaluación y del peso de cada uno de ellos, obtenemos la evaluación global aplicando la siguiente fórmula:

$$Ev. Global = \frac{\sum_{j=1}^c P_j \cdot Ev.Capitol}{\sum_{j=1}^c P_j} \quad (2)$$

Donde c es el número total de capítulos y P_j es el peso correspondiente al capítulo.

Esta puntuación nos puede servir para el seguimiento de la evaluación del proyecto. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de la función de evaluación para un proyecto de desarrollo de interfaz de supervisión aplicando la guía GEDIS. Donde $n^{\circ}R$, es el número de respuestas, $n^{\circ}C$, el número de controles por capítulo, $aval$, la evaluación por capítulo y $Global$, la evaluación global del proyecto.

Capitol	n°R	n°C	n°O	aval	ev	
1 Estructura	3	3		3.7	↔	
2 Distribución	3	3		2.7	↓	
3 Navegación	2	2		1.5	↓	
4 Color	5	5		1.2	↓	
5 Texto	4	4		3.2	↔	
6 Estado de los dispositivos	2	2		4.0	↔	
7 Valores de proceso	2	2		1.8	↔	
8 Graficos y Tablas	0	0	4		↔	
9 Comandos de Entrada de Datos	3	3		3.7	↔	
10 Alarmas	5	5		3.2	↔	
Global: 29 29 4					2.72	↓

Figura 4. Función de evaluación, ejemplo guía GEDIS

En el caso de los estudios de usabilidad y de encuestas de satisfacción, las evaluaciones por capítulos y globales quedarán definidas por el propio estudio, teniendo en cuenta, el número de muestras (cuestionarios respondidos).

La herramienta debe ofrecer la posibilidad de seleccionar el tipo de evaluación en función del proyecto tratado. Para un estudio de usabilidad o encuesta de satisfacción se está valorando cómo incorporar las métricas oportunas.

4.3. Proceso continuo de mejora

La herramienta ofrece una recopilación de la evaluación cualitativa de cada uno de los controles de forma que, de la misma, se pueda extraer un plan de acción para la mejora del proyecto o la toma de decisiones previas a iniciar un procedimiento de certificación o desarrollo.

En la Figura 5 vemos un ejemplo correspondiente a la aplicación de la guía GEDIS a un desarrollo de interfaz de supervisión. En el ejemplo, están indicados con un círculo negro aquellos indicadores sobre los cuales será necesario actuar para la mejora o validación del proyecto.

1	Estructura	
1.1	Existencia de mapa	✓
1.2	Número de niveles (le)	●
1.3	División: planta, área, subárea i equipo	●
2	Distribución	
2.1	Comparación con modelo	●
2.2	Flujo de proceso	✓
2.3	Densidad	●
3	Navegación	
3.1	Relación con la estructura	●
3.2	Navegación entre pantallas	●
4	Color	
4.1	Ausencia de combinaciones no apropiadas	●
4.2	Número de colores (c)	●
4.3	Ausencia de intermitencia (caso sin alarma)	●
4.4	Contraste entre fondo de pantalla y los objetos gráficos	●
4.5	Relación con Texto	●
5	Texto	
5.1	Número de fuentes (f)	✓
5.2	Ausencia de fuentes pequeñas (mínima fuente 8)	●
5.3	Ausencia de combinaciones no apropiadas	✓
5.4	Uso de abreviaciones	●

Figura 5. Ejemplo evaluación detallada: aplicación guía GEDIS

El objetivo de la evaluación detallada es servir de soporte para la creación de un plan de acción para la mejora del sistema evaluado. En ocasiones, según la complejidad del proyecto o cuestionario de evaluación, la conversión de la evaluación detallada a un plan de acción será inmediata, en otras, será necesario realizar un estudio de la evaluación detallada para analizar las prioridades. En el siguiente ejemplo, para la mejora del grado de cumplimiento de una organización con relación a la norma ISO/IEC 27002:2005 (Seguridad de los Sistemas de Información) [3], se realizó el estudio representado en el diagrama de la Figura 6.

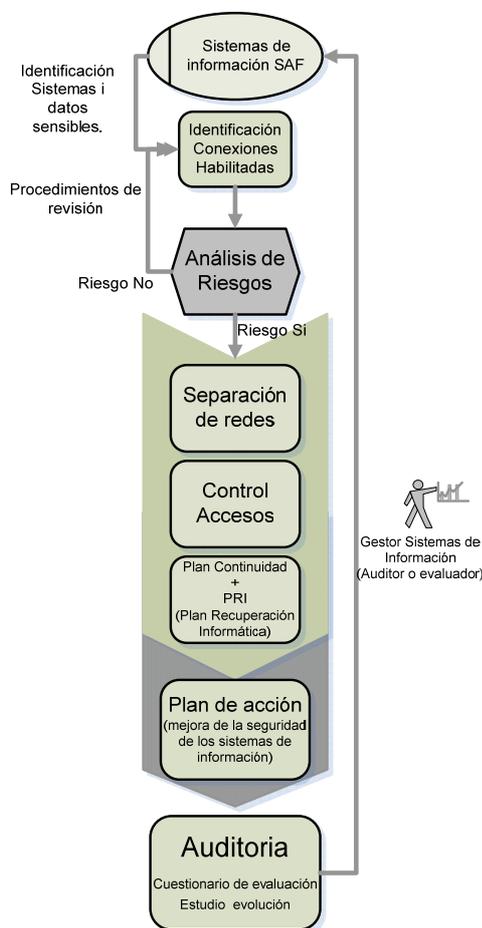


Figura 6. Ejemplo estudio evaluación detallada: aplicación ISO/IEC 27002:2005

En primer lugar, el gestor de los sistemas de información (rol de Auditor o evaluador) responde al cuestionario de evaluación correspondiente a la norma ISO/IEC 27002:2005 para la gestión de la Seguridad de los sistemas de información. Destacar que este cuestionario cuenta con 10 capítulos y 153 objetivos de control, por tanto, este proceso puede durar varias semanas en función de la disponibilidad de la información a recopilar y los recursos utilizados. En segundo lugar, al completar el cuestionario, disponemos de la evaluación global, por capítulos y detallada en cuanto al grado de cumplimiento de nuestra organización con relación a la norma ISO/IEC 27002:2005. En este punto, y antes de realizar el estudio de la evaluación, el gestor tiene que tener claramente identificados los objetivos de seguridad y los sistemas e informaciones sensibles para los cuales se lleva a cabo la evaluación. En el ejemplo que nos ocupa (figura 6), el gestor fijó los objetivos de continuidad del los servicios de negocio y la preservación de los datos personales (Asegurar el cumplimiento de la ley de protección de datos personales). La herramienta de evaluación dispone de una función (Definición de Perímetro) para la definición de los objetivos i la descripción de los sistemas e informaciones sensibles. Seguidamente, con el soporte de la evaluación detallada, se realiza un análisis de riesgos. Es decir, para cada uno de los controles detectados como deficientes o no implantados, analizar sí afecta negativamente a la consecución de los objetivos prefijados. En nuestro ejemplo, del análisis de riesgos, se detectó que era prioritario actuar sobre los siguientes aspectos: Separación de las redes ofimática e industrial, control de accesos y confección de un plan de contingencia (Plan de continuidad del negocio en modo degradado y plan de recuperación informática). Tras la definición de los aspectos prioritarios a tratar y, una vez más, con el soporte de la evaluación detallada, se confecciona el plan de acción con las actuaciones concretas a realizar para la mejora de los controles deficientes o la implantación de los controles inexistentes. La definición de la tarea a realizar queda definida por el propio título del control en la evaluación detallada. En el caso de evaluación de normas ISO/IEC, contamos también con las guías de

implantación descritas para cada uno de los controles, dónde se detallan las tareas precisas para cumplir con el objetivo de control. Ejecutado el plan de acción, el gestor de los sistemas de información está en disposición de realizar una nueva auditoría retomando el cuestionario de evaluación para recoger en él las mejoras realizadas. Con la nueva evaluación, el gestor puede reiniciar el proceso descrito anteriormente para la evaluación y mejora continuada de la seguridad de sus sistemas de información.

De forma genérica y a modo de resumen, en el diagrama de la Figura 7 se describe el proceso de mejora continua destacando los roles de interacción de la persona con el sistema de evaluación.

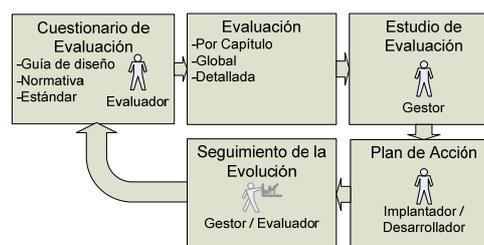


Figura 7. Diagrama proceso mejora continua.

Para el seguimiento de la evolución de un proyecto, la herramienta dispone de la función de históricos, dónde se recopilan las evaluaciones por capítulos y global de las evaluaciones realizadas. En la Figura 8 tenemos un ejemplo de la función de históricos para el de seguimiento de la evolución en un proyecto de diseño de interface de supervisión aplicando la guía GEDIS.

Capitol	nºR	nºC	nºO	aval	ev	nºR	nºC	nºO	aval	ev
1 Estructura	3	3		2.7	→	3	3		3.8	↑
2 Distribución	3	3		3.7	→	3	3		3.7	→
3 Navegación	2	2		4	→	2	2		4	→
4 Color	5	5		4.2	→	5	5		4.2	→
5 Texto	4	4		4.2	→	4	4		4.5	↑
6 Estado de los dispositivos	2	2		4	→	2	2		4	→
7 Valores de proceso	2	2		3	→	2	2		3	→
8 Graficos y Tablas	4	4		2.2	→	4	4		3	↑
9 Comandos de Entrada de Datos	3	3		3.7	→	3	3		3.7	→
10 Alarmas	5	5		3.8	→	5	5		3.8	→
Global:	33	33		3.21	→	33	33		3.85	↑

Figura 8. Ejemplo seguimiento evolución implantación guía GEDIS.

5. Implantación técnica

El cuestionario de un proyecto en concreto queda a disposición (online) de los usuarios (evaluadores) a través de un servidor Web (apache) que ejecuta PHP [9]. Cuando el usuario responde a cada una de las preguntas, las respuestas son registradas en la base de datos MySQL [10] instantáneamente y síncronamente gracias a la clase XAJAX [11] de PHP. Las funciones de evaluación desarrolladas en PHP se encargan de realizar los cálculos necesarios para poner a disposición del usuario auditor (responsable del proyecto) las evaluaciones por capítulo, global y detallada, de forma que, éste pueda realizar la toma de decisión, la mejora continua o el plan de acción que corresponda.

En estos momentos los Servicios de Tecnología de la Información y la Comunicación de nuestro centro universitario nos han facilitado la puesta en marcha de la herramienta en un servidor del centro. Hemos incorporado y desarrollado la adaptación de la norma ISO/IEC 17799:2005 (Seguridad de los Sistemas de Información) y la guía GEDIS.

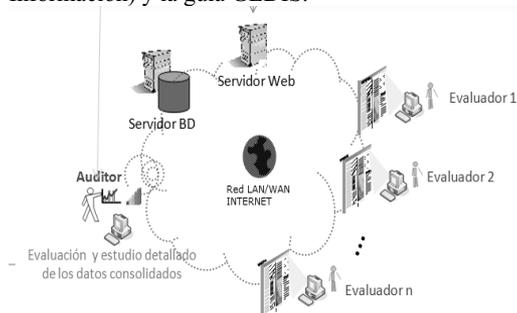


Figura 9. Esquema implantación técnica

Las empresas que están respondiendo al cuestionario relacionado con la seguridad son el Servicio de Actividad Física SAF de la Universidad Autónoma de Barcelona UAB y el Servicio STIC de nuestro centro docente.

En el caso de la entidad SAF, ésta actúa en el rol de empresa vinculada a la UAB y presta servicio a los usuarios (estudiantes, profesores, personal de administración) que utilizan las instalaciones deportivas del campus. EL SAF se encarga de la gestión de los sistemas automatizados, acceso de los usuarios, mantenimiento de las instalaciones. Desde la

Universitat Politècnica de Catalunya, en los últimos tres años les hemos prestado soporte también en el ámbito de la mejora de interfaz de supervisión mediante la aplicación de la guía GEDIS, entrevista con los gestores, análisis de requerimientos, rediseño de sala de control y valoración de la satisfacción de los gestores.

La valoración de la seguridad de los sistemas de información en los servicios TIC de nuestro centro universitario permiten que el responsable acceda a una funcionalidad con poca inversión de recursos y permite una incursión en la mejora de la calidad de los sistemas informáticos.

6. Conclusiones

En el presente trabajo se ha buscado potenciar la sinergia entre la interacción persona ordenador y la gestión de los sistemas de información. La introducción del diseño centrado en el usuario permite introducir con facilidad funcionalidad HCI dentro de la gestión de las organizaciones.

El favorecer el diseño ergonómico, la seguridad de los sistemas de información, la evaluación de la usabilidad, la valoración de la satisfacción dentro del ciclo de vida de procesos y productos permite incorporar elementos que redundan en la mejora de la calidad de los sistemas y aportan de forma clara un marco de colaboración entre profesionales de distintas áreas.

Este acercamiento está planteado de forma sistemática genérica. Así por ejemplo, la herramienta para la valoración de la seguridad de los sistemas de información creada se adapta con facilidad a la organización que la necesita (en este trabajo la hemos presentado para los servicios SAF y STIC).

Tras el esfuerzo inicial de conversión de los documentos estándares, normativas o guías a cuestionarios de evaluación siguiendo el método descrito, éstos pueden ponerse a disposición de las empresas de forma que puedan auto-auditar con relación a un proyecto específico, previo al inicio del proceso de certificación o validación del desarrollo.

El primer autor de este trabajo está en estos momentos colaborando con el gestor principal del SAF para poner en marcha a corto plazo un plan de acción de mejora de los servicios, gracias a la metodología desarrollada en este trabajo.

Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda económica de la Universitat Politècnica de Catalunya (Proyecto: Diseño centrado en el usuario en sistemas de control supervisado) así como del soporte recibido de la Universidad Autónoma de Barcelona (Proyectos de innovación en docencia).

Los autores agradecen a David Raya y Rubén Menéndez de los Servicios STIC de la Universitat Politècnica de Catalunya su apoyo para la puesta en marcha de la herramienta citada en este trabajo. Y a Antón Gomà, gestor de los servicios SAF por su colaboración en la aplicación de la herramienta en un entorno real de funcionamiento.

Referencias

- [1] Davis, G.B. Management Information Systems: conceptual foundations, structure and development. McGraw-Hill, New York. 1974
- [2] Carey, J., Galleta, D., Kim, J., Te'eni, D., Wildemuth, B., Zhang, P. The role of human-computer interaction in management information systems curricula: a call to action. Communications of the Association for Information Systems, Vol 13, pp. 357-379, 2004
- [3] Zhang, P., Nah, F., Preece, J. HCI studies in Management Information Systems. Behaviour & Information Technology, V 23, N° 3, pp. 1-13, 2004
- [4] Association for Information Systems. En URL: <http://www.linknet1.com/sighci/>. Última visita: 27/mayo/2010
- [5] ISO. ISO/IEC 17799. Information technology-Security Techniques – Code of practices for information security management, 2005
- [6] Ponsa, P., Amante, B., Díaz, M. Ergonomic design applied in a sugar mill interface. Latin American Applied Research Journal, Vol 40, N 1., pp. 27.34, 2010
- [7] ISO. ISO/IEC 25062 Software engineering, software product quality requirements and evaluation (SQuaRE), Common Industry Format (CIF) for usability test reports, 2006
- [8] Brooke, J. SUS: A “quick and dirty” usability scale. En Jordan, P.W., Thomas, B.T. y Weerdmeester, B.A. (eds.), Usability Evaluation in Industry. UK: Taylor and Francis, pp. 189-194, 1996
- [9] PHP Group. Hypertext Preprocessor. En URL: <http://www.php.net/manual/es/preface.php>. Último acceso: 9 abril de 2010
- [10] Mysql Enterprise. En URL: <http://www.mysql.com/products/enterprise/>, Último acceso: 9 abril de 2010
- [11] XAjax Community. En URL: <http://xajaxproject.org/>, Último acceso: 9 abril de 2010

Valoración de la usabilidad de plataformas TIC para transacciones utilizadas por personas mayores

Marta Díaz, Judit Casacuberta,
Neus Nuño
4all-L@b Centre d'Estudis Tecnològics per a
l'atenció de la Dependència i la vida
Autònoma
(<http://www.epsevg.upc.edu/cetpd//4all-lab/home.htm>)
08800 Vilanova i la Geltrú
marta.diaz@upc.edu,
judit.casacuberta@upc.edu
neus.nuno@upc.edu

Jasmina Berbegal
Dept. d'Organització
d'Empreses de la UPC
08800 Vilanova i la Geltrú
jasmina.berbegal@upc.edu

Nídia Berbegal
Comunicació Digital
08007 Barcelona
nidia.berbegal@comunicaciondigital.com

Resumen

En el presente estudio se detalla la evaluación heurística y con usuarios finales de dos plataformas TIC para la realización de operaciones transaccionales con efectos económicos: cajeros automáticos y webs de compra, realizado en el marco del proyecto INREDIS¹. Para detectar barreras de uso y limitaciones en el diseño de este tipo de aplicaciones cuando las usan personas mayores se evaluaron cajeros automáticos de entidades financieras y dos de las webs de compra más utilizadas. El estudio se completa con una valoración de la gravedad de estas dificultades por parte de los inspectores expertos y por unas recomendaciones para el rediseño.

1. Introducción

La mayor parte de la literatura sobre TIC y accesibilidad en gente mayor demuestra que las

personas mayores son perfectamente capaces de utilizar ordenadores y de acceder a Internet siempre y cuando las aplicaciones den respuesta a sus necesidades específicas, derivadas básicamente de la reducción de habilidades funcionales propias de la edad, la falta de experiencia previa, y también de unos niveles de educación bajos [3] [4].

Algunas investigaciones [19] demuestran que la gente mayor no sólo es capaz de interactuar con dispositivos tecnológicos, sino que puede mostrar una actitud absolutamente positiva hacia este tipo de actividades, reportándoles además importantes beneficios sociales [6] [7].

Una de las principales dificultades que se presentan en la vida de las personas mayores es la modificación de las capacidades funcionales, que se traduce principalmente en problemas cognitivos (alteración de memoria, dificultad para valorar situaciones y tomar decisiones, etc.) y problemas físico-motores (que afectan a la movilidad, fuerza y precisión). Esto conlleva que la dinámica de aprendizaje y manipulación sea diferente.

La principal barrera de entrada en el uso de las TIC por parte de este colectivo no es el supuesto miedo a la tecnología, sino la falta de percepción de utilidad y motivación, ya que se trata de una

¹ *Interfaces de relación entre el entorno y las personas con Discapacidad* CENIT, MTAS, 2007-2011

generación que ha vivido su juventud y edad adulta en un mundo *pre-digital* y ha adquirido escasa o nula experiencia de uso de las TIC. No obstante, es importante tener presente que la próxima generación de personas mayores tendrá unos niveles de familiarización con las TIC más elevados, y que por tanto, es posible que algunas barreras de acceso que actualmente se están detectando se vean modificadas.

La utilización de plataformas TIC (p.e. máquinas expendedoras o webs transaccionales) como alternativa a la atención personal es cada vez más frecuente, especialmente en operaciones financieras y en la adquisición de productos y servicios (pagos a terceros, adquisición de títulos de transporte, entradas a espectáculos, etc.). Según datos del INE (2007) un 39,7% de la población española utiliza este canal para comprar. Además, muchas veces es la única opción disponible, como en el caso de estaciones de metro donde se ha suprimido total o parcialmente la compra en ventanilla o de entidades financieras sin oficinas. En otras ocasiones, sin ser la única opción disponible, sí es la mejor alternativa (p.e. encontrar productos, realizar reservas anticipadas, ahorrarse esperas y colas, etc).

En el caso particular de la gente mayor, Internet ha abierto un espacio de posibilidades inimaginable unas décadas atrás, ofreciendo un conjunto de ventajas como por ejemplo realizar el pedido desde casa eliminando los desplazamientos a los puntos de venta y el transporte de la compra, actividades muchas veces complicadas y que requieren un importante esfuerzo (y en ocasiones asistencia) para muchas personas mayores. Sin embargo, hay algunos aspectos que constituyen fuertes barreras para la extensión de su uso en dicho colectivo: una saturación informativa de la web o la tardía inclusión de este colectivo en el mundo de las TIC (dificultando el aprendizaje y el manejo). En la práctica, no usar las aplicaciones TIC transaccionales restringe considerablemente las opciones de acceso a productos y servicios.

2. Aplicaciones y casos de uso: Objetivos generales y metodología

El objetivo del estudio es evaluar el grado de ajuste entre las interfaces de los cajeros automáticos y de las webs de compra de productos y contratación de servicios con las características propias de la interacción de las personas mayores con aplicaciones TIC. Se ha de tener en cuenta que estas aplicaciones están diseñadas para un público general que no responde de forma específica a sus necesidades diferenciales.

La evaluación de las aplicaciones se realizó en dos fases. En primer lugar en la realización de evaluaciones heurísticas para detectar aquellos aspectos del diseño de las interfaces que pueden dificultar o impedir la actividad teniendo siempre en cuenta las características específicas y diferenciales de la población objetivo. Para ello se procedió a un análisis detallado de la usabilidad y accesibilidad. Las dimensiones de usabilidad e ítems evaluados se adaptaron de los heurísticos de Nielsen, realizados por Xerox Corporation [17], mientras que para la validación de las dimensiones de accesibilidad se partió de un conjunto de dimensiones extraídas a partir de estudios, guías y normativas y recomendaciones de diseños accesibles e interacción persona-ordenador (a destacar [10] [16] [24]). El resultado es un conjunto de puntos de verificación para cada una de las dimensiones evaluadas, valorando el grado de conformidad según el sistema de puntuación basado en escalas de tipo Likert [5].

La segunda fase de la evaluación se basó en la observación de usuarios mayores utilizando las aplicaciones, con la finalidad de evaluar la calidad de la interacción así como detectar barreras y desajustes en el diseño de las interfaces. De esta manera la observación en uso permitió contrastar y contextualizar los resultados obtenidos por los expertos en la fase de evaluación heurística.

En los tests se prestó principal atención a aspectos cualitativos del comportamiento (la *manera* de llevar a cabo la actividad más que las

métricas de ejecución) así como a su propio relato para explorar los motivos de su manera de actuar y sus opiniones sobre la interfaz y la propia actividad. Además, las pruebas recogieron también los aspectos afectivos asociados al uso, que no resultan evidentes sin la indagación del facilitador y la colaboración activa del usuario.

Durante las pruebas de usuario se registraron una serie de datos que se consideran indicadores de eficacia (tareas finalizadas) y eficiencia (tiempo necesario para conseguir los objetivos) con el objetivo de relacionarlos con los datos de satisfacción. También se recogieron durante el desarrollo de las tareas las opiniones de los usuarios respecto a la aplicación y a su propia ejecución, así como las expresiones espontáneas y las solicitudes de ayuda al facilitador.

En la tabla 1 se reflejan las sesiones realizadas con la descripción de los participantes en cada una de las pruebas para facilitar la identificación a lo largo del documento.

ID	Datos sociodemográficos				Web	Cajero
	Edad	S ²	M	Exp		
U01	80	M	Sí	No		×
U02	74	H	Sí	Sí		×
U03	64	H	Sí	Sí		×
U04	71	H	Sí	Sí	×	
U05	72	M	Sí	Sí	×	
U06	67	M	Sí	Sí	×	
U07	66	H	Sí	Sí	×	
				Total	4	3
					7	

Tabla 1. Relación usuarios- aplicaciones

Para evaluar los dispositivos se tuvo en cuenta sobre todo aspectos de la navegación, pero también se evaluaron los aspectos de ergonomía física relacionándolos con los dispositivos de

² Sexo – Uso de Móvil - Experiencia con el uso de ordenadores.

entrada y salida. En el caso de los cajeros en que la observación se realizó en su entorno natural (vía pública o vestíbulos de las oficinas), también se tuvo en cuenta la incidencia de las condiciones ambientales (iluminación y ruido) y se valoró la accesibilidad física de aproximación en el entorno próximo del dispositivo (puertas de acceso al vestíbulo, obstáculos, disposición de elementos de mobiliario urbano). Estas observaciones en los cajeros implicaron la necesidad de prescindir de la grabación en video por cuestiones de privacidad (ya sea de datos sensibles del propio participante como de la imagen de otras personas que pudieran ser grabadas accidentalmente) y por no contar con el consentimiento expreso de los propietarios de las interfaces. Así pues se optó por plantillas en papel y grabación en audio.

En el caso de las pruebas con las webs transaccionales se realizaron en entorno de laboratorio (4all-L@b).

3. Máquinas expendedoras de dinero (ATM - Automated Teller Machine)

3.1. Justificación del entorno

El entorno bancario se caracteriza por la prestación de servicios que intermedian las actividades económicas de la vida diaria de los usuarios. El dinero acostumbra a ser el vínculo en la relación usuario-entidad financiera, relación que se puede manifestar en distintos espacios y canales (o interfaces) como las oficinas presenciales, los cajeros automáticos, la banca online o la banca telefónica. Este entorno está caracterizado por un creciente proceso de informatización, llegando en algunos casos a la sustitución de la atención personal por la interacción del usuario con sistemas o dispositivos basados en las TIC.

Inicialmente se contemplaron dos contextos de uso: los sitios webs bancarios transaccionales y no transaccionales y los cajeros automáticos. Tras un análisis de cada uno de ellos se optó por seguir un

criterio de complementariedad y evaluar a los participantes únicamente en los cajeros automáticos, dando por entendido que las posibles dificultades de uso que pudieran tener los sitios webs bancarios se verían reflejadas de forma similar en los test realizados en el entorno de compra de productos y servicios (punto 4), ya que evalúa portales de Internet con funciones de transacción de dinero.

3.2. Evaluación heurística

En el caso del entorno bancario se han estudiado cuales son los distintos elementos que lo conforman y sus características. La tabla 2 recoge esta información.

Particularidad	Características
Dispositivos	Terminales de diversos fabricantes
Interfaz de usuario	Software de la entidad bancaria
Controles	Pantalla táctil Teclado <i>qwerty</i> Teclas de función
Producto de la interacción	Transacciones electrónicas Dinero en billetes
Localización	Entidades bancarias (exterior e interior) Otros sitios públicos

Tabla 2. Particularidades de los elementos evaluados.

A partir de aquí se ha diseñado un cuestionario heurístico en el que se han incorporado puntos que cubriesen todos estos aspectos característicos. En concreto, estos puntos se han extraído de guías de diseño accesible, estándares y estudios de accesibilidad referidos a terminales de acceso público en general [12] [13] [22] cajeros automáticos [1] [9] [21] y pantallas táctiles [23]. Finalmente el experto valoraba para cada tipo de dispositivo evaluado (cinco en total) el grado de cumplimiento de cada punto de verificación, sobre un total de 223 ítems. Un ejemplo sería sobre el lenguaje de usuario, en la dimensión de usabilidad: “¿Existe la posibilidad

de elegir el idioma en que será presentada la información?”. En particular se trata de identificar barreras y determinar su magnitud, midiendo su frecuencia y severidad, distinguiendo aquellas que se refieren a aspectos de usabilidad o de accesibilidad.

Con la finalidad de mitigar la inconsistencia o el sesgo entre los resultados de dicha evaluación en referencia al fenómeno conocido como “efecto del evaluador” [11] se optó por contar con 3 evaluadores (número suficiente para detectar la mayoría de barreras y de problemas de usabilidad [14]) que actuaron de forma independiente.

A continuación se detallan las barreras más representativas bajo criterios de severidad y frecuencia (tabla 3). Hay que mencionar aquí que en el análisis de las barreras para este tipo de dispositivos se debe hacer la distinción entre el dispositivo propiamente dicho (el hardware) y el programa informático que lo hace funcionar e interactuar con el usuario (el software). Si bien en el análisis de usabilidad se evalúa únicamente el software, en el análisis de accesibilidad se consideran ambos aspectos (software y hardware).

Barreras Usabilidad	Barreras Accesibilidad
En alguno de los procesos no se indica el número de pasos restantes.	La interfaz no se puede usar fácilmente en diferentes ambientes lumínicos.
No existe un vínculo que permite volver a la pantalla inicial.	El sistema no soporta la navegación por voz o no permite la interacción con un software de navegación por voz.
Si el sistema posee menús de niveles múltiples, no existe ningún mecanismo que permita a los usuarios regresar al menú previo.	Cuando la principal forma de una instrucción es escrita, no existen alternativas para voz o sonido (clics, timbres, zumbidos) o táctil.
Los mensajes de error no informan al usuario sobre la severidad del error cometido.	No existe la opción de aumentar el tiempo permitido para determinadas acciones.
No existe ayuda sensible al contexto.	No disponemos de repisa ante la interfaz.

Tabla 3. Barreras detectadas (evaluación heurística).

Los resultados del análisis de usabilidad revelan que los modelos de cajeros analizados presentan unos niveles de cumplimiento con los puntos de verificación establecidos para este análisis de más del 65% y que tan sólo algo más de una cuarta parte de los problemas encontrados son graves o muy graves (sólo un 4% son graves). La mayoría de los incumplimientos representan problemas leves cuya prioridad para solucionarlos es baja. Por todo ello se intuyen esfuerzos por parte de los fabricantes y entidades financieras para mejorar la usabilidad de sus cajeros.

Por otra parte, en el análisis de accesibilidad se evidencian serias carencias en la implantación de mejoras en los dispositivos que permitan un uso más fácil y normalizado por parte del usuario.

3.3. Experiencia de usuario

Las pruebas con usuarios se realizaron entre los meses de octubre y noviembre de 2008 en la ubicación de los cajeros, fuera de los horarios de apertura de las oficinas para evitar interferencias con la operativa habitual de las entidades. Se descartó la grabación en video, debido a que incidentalmente podía registrarse sin autorización personas que transitaran por la zona, que no se solicitó autorización para hacerlo a las entidades propietarias, y por otra parte, por una cuestión de privacidad de los datos que el usuario debía manejar para realizar las tareas (claves de acceso, datos económicos). Esta circunstancia limitó el registro a la grabación en audio y de registro en plantillas de papel. La muestra de cajeros automáticos elegidos se justifica por el porcentaje de cajeros automáticos instalados por fabricante según datos del Eurostat [8] (modelo NCR 46,8%, Fujitsu 26,7% y Wincor Nixdorf 16,4%), a excepción del cajero automático de Banquit, el cual se añadió posteriormente a la muestra, por resolver problemas encontrados durante el desarrollo de los tests. Todos ellos se caracterizan por ofrecer un catálogo similar de funciones pero

con una configuración distinta. De la misma manera, la elección de las entidades bancarias (La Caixa, el BBVA, Santander y Bankinter) responde a que son las más visitadas [15].

Para este estudio se contó con tres usuarios (U01, U02 y U03) (ver tabla 1), uno para cada modelo de cajero. La asignación de cajeros a cada participante se realizó de manera que les tocará solventar el test en cajeros no habituales para ellos a fin de evitar el factor de aprendizaje que hayan obtenido en su uso diario. Esta decisión puede influir de forma negativa en el rendimiento, sin embargo muestra de forma más realista la facilidad de uso autónomo y de facilidad aprendizaje de los dispositivos.

Para observar la interacción se propusieron 3 actividades con una duración total aproximada de 30 minutos: 1) retirar 20€ de su cuenta bancaria, 2) consultar su saldo e imprimir el comprobante, y 3) buscar información dentro de la ayuda sobre cómo hacer una transferencia.

3.4. Resultados

En general, los resultados apuntan a que las barreras percibidas por los usuarios son similares independientemente de la actividad a realizar (el detalle de las barreras se adjunta en la tabla 4). Sin embargo, hay que señalar aquí que la tarea 3 no fue superada por ningún participante, bien fuera porque la relación entidad evaluada y tarjeta del usuario no permitían la operación, o bien porque el cajero en sí no ofrecía la operativa de ayuda. En general, los requerimientos principales respecto al cajero automático que se desprenden del análisis son la facilidad de uso, la confianza y la percepción de control.

Finalmente añadir que se encontraron dificultades de accesibilidad física a los recintos donde se realizaron las pruebas, a destacar, aquellos aspectos relacionados con una iluminación no adecuada (que reflejaba el contenido en pantalla) y con un suelo resbaladizo.

Dimensión	Barrera
Accesibilidad	
Controles y teclado	La selección de datos por teclado no funciona correctamente.
Ritmos de presentación de la información y de realización de las operaciones	No existe la opción de aumentar el tiempo permitido para las acciones.
Usabilidad	
Reconocimiento antes que recuerdo	No se preservan las relaciones entre las teclas de función mostradas como elementos en pantalla y las teclas de función reales de la pantalla.
Lenguaje de usuario	La terminología de las funciones del menú no es clara para el usuario.
Visibilidad del Estado del Sistema	La zona de los objetos activos no es claramente identificable (pantalla táctil o teclado)
Habilidades	El cajero ofrece pocas funciones disponibles.
Ayuda General y documentación	No existe ayuda sensible al contexto.

Tabla 4. Resumen de barreras.

4. Webs transaccionales

4.1. Justificación del entorno

Se entienden por webs transaccionales aquellas páginas webs que permiten actividades en las que el usuario adquiere u obtiene algo a cambio de una transacción económica, es decir, la compra de un producto o servicio a través de Internet.

Se trata de situaciones compuestas por varias tareas que van desde el acceso a la información significativa relacionada con el objeto a comprar, hasta el pago del mismo. Éstas conllevan unas características propias de la web y de las transacciones, como la percepción de control, la falta de confianza o la gravedad de las consecuencias de posibles errores.

4.2. Evaluación heurística

En el proceso de confección del cuestionario heurístico para las webs transaccionales se han considerado aspectos específicos del comercio electrónico [20], manteniendo en todo momento la diferenciación entre aspectos de usabilidad versus los de accesibilidad. Así mismo se optó por seguir con una triple evaluación heurística, al igual que en el caso anterior descrito. Los resultados del análisis son las barreras detalladas en la tabla 5, para cada una de las cuales se determinó su magnitud, frecuencia y severidad, en base a distintos casos propuestos.

Barreras Usabilidad	Barreras Accesibilidad
El <i>scroll</i> es superior a dos pantallas	No se mantiene funcionalidad cuando se desactiva javascript
La información no es asequible ni de fácil lectura	Las páginas no se estructuran con encabezado
La presentación de contenidos no es lógica	El código no se ajusta a las gramáticas formales
La información importante no destaca	Los campos no siempre están marcados

Tabla 5. Barreras detectadas (evaluación heurística).

Del análisis de los resultados se desprende que en el campo de la usabilidad se encontraron 96 incumplimientos (un 68 % del total evaluado), de los cuales un 40% se calificaron como graves o muy graves. En cuanto a accesibilidad, en un 77% de los casos hubo incumplimientos, siendo gran parte de ellos leves para el colectivo de estudio.

4.3. Pruebas con usuarios

Las pruebas con usuarios para este entorno se realizaron durante los meses de septiembre y diciembre de 2008 en el laboratorio de usabilidad del CETpD-UPC (4all-L@b). El laboratorio dispone de una sala con un ordenador con el software Morae para la visualización de la pantalla del usuario y el ordenador del propio usuario para realizar las tareas. Ambos tienen instalados el navegador Internet Explorer, el

Firefox y el software Morae Recorder para grabar la pantalla del ordenador. Se incorpora también una webcam para grabar la cara del participante.

La muestra de portales web elegidos para la realización de la experiencia de usuarios responde a que son dos de los portales más populares entre los internautas españoles según una encuesta realizada por [2]: la web de *El Corte Inglés*³ y *eBay*⁴. Si bien la primera de ellas permite la adquisición de una amplísima gama de productos propia de los grandes almacenes (textil, alimentación, electrodomésticos) y de servicios venta de entradas, viajes u organización de bodas; la segunda permite no sólo la adquisición, sino también la venta por parte de particulares, ambas basadas en mecanismos de subasta. En eBay todo el flujo de transacciones está bajo control de los propios usuarios. En cuanto a la proximidad de los modelos mentales de los usuarios mayores, creemos que la analogía respecto al centro comercial es directa, la comprensión de un portal de subastas gestionado por los propios usuarios puede resultar más distante.

Para este estudio se contó con cuatro usuarios (U04, U05, U06 y U07), con los perfiles definidos en la tabla 1. Antes de realizar la prueba, en la encuesta previa telefónica que se mantuvo con los candidatos se preguntaba si habían utilizado alguna vez un portal de compra electrónica, en caso afirmativo, si el portal conocido era alguno de los del estudio se le excluía de la prueba..

Para valorar los distintos portales, se pedía a cada usuario que realizara un conjunto de tareas en cada uno de ellos. En ambos casos se utilizaron indicadores que están directamente relacionados con las dimensiones de usabilidad y accesibilidad descritos según la metodología (ver apartado 2). En el caso de la web de El Corte Inglés las tareas fueron: 1) realizar una compra de 2 productos en el supermercado y aumentar la cantidad de uno de

ellos, 2) localizar la dirección de un centro de El Corte Inglés en Valladolid, 3) consultar la oferta de hoteles del 21 al 30 de octubre en Vera (Almería) en cualquier tipo de hotel y volver a la página principal, y 4) volver directamente a la página principal. En eBay se pedía: 1) localizar una batería para un teléfono móvil Motorola, usando el buscador, 2) registrarse como usuario eBay (con datos ficticios facilitados), 3) acceder a la información sobre cómo vender un producto, 4) escribir un correo a atención al cliente para pedir información extra sobre cómo pagar las tarifas de vendedor. La duración media de las pruebas por usuario fue de 90 minutos.

4.4. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos, entendidos básicamente como barreras detectadas se resumen en las tablas 6 y 7. Hay que resaltar que las dificultades que se han encontrado los usuarios podrían salvarse con relativa facilidad con aprendizaje. De hecho los comentarios realizados durante el desarrollo de los test corroboran esta afirmación ya que ellos mismos afirmaban que “con la práctica iría más rápido” (U05) o “seguro que un niño lo hace más deprisa que yo” (U05), demostrando al mismo tiempo cierta inseguridad y la necesidad de que el facilitador del test les guiara a fin de no “marcar una opción que no toca y estropearlo” (U05).

Dimensión	Barrera
	Accesibilidad
Scripts, applets y otros objetos programados	Entrada de datos al buscador. Falta de información sobre el funcionamiento del buscador.
Uso correcto de estándares	Sistema poco intuitivo
Formularios	Información poco clara en los campos a rellenar de los formularios.

Tabla 6. Resumen de barreras de accesibilidad.

Dimensión	Barrera
	Usabilidad

³ www.elcorteingles.es

⁴ www.eBay.es

Visibilidad del Estado del Sistema	La información importante no aparece de forma evidente	Lenguaje usuario	Interpretación de los iconos
Consistencia	La posición de los enlaces activos no es lógica ni sigue una estructura fija a lo largo de las páginas que componen un mismo portal.	Control y libertad para el usuario	La exploración de la web con el <i>scroll</i> no resulta evidente. Los usuarios no visualizan el resto de la página web que no queda visible en pantalla.
		Navegación	Desorientación (web eBay).

Tabla 7. Resumen de barreras de usabilidad.

Dificultades relacionadas con el envejecimiento	Dimensión	Barrera
Manipulación de objetos, debidos a dificultades motrices y de visión.	Ritmos de presentación de la información y de realización de operaciones	No existe la opción de aumentar el tiempo para determinado tipo de acciones
	Controles y teclado	La selección de datos por teclado no funciona correctamente.
Identificación de objetos, causados por un deterioro del sistema visual y cognitivo.	Visibilidad del Estado del Sistema	Los objetos activos no son claramente identificables o discernibles entre la pantalla y el teclado.
Comprensión de tareas, debidos a la modificación de los procesos de aprendizaje, retención, memoria y atención.	Consistencia	La posición de los enlaces activos no es lógica ni sigue una estructura fija a lo largo de las páginas que componen un mismo portal.
	Lenguaje de usuario	La terminología de las funciones del menú no es clara para el usuario.
		Correcta interpretación de los iconos Información no asequible y difícil de leer
	Visibilidad del Estado del Sistema	La información importante no aparece de forma evidente
	Estructura lógica según la forma de pensar del usuario	Sistema poco intuitivo
	Formularios	Información poco clara en los campos a rellenar de los formularios.
	Ayuda general y documentación	No existe ayuda sensible al contexto
		Falta de información sobre el funcionamiento del buscador.
	Reconocimiento antes que recuerdo	No se preservan las relaciones entre las teclas de función mostradas como elementos en pantalla y las teclas de función reales de la pantalla.
	Control y libertad para el usuario	La exploración de la web con el <i>scroll</i> no resulta evidente. Los usuarios no visualizan el resto de la página web que no queda visible en pantalla.
Navegación	Desorientación (web eBay).	

Tabla 8. Relación de las barreras identificadas con los problemas de la edad.

5. Conclusiones

La mayoría de los modelos de cajero automático con mayor implantación en España ofrecen barreras de accesibilidad difíciles o muy difíciles de superar para el perfil de personas mayores debido a los problemas mencionados en el decurso del artículo, como son la iluminación, el espacio físico, el entendimiento del sistema operativo, el escaso tiempo para realizar las operaciones, etc. Sin embargo, la usabilidad muestra en general un buen nivel de cumplimiento siendo la mayoría de las barreras detectadas de carácter leve.

El entorno de compra de productos y servicios ofrece problemas similares a aquellos que se presentan en otros entornos que usan tecnologías basadas en la *word wide web*. En este tipo de entornos, caracterizados por conllevar la realización de transacciones económicas, las dimensiones de usabilidad y accesibilidad tienen especial importancia ya que impactan directamente sobre la seguridad y privacidad (tanto real y percibida) de los usuarios.

En general los resultados de las pruebas revelan que el uso de dispositivos TIC diseñados para usuarios estándar supone una dificultad extra para la gente mayor, identificando claras dificultades de uso para el perfil de usuario objetivo, más problemáticas en las dimensiones de accesibilidad evaluadas. Para ello, a partir del análisis de la tabla 8, a continuación se proponen algunas soluciones que deberían considerarse en el diseño de interfaces para gente mayor, y se identifican aquellas propias con funcionalidades transaccionales.

Recomendaciones generales de diseño:

- Permitir variar el tamaño de texto, contraste y luminosidad de la interfaz.
- Estructurar la información de forma lógica e intuitiva para los usuarios, proporcionando estrategias familiares de organización [18].
- Reducir la sobrecarga de información (atención selectiva).

- Utilizar terminología clara y sin anglicismos.
- Proporcionar sistemas de ayuda sensibles al contexto.
- Adaptar las recomendaciones de la Web Accessibility Initiative del World-Wide Web Consortium al perfil de personas mayores.

Aspectos específicos de las funcionalidades de transacción:

- Permitir cancelar operaciones en curso.
- Proporcionar a los usuarios el tiempo suficiente para leer, entender y usar el contenido.
- Atraer la atención del usuario durante las acciones importantes para que no pasen desapercibidas.
- Informar sobre la severidad de los errores cometidos.
- Permitir bloqueo de pantalla para proteger los datos del usuario.

Referencias

- [1] ABA (2004). Australian Bankers Association - Industry Standard on Accessibility: Automatic Teller Machine. [www.bankers.asn.au/ArticleDocuments/ATM%20Standard.htm, acceso mayo 2009].
- [2] AIMC (2007). Navegantes en la Red. Asociación para la Investigación de Medios y Comunicación. [<http://download.aimc.es/aimc/03internet/macro2006.pdf>, acceso diciembre 2009].
- [3] Birnie, S.A., Horvath, P. Psychological predictors of internet social communication. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 7(4) (2002).
- [4] Browne, H. Accessibility and usability of information technology by the elderly. [www.otal.umd.edu/UUGuide/, acceso mayo 2009].
- [5] Cañadas, I., Sánchez, A. Categorías de respuesta en escalas tipo Likert. *Psicothema*, 10(3), 623-631 (1998).

- [6] Czaja, S.J., Lee, C.C. Designing Computer Systems for Older Adults. In Jacko, J.A., Sears, A. (eds). *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*, Lawrence Erlbaum Associates, pp.413-428 (2003).
- [7] Czaja, S.J., Lee, C.C. The Impact of the Internet on Older Adults. In Charness, N., Schaie, K.W. (eds). *Impact of Technology on Successful Aging*, Springer, pp. 113-134 (2003).
- [8] Eurostat (2007). Services to citizens in the EU in facts and figures. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/pls/portal/docs/PAGE/PGP_PRD_CAT_PREREL/PGE_CAT_PREREL_YEAR_2007/PGE_CAT_PREREL_YEAR_2007_MONTH_11/3-27112007-EN-AP.PDF, acceso abril 2009].
- [9] Fundación ONCE (2007). Servicios Financieros Accesibles para Todas las Personas. [www.fundaciononce.es/libros/Guia%20servicios%20financieros_61Y.pdf, acceso abril 2009].
- [10] Henry, S.L. *Just Ask: Integrating Accessibility Throughout Design*. Madison, WI: ET. (2007)
- [11] Hertzum, M., Jacobsen, N.E. The evaluator effect: A chilling fact about usability evaluation methods. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13(4), 421-443 (2001).
- [12] NDA (2008). Guidelines for Public Access Terminals. [<http://accessit.nda.ie/it-accessibility-guidelines/public-access-terminals/guidelines/printable>, acceso abril 2009].
- [13] NDA (2008). IT Accessibility guidelines - Application software. [<http://accessit.nda.ie/it-accessibility-guidelines/application-software>, acceso abril 2009].
- [14] Nielsen, J., Landauer, T.K. A mathematical model of the finding of usability problems. *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference*, Amsterdam 24-29 April (1993), pp. 206-213.
- [15] Nielsen/NetRatings (2007). [www.nielsen-netratings.com/, acceso enero 2009].
- [16] Paddison, C., Englefield, P. Applying heuristics to accessibility inspections. *Interacting with Computers*, 16(3), 507-521 (2004).
- [17] Pierotti, D. (1995), Heuristic evaluation: A system checklist. [www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html, acceso febrero 2010].
- [18] Sayago, S., Guijarro, J.M., Blat, J. (2010). Selective attention in web forms: an exploratory case study with older people. *Behaviour & Information Technology*, First published on: 17 May 2010 (iFirst).
- [19] Sherer, M. Introducing computers to frail residents of homes for the aged. *Educational Gerontology*, 23(4), 345-358 (1997).
- [20] Tiresias (2007). Checklist for internet payments. [www.tiresias.org/guidelines/checklists/internet_payments_checklist.htm, acceso febrero 2010].
- [21] Tiresias (2008a). Checklist for public access terminals. [www.tiresias.org/guidelines/checklists/pats_checklist.htm, acceso febrero 2010].
- [22] Tiresias (2008b). Guidelines: Public Access Terminals. [www.tiresias.org/guidelines/pats.htm, acceso febrero 2010].
- [23] Tiresias (2008c). Guidelines: Touchscreens. [www.tiresias.org/guidelines/touch.htm, acceso febrero 2010].
- [24] U.S. Rehabilitation Act, Section 508 (2000). Electronic and Information Technology Accessibility Standards. [www.access-board.gov/sec508/standards.htm, acceso febrero 2008].

Más allá del cuchillo de palo: hacia una herramienta integrada para un verdadero diseño centrado en el usuario

Jorge Sánchez Sánchez

Línea I+D+i Usabilidad y Accesibilidad
Área Calidad del Software
Instituto Tecnológico de Informática (ITI)
Campus UPV
46022 Valencia
jordisan@iti.upv.es

Rosa M. Gil Iranzo

Dept. d'Informàtica i Enginyeria
Industrial
Universitat de Lleida
Campus Cappont
25001 Lleida
rgil@diei.udl.cat

Marta Oliva Solé

Dept. d'Informàtica i Enginyeria
Industrial
Universitat de Lleida
Campus Cappont
25001 Lleida
oliva@diei.udl.cat

Resumen

En el presente trabajo constatamos la necesidad de disponer de herramientas que integren diferentes técnicas de ingeniería de usabilidad para mejorar su efectividad, y posteriormente presentamos un prototipo de un desarrollo en ese sentido que ha sido utilizado en proyectos reales y que representa un primer paso para la elaboración de herramientas más completas.

1. Introducción

Existen muchas definiciones de lo que es usabilidad de un producto software; tomamos en este caso el estándar seguido por la norma ISO 9241-11:1998 [1] que la define como “el grado en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para conseguir determinados objetivos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”.

Estas características se intentan alcanzar en la práctica mediante lo que se conoce como “ingeniería de usabilidad”, es decir, “un conjunto de actividades que idealmente tienen lugar a lo largo del ciclo de vida del producto” [2]; dicho de otro modo, consiste en una serie de técnicas que se pueden aplicar en diferentes momentos del desarrollo, en función de las características del producto, el tipo de desarrollo, el perfil de los usuarios, involucrados, etc. [3]. Entre las técnicas más conocidas y utilizadas están, por ejemplo, las evaluaciones heurísticas [4], los tests *thinking*

aloud con usuarios [5], el agrupamiento de tarjetas [6] o los diferentes tipos de prototipado [7].

Todas estas técnicas tienen en común que están centradas no en la tecnología o en las funcionalidades del producto, sino en los usuarios que tendrán que utilizar el software. Es por ello que este tipo de técnicas son conocidas como técnicas de Diseño Centrado en el Usuario (DCU, o UCD de *User Centered Design* en inglés). En último término es deseable que todo el proceso de diseño mantenga esa orientación al usuario (como define, por ejemplo, el estándar ISO 13407 [8]), integrando todas esas técnicas individuales entre sí y también con la propia metodología de desarrollo. Con ese propósito se han definido, especialmente en el ámbito académico, modelos y metodologías, como MPIu+a [9], LUCID [10] o el *Usage-centered design* de Constantine & Lockwood [11].

2. La usabilidad en la práctica

Hemos visto que, al menos en el ámbito académico, las técnicas de diseño centrado en el usuario y su integración en el desarrollo de software han sido materias bastante tratadas y estudiadas. Sin embargo, una cuestión que parece inevitable abordar es la aplicación real de esas técnicas en proyectos de desarrollo reales.

Nuestra experiencia en el Instituto Tecnológico de Informática (ITI) [12] en proyectos de servicio y asesoramiento en materia de calidad de software en general, y de usabilidad

en particular, viene marcada por proyectos con estas características en común:

- Proyectos de pequeño/mediano tamaño con PYME españolas.
- Software tanto de escritorio como sitios web.
- Realización de servicios externos (básicamente evaluaciones heurísticas y tests con usuarios) así como asesorías en desarrollos.

En este tipo de experiencias intervienen diferentes actores que afectan y/o son afectados por la usabilidad del producto final como son principalmente: las empresas de desarrollo, los usuarios de las aplicaciones y los expertos en usabilidad. Veamos en las siguientes secciones en qué situación se encuentran y cómo intervienen en ese proceso.

2.1. En las empresas de desarrollo

Centrándonos en la situación española nos encontramos con que la inmensa mayoría de las empresas de desarrollo de software son PYME (un 99,8% en 2006 [13]), de las que más del 85% son microempresas de menos de 10 empleados.

Por nuestra experiencia en la participación en diversos proyectos con este tipo de empresas¹, podemos afirmar que, aunque habitualmente conocen el concepto de usabilidad y le conceden cierta importancia, prácticamente nunca utilizan técnicas específicas de diseño centrado en el usuario. Alegan para ello dos razones principales:

- Desconocimiento; falta de experiencia y de herramientas en esa materia que se integren en sus procesos de desarrollo.
- Falta de recursos; no se le concede la suficiente importancia como para dedicarle los recursos necesarios (sobre todo, tiempo y personal).

Así pues, a pesar de que en algún caso puntual hemos conseguido integrar técnicas de usabilidad en sus procesos de desarrollo, en la mayoría de casos la labor del ITI ha consistido en la realización de evaluaciones de sus productos de modo externo, y la correspondiente entrega de informes de resultados.

¹ Debemos hacer notar que, al tratarse de proyectos confidenciales, la información que se ofrece es genérica y no se incluyen datos específicos de ningún proyecto.

2.2. Para los usuarios

En parte como consecuencia de lo descrito en el apartado anterior, los usuarios de las aplicaciones tienen poca participación en el desarrollo de los productos software. Si volvemos a centrarnos en los desarrollos hechos por PYME en España, la situación habitual es que los clientes participan inicialmente en la especificación de requerimientos, y apenas tienen contacto con los desarrolladores hasta que el producto está prácticamente terminado, momento en el que aparecen los problemas que, por norma general, son mucho más costosos de resolver que si se hubieran detectado en una fase más temprana.

Es más; tanto las empresas desarrolladoras como los propios usuarios/clientes son reacios a que estos últimos intervengan durante el desarrollo, principalmente por la sobrecarga en tiempo y recursos que supone sin vislumbrar un beneficio claro a esa participación.

2.3. Para los profesionales de usabilidad

Si bien en España la usabilidad tiene poco espacio en las empresas de desarrollo, la tendencia sí es hacia la existencia de cada vez más expertos en ese ámbito. Podemos encontrar expertos en usabilidad trabajando de modo independiente como *freelance*, dentro de empresas relativamente pequeñas dedicadas específicamente a ofrecer servicios en usabilidad, o formando parte de equipos especializados dentro de grandes empresas como consultoras, empresas del sector bancario, etc. [14] Eso sí, la existencia de expertos de ese tipo en empresas de pequeño tamaño podemos decir que es prácticamente nula, ya que estas prefieren subcontratar las tareas relacionadas con usabilidad o, sencillamente, las ignorarán.

2.4. Herramientas existentes

Una vez visto el grado de utilización de las técnicas de usabilidad en la práctica, cabe preguntarse cuáles son las herramientas de soporte de que disponen los responsables de llevarlas a cabo, ya sea como miembros de un equipo de desarrollo o como expertos independientes. En este aspecto hablamos en general y no

centrándonos en un ámbito geográfico concreto, ya que las herramientas disponibles son prácticamente las mismas para cualquier experto en el planeta.

Si en principio veíamos que se podían definir las técnicas de ingeniería de usabilidad como un “conjunto de actividades” más o menos independientes entre sí, encontramos también herramientas específicas para cada una de esas técnicas. Un recurso bastante frecuente es el basado en plantillas ofimáticas [15] [16], que consisten en documentos con secciones predefinidas que se utilizan y/o completan durante la ejecución de determinadas técnicas para preparar su ejecución, para documentar resultados, etc. Como documentación auxiliar encontramos también las guías, recopilaciones de directrices y listas de verificación [17] [18] [19] [20], que sirven como referencia y recordatorio de aspectos a verificar en una determinada técnica (especialmente útiles, por ejemplo, en el caso concreto de las evaluaciones heurísticas de usabilidad [4]).

Encontramos también herramientas que ayudan ya no sólo a la documentación sino a la propia ejecución de técnicas concretas, especialmente las más conocidas y utilizadas. Así, encontramos herramientas para la ejecución y análisis de tests con usuarios reales [21] [22], de agrupamiento de tarjetas o *card sorting* [23], o para el diseño de diferentes tipos de prototipos [24].

Ahora bien, ¿existe algún tipo de herramienta o plataforma que permita integrar diferentes tipos de técnicas de DCU, ya sea entre ellas como con las herramientas de desarrollo durante todo su ciclo de vida? A pesar de que diversos autores han resaltado antes la necesidad de una herramienta de ese tipo y han hecho algunas aproximaciones en ese sentido [25] [26], no parece que en la práctica exista a día de hoy ningún producto funcional con esas características.

Resulta, en definitiva, que los expertos en usabilidad y DCU, cuyo principal objetivo es facilitar el uso del software a los usuarios finales y mejorar su satisfacción, se encuentran con que ellos mismos no disponen de un software especialmente adecuado para llevar a cabo su trabajo de un modo integral. Como suele decirse popularmente, “en casa del herrero, cuchillo de palo”.

3. Hacia una herramienta integrada

Ya que no existe una herramienta genérica integrada como la que hemos descrito, podemos plantearnos qué requerimientos le pediríamos a un desarrollo de ese tipo. Para ello vamos a tener en cuenta estas fuentes:

- Necesidades detectadas durante la ejecución de nuestros proyectos reales; prestaremos especial atención a las técnicas de evaluación heurística y tests con usuarios.
- Productos existentes: como hemos visto, existen múltiples herramientas adaptadas a técnicas específicas; deberemos tenerlas en cuenta como orientación.
- Temáticas relacionadas: la ingeniería de usabilidad está muy relacionada con la ingeniería del software [27], y en especial comparte muchas características con el campo del *software testing* tradicional [28]. Serán dos campos a tener en cuenta como referencia e inspiración.

3.1. Necesidades / requerimientos

En primer lugar, consideramos que la herramienta debería gestionar y documentar la realización de las técnicas, pero no consideramos necesario que pretenda dar soporte directo a su ejecución o automatización; las técnicas son muy diversas entre sí, y ya existen productos especializados con ese propósito. Más bien sería deseable que existiera cierta integración entre nuestra herramienta y las específicas que ya existen, tanto para la realización de técnicas concretas como con otro tipo de productos como gestores de proyectos, herramientas de desarrollo/CASE, documentación de referencia externa, etc.

Un requisito fundamental sería que diera soporte a diferentes tipos de técnicas para un mismo proyecto. Raramente se utiliza una única técnica en un proyecto real; por ejemplo, dos de las más habituales como son las evaluaciones heurísticas y los tests con usuarios suelen ejecutarse consecutivamente en un mismo proyecto. Además, también dentro de un mismo proyecto resulta lógico que las diferentes técnicas compartan elementos: los productos a evaluar, los expertos que llevan a cabo las evaluaciones, los usuarios que participan, etc.; en ese aspecto es

donde consideramos que una gestión conjunta de las diversas técnicas ofrecería ventajas sobre una gestión separada de cada una de ellas.

Por supuesto, debería dar soporte a la participación de múltiples expertos con diferentes roles trabajando de modo colaborativo. Muchas de las actividades de DCU están basadas en la participación de varios expertos y en la puesta en común de sus resultados individuales; es en este aspecto de compartición de información y recursos donde fallan muchas soluciones actuales como, por ejemplo, las plantillas ofimáticas.

Una característica importante del diseño centrado en el usuario es que debe tenerse en cuenta desde el principio en el ciclo de vida del software y, además, es de naturaleza iterativa, en el que se repiten diferentes procesos para llegar cada vez a un producto más cercano al deseado. En este aspecto, nuestra herramienta debería dar soporte a la ejecución de las tareas en diferentes momentos del ciclo de vida del software, tanto de productos en desarrollo como en producción, y durante múltiples iteraciones.

Debemos tener en cuenta que gran parte del esfuerzo y de la investigación en usabilidad se dirige a aplicaciones y sitios web, debido principalmente a la gran popularidad y extensión de esa tecnología, y a que los primeros diseñadores de sitios web prestaron más atención a la tecnología involucrada que a los factores humanos [29]. Por tanto, tendrá sentido tener una especial atención en dar soporte a aplicaciones y sitios web, pero obviamente sin dejar de lado otro tipo de aplicaciones en las que se pueden aplicar igualmente estas técnicas: aplicaciones de escritorio, móviles, embebidas, etc.

Considerando que las actividades de usabilidad consisten, en gran parte, en algún tipo de evaluación que resulta en una lista de defectos o aspectos a mejorar, deberíamos contemplar una gestión adecuada de esos defectos: prioridad, descripción, estado, recomendaciones, etc.

Por último, y especialmente cuando se trabaja como consultor independiente, la confección y generación de documentos entregables (como informes de resultados) es especialmente crítica, ya que es el medio de comunicación con el cliente y/o con los desarrolladores. La herramienta que estamos definiendo debería contemplar alguna funcionalidad en este aspecto.

4. AccUsa: una implementación piloto

Durante nuestro trabajo en el ITI, ante la ausencia de una herramienta como la descrita, hemos elaborado un prototipo para cubrir nuestras necesidades más inmediatas (principalmente de gestión y de documentación) en los proyectos que hemos ido realizando, incrementando sus funcionalidades de forma progresiva.

Por supuesto, no debe considerarse como una implementación definitiva ni completa de los requerimientos antes descritos, sino como una primera muestra de las características que podría tener una auténtica herramienta integrada de diseño centrado en el usuario. En ese sentido, consideramos el desarrollo realizado como un prototipo funcional que permita validar en la práctica los requerimientos (más que la interfaz) de la aplicación definitiva.

4.1. Características

La herramienta desarrollada por nosotros lleva por nombre AccUsa [30], y sus características han venido definidas, como ya hemos dicho, por las necesidades surgidas durante la ejecución de nuestros proyectos.

Hemos utilizado Microsoft Access [31] como plataforma de desarrollo por poseer características deseables para la implementación de un prototipo; especialmente la facilidad y rapidez con la que pueden realizarse desarrollos y modificaciones sobre una infraestructura simple con pocos usuarios, y el conocimiento y disponibilidad previos que teníamos de ese producto en el equipo; por supuesto, no descartamos utilizar otra plataforma en un futuro.

Aunque el desarrollo en sí de AccUsa sea un tanto atípico, podemos considerar que ha seguido prácticas de diseño centrado en el usuario, en el sentido de que hemos sido sus propios usuarios los que hemos desarrollado la herramienta a partir de nuestras necesidades y de modo incremental mediante sucesivos prototipos. Aún así, somos conscientes que, hasta ahora, los usuarios de AccUsa tienen un perfil técnico y que en un futuro será necesario adaptar y probar la herramienta con otro tipo de perfiles.

The screenshot shows the 'Projects' section of the AccUsa interface. It displays project details for 'MinisterioFomento' and lists various evaluation types and assignments.

Project items:				Users:		
IdItem	Item Type	Descr		UserId	FirstName	SecondName
Sitio completo	1	Web (full site)	Todo el	*		
Home (español)	2	Web (single page)	Página			

EVALUATIONS:				Heuristics (applied):		
EvaluationType	Round	Evaluation types		EvaluationType	Round	IdHeuristicsGroup
AccessibEval	1	Evaluación de accesibilidad (AA)		AccessibEval	1	WCAG1.0
AccessibEval	2	Igual que en la uno, utilizando WC		AccessibEval	2	WCAG2.0
UsabHeuristicEval	1	Evaluación heurística de usabilidad		UsabHeuristicEval	1	MIT
UsabUserTesting	1	Tests con usuarios		UsabHeuristicEval	1	TopTen Home Nielsen

ASSIGNMENTS and ISSUES:						Experts
EvaluationType	Round	IdExpert	Role	NumIssu		Details
AccessibEval	1	expert1	All	2	Hará todo el trabajo: análisis, informe, etc.	

Figura 1. Datos de un proyecto en AccUsa

La información en AccUsa se agrupa por proyectos (figura 1), un concepto típico en el trabajo con empresas, en los que se especifican, además de los datos básicos (nombre, descripción), los elementos individuales que se van a evaluar: páginas web, secciones de una aplicación, pantallas, prototipos, etc.

Las técnicas que es posible incluir en esos proyectos son, en un principio, las que más hemos utilizado en nuestro trabajo diario: la evaluación heurística de usabilidad y la evaluación de accesibilidad [32]; aunque esta última no se clasifique habitualmente como técnica de DCU, en la práctica su ejecución es similar a la de una

The screenshot shows the 'Tasks (usability test)' section of the AccUsa interface. It details a specific task for user testing on the 'MinisterioFomento' project.

Task Information:

- TaskNumber:** 1
- TaskGoal:** Encontrar información mapa de carreteras
- StartingPoint:** Página inicial Fomento (http://www.fomento.es)
- Preconditions:** (Empty field)
- Notes / Objectives:** Comprobar si el usuario encuentra las publicaciones a la venta y entiende que puede comprarlas.
- Description / Steps:** Inicio > Centro de publicaciones > Mapa Oficial de Carreteras o bien Enlace desde la página inicial (sección "Y además")
- EstimatedTime:** 2 min.
- MaxTime:** 8 min.
- Success Criteria:** El usuario llega a la página del mapa de carreteras y entiende cómo iniciar la compra.
- Instructions for Users:** Averigua si el Ministerio de Fomento vende algún mapa de carreteras que puedas llevar en el coche. ¿Cómo lo comprarías?

Task Executions:

UserId	Success	Time	Notes
*			

Figura 2. Definición de una tarea para un test con usuarios en AccUsa

evaluación heurística de usabilidad: revisión de la interfaz por parte de expertos sobre el cumplimiento de una serie de principios y buenas prácticas, y elaboración de un informe con los problemas detectados y recomendaciones de mejora. AccUsa ofrece también un soporte parcial de la técnica de tests con usuarios, especialmente para la documentación de escenarios y tareas (fig. 2), siendo esta la técnica en la que más estamos trabajando actualmente.

Cada uno de estos tipos de técnicas lleva asociada una lista de posibles referencias o herramientas auxiliares (como listas de heurísticas) en forma de URL. Los expertos pueden elegir una o varias de ellas en cada ejecución de la técnica para utilizarlas como referencia o soporte.

Existe la posibilidad de que estas técnicas se ejecuten en diferentes momentos (iteraciones) dentro del ciclo de vida de software. Se definen también los expertos que participan en ellas, con diferentes roles. Dado que se trata de equipos reducidos y que trabajan de manera estrecha en un entorno controlado, no hemos considerado necesario introducir elementos de seguridad.

El resultado de las técnicas es habitualmente una serie de defectos o asuntos (*issues*) detectados, que suelen ser los problemas

documentados por los expertos y que luego se reportarán al cliente: éstos tienen en AccUsa una estructura bastante habitual: título, prioridad, descripción, recomendaciones, etc. (fig. 3). AccUsa permite tener una visión tanto de los *issues* propios como de los detectados por todos los expertos, lo que facilita la ejecución individual y la posterior puesta en común de resultados, un método de trabajo típico para las técnicas contempladas.

Por último, es posible generar informes sencillos que incluyan los *issues* seleccionados por los expertos, así como realizar una exportación a otros formatos que puedan alimentar aplicaciones (como Microsoft Word) para la creación de informes más elaborados.

4.2. Resultados

En un principio AccUsa fue utilizado de manera individual para gestionar diferentes proyectos que incluían evaluaciones heurísticas de usabilidad y/o evaluaciones de accesibilidad, y que antes se documentaban básicamente mediante diferentes plantillas ofimáticas. AccUsa fue utilizado como repositorio central de los elementos que intervienen o son generados en las evaluaciones: elementos a evaluar, heurísticas y documentos de

Issues (details)

IdProject: **MinisterioFomento** IdExpert: **expert1**
 EvalType: **UsabHeuristicEval** Round: **1** Duplicate this issue

IdItem: **Sitio completo** Status: **confirmed** Capture1: **enulowcontrast.png** Capture2:

IssueTitle: **Los enlaces visitados no se distinguen visualmente**

Priority: **Alta** Priorities IdIssue: **756221322**

Description: **Los enlaces visitados no se muestran en un color diferente. Esto hace que para el usuario sea más difícil saber qué páginas ha visitado con anterioridad.**

Recomms: **Mostrar los enlaces visitados en un color diferente, siguiendo las recomendaciones de la referencia.**

Heuristics / Tasks:

IdHeuristicsG	Heuri	SubHet	Heuristic
MIT	10		Architectural and Visual Clarity

References: **Reference**
<http://www.useit.com/alertbox/20040503.html>

InternalComments:

Figura 3. Detalles de un *issue* en AccUsa

referencia, *issues* detectados, etc. Además, la centralización en un único sistema de diversos proyectos facilitó la coherencia entre diferentes evaluaciones a la hora de ejecutar las técnicas y documentar los resultados.

Cabe indicar que, aunque AccUsa no ofrece un proceso secuencial a la hora de llevar a cabo las técnicas, sí facilita que los expertos especifiquen toda la información necesaria para llevarlas a cabo, lo que resulta suficiente en el caso de técnicas sencillas. En el caso concreto de las evaluaciones heurísticas, los expertos deben indicar qué elementos se van a evaluar, quién va a hacerlo, qué heurísticas se van a utilizar, etc.

Un aspecto en el que ha resultado muy útil es en la comparación de *issues* detectados en diferentes iteraciones de un mismo proyecto. En el caso de las evaluaciones heurísticas, por ejemplo, ha resultado sencillo comprobar si los problemas detectados en una evaluación anterior se habían corregido o no en la versión actual del producto.

En otros casos hemos utilizado AccUsa en proyectos en los que intervenían al menos dos expertos, con lo que a las ventajas anteriores hay que sumarle las que se obtienen de una aplicación colaborativa; ha sido especialmente útil para la puesta en común de resultados individuales antes de la elaboración del informe final. La posibilidad

de acceder rápidamente a resultados previos también ha facilitado la coherencia entre los datos introducidos por diferentes expertos o se han usado, por ejemplo, como formación cuando se ha incorporado una nueva persona al equipo.

Obviamente, la implementación de las necesidades en AccUsa a medida que iban surgiendo ha supuesto que se produzca un pequeño retraso en los primeros proyectos en los que se utilizaba, pero dicha sobrecarga de esfuerzo ha quedado compensada por el ahorro que ha supuesto en posteriores proyectos.

La elección de una plataforma como Microsoft Access ha supuesto mucha flexibilidad y agilidad a la hora de implementar y modificar funcionalidades sin depender de desarrolladores externos, aún a costa de sufrir sus limitaciones, por ejemplo, en el diseño de la interfaz o en la generación de informes. Hemos optado por no dedicar excesivos esfuerzos a mejorar las características nativas de Access, sino que hemos preferido centrarnos en la identificación y desarrollo de las funcionalidades.

En ese aspecto, consideramos que la creación de un modelo de datos que relacione los elementos de información involucrados en las diferentes técnicas (fig. 4) es uno de los resultados más interesantes y útiles conseguidos con el

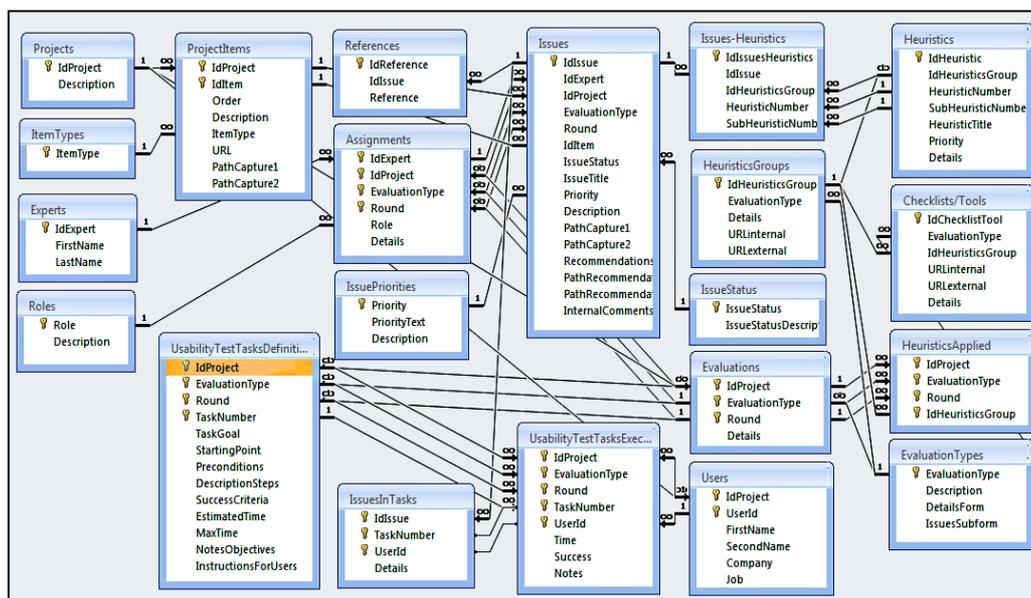


Figura 4. Modelo de datos implementado en AccUsa

desarrollo y utilización de esta herramienta. En ese modelo podemos comprobar cómo se ha realizado un esfuerzo por utilizar elementos (tablas) comunes a las diferentes técnicas, tanto para la información de gestión (proyectos, elementos a evaluar, expertos, asignaciones, etc.) como para las ayudas para realizar las técnicas (heurísticas, herramientas, etc.) y también para los propios resultados de las técnicas, especialmente en el caso de los *issues*. Sólo cuando no ha quedado otro remedio se han creado elementos específicos para técnicas concretas (por ejemplo, para los tests de usuario). Mediante ese esfuerzo de integración de datos facilitamos su gestión (utilizando interfaces comunes) y hacemos más factible su reutilización en diferentes proyectos, iteraciones, técnicas, etc.

5. Conclusiones y líneas futuras

Dados los argumentos que exponemos al inicio de este trabajo, y los resultados obtenidos con la implementación piloto de AccUsa, creemos que la utilidad de una herramienta integrada de gestión del diseño centrado en el usuario está demostrada.

La utilización de una herramienta de ese tipo supondría ventajas para todos los implicados en el desarrollo y utilización del software:

- Los expertos dispondrían de una guía que les ayudaría en el trabajo en la gestión y documentación de las técnicas de usabilidad. Dispondrían de un acceso más sencillo a toda la información necesaria, lo que les permitiría tener una mayor coherencia en su trabajo y, lo que es más importante, facilitaría el trabajo colaborativo entre los diferentes implicados.
- Las empresas de desarrollo obtendrían resultados de más calidad en las asesorías externas; además, disponer de una herramienta de gestión podría ayudarles a implantar las técnicas de DCU en sus procesos internos.
- Por último, facilitar la aplicación de técnicas de usabilidad en los desarrollos software produciría interfaces con menos defectos y una mayor usabilidad, lo que redundaría en beneficio de los usuarios, que es el objetivo último de las técnicas de DCU.

Con todo esto, proponemos algunas líneas de actuación futuras:

- Por un lado, seguir utilizando y ampliando AccUsa en proyectos reales, mejorando la

implementación actual de las técnicas e incluyendo nuevas técnicas.

- Considerar la implementación de un proceso secuencial, a modo de metodología, que guíe en el orden en que deben realizarse tanto las diferentes tareas dentro de una técnica concreta, como la aplicación de diferentes técnicas dentro de un mismo proyecto.
- Estudiar la implementación de AccUsa utilizando una plataforma más extensible y más robusta que Microsoft Access, que facilite la implicación de una comunidad más amplia de expertos; una aplicación web parece una buena alternativa.
- Aplicar de un modo más formal las técnicas de DCU (por ejemplo, tests con usuarios) en el propio desarrollo de AccUsa, especialmente en el momento en que su uso se extienda a otros expertos con un perfil no técnico y/o que no conozcan la herramienta ni hayan participado en su desarrollo.
- Estudiar la posibilidad y ventajas de una integración de AccUsa con otras herramientas relacionadas en el desarrollo de software. Por ejemplo, sería interesante estudiar la integración con las herramientas CASE de desarrollo de software [33], con entornos de desarrollo integrados (IDE) [34], con software de gestión de defectos, o con las herramientas especializadas para la ejecución de técnicas específicas de DCU.

En definitiva, al igual que la utilización de un software integrado de gestión y documentación supone una mejora en todo tipo de actividades, proponemos la creación y utilización de un software de ese tipo que ayude a expertos en usabilidad y desarrolladores a encaminarse hacia un verdadero diseño centrado en el usuario.

Referencias

- [1] ISO 9241-11:1998 – Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?cnumber=16883
- [2] Nielsen, Jakob. Usability Engineering, p.71. Morgan Kaufmann - Academic Press, 1993.
- [3] Hom, James. The Usability Methods Toolbox. <http://jthom.best.vwh.net/usability/usable.htm>

- [4] Nielsen, Jakob. Heuristic Evaluation. <http://www.useit.com/papers/heuristic/>
- [5] Boren, M., & Ramey, J. Thinking aloud: Reconciling theory and practice. IEEE Transactions on Professional Communication, 1-23. 2000, September.
- [6] Spencer, Donna; Warfel, Todd. Card sorting: a definitive guide. http://www.boxesandarrows.com/view/card_sorting_a_definitive_guide
- [7] Reynard Thomson. What Is Software Prototyping? <http://www.reynardthomson.com/what-is-prototyping.html>
- [8] ISO 13407:1999 – Human-centred design processes for interactive systems. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?cnumber=21197
- [9] Granollers i Saltiveri, Toni. MPIu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares. <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0218107-133615/>
- [10] Kreitzberg, Charles B. The LUCID Framework. An Introduction. <http://www.leadersintheknow.biz/Portals/0/Publications/Lucid-Paper-v2.pdf>
- [11] Constantine & Lockwood. Usage-centered design. <http://www.foruse.com/questions/index.htm>
- [12] ITI – Instituto Tecnológico de Informática. <http://www.iti.es>
- [13] INTECO. Estudio sobre la certificación de la calidad como medio para impulsar la industria de desarrollo del software en España. Abril 2008. <http://www.inteco.es/file/gSrX5MKzk-K5fIEz5MwRMA>
- [14] AlbertoLacalle.com. Empresas y servicios: la usabilidad en España. Febrero 2007. <http://albertolacalle.com/hci/empresas-usabilidad.htm>
- [15] Usability.gov. Templates. <http://www.usability.gov/templates/index.html>
- [16] Usability & User Experience. Usability Toolkit. <http://www.stcsig.org/usability/resources/toolkit/toolkit.html>
- [17] Usability.gov. Guidelines. <http://www.usability.gov/guidelines/>
- [18] IS&T. Usability Guidelines. <http://ist.mit.edu/services/consulting/usability/guidelines>
- [19] Hassan Montero, Yusef; Martín Fernández, Francisco J. Guía de Evaluación Heurística de Sitios Web. No Solo Usabilidad, nº 2, 2003. <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/heuristica.htm>
- [20] usereffect. 25-point Website Usability Checklist. <http://www.usereffect.com/topic/25-point-website-usability-checklist>
- [21] TechSmith. User Testing and Market Research Software. <http://www.techsmith.com/morae.asp>
- [22] Userzoom. Remote Usability testing, online customer experience research. <http://www.userzoom.com/>
- [23] WebSort.net. Card Sorting with Results. <http://websort.net/>
- [24] GUI Prototyping Tools. <http://c2.com/cgi/wiki?GuiPrototypingTools>
- [25] Andre, Terence S.; Hartson, H. Rex; Belz, Steven M.; McCreary, Faith A. The user action framework: a reliable foundation for usability engineering support tools. Int. J. Hum.-Comput. Stud. 54, 1 (2001), 107-136. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.99.7230&rep=rep1&type=pdf>
- [26] Dubinsky, Yael; Humayoun, Shah Rukh; Catarci, Tiziana. Eclipse Plug-in to Manage User Centered Design. Proceedings of the First Workshop on the Interplay between Usability Evaluation and Software Development, Pisa, Italy (2008). <http://www.dis.uniroma1.it/~humayoun/paper/EclipsePlugIn%28IUSED2008%29.pdf>
- [27] Sommerville, Ian. Software Engineering (8th edition). Pearson Education (2007).
- [28] Kaner, Cerm; Falk; Jack; Nguyen, Hung Q. Testing Computer Software (2nd edition). John Wiley & Sons (1999).
- [29] Badre, Albert N. Shaping Web Usability: Interaction Design in Context. Pearson Education (2002), p. 6.
- [30] SQUaC. AccUsa: Suport Tool for Accessibility and Usabilit Engineering. <http://squac.iti.upv.es/accusa>

- [31] Microsoft Access Home Page.
<http://office.microsoft.com/access>
- [32] W3C Web Accessibility Initiative (WAI).
Evaluating Web Sites for Accessibility:
Overview.
<http://www.w3.org/WAI/eval/Overview.html>
- [33] Jarzabek, Stan; Huang, Riri. The Case for
User-Centered CASE Tools. Communications
of the ACM, volume 41, Issue 8 (August
1998).
[http://portal.acm.org/citation.cfm?id=280324.
280338](http://portal.acm.org/citation.cfm?id=280324.280338)
- [34] Busbee, Kenneth L. Integrated Development
Environment.
<http://cnx.org/content/m18920/latest/>

Influencia del color en la navegación por webs de Bankinter

Juan José Rodríguez Soler

Dept. de Experiencia Multicanal.

Área de Plataformas Digitales de

Bankinter.

28760. Tres Cantos (Madrid).

jjruezs@bankinter.es

Resumen

En la presente comunicación se plantean metodologías complementarias a las ofrecidas por la Arquitectura de la Información.

Se explica cuál ha sido la experiencia de Bankinter en la valoración de parámetros objetivos del color sobre 3 webs de la Entidad.

Y cómo afectan estas medidas en la eficiencia de los clientes a la hora de navegar por estas webs buscando información.

1. Antecedentes

Las técnicas de arquitectura de la información, por ejemplo el cardsorting, son una buena alternativa a la hora de establecer una jerarquía de la información de un sitio web, ya que a partir del modelo mental del usuario ofrecen medidas sobre las relaciones entre conceptos.

Por este motivo, su aplicación en el ámbito de Internet se ha extendido notablemente (véase por ejemplo Antolí et al, 2005[1]).

No obstante, debido a su concepción “temprana”, estas técnicas suelen plantearse de manera aislada de los aspectos relacionados con el diseño visual.

Sin embargo, investigaciones centradas en los aspectos estéticos y emocionales del diseño web vienen mostrando la importancia de estos otros factores sobre la usabilidad de los sitios webs (véase, Brady y Phillips, 2003 [2]; Rodríguez, 2009 [3]).

Fuera como fuese, la aplicación en “solitario” de un cardsorting necesita además del empleo de

algunas técnicas extras que validen la estructura de la información planteada, esto es, incorporando los elementos de diseño final. Ya que en última instancia, estos elementos gráficos influyen facilitando o inhibiendo los comportamientos de localización de la información de los usuarios.

En esta línea, diversos autores han planteado parámetros de medida “objetivos” en base a las propiedades lumínicas de los colores empleados en el diseño web (véase Phillips y Chaparro, 2009 [6]).

Las webs externas de Bankinter particulares (<https://www.bankinter.com>), empresas(<https://empresas.bankinter.com>) y broker (<https://broker.bankinter.com>) cuentan con estructuras grandes de información, por lo que esta doble aproximación metodológica resulta muy interesante, por una parte se compensan los resultados obtenidos mediante técnicas como el Cardsorting.

Y por otra, se obtienen criterios objetivos para establecer recomendaciones a la hora de plantear los componentes visuales de la navegación por las webs.

Con todo, obviamente se minimiza el impacto que puede suponer una reestructuración de una arquitectura web, basada en actuaciones de medida independientes.

2. Valoración de parámetros lumínicos del color en tareas de búsqueda de información

Esta segunda parte, surge desde la aplicación real de una investigación aplicada a las plataformas webs de Bankinter, coincidiendo con el rediseño

de las mismas, y ante el planteamiento de complementar el enfoque de diseño centrado en el usuario con técnicas y/o herramientas que nos permitan conocer más a cerca de los componentes afectivo-emocionales del diseño de nuestras webs.

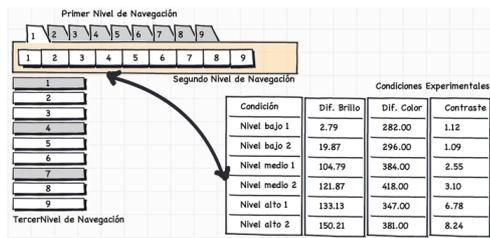


Figura 1. Disposición de niveles de navegación de la interfaz de prueba y Diseño experimental.

2.1. Metodología

Desde el punto de vista metodológico, hemos optado por aplicar un diseño experimental que nos permita comprobar la hipótesis de partida planteada en la investigación.

Más concretamente, *las variaciones de los parámetros brillo, color y contraste entre niveles jerárquicos de navegación influyen en el tiempo de búsqueda de la información.*

Y por ende, poder determinar cual de las opciones planteadas permite obtener una mejor visibilidad del color, y en consecuencia, un aumento de la eficiencia en las navegaciones y búsquedas de información de nuestros clientes.

Para ello, tal como se representa en la Figura 1, sobre un mismo modelo de navegación web, se plantearon diferentes las variaciones de los parámetros relacionados con el color adaptables al segundo nivel de navegación, manteniendo constantes las variaciones entre los niveles primero y tercero.

De tal forma, se planteó un diseño experimental de 2x3x3 con tres repeticiones, en el que se evaluaron 2 colores con 3 variaciones de parámetros lumínicos (recogidos en la figura 1) y

3 posiciones de los estímulos diana (correspondientes a cada nivel de navegación), cada una de estas condiciones se repetían aleatoriamente 3 veces.

El cálculo de las diferencias entre dos colores (1) y el brillo de un color (2) se establecieron aplicando las siguientes fórmulas (véase, Ridpath, 2000):

$\text{Dif. Color} = (\text{maximum (Red value 1, Red value 2)} - \text{minimum (Red value 1, Red value 2)}) + (\text{maximum (Green value 1, Green value 2)} - \text{minimum (Green value 1, Green value 2)}) + (\text{maximum (Blue value 1, Blue value 2)} - \text{minimum (Blue value 1, Blue value 2)})$	(1)
$\text{BC} = ((\text{Red value X } 299) + (\text{Green value X } 587) + (\text{Blue value X } 114)) / 1000$	(2)

Para la preparación de los elementos de navegación (estímulos distractores), se empleo un leuario de castellano del que se obtuvieron un total de 486 palabras arbitrarias, no relacionadas con los elementos de navegación existentes en las webs de Bankinter.

Finalmente, se aplicó el diseño a una muestra de 68 participantes, por lo que cada uno de ello paso por un total de 54 ensayos.

2.2. Procedimiento

Para la puesta en marcha del experimento, se desarrollo un aplicación específica para implementar un test de reconocimiento visual (véase, Humphreys y Bruce, 1998 [3]).

De tal forma, se presentaba de manera aleatoria un estímulo diana, y posteriormente el programa visualizaba la condición en la que el estímulo a localizar se enmascaraba con un total de 27 estímulos distractores.

El programa, capturaba los tiempos de localización por la diferentes jerarquías de navegación planteadas, así como los aciertos y errores cometidos por los usuarios en la tarea de localización y reconocimiento de los estímulos.

3. Resultados

Para el análisis de resultados se optó por el empleo de la técnica de análisis de varianza (ANOVA).

Se realizaron dos ANOVAS, uno por cada color con los cada una de las tres condiciones experimentales (nivel bajo, medio y alto).

Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,005$) debidas al efecto de las condiciones lumínicas planteadas.

ANOVA					
Duración en segundos					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	61,701	2	30,850	3,418	,036
Within Groups	1200,270	133	9,025		
Total	1261,971	135			

Figura 2. Resultados ANOVA primer color.

ANOVA					
Duración en segundos					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	121,015	2	60,508	6,111	,004
Within Groups	613,846	62	9,901		
Total	734,862	64			

Figura 3. Resultados ANOVA segundo color.

Las comparaciones múltiples de Scheffé sitúan la condición “nivel alto 1” (Dif. Brillo=133,13; Dif. Color=347,00 y Contraste=6,78) para el caso del primer color.

En el caso del segundo color, fue la condición “nivel medio 1” (Dif. Brillo=104,79; Dif. Color=384,00 y Contraste=2,55) la que optimizaba mejor la localización de dianas.

Por tanto, para ambos casos se trata de las dos condiciones que más favorecen la localización de información para los usuarios ($p \leq 0,05$).

Un tercer ANOVA comparó la eficacia de estas dos condiciones mostrando finalmente la condición “Nivel alto 1” ($P \leq 0,05$) como la más eficaz de las dos.

4. Conclusiones

De los tres parámetros lumínicos evaluados (diferencias de brillo, color y contraste), únicamente el parámetro brillo del color y diferencia de contraste reflejan las recomendaciones de la W3C (véase Ridpath, 2000 [4]).

En ninguna de las condiciones evaluadas la diferencia de color supera los niveles recomendados (mayores que 500), por lo que este parámetro arroja poca información en el estudio.

La diferencia de contraste mínimo recomendada por la W3C es de 4,5:1, de igual forma coincide con los resultados obtenidos sobre la condición “nivel alto 1” (contraste de 6,78:1).

Por último, las recomendaciones sobre las diferencias de brillo (valores mayores de 125) también coinciden con los resultados, siendo éstos de 133,13 en la condición “nivel alto 1”.

No obstante, cabe achacar a las recomendaciones de la W3C su generalidad, ya que sólo muestran el límite inferior recomendado, y no aportan información sobre valores superiores. Siendo esto último, un problema de aplicación práctica en el diseño de interfaces web.

Nótese que a pesar de los resultados obtenidos la condición “nivel alto 2” recoge valores muy superiores a los recomendados, y por encima de los valores de la condición “nivel medio 1”.

En ésta línea tal como proponen algunos autores, es más apropiado el trabajo con intervalos lumínicos recomendados.

Referencias

- [1] Antolí, A., Fajardo, I.; Cañas, J.J.; Salmeron, L. (2005). Problemas asociados al uso inexperto de la técnica card sorting. Actas del Congreso Interacción 2005, AIPO, Granada.

- Disponibile en:
http://www.ugr.es/~ergocogn/articulos/card_soring.pdf
- [2] Brady, L; Phillips, C. (2003). Aesthetics and Usability: A Look at Color and Balance. Usability News, 5.1, Septiembre, 2009. Disponible en:
<http://www.surl.org/usabilitynews/51/aesthetics.asp>
- [3] Humphreys, G.W, Y Bruce, V. (1989). Visual cognition: Computacional, Experimental, and Neuropsychological Perspectivas. Ed. Lawrence Erlbaum Associated. UK.
- [4] Ridpath, C. (2000). Techniques For Accessibility Evaluation And Repair Tools. W3C (26 abril 2000). Disponible en:
<http://www.w3.org/TR/2000/WD-AERT-20000426>
- [5] Rodriguez, J.J. (2009). Evaluación de aspectos afectivo-emocionales en Bankinter. Interacción'2009. Barcelona.
- [6] Phillips, C, Y Chaparro, B. (2009). Visual Appeal vs. Usability: Which One Influences User Perceptions of a Website More?. Usability News, 11.2, retrieved Octubre, 2009. <http://www.surl.org/usabilitynews/112/aesthetic.asp>

Entornos Virtuales

Integración de una plataforma de experimentación de interfaces tangibles y multimodales con humanos virtuales

Guillermo Frías Marín, Francisco José Cruz Romanos, Javier Marco Rubio, Francisco José Serón Arbeloa¹ y Pedro M. Latorre Andrés¹

¹Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón
Grupo de Informática Gráfica Avanzada (GIGA)
Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro Politécnico Superior. Edificio Ada Byron
María de Luna, 1 - E-50018 ZARAGOZA
{gfrias, grisendo, javi.marco, seron, platorre}@unizar.es

Resumen

Este artículo describe la integración de una plataforma de experimentación de interfaces tangibles y multimodales con humanos virtuales. La plataforma desarrollada dispone de un conjunto de objetos físicos, tanto estáticos como dinámicos, que se pueden manipular directamente o a través de una pantalla orientable estereoscópica que permite a su vez visualizar diferentes escenas tridimensionales. La localización de los objetos físicos se realiza por medio de un sistema óptico de localización. Esta plataforma se ha integrado con el humano virtual Maxine, de modo que el control de los objetos activos puede recibir y enviar mensajes desde y hacia Maxine. Dicha plataforma permite ensayos de interacción multimodal, emocional, tangible y colaborativa en entornos de visualización habituales o de realidad virtual o aumentada.

1. Introducción

En la actualidad una gran parte de la investigación en interfaces sociales se está centrando en la utilización de humanos virtuales, o agentes corpóreos. Estos agentes pueden ser desde simples caras animadas con diferentes habilidades conversacionales hasta representaciones 3D realistas dotadas de complejos movimientos corporales, inteligencia y emociones. El concepto de Ambiente Inteligente muestra una visión de la sociedad de la información en la que destaca la facilidad de uso, el soporte eficiente de los servicios y la posibilidad de obtener interacciones naturales con el ser humano. Las nuevas interfaces de usuario [5] [16] que se están desarrollando en

este contexto se basan en la multimodalidad (voz, gestos), la personalización (preferencias, contexto), la colaboración (para trabajo en grupo tanto in situ como a distancia) y la manipulación directa con objetos físicos (interfaces tangibles). Por otra parte, dichos humanos virtuales pueden también interactuar con el usuario con interfaces basadas en la multimodalidad.

El trabajo expuesto en este artículo se ha desarrollado dentro del proyecto TANGIBLE, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (TIN 2007-63025), cuyo objetivo es la generación de humanos virtuales realistas, tanto desde el punto de vista visual como de comportamiento, que soporten la interacción tangible, natural y emocional con el usuario.

La estructura de este artículo es la siguiente: En primer lugar se introducen brevemente las interfaces tangibles y los humanos virtuales y se describen las plataformas de trabajo que se han desarrollado. Posteriormente se explican los problemas y soluciones ensayadas y adoptadas para la comunicación ordenador-objetos activos, objetos activos y pasivos-ordenador y objetos-objetos y la integración de éstos respecto a su interacción con el humano virtual y viceversa, y finalmente se formulan las conclusiones y futuras ampliaciones y mejoras.

1.1. Las interfaces tangibles y multimodales

Las interfaces tangibles [6] [19] permiten asociar determinados objetos físicos (representaciones físicas) a cierta información digital, pudiendo emplear el usuario estos objetos físicos a la vez como representaciones y como controles de la información (en realidad del sustrato computacional de la misma) que está

representando. El término fue acuñado por Ishii [12], uno de los pioneros en este campo, refiriéndose a un nuevo paradigma de interacción que permite modificar (o incluso eliminar) la tradicional separación funcional existente entre entradas y salidas de la interfaz de un sistema informático [11].

Por otra parte en este proyecto aparecen las interfaces multimodales, relacionadas concretamente con los humanos virtuales, un tema que no es nuevo en la Informática Gráfica o la animación por ordenador [14] [17]. Sin embargo, y en contraposición a los métodos off-line que usan tradicionalmente los animadores, estos nuevos humanos virtuales son capaces de interactuar con el usuario en tiempo real. Para ello se hace necesario por una parte, el desarrollo de nuevos métodos de generación y, por otro lado, un gran esfuerzo de integración [10], debido a que están involucradas diferentes áreas de investigación: el rendering fotorrealista y la animación corporal y facial de figuras humanas, el procesamiento de lenguaje natural, el reconocimiento y la síntesis de voz, la comunicación no verbal (por ejemplo emocional o afectiva) y finalmente la interacción mediante objetos tangibles.

1.2. Los humanos virtuales

Los humanos virtuales son agentes inteligentes antropomorfos que deben intentar cumplir tres características fundamentales para ser considerados como tales [14]. En primer lugar su apariencia tiene que ser similar a la de un humano, es decir su anatomía y las texturas de su piel, pelo y ropa deben de ser realistas; por otra parte sus movimientos deben ser naturales y suaves, y por último el agente debe comportarse como una persona real. En este último punto se incluyen no solo acciones sino también emociones y reacciones inteligentes frente a diferentes situaciones.

Además de las acciones propias de una persona que pueden realizar estos humanos virtuales, las nuevas tendencias en Interacción Persona-Ordenador se están centrando en la búsqueda de técnicas que permitan la comunicación del usuario con el humano virtual, y por tanto de una interacción con las máquinas de forma más natural [2].

2. La plataforma desarrollada

La interfaz tangible de usuario desarrollada es un entorno de laboratorio que permite la experimentación de la interacción con el humano virtual a través de la manipulación de prototipos de diferentes objetos, tanto activos –el usuario manipula el objeto, el sistema lo detecta y ordena un cambio del estado del objeto y éste realiza las acciones requeridas- y pasivos, que son manipulados por el usuario y detectados por el sistema pero no son susceptibles de efectuar ninguna acción por sí mismos.

En esta sección se va a describir la plataforma desarrollada a partir de un esquema de ésta desde el punto de vista de la interacción. A continuación se describen los objetos físicos y sus posibles funcionalidades, los sistemas de detección y actuación de los mismos y los sistemas de visualización e interacción.

2.1. La plataforma desarrollada y sus partes

En la figura 1 se esquematizan los diferentes modos de interacción entre los usuarios, los objetos físicos y el sistema. En la parte superior aparece un conciso esquema en el que se explica el flujo de información entre los diversos bloques funcionales y en la inferior un dibujo esquemático de la plataforma.

En la plataforma desarrollada el usuario recibe información visual (y eventualmente la voz) desde el sistema mediante la proyección sobre una pantalla convencional (ver fig.1 abajo E) o sobre la pantalla orientable estereoscópica de la escena 3D (ver fig.1 abajo G) que puede incluir la imagen del humano virtual Maxine. También manipula y percibe el desplazamiento y funcionamiento de los objetos físicos, y emite respuestas o instrucciones vía voz (o utilizando la forma tradicional teclado-ratón, que no se incluye en el esquema) que son recibidos y procesados por el sistema Maxine y el agente virtual desarrollado.

Por otra parte, el sistema recibe la información de la posición y orientación de los objetos a través de una webcam por medio del módulo reacTIVision (ver fig.1 abajo A) y la pasa al sistema Maxine, que la procesa y en su caso ordena al módulo de control de los objetos activos que los mueva a sus nuevas posiciones y orientaciones. Tanto el sistema Maxine como su agente se describen en el apartado siguiente.

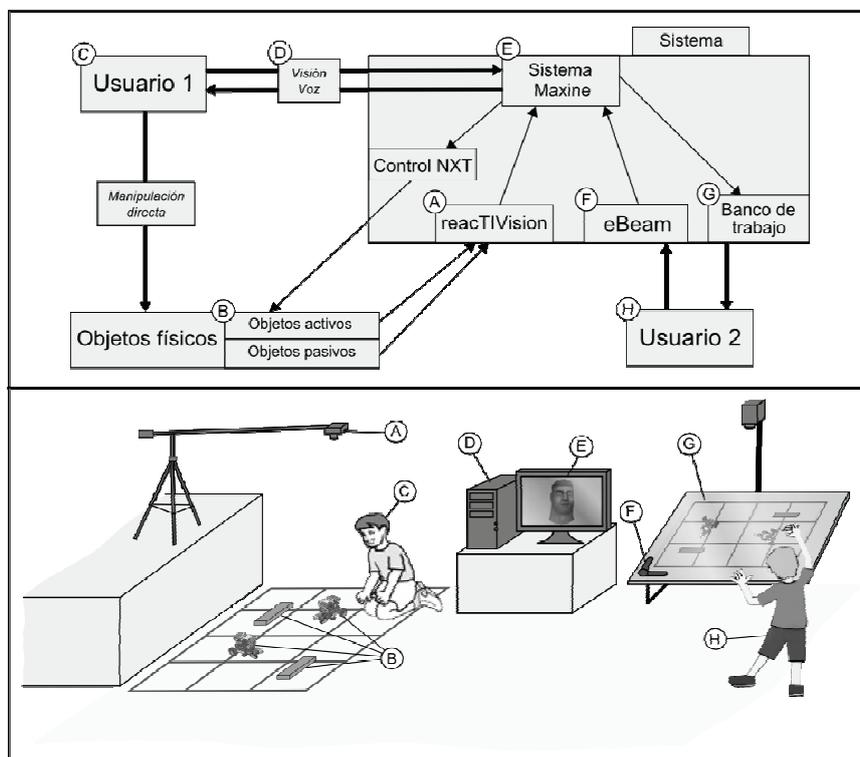


Figura 1. Arriba: Esquema de interacción. Abajo: (A) Sistema de detección reactIVision; (B) Sistema de Interacción tangible Mindstorms con objetos activos y pasivos; (C) Usuario 1; (D) S. I. multimodal (imagen y voz) Maxine; (E) Agente Maxine; (F) Control interactivo eBeam; (G) Sistema de visualización 3D (banco de trabajo virtual); (H) Usuario 2.

2.2. El sistema Maxine

Maxine es un sistema de control de agentes o actores virtuales desarrollado por el Grupo de Informática Gráfica Avanzada (GIGA) de la Universidad de Zaragoza [2]. El motor gráfico de Maxine permite gestionar escenas y actores virtuales (los agentes Maxine) en tiempo real, prestando especial atención a la interacción multimodal y emocional con el usuario de estos últimos. Así pues es posible cargar modelos, animaciones, texturas, sonidos, etc., en tiempo real para poder por ejemplo realizar presentaciones virtuales (ver fig. 2).

Maxine permite la especificación de contenidos tanto a través de un editor como la

comunicación directa con herramientas de bajo nivel. La plataforma está totalmente programada usando C++ y se construye sobre un amplio conjunto de librerías de código abierto [3]. La interacción con el usuario se puede realizar por varias vías diferentes como a través de texto, a través de la voz, de periféricos como el teclado y el ratón o a través de elementos tangibles.

La creación, organización, manipulación y animación de los elementos que componen la escena se realiza a través de un “grafo de escena”, donde se representan cada uno de dichos elementos. Además de los componentes de la escena también se pueden manipular otros elementos auxiliares como las cámaras, animadores simples y complejos y grupos de nodos.



Figura 2. Imagen de uno de los agentes Maxine en un escenario

Las presentaciones virtuales pueden realizarse con un clásico fichero PowerPoint o cargando directamente videos a la escena. Estas se realizan automáticamente, sin que el usuario deba intervenir y de forma verbal, tanto en español como en inglés.

2.3. Los objetos físicos activos y pasivos y su detección

Los objetos físicos activos y pasivos se han desarrollado (no exclusivamente) con piezas de Lego Technics [18] (ver fig. 3, abajo), añadiendo además a los objetos activos los elementos LEGO® Mindstorms [1] necesarios para ejecutar las funcionalidades requeridas. La programación del control de los elementos Mindstorms se ha realizado por medio de la librería LEJOS [13]. Los objetos pueden controlarse bien desde un ladrillo adicional NXT o directamente desde el ordenador vía USB o Bluetooth.

Se ha experimentado con dos tipos diferentes de robots móviles. Por una parte se ha utilizado un modelo sencillo de robot construido con el pack básico de lego Mindstorms (ver fig. 3, arriba). Por otra parte se ha diseñado también un modelo de robot holonómico y omnidireccional mucho más complejo (ver fig. 4, arriba). Este robot tiene la característica de que puede desplazarse a cualquier punto del espacio sin tener que realizar un reposicionamiento previo.

Este último robot dispone de una base que se apoya en tres carros que giran de modo solidario accionados por un motor superior, al lado del que se coloca el ladrillo NXT y los marcadores de reactIVision para la detección de la posición y

orientación. El desplazamiento se realiza por la acción de otros dos motores situados en dos de los carros.



Figura 3. La plataforma LEGO Mindstorms.
Arriba: Robot sencillo.
Abajo: Diferentes objetos pasivos

Como se puede observar en el esquema de funcionamiento de la fig. 4 abajo, inicialmente el robot se encuentra situado en la posición 1. El sistema detecta la orientación del robot (por medio del marcador reactIVision que lleva incorporado) y conociendo el punto de destino se calcula el ángulo que deben girar los carros del robot para quedar orientados en la dirección de destino. Es decir, no se produce una rotación de todo el robot, sino solamente de sus ruedas como se observa en el paso 2 (en gris). Una vez orientadas las ruedas, el robot se desplaza hasta la posición destino situado en el punto 3.

Por otra parte señalar que el hecho de que puedan existir a la vez varios objetos activos en escena nos brinda la posibilidad de realizar aplicaciones de tipo competitivo o colaborativo en el que haya dos usuarios, controlando cada uno de ellos un objeto activo, y que uno o ambos de los usuarios puedan ser actores virtuales controlados por Maxine.

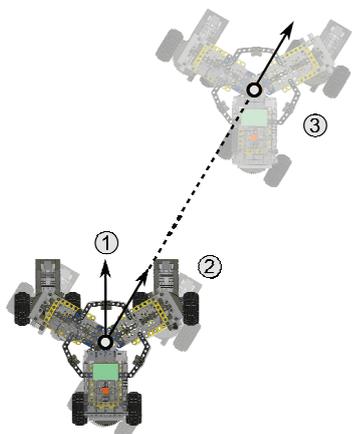


Figura 4. Robot holonómico omnidireccional. Arriba: Imagen del robot. Abajo: Funcionamiento del robot

Para la detección de la posición y orientación exacta de los objetos físicos, debido a la limitada precisión de los LEGO Mindstorms, se ha optado por utilizar un sistema de detección basado en el sistema reacTIVision que toma imágenes de una webcam de resolución media (2 Mpixels que permiten cubrir un área aproximada de 3-4 m²) colocada cenitalmente sobre el área de trabajo

ReacTIVision [4] es un entorno multiplataforma open source de visión por computador que permite el seguimiento robusto y rápido de marcadores fijados a objetos físicos (ver fig. 4, arriba) y que se diseñó para dar soporte al desarrollo rápido de aplicaciones de interfaces de usuario tangibles basados en mesa de trabajo

(Interfaz tangible de usuario) y para superficies multitouch interactivas. Dichos marcadores se pueden utilizar tanto para identificar los objetos como para delimitar el espacio de trabajo [9].

2.4. Sistema de visualización y control interactivo

El usuario puede visualizar las diferentes escenas a través de una pantalla orientable estereoscópica, también llamada banco de trabajo virtual [15], la cual constituye un entorno no inmersivo que permite a los usuarios visualizar e interactuar con objetos tridimensionales en un espacio de trabajo similar a una virtual workbench, siendo ideal para aplicaciones colaborativas.

En este caso además los observadores pueden visualizar imágenes 3D gracias a unas gafas polarizadas pasivas que permiten ver la escena obtenida a través de dos proyectores fijos que actúan sobre un espejo.

Para el control interactivo se ha utilizado el dispositivo de señalamiento eBeam Projection [8], que permite localizar la posición de contacto de un puntero, y se maneja del mismo modo que un ratón se maneja sobre una pantalla convencional como se describe en [9].

Por otra parte, el entorno actual permite la definición de entornos colaborativos en los que, por ejemplo, un niño trabaja en el suelo con los elementos físicos activos y pasivos, y otro trabaja delante de la pantalla e interactúa con la escena física proyectada que podría incluir al agente Maxine.

Otra forma posible de integrar en nuestra plataforma los objetos físicos sobre la proyección de la escena sería suspender un proyector sobre el campo de trabajo de los mismos. En este caso un problema que plantean todos los entornos con proyección o captura de imágenes cenital es el de las inevitables oclusiones. La forma más sencilla de sortear el problema es esperar a que dejen de producirse para actualizar la posición y orientación de los objetos, ya que se puede saber cuándo se producen.

3. Integración con Maxine a través de un humano virtual

El objetivo final de la plataforma tangible diseñada ha sido su integración con Maxine a

través de un agente, que en este caso es la cabeza de un humano virtual. Para ello se han implementado una serie de funciones que permiten al sistema de control de los robots enviar y recibir mensajes de Maxine, tal y como se describe en el esquema de interacción del punto anterior.

En primer lugar, tras la integración, Maxine es capaz de reconocer cualquier objeto, tanto activo como pasivo, que el usuario coloque en la escena. Además si el usuario realiza un cambio en la posición de alguno de los objetos Maxine se entera del cambio de estado. Por otra parte Maxine puede reaccionar a estos cambios, enviando órdenes a los robots para que realicen una acción concreta.

Este hecho ofrece diferentes posibilidades, por ejemplo, que además de que el usuario pueda comunicarse con el agente, también pueda competir contra él o realizar acciones colaborativas.

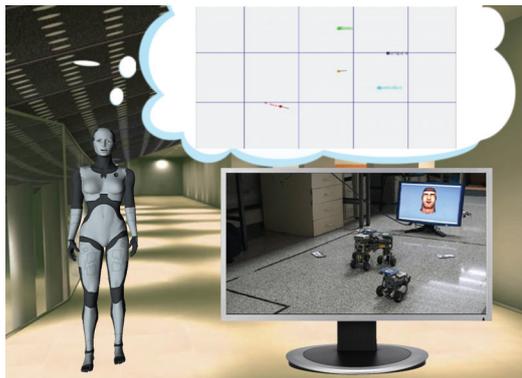


Figura 5. Presentación del funcionamiento de Maxine realizada en tiempo real por el propio agente Maxine

Como ejemplo de aplicación se ha creado una presentación en tiempo real del entorno tangible realizada por el propio (ver fig.5). Durante la misma:

- Un usuario coloca los objetos (activos y pasivos) en el campo de trabajo.
- Maxine reconoce los objetos y los movimientos de éstos, ya sean manipulados directamente por el usuario o a través del banco de trabajo.

- Maxine percibe el cambio de estado y, en su caso, ordena acciones a los objetos activos.
- Los objetos se reposicionan de acuerdo a las instrucciones recibidas.

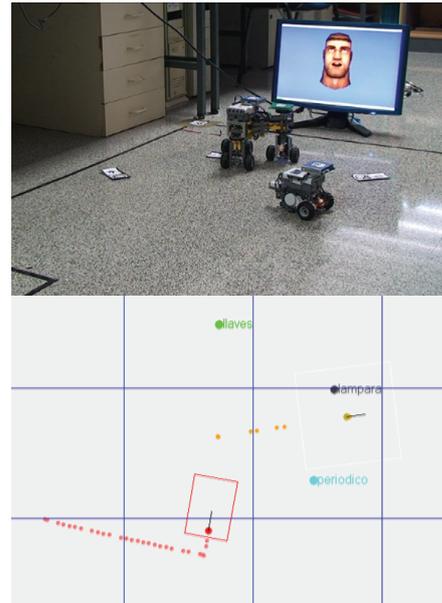


Figura 6. Arriba: Mundo real. En este caso el agente Maxine es una cabeza. Abajo: Visión de Maxine del mundo real

El agente que se encarga de controlar a los objetos físicos activos (en este caso un rostro virtual) envía a dichos objetos mensajes con las acciones que deben realizar y que estos recibirán y ejecutarán. A su vez el agente puede recibir información de los objetos como su posición o si han realizado correctamente las acciones que se les han indicado, ante lo cual reaccionará de diferentes formas (por ejemplo mostrando expresiones de alegría o enfado y diciendo alguna frase o dibujando los objetos en una pantalla). Como el agente sabe en todo momento lo que está sucediendo en la escena puede tomar medidas correctoras ante posibles problemas que se produzcan, así por ejemplo si se produce un bloqueo entre los robots puede indicar a uno de ellos que se desplace para dejar pasar al otro (ver fig. 6).

El segundo agente que entra en escena (una mujer robot) es el que se encargará de presentar por pantalla las posibilidades que ofrece la aplicación, actuando en este caso como lo que se denomina un agente corpóreo conversacional (ECA, Embodied Conversational Agents) [7]. Durante la representación, que se realiza en tiempo real, el agente va mostrando diferentes videos, explicando las posibilidades que ofrece la plataforma y realizando diferentes gestos corporales y faciales.

Este segundo agente recibe información del proceso global de interacción entre el otro agente y el entorno.

4. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se ha descrito una plataforma que permite el ensayo de interfaces tangibles multimodales en laboratorio, integrando elementos físicos activos con diferentes sistemas de visualización y dispositivos de localización basados en visión con reacTIVision.

Los aspectos pendientes en los que se ha empezado a trabajar son los siguientes:

- Añadir funcionalidades a los objetos activos, que por el momento sólo son capaces de moverse o ser movidos por el plano de trabajo de modo que en todo momento se sabe su posición y orientación.
- Desarrollar aplicaciones en entornos de formación, entretenimiento o peligrosos.
- Realizar ensayos de interacción multimodal, emocional, tangible y colaborativa en entornos de visualización habituales o de realidad virtual o aumentada
- Evaluar las interfaces en esas aplicaciones, adoptando las medidas de mejora subsiguientes.

El conjunto está diseñado para desarrollar entornos de experimentación que permitan la interacción de varios usuarios, con elementos físicos activos y pasivos, junto con agentes ECA.

Agradecimientos

Este artículo ha sido financiado por el proyecto TIN2007-63025/ titulado Tangible: Humanos realistas e interacción natural y tangible.

Referencias

- [1] Astolfo, D., Ferrari, M., Ferrari, G.: Building Robots with LEGO Mindstorms NXT.. Syngress Publishing – Elsevier, ISBN-13:9781597491525 (2007)
- [2] Baldassarri, S., Cerezo, E., Anaya, D.: Interacción emocional con actores virtuales a través de lenguaje natural. Interacción 2007 - VIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. ISBN: 978-84-9732-596-7 (2007)
- [3] Baldassarri, S., Cerezo, E. y Serón, F.J.: PERSONAJES VIRTUALES: Una nueva herramienta para la enseñanza de Informática Gráfica. II Jornadas e Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza (2008)
- [4] Bencina, R. and Kaltenbrunner, M.: The Design and Evolution of Fiducials for the reacTIVision System, Proceedings of the Third International Conference on Generative Systems in the Electronic Arts, Third Iteration, Melbourne, 97 – 106 (2005)
- [5] Canny, J.: The future of human-computer interaction. ACM Queue, Vol. 4, Nº 6, July/August (2006)
- [6] Carroll J.M.: Human-Computer Interaction in the New Millennium. (ed). Addison Wesley Professional (ACM Press). ISBN-10: 0-201-70447-1; ISBN-13: 978-0-201-70447-1, (2001)
- [7] Casell J., Sullivan J., Prevost S., Churchill E.: Embodied Conversational Agents, Cambridge: MIT Press (2000).
- [8] Ebeam Capture System. <http://www.ebeam.com/>
- [9] Frías, G., Marco, J., Serón, F.J., Latorre, P.M.: TANGIBLE: Una plataforma de laboratorio para el ensayo de interfaces tangibles y multimodales. X Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Actas del congreso. ISBN 13:978-84-692-5005-1. Barcelona, 7-9 Septiembre, (2009)

- [10] Gratch, J., Rickel, J., André, E., Badler, N., Cassell, J., Petajan, E.: Creating Interactive Virtual Humans: Some Assembly Required. *IEEE Intelligent Systems*, 54-63 (2002)
- [11] Holmquist L.E., Schmidt A., Ullmer B.: Tangible interfaces in perspective. *Personal and Ubiquitous Computing*. Springer (2004)
- [12] Ishii, H., and Ullmer, B. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms. In *Proceedings of CHI'97* 234-241 (2007)
- [13] LEJOS. Programming library for Lego NXT. <http://lejos.sourceforge.net/> (2006)
- [14] Magnenat-Thalmann, N., Thalmann, D.: Virtual humans: thirty years of research, what next? *Visual Computer*, Vol. 21, 997-1015 (2005)
- [15] Obeyesekere, U., Williams, C., Durbi, J., Rosenblum, R., Rosenberg, R., Grinstein, F., Ramamurti R., Landsberg, A., and Sandberg, W.: Virtual Workbench - A Non-Immersive Virtual Environment for Visualizing and Interacting with 3D Objects for Scientific Visualization. *Proceedings of the 7th IEEE Visualization Conference (VIS'96)*. 1070-2385/96 (1996)
- [16] Pelachaud, C., Poggi, I.: Multimodal embodied agents Source. *The Knowledge Engineering* vol. 17(2), 181 – 196, (2002)
- [17] Pina, A., Cerezo, E., Serón, F.J., Computer animation: from avatars to unrestricted autonomous actors (A survey on replication and modelling mechanisms). *Computer Graphics*, Vol. 24, no. 2, 297-311 (2000)
- [18] Sánchez Miralles, A., Meléndez Pardo, R.: *Constructopedia de robots móviles basados en LEGO*. Sánchez, Meléndez eds. ISBN 84-689-0472-4. (2004)
- [19] Ullmer B., Ishii, H. Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. *IBM Systems Journal*, v39, n3-4, 915-931 (2000)

Uso de las Redes Sociales en los Sistemas de Recomendación

Luis G. Pérez
Dept. de Informática
Universidad de Jaén
23071 Jaén
lgonzaga@ujaen.es

María del Rosario
Castillo-Mayén
Dept. de Psicología
Universidad de Jaén
23071 Jaén
mcmayen@ujaen.es

María Aranda
Dept. de Psicología Social
Universidad de Jaén
Campus de las Lagunillas
23071 Jaén
aranda@ujaen.es

Gregoria Montilla
Dept. de Psicología Social
Universidad de Jaén
Campus de las Lagunillas
23071 Jaén
gmontilla@psicologiautil.es

Resumen

Las páginas web de comercio electrónico van incorporando nuevos servicios para atraer nuevos usuarios o garantizar la fidelidad de sus clientes. Desde promociones especiales a clientes fieles, hasta herramientas que le permiten al usuario encontrar lo que necesitan, desean o les gusta de una forma fácil y sencilla. Para este último caso, los sistemas de recomendación han demostrado su gran valía. Sin embargo, en los últimos años, se están explorando nuevas técnicas de marketing para aumentar la fidelización permitiendo a la comunidad de clientes compartir sus opiniones con otros usuario, ver la valoración que le han dados éstos a un determinado producto, etc. En esta contribución, nos proponemos dar un paso más y presentamos un modelo de recomendación que mediante el uso de algoritmos de recomendación y modelos de afinidad permite crear redes sociales de clientes con gran afinidad y gustos comunes, lo cual produciría una mayor asiduidad de éstos, un aumento en la confianza de las recomendaciones recibidas y, a la largo plazo, un incremento en las ventas.

1. Introducción

El comercio electrónico no sólo ha supuesto un cambio en la forma en la que adquirimos los productos o servicios, sino también en las técnicas de marketing y en los mecanismos de fidelización de clientes. En una tienda tradicional, los clientes pueden interactuar bien con el vendedor, el cual les puede aconsejar sobre un producto u otro, en virtud de la calidad del mismo u otros parámetros, o bien con algún conocido u otro cliente que conozca productos similares. Sin embargo, en una página web de comercio electrónico este trato humano se pierde, ya que es el propio cliente

quien interactúa directamente con el programa que le proporcionará el producto o el servicio.

Viendo que esta interacción impersonal con el sistema no era fácil para el usuario estándar, ya que se veía obligado a explorar una gran cantidad de productos similares, se desarrollaron herramientas, los sistemas de recomendación, cuyo objetivo era el de sustituir el papel del vendedor, generando recomendaciones sobre productos acordes con nuestras necesidades y nuestros gustos.

Uno de los focos de mayor interés en estos sistemas es el relativo a la interfaz ofrecida a los usuarios [14,17,26], buscando que esta interacción sea lo más natural y transparente posible, de forma que le permita al usuario una interacción más fácil, natural y personalizada con el sistema.

Sin embargo, existe otra forma de aumentar la confianza en el sistema de recomendación, aumentar su efectividad y aportar el componente humano del que los sistemas de recomendación carecen. Este método se refiere al intento de favorecer la comunicación entre la comunidad de usuarios y/o mediante el uso de las redes sociales.

Muchas páginas de comercio electrónico (www.amazon.com, www.elcorteingles.es, ...) permiten a sus usuarios puntuar un producto, leer críticas de los mismos y/o expresar sus opiniones, fomentando de esta forma la generación de comunidades de usuarios y ofreciéndoles un ambiente más personal y humano.

Otros autores también han señalado la importancia de este aspecto [2,12,23,27], y así por ejemplo, encontramos estudios que señalan que las recomendaciones recibidas de amigos son mejor valoradas y percibidas como más útiles y más acertadas que si éstas provienen de un sistema de recomendación [25,28], ya que los participantes asumen que sus amigos los conocen mejor y, por tanto, pueden anticipar con mayor precisión sus gustos que los sistemas de recomendación.

En esta contribución proponemos un modelo de sistema de recomendación que a su vez fomenta la creación de redes sociales entre usuarios de gustos similares. Al crear estos nichos de usuarios favorecemos, por un lado, la asiduidad de éstos y, por otro lado, aumentamos la percepción subjetiva que se tiene sobre la bondad de las recomendaciones recibidas, ya que éstas se harán a partir de usuarios conocidos y con gustos similares.

La estructura de esta contribución es la siguiente. En primer lugar, revisaremos una serie de preliminares sobre sistemas de recomendación colaborativos y redes sociales. En segundo lugar, presentaremos el modelo que proponemos y, por último, señalaremos las conclusiones.

2. Preliminares

En esta sección revisaremos los conceptos básicos necesarios para entender el modelo. Primero revisaremos los sistemas de recomendación centrándonos en los colaborativos, pues han sido éstos los que hemos utilizado en nuestra propuesta. Posteriormente, haremos una breve descripción de las redes sociales y, por último, veremos algunos ejemplos de cómo las páginas web de comercio electrónico intentan fomentar la creación de redes sociales entre sus clientes.

2.1. Sistemas de recomendación

Una de las herramientas que más beneficios ha aportado a la personalización han sido los sistemas de recomendación. Los sistemas de recomendación ayudan a los clientes a encontrar fácilmente productos que satisfagan sus necesidades y/o sus gustos. Debemos tener en cuenta que, habitualmente, las tiendas de comercio electrónico ofrecen una gran cantidad de productos para satisfacer cualquier necesidad y, aunque en principio esto pueda suponer una ventaja, también puede suponer un inconveniente pues obliga al usuario a explorar todas las posibles alternativas aun cuando sólo unas pocas de ellas realmente satisfacen sus necesidades.

La labor del sistema de recomendación es reducir el número de alternativas que el usuario tiene que explorar y dejar únicamente aquéllas que potencialmente le pueden interesar. Para ello,

estos sistemas recogen los gustos de los usuarios y a partir de ellos infieren otros productos que también pudieran ser de su interés.

Aunque todos los sistemas de recomendación tienen el mismo objetivo, guiar al usuario de la mejor forma posible hacia productos que satisfagan sus intereses, existen distintas técnicas y algoritmos para generar estas recomendaciones. Dependiendo de la técnica utilizada, podemos clasificar los sistemas de recomendación en: sistemas de recomendación demográficos [16], basados en contenido [19], colaborativos [9], basados en conocimiento [5,20], híbridos [1], etc.

Los sistemas de recomendación de filtrado colaborativos (SRFC) se basan en que las semejanzas existentes en las evaluaciones pasadas entre un grupo de usuarios sobre una serie de productos tienden a mantenerse en las futuras. Los SRFC utilizan las correlaciones existentes entre las evaluaciones del usuario que va a recibir las recomendaciones y el resto de usuarios. Basándose en estas correlaciones, el sistema predice qué valores le daría el usuario a un conjunto de productos desconocido por él y son recomendados aquellos con la valoración esperada más alta (ver figura 1). Es de esperar que estas recomendaciones sean acertadas, ya que los productos recomendados han sido valorados favorablemente por otros usuarios con gustos semejantes.

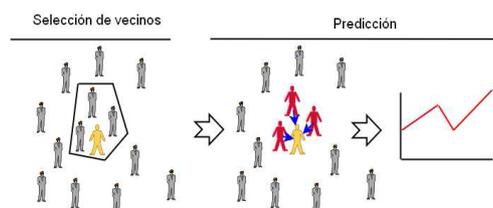


Figura 1. Algoritmo de filtrado colaborativo

Dependiendo del algoritmo utilizado los SRFC pueden clasificarse en:

- Basados en memoria [22,24]: cuando se utiliza la colección completa de usuarios para generar las recomendaciones.
- Basados en modelos [4,8,10]: cuando se utiliza la colección completa de usuarios para construir un modelo que será el que se utilice para generar las recomendaciones.

Las principales ventajas de los SRFC son:

- No requieren información o conocimiento sobre los productos que se están recomendando.
- Para la generación de las recomendaciones, puede utilizarse tanto información explícita (e.g. las puntuaciones aportadas por él sobre los productos conocidos) como implícita proporcionada por los usuarios (e.g. productos consultados por el usuario).
- Son adaptativos; la calidad de las recomendaciones aumenta cuando aumenta la densidad de usuarios y valoraciones con respecto al universo de productos.
- Son capaces de realizar recomendaciones “fuera de la caja”, es decir, recomendación de productos diferentes a los valorados por este usuario.

2.2. Redes sociales

Facilitar la comunicación entre las personas ha sido uno de los campos más desarrollados en Internet. Desde la creación del correo electrónico, nuevas herramientas y servicios han aparecido y mejorado para facilitar tanto la creación como el mantenimiento de relaciones por Internet. Actualmente, las personas pueden expresar sus ideas por medio de blogs (<http://www.blogger.com>), distribuir sus propias historias (<http://www.fanfiction.net>), compartir sus opiniones usando Usenet, hablar con otras personas mediante chats o utilizando la mensajería instantánea, compartir videos (<http://www.youtube.com>), etc. Pero en estos últimos años, websites como MySpace (<http://www.myspace.com>), Facebook (<http://www.facebook.com>), Tuenti (<http://www.tuenti.com>) o Badoo (<http://www.badoo.com>) han aumentado su popularidad y en la actualidad son utilizadas por millones de usuarios, ya que les permite crear y gestionar tanto las relaciones personales como las profesionales. De hecho, ésta es posiblemente la razón de su éxito, pues ofrecen una gran variedad de servicios para que las personas sigan en contacto, puedan compartir fotos, videos, buscar a más personas conocidas, etc.

Aunque actualmente la mayoría de las redes sociales han sido diseñadas para que disfrutemos de nuestro tiempo libre, hobbies, mantenernos en contacto con nuestros amigos, compartir cosas con ellos, etc., algunas fueron creadas para ser utilizadas en contextos académicos o en los negocios. Así, por ejemplo, el sitio web, RedSock[21] (ver figura 2) fue diseñado para facilitar la creación de redes sociales entre estudiantes de la Universidad de Jaén.



Figura 2. RedSock

Una de la innovaciones que aporta RedSock sobre otras redes sociales on-line es que es capaz de emparejar usuarios, que previamente no se han conocido, pero con los que se comparte un alto grado de afinidad.

2.3. Redes sociales y comercio electrónico

En esta sección revisaremos qué herramientas se han incorporado para el fomento de redes sociales en dos de los sitios web más utilizados y representativos en el uso de los sistemas de recomendación.

FilmAffinity

El primer sitio web que analizaremos es FilmAffinity (<http://www.filmaffinity.com>). En 2002, Pablo Kurt y Daniel Nicolás crearon FilmAffinity como una página web para que los usuarios pudieran consultar información de películas y compartir sus opiniones. Uno de los servicios más utilizado en FilmAffinity es el cálculo de recomendaciones, el cual se hace mediante el uso de un Sistema de Recomendación Colaborativo.

FilmAffinity, ha ido incorporando progresivamente diferentes servicios que permiten mantener contactos con miembros de su

comunidad de usuarios. Por un lado, FilmAffinity permite buscar “almas gemelas”, usuarios con gustos similares y nos permite recibir recomendaciones calculadas a partir del conjunto de “almas gemelas”, como de una única “alma gemela” elegida por el usuario. Adicionalmente, FilmAffinity ha incluido servicios de mensajería interna para que sus usuarios puedan enviarse mensajes.

Quizás la herramienta más cercana a la creación y gestión de una red social sea la opción de “Mis amigos”. En ella, los usuarios pueden añadir tanto a otros usuarios que sean conocidos por ellos previamente, como a cualquier otro usuario del sistema. De esta forma, los usuarios pueden consultar fácilmente, por ejemplo, las puntuaciones o las críticas de aquellos usuarios o amigos que ellos consideren más cercanos.

FilmAffinity, sin embargo, no ofrece ningún servicio que asista en la creación de dicha lista, ni ofrece ningún otro servicio que permita comunicarse con los miembros de esa lista de “amigos” tal y como se ofrece en las páginas web de redes sociales como Facebook, en donde los usuarios pueden conocer en todo momento el estado de sus amigos y sus últimas novedades así como comunicarse con ellos de forma sencilla.

Amazon

Amazon es una de las compañías más importantes de comercio electrónico, creada por Jeff Bezos en 1995. En la actualidad, Amazon vende desde libros y electrónica hasta raquetas de tenis y joyería y tiene sitios web en Reino Unido, Alemania, Francia, Japón, Canadá o China.

Amazon también ha ido incorporando poco a poco servicios o características que le permiten a los usuarios conocer las opiniones de otros usuarios o bien comunicarse con éstos.

Así, por ejemplo, cuando un usuario consulta un producto, puede ver las críticas dejadas por otros usuarios sobre dicho producto. El usuario también podrá comentar dicha crítica y el autor responder a dicho comentario. Además, el usuario puede consultar el perfil del autor de la crítica, y conocer más información sobre esta persona (otras críticas que haya hecho, de dónde es, su correo electrónico, etc.).

Todos los usuarios de Amazon tienen la posibilidad de crearse un perfil, que puede ser consultado por otros usuarios. Dentro de dicho

perfil, además de aparecer las críticas escritas por dicha persona como hemos indicado anteriormente, podrán aparecer listas de productos creados por el usuario, las cuales también podrán ser consultadas por otros usuarios. Estas listas van desde aquellos productos que le gustaría adquirir al usuario (Wish List) hasta listas propias del usuario (productos preferidos, novelas de terror favoritas, etc.).

Amazon también permite la creación de foros de discusión asociados con un determinado producto, favoreciendo de esta forma que su comunidad de clientes pueda compartir sus opiniones, experiencias, etc., con otros miembros de la comunidad.

Sin embargo, al igual que ocurría con FilmAffinity, Amazon no ofrece ningún servicio que de forma directa permita a los usuarios gestionar o crear redes sociales de personas que compartan sus mismos gustos.

3. Modelo para la creación de redes sociales

En esta contribución proponemos un modelo para integrar los servicios propios de los sistemas de recomendación con los característicos de las redes sociales.

En esta propuesta afrontamos dicho reto desde dos puntos de vista distintos. Por un lado, facilitando la creación y gestión de redes sociales, incorporando tanto modelos de atracción interpersonal como elementos propios de los sistemas de recomendación. Por otro lado, una vez creadas estas redes sociales, veremos cómo se pueden incorporar éstas en el sistema de recomendación de forma que se aumente la confianza en la bondad de las recomendaciones generadas.

Para la creación de la red social de un determinado usuario U , el modelo seguirá los siguientes pasos:

1. Incorporación de usuarios conocidos: usuarios ya conocidos por U y que éste quiere que formen parte de su red social.
2. Búsqueda de usuarios con gustos similares: utilizaremos algunos de los componentes propios de los sistemas de recomendación colaborativos para

localizar aquellos usuarios con los que U comparta sus mismos gustos.

3. Selección de usuarios afines: de entre estos usuarios, se escogerán aquéllos que tengan una mayor afinidad.

El objetivo de esta primera fase es favorecer la creación de vínculos de amistad entre usuarios que tengan no sólo una alta afinidad, sino también con aquellos con los que comparte los mismos gustos. De esta forma, si generamos recomendaciones en base a los usuarios de esta red social, en ella nos encontraremos usuarios con gustos similares y estas recomendaciones gozarán de mayor confianza al provenir de personas conocidas por el usuario U .

Una vez creadas estas redes sociales, es muy importante que el sistema ofrezca servicios que permitan a dicho usuario mantener el contacto y estar actualizado con respecto a todos los miembros de su red social. Entre los servicios que se podrían ofrecer podríamos incluir un servicio de noticias en donde se le notifique al usuario las nuevas críticas, productos valorados, puntuaciones, etc., introducidas por los miembros de su red social o permitirle a éstos crear foros de discusión, escribirse entre ellos, etc. Estos servicios no se explican en profundidad en esta contribución ya que no entran dentro de los objetivos de nuestro estudio.

Es muy importante señalar que, aun cuando no se creen lazos de amistad entre los usuarios, el mero hecho de recibir actualizaciones de dichas personas, o leer cosas suyas, hará que se creen lazos de cercanía o familiaridad [3].

La segunda parte de nuestra propuesta consiste en diseñar un sistema de recomendación que aproveche y tenga en cuenta que los usuarios de su sistema pueden tener una red social asociada. Nuestro objetivo es aprovechar la existencia de estas redes sociales, para que la generación de recomendaciones sean percibidas como más fiables.

El modelo que proponemos ofrece dos posibles modos de funcionamiento:

1. Recomendaciones provenientes de nuestra red social: las cuales gozarán de una mayor confianza por parte del usuario ya que vendrán inferidas a partir de datos provenientes de usuarios conocidos por él.

2. Recomendaciones generales: donde aplicaremos el algoritmo de recomendación estándar.

A continuación, explicaremos detalladamente cada uno de los puntos propuestos en esta sección. En la sección 3.1 explicaremos la primera parte de nuestra propuesta, la creación de redes sociales en sistemas de recomendación colaborativos, y en la sección 3.2, detallaremos cómo sacar provecho de estas redes sociales en los algoritmos de recomendación colaborativos.

3.1. Creación de redes sociales

Como hemos indicado anteriormente, esta fase incluye tres pasos: incorporación de los usuarios conocidos, búsqueda de usuarios con gustos similares y selección de usuarios afines. A continuación explicaremos cada uno de estos pasos detenidamente.

Incorporación de usuarios conocidos

Si bien es cierto que nuestros amigos o conocidos no tienen por qué tener nuestros mismos gustos, sí pueden suponer un elemento clave para que la red social funcione de forma correcta, ya que son personas, conocidas por nosotros, con las que nos llevamos bien y con los que ya nos hemos relacionado y posiblemente queramos mantener el contacto.

Búsqueda de usuarios con gustos similares

Una de las técnicas utilizadas en los SRFC para la inferencia de recomendaciones es el método de filtrado colaborativo basado en vecinos y presentado en [13].

Estos métodos están compuestos de tres pasos: en el primero se calcula el peso de cada usuario según sea su similitud con el usuario al cual se le quiere dar recomendaciones. Posteriormente, según esta semejanza, se define el conjunto de usuarios cercanos a él. Por último, se infieren las recomendaciones combinando de forma ponderada las valoraciones de los vecinos y recomendando aquellos productos que han obtenido la mayor valoración estimada.

En nuestro problema no nos interesa la inferencia de recomendaciones, sino el cálculo de la semejanza de los vecinos cercanos.

En [4] se proponen dos técnicas para el cálculo de dicha semejanza. La primera propuesta está basada en el coseno del ángulo formado por los vectores de valoraciones de los usuarios u_a y u :

$$w_{u_a, u} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{r_{u_a, i}}{\sqrt{\sum_{k \in I_{u_a}} r_{u_a, k}^2}} \cdot \frac{r_{u, i}}{\sqrt{\sum_{k \in I_u} r_{u, k}^2}}}{\sqrt{\sum_{k \in I_{u_a}} r_{u_a, k}^2} \cdot \sqrt{\sum_{k \in I_u} r_{u, k}^2}}$$

Donde $r_{u_a, i}$ es la valoración del usuario objetivo sobre el producto i , $r_{u, i}$ es la valoración del usuario u y I_{u_a} e I_u son el conjunto de valoraciones del usuario u_a y u respectivamente.

También en este mismo artículo se propuso utilizar el coeficiente de correlación de Pearson [24]:

$$w_{u_a, u} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{u_a, i} - r_0) \cdot (r_{u, i} - r_0)}{\sigma_{u_a} \cdot \sigma_u}$$

Donde r_0 representa el punto medio de escala utilizada para evaluar los productos, $r_{u_a, i}$ es la valoración del usuario objetivo u_a , σ_{u_a} y σ_u son las desviaciones típicas de las valoraciones del usuario objetivo u_a y del usuario u .

Este último es el que finalmente hemos utilizado para el cálculo de la semejanza de un usuario con el resto, ya que en [4] se demostró que el coeficiente de correlación ofrecía mejores resultados que la basada en el coseno.

Por lo tanto, en esta fase se harán los siguientes pasos:

1. Calcular la semejanza del usuario u con el resto de usuarios del sistema mediante el coeficiente de correlación de Pearson explicado anteriormente.
2. Eliminar aquellos usuarios cuyos coeficientes de correlación sean cercanos a 0 y devolver este conjunto de

usuarios para que se procese en el siguiente paso.

Al final obtendremos un conjunto de usuarios $C_p = \{u_i : u_i \neq u, |w_{u_i, u}| > \alpha\}$, cuyos coeficientes de Pearson, en valor absoluto, superarán un umbral $\alpha \in [0, 1]$.

En realidad, en este paso, no sólo nos estamos quedando con aquellos usuarios que tienen gustos similares a los del usuario u , sino también con aquéllos cuyos gustos son opuestos a éste pero que aportan también una información igual de valiosa a la hora de generar las recomendaciones.

Selección de usuarios afines

Para el cálculo de la afinidad entre dos personas, los usuarios deberán rellenar un cuestionario en el que se incluirán preguntas sobre sus actitudes, rasgos de personalidad, su yo real y yo ideal, similar al utilizado en un estudio previo de este mismo grupo de investigación [18] y que puede encontrarse en el anexo.

Las cuestiones relacionadas con la personalidad fueron obtenidas de los cuestionarios Minnesota Multifactorial Personality Inventory (ítems 59, 61, 82, 87, 96, 97, 106, 116, 125, 126, 180, 222, 335 y 318) (MMPI) y del Big Five Questionnaire (BFQ) [7].

Con respecto a la semejanza de personalidad, las dos primeras cuestiones fueron creadas para el estudio y las siguientes obtenidas de los cuestionarios de Grover y Brockner [11] que a su vez están basados en los estudios de Byrne [6]. De ellas, las cuatro primeras evalúan la similitud en el comportamiento tipo-A y las restantes miden la búsqueda de sensaciones. Por último, se añadió el ítem 12 de la escala de impulsividad de Cantoblanco.

Una vez que los usuarios hayan rellenado estos cuestionarios, en esta fase se realizarán los siguientes pasos:

1. Cálculo de la afinidad entre el usuario u y los usuarios del conjunto C_p .

Esta afinidad se calculará mediante la función $f_{af}(u_i, u)$ la cual devolverá el porcentaje de respuestas comunes que

tiene el usuario u y el usuario $u_i \in C_p$.

2. Creación de una lista L de usuarios candidatos a la red social del usuario u ordenados por dicha afinidad, $L = \{u_1, \dots, u_m\} / f_{af}(u_1, u) \geq \dots \geq f_{af}(u_m, u)$
3. Por último, se mostrará al usuario dicha lista para que seleccione qué personas desea que se incorporen a su red social.

3.2. Recomendaciones

Como indicamos en la descripción del modelo, en esta fase, el usuario puede elegir dos modos de operación: que sus recomendaciones se generen en base únicamente a los miembros de su red social o que se utilicen todos los usuarios indistintamente de si son conocidos por éste o afines a él.

En ambos casos, el algoritmo del que partiremos será el utilizado por Herlocker Konstan, Borchers y Riedl en [13].

Este algoritmo basado en memoria realiza los siguientes pasos para generar las recomendaciones:

1. Calcula el peso de los usuarios basándose en la semejanza de las valoraciones de los productos realizadas por ellos.
2. Define el subconjunto de usuarios, de entre los más cercanos a los gustos de la persona en cuestión, que se utilizará para generar las recomendaciones.
3. Calcula las recomendaciones utilizando una agregación ponderada de las valoraciones de los vecinos seleccionados.

Para calcular estas predicciones se propuso la siguiente función [15]:

$$p_{u_a} = \bar{r}_{u_a} + \frac{\sum_{u=1}^n (r_{u,i} - \bar{r}_u) \cdot w_{u_a,u}}{\sum_{u=1}^n w_{u_a,u}}$$

Donde $p_{u_a,j}$ representa la predicción para el usuario objetivo u_a para el producto i , n representa la cardinalidad del subconjunto de usuarios, \bar{r}_{u_a} es la media de las valoraciones del usuario objetivo u_a , $r_{u,j}$ es la valoración del usuario u para el producto i , \bar{r}_u es la media de las valoraciones del usuario u y $w_{u_a,u}$ es el peso de la semejanza entre el usuario objetivo u_a y el vecino u . Para calcular $w_{u_a,u}$ se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson [24], explicado en la sección 3.1.

Es muy importante resaltar que si el usuario pidió que se generara una recomendación clásica, dependiendo de todos los usuarios del sistema, se empleará este algoritmo sin modificación alguna.

Sin embargo, si el usuario quiere que se generen recomendaciones a partir de su red social, el paso 2 se deberá redefinir, quedando, por lo tanto, todos los pasos de la siguiente forma:

1. Calcula el peso de los miembros de la red social basándose en la semejanza de las valoraciones de los productos de éstos.
2. Define el subconjunto que se utilizará para generar las recomendaciones. En este paso se eliminarán aquellos usuarios conocidos cuyos gustos no coincidan con el usuario.
3. Se calculan las recomendaciones utilizando una agregación ponderada de las valoraciones de los vecinos seleccionados.

Si bien las recomendaciones generadas con esta última opción no tienen por qué mejorar, ya que el subconjunto de usuarios que se utiliza para generarlas es más pequeño que con el algoritmo clásico, la confianza de éstas es mayor, pues se generan a partir de usuarios conocidos por el usuario u . Por esta razón, tales recomendaciones serán más tenidas en cuenta e influirán en mayor medida en el comportamiento del usuario, y, por ejemplo, podrán suponer una mayor motivación a la hora de alquilar o comprar un producto.

4. Conclusiones

En esta contribución presentamos una propuesta en la que integramos las redes sociales en los sistemas de recomendación. Para ello, se propone el uso de un algoritmo que facilite o que fomente la creación de redes sociales entre personas afines, de forma que estas redes sociales puedan crearse con ayuda del sistema y entre personas con gustos similares. De esta forma, por un lado, hemos incorporado un servicio adicional que aumentará el número de visitas y que, por lo tanto, hará que la probabilidad de que los usuarios compren o alquilen los productos o servicios ofrecidos también aumente. Por otro lado, impulsamos la generación de recomendaciones entre personas conocidas, lo que incrementa la confianza que los usuarios tendrán sobre las recomendaciones generadas.

Referencias

- [1] Basu, C., Hirsh, H., y Cohen, W. Recommendation as classification: Using social and content based information in recommendation. In Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence, 714-720, 1998.
- [2] Bonhard, P. Who do trust? Combining Recommender Systems and Social Networking for Better Advice. Workshop: Beyond Personalization 2005 IUI'05, San Diego, California, USA. Enero 2005.
- [3] Bornstein, R.F. Exposure and Effect: Overview and meta-analysis of research. *Psychological Bulletin*, 112:3-32, 1989.
- [4] Breese, J.S., Heckerman, D. y Kadie, C. Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering. Uncertainty in Artificial Intelligence. Proceedings of the Fourteenth Conference, 43-52. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1998.
- [5] Burke, R. Knowledge-based recommender systems. *Encyclopedia of Library and Information Systems*, 69(32), 2000.
- [6] Byrne, D. *The Attraction Paradigm*, New York: Academic Press, 1971.
- [7] Caprara, G.V., Barbaranelli, C. y Borgogni, L. BFQ: Big Five Questionnaire. Florencia: Organizzazioni Speciali. 1993. Traducido y validado por José Bermúdez. Madrid: Tea Ediciones, 1995.
- [8] Condliff, M., Lewis, D.D., Madigan, D. y Posse, C. Bayesian Mixed-Effects Models for Recommender Systems. ACM SIGIR 99 Workshop on Recommender Systems: Algorithms and Evaluation. Berkeley, California, 1999.
- [9] Goldberg, D., Nichols, D., Oki B.M., y Terry, D. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Communications of the ACM*, 35(12):61-70, 1992.
- [10] Good, N., Schafer, J.B., Konstan, J.A., Borchers, A., Sarwar, B., Herlocker, J.L., y Riedl, J. Combining Collaborative Filtering with Personal Agents for Better Recommendations. The Sixteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-99) (pp. 439-446). AAAI Press, 1999.
- [11] Grover, S. L., y Brockner, J. Empathy and the relationship between attitudinal similarity and attraction. *Journal of Research in Personality*, 23(4):469-479, 1989.
- [12] He, J. y Chu W.W. A Social Network-Based Recommender System (SNRS). Aceptado en el Journal of Annuals of Information Systems (AoIS), Special Issue on Data Mining for Social Network Data, 2010.
- [13] Herlocker, J.L., Konstan, J.A., Borchers, A. y Riedl, J. An algorithmic framework for performing collaborative filtering. The 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, 230-237. ACM New York, NY, USA, 1999.
- [14] Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Borchers, A., y Riedl, J. Explaining collaborative filtering recommendations. In Proceedings of the ACM 2000 Conference on Computer Supported Cooperative Work, 241-250, 2000
- [15] Konstan, J.A., Miller, B., Maltz, D., Herlocker, J.L., Gordon, L. y Riedl J. GroupLens: Applying Collaborative Filtering to Usenet News. *Communications of the ACM* Vol. 40(3):77-87. ACM Press, 1997
- [16] Krulwich, B. Lifestyle finder: intelligent user profiling using large-scale demographic data. *AI Magazine*, 18(2):37-45, 1997.
- [17] McNee, S. M., Lam, K. S., Guetzlaff, C., Konstan, J. A., y Riedl, J. Confidence Displays and Training in Recommender Systems. In Proceedings of INTERACT '03

- IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction, 176-183, 2003.
- [18] Montes, B., Pérez, L.G. A Social Network For Freshmen To Get In Contact. International Conference of Education, Research, and Innovation (ICERI), Madrid, Spain, 2009.
- [19] Pazzani, M. J., Muramatsu, J., and Billsus, D. Syskill & Webert: Identifying interesting web sites. In AAAI/IAAI, Vol. 1:54-61, 1996.
- [20] Pérez, L.G., Martínez, L., Barranco, M., Espinilla, M. Sistema de Recomendación Basado En Conocimiento con Información Lingüística. II Congreso Español de Informática (CEDI 2007). Zaragoza, 2007.
- [21] Pérez, L.G., Montilla, G., Aranda, M. RedSock: A Social Network On Internet For Students. International Technology, Education and Development Conference (INTED 2010), Valencia, Spain, 2010.
- [22] Resnick, P., Iacovou, N., Suchak, M., Bergstorm, P. y Riedl, J. GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews. ACM 1994 Conference on Computer Supported Cooperative Work (pp. 175-186). ACM Press, 1994.
- [23] Seth, A., Zhang, J. y Cohen, R. Bayesian Credibility Modeling for Personalized Recommendation in Participatory Media. 18th Intl. Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization. Hawaii, 2010.
- [24] Shardanand, U. y Maes, P. Social Information Filtering: Algorithms for Automating "Word of Mouth". ACM CHI'95 Conference on Human Factors in Computing Systems, Vol. 1: 210-217. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co, 1995.
- [25] Sinha, R. y Swearingen, K. Comparing Recommendations made by Online Systems and Friends. In Proceedings of the DELOS-NSF Workshop on Personalization and Recommender Systems in Digital Libraries, 2001.
- [26] Swearingen, K. & Sinha, R. Interaction design for recommender systems. In Interactive Systems (DIS2002), London, June 25-28, 2002.
- [27] Victor, P., Cornelis, C. y De Cock, M. Enhanced Recommendations through Propagation of Trust and Distrust. Proceedings of the 2006 IEEE/WIC/ACM international conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, 263-266, 2006.
- [28] Victor, P., Cornelis, C., Teredesai A.M. y De Cock, M. Whom should I trust?: the impact of key figures on cold start recommendations. Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing, Brasil, 2014-2018, 2008.

5. Anexo

En esta sección hemos incluido los cuestionarios utilizados en los estudios previos de este grupo de investigación.

5.1. Test de similitud actitudinal

1.- Estoy bastante preocupado por la problemática del medio ambiente

Verdadero | Falso

2.- Soy una persona bastante religiosa

Verdadero | Falso

3.- Creo que debería existir alguna medida de control de la entrada de inmigrante en nuestro país

Verdadero | Falso

4.- Creo que se le debería de dar más oportunidades al colectivo de los gitanos

Verdadero | Falso

5.- Creo que no tengo prejuicios hacia otras razas y grupo étnicos

Verdadero | Falso

6.- Creo que se le debería facilitar a las mujeres la incorporación al mundo laboral más de lo que se hace actualmente

Verdadero | Falso

7.- Creo que existen diferencias en el manejo del estrés entre hombres y mujeres

Verdadero | Falso

8.- Soy una persona que le da poca importancia al dinero

Verdadero | Falso

9.- Creo que es importante que cada persona se identifique con el partido al que pertenece

Verdadero | Falso

5.2. Test de similitud de personalidad

1.- ¿Cuál es tu orientación sexual?

Heterosexual | Homosexual | Bisexual

2.- ¿Cuál es tu tendencia a la depresión?

Nada | Algo | Bastante | Mucho

3.- ¿Te consideras una persona impulsiva?

Nada | Algo | Bastante | Mucho

4.- ¿Haces las cosas con prisa?

Nunca | A veces | A menudo | Siempre

5.- ¿Te agobian tus temores o miedos?

Nunca | A veces | A menudo | Siempre

6.- ¿Crees que hay que luchar siempre por lo que quieres?

Nunca | A veces | A menudo | Siempre

7.- ¿Te gusta realizar algunas conductas arriesgadas solamente por el placer de excitarte (como cruzar una carretera con cierto peligro, conducir sin seguir todas las normas de seguridad, etc.)?

Nunca | A veces | A menudo | Siempre

8.- ¿Te gusta realizar deportes de riesgo?

Nunca | A veces | A menudo | Siempre

9.- ¿Te gusta practicar el sexo sin usar métodos anticonceptivos a pesar de ser consciente del riesgo que puede tener?

Nunca | A veces | A menudo | Siempre

10.- ¿Toma una decisión sin pensar en las consecuencias?

Nunca | A veces | A menudo | Siempre

5.3. Test de contraste entre el yo real y el ideal

1.- ¿En qué medida te gustar ser como eres?

(1) No me gusta nada (2) No me gusta lo suficiente (3) No me gusta en algunos aspectos (4) Me gusta algo (5) Me gusta bastante (6) Me gusta mucho

2.- En caso de que en la pregunta 1 hayas contestado 1,2 o 3, por favor, señala que aspectos de ti mismo te gustaría cambiar (pueden ser varios aspectos)

Aspecto físico | Inteligencia | Capacidad para relacionarme con otras personas | Habilidades | Salud | Capacidad para sobresalir de los demás | Otros

3.- En caso de que en la pregunta 1 hayas contestado 4, 5 o 6 por favor, señala que aspectos de ti mismo te gustan más (pueden ser varios aspectos)

Aspecto físico | Inteligencia | Capacidad para relacionarme con otras personas | Habilidades | Salud | Capacidad para sobresalir de los demás | Otros

Propuesta de Modelo de Awareness para Entornos Virtuales Colaborativos

Arturo S. García
Symbia IT
Parque Científico y Tecnológico de Albacete
Edificio de Emprendedores
02006 Albacete
arturo@symbiait.com

Pascual González,
José P. Molina, Diego Martínez,
Jonatan Martínez
Universidad de Castilla-La Mancha
02071 Albacete
{pgonzalez,jpmolina,diegomp1982}@dsi.uclm.es

Resumen

Los modelos de awareness desarrollados para sistemas CSCW se muestran demasiado generales como para aplicarlos a tareas tan específicas como aquellas que requieren manipulación concurrente de objetos junto con comunicación verbal y no verbal (closely-coupled collaboration tasks). Por esta razón, este artículo presenta una nueva aproximación a estos modelos, tratando de cubrir el hueco existente entre la teoría de awareness y la implementación, ofreciendo un modelo que el diseñador debe tener en cuenta a la hora de plantearse el desarrollo de un CVE.

1. Introducción

Los Entornos Virtuales Colaborativos (Collaborative Virtual Environments -CVEs- en inglés) han experimentado en los últimos años un interés creciente por parte de usuarios y de medios de comunicación. Esta atención la han recabado principalmente aplicaciones dedicadas al ocio y al entretenimiento como son World of Warcraft y Second Life, que reúnen a millones de usuarios en todo el mundo. Sin embargo, en los CVEs comerciales, y en la mayoría de los desarrollados desde el lado académico, la interacción del usuario con el sistema informático es generalmente muy limitada y no suele estar centrada en objetos compartidos que varios usuarios puedan manipular de forma colaborativa al mismo tiempo.

Este artículo trata algunos de los problemas relacionados con la percepción tanto del mundo virtual compartido como de las acciones realizadas por los usuarios que lo pueblan,

prestando especial atención a las tareas que requieran manipulación colaborativa en entornos inmersivos. En este sentido, se tratará de mejorar la usabilidad de un CVE estudiando la relación existente entre awareness y feedback con la tarea a realizar. El objetivo es, por tanto, ir más allá del concepto de feedthrough [4], que hace referencia únicamente a la retransmisión de la información que un participante obtiene sobre sus propias acciones a todos los demás.

Por otra parte, los términos awareness y feedback aquí usados podrían traducirse simplemente como conciencia y realimentación, si bien se prefieren los términos anglosajones por ser su traducción y definición más compleja, como se verá en este artículo.

El resto de este documento tiene la siguiente estructura: en la segunda sección se exponen brevemente los trabajos previos más significativos en interacción colaborativa y awareness en CVEs. La tercera sección presenta el modelo de awareness propuesto y que es el centro de esta contribución, mientras que la cuarta muestra como se aplicó este modelo al desarrollo de un CVE de prueba y describe una evaluación realizada con el fin de probar la mejora introducida por su uso. Finalmente, la quinta sección presenta las conclusiones de este estudio y cita algunos trabajos futuros que surgen como consecuencia directa de este trabajo.

2. Trabajos previos

No es fácil encontrar estudios acerca de evaluaciones de awareness en el campo del CSCW, y resulta más difícil todavía si lo que se pretende es lograr una mejora en la realización de tareas altamente colaborativas y de manipulación

directa. Esto es debido a que son tareas poco comunes en entornos groupware diseñados para aplicaciones de escritorio.

Sin embargo, este tipo de tareas sí han sido estudiadas previamente por varios autores en el campo de los CVEs. Entre ellos cabe destacar el trabajo de [15; 16; 19; 20] en interacción y de [2] en simulaciones hápticas. En estos trabajos, los autores nombran con frecuencia los términos awareness y feedback como algo necesario para mantener una colaboración fluida en CVEs. También se identifican como algo útil para evitar la fragmentación del flujo de trabajo colaborativo en [10; 11; 18; 20], siendo algo que llevaría a los problemas de usabilidad debido a las interrupciones en la interacción descritos por [12]. Por otra parte, en opinión de Otto [14], la inclusión tardía de feedback en el proceso de desarrollo de un CVE, llevará de forma casi irremediable al rediseño de la aplicación. Desgraciadamente, estos trabajos se limitan a identificar necesidades, afrontando algunas de ellas de forma aislada, pero sin ofrecer una solución que las cubra en su totalidad.

Uno de los trabajos que sí propone alguna solución aplicable al problema a tratar en este artículo es [10], donde se presenta un modelo de awareness para sistemas CSCW que plantea realizar una serie de preguntas con las que identificar qué información mostrar a los usuarios. Pese a que este modelo contempla la coordinación de acciones y la sincronización como actividades que podrían beneficiarse de la presencia de awareness en un sistema colaborativo, los autores comentan que es deseable que la información acerca de awareness se recoja de forma similar al modo en el que se recoge en el mundo real, por ejemplo, observando las acciones sobre los objetos, observando los gestos del usuario y comunicándose verbalmente. La opinión de los autores de este artículo es que para hacer más sencilla la realización de tareas colaborativas, el sistema debería incluir información añadida de forma artificial que no pertenezca de por sí al mundo virtual, especialmente si las tareas requieren una alta sincronización y el punto de vista de cada usuario puede moverse con facilidad fuera del área del espacio donde se representa el avatar del compañero.

Otros autores han encontrado otra carencia importante en trabajos previos [17], han observado que no se cubre el hueco entre la teoría

sobre awareness y el diseño o la implementación, por lo que no hay una forma clara de llevar las buenas ideas existentes sobre awareness a una implementación, algo deseable para poder aplicarlas al desarrollo de nuevos CVEs.

En conclusión, se ha encontrado que las aproximaciones previas son muy generales, ya que intentan cubrir todo el espectro de aplicaciones CSCW, por lo que su uso en algo tan específico como la manipulación colaborativa se confía a la habilidad del diseñador de la interacción. Por tanto, ante la falta de un modelo claro de cómo integrar los conceptos de tareas, awareness y feedback a la hora de crear sistemas más usables, se decidió estudiar la influencia de estos conceptos en la experiencia colaborativa, de forma que se pudieran obtener recomendaciones acerca de cómo crear estas experiencias con menor esfuerzo y con mayor probabilidad de éxito.

3. Modelo de awareness

En el apartado anterior se ha planteado la necesidad de proporcionar ayudas a los participantes en una simulación virtual distribuida para que sean capaces de llevar a cabo sus tareas colaborativas de la forma más sencilla posible. El objetivo es, al fin y al cabo, mejorar la usabilidad de las aplicaciones desarrolladas. En este apartado se propondrá un modelo que resuelve cómo incluir esas ayudas desde el punto de vista de las tareas que deban realizar los usuarios, de forma que sus recomendaciones se tengan en cuenta pronto en el proceso de desarrollo del sistema colaborativo y se obtenga un sistema final más usable.

Esta propuesta, como se verá a continuación, presenta la relación entre 4 conceptos importantes: las tareas a realizar, el awareness que proporciona el sistema para realizarlas de forma más sencilla, el contexto del usuario que participa y el feedback usado para mostrar cierta información al usuario. También se muestra cómo aplicar este modelo, intentando no sólo proponer un marco teórico, sino también mostrar qué herramientas pueden usarse para implementar esas ayudas.

Se propone este nuevo modelo debido a que, hasta ahora, rara vez se han relacionado estos conceptos entre sí. El objetivo de la inclusión de awareness y feedback en una aplicación es el de mejorar la usabilidad, y, en este sentido, lo más común hasta este momento ha sido asociar un

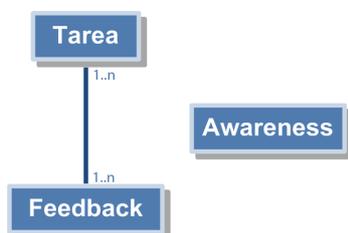


Figura 1. Relación entre los conceptos de tarea, awareness y feedback más usada en la literatura.

feedback a una tarea, de forma similar a cómo se hace en aplicaciones mono-usuario, no existiendo una relación directa con las necesidades de awareness de la misma. Esta relación puede modelarse tal y como muestra la Figura 1, y no se considera aquí que sea suficientemente completa para mejorar la usabilidad de los CVEs que incluyan tareas altamente colaborativas.

3.1. Modelo de integración de awareness

Tras lo expuesto en el apartado anterior, se considera que mejorar la usabilidad de un CVE pasa por asociar un feedback a una tarea a realizar, pero deben tenerse en cuenta otros conceptos y otras relaciones, diferentes a los mostrados en la Figura 1.

En términos generales, la relación expuesta en la Figura 1 es correcta, debe asociarse un feedback a las tareas a realizar en un CVE de forma que se puedan realizar más fácilmente, al disponer el usuario de información especialmente diseñada para ayudarle. Sin embargo, el proceso seguido para decidir qué información mostrar no se encuentra detallado.

El nuevo modelo de awareness, como principal propuesta de este artículo (Figura 2), se ha creado con ese propósito, servir como guía para presentar unos estímulos al usuario (feedback) que faciliten la realización de sus tareas. Para lograr ese objetivo, se propone comenzar estudiando las tareas a realizar, algo por otra parte lógico, ya que el contexto de este trabajo es el de CVEs donde los usuarios deben realizar tareas altamente colaborativas y de manipulación directa.

Una tarea se entiende como una parte del trabajo que se necesita para cumplir un objetivo del sistema, por lo que su estudio debe ser previo a la implementación del mismo. Para esto, se propone descomponer las tareas complejas para

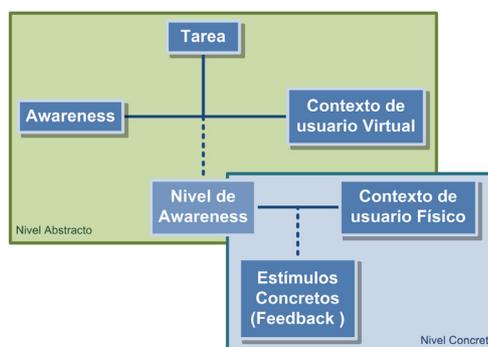


Figura 2. Propuesta de modelo que expresa la relación entre tarea, awareness y feedback en CVEs.

obtener las que sean más simples, es decir, las que no puedan subdividirse en otras más sencillas. Este proceso es el de la descomposición jerárquica de tareas (HTA - Hierarchical Task Analysis), propuesto debido a que, pese a su sencillez, se considera que obtiene suficiente información sobre las tareas. En cualquier caso, no se descarta el uso de algún otro método más completo, como por ejemplo CTT (Concurrent Task Tree), así como estudiar otro tipo de relaciones entre tareas, como pueden ser las dependencias entre ellas, las posibles interrupciones, o la consideración de tareas centrales y periféricas.

En este punto, habiendo obtenido una lista de tareas descompuestas de más complejas a más simples, se propone realizar un estudio de las necesidades de awareness de las mismas. En este trabajo se entiende por awareness el conocimiento que se quiere transmitir a un usuario acerca de lo que sucede en un entorno, en este caso un entorno virtual colaborativo. En esta definición se evita hablar de las acciones del resto de usuarios, de la estructura del entorno, del estado de los objetos compartidos, etc., de forma voluntaria con el objetivo de que sea lo más amplia posible y no aparezcan algunos de los problemas descritos en [21]. De este modo, cada tarea tendrá unas necesidades propias de awareness para que pueda ser realizada más fácilmente. Así, con el objetivo de ayudar al desarrollador a identificar estas necesidades, se ha propuesto una clasificación de los tipos de awareness que resultan importantes para este tipo de tareas colaborativas en [8] (Tabla 1). Así, debería analizarse, para cada tarea, si cada uno de los tipos de awareness identificados en la tabla podría ayudar a su realización, atendiendo a

qué acciones se pueden resaltar por cada tipo y a los beneficios esperados al hacerlo.

Una vez obtenidas las necesidades de awareness de cada tarea, podría pensarse que ya se dispone de suficiente información para seleccionar los estímulos que las transmitirán, sin embargo, dado que finalmente será cada usuario en particular el que experimente el awareness proporcionado por la aplicación, se propone que se realice una adaptación al mismo, identificando las características que dependan de ellos y que influyan en la información que necesiten. Estas características componen el contexto de usuario, que se encuentra resumido en la Figura 3, y se han obtenido estudiando sus necesidades y atendiendo a trabajos previos [3; 5]. Pese a que esta jerarquía trata de ser genérica, puede que deba ser extendida incluyendo requisitos específicos de cada aplicación. En este punto, se propone tener en cuenta el contexto virtual del usuario, es decir, su nivel de interés o implicación en la tarea (no debería disponer de la misma información si está implicado en su realización que si no lo está), el rol que interpreta y su localización espacial.

Como se aprecia en la Figura 2, el modelo de awareness se ha dividido en dos niveles. El nivel abstracto comprende los conceptos nombrados hasta ahora, dado que están relacionados con el sistema a nivel conceptual (descripción de tareas, sus necesidades de awareness y características del usuario que condicionan esta información). El resultado de la relación entre estos conceptos será una variación de las necesidades de awareness identificadas para la tarea en cuestión, que habrán sido adaptadas al contexto del usuario. Así, surge lo que se ha denominado “nivel de awareness”, que representa las sensaciones que debemos producir en el usuario a través las acciones descritas en el nivel concreto.

Una vez obtenido el nivel de awareness, éste se tomará como entrada para el nivel concreto, que se trata de la adaptación a una implementación concreta que transmita la información identificada como estímulos que el usuario pueda interpretar. El modo en el que se entiende el feedback en este trabajo es similar al de [1], definido como el diálogo abierto entre el desarrollador y el usuario de la aplicación, de forma que se le debe guiar o dar pistas acerca del uso de la misma. En este caso, ese diálogo estaría definido por el awareness (definiría el lenguaje, es decir qué se le puede comunicar al usuario), y las

pistas se transmitirían mediante estímulos de los sentidos, siendo usadas para guiar al usuario a través de las acciones que realiza, por lo que puede considerarse que depende de la tecnología usada y la implementación concreta. Se propone que para proporcionar este conocimiento acerca de la tarea se tomen como partida los elementos básicos de feedback identificados por Barrilleaux [1]. Así, este paso consistirá en elegir, de entre una lista de elementos de feedback, cuáles usar para implementar las necesidades de awareness.

Por otra parte, y volviendo al gráfico de la Figura 3 que descompone el contexto del usuario, para decidir qué estímulos utilizar se debería tener en cuenta el contexto físico del mismo, que incluye las limitaciones sensoriales del usuario o sus preferencias y la tecnología disponible. El primero de estos aspectos hace referencia a limitaciones físicas, de modo que se tengan en cuenta discapacidades, por ejemplo, auditivas o visuales a la hora de presentarle estímulos, así como sus preferencias, ya que alguno de ellos puede preferir estímulos auditivos, porque los comprende mejor o reacciona antes a ellos, mientras que otro puede preferirlos de tipo visual. El segundo tiene que ver con la tecnología disponible, que condicionará el uso de estímulos sonoros, táctiles, o incluso visuales en el caso de usar un dispositivo de visualización con poca nitidez o resolución. De este modo se puede lograr que el feedback proporcionado por la aplicación se adapte tanto a las limitaciones del usuario como a sus preferencias y a la tecnología disponible.

Con todo lo anterior, este modelo muestra de una forma más clara la relación que existe entre una tarea y el feedback que se proporciona al usuario sobre la misma, ya que se estudian las necesidades de awareness de esa tarea dependiendo del usuario al que va destinada la ayuda, identificando así una serie de eventos o acciones a mostrar a través de elementos básicos de feedback. No se da una guía sobre cómo realizar la selección de esos elementos de forma que sean los más adecuados para cada tarea, pero se asegura que los que se elijan serán añadidos porque se ha encontrado una necesidad y se han tenido en cuenta limitaciones y gustos del usuario, así como la tecnología disponible.

Finalmente, al hacer uso de estas recomendaciones se ha de intentar que los elementos de feedback no sobrecarguen al usuario, lo que llevaría al rechazo de la aplicación.

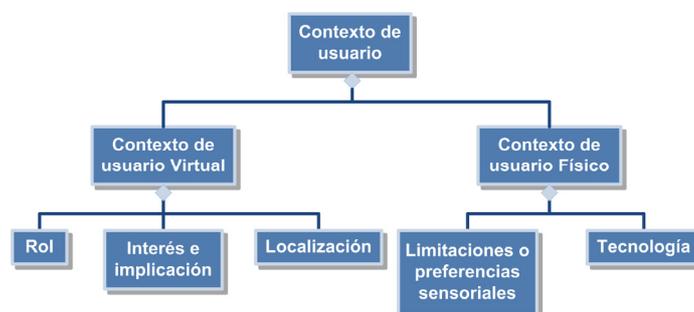


Figura 3. Contexto de usuario que influye en el awareness.

Tabla 1. Tabla que resume la clasificación de awareness propuesta para tareas altamente colaborativas y de manipulación directa en CVEs

Tipos de awareness	Acciones a resaltar	Beneficios esperados
Object state awareness	Selección	Útil para una selección múltiple o como un medio para mostrar en qué objeto centra su atención un usuario. Evita la fragmentación del trabajo colaborativo, al aportar información explícita sobre el objeto al que se refieren los usuarios al hablar o dar instrucciones.
	Propiedad	Útil cuando es importante conocer el dueño de un objeto. Este concepto puede referirse al usuario que lo creó o al que trabaja sobre él en un momento dado.
	Modificación de atributos	Útil en modificaciones colaborativas o para explicar algo.
Task awareness	Participantes	Los usuarios pueden centrarse en sus tareas sabiendo dónde están los demás, dónde miran, etc. Evita la fragmentación del trabajo colaborativo.
	Siguiente acción posible	Evita la fragmentación del trabajo, ya que ayuda a decidir cuál será la siguiente acción.
	Estado de la tarea	Mantiene a los usuarios informados acerca del nivel de completitud de la tarea, subtareas completadas o pendientes. Incluso puede usarse para informar de posibles riesgos por los que atraviese la realización de la tarea.
World awareness	Localización de objetos relevantes	Facilita la tarea de encontrarlos.
	Localización de usuarios	Facilita la tarea de encontrarlos.
	Estructura del mundo	Ayuda a la ubicación del usuario en el mundo virtual.
Group awareness	Miembros on-line	Ayuda a saber si un compañero está conectado.
	Acciones de los miembros	Ayuda a saber qué hacen los miembros del grupo, resaltando sus acciones sobre las de los demás.
	Localización de los miembros	Facilita la tarea de encontrarlos.
Social awareness	Conversación	Útil para decidir qué hacer a continuación o evitar problemas. Aplicable a entornos educativos, sociales, entrenamiento, etc.
	Lenguaje corporal y gestos	Permite obtener información extra sobre intenciones, estados de ánimo, etc., de una forma similar al mundo real.
System awareness	Latencia de red	Los usuarios pueden evitar ciertos tipos de interacción cuando la latencia de la red sea demasiado alta si son conscientes de dicha situación.
	Estabilidad del sistema	Esta información es útil para resolver estados inconsistentes del sistema, por ejemplo, repitiendo ciertas acciones.

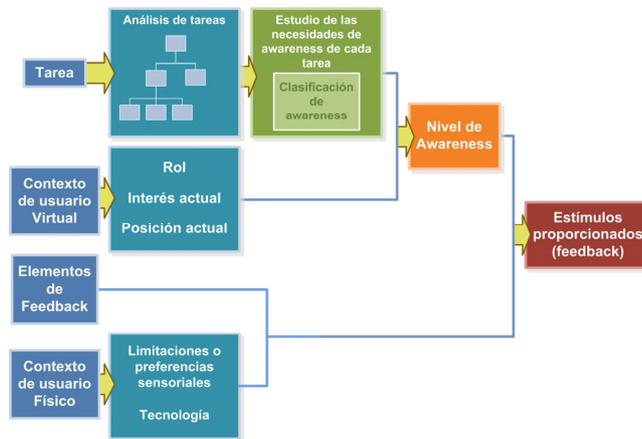


Figura 4. Diagrama resumen de la aplicación del modelo.

3.2. Proceso de aplicación del modelo

La Figura 4 resume la aplicación del modelo propuesto en el apartado anterior. En ella se muestra el proceso que un desarrollador debería seguir para obtener los elementos de feedback que implementan las necesidades de awareness para cada tarea y para cada usuario.

A modo de resumen, una vez que se han analizado las tareas a llevar a cabo en un CVE, por ejemplo, obteniendo una lista de tareas atómicas, se propone estudiar las necesidades de awareness que tiene cada una de ellas, haciendo uso de la clasificación de awareness propuesta en la Tabla 1. El siguiente aspecto a estudiar es si se necesita proporcionar un awareness distinto a los usuarios dependiendo de su contexto virtual intentando no proporcionar más información de la necesaria, de modo que se evite una saturación que pueda distraer la atención. Tras seleccionar la información a mostrar, se propone recurrir a la lista de elementos básicos de feedback identificada por Barrilleaux en [1] para decidir cuál será la forma más adecuada de comunicar dicha información al usuario, dependiendo de su contexto físico (sus limitaciones y preferencias, y la tecnología disponible).

4. Caso de estudio

Esta sección describe cómo se aplicó el modelo propuesto al desarrollo de un CVE en el que debían realizarse tareas altamente colaborativas y de manipulación directa. Antes de mostrar la

aplicación de cada una de las fases, se describirán las tareas que componían este caso de estudio.

4.1. Descripción de las tareas

Con el objetivo de probar la propuesta desarrollada en los apartados anteriores, se estimó necesario realizar un experimento en dos fases, en el cual se diseñara la interacción dentro de un CVE siguiendo estas recomendaciones. De este modo se comprobaría si realmente suponen una mejora en la experiencia del usuario o en la realización de sus tareas, de forma similar al experimento descrito en [9].

La primera de estas fases se corresponde con una versión preliminar del experimento, cuyo objetivo era obtener información acerca de la aplicación de algunos conceptos de la propuesta planteada en el apartado anterior, de forma que pudiera comprobarse que la aproximación era correcta [8]. Tras obtener unos primeros resultados positivos, se realizó una segunda fase [6; 7] que extendía a la anterior, esta vez aplicando el modelo de forma completa y basándose en los resultados y descubrimientos del experimento preliminar.

Para el caso de estudio que debía probar el modelo propuesto en este artículo, se decidió tomar como base el empleado en el experimento llevado a cabo por Roberts et al. en 2003, cuya tarea principal consistía en construir un templete o quiosco (*gazebo* en inglés) [19]. Los motivos que llevaron a la elección de este caso de estudio fueron que se trataba de una tarea que, para poder



Figura 5. Pareja de usuarios realizando la tarea de mover vigas de madera.

llevarse a cabo, requería la estrecha colaboración de los usuarios y que, además, los autores lo han usado como plataforma de sus estudios desde el 2003 hasta la actualidad. La tarea original situaba hasta tres usuarios en un jardín virtual con el objetivo de construir un templete. De acuerdo con la descripción de la tarea realizada por los propios autores, ésta se componía de cuatro subtareas principales: *planning and instructing*, *passing a tool*, *moving a beam* y *fixing a beam*. De entre ellas, la realmente interesante para los objetivos de este estudio es *moving a beam*, al ser la única en la que dos usuarios manipulan el mismo atributo de un objeto a la vez, por lo que requiere una colaboración más estrecha y una mayor sincronización que las demás.

Con el objetivo de mejorar la realización de la tarea, se estudió la interacción en el experimento original. El estudio de los artículos relacionados [14; 18; 19] no reveló cómo se implementaron las técnicas de interacción para manipular una viga por dos usuarios. Por esta razón, se propuso el uso de la técnica Rubber Banding, siendo una variación de la tradicional Virtual-Hand, en la que se usaba una goma elástica que unía la mano del usuario con la viga. Tratando de hacer la tarea más exigente, se decidió que la goma elástica tuviera una longitud máxima, es decir, si ambos usuarios intentaban mover el objeto en direcciones opuestas, llegaría un punto en el cual las gomas elásticas se romperían, cayendo la viga al suelo. Esta acción fue identificada como algo que los usuarios deberían tratar de evitar, ya que retrasaría la realización de la tarea.

Por tanto, la tarea a realizar en este estudio consistía en coger una viga de madera entre dos usuarios y colocarla sobre otras que ya se encontraban situadas en el entorno virtual (Figura 5). Se consideró la posibilidad de cambiar el nivel

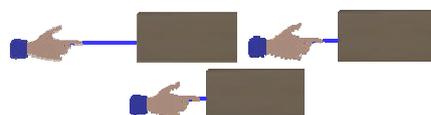


Figura 6. Diferentes longitudes de la goma elástica usada en la técnica de interacción colaborativa.

de exigencia de la tarea al variar la longitud de la goma elástica (Figura 6), lo que obligaría a los usuarios a sincronizar sus acciones de una forma más cuidadosa. El objetivo era mostrar que la mejora introducida por la inclusión de ayudas especiales a la realización de tareas colaborativas dependía del nivel de exigencia de la tarea, en otras palabras, que las ayudas resultaban ser más beneficiosas cuando la tarea se volvía más compleja.

4.2. Aplicación del modelo propuesto

Los apartados siguientes describen cómo se aplicaron las etapas identificadas en la Figura 4 a este caso de estudio.

4.2.1. Análisis de las tareas

La tarea principal descrita en el apartado anterior fue analizada y descompuesta en tres subtareas diferentes, como puede verse en la Figura 7. En esta figura se observa también que la tarea original del experimento de Roberts (*moving a beam*) fue renombrada como *Placing a heavy beam* porque se consideró que la describía de una forma más clara, y a su vez evitaba confundirla con una de sus subtareas (*Move the beam*).

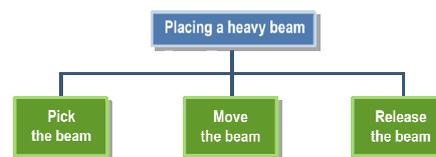


Figura 7. Análisis Jerárquico de Tareas (HTA) de la tarea de mover y colocar una viga de madera.

4.2.2. Estudio de las necesidades de awareness de cada tarea

Siguiendo los pasos descritos en la Figura 4, las necesidades de awareness de cada una de las subtareas fueron identificadas:

- Pick the beam: “object state awareness” (quién está seleccionado actualmente el

objeto compartido), “world awareness” (información acerca de la localización del objeto en el entorno).

- Move the beam: “object state awareness” (relativo al movimiento de la viga), “group awareness” (mostrando hacia dónde intenta mover la viga el compañero), “world awareness” (indicando el lugar al que se dirigen los usuarios), “task awareness” (mostrando los riesgos en la realización de la tarea) y “social awareness” (que sirva como medio de sincronización entre usuarios).
- Release the beam: “object state awareness” (mostrando que se ha deseleccionado la viga), “task awareness” (mostrando el estado de la tarea, en curso o finalizada).

Tras este estudio se observó que hay tipos de awareness que no tienen nada que ver con la colaboración, por ejemplo en la tarea *Pick the beam* habría que proporcionar información sobre el mundo, en concreto la posición de la viga. Esta información sería la misma en caso de encontrarnos en una aplicación mono-usuario, lo que puede ayudar a reducir la cantidad de awareness a probar, dado que el interés de este trabajo es la ayuda a la colaboración. Siguiendo esta consideración, el awareness que se estudió está marcado en cursiva en la lista anterior. Por otra parte, el “social awareness” es algo que se considera crucial en una aplicación distribuida donde haya que realizar tareas en las que se requiere una estrecha colaboración entre usuarios. Por lo tanto, su presencia no se estudiará, ya que se considera algo que debe aparecer siempre.

4.2.3. Nivel de awareness de cada tarea

En este caso de estudio, los dos usuarios que toman parte comparten el mismo contexto virtual (mismo rol, mismo nivel de interés sobre la tarea y misma localización espacial). Por tanto, éste ejemplo resulta ser un caso particular de la aplicación del modelo en el que el nivel de awareness y las necesidades de awareness de cada tarea coinciden.

4.2.4. Elementos de feedback usados en este experimento

Una vez terminado el estudio de las tareas y las necesidades de awareness, el siguiente paso consiste en decidir qué elementos de feedback

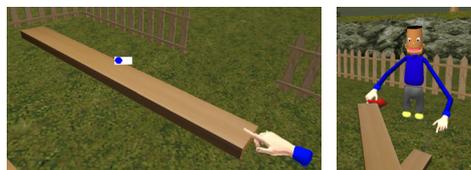


Figura 8. Feedback usado para informar acerca del estado del objeto (izquierda) y sobre las acciones de los miembros del grupo (derecha).

serán usados para mostrar al usuario esas necesidades de awareness en función de su contexto físico. En este caso de estudio se implementaron varias configuraciones de feedback para cubrir los niveles anteriormente comentados. Estas configuraciones hacían uso de distintos dispositivos que permitían al usuario interactuar con el entorno. Algunos de ellos disponían de retorno vibrotáctil, otros de audio y otros de nada más que de la representación visual 3D del entorno:

- *Pick the beam*: En el nivel abstracto se identificó que esta subtarea necesitaba de “object state awareness” para dar a conocer al resto de usuarios la selección de una viga de madera. En el nivel concreto, el elemento de feedback usado mostraba qué usuarios seleccionaban un objeto en cada momento. Para lograrlo, se utilizaron iconos que identificaban a los usuarios por su color, y fueron situados cerca de la viga (Figura 8 - izquierda).

- *Move the beam*: Para esta subtarea se identificó, a nivel abstracto, la necesidad de tres tipos de awareness:

- “Group awareness”: Este tipo de awareness se necesitaba para mostrar las acciones que realizaba un compañero sobre una viga de madera. En el nivel concreto, se implementó usando una señal visual en forma de flecha que indicaba la dirección del movimiento del usuario, es decir, hacia dónde intentaba mover la viga (Figura 8 - derecha).
- “Task awareness”: Este tipo de awareness fue considerado como el más importante para la realización de la subtarea *Move the beam*, ya que su objetivo era reducir los riesgos de la misma. Estos riesgos se identificaron como la rotura de la goma elástica que unía a cada uno de los miembros de la pareja con la viga de madera, lo que finalmente resultaría en la caída de la misma al suelo y la consiguiente pérdida de tiempo en volver a cogerla.

Las diferencias comentadas en el contexto físico de los usuarios dieron lugar a tres configuraciones distintas: una que hacía uso de una señal visual, otra de una señal sonora, y finalmente otra que usaba una señal vibrotáctil que se comunicaba a los usuarios a través de un guante de datos diseñado en nuestro laboratorio, descrito en [13].

Es importante resaltar que se utilizaron dos señales visuales que intentaban evitar la caída de la viga de forma distinta. En la Figura 9 (izquierda) se muestra una señal visual sobre la viga de madera que trataba de comunicar esta información, y en la Figura 9 (derecha) una flecha que indicaba hacia dónde mover la mano virtual para evitar la caída.

- “Social awareness”: Este tipo de awareness se considera crucial en una aplicación distribuida donde los usuarios tengan que realizar tareas altamente colaborativas. Por tanto, en esta implementación se permitía a los usuarios comunicarse verbalmente entre ellos y usar algunos gestos básicos (por ejemplo, apuntar con sus manos virtuales).
 - *Release the beam*: El mismo feedback usado para satisfacer los niveles de awareness de la subtarea *Pick the beam* se usó para esta subtarea. La razón fue que los mismos iconos pueden ser usados para mostrar si un usuario está interactuando con un objeto (icono visible) o si esa interacción ha finalizado (icono invisible).

4.3. Resultados de los experimentos

110 personas tomaron parte en los experimentos en los que se evaluaron las configuraciones de feedback creadas siguiendo el modelo de awareness propuesto. Estos dos experimentos están descritos en detalle en [6; 8], y sus resultados muestran de forma estadísticamente significativa que el uso de las configuraciones de feedback diseñadas mejoraba el rendimiento de los usuarios al realizar tareas altamente colaborativas si se comparaban con los resultados obtenidos sin usarlas. La métrica que se usó para comparar los sistemas fue el número de veces que los usuarios dejaban caer la viga de madera. Este valor se veía reducido (especialmente cuando la tarea era más exigente) como resultado del awareness extendido del que disponían.

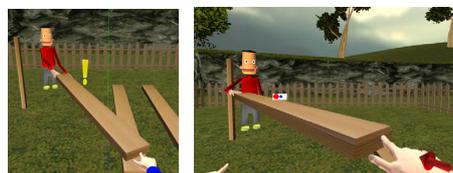


Figura 9. Diferentes elementos de feedback usados para informar acerca del estado de la tarea.

También se compararon las configuraciones diseñadas entre sí, resultando más eficientes aquellas que usaban audio y vibración. Desafortunadamente, estos resultados no eran estadísticamente significativos, por lo que debería ahondarse más en los motivos de estas mejoras antes de poder llegar a alguna conclusión.

En resumen, estas pruebas preliminares muestran la utilidad del modelo de awareness propuesto, ya que en estos experimentos se mejora la realización de tareas altamente colaborativas.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Este artículo ha presentado un nuevo modelo de awareness diseñado para mejorar la realización de tareas altamente colaborativas en CVEs. El principal objetivo es establecer una relación entre las necesidades de awareness que tienen las tareas colaborativas con el uso de elementos de feedback, que son los que finalmente generan los estímulos percibidos por el usuario, de forma que se mejore la usabilidad del sistema.

Para lograr esto, este nuevo modelo describe una serie de pasos a realizar para su aplicación, apoyándose uno de ellos en el uso de una nueva clasificación de awareness especialmente diseñada para este tipo de tareas colaborativas.

Adicionalmente, junto al modelo, se resume su aplicación a un caso de estudio basado en una tarea común, mover un objeto pesado entre dos personas, y la evaluación del sistema resultante, discutiendo sus principales resultados.

Dentro de los trabajos futuros, sería interesante estudiar si este modelo, con algunas pequeñas modificaciones, podría ser usado en otro tipo de sistemas colaborativos donde los usuarios deban realizar otro tipo de tareas.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido parcialmente desarrollado bajo el amparo de los proyectos del MICIN TIN2008-06596-C02-01, y de la JCCM PEII09-0054-9581.

Referencias

- [1] Barrilleaux, J. 3D user interfaces with Java 3D. 2001.
- [2] Basdogan, C., Ho, C.H., Srinivasan, M.A., and Slater, M. An experimental study on the role of touch in shared virtual environments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. Vol. 7 No. 4, ACM Press (2000).
- [3] Benford, S. and Fahlén, L. A spatial model of interaction in large virtual environments. *Proc. of the third conference on European Conference on Computer-Supported Cooperative Work* pp. 109-124 (1993).
- [4] Dix, A. Network-based interaction. *The human-computer interaction handbook*. L. Erlbaum Associates Inc. (2003).
- [5] Drury, J. and Williams, M.G. A Framework for Role-Based Specification and Evaluation of Awareness Support in Synchronous Collaborative Applications. *Proc. of the 11th IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*. (2002).
- [6] García, A.S., Molina, J.P., González, G., Martínez, D., and Martínez, J. An Experimental Study of Collaborative Interaction Tasks Supported by Awareness and Multimodal Feedback. *Proc. of the 8th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry (VRCAI 2009)* (2009).
- [7] García, A.S., Molina, J.P., González, P., Martínez, D., and Martínez, J. A Study of Multimodal Feedback to Support Collaborative Manipulation Tasks in Virtual Worlds. *Proc. of the 16th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST09)* (2009).
- [8] García, A.S., Molina, J.P., Martínez, D., and González, P. Enhancing Collaborative Manipulation Through the Use of Feedback and Awareness in CVEs. *The International Journal of Virtual Reality (IJVR)*. Vol. 8 No. 2 (2009).
- [9] Gutwin, C. and Greenberg, S. Effects of awareness support on groupware usability. *Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems Conference on Human Factors in Computing Systems*. pp. 511-518 (1998).
- [10] Gutwin, C. and Greenberg, S. A Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-Time Groupware. *Computer Supported Cooperative Work*. Vol. 11 No. 3, (2002).
- [11] Hindmarsh, J., Fraser, M., Heath, C., Benford, S., and Greenhalgh, C. Object-focused interaction in collaborative virtual environments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. Vol. 7 No. 4, ACM Press (2000).
- [12] Kaur, K. 1998. Designing virtual environments for usability. (1998).
- [13] Martínez, J., Molina, J.P., García, A.S., Martínez, D., and González, P. Desarrollo de un Guante de Datos con Retorno Háptico Vibro-táctil Basado en Arduino. *Actas de las III Jornadas sobre Realidad Virtual y Entornos Virtuales (JOREVIR'2009)* (2009).
- [14] Otto, O., Roberts, D., and Wolff, R. A review on effective closely-coupled collaboration using immersive CVE's. *Proc. of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications*. (2006).
- [15] Pinho, M.S., Bowman, D.A., and Freitas, C.M.D.S. Cooperative Object Manipulation in Immersive Virtual Environments: Framework and Techniques. *Proc. of the ACM symposium on Virtual reality software and technology (VRST'02)*. pp. 171-178 (2002).
- [16] Riege, K., Holtkamper, T., Wesche, G., and Fröhlich, B. The Bent Pick Ray: An Extended Pointing Technique for Multi-User Interaction. *Proc. of 3D User Interfaces (3DUI'06)*. (2006).
- [17] Rittenbruch, M. and McEwan, G. An Historical Reflection of Awareness in Collaboration. *Awareness Systems*. Springer-Verlag (2009).
- [18] Roberts, D., Heldal, I., Otto, O., and Wolff, R. Factors influencing flow of object focussed collaboration in collaborative virtual environments. *Virtual Reality Journal*. Vol. 10 No. 2, Springer-Verlag (2006).
- [19] Roberts, D., Wolff, R., Otto, O., and Steed, A. Constructing a Gazebo: Supporting Teamwork in Tightly Coupled, Distributed Task in Virtual Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. Vol. 12 No. 6, (2003).
- [20] Ruddle, R.A., Savage, J.C.D., and Jones, D.M. Symmetric and Asymmetric Action Integration During Cooperative Object Manipulation in Virtual Environments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. Vol. 9 No. 4, ACM Press (2002).
- [21] Schmidt, K. The problem with "awareness": Introductory remarks on "awareness in CSCW". *The Journal of Collaborative Computing*. Vol. 11 No. 3-4, (2002).

Aplicación de las técnicas de realidad virtual en el tratamiento de la ambliopía

Santiago Martín Dept. de Construcción Univ. de Oviedo Campus de Gijón 33204 Asturias martinsantiago@uniovi.es	Liudmila Pupo Dept. Dirección de Proyectos Univ. Ciencias Informáticas 10800 La Habana lpupo@uci.cu	Yoander Cabrera Dept. Visualización Gráfica y Realidad Virtual Univ. Ciencias Informáticas 10800 La Habana ycabrerad@uci.cu	Patricio Aduriz Servicio de Oftalmología Hospital de Arriendas Asturias dr.aduriz@gmail.com	Ramón Rubio Dept. de Construcción Univ. de Oviedo Campus de Gijón 33204 Asturias rubio@uniovi.es
--	--	---	---	--

Resumen

Los tratamientos convencionales de la ambliopía se basan en la ocultación de la visión del ojo sano, potenciando la agudeza visual del ojo vago, pero sin ejercitar la estereopsis.

Las tecnologías de realidad virtual y visión estereoscópica permiten que cada ojo reciba una información gráfica diferente. Se describe el diseño de una aplicación informática que, aprovechando estas técnicas, permita plantear al paciente ejercicios de visión, donde el ojo ambliope reciba información enriquecida respecto del ojo sano y se ejercite la estereopsis.

1. Antecedentes

La ambliopía u ojo vago o perezoso consiste en la pérdida parcial, mayor o menor, de la visión, habitualmente en un ojo. La mayoría de los casos son producidos por defectos visuales (miopía, astigmatismo, hipermetropía) que no han sido corregidos en la niñez [14].

El tratamiento de la ambliopía consiste en primer lugar en corregir las causas originarias (mediante la prescripción de lentes en casos de problemas de graduación o la corrección quirúrgica en problemas como el estrabismo) y, en segundo lugar, en promover el uso del ojo vago mediante técnicas que dificulten la visión con el otro ojo. Para ello se recurre habitualmente a un parche, aunque también es posible el tratamiento con atropina [7] [13] [5].

El debate en torno a la posibilidad de tratamiento de la ambliopía se centra en determinar hasta qué edades el tratamiento es realmente efectivo. Algunos trabajos apuntan la

existencia de un “periodo crítico” de desarrollo hasta los dos años de edad, si bien otros autores confirman la capacidad del cerebro de desarrollar la estereopsis a edades más avanzadas [2,16].

Las tecnologías de visión estereoscópica asociadas a los sistemas de Realidad Virtual (RV) se basan en el diseño de dispositivos capaces de transmitir información visual distinta para cada ojo. De esta forma es posible simular un entorno tridimensional respetando las leyes de la perspectiva y la geometría estereoscópica, establecidas ya en 1838 por Charles Wheatstone. El empleo de la RV en el tratamiento de la ambliopía es relativamente reciente [9,1]. Las investigaciones llevadas a cabo por el Nottingham University Hospital y la University of Nottingham muestran resultados esperanzadores [6, 17, 4].

Al transmitir información diferenciada para cada ojo pueden plantearse ejercicios donde la imagen que recibe el ojo sano esté penalizada respecto de la que llega al ojo ambliope, generando un parche virtual que afecte a toda o parte de la escena. De esta forma el cerebro del niño deberá esforzarse por interpretar la imagen recibida a través del ojo vago.

2. Metodología

El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema de RV basado en tecnologías de visión estereoscópica que permita detectar, evaluar y tratar la ambliopía, mejorando la agudeza visual del ojo vago y, aún más, la capacidad de visión estereoscópica del paciente. Precisamente aquí las técnicas de RV mejoran las alternativas tradicionales (el parche o la atropina) que

únicamente afrontan el problema de la agudeza visual.

2.1. Requisitos no funcionales

El sistema es diseñado para poder implementarse con una baja inversión. Para ello se ha optado por un PC con Windows XP o superior como sistema operativo, con un monitor único de 17" a una resolución de 1024x768 p.p.

El sistema de visualización será tipo "side by side" mediante un sencillo dispositivo de espejos [11]. Se ha optado por esta alternativa, frente a otros dispositivos como los HMD o las shutter glasses, porque se pretende evitar que el niño busque señales de paralaje monoculares por movimiento de la cabeza. El dispositivo de espejos exige fijar la cabeza en una determinada posición, siendo entonces la única señal de paralaje real la debida a la disparidad retinal (estereopsis) [18]. El sistema de espejos, además de ser económico, proporciona imágenes con ausencia total de ghosting. El usuario percibe la escena virtual a unos 350 mm de distancia sin necesidad de lentes de acomodación en la configuración más sencilla. La resolución del sistema es de aproximadamente 200 segundos de arco por píxeles en pantalla.

La aplicación es desarrollada en C#, usando la tecnología .Net y las bibliotecas Tao Framework (recubrimiento de OpenGL, Glut y SDL) [15] y GLSV, Graphics Library Stereo Vision [10, 12].

2.2. Requisitos funcionales

La aplicación es diseñada para su uso por niños entre 3 y 9 años. Las sesiones de trabajo tendrán

una duración no superior a 30 minutos. Se han desarrollado ejercicios para 4 actividades diferenciadas según el nivel de dificultad y los objetivos perseguidos: medir la estereopsis (actividad 1), ejercitar el ojo vago (actividad 2) o ejercitar la estereopsis (actividades 3 y 4).

La aplicación dispone de dos entornos: el de gestión y el de las actividades. Estos módulos se comunican entre sí mediante archivos XML. En el entorno de gestión el médico configura las actividades en función de las características del paciente (ojo vago, distancia interaxial, agudeza visual de cada ojo y estereopsis); selecciona los ejercicios que debe realizar; y genera informes de la evolución del paciente.

En el entorno de actividades, el niño realiza los ejercicios prescritos por el oftalmólogo. Los archivos XML generados en cada entorno son los siguientes (ver figura 1):

- configuración del sistema de visualización
- datos del paciente
- ejercicios que el paciente debe resolver en una determinada sesión
- datos concretos de cada ejercicio (de acuerdo a plantillas coherentes con la actividad a la que pertenece cada ejercicio)
- resultados obtenidos por el paciente en la resolución de cada ejercicio.

Mediante la separación de la aplicación en dos entornos diferentes comunicados por ficheros XML se consigue diferenciar entre el puesto de trabajo del oftalmólogo y el ordenador utilizado por el paciente. Este último cuenta con el visor estereoscópico y puede emplearse un ordenador personal doméstico: el paciente realiza los ejercicios prescritos en su casa y vuelve con los resultados a la clínica.

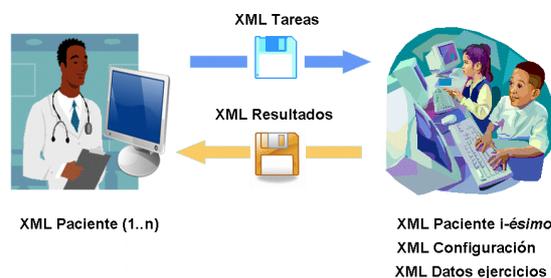


Figura 1. Flujo de información entre los entornos de gestión y actividades

2.3. Descripción de las actividades

Como se ha mencionado anteriormente, se han desarrollado ejercicios para 4 actividades diferenciadas:

1. Simulación del Test TNO [3] (figura 2). El niño visualiza un estereograma de puntos aleatorios [17]. Observada monocularmente, la imagen no ofrece ninguna información, pero de forma binocular muestra una imagen tridimensional. Este test permite medir la estereopsis del paciente, medida en segundo de arco. El niño utiliza el ratón en un espacio 2D para señalar una imagen igual a la descubierta de entre varias ofrecidas.

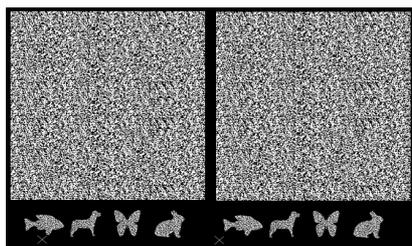


Figura 2. Ejemplo test de estereopsis: ¿cuál es el animal oculto?

2. Búsqueda de objetos con penalización del ojo sano. Se presenta una escena compleja donde el paciente tiene que seleccionar distintos elementos que percibe nítidos para el ojo vago y no visualiza correctamente con el ojo sano. Para ello, a estos objetos se les aplica un filtro de transparencia en una de las proyecciones. El niño utiliza el ratón en un espacio 2D. La actividad permite ejercitar la agudeza visual.
3. Búsqueda de objetos parcialmente ocultos por paralaje (figura 3). Se presenta una escena compleja donde el niño debe localizar varios objetos. Estos están solapados por otros elementos más cercanos, de forma que, por efecto del paralaje, el niño los ve con suficiente detalle con el ojo vago y sin embargo permanecen prácticamente ocultos para el ojo sano. El niño utiliza el ratón en un espacio 3D. La actividad permite ejercitar la estereopsis.

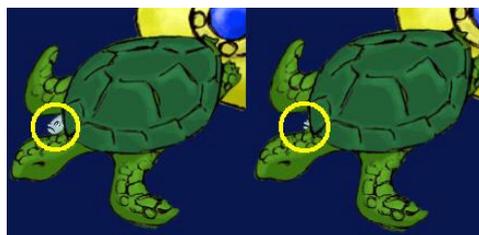


Figura 3. Ejemplo búsqueda de objetos ocultos

4. Trazado de contornos 3D. El niño debe trazar un contorno tridimensional seleccionando con el ratón puntos a distintas profundidades hasta descubrir una figura oculta. El niño utiliza por tanto el ratón en un espacio 3D. Esta actividad permite, como la anterior, ejercitar la estereopsis.

3. Desarrollo actual y trabajos futuros.

Hasta el momento se han realizado las siguientes tareas. Inicialmente se ha trabajado sobre la librería GLSV, Graphics Library Stereo Vision, incorporando a las primitivas gráficas existentes la posibilidad de aplicar un filtro de transparencia en una de las proyecciones. Nótese que el filtro de transparencia no se aplica a todos los objetos visualizados por un ojo sino sólo a aquellos que se decida.

Se ha definido la estructura de los archivos XML que permiten la comunicación entre el entorno de gestión y los entornos de actividades.

Están implementadas dos de las cuatro actividades antes descritas [8]. Actualmente se trabaja en la implementación de las otras dos y en el entorno de gestión de actividades.

Un primer prototipo del sistema de visualización mediante espejos está siendo validado, junto con ejemplos de las actividades, por el equipo médico con pacientes.

En el futuro inmediato, una vez implementadas todas las actividades, se debe concluir el entorno de gestión y diseñar un número suficiente de ejercicios. Con ello se iniciará un período de ensayo con pacientes de acuerdo a los procedimientos médicos establecidos.

4. Conclusiones

Se han presentado los trabajos desarrollados hasta el momento para el desarrollo de una aplicación informática que permite detectar, evaluar y tratar la ambliopía mediante técnicas de realidad virtual.

La utilización de las tecnologías de RV está justificada pues los tratamientos convencionales de esta afección, mediante oclusión del ojo sano, únicamente corrigen la agudeza visual del ojo ambliope y no afrontan el problema de la estereopsis.

La librería GLSV utilizada para la visualización de las escenas en formato estereoscópico resulta idónea para esta aplicación al permitir aplicar filtros de transparencia independientes para cada ojo y cada primitiva gráfica.

El sistema de visualización side by side mediante espejos es el adecuado para esta aplicación, pues evita la búsqueda de otras señales de profundidad distintas de la disparidad retinal, en particular el paralaje por movimiento.

Las actividades definidas para esta aplicación enfrentan distintas facetas del tratamiento de la ambliopía, desde la evaluación hasta el ejercicio de la estereopsis, pasando por el ejercicio del ojo vago.

Referencias

- [1] Achtman R.L., Green C.S., Bavelier D. Video games as a tool to train visual skills Restorative Neurology and Neuroscience, 26 (4-5): 435-446 2008
- [2] Birch E. E., Wang J. Y. Stereoacuity Outcomes After Treatment of Infantile and Accommodative Esotropia, Optometry and Vision Science, 2009, 86(6):647-652
- [3] Cooper J. Stereopsis, Eskridge J, Amos J, Barlett J , Clinical Procedures in Optometry. Philadelphia: Lippincott; 1991:121-134
- [4] Cleary M., Moody A.D., Buchanan A., et al. Assessment of a computer-based treatment for older amblyopes: the Glasgow Pilot Study, 2009, 23:124-131
- [5] Cleary M. Efficacy of occlusion for strabismic amblyopia: can an optimal duration be identified? Br J Ophthalmol, 2000, 84(6): 572-578
- [6] Eastgate R. M, Griffiths G. D., Waddingham P. E., Moody A. D., Butler T. K. H., Cobb S. V., Comaish I. F., Haworth S. M., Gregson R. M., Ash I. M. and Brown S. M. Modified virtual reality technology for treatment of amblyopia Eye. 2006, 20: 370-374
- [7] Harvey E. M. Development and Treatment of Astigmatism-Related Amblyopia, Optometry and Vision Science, 2009; 86(6): 634-639
- [8] IdeasCAD, University of Oviedo, www.ideascad.es (last visit march 2010)
- [9] Kozulin P., Ames S.L., McBrien N.A. Effects of a Head-Mounted Display on the Oculomotor System of Children, Optom Vis Sci. 2009,86 (7):845-56.
- [10] Martín S., Suárez J., Orea R., Rubio, R., Gallego R. GLSV: Graphics Library Stereo Vision for OpenGL, Virtual Reality, 2009, 13(1):51-57
- [11] Paul Wing. "Stereoscopes. The First One Hundred Years." Transition Publishing, Nashua, New Hampshire, 1996
- [12] Pupo L., Cabrera Y., Martín S., Rubio R. Desarrollo de una biblioteca de clases para visión estereoscópica. UCIENCIA, Cuba, 2010
- [13] Scheiman M. M., Hertle R. W., et al. Randomized trial of treatment of amblyopia in children aged 7 to 17 years, Archives of Ophthalmology, 2005, 123(4): 437-447
- [14] Simons K. Amblyopia characterization, treatment and prophylaxis. Surv Ophthalmol 2005;50:123-166
- [15] TAO download web page, <http://sourceforge.net/projects/taoframework/> (last visit march 2010)
- [16] Thompson B., Mansouri B., Koski L., Hess R. F. Brain plasticity in the adult: Modulation of function in amblyopia with rTMS, Current Biology, 2008, 18(14):1067-1071
- [17] Waddingham P. E., Cobb S. V., Eastgate R. M. and Gregson, R. M. Virtual reality for interactive binocular treatment of amblyopia Proc. 6th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech., Esbjerg, Denmark, 2006
- [18] Wade N.J., Swanston M., Visual perception: An introduction. Psychology Press, 2001

Usabilidad y Evaluación de Sistemas Interactivos

Análisis de usabilidad en herramientas de modelado de procesos de negocio

Miguel A. González Serrano
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Ctra. De Colmenar Km. 15
28049 Madrid
miguela.gonzalez@estudiante.uam.es

José A. Macías Iglesias
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Ctra. De Colmenar Km. 15
28049 Madrid
j.macias@uam.es

Resumen

Este artículo trata de forma concreta un problema cotidiano en el mundo empresarial relacionado con la dificultad que supone para los *stakeholders* el hecho de modelar un proceso de negocio usando las tecnologías de modelado actuales, a la vez que interactúan con los usuarios de dicha tecnología. Para ello, se analiza el contexto teórico y tecnológico que rodea al mundo del modelado de procesos de negocio, proporcionando un enfoque basado en el paradigma del Desarrollo por el Usuario Final, cuyo principal objetivo es asegurar un compromiso aceptable entre expresividad y facilidad de uso. De esta forma, se ha realizado un estudio de usabilidad de 3 herramientas de modelado de procesos de negocio muy relevantes en el mundo empresarial, con el objetivo de cuantificar cómo de fácil es para los usuarios interactuar con estas herramientas para llegar a crear estos procesos. Adicionalmente, el artículo, ofrece una discusión sobre la mejora del soporte tecnológico en base al estudio realizado, así como los retos que se le plantean al mundo del modelado de procesos de negocio en relación a las necesidades del mundo empresarial, con especial énfasis en la Interacción Persona Ordenador.

1. Introducción

La importancia de los procesos de negocio en las organizaciones crece día a día, y la principal preocupación de los directivos es tener una organización gobernada por procesos de negocio optimizados y sanos [5]. Existen diferentes paradigmas que ayudan a modelar procesos de negocio, como son BPR (Business Process Reengineering) [3, 7] o BPM (Business Process Modeling) [1]. En este artículo nos centraremos

en BPM por su relevancia a nivel internacional ya que es la más usada por las organizaciones en los últimos años.

Las iniciativas BPM se suelen tornar complicadas debido a la alta interacción que se necesitan entre perfiles profesionales tan diversos como son los *stakeholders* de negocio (usuarios funcionales de negocio, diseñadores de proceso, etc.) y los profesionales IT (arquitectos de soluciones de integración, programadores, etc.). Este tipo de interacciones entre tan diversos roles suponen un peliagudo escenario debido a la falta de conocimiento tecnológico por parte de los *stakeholders* de negocio, así como a falta de conocimiento del negocio y sus procesos por parte de los profesionales IT.

UML (Unified Modeling Language) y BPMN (Business Process Modeling Notation) son formas de especificar, unificar y definir procesos de negocio para permitir a todos los usuarios involucrados en los procesos alcanzar un fácil entendimiento usando una especificación común. Sin embargo, estos lenguajes no satisfacen siempre todas las expectativas generadas, ya que existen ciertos “gaps” en los elementos que componen estos lenguajes en cuanto a la definición de situaciones y elementos contextuales de vital importancia para el modelado del proceso de negocio final [6, 8, 18].

El uso de patrones con estos lenguajes de modelado de procesos puede ayudarnos a crear un entorno basado en el Desarrollo por el Usuario Final (EUD; del inglés End-User-Development), donde se trata de garantizar un entorno interactivo suficientemente expresivo y con cierta facilidad de uso al mismo tiempo. De esta forma, y con el objetivo de optimizar el modelado del proceso de negocio es necesario que los usuarios de negocio puedan modelar procesos con unas pocas interacciones con el mundo IT. En otras palabras,

se trata de proveer a los usuarios de negocio un entorno de desarrollo de procesos donde el resultado de un modelado de negocio sea un artefacto programático ejecutable, sin que éstos tengan que ser expertos en programación o complejos lenguajes de especificación para el modelo del negocio.

El objetivo de este artículo es demostrar por qué las herramientas de BPM son una solución que supone un acercamiento tecnológico al paradigma EUD por el hecho de que el principal objetivo de BPM es crear un entorno interactivo de trabajo para los usuarios de negocio donde puedan crear procesos ejecutables con la ayuda de los profesionales IT, sin depender de complicadas especificaciones programáticas y con la mayor facilidad de uso posible. Esto debe reflejarse, por otro lado, en las herramientas interactivas utilizadas para el proceso de modelado. No obstante, y a pesar de que las herramientas existentes son comúnmente utilizadas a nivel empresarial por los usuarios de negocio, no se han llevado a cabo todavía estudios concienzudos sobre usabilidad en BPM. La usabilidad de las herramientas de modelado de procesos es un factor crucial para hacer el trabajo de los usuarios de negocio más sencillo. Las herramientas de BPM deberían considerar un compromiso aceptable entre los conceptos de negocio y la terminología tecnológica, lo cual muchas veces no es sencillo de obtener.

Para demostrar esta hipótesis de partida, en este estudio comparamos modeladores de negocio incluidos en las herramientas BPM Intalio Designer v6.0.3 [12], BizAgi Process v1.5 Modeler [4] y IBM WebSphere Business Modeler v7.0 [11] desde un punto de vista funcional. Para ello, se ha conformado una tabla que recoge las principales características que debería tener un modelador de negocio para ser más funcional. Por otro lado, para conseguir medir la usabilidad de estas tres herramientas, se ha realizado un experimento con un grupo de usuarios que tienen nociones sobre el mundo de los procesos de negocio y ningún conocimiento tecnológico al respecto. Los usuarios tuvieron que modelar un proceso de negocio de la metodología de procesos ITIL v3, en concreto se les pidió modelar un proceso de gestión de incidencias. Posteriormente, rellenaron un cuestionario que se utilizó para analizar la usabilidad y mostrar los resultados del experimento en graficas que resumen la usabilidad

desde el punto de vista de la satisfacción del usuario, la usabilidad general, la facilidad de uso y la facilidad de aprendizaje, para acabar dando unas conclusiones sobre lo que se espera, realmente, de las herramientas de modelado de negocio en la empresa, en base al Desarrollo por el Usuario Final, resaltando los puntos necesarios para conseguir ese compromiso aceptable entre expresividad y facilidad de uso.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma. En el apartado 2 se presenta un estado del arte sobre los conceptos y herramientas BPM más importantes. Posteriormente, en el apartado 3, se realiza un estudio de las herramientas anteriormente citadas, llevando a cabo un análisis comparativo de las funcionalidades cubiertas por cada una. Seguidamente, se detalla el experimento realizado con usuarios reales, así como los resultados obtenidos más importantes. Por último, en el apartado 4, se aporta una discusión y las conclusiones más relevantes.

2. Análisis de la tecnología

El EUD (End-User Development) tiene como principal objetivo que las personas no pertenecientes al mundo IT sean capaces de crear o modificar artefactos software [13, 14].

En otras palabras, el EUD propone separar el esfuerzo de desarrollo del usuario final de la complejidad de uso del sistema utilizado para crear software, que en nuestro caso sería el diseño de un proceso de negocio. La principal razón de que este esfuerzo sea alto es que los usuarios que realizan el modelado del proceso son usuarios expertos en el dominio (proceso de negocio), sin embargo las tareas de programación para estos usuarios quedan bastante lejanas y suelen ser complicadas de acometer, lo cual recalca la importancia de aprender y utilizar lo que se denominan entornos EUD [15], es decir, toda aquella herramienta, con una interfaz de usuario usable y expresiva, capaz de crear prototipos, simulaciones, experimentos y otros productos finales o semi-finales que simulen el comportamiento de lo que será el producto final.

En general, un modelador de procesos podría considerarse un entorno EUD, ya que permite a los usuarios de negocio realizar diseños pseudo-ejecutables, ejecutables en algunos casos, sin la

necesidad de grandes conocimientos técnicos como pueden ser la programación o la integración de sistemas. Bajo esa idea, el coste del EUD puede ser medido en términos temporales, es decir, el tiempo en que los usuarios de negocio son capaces de realizar el desarrollo (modelado de un proceso) en su entorno EUD. También se puede medir a partir del tiempo que necesitan los usuarios para aprender a usar la herramienta o el tiempo empleado en la detección de errores y la corrección de los mismos. En general, podemos afirmar que la usabilidad de una herramienta de modelado (entorno EUD) crece en función de la disminución de estos tiempos, algo que no está completamente estandarizado, ya que el ratio entre facilidad de uso y expresividad en este tipo de entornos está muchas veces desequilibrado, necesitando de ciertos compromisos que permitan a los usuarios no expertos en programación o especificación funcional utilizar estos entornos para el modelado de procesos de negocio.

La necesidad por conseguir la menor desviación posible entre el diseño y los requerimientos de usuario es uno de los principios que rigen el EUD. En el caso que nos ocupa –el modelado de procesos de negocio, esta desviación disminuye en función de la participación de los usuarios reales en el diseño del proceso. De esta forma, el modelado se acercará más al proceso real cuanto más versátil sea la interfaz de usuario de la herramienta que se emplee. Cuanto mayor sea el esfuerzo de los usuarios en crear procesos reales mayor será el coste del proceso final EUD, por lo que es importante potenciar el uso de interfaces de usuario sobre herramientas que favorezcan el trabajo y la interacción de los usuarios de negocio. La segunda consecuencia será que cuanto mayor sea la complejidad del proceso de modelado más difícil será su implementación. No es sencillo crear un proceso ejecutable que nazca de un proceso definido por usuarios de negocio, ya que en la mayoría de los casos el modelador utilizado es un modelador no integrado con la herramienta BPM para hacer el sistema ejecutable. Por ello, la principal recomendación en este punto debe ser que se usen herramientas BPM que tengan un modelador integrado, versátil y amplio en funcionalidad pero que no se desvíe mucho de un diseño implementable.

Otro de los principios que rigen el EUD dicta que los usuarios utilizaran esfuerzos considerables en aprender a usar la herramienta, incluso si está mal diseñada o tiene una interfaz de usuario pobre, siempre y cuando se encuentren motivados en sus tareas. La usabilidad juega un papel muy importante a la hora de realizar el diseño de una herramienta software. Por ello, para favorecer al éxito de estas iniciativas, es necesario poder cuantificar la usabilidad de las herramientas de modelado de procesos. La motivación en el diseño de procesos viene de la mano de la cercanía por conseguir un posible producto que mejore las condiciones de trabajo de los usuarios de negocio a través de una interfaz de usuario eficiente. No cabe duda de que un usuario se motivará si es consciente de que con un buen diseño de un proceso de negocio conseguirá ganar tiempo en su trabajo diario y eliminar todas aquellas tareas repetitivas y poco útiles que tanto le molestan. En definitiva, ganará tiempo para realizar otras tareas que no puede realizar a diario gracias a la estandarización del proceso.

2.1. Lenguajes de notación

El negocio es lo que hoy en día define los requisitos de los sistemas de información. Para ello, se hace necesario comprender el complicado contexto que rodea al negocio. Un modelo es una abstracción simplificada de la realidad, lo cual significa que es un intento de calcar la realidad obviando los detalles accesorios e irrelevantes. Modelar ha sido aceptado por la industria como una práctica de abstracción de la realidad bastante efectiva. Para ello, se han desarrollado diferentes lenguajes y métodos de modelado como el UML o BPMN.

El BPMN (Business Process Modelling Notation) es un estándar industrial para el modelado de procesos de negocio que actualmente es mantenida por la OMG (Object Management Group), y cuya versión actual es la 1.2. Se trata de una notación que se usa principalmente por todos los involucrados e interesados en el negocio (*stakeholders*). Las actividades son el principal elemento del modelado del proceso en BPMN, lo cual indica que el principal objetivo de esta notación es modelar situaciones explícitas en el modelado, y no detectar los huecos contextuales o requerimientos no funcionales [6, 18].

El UML (Unified Modeling Language), también respaldado por la OMG, es una notación que permite el modelado a distintos niveles conceptuales. Un modelado de procesos de negocio basado en UML empieza con el modelado de un caso de uso, ya que se trata de la definición funcional de requisitos de un sistema. El objetivo del modelado de casos de uso es realizar una inspección de todas las necesidades que el sistema tendrá. UML debe ser extendido para poder cubrir y hallar todas las necesidades, objetivos, reglas y recursos del modelado de procesos. Para ello, se han creado una serie de extensiones que proveen todos los símbolos necesarios para modelar procesos, recursos, reglas de negocio y objetivos concretos [8].

En el estudio que nos ocupa se ha utilizado la notación BPMN, ya que es la que incluyen todas las herramientas de negocio seleccionadas, y además ha sido diseñada específicamente para coordinar la secuencia de procesos y los mensajes que fluyen entre los diferentes procesos de una organización. Además, UML orienta su principal objetivo a los objetos en el modelado de aplicaciones, mientras que BPMN se orienta a los procesos en el modelado de sistemas.

3. Análisis de herramientas de modelado de procesos

La selección de las herramientas de modelado de procesos de negocio que han participado en este estudio no ha sido fruto del azar. Para la selección, se han usado las herramientas más representativas y comúnmente utilizadas en el sector. Además, se ha seguido un criterio cuya principal razón discriminatoria ha sido el que las herramientas seleccionadas sean competitivamente opuestas a nivel de mercado, y que todas supongan una solución óptima para diferentes tipos de usuarios y necesidades. Se ha buscado que las herramientas cumplan las siguientes características:

- Deben ser sencillas y simples en su funcionalidad para permitir un modelado rápido eficaz y completo.
- Deben ser amplias en funcionalidad; sin llegar a ser complejas en el uso, y que ofrezcan una solución absolutamente factible y completa.

- Al menos una de las herramientas del estudio debe suministrarse de forma gratuita, bajo una licencia de Software libre.

De esta forma, se ha realizado un Análisis Competitivo [15] de las herramientas de modelado de procesos seleccionadas en relación a las siguientes características funcionales asociadas al modelado de procesos (ver Figura 1).

Nº	Descripción Característica
1	Exportación de procesos modelados a Runtimes BPM.
2	Exportación e Importación de XML y otros formatos.
3	Creación de documentación asociada a Proceso.
4	Validación de Modelado de Proceso BPMN.
5	Reutilización de Elementos comunes de Proceso.
6	Realización de Simulación, Análisis e Informes.
7	Modelado Avanzado y Desarrollo de Procesos Humanos.
8	Variabilidad de Negocio en la Ejecución de Procesos.
9	Integración con Herramientas de Desarrollo y de Diseño de Arquitectura.
10	Colaboración en un Entorno Web.
11	Definición de Medidores de Negocio.
12	Monitorización e importación de Resultados.
13	Integración con la Gestión de Requerimientos.
14	Colaboración entre equipos de desarrollo.

Figura 1: Características deseadas en modeladores de negocio

Las anteriores características atienden a problemas que han sido recopilados de diversas iniciativas de proyectos reales en los que se ha participado, y que forman parte de la experiencia de los autores en proyectos BPM. Dado que la usabilidad se ve afectada tanto por requisitos funcionales como no funcionales, la inspección de estas características permitirá aportar un número mayor de información de contexto.

3.1. Análisis de herramientas

En este apartado se resaltan las características más destacables de cada uno de los modeladores en relación con la Figura 1 de funcionalidades del apartado anterior, realizando además una comparación de las mismas con conceptos teóricos del EUD.

Las técnicas de Interacción Persona-Ordenador han de ser innovadoras, adaptativas y adaptables [13]. En este sentido IBM WebSphere Business Modeler destaca cumpliendo de una forma realmente satisfactoria estas características cuando ofrece a los usuarios la posibilidad de visualización de un mismo proceso en función del rol de la persona que está trabajando en él, con la ayuda de clasificadores que priorizan sucesos (característica 8 de la Figura 1), ayudan a tomar decisiones y a entender los procesos, permiten destacar ciertos aspectos de un proceso y permiten añadir nuevos campos a los formularios de los elementos de un proceso. La variabilidad de negocio en la ejecución de procesos reflejada en este modelador permite identificar áreas donde los procesos deben cambiar debido a factores externos como movimientos de Mercado o factores temporales. IBM WebSphere Business Modeler permite toda una serie de posibilidades relacionadas con el negocio que ningún otro modelador de este estudio contempla, cabe destacar entre ellas:

- La posibilidad de identificar la causa principal de los problemas en el actual proceso.
- Realizar análisis what-if.
- Calcular ROI en función de futuros estados potenciales,
- Crear una vista holística de los procesos de negocio incluyendo costes, tiempo, ciclo, etc.
- Identificar el correcto número de recursos humanos disponibles en el proceso

Todas las características anteriores son muy deseables para un modelador de negocio. En este sentido, tanto BizAgi Process Modeler como BPM Intalio Designer cumplen los requisitos necesarios para realizar un modelado de negocio básico y IBM WebSphere Business Modeler destaca cumpliendo todos y cada uno de los puntos anteriormente reflejados.

La riqueza visual de componentes gráficos y la facilidad de uso de una herramienta a la hora de

posicionar elementos en el área de trabajo son características importantes en este estudio, y hacen que BizAgi Process Modeler se coloque en una posición privilegiada con respecto a sus dos competidores, ya que es el más expresivo y sencillo de utilizar, aportando gran cantidad de elementos que favorecen el trabajo más puramente operativo de los usuarios, haciendo que esta tarea sea poco ardua. En este sentido, el modelador de IBM produce un incremento importante en la carga cognitiva de los usuarios a la hora de usar su área de trabajo, ya está muy sobrecargada de iconos que representan elementos de modelado. Lo mismo le ocurre a BPM Intalio Designer, cuya área de trabajo esta falta de expresividad así como de facilidad de uso, lo que hace que el usuario no se encuentre cómodo trabajando con la herramienta.

Debido a la necesidad de crear maquetas y prototipos de una forma rápida y sencilla, cada vez se hacen más necesarios los entornos de alto nivel que permitan a los usuarios centrarse en aspectos conceptuales ayudados por un modelado visual y los entornos multimedia [13]. En este sentido, los tres modeladores analizados cubren en gran medida esta necesidad que se ve reflejada en las características 1, 2 y 4 de la Figura 1. Para permitir la creación de prototipos de una forma rápida, es de gran ayuda poder contar con herramientas que permitan la exportación e importación de modelos existentes que hayan sido desarrollados en otras herramientas. En este sentido, las tres herramientas de este estudio permiten en cierta medida importar y exportar sus diseños a los estándares más usados del mercado. Por otro lado, para poder abstraer al usuario de conceptos técnicos y realizar un modelado avanzado que cubra todos los requisitos impuestos por los *stakeholders* es necesario poder definir nuevos elementos de negocio así como reutilizar otros existentes. En este sentido, el modelador de IBM WebSphere Business Modeler es el que mejor cumple las características que quedan numeradas como 5 y 7 en la Figura 1.

Otra de las líneas de investigación de las que se ocupa el EUD es la programación cooperativa por el usuario final [13], para ayudar a que los usuarios se ayuden entre sí. En este punto, el único de los tres modeladores que posee dicha característica es IBM WebSphere Business Modeler, al estar dotado de un entorno web

colaborativo completo (características 10 y 14 de la Figura 1) donde los usuarios pueden trabajar de forma conjunta mediante un repositorio centralizado y distribuido de procesos y elementos de negocio que permite el intercambio y la reutilización entre grupos de trabajo. Otro gran logro de la herramienta de IBM es añadir grandes capacidades de documentación a sus procesos que ayudan a la posterior colaboración de diferentes grupos de trabajo (característica 3 de la Figura 1). Por otro lado, IBM WebSphere Business Modeler es el único de los tres modeladores que se centra en requisitos no funcionales como son la gestión de requerimientos (características 13 de la Figura 1) y la definición de KPI (características 11 de la Figura 1), permitiendo organizar el proceso definido en función de las necesidades puramente de negocio.

Característica	WebSphere software	BizAgi	INTALIO
Exportación de procesos modelados a Runtimes BPM	⚠	⚠	⚠
Exportación e importación de XML y otros formatos	✓	✓	✓
Documentación asociada a Proceso	✓	⚠	⚠
Validación de Modelado de Proceso BPMN	⚠	✓	⚠
Reutilización de Elementos comunes de Proceso	✓	✓	✓
Simulación, Análisis e Informes	✓	⚠	⚠
Modelado Avanzado y Desarrollo de Procesos Humanos	✓	⚠	⚠
Variabilidad de Negocio en la Ejecución de Procesos	✓	✗	✗
Integración con Herramientas de Desarrollo y de Diseño de Arquitectura	✓	⚠	⚠
Colaboración en un Entorno Web	⚠	✗	✗
Definición de Medidores de Negocio	✓	✗	⚠
Monitorización e importación de Resultados	✓	⚠	✗
Integración con Gestión de Requerimientos	✓	✗	✗
Colaboración entre equipos	✓	✓	⚠

Figura 2: Tabla Funcional Comparativa

3.2. Estudio comparativo

El estudio funcional llevado a cabo con las herramientas de modelado de procesos (Intalio Designer v6.0.3, BizAgi Process v1.5 Modeler y IBM WebSphere Business Modeler v7.0) se resume en la Figura 2, que muestra, en función de tres niveles de cumplimiento, si cada característica:

- Está perfectamente satisfecha (✓).
- Se encuentra cubierta en parte o no resulta correcta para la solución, sin llegar a ser totalmente deficitaria (⚠).
- No está cubierta o su solución no resulta satisfactoria (✗).

3.3. Estudio de usabilidad

Una de las principales líneas de investigación del EUD es conseguir entornos donde se creen artefactos/procesos con la ayuda del modelado visual [13], tal y como plantean los modeladores BPM. Por ello, es importante que estos entornos tengan un alto grado de usabilidad para que ayuden a los usuarios a que su trabajo sea rápido, sencillo y contenga una carga cognitiva baja.

El estudio de usabilidad descrito en este apartado se basa en los siguientes métodos [15]:

- Análisis de Inspección Heurístico realizado por expertos de BPM.
- Análisis de Inspección a partir del Recorrido Cognitivo realizado por el método de observación de un grupo de usuarios durante el modelado de procesos.
- Análisis del cuestionario de usabilidad y de los resultados obtenidos.

El cuestionario de usabilidad que se ha utilizado ha sido USE [14], adaptando ligeramente las preguntas a cuestiones referentes al modelado de procesos.

Para el experimento, se han considerado usuarios con el role de experto en negocio, es decir, usuarios que conocen a la perfección el proceso de negocio y realizan ciertas tareas de modelado de procesos sin llegar a utilizar herramientas BPM ni conocer la notación BPMN. Será el tipo usuario que modele los procesos en todos los escenarios propuestos en este trabajo. Adicionalmente, el experto en el uso de herramientas BPMN resolverá ciertas dudas

conceptuales sobre las herramientas de modelado a usar durante las fases de desarrollo del experimento, llevando a cabo el entrenamiento de los modeladores de negocio con las herramientas.

Los usuarios que han realizado el estudio (expertos en negocio) han sido 4 personas que habitualmente realizan tareas relacionadas con el modelado de procesos, definición y optimización de procesos de negocio y control de calidad. Todos ellos son usuarios con una formación universitaria superior y alguno de ellos son expertos en calidad y auditores de procesos de negocio. Al inicio del experimento, se realizó una sesión de entrenamiento que les ayudó a poder realizar el ejercicio con mayor fluidez y disminuir el tiempo de realización de la prueba. La sesión de entrenamiento consistió en una charla sobre BPMN, una presentación del proceso a modelar y una breve descripción y presentación funcional de las herramientas. La duración total del entrenamiento fue de una hora y media. Al finalizar la sesión, todos los participantes pudieron realizar preguntas con respecto a las dudas generadas sobre el proceso y las herramientas a utilizar.

Para la realización del experimento, se propuso a los participantes el modelado del proceso "Gestión de Incidencias" que se muestra en la Figura 3, perteneciente a la metodología ITIL V3. El modelado con cada herramienta duró 2 horas, es decir, el experimento consumió un tiempo total de 6 horas, ya que se evaluaron 3 herramientas en total. Para que el desarrollo de la prueba fuera mucho más sencillo, cada usuario modeló partes del proceso durante 30 minutos en el ordenador mientras los otros 3 usuarios realizaban comentarios y sugerencias sobre el modelado que debía seguir el usuario que realizaba el modelado activo. Una vez acabado su tiempo, el usuario a los mandos del ordenador cedía su puesto a otro de los usuarios consiguiendo así que todos pasaran al menos 30 minutos interactuando con el modelador. Por ello, el resultado de la prueba fue una única versión de cada proceso en BPMN realizado por el grupo con cada herramienta. Al proveer al equipo de un solo ordenador también se favorece la comunicación entre los miembros y es más sencillo captar la retroalimentación de las preguntas e ideas que se les van ocurriendo, ya que tienen que transmitirlos al usuario que está a los mandos del modelador. El

experto en herramientas de modelado tuvo como función principal resolver las dudas técnicas con respecto a las herramientas de modelado que surgían a los usuarios expertos de negocio para cada una de las herramientas.

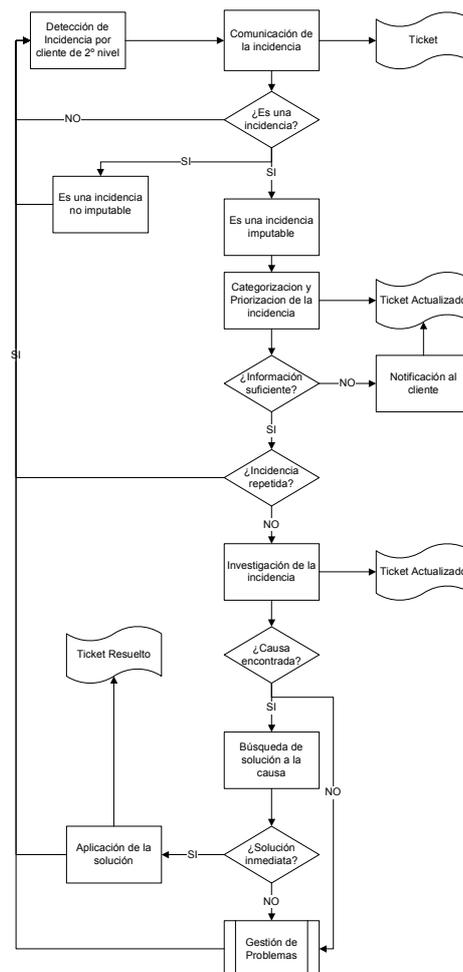


Figura 3 Gestión de Incidencias (ITIL v3)

El objetivo era ajustarse lo máximo posible al modelado del proceso maximizando la expresividad de cada herramienta, utilizando todos los tipos de nodos, flujos, patrones y demás elementos que las herramientas poseen para alcanzar el mayor nivel de completitud en el modelado. Para ello, se facilitó el pre-diseño del

proceso, que se observa en la Figura 3, realizado por usuarios de negocio de alto nivel que nada sabían de notación BPMN ni de herramientas de BPM.

Durante la prueba, se tomaron anotaciones sobre las preguntas, actitudes, inquietudes, problemas y resultados que los usuarios aportaron durante la ejecución. Al finalizar cada una de las 3 pruebas se comparó cada proceso resultante modelado por los usuarios expertos en negocio con un proceso que había sido modelado por el usuario experto en herramientas de BPM a modo de solución, con el fin de mostrar las principales diferencias entre procesos. Posteriormente, rellenaron el cuestionario de usabilidad para la obtención de las gráficas de resultados que mostramos a continuación. Es importante resaltar que todas las preguntas del cuestionario estaban numeradas de 0 (menos favorable) a 7 (más favorable).

En la Figura 4.a se aprecia una diferencia de un punto en media de las otras dos tecnologías con el modelador de IBM, sin duda debido a la expresividad que provee esta herramienta frente a sus competidoras. Los usuarios agradecen que este modelador tenga todo tipo de elementos que permiten definir las situaciones más variadas en un proceso de negocio, y en el caso de no tener el elemento necesario el modelador permite la creación de elementos personalizados. Las respuestas relacionadas con Intalio reflejan que se trata de un modelador poco usable con respecto a los parámetros que se han utilizado, las respuestas de los usuarios apoyan la hipótesis de que se trata de un modelador que aun puede crecer ampliamente en este aspecto y de cara a los dogmas del EUD.

En el caso de la facilidad de uso (Figura 4.b) encontramos que tanto el modelador de IBM como BizAgi superan los cuatro puntos, por lo que podemos afirmar que los usuarios están satisfechos con la sencillez de uso que dan ambas herramientas, este hecho se debe a que los elementos anteriormente comentados que ayudan a reducir la carga cognitiva y a modelar de una forma intuitiva han sido considerados en la interfaz de usuario de esta herramienta. En cuanto al modelador de Intalio, se trata de un modelador cuyo grado de facilidad de uso general no es muy alto, lo que hace que provoque en los usuarios puntuaciones no demasiado altas

comparativamente, incluso, con la usabilidad general alcanzada.

La facilidad de aprendizaje medida (Figura 4.c) muestra una clara diferencia que coloca a BizAgi cerca de la máxima puntuación. En este punto, no nos cabe la menor duda de que es el modelador que permite al usuario una curva de aprendizaje menos abrupta, debido a la gran apuesta de la marca por crear un producto fuertemente orientado a los usuarios puros de negocio, lleno de elementos que favorecen y facilitan al *stakeholder* realizar su trabajo de forma satisfactoria a largo plazo. La gran variedad de artefactos disponibles y expresividad general del modelador de IBM hacen que su facilidad de aprendizaje disminuya. En cuanto a Intalio, se trata de un modelador complicado de usar en comparación con las otras dos herramientas de modelado, tal y como se refleja en la gráfica.

Los datos reportados sobre la satisfacción de los usuarios que realizaron el experimento con las tres herramientas (Figura 4.d) colocan a Intalio y a BizAgi prácticamente en el mismo marco de puntuación, destacando de forma positiva sobre sus competidores el modelador de IBM. Esto es debido a que, a pesar de ser un producto complicado en el uso, los usuarios prefieren la riqueza y amplia funcionalidad frente a la dificultad de uso y aprendizaje. Lo cual puede sugerir, como se argumentaba anteriormente en este artículo, que muchos usuarios se sienten satisfecho ante un incremento en la expresividad de la interfaz de usuario de esta herramienta en particular, al proporcionar ésta mayor funcionalidad en algunos casos.

4. Conclusiones y discusión

En este artículo se ha analizado la problemática del usuario final frente al uso de herramientas tecnológicas avanzadas para la modelización de procesos de negocio en base al paradigma EUD. Se trata de estudiar cómo influye cada herramienta frente al hecho de que usuarios expertos en su dominio, pero poco o nada expertos en especificaciones programáticas, puedan acabar diseñando y creando procesos de negocio. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio que analiza rigurosamente tres de las herramientas más utilizadas en ambientes BPM, incluyendo técnicas de evaluación de usabilidad con usuarios reales.

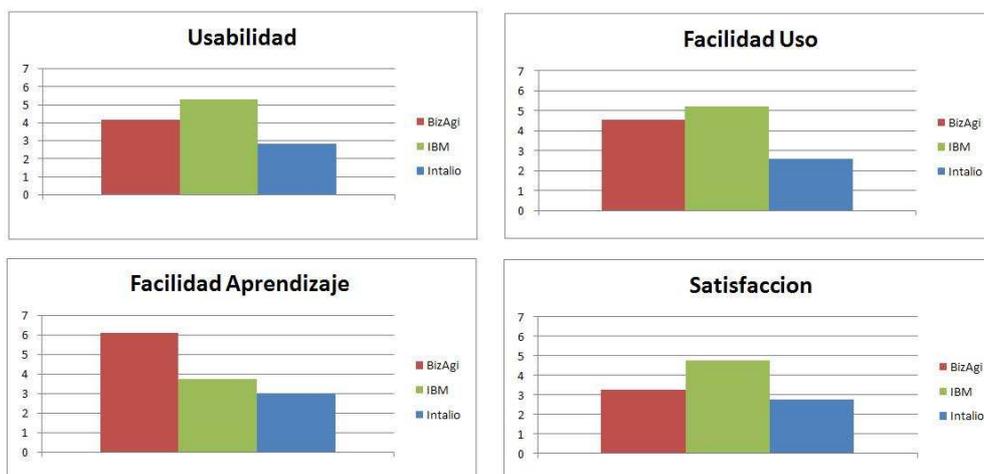


Figura 4: Gráficas experimentales obtenidas. De izquierda a derecha y de arriba abajo: a- Usabilidad, b- Facilidad de Uso, c- Facilidad de Aprendizaje y d- Satisfacción General

El resultado de nuestro estudio indica que los usuarios persiguen un producto positivamente situado con un índice de usabilidad general alto frente a otros modeladores más sencillos en su interacción y menos completos funcionalmente hablando. En general, se basa en que un modelador ofrezca más posibilidades de negocio tales como:

- Documentación de procesos que mantenga la consistencia entre operaciones negocio.
- Adaptación entre las reglas de negocio y la definición del proceso.
- Definición de indicadores de negocio y KPI's.
- Riqueza y variabilidad en la simulación de situaciones de negocio

Por tanto, podemos afirmar que un modelador funcionalmente completo en todas las capacidades de negocio es más usable y por tanto favorece más el triunfo del EUD. Sin embargo, esta afirmación compartida por todos los usuarios no despeja al completo nuestras dudas sobre si el paradigma EUD sería completamente alcanzable, ya que se debe probar la ejecución de los procesos en un estudio completo que llegue hasta las pruebas de ejecución del modelado.

El resultado de nuestro experimento, en relación con el papel que juega la facilidad de aprendizaje cuando evaluamos un producto EUD,

nos indica que una herramienta intuitiva está mejor considerada por los usuarios de negocio que una herramienta compleja pero funcionalmente más completa.

La satisfacción de los usuarios del experimento sobre el modelador de IBM destaca abiertamente sobre sus competidores, lo cual sugiere que tal vez sea más importante para los usuarios de negocio contar con una herramienta potente más que con una herramienta más sencilla y por lo tanto más usable. Sin duda, esta línea de investigación se llevará a cabo con un grupo más numeroso de usuarios, ya que podría provocar un cambio en el planteamiento del diseño de muchas herramientas que basan sus requisitos en los principales paradigmas de la Interacción Persona-Ordenador.

Para estudios posteriores, seguiremos abordando la problemática del usuario final en el modelado de proceso, estudiando hasta qué punto los modeladores de negocio pueden ofrecer desarrollo de procesos completamente ejecutables para usuarios no expertos en programación, y proponiendo nuevas mejoras que aumenten la usabilidad general a partir de aspectos funcionales y no funcionales.

Agradecimientos

El trabajo que se describe en este artículo ha sido subvencionado a través de los proyectos TIN2008-02081/TIN y S2009/TIC-1650.

Referencias

- [1] Business Process Management BPM Specification, OMG (Object Management Group)
- [2] Business Process Reengineering Assessment Guide, Accounting and Information Management Division, United States General Accounting Office, May 1997 Version 3
- [3] Caetano, Artur; Tribolet, José: Modeling Organizational Actors and Business Processes, Technical University of Lisbon
- [4] Centro de Recursos BizAgi©, http://www.bizagi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=84
- [5] Changrui Ren, Wei Wang, Jin Dong, Hongwei Ding, Bing Shao, Qinhua Wang: Towards a flexible business process modeling and simulation environment, IBM© China Research Laboratory, Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference
- [6] Christopher J Pavloski y Joe Zou, Non-Functional Requirements in Business Process Modeling, IBM Corporation©
- [7] Davenport, Thomas & Short, J. (1990), The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign, in: Sloan Management Review, Summer 1990, pp 11–27
- [8] Eriksson, Hans-Erik and Penker, Magnus: Business Modeling with UML: Business Patterns at work, Wiley & Sons, 1999.
- [9] Fuego BPM: BPM Process Patterns: Repetable Designs for BPM Process Models”, Enero 2006
- [10] Goetz, Marcus: Modeling Workflow Patterns through a Control-flow perspective using BPMN and the BPM Modeler BizAgi©, Institute of Applied Informatics and Formal Description Methods University Karlsruhe (TH)
- [11] IBM© WebSphere Business Modeler product Documentation, <http://www-01.ibm.com/software/integration/wbimodeler/>
- [12] Intalio Designer: Guías de Referencia, <http://community.intalio.com/reference-guides.html>
- [13] Macías, José A.: Desarrollo por el Usuario Final. Actas del VI Congreso de Interacción Persona Ordenador (Interacción 2005 - CEDI 2005). Granada, del 13 al 16 de Septiembre de 2005, pp. 381-384.
- [14] Measuring Usability with the USE Questionnaire, STC Usability SIG Newsletter, October 2001 issue (Vol 8, No. 2), http://www.stcsig.org/usability/newsletter/0110_measuring_with_use.html
- [15] Nielsen. J.: Usability Engineering. AP Professional. Boston, MA, 1993
- [16] Ortiz-Hernández, Javier; Nieto-Ariza, Erika M.; Estrada-Esquivel, Hugo; Rodríguez-Ortiz, Guillermo; Montes-Rendon, Azucena : A theoretical evaluation for assessing the relevance of modeling techniques in business process modeling, CENIDET, México
- [17] Sutcliffe, Alistair: Evaluating the Costs and Benefits of End-User Development, Centre for HCI Design, School of Informatics, University of Manchester
- [18] Zou, J. and Pavlovski, C.J, Modeling Architectural Non Functional Requirements: From Use Case to Control Case”, Proc. of IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE '06), Shanghai, China, 315-322, IEEE

Hacia la semiautomatización de la evaluación heurística: primer paso, categorización de heurísticas

Llúcia Masip

Dept. de Informàtica e Ingenieria
Industrial
Universitat de Lleida
25001 Lleida
lluciamaar@diei.udl.cat

Marta Oliva

Dept. de Informàtica e Ingenieria
Industrial
Universitat de Lleida
25001 Lleida
oliva@diei.udl.cat

Toni Granollers

Dept. de Informàtica e Ingenieria
Industrial
Universitat de Lleida
25001 Lleida
tonig@diei.udl.cat

Resumen

Cuando se decide realizar un análisis de usabilidad mediante la técnica de la evaluación heurística es imprescindible elegir un conjunto de heurísticas a evaluar en la interfaz interactiva. Distintos autores a lo largo del tiempo han ido definiendo principios o heurísticas a considerar cuando se quiere diseñar o evaluar un sistema interactivo usable. En este artículo se presenta la coincidencia entre categorías de heurísticas definidas por diversos autores a lo largo del tiempo, las diferencias entre los conjuntos heurísticos comunes considerados en este trabajo y la aplicabilidad o validez de unas u otras heurísticas dependiendo del sistema interactivo dónde se quieran aplicar. Todo ello como primer paso hacia la semiautomatización de este tipo de evaluación de la usabilidad.

1. Introducción

La evaluación heurística es una de las técnicas más utilizadas para evaluar la usabilidad de sistemas interactivos. Para utilizar esta técnica es imprescindible disponer de un listado de heurísticas a valorar en la interfaz [15]. Existen en la literatura diversos autores que a lo largo de los años han ido presentando distintos listados de principios o guías para diseñar o evaluar sistemas interactivos usables. Aun así, al realizar la preparación de una evaluación heurística, la fase de elección de las heurísticas a evaluar sigue siendo una de las tareas más costosas y ambiguas de definir [12]. En muchas ocasiones se eligen las heurísticas propuestas por Nielsen por ser unas de las más conocidas y aplicadas en sistemas web. En este caso, se desestima de forma automática (por desconocimiento o por convención) los principios heurísticos definidos por otros autores, sin valorar

ni siquiera su posible aplicación a la interfaz que se va a analizar.

En el caso de que el evaluador sea conocedor de distintos principios heurísticos definidos por distintos autores, también surgen dudas a la hora de elegir las heurísticas de uno u otro autor. Este hecho sucede debido a que los principios heurísticos definidos por cada autor cubren las necesidades generales de usabilidad de un tipo de interfaces concreto. Es por esto que es necesario realizar una adaptación/ampliación de los principios heurísticos elegidos para cubrir todos los aspectos de usabilidad del sistema interactivo.

En este artículo, tras un minucioso estudio de las propuestas existentes, se presenta una tabla comparativa de categorías de heurísticas. Mediante esta comparativa se pone de manifiesto la superposición, o coincidencia, de grupos o categorías de heurísticas que han ido siendo propuestos por distintos autores.

Además, para los autores que han definido no únicamente unos principios de usabilidad sino que han creado una jerarquía de heurísticas, se detallan las diferencias entre las heurísticas que pertenecen al mismo nivel de las jerarquías propuestas por estos autores. Estas diferencias se describen tanto a nivel de cantidad de heurísticas propuestas como del significado de las mismas. Mediante las comparaciones realizadas se procede a valorar la validez de las heurísticas propuestas viendo qué tienen en común o en qué difieren cada una de sus categorías, a qué sistemas interactivos son aplicables y cuándo se precisa una adaptación de las mismas para cubrir todos los aspectos de usabilidad de la interfaz.

Dicha comparativa se realiza con la finalidad de tener un sistema de recomendación que facilite y optimice la realización de este tipo de pruebas.

En la sección 2 se recogen las distintas apariciones de principios o heurísticas de

usabilidad definidas por distintos autores a lo largo de la historia.

En la sección 3 se presentan las categorías comunes detectadas en el análisis de todos los conjuntos de heurísticas definidos. También se incluye una descripción del proceso seguido para detectar las categorías coincidentes, así como una breve descripción de las diferencias encontradas entre ellas. El último apartado de esta sección presenta los sistemas interactivos a los cuales se pueden aplicar estas categorías de heurísticas.

En la última sección aparecen las conclusiones del estudio y el trabajo futuro a realizar.

2. Las heurísticas

La utilización de heurísticas para buscar la solución a un problema es una técnica de evaluación antiguamente utilizada. Aun así, no fue hasta 1986 cuando se presentaron las primeras guías o principios a seguir para diseñar una interfaz teniendo en cuenta aspectos de la usabilidad de un sistema interactivo. A partir de ese año, distintos autores han redactado diferentes criterios a tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de una interfaz. La figura 1 muestra un cronograma con las fechas de aparición de estos conjuntos de heurísticas.

Cabe remarcar que la aparición de principios o criterios heurísticos no lleva implícita la aparición de la técnica de análisis de usabilidad conocida como evaluación heurística. Es decir, las primeras heurísticas que aparecieron eran, en realidad, recomendaciones a seguir a la hora de diseñar una interfaz interactiva concreta. No fue hasta 1990 cuando Nielsen propuso la técnica de la evaluación heurística como proceso metodológico y empírico para analizar o evaluar las características de usabilidad de una interfaz de usuario [15].

A partir de 1990, todos los criterios definidos pueden jugar dos roles distintos: por una parte como criterios de referencia a la hora de realizar

un sistema interactivo y, por otra parte, como características a tener en cuenta en el análisis de usabilidad mediante la técnica empírica de la evaluación heurística.

2.1. Revisión histórica

La primera definición de principios heurísticos fue dada en 1986 cuando Smith y Mosier decidieron redactar una serie de pautas a seguir para realizar interfaces software [22]. Un año más tarde, fueron Marshall [10] y Shneiderman [21] quienes definieron por separado dos conjuntos de heurísticas. Marshall las definió para el diseño de interfaces que soportaran la interacción persona-ordenador y Shneiderman redactó las “8 reglas de oro para el diseño de interfaces”.

El siguiente año, en 1988, Marlin Brown escribió el libro “Human-Computer Interface Design Guidelines” [1] donde se pueden localizar los criterios heurísticos agrupados por categorías a seguir en el diseño de interfaces interactivas. Ese mismo año, Norman presentó 7 principios heurísticos a tener en cuenta en un proceso de diseño centrado en el usuario [18].

En 1990 Molich y Nielsen propusieron 9 principios para mejorar el diálogo entre las personas y los ordenadores [16].

Mayhew redactó en 1992 un conjunto de principios heurísticos relacionados con el diseño de sistemas centrados en el usuario [11].

Solamente 2 años más tarde, Nielsen presentó factores o categorías que se dividen en distintas heurísticas de modo que abarcan una gran variedad de características de usabilidad [14].

En 1995, Larry Constantine planteó 5 reglas generales y 6 principios específicos para diseñar interfaces usables y facilitar el aprendizaje de los usuarios finales [2]. En 1996 Instone presentó un informe técnico [7] donde se especificaron una serie de principios heurísticos para la web. Nielsen reapareció junto con Tahir en el año 2002 para presentar el libro “Usabilidad de páginas de

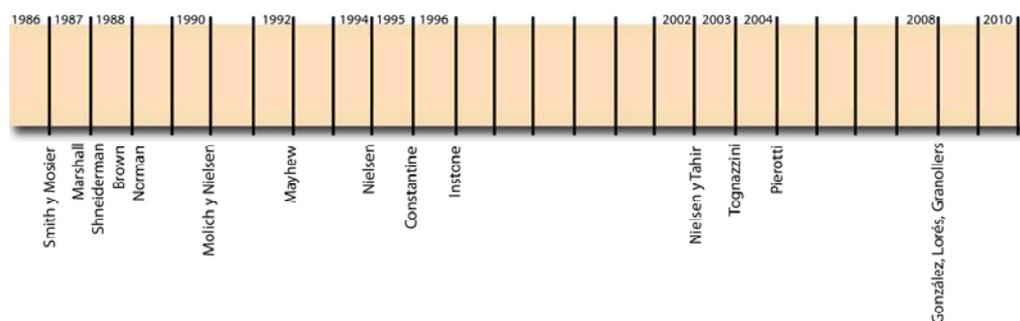


Figura 1. Cronograma de heurísticas

inicio: análisis de 50 sitios web” [17] donde se presentan 113 heurísticas a tener en cuenta en el diseño de páginas web de inicio. Un año más tarde Tognazzini presentó en el portal web “Ask Tog” un conjunto de principios heurísticos para entornos GUI y web [23].

Pierotti en 2004 amplió el conjunto definido por Molich y Nielsen [16] definiendo 3 principios más y dividió las categorías propuestas por Molich y Nielsen y los 3 principios redactados por el mismo autor en heurísticas más concretas [20].

Finalmente, en 2008 González et al. presentaron un recopilatorio de los conjuntos heurísticos de Nielsen, Schneiderman, Instone, Tognazzini, Constantine y Mayhew citados anteriormente, con el fin de obtener un conjunto de heurísticas que abastara la evaluación de usabilidad de un sistema interactivo [5]. Esta clasificación nos ha servido como base de este trabajo. Así pues, se ha ampliado el número de autores que han definido criterios de usabilidad y, sobre todo, se ha realizado un análisis más exhaustivo para poder comparar conjuntos de heurísticas.

3. Identificación de categorías coincidentes

La elección de los principios de usabilidad de un autor o de otro para evaluar la usabilidad de un sistema interactivo sigue siendo una de las tareas más minuciosas dentro del proceso de planificación de una evaluación heurística.

Como se refleja en la sección 2, muchos autores han realizado esfuerzos para definir criterios heurísticos. Aunque los más utilizados por convención son los de Nielsen, no siempre se adecúan completamente a las características de usabilidad del sistema interactivo que se quiere evaluar. Así pues, consideramos que se precisa de una adaptación de los conjuntos de heurísticas seleccionados para la evaluación, para conseguir cubrir todos los posibles aspectos de usabilidad que se encuentran en la interfaz interactiva.

Es evidente que aún y la cantidad de investigadores que han trabajado para definir y modificar conceptos heurísticos, de forma natural se ha producido una redundancia o coincidencia importante en la definición de algunas de las categorías planteadas por distintos autores.

Con el fin de aprovechar todos estos esfuerzos previamente realizados, en esta sección se incluyen los siguientes aspectos:

1. *Identificación* de los conjuntos de heurísticas comunes en la mayoría de los autores citados en la sección anterior.
2. *Descripción* de las diferencias entre el significado y la cantidad de heurísticas en una misma categoría definida por varios autores.
3. *Valoración* de la aplicación de las categorías propuestas a cualquier sistema interactivo o a un conjunto específico de interfaces interactivas.

Destacar que durante todo el proceso de análisis se tuvieron en cuenta los criterios que se describen en el siguiente apartado.

3.1. Criterios de análisis de las heurísticas

De acuerdo con la recopilación de propuestas de conjuntos de heurísticas citadas en la sección 2, se diferencian dos tipos de conjuntos de heurísticas: las definiciones simples de heurísticas y la definición de una jerarquía de heurísticas. Entendiendo por una parte, las definiciones simples de heurísticas como el planteamiento de una serie de principios sin subdivisiones. Y, por otra parte, entendiendo las jerarquías de heurísticas como planteamiento de categorías que se dividen en diferentes heurísticas (siendo a su vez posible que estas heurísticas se dividan en nuevas subheurísticas).

Para el análisis de las propuestas existentes y con el objetivo de determinar las categorías comunes entre los diferentes autores, se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Solamente se ha considerado un nivel de profundidad de los conjuntos de criterios heurísticos definidos por cada autor.
 1. En el caso de una definición simple de heurísticas, se han considerado éstas para el análisis.
 2. En el caso de que el autor plantease una jerarquía de criterios heurísticos, se ha elegido para la clasificación un solo nivel dependiendo de los niveles de la jerarquía: si ésta presenta dos niveles (categoría-heurística) se ha elegido la categoría (para poder compararlo con los autores que solamente consideraron un listado de principios). En el caso de existir más de dos niveles de categorías, se ha escogido el nivel intermedio por coincidir en todos los casos con el mismo nivel de significado que las definiciones simples de heurísticas.

- Durante el proceso de análisis y comparación (ver la tabla 3) se observa que en ciertos casos algún autor puede aparecer varias veces en la nomenclatura de una misma categoría. Esto sucede con los autores que han generado más de un nivel en su jerarquía de heurísticas y varias de las agrupaciones realizadas corresponden a una misma categoría genérica.

Aplicando estos criterios de categorías/heurísticas se obtienen unos grupos que se asemejan, a nivel genérico de significado, a los principios que plantean los autores que solo proponen un listado de principios de usabilidad.

Trabajando a nivel de categoría se obtiene un conjunto de criterios heurísticos más manejable y sobretodo más fácil de comparar.

3.2. Categorías de heurísticas desestimadas

Durante el proceso de análisis de los conjuntos de heurísticas, ha sido preciso desestimar algunas de las heurísticas propuestas por los autores. Veamos a continuación cuales han sido las categorías desestimadas y los motivos de tal exclusión:

- Existen categorías de heurísticas que sólo son consideradas por un único autor y, por tanto, no existe una comparación posible. Las categorías desestimadas por este motivo son las siguientes:

Tabla 1. Categorías desestimadas por ser únicas

Autor	Categoría
Constantine	Contexto
Mayhew	Tecnología invisible
Tognazzini	Valor por defecto y Reducción de la latencia
González	Diseño gráfico

- Algunos de los primeros autores de criterios heurísticos como Smith y Mosier o Brown clasificaron sus principios categorizando primeramente por tipo de contenido (imagen, gráfico, texto, etc.) y subdividiendo estas categorías con heurísticas relacionadas con aspectos de usabilidad (como son la consistencia, flexibilidad, reducción de carga cognitiva, etc.). En nuestro trabajo la categorización de las heurísticas se ha escogido de acuerdo con la clasificación utilizada por la mayoría de autores. Consecuentemente, se considera una categorización a la inversa de los dos autores citados: primeramente la característica de

usabilidad y, posteriormente, un detalle de todos los aspectos a tener en cuenta respecto a estas características de usabilidad. Las heurísticas que cumplen con lo dicho y, por tanto, son desestimadas son:

Tabla 2. Categorías desestimadas

Autor	Categoría
Smith et al.	Entrada de datos (Designación de la posición, designación de la dirección, texto, formularios de datos, tablas, gráficos, otros procesamientos de datos, cambio del diseño), control de secuencias (Tipo de diálogo, definición del contexto, cambiar el diseño).
Brown	Diseñar formatos de visualización, color, gráficos y entrada de datos.

Por último, se han desestimado algunas de las categorías propuestas por Nielsen y Thair por estar demasiado centradas en criterios de usabilidad de páginas web de inicio (sin que sea éste el verdadero objetivo de este trabajo). Estas son: Finalidad del sitio, información acerca de la empresa, revelar el contenido a través de ejemplos, acceso a archivos y contenido ya aparecido, vínculos, imágenes y animación, diseño gráfico, widgets de la IU, títulos de la ventana, noticias y notas de prensa, ventanas emergentes y páginas intermedias, publicidad, bienvenida, premios y distinciones, recarga y actualización de la página, personalización, fomento de una comunidad y visualización de cotizaciones bursátiles y números.

Con estas premisas se obtiene un conjunto de categorías comunes propuestas por más de un autor de los citados anteriormente.

3.3. Análisis y comparación de las categorías

En esta sección se presenta la tabla resultante del análisis (tabla 3) con las categorías que del mismo se deducen. A pesar que la tabla es el aporte principal de este trabajo, se muestra en este punto del artículo porque consideramos que mejora la comprensión del análisis en profundidad que posteriormente se realiza.

La tabla contiene la relación de las categorías utilizadas por más de un autor junto a la nomenclatura que utiliza cada autor para designar estas categorías coincidentes.

Tabla 3. Categorización de las heurísticas

Categoría	Autor	Nomenclatura utilizada por el autor
Consistencia	Nielsen/Pierotti	Consistencia y estándares
	Marshall et al./ Instone/ Tognazzini	Consistencia
	Shneiderman	Esforzarse por la consistencia
	Molich et al.	Hacerlo consistente
	Constantine	Estructura/Reutilización
	Mayhew	Consistencia y robustez/ Compatibilidad del usuario, del producto, de las tareas y de los procesos del sistema
	Tognazzini	Objetos humanos
Feedback	Nielsen/Pierotti	Visibilidad del estado del sistema
	Smith et al.	Orientación del usuario: Información de estado/Realimentación rutinaria/Realimentación del error/ Transmisión de datos: Control de la transmisión
	Shneiderman	Ofrecer retroalimentación/Diseñar el diálogo para mostrar el trabajo pendiente
	Molich et al.	Proporcionar retroalimentación
	Constantine/ Instone/Marshall et al.	Retroalimentación
	Mayhew	Sensibilidad y retroalimentación
	Tognazzini	Autonomía
Gestión de errores	Nielsen/Instone/ Pierotti	Prevención de errores
	Tahir et al.	Comunicación de problemas técnicos y gestión de emergencias
	Pierotti	Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar, y recuperarse de un error
	Smith et al.	Control de secuencias: Gestión de errores/Alarmas/ Entrada de datos: Validación de datos
	Marshall et al.	Procesamiento de errores
	Brown	Mensajes de error y asistencia en línea
	Shneiderman	Ofrecer una gestión de errores simple
	Norman	Diseñar para los errores/ Cuando todo falla, estandarizar
	Molich et al.	Proporcionar unos buenos mensajes de error/Prevención de errores
	Constantine	Tolerancia
	Instone	Mensajes de error correctos
	Tognazzini	Proteger el trabajo/ Guardar el estado
Reducir la carga de memoria	Nielsen/Pierotti	Reconocimiento más que recuerdo
	Constantine	Visibilidad
	Shneiderman	Reducir la carga de memoria a corto plazo
	Molich et al./ Instone	Minimizar la carga de memoria del usuario
	Tognazzini	Uso de metáforas/Anticipación
	Norman	Hacer las cosas visibles/ Conseguir los mapas acertados/ Explorar el poder de las limitaciones
Flexibilidad	Nielsen	Flexibilidad y eficiencia de uso
	Pierotti	Flexibilidad, estética y diseño minimalista/ Interacción respetuosa y gratificante con el usuario
	Marshall et al.	Adaptación
	Mayhew	Flexibilidad
	Tognazzini	Daltonismo/Legibilidad
	Constantine	Soporte

Categoría	Autor	Nomenclatura utilizada por el autor
Diálogo	Nielsen/Pierotti	Unión entre el sistema y el mundo real
	Tahir et al.	Redacción de contenido/La URL
	Marshall et al.	Seleccionar términos, palabras y objetos:
	Brown	Redacción efectiva/ Diseño de diálogos
	Molich et al.	Diálogo simple y natural
	Molich et al./ Instone	Hablar el lenguaje del usuario
	Norman	Utiliza el conocimiento del mundo y el de la cabeza
	Tognazzini	Eficacia del usuario
Control del usuario	Nielsen/Pierotti	Control y libertad para el usuario
	Smith et al.	Control de secuencias: Selección de transacciones/Interrupción/ Transmisión de datos: Iniciar la transmisión
	Marshall et al.	Locus de control
	Brown	Control y visualización de recursos
	Shneiderman	Soportar el control por el usuario/ Permitir deshacer fácilmente las acciones realizadas
	Constantine	Progresión
	Mayhew	Manipulación directa/ Control/ WYSIWYG
Facilidad de uso	Pierotti	Habilidades
	Marshall et al.	Diseño de procedimientos y tareas/ Analogía y metáforas/ Entrenamiento y práctica/ Unión entre usuario y tarea
	Norman	Simplificar la estructura de las tareas
	Constantine/ Mayhew	Simplicidad
	Mayhew	Familiaridad/ Facilidad de uso y aprendizaje
	Tognazzini	Aprendizaje
	Constantine	Acceso
Atajos	Tahir et al.	Herramientas y accesos directos a tareas
	Shneiderman	Proporcionar atajos para los usuarios frecuentes
	Molich et al.	Proporcionar atajos
	Constantine	Eficacia
	Instone	Atajos
Ayuda	Pierotti/Instone	Ayuda y documentación
	Smith et al.	Orientación del usuario: Ayudas de trabajo/ Cambiar el diseño
Navegación	González et al.	Navegación: Áreas de Navegación/Orientación
	Marshall et al./ Tahir et al.	Navegación
	Tognazzini	Navegación visible/ Interfaces explorables
Protección	Mayhew	Protección
	Pierotti	Privacidad
	Tahir et al.	Recopilación de datos del cliente
	Smith et al.	Protección de datos: General/ Identificación del usuario/ Acceso a datos/ Entrada/Modificación de datos/ Transmisión de datos/ Cambiar el diseño
Salidas de emergencia	Molich et al.	Proporcionar marcas claras
	Instone	Marcar claramente las opciones de salida
Búsqueda	González et al.	Búsqueda: Área de búsqueda/ Resultado de la búsqueda
	Tahir et al.	Búsqueda
Internacionalización	González et al.	Contenido: internacionalización
	Tahir et al.	Fechas y horas en formato internacional
Contenido	González et al.	Contenido: Información/Imágenes
	Marshall et al.	Diseño de la pantalla / Organización / Interacción multimodal y multimedia
	Smith et al.	Visualización de datos: Texto/ Formulario de datos/ Tablas/ Gráficos/ Formato/ Codificación/ Control de la pantalla/ Cambio de diseño

Así pues se puede concluir que entre todos los autores se han detectado la definición de 16 categorías o principios heurísticos comunes a tener en cuenta a la hora de diseñar o evaluar un sistema interactivo. Estas categorías son:

Consistencia, feedback, gestión de errores, reducir la carga de memoria, flexibilidad, diálogos, control del usuario, facilidad de uso, atajos, ayuda, navegación, protección, salidas de emergencia, búsqueda, internacionalización y contenido.

3.4. Análisis en profundidad de las categorías identificadas

Después de detectar las categorías comunes de las heurísticas definidas, creemos conveniente realizar un análisis más exhaustivo de las heurísticas que conforman cada una de las categorías planteadas.

En secciones anteriores ya se ha apuntado que dependiendo del autor se definía una jerarquía de heurísticas o simplemente se denominaban distintos principios a seguir para obtener un sistema interactivo usable.

En esta sección solo se consideran las definiciones de criterios que conforman una jerarquía de heurísticas. Es decir, solamente para las jerarquías de heurísticas definidas por Smith y Mosier [22], Marshall [10], Brown [1], Nielsen [14], Tahir y Nielsen [17], Pierotti [20] y González et al. [5] se comparan las distintas heurísticas que componen cada una de las categorías localizadas (y que se muestran en la tabla anterior).

A continuación se presenta el análisis detallado de las categorías detectadas:

- *Consistencia*: Nielsen, Pierotti y Marshall definen explícitamente una categoría de consistencia y la subdividen en 8, 51 y 7 heurísticas, respectivamente. Las heurísticas propuestas por Nielsen y Marshall consideran aspectos generales sobre consistencia sin llegar a detalles como alineamientos, fuentes o tamaño del texto que sí son consideradas en las heurísticas propuestas por Pierotti.
- *Feedback*: Smith y Mosier con 49 heurísticas, Marshall con 5, Nielsen con 12 y Pierotti con 29 definen heurísticas relacionadas con la retroalimentación del sistema interactivo con el usuario. Smith y Mosier distinguen entre información de estado, feedback rutinario, feedback de error y feedback de control de

transmisión. Los otros 3 autores simplemente definen un listado de heurísticas de retroalimentación sin realizar ningún tipo de clasificación entre ellas.

- *Gestión de errores*: Smith y Mosier, Marshall, Brown, Nielsen, Tahir y Nielsen y Pierotti definen 25, 4, 37, 6, 2 y 36 heurísticas respectivamente en la categoría de gestión de errores. En todos los casos se remarca la gestión de prevención de los errores y el tratamiento de los mismos en cuanto ocurren. La diferencia está en el nivel de profundidad dependiendo del autor. Brown, Nielsen y Pierotti profundizan más en aspectos como el lenguaje utilizado en el mensaje, la forma de mostrar el mensaje o la consistencia entre mensajes de error semejantes.
- *Reducir la carga de memoria*: de los autores que proponen una jerarquía de heurísticas, solamente Nielsen con 14 heurísticas y Pierotti con 40 definen criterios que tienen en cuenta explícitamente la reducción de la carga cognitiva del usuario. La diferencia en la cantidad de heurísticas es el nivel de detalle. Se puede decir que algunas de las heurísticas que define Pierotti se podrían considerar como subheurísticas de las definidas por Nielsen. Por ejemplo: la heurística de Nielsen "Proporcionar listas de opciones y elegir de estas listas" podría considerarse una categoría que incluyera la heurística "¿Existe una diferencia visual evidente entre "elegir uno" del menú o lista y "elegir varios"?" de Pierotti.
- *Flexibilidad*: 7 heurísticas define Marshall, 9 Nielsen y 45 Pierotti referentes a la adaptación del sistema interactivo a cualquier usuario. Pierotti detalla más que los otros dos autores provocando, igual que en la categoría anterior, que alguna de sus heurísticas puedan formar parte como subheurística de alguna propuesta por Marshall y/o Nielsen.
- *Diálogo*: Marshall con 17 heurísticas se centra en la utilización de unas palabras u otras que provocan distintas connotaciones al usuario. Brown con 73 criterios, incluye en la categoría de diálogo (tal y como se ha comentado anteriormente) aspectos de consistencia, flexibilidad, ayuda, entre otros. Nielsen con 12, Tahir y Nielsen con 16 y Pierotti con 24 se centran todos en aspectos relacionados directamente con el diálogo entre el sistema

interactivo y el usuario que está interaccionando.

- *Control de usuario*: Tanto Smith y Mosier (con 43 heurísticas) como Brown (con 38) incluyen aparte de lo propiamente relacionado con el control del usuario, aspectos de otras categorías. Por su parte, Nielsen (con 9 heurísticas), Marshall (con 2) y Pierotti (con 23 heurísticas) definen de forma más o menos detallada aspectos relacionados con el control que es preciso que tenga un usuario, ya sea o no experto, del sistema.
- *Facilidad de uso*: Marshall y Pierotti definen 93 y 22 heurísticas respectivamente. El primero considera el diseño y procedimiento de tareas, las analogías y metáforas, entrenamiento y práctica y la unión entre el usuario y las tareas. Por otra parte, Pierotti se centra en un único grupo que define como habilidades y el cual incluye de forma aleatoria heurísticas semejantes a las consideradas por Marshall.
- *Atajos*: de los autores que definen una jerarquía, solamente Tahir subdivide la categoría de atajos en 3 heurísticas referentes a la necesidad de proporcionar al usuario accesos directos para la realización de las tareas más frecuentes.
- *Ayuda*: tanto Smith y Mosier como Pierotti con 32 y 23 criterios respectivamente consideraron necesario la aparición de guías orientativas o de ayuda. El objetivo de las mismas es dar soporte a los usuarios que lo necesiten en la realización de las acciones para las cuales está preparado el sistema interactivo.
- *Navegación*: En esta categoría tanto Marshall como Tahir como González con 3, 7 y 7 heurísticas respectivamente remarcan la necesidad de mostrar en todo momento dónde se está posicionado y todas las opciones a las que se puede acceder.
- *Protección*: Smith y Mosier definen 70 heurísticas que hacen referencia a la protección de datos en la identificación del usuario, en el acceso, entrada, modificación y transmisión de datos. Tahir y Nielsen con 2 heurísticas remarcan la necesidad de que el usuario perciba las ventajas y desventajas del proceso de registro al sistema interactivo. Pierotti, mediante 3 heurísticas, hace referencia al nivel de protección de las áreas que deben ser totalmente inaccesibles.
- *Búsqueda*: Nielsen y Tahir hacen hincapié en el estilo y visualización del cuadro de búsqueda; mientras que González dedica 4 heurísticas al cuadro de búsqueda y 2 a los resultados de esta búsqueda.
- *Internacionalización*: Nielsen y Tahir con 5 heurísticas velan para conseguir que aparezcan las fechas y horas de forma estándar e internacional sin confusión alguna. González propone 2 heurísticas referentes a los distintos idiomas con los que está implementado el sistema interactivo.
- *Contenido*: en esta categoría cada autor que ha definido una categoría de heurísticas especifica diferentes aspectos relacionados con el contenido que se muestra en la interfaz interactiva. Smith y Mosier con 143 heurísticas describen por tipología de contenido (imagen, texto, formulario,...) los requisitos a cumplir para que estos sean usables. Marshall con 24 criterios se preocupa por el diseño de la pantalla, la organización de contenidos y la interacción multimodal y multimedia. Finalmente, González de forma parecida a Smith y Mosier define criterios dependiendo del tipo de contenido (información genérica, imágenes,...).

3.5. Aplicabilidad de las heurísticas

Hasta el momento todos los autores apuntan que los criterios definidos son capaces de mejorar la usabilidad de interfaces interactivas, o definen criterios heurísticos que se pueden aplicar en el diseño de interfaces interactivas siguiendo un modelo de proceso centrado en el usuario [6].

Aun así, es preciso remarcar tres aspectos importantes a la hora de utilizar estos principios heurísticos, independientemente de si éstos se usan en la evaluación de la usabilidad, o como criterios en la creación de un sistema mediante el modelo de proceso centrado en el usuario:

1. Por una parte, los principios o categorías propuestas por la mayoría de autores reflejan características comunes de usabilidad de interfaces interactivas en general; por lo que se hace evidente una ampliación de estos criterios para poder cubrir todos los aspectos de usabilidad de cada interfaz específica.
2. Por otra parte, y de forma adicional al punto anterior, los criterios citados hacen referencia (en la mayoría de los casos) a interfaces web o aplicaciones de ordenador. Pero es evidente que

no solamente es posible hacer usable una interfaz web sino que existen otros tipos de dispositivos que pueden ser susceptibles de un análisis de usabilidad; como por ejemplo dispositivos físicos tales como quioscos públicos [4][8][19], o simplemente el contexto donde se utiliza la interfaz interactiva [9], o sistemas actualmente emergentes basados en la web semántica. Así pues, aun y considerando que algunas de las categorías propuestas son adaptables a este tipo de sistemas interactivos, es preciso no desestimar la creación de nuevas categorías que incluyan características de usabilidad de sistemas interactivos distintos a los sistemas web tradicionales.

- Como se ha apuntado en la sección 3, se han desestimado algunas categorías de heurísticas. Estos principios desestimados se podrían considerar como ampliaciones de las 16 categorías propuestas, de modo que dependiendo del sistema interactivo a analizar sea posible usarlas para la evaluación.

4. Conclusiones y trabajo futuro

Cuando se decide realizar una evaluación heurística de una interfaz interactiva no se conoce con claridad cuáles son las heurísticas más adecuadas a utilizar para la interfaz concreta que se pretende analizar. Además, si esta interfaz no es un sistema web o se trata de una interfaz de una web semántica, las heurísticas existentes para evaluarlas son escasas y se precisa, en la mayoría de ocasiones, de una adaptación de las existentes para poder cubrir todos los aspectos de usabilidad pertinentes.

En este trabajo se presenta un estudio para valorar la idoneidad de utilizar las heurísticas de un autor u otro para evaluar un sistema interactivo concreto. Los resultados se muestran en la tabla 3 de la sección 3.3 de este artículo, a continuación se muestran las principales conclusiones que se pueden extraer de ella.

Aunque varios autores han realizado un importante esfuerzo para definir conjuntos de heurísticas para la realización de una evaluación de usabilidad, queda demostrada la coincidencia existente entre las categorías propuestas por estos autores en 16 categorías comunes.

Además, para los autores que proponen una jerarquía de heurísticas, se ha realizado una comparación para mostrar las diferencias o similitudes en lo referente a significado de

heurísticas y cantidad englobada dentro de una misma categoría. En la mayoría de casos el significado entre heurísticas de conjuntos similares es parecido. Además, el número de heurísticas que contiene cada categoría viene dado por el grado de detalle que cada autor consideró cuando definió sus criterios.

Finalmente, todas las definiciones de heurísticas propuestas se redactaron para realizar o evaluar sistemas interactivos (mayoritariamente sistemas web) por lo que se ve claramente la necesidad de ampliar las 16 categorías para poder adaptar las heurísticas utilizadas a cada tipo de sistema interactivo concreto.

Con todo, se puede decir que las 16 categorías de heurísticas definidas en este artículo configuran la base para poder realizar una evaluación heurística de un sistema interactivo en plataforma web cuya misión sea únicamente informar. En el caso de disponer de un sistema interactivo algo más complejo (como por ejemplo un portal web que permita realizar compras o trámites en línea) será necesaria una ampliación de estas heurísticas para poder cubrir todos los aspectos de usabilidad.

Destacar que es imprescindible realizar importantes esfuerzos para mejorar la realización de una evaluación heurística, y, más concretamente, la elección de las heurísticas que se utilizaran en cada evaluación. A pesar que esta técnica de evaluación de usabilidad supone una de las técnicas más utilizadas, sigue careciendo de herramientas que den soporte tecnológico durante todo el proceso de realización.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto "Plataforma Abierta para la Gestión de la Distribución Multicanal de Contenidos", TIN2008-06228/TSI del Ministerio de Ciencia e Innovación (España) y por la financiación de la Universitat de Lleida de una beca predoctoral concedida a Llúcia Masip.

Referencias

- [1] Brown, C. M. 1988 *Human-Computer Interface Design Guidelines*. Ablex Publishing Corp.
- [2] Constantine L. What do users want? Engineering usability into software [Publicación periódica]// Windows Tech Journal. - 1995.

- [3] Dix A. [y otros] Human-Computer Interaction [Libro]. - Madrid : Prentice Hall, 2009.
- [4] Evolucy Evaluación heurística de un quiosco de autoservicio de fotografía digital: caso práctico. [Publicación periódica] // Evolucy . 2004. http://www.evolucy.com/esp/projects/evaluacion_heuristica_kiosk.html.
- [5] González M. P., Lorés J. y Granollers A. Enhancing usability testing through datamining techniques: A novel approach to detecting usability problem patterns for a context of use. Information and Software Technology, Vol. 50, pp. 547-568, 2008 - DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2007.06.001>.
- [6] Granollers T., Lorés J. y Cañas J. Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario [Libro]. - Barcelona : Editorial UOC, 2005. - ISBN: 84-9788-320-9.
- [7] Instone, K. - Usability engineering for the Web. World Wide Web Journal, 1997.- <http://instone.org/node/12>
- [8] Maguire M.C. A Review of User-Interface Design Guidelines for Public Information Kiosk Systems [Publicación periódica] // Electronic Proceedings of the 3rd ERCIM Workshop on "User Interfaces for All" / ed. Stephanidis C y Carbonell N.. - 1997. - <http://ui4all.ics.forth.gr/UI4ALL-97/maguire.pdf>.
- [9] Mankoff J. [y otros] Heuristic evaluation of ambient displays [Publicación periódica] // In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Ft. Lauderdale, Florida, USA, April 05 - 10, 2003).. - New York : CHI '03. ACM, 2003. - págs. 169-176. - DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/642611.642642>.
- [10] Marshall, C., Nelson, C. and Gardiner, M.M., 1987. Design guidelines. In: Gardiner, M.M. and Christie, B., Editors, 1987. *Applying Cognitive Psychology to User-Interface Design*, Wiley, Chichester and New York, pp. 221-278.
- [11] Mayhew D.J. Principles and Guidelines in Software User Interface Design [Libro]. - New York : Prentice Hall, Inc, 1992.
- [12] Mirel B. y Wright Z. Heuristic Evaluations of Bioinformatics Tools: A Development Case [Publicación periódica] // Lecture Notes In Computer Science. - Berlín : Springer-Verlag, 2009. - Vol. 5610. - págs. 329-338. - DOI=http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02574-7_3
- [13] Molich R. y Nielsen J. Improving a human-computer dialogue. [Publicación periódica] // Commun. ACM . - Marzo de 1990. - 3 : Vol. 33. - págs. 338-348. - DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/77481.77486>.
- [14] Nielsen J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. [Publicación periódica] // CHI '94. ACM. - New York : B. Adelson, S. Dumais, and J. Olson, 1994a. - págs. 152-158. - In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Celebrating interdependence. - DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/191666.191729>.
- [15] Nielsen J. y Mack R.L. Usability Inspection Methods [Libro]. - New York : John Wiley & Sons, (1994). - ISBN: 0-471-01877-5.
- [16] Nielsen J. y Molich R. Heuristic evaluation of user interfaces [Conferencia] // CHI '90: Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems / ed. Press ACM. - New York (USA) : [s.n.], 1990. - págs. 249-56.
- [17] Nielsen J. y Thair M. Usabilidad de páginas de inicio: Analisis de 50 sitios web [Libro]. - Madrid : Prentice Hall, 2002. - ISBN: 9788420532028 .
- [18] Norman D. The Design of Everyday Things [Libro]. - New York : Basic Books, 1988.
- [19] Oliva, M.; Masip, L.; Granollers, T. Evaluación de usabilidad y accesibilidad de un conjunto de dispositivos interactivos denominados Puntos de Información Ciudadana. 202212 - Scire: representación y organización del conocimiento ISSN: 1135-3716 (Artículo en prensa)
- [20] Pierotti D. Heuristic Evaluation - A System Checklist. [Publicación periódica] // Xerox Corporation.. - 2004. - <http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html> .
- [21] Shneiderman B. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction [Libro]. - [s.l.] : Addison-Wesley Publ. Co., 1987. - pág. 448. - ISBN:0201165058.
- [22] Smith S. y Mosier J. Guidelines for designing user interface software [Libro]. - Bedford : Mitre corp., 1986. - Report ESD-TR- 86-278.
- [23] Tognazzini B. First principles of interaction design [Publicación periódica] // Interaction design solutions for the real world. - [s.l.] : AskTog, 2003. - <http://asktog.com/basics/firstPrinciples.html>.

Implementación de Propiedades de Usabilidad con Impacto en el Diseño Mediante la Programación Orientada a Aspectos

Pedro G. Campos^{1,2}, Silvia T. Acuña¹, José A. Macías¹

¹Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Autónoma de Madrid, Calle Francisco Tomás y Valiente 11, 28049, Madrid, España.

²Departamento de Sistemas de Información, Universidad del Bío-Bío, Avda. Collao 1202, Concepción, Chile.
pgcampos@ubiobio.cl, silvia.acunna@uam.es, j.macias@uam.es

Resumen

Tradicionalmente, las propiedades de usabilidad han sido consideradas parte de la interfaz de usuario, y por lo tanto diseñadas e implementadas en etapas finales del proceso de desarrollo. Sin embargo, muchas veces requieren de una fuerte interacción con componentes funcionales, necesitando un gran esfuerzo y repetición de trabajo de implementación para su incorporación en el sistema. Otros enfoques, basados en el uso de patrones, permiten considerar de manera previa estas propiedades en el diseño general de la aplicación, pero introducen un nuevo problema: la diseminación del código asociado a las propiedades de usabilidad a través de la funcionalidad principal. El uso de la programación orientada a aspectos puede ayudar a resolver en buena medida este problema. En este artículo, se describe la implementación de algunas de estas propiedades de usabilidad con impacto en el diseño tales como las *alertas*, utilizando la programación orientada a aspectos. La implementación desarrollada se aplica a un prototipo web interactivo que demuestra su viabilidad.

1. Introducción

La usabilidad es un atributo de calidad muy importante hoy en día en sistemas software interactivos. Sin embargo, algunas veces las tareas relacionadas con su implementación han sido relegadas a etapas tardías del desarrollo, considerándose que para conseguir un nivel adecuado de usabilidad basta con un diseño apropiado de la interfaz de usuario (IU). Esta consideración asume separar el diseño de la IU del diseño de la funcionalidad principal (*core*) de

estos sistemas. De esta forma, el diseño e implementación de propiedades que permitan mejorar la usabilidad se realiza una vez que la funcionalidad principal ha sido diseñada e implementada y el usuario puede interactuar con la aplicación [8]. Esta separación explícita se basa en un principio de la Ingeniería del Software que ha dado muy buenos resultados en general, y que se ha venido a denominar *separación de ámbitos* (del inglés *separation of concerns*, SoC) [7], que implica que ámbitos (conceptuales, funcionales, etc.) distintos, deben dar origen a unidades funcionales independientes (funciones, objetos, etc.).

Sin embargo, se ha observado que la separación del diseño funcional del diseño de la IU no siempre es recomendable para conseguir una buena usabilidad, ya que muchas veces esto implica tener que reelaborar diseños de la funcionalidad principal (considérese por ejemplo las propiedades de cancelar una operación en curso, alertar al usuario sobre cambios del sistema, etc.), observándose un impacto en el diseño funcional de la aplicación [15].

Algunos investigadores han propuesto la utilización de patrones de diseño especialmente formulados para determinadas propiedades de usabilidad [1, 2, 8]. Más recientemente, se ha propuesto el uso de un lenguaje de patrones de responsabilidades, que permita a ingenieros de empresas de desarrollo realizar de forma rápida y eficiente el diseño de estas propiedades, con resultados bastante prometedores [13].

El enfoque anterior, si bien facilita el diseño e implementación de las propiedades de usabilidad consideradas, introduce un nuevo problema: se entremezcla la funcionalidad principal de la aplicación con la funcionalidad de usabilidad, rompiendo en cierta medida el principio de SoC. Más aún, si se considera que las propiedades de

usabilidad se asocian fuertemente a la IU [29, 19], se puede deducir que serán propensas a diversos cambios sugeridos por los usuarios [24].

La Programación Orientada a Aspectos (POA) [17] es un paradigma reciente de programación que apoya el principio de SoC, permitiendo encapsular requisitos no funcionales en forma de *aspectos* con el fin de facilitar su posterior mantenimiento. Ésto se puede realizar ya en la etapa de diseño, independiente de otros requisitos, en particular de requisitos funcionales, lo que permitiría una adecuada separación conceptual entre la funcionalidad básica de la aplicación y la funcionalidad relacionada con propiedades de usabilidad, facilitándose tanto la tarea de implementación como la de modificación o mantenimiento del software.

De esta forma, el presente trabajo propone el uso de la POA como herramienta para la implementación de propiedades de usabilidad con impacto en el diseño (PUIID) tales como las *alertas*, como forma de mantener el principio de SoC. Además, se desarrolla un prototipo de una aplicación web interactiva basada en esta idea.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: la sección 2 describe la relación entre usabilidad y diseño, y cómo se ha abordado la implementación de estas propiedades, discutiendo finalmente la conveniencia de separar la usabilidad del *core* de la aplicación. La sección 3 describe brevemente el paradigma de la POA. La sección 4 explica por qué utilizar este enfoque en la implementación de la usabilidad, discutiendo algunos trabajos relacionados. La sección 5 describe la implementación de algunas propiedades de usabilidad mediante POA que muestran la factibilidad de esta propuesta. Finalmente, la sección 6 presenta algunas conclusiones y trabajo futuro.

2. Usabilidad en el proceso software

La usabilidad es un atributo de calidad del software que tiene una gran incidencia en el éxito o fracaso del mismo. Ésta se relaciona con los conceptos de utilidad, facilidad de aprendizaje, recuerdo en el tiempo, eficiencia de uso, manejo de los errores, y satisfacción del usuario [20]. La organización ISO la define a través de la norma ISO 9241/11 como la “medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios

para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado”. Existen diversos estudios que muestran los beneficios concretos derivados de construir sistemas usables [4, 9]. Entre los más importantes, se pueden mencionar el incremento en la productividad del usuario y la reducción en los costes de entrenamiento y documentación.

En el campo de la Ingeniería del Software, se ha considerado tradicionalmente que la usabilidad está relacionada principalmente con la IU, por lo que no afectaría al diseño del *core* del sistema, de lo que se desprende que separar la IU del *core* es adecuado para desarrollar un sistema software usable. Esta idea ha dado origen incluso a patrones de diseño de arquitectura que la soportan, como el patrón MVC [5] en el que los elementos de interfaz e interacción con el usuario (Vista y Controlador) están separados de la funcionalidad principal (Modelo). Esta separación debería hacer más fácil de modificar la IU y mejorar la usabilidad sin afectar al resto de la aplicación.

Sin embargo, algunos autores han planteado que esta separación no es adecuada. Por ejemplo, Bonnie E. John del Human-Computer Interaction Institute de la Universidad Carnegie-Mellon plantea que muchas veces, cuando ya se ha diseñado el sistema y se piden cambios relacionados con mejorar la usabilidad, se escucha la frase “No podemos cambiar eso”; poniendo de manifiesto que dichos cambios impactarían profundamente a la arquitectura del sistema, haciéndolos inviables económica y temporalmente [12].

2.1. Relación entre usabilidad y diseño

Existen propiedades de usabilidad que requieren de unidades funcionales, y algunas imponen restricciones sobre diversos componentes del software [21]. Bass y John [1] describen un conjunto de escenarios que representan propiedades de usabilidad que tienen un efecto en la arquitectura. Dicha relación entre usabilidad y diseño del software da origen a las llamadas PUIID, cuya implementación y/o modificación involucran cambios más allá de la IU, afectando al *core* de la aplicación. Esto implica que el coste de realizar dichas modificaciones (rehacer diseño y código, además de generar nueva funcionalidad)

es mucho más alto de lo esperado de acuerdo a la hipótesis de separación [15].

Debido a la limitación del concepto de separación para lograr un adecuado diseño e implementación de las PUID, se han propuesto nuevos enfoques para realizar este cometido. Las propuestas tienen como denominador común la utilización de patrones.

2.2. Diseño de la usabilidad mediante patrones

El uso de patrones arquitectónicos, inspirados en arquitecturas orientadas a objetos, es una de las líneas de trabajo con más desarrollo en este ámbito [2, 11, 13]. En Bass y John [2] se propone un conjunto de escenarios de usabilidad comunes. Estos escenarios son enlazados con patrones de arquitectura que posibilitan su adecuado diseño e implementación, permitiendo que propiedades de usabilidad importantes sean abordadas proactivamente en tiempo de diseño arquitectónico, en lugar de retroactivamente, en la fase de pruebas de usuario. John et al. [11] presentan lo que denominan patrones arquitectónicos de soporte a la usabilidad, que son patrones de diseño específicos para apoyar el diseño e implementación de PUID. La idea de utilizar patrones arquitectónicos en el diseño de la usabilidad presupone el reconocimiento de su impacto en el diseño. Esto implica un importante avance, ya que permite abordarla en etapas previas a la implementación, principalmente en la etapa de diseño del software.

Por otro lado, John et al. [13] relatan su experiencia al aplicar patrones de diseño arquitectónicos para la implementación de PUID en una empresa de producción de software. Los ingenieros acogieron positivamente la idea, logrando importantes ahorros en términos de coste y tiempo de producción. Sin embargo, en lugar de preferir patrones con diseños detallados que ejemplifican su implementación en contextos muy específicos, prefirieron descripciones más generales, que indicaran esencialmente las responsabilidades que los distintos elementos funcionales involucrados debían cumplir. Esto se debe a que en un entorno productivo se pueden encontrar diferentes diseños y arquitecturas, y por lo tanto podría ser muy complejo adaptar una arquitectura previa a un nuevo diseño. Por ello, los patrones originales evolucionaron hacia

patrones de responsabilidad, descripciones textuales de responsabilidades que deben cumplir los distintos elementos participantes en la implementación de cada característica de usabilidad. De esta forma, la adaptación e integración de patrones es más sencilla.

Una línea de trabajo relacionada con la anterior es la que presentan Juristo et al. [16], correspondiente a patrones de elicitación de usabilidad. Éstos corresponden a guías para elicitación (descubrir y documentar) propiedades de usabilidad, que permiten apoyar a los analistas de sistemas a capturar, durante el proceso de especificación del sistema, información precisa sobre requisitos de usabilidad. Claramente, esta propuesta está en línea con la anterior, ya que por una parte busca abordar desde etapas tempranas la usabilidad del sistema (en este caso, desde la especificación de requisitos), centrándose esencialmente en determinar las responsabilidades asociadas a la usabilidad que debe cumplir el sistema software, en lugar de centrarse en elementos de diseño detallado.

2.3. Nuevo enfoque para SoC

Una de las ideas fundamentales en las que se apoya nuestro trabajo es que la completa separación del diseño de la interacción (usualmente ligado a la IU) con respecto al diseño de la funcionalidad principal del software no siempre es positiva. Sin embargo, esto no significa que la SoC no sea aplicable. La usabilidad ha sido considerada típicamente como una tarea de diseño de la IU, y no como parte de la funcionalidad principal del software, lo cual, a la vista de los antecedentes expuestos, resulta muchas veces erróneo. En el momento de realizar el diseño de un sistema software, se deben tener en cuenta los atributos de calidad deseados, para así generar un diseño que permita conseguir tales atributos de calidad.

Si bien el planteamiento de usar patrones arquitectónicos parece una idea acertada considerando lo anterior, esta idea introduce un nuevo problema, que es el entrelazamiento de ámbitos: la funcionalidad principal de la aplicación se mezcla con la funcionalidad asociada a la usabilidad. Por lo tanto, se requieren nuevos enfoques para afrontar adecuadamente esta problemática. Aquí es donde la POA, cuyo

propósito es justamente apoyar la SoC, puede aliviar este nuevo problema, permitiendo implementar las propiedades de usabilidad en la forma de *aspectos*, como se explicará en las siguientes secciones.

3. Programación Orientada a Aspectos

La POA es un estilo de programación cuyo principal objetivo es lograr una adecuada modularización de los conceptos involucrados en una aplicación. Esto se traduce en lograr una adecuada separación entre los requisitos funcionales de los no funcionales para obtener un mejor entendimiento de los conceptos, eliminando la dispersión del código y haciendo que la implementación resulte más comprensible, adaptable y reutilizable. Desde la perspectiva de la POA, una aplicación consiste en un conjunto de requisitos funcionales modularizables (componentes base o funcionalidad básica) unido a un conjunto de asuntos transversales (*crosscutting concerns*) de difícil modularización (que son encapsulados en *aspectos*).

Un *aspecto* se define como una unidad modular que se disemina por la estructura de otras unidades funcionales. Los aspectos existen tanto en la etapa de diseño como en la etapa de implementación. Un *aspecto de diseño* es una unidad modular que se entremezcla en la estructura de otras partes del diseño. Un *aspecto de programa o de código* es una unidad modular del programa que aparece en otras unidades del programa [17]. Normalmente, en un módulo de software coexisten requisitos funcionales y no funcionales. Usualmente, los requisitos no funcionales son transversales en una aplicación. Por ello, comúnmente los requisitos no funcionales son encapsulados como aspectos.

La implementación y manejo de un aspecto se basa en: *puntos de enlace*, de cruce o de unión (*join point*), *puntos de corte* (*point cut*) y *avisos* o *consejos* (*advices*). El nexo entre los componentes base y los aspectos se concreta a través de los *puntos de enlace*. Un *punto de enlace* puede ser definido como un punto identificable en la ejecución de una aplicación, como por ejemplo: la creación de una instancia, el manejo de una excepción, una llamada a un método, el retorno de un método, la asignación de un valor a una variable, etc. Un *punto de corte* hace referencia a

un conjunto de *puntos de enlace* que cumplen cierta condición, es decir, permiten exponer el contexto de ejecución de dichos puntos. Por último, los *avisos* pueden definirse como acciones que se ejecutan en cada *punto de enlace* dentro de un mismo *punto de corte*. Estas acciones se traducen en rutinas o fragmentos de código invocados cada vez que se alcanza un punto de enlace del correspondiente punto de corte. Para obtener mayores detalles sobre POA se recomienda la lectura de [18].

Existen diversas propuestas de diseño orientado a aspectos en la literatura [26, 10, 6]. Una propuesta destacable, por su completitud y comprensibilidad, es la de Stein [25], que presenta una extensión de UML específica para modelar aspectos en el lenguaje AspectJ, y que se utilizará para este trabajo.

4. Programación Orientada a Aspectos como herramienta de implementación de propiedades de usabilidad

Actualmente la usabilidad tiene una clara justificación económica, generando un alto retorno de la inversión [3], aunque no se ha hecho un especial esfuerzo para lograr el aseguramiento de dicha usabilidad de una forma más eficiente. Juristo et al. [15] realizaron un intento por establecer una estimación objetiva, utilizando métricas del nivel de impacto en el diseño de las propiedades de usabilidad consideradas. Pero como los mismos autores señalan, los diseños son altamente dependientes de las habilidades del diseñador que los genera, por lo cual los valores obtenidos no se pueden considerar como absolutos ni mucho menos universales. Por tanto, mejorar la eficiencia del proceso de desarrollo, en cuanto a tareas de diseño e implementación de la usabilidad, es un hito importante a considerar.

Es conveniente considerar que al tener por objetivo la mejora en la usabilidad, son múltiples las propiedades que se deben tener en cuenta [29, 19]. Por ello, resultaría muy ventajoso mantener el principio de SoC que tan buenos resultados ha dado en otros ámbitos. Este punto es muy relevante, puesto que las propiedades de usabilidad están fuertemente relacionadas (aunque no de forma única) con la IU, y por lo tanto tienen una alta probabilidad de cambios. Si bien la línea de trabajo sobre el uso de patrones arquitectónicos

va en la dirección correcta, los resultados presentados en [13] muestran que no se aborda adecuadamente la SoC. Por tanto, una solución que parece natural es el uso de la POA.

La idea de abordar la implementación de requisitos no funcionales mediante POA para mejorar la SoC no es nueva. De hecho, muchas veces se menciona este argumento como origen de la POA. Sin embargo, y debido probablemente a que hasta hace poco tiempo no se había considerado la usabilidad como un atributo relacionado fuertemente con la funcionalidad de la aplicación, no ha sido posible encontrar propuestas concretas de su utilización para la implementación de propiedades de usabilidad, aunque existen algunas aproximaciones. Probablemente, la más cercana es el planteamiento presentado por Pinto y Fuentes [22, 23], en el que definen los términos generales de un proceso para el modelado orientado a aspectos de atributos de calidad con gran implicación funcional. En este trabajo, se presenta como ejemplo el modelado de atributos de usabilidad a través de aspectos, sin embargo se limita a realizar el modelado arquitectónico, sin llegar a la implementación. Por otro lado, en el citado trabajo sólo se presentan algunos ejemplos particulares de modelado. Otros trabajos relacionados son el realizado por Tao [27], que utiliza aspectos para capturar eventos de la IU, y el trabajo de Tarta y Moldovan [28], que es un intento por automatizar la evaluación de la usabilidad mediante el uso de la POA.

5. Ejemplos de diseño e implementación

Para mostrar la conveniencia y ventajas del uso de la POA como herramienta para la implementación de PUID, se ha realizado el diseño e implementación de algunas de estas propiedades en el contexto de una aplicación web de ventas por internet. El propósito de una aplicación de este tipo es permitir a una empresa de tamaño pequeño o mediano utilizar Internet para dar a conocer sus productos y realizar transacciones, esencialmente de venta de productos a sus clientes. La aplicación está pensada para una tienda especializada en la venta *on-line* de artículos electrónicos, por lo tanto se hace necesario contar con una base de datos capaz de registrar y rescatar una gran cantidad de productos con la mayor rapidez

posible. Además, los clientes deben poder visualizar el catálogo de los productos. La idea es contar con un carro de la compra, que permita a los clientes seleccionar un conjunto de productos para comprar. Entre otros, un problema que se podría generar durante la ejecución de la aplicación es que un cliente intente comprar más unidades de un producto que las existentes. En tal caso, la aplicación debería alertar al usuario en el momento en que se realiza la selección, y no esperar a que se produzca un error al intentar rebajar los productos del inventario. Esta necesidad de emitir alertas a los usuarios se puede producir en muchas otras situaciones dentro del contexto de la misma aplicación. Por ejemplo, si las existencias de algún producto seleccionado han disminuido en el transcurso de la sesión de compra (por compras efectuadas por otros clientes), y por lo tanto ya no es posible vender dicha cantidad de productos al cliente en el momento de finalizar la compra. La implementación de funcionalidad para evitar estos problemas debería estar pensada no sólo para mejorar la usabilidad de la aplicación y evitar un alto impacto en el diseño, sino además para evitar la duplicidad de código al contar con diferentes tipos de terminales (PC con navegador web, iPhone, etc.)

La aplicación implementada es sólo un prototipo, el cual permite dar un contexto particular a los ejemplos presentados. Con el fin de demostrar de forma clara las ventajas de la POA para esta tarea, el resultado se contrastará con la implementación obtenida mediante la aplicación de patrones de diseño arquitectónicos. Si bien la descripción de la implementación de esta funcionalidad es bastante simple, su sencillez permite ilustrar las diferencias que se obtienen respecto a la implementación basada en patrones. Para ello, se utilizaron los lenguajes Java y AspectJ para generar las clases y para la implementación de aspectos, respectivamente.

5.1. Alertas

Dentro del contexto de la aplicación web de ventas por Internet explicada anteriormente, la propiedad de usabilidad Alertas permite alertar al usuario sobre un cambio de estado que pudiese afectar a la tarea que realiza. En el caso de estudio de este trabajo, se utiliza para implementar alertas

de control de existencias de productos. Para realizar esta implementación se utilizó el patrón arquitectónico asociado “Alerts” [14]. La Figura 1 muestra un diagrama de clases de diseño con las clases asociadas a la funcionalidad relacionada con añadir productos al carro de la compra. Se han remarcado en gris la clase que implementa el control y generación de alertas (*GestorAlertas*), así como las nuevas asociaciones requeridas, y los métodos existentes de la clase *Compra* que se ven involucrados (y por tanto requieren la modificación de su código).

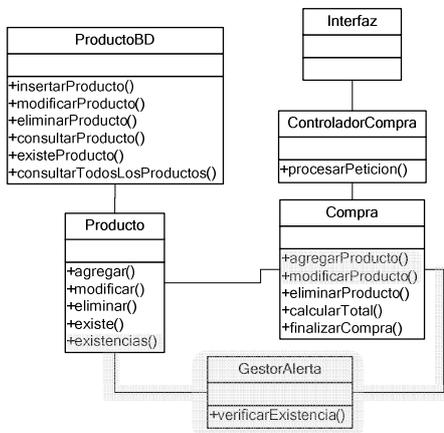


Figura 1. Diagrama de clases de diseño para añadir productos al carro de la compra basado en el patrón Alerts

La Figura 2 muestra un diagrama de secuencia con las acciones asociadas. Se puede observar, en el paso de mensajes destacado en gris, que el

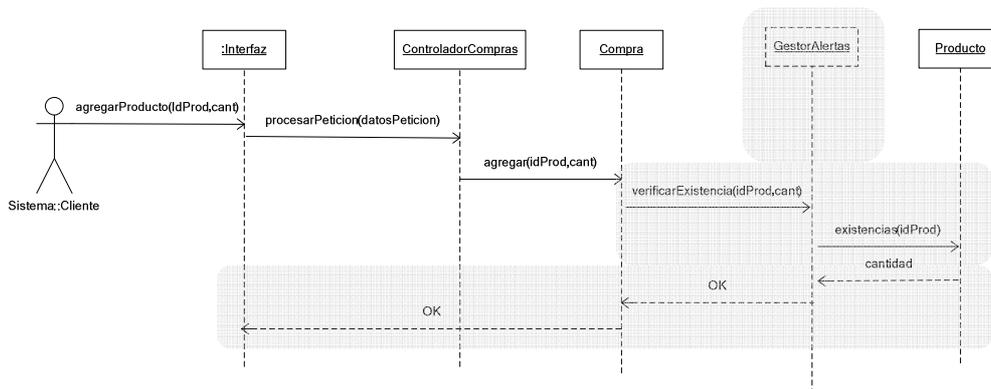


Figura 2. Diagrama de secuencia para añadir productos al carro de la compra basado en patrón Alerts

cumplimiento del requisito implica diseminar el código asociado a dicha acción sobre los métodos (y clases) que puedan generar cambios de estado que deban ser informados (que se corresponden con los indicados en gris en la Figura 1). En el ejemplo se considera sólo una clase que genera tales cambios, pero se puede apreciar que podría haber decenas de clases que deban interactuar con *GestorAlertas* (todas aquellas cuyas acciones puedan dar origen a alertas que se deban comunicar al usuario).

En la Tabla 1, se presenta un fragmento de código de la clase *Compra*, que muestra cómo el código relacionado con la gestión de alertas queda diseminado (destacado en cursiva y gris). Esto mismo ocurrirá en cualquier otra clase que genere cambios de estado para los que se deban generar alertas.

Tabla 1. Implementación de clase *Compra* basada en patrón Alerts

```

Class Compra {
    GestorAlertas ga;

    // otros atributos y operaciones
    int agregar(int idProd,int cant){
        // Otro código
        if (ga.verExist(idProd,cant)) {
            // Añadir producto
        }
        else{
            // Alertar al usuario
        }
    }
}
    
```

5.2. Diseño alternativo con POA

El requisito no funcional de alertar cambios de estado a los usuarios puede ser encapsulado, mediante POA, en un aspecto. De esta forma, en este diseño alternativo se crea el aspecto *GestorAlertas* (que reemplazaría a la clase *GestorAlertas* de las Figuras 1 y 2), el cual consta de puntos de corte que definen en qué lugares de la aplicación se deben verificar posibles cambios de estado. Del mismo modo, define avisos, que implementan la funcionalidad asociada a la generación de alertas. La Figura 3 muestra el diagrama de clases de diseño con las clases y el nuevo aspecto *GestorAlertas* (destacado en gris). La Figura 4 muestra el nuevo diagrama de secuencia con las acciones asociadas (solo se muestra la secuencia de ejecución visible desde las clases de funcionalidad principal e interfaz).

En esta nueva implementación, al reemplazar la clase *GestorAlertas* por el respectivo aspecto, también se sustituyen las asociaciones por dependencias. Esto implica que el aspecto *GestorAlertas* tiene una dependencia funcional de dichas clases, pero por otro lado los métodos de clases de funcionalidad principal ya no tiene una dependencia funcional del aspecto: el código de las clases de funcionalidad principal no necesita ser modificado (ver Figura 3).

Es posible observar además en la Figura 4, que gracias a la implementación del aspecto la secuencia de paso de mensajes que se debe gestionar en las clases de funcionalidad principal es mucho más sencilla, quedando cada clase asociada solo con las clases que le corresponden de acuerdo a su función principal. Se puede apreciar que dicha secuencia de ejecución es equivalente al caso en que no se ha implementado la característica de alerta. La gestión de alertas es llevada a cabo por el aspecto implementado, el cual, mediante el *pointCut verificaExistencia()* detecta en tiempo de ejecución las invocaciones de los métodos *agregarProducto()* o *modificarProducto()* de la clase *Compra*, y mediante el *advice advice01()* lleva a cabo las acciones necesarias verificar y generar las alertas correspondientes.

En la Tabla 2 se presenta un pequeño fragmento de código de la clase *Compra*, que muestra las diferencias enunciadas. Se puede

apreciar que el código que queda es aquel relacionado sólo con la funcionalidad principal.

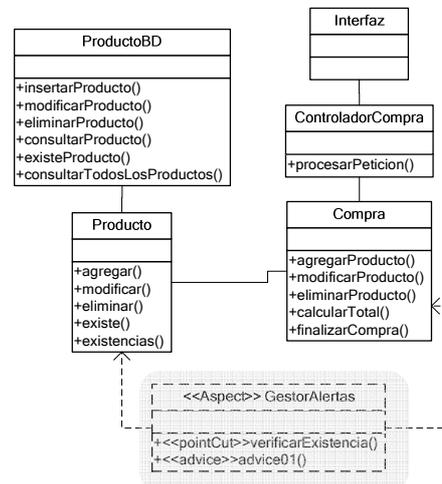


Figura 3. Diagrama de clases para añadir productos al carro de la compra usando POA

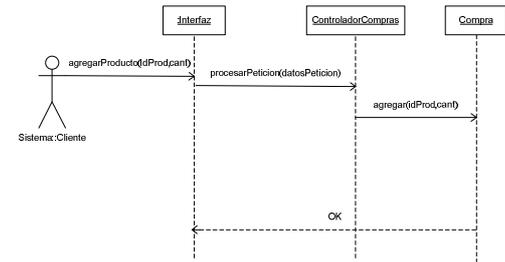


Figura 4. Diagrama de secuencia para añadir productos al carro de la compra usando POA

Tabla 2. Implementación de clase *Compra* usando POA

```

Class Compra {
// otros atributos y operaciones
int agregar(int idProd,int cant){
// Otro código
// Añadir producto
}
}
    
```

En la Tabla 3 se presenta un fragmento de código del aspecto creado, correspondiente a la funcionalidad de gestión de alertas al usuario.

Tabla 3. Implementación del aspecto *GestorAlertas*

```

public aspect GestorAlertas {
    Producto p;
    ...
    pointcut verificarExistencia
    (int respuesta): execution (void
    Compra.agregar(int,int)) &&
    args(idProd,cant);
    after(int respuesta):
    agregar(idProd, cant) {
        if (p.existencias(idProd)<cant)
        {
            //Alertar al usuario
        }
        // Otros Puntos de Corte y
    Avisos
    }
}

```

Al comparar los códigos de las Tablas 1, 2 y 3 se puede apreciar que el código asociado a la funcionalidad de generar alertas por cambios de estado, diseminado inicialmente en clases de funcionalidad principal y la clase *GestorAlertas* (Tabla 1), queda encapsulado en el aspecto creado mediante POA con la propuesta alternativa (Tabla 3), dejando a las clases de funcionalidad principal desacopladas de la implementación de esta propiedad de usabilidad (Tabla 2).

Adicionalmente, se implementó la PUID *Registro de Acciones de Usuario*, que consiste en registrar el historial (log) de las acciones que el usuario (y posiblemente el sistema) ha llevado a cabo para permitir al usuario (o sistema) observar lo que se ha realizado previamente. Para este caso también se implementó una versión basada en el patrón *History Logging* [14], así como su correspondiente versión en POA, obteniéndose resultados similares en términos de encapsulamiento de la funcionalidad.

Las implementaciones de esta funcionalidad (registro de acciones o *logging*) mediante POA no son nuevas, y de hecho han sido usadas múltiples veces para mostrar las ventajas de este paradigma de programación, aunque no desde la perspectiva de propiedad de usabilidad; esto solo reafirma la posibilidad que brinda la POA de mejorar la SoC en la implementación de PUID. Este punto no es menor, por cuanto el encapsulamiento de la implementación de PUID permite no sólo reunir en una (o unas pocas) unidades funcionales (a diferencia del caso con menor encapsulamiento), sino que además, esto implica una mayor facilidad

para comprender el código (que ya no está diseminado en diferentes unidades funcionales), y por ende una reducción en el esfuerzo necesario en la modificación y mantenimiento del mismo. Adicionalmente, al existir menos unidades funcionales acopladas (debido a la menor diseminación y entremezcla de código), aumenta la posibilidad de reutilización del código. Por último, también se puede mencionar que contar con unidades funcionales (en este caso aspectos) que implementen propiedades de usabilidad separadamente de la implementación concreta de la interfaz de usuario, brinda la posibilidad de evitar tener que desarrollar múltiples versiones de una misma funcionalidad para ser ejecutadas sobre diferentes configuraciones de plataformas y dispositivos, lo cual cobra especial relevancia hoy en día, en que se desea dar acceso a las aplicaciones a través de múltiples medios (teléfonos móviles, PDAs, PCs, etc.).

5.3. Actividades adicionales involucradas

Si bien el objetivo de este trabajo es solo una prueba de concepto, se pueden delinear las actividades necesarias para una correcta incorporación de aspectos de usabilidad. A grandes rasgos, el desarrollo de un sistema que utilice POA es similar al desarrollo de un sistema con cualquier otra metodología, y típicamente se definen tres actividades adicionales [18]: 1) la descomposición aspectual, 2) la implementación de cada asunto de forma independiente y 3) la recomposición aspectual. En la primera actividad se descomponen los requisitos para identificar asuntos transversales y asuntos principales (*core*). En este caso los asuntos transversales corresponden a PUID (lo cual implica la previa identificación y análisis de requisitos que incluyan establecer propiedades de usabilidad a incorporar en el sistema). En la segunda actividad, los asuntos principales pueden ser implementados mediante las técnicas estructuradas u orientadas a objetos usuales. En este caso, corresponde a la implementación de las diferentes clases participantes. Por último, en la tercera actividad de recomposición aspectual se definen las reglas de recomposición por medio de unidades de modularización o aspectos, los cuales, mediante un *tejedor* o integrador, permiten componer el sistema final. En nuestro caso, corresponde a la

creación del aspecto *GestorAlertas*, que se encarga de enlazar los componentes de funcionalidad principal creados de forma adecuada.

6. Conclusiones y trabajo futuro

En el presente trabajo se han analizado las propuestas actuales para el diseño e implementación de PUID, evidenciando que los enfoques orientados a incluir estas propiedades en el diseño general de la aplicación, han introducido un nuevo problema relacionado, la diseminación del código asociado a estas propiedades. Como solución a este problema, se ha planteado el uso de la POA, y se ha desarrollado una prueba de concepto que permite demostrar la factibilidad de implementar PUID utilizando la POA.

Adicionalmente, esta propuesta analiza algunas de las ventajas de utilizar la POA como herramienta para la implementación de PUID. Como principal ventaja, se puede mencionar la posibilidad de encapsular los asuntos transversales asociados a los requisitos no funcionales, y en particular a los requisitos de usabilidad, permitiendo de esta forma mantener el principio de SoC. Este principio contribuye sin lugar a dudas a facilitar las tareas de modificación y mantenimiento del código, lo cual resulta de gran importancia en la implementación de propiedades de usabilidad, sujetas siempre a peticiones de mejora por parte de los usuarios. De esta forma, la propuesta presentada en este trabajo muestra que el uso de la POA puede significar un aporte a la disminución de los costes de desarrollo de las PUID, aunque sería importante poder realizar mediciones empíricas, en proyectos reales, para cuantificar el ahorro que puede significar esta forma de implementación.

Del mismo modo, la propuesta descrita puede ayudar no sólo a hacer más eficiente el desarrollo de propiedades de usabilidad, sino que además puede facilitar su modificación y mantenimiento, además de aumentar la posibilidad de reutilización del código asociado a dichas propiedades. Determinar la cuantía de estas mejoras es parte del trabajo futuro en esta línea.

Como continuación de este trabajo se consideran, entre otros, la implementación de nuevas propiedades que permitan generar un catálogo reutilizable de diseños de propiedades de

usabilidad. Por otro lado, sería interesante comparar los resultados obtenidos con los que se puedan obtener a partir de una implementación de los modelos propuestos por Pinto y Fuentes [22], que por ser más generales (dicha propuesta presenta un marco de trabajo para atributos de calidad en general) pueden ser más complejos que los obtenidos en este trabajo.

Agradecimientos

El trabajo que se describe en este artículo ha sido subvencionado a través de los proyectos TIN2008-02081/TIN y S2009/TIC-1650. El primer autor agradece el apoyo del programa "Becas-Chile" del Gobierno de Chile. Todos los autores agradecemos los comentarios de los revisores anónimos, que han ayudado a mejorar este trabajo.

Referencias

- [1] Bass, L., John, B.E. (2001). Supporting usability through software architecture. *IEEE Computer*, 34 (10), 113-115.
- [2] Bass, L., John, B.E. (2003). Linking usability to software architecture patterns through general scenarios. *Journal of Systems and Software* 66 (3), 187-197.
- [3] Bias, R.G., Mayhew, D.J. (2005) *Cost-Justifying Usability. An Update for the Internet Age*. Elsevier.
- [4] Black, J. (2002). Usability is next to profitability. *BusinessWeek Online*. <<http://www.businessweek.com/technology/content/dec2002/>>
- [5] Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P. (1996). *Pattern-Oriented Software Architecture Volume 1: A System of Patterns*, Wiley.
- [6] Clarke, S. (2001). *Composition of Object-Oriented Software Design Models*, PhD Thesis, Dublin City University, Dublin.
- [7] Dijkstra, E.W. (1976). *A Discipline of programming*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [8] Golden, E, John, B.E., Bass, L. (2005). The value of a usability-supporting architectural pattern in software architecture design: A controlled experiment. *Proceedings of the 27th International Conference on Software*

- Engineering, ICSE 2005, 460-469 (St. Louis, Missouri, May, 2005).
- [9] Griffith, J. (2002). Online transactions rise after bank redesigns for usability. *The Business Journal*. <<http://www.bizjournals.com/twincities/stories/2002/12/09/focus3.html>>.
- [10] Herrero, J.L., Sánchez, F., Lucio, F., Torro, M. (2000). Introducing Separation of Aspects at Design Time, Position Paper of the AOP Workshop at ECOOP 2000, Sophia Antipolis and Cannes, France, June 12-16.
- [11] John, B. E., Bass, L., Sanchez-Segura, M. I. & Adams, R. J. (2004). Bringing Usability Concerns to the Design of Software Architecture. Proceedings of EHCI-DSVIS'04: The 9th IFIP Working Conference on Engineering for Human-Computer Interaction and the 11th International Workshop on Design, Specification and Verification of Interactive Systems, 1-19. Hamburg, Germany, July 11-13.
- [12] John, B. E. (2009). Usability and Software Architecture. Disponible en <http://www-2.cs.cmu.edu/~bej/usa/index.html>. Última visita: 07/11/2009.
- [13] John, B., E., Bass, L., Golden, E., & Stoll, P. (2009). A responsibility-based pattern language for usability-supporting architectural patterns. Proceedings of the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing, 3-12. (Pittsburgh, PA, July 15-17, 2009).
- [14] Juristo, N., Moreno, A. M., Sánchez, M. (2003). STATUS DELIVERABLE 3.4. Techniques, patterns and styles for architecture-level usability improvement. STATUS Consortium. Disponible en http://is.ls.fi.upm.es/status/results/STATUS_D3.4_v1.0.zip.
- [15] Juristo, N., Moreno, A., Sánchez Segura, M.-I. (2007). Analysing the impact of usability on software design. *The Journal of Systems and Software* 80:9 1506-1516.
- [16] Juristo, N., Moreno, A., Sánchez Segura, M.-I. (2007). Guidelines for Eliciting Usability Functionalities. *IEEE Transactions on Software Engineering* 33:11 744-758.
- [17] Kickzales, G., Lamping, J., Mendhekar, A., Maeda, C., Videira, C., Loingtier, J.-M. e Irwin, J. (1997). Aspect-Oriented Programming. Proceedings of the European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP), Finland. Springer-Verlag LNCS 1241 220-242.
- [18] Laddad, R. (2003). *AspectJ in Action: Practical Aspect-Oriented Programming*. Manning Publications.
- [19] McKay, E.N. (1999). *Developing User Interfaces for Microsoft Windows*. Microsoft Press.
- [20] Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*, AP Professional, Boston, MA.
- [21] Perry, D., Wolf, A. (1992). Foundations for the study of software architecture. *ACM Software Engineering Notes* 17 (4), 40-52.
- [22] Pinto, M., Fuentes, L. (2008). Aspect-Oriented Modeling of Quality Attributes. *ECSA 2008, LNCS 5292* 334-337.
- [23] Pinto, M., Fuentes, L. (2008). Aspect-Oriented Modeling of Quality Attributes. *OTM Workshops, LNCS 5333* 334-343.
- [24] Sommerville, I. (2006). *Software Engineering*. 8th. Edition. Addison-Wesley.
- [25] Stein, D. (2002). An Aspect-Oriented Design Model Based on AspectJ and UML. Master Thesis, Department of Business Arts, Economics, and Management Information Systems University of Essen, Germany
- [26] Suzuki, J., Yamamoto, Y. (1999). Extending UML with aspects: Aspect Support in the Design Phase. Proceedings of the Workshop on Object-Oriented Technology, 299-300, *Lecture Notes in Computer Science*; Vol. 1743.
- [27] Tao, Y. (2007). Capturing User Interface Events with Aspects. *Human-Computer Interaction, Part IV, HCII 2007, LNCS 4553* 1170-1179.
- [28] Tarta, A. M., Moldovan, G. S. (2006). Automatic Usability Evaluation Using AOP. *Proc. IEEE AQTR 2006*, 2, 84-89.
- [29] Tidwell, J. (1999). *Common Ground: A Pattern Language for Human-Computer Interface Design*. <http://www.mit.edu/%7Ejtidwell/interaction_patterns.html>. Última visita: 07/11/2009.

Marco conceptual relacionado al desarrollo de un modelo de proceso, para la adecuación de técnicas de evaluación de usabilidad de sistemas interactivos a contextos colaborativos

Yenny A. Méndez A.

Dept. de Sistemas
Univ. del Cauca
Grupo IDIS
57 2 8209800 ext. 2133
ymendal@unicauca.edu.co

César A. Collazos O.

Dept. de Sistemas
Univ. del Cauca
Grupo IDIS
57 2 8209800 ext. 2133
ccollazo@unicauca.edu.co

Toni Granollers

Dept. de Informática e Ingeniería
Industrial
Univ. de Lleida
Grupo GRIHO
973702759
tonig@diei.udl.cat

Resumen

Si estamos de acuerdo en que la disciplina de la Interacción Humano Computador es una realidad multidisciplinar y por lo tanto colaborativa, estaremos también de acuerdo en que la evaluación de usabilidad de un sistema interactivo, debería estar guiada por estrategias de colaboración. Identificamos así la evaluación como un proceso en el que participan personas con diferentes roles y responsabilidades; a partir de las cuales, los actores que intervienen, requieren tener estrategias que les permitan alcanzar sus objetivos de manera efectiva.

El propósito de generar estrategias adecuadas para trabajar colaborativamente entre los equipos de trabajo responsables de la evaluación de usabilidad de software, es el eje central a partir del cual surge la necesidad de adecuar las técnicas de evaluación de usabilidad a escenarios en los cuales se requiere trabajar efectivamente de manera colaborativa.

1. Introducción

La evaluación de usabilidad de software, se ha determinado como *la actividad que comprende un conjunto de metodologías y técnicas que analizan la usabilidad y/o la accesibilidad de un sistema interactivo en diferentes etapas del ciclo de vida del software* (citado en [1], tomado de [2]). Este proceso puede ser llevado a cabo por personas con diferentes habilidades y conocimientos, involucrando usuarios potenciales y actuales, expertos en usabilidad, diseñadores de sistemas, entre otros [1].

La conformación de equipos interdisciplinarios no es una tarea fácil, *cuantas*

más personas se reúnen, mayor tiende a ser la dispersión de ideas y la comunicación resulta más difícil [1].

Por otro lado, la coordinación de los equipos suele ser dispendiosa, debido a *las diferencias entre los distintos modelos mentales que confluyen en un mismo entorno* [1].

Adicional a las situaciones que pueden presentarse por los factores que influyen en el comportamiento de las personas que conforman los equipos de trabajo, no se han definido de manera clara los roles y las funciones para los diferentes actores involucrados en el proceso de diseño de interfaces de usuario [1][2] y más específicamente en el proceso de evaluación de usabilidad de sistemas interactivos. No se cuenta con una especificación concreta de los mecanismos de comunicación para la interacción entre los diferentes roles [4],[5].

Por otro lado, se tiene poca documentación sobre los lineamientos de cómo ejecutar pruebas colaborativas de evaluaciones de usabilidad de software. Surgen preguntas sin respuestas claras: ¿Cómo se puede realizar una agenda para una prueba de usabilidad distribuida? ¿Cuáles herramientas son útiles en las reuniones, son útiles las que sirven para otro tipo de actividades colaborativas? ¿Cómo moderar las pruebas?. Las anteriores son algunas preguntas que muchos expertos en usabilidad o gerentes de proyectos software, no pueden responder sin el apoyo continuo de un experto en manejo de reuniones y/o actividades grupales [3].

Las implicaciones humanas, técnicas y operativas que requieren los equipos de trabajo para llevar a cabo los objetivos grupales, como se evidencia en los párrafos anteriores, es una debilidad que se presenta en el proceso de

evaluación de usabilidad, cuando se requiere que este sea realizado efectivamente por el equipo de trabajo.

Como una manera de solventar las debilidades presentadas en la evaluación de usabilidad de manera colaborativa, se hace necesario generar una propuesta, a partir de la cual las técnicas de evaluación de usabilidad, puedan ser ejecutadas adecuadamente, en contextos en los cuales los equipos responsables del proceso de evaluación, requieran trabajar colaborativamente. La propuesta está encaminada hacia la generación de un *modelo de proceso*, a partir del cual, a las técnicas se le incluyen aspectos colaborativos.

Se presenta en este documento el marco conceptual que soporta el desarrollo de la propuesta. En la siguiente sección, se dan a conocer los trabajos relacionados, al respecto de diferentes proyectos encaminados a incluir aspectos colaborativos a las técnicas de evaluación de usabilidad; seguidamente se describe de manera general la metodología que se está utilizando para la generación del modelo de proceso y finalmente las conclusiones.

2. Trabajos relacionados

Son diferentes los proyectos a partir de los cuales las técnicas de evaluación de usabilidad han sido adecuadas, de tal manera que su ejecución estuviera guiada por estrategias de colaboración.

Los investigadores Constantine, et.al [6], diseñaron las técnicas especializadas *inspecciones de usabilidad colaborativas* (CUIs), para apoyar el aprendizaje y facilidad de aplicación y permitir que los desarrolladores y otros profesionales con poca o ninguna experiencia en usabilidad o diseño de interfaces de usuario, logren mejoras en la usabilidad, inmediata y sustancialmente.

Khaler, et.al [7], plantearon que para la ejecución de la técnica *Thinking Aloud* (pensando en voz alta), era adecuado incluir en el proceso a dos personas, las cuales serían responsables de realizar una tarea en conjunto y dar respuesta a las preguntas realizadas por los evaluadores.

Frøkjær, et.al [8] generaron unas pruebas de evaluación de usabilidad colaborativas (CUT por sus siglas en inglés, *Cooperative Usability Testing*), a partir de las cuales, los usuarios de las pruebas y los evaluadores unen su conocimiento para evaluar aplicaciones. Se propone con CUT, identificar problemas de evaluación de usabilidad

con mayor veracidad que los encontrados con la técnica *Pensando en voz alta*, en cooperación entre los usuarios de las pruebas y los evaluadores. A través de un diálogo constructivo, identifican problemas de evaluación de usabilidad que sean relevantes.

Los investigadores Pinelle, et.al [9], desarrollaron una técnica de modelamiento llamada *Análisis de Usabilidad Colaborativo* (CUA, por sus siglas en inglés *Collaboration Usability Analysis*). CUA provee a los evaluadores de un framework, con el cual es posible simular el uso real de un sistema groupware e identificar problemas de usabilidad en sus interfaces, la técnica está centrada en los aspectos de trabajo en equipo, en situaciones colaborativas, proporcionando representaciones de alto y bajo nivel.

Posteriormente, Pinelle, et.al [10] desarrollaron la técnica de evaluación de usabilidad denominada T-CUA, la cual incorpora a CUA, acciones básicas y elementos de colaboración, propios de las tabletop.

La técnica de evaluación heurística de Nielsen [11], ha sido adaptada, introduciendo un conjunto de heurísticas, basadas en los mecanismos de colaboración, con el objetivo de que las heurísticas ayuden a los evaluadores en identificar problemas de usabilidad en sistemas groupware [12] [13].

Se ha realizado otro proyecto para adecuar las evaluaciones heurísticas, de tal manera que puedan ser ejecutadas durante la evaluación de usabilidad de juegos multijugador en red, ya que estos deben soportar una amplia cantidad de interacciones, involucrando aspectos de comunicación y coordinación entre los jugadores. La adecuación de las técnicas se hizo mediante el desarrollo de un nuevo conjunto de heurísticas de usabilidad, llamadas *Heurísticas para juegos en red* (NGH, Networked Game Heuristics) [14].

A partir de la técnica *cognitive walkthrough* (recorrido cognitivo) [15], Pinelle, et.al [16], generaron una técnica de evaluación de usabilidad para groupware denominada *walkthrough groupware* (recorrido groupware). La técnica permite identificar problemas de usabilidad, específicamente relacionados con la colaboración. Stiemerling, et.al [17], desarrollaron una estrategia de evaluación, haciendo uso de *escenarios de cooperación*, para la evaluación de sistemas groupware.

El resultado del proyecto *Adecuación del Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y Accesibilidad (MPIu+a) a través de estrategias de trabajo colaborativo para el desarrollo de entornos Web* [18], fue diseñar procesos colaborativos, para soportar algunas de las técnicas de evaluación de usabilidad existentes. Se realizó un estudio sobre los aspectos colaborativos inmersos en las técnicas y la forma de llevarlos a cabo entre los integrantes del grupo responsable de la evaluación.

Se realizó un trabajo denominado *Métodos de Indagación Colaborativos para la Evaluación de Usabilidad de Software*, en el cual se adecuaron técnicas de evaluación de usabilidad, específicamente las técnicas correspondientes a los métodos de indagación, a escenarios en los cuales se trabaja de manera colaborativa [19].

Los proyectos mencionados anteriormente han sido útiles para apoyar el proceso de evaluación en escenarios colaborativos, mediante la adecuación de las técnicas de evaluación de usabilidad existentes. Sin embargo, no se ha establecido un *referente* general, a partir del cual a las técnicas de evaluación de usabilidad existentes se les incluyan aspectos colaborativos, de tal manera que estas puedan ser ejecutadas efectivamente en contextos colaborativos; por lo cual, con el desarrollo de esta propuesta se espera generar un modelo de proceso que sirva de soporte para la adecuación de las técnicas.

3. Metodología

La generación del modelo de proceso, se realiza, a través del *Método científico de Mario Bunge* [20], el cual se compone de las fases: *planteamiento del problema, construcción de un modelo teórico, deducción de consecuencias particulares, prueba de las hipótesis e introducción de las conclusiones en la teoría*.

Las fases se han adaptado a las necesidades específicas del proyecto, de tal manera que durante su ejecución se obtengan los siguientes elementos del modelo de proceso:

- *Modelo conceptual*, en el cual se establecen los componentes teóricos relevantes del modelo de proceso.
- *Fases* que conforman el modelo de proceso.

- *Metodología* que se utilizará en cada una de las fases, para la adecuación de las técnicas de evaluación de usabilidad.

Para definir el *modelo conceptual*, se requiere establecer un lenguaje común y concretar el significado de los términos relacionados con el proceso de evaluación de usabilidad.

Establecer las *fases* que conforman el modelo de proceso, implica identificar los aspectos relevantes propios de cada una de las fases y los componentes de entrada y salida, respectivos a cada fase.

La *metodología* que se utilizará en cada una de las fases, se establecerá a partir de la exploración de metodologías que han sido generadas para el diseño de procesos colaborativos, selección de la metodología y su respectiva adecuación a las necesidades específicas de la propuesta.

Posterior a la generación del modelo, es necesario realizar una validación del mismo, mediante la adecuación de las técnicas de evaluación de usabilidad existentes, incorporándoles aspectos colaborativos.

Adicionalmente, es necesario realizar las pruebas de evaluación de usabilidad en diferentes sistemas interactivos seleccionados. A partir de los resultados obtenidos durante la ejecución de las técnicas, se realiza la respectiva adecuación del modelo de proceso y la metodología.

4. Conclusiones

Para el desarrollo del modelo, es necesario realizar la formalización del proceso de ejecución de las técnicas de evaluación de usabilidad existentes. A partir de estas técnicas, se hará uso del modelo de proceso, para incluir los aspectos colaborativos correspondientes.

A partir del modelo, como trabajo futuro consideramos que será necesario establecer un lenguaje de modelado, como soporte al diseño de técnicas colaborativas de evaluación de usabilidad de sistemas interactivos, así como elaborar herramientas que apoyen los procesos colaborativos inmersos en la evaluación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos: *Implementación de un Framework*

para la evaluación de la Usabilidad de aplicaciones software soportado en la creación de un Laboratorio de usabilidad, código 111345221103 de Colciencias; *Lineamientos de usabilidad para el diseño y desarrollo de servicios educativos para la Televisión Digital Interactiva*, código 2713 de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca (Colombia) y *ST-CAV: Servicios de T-learning para el soporte de una Comunidad Académica Virtual*, Cód. 110348925425, financiado por Colciencias y el SENA.

Referencias

- [1] T. Granollers, "MPIu+a. Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad," Tesis Doctoral, Dept. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Lleida, 2004.
- [2] J. Lores, et al. , "Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. Asociación Interacción Persona-Ordenador, AIPO, 2002.
- [3] G. J. Vreede, A. Fruhling, and A. Chakrapani, "A Repeatable Collaboration Process for Usability Testing," Proc. 38th Hawaii International Conference on System Sciences, 2005.
- [4] J. Rubin, and D. Chisnell, "Handbook of Usability Testing". Wiley. 2nd ed., 2008.
- [5] B. Shneiderman, C. Plaisant, "Designing the User Interface," 4 ed., Addison Wesley ed., 2005.
- [6] L. Lockwood, and L. Constantine, "Usability by Inspection: Collaborative Techniques for Software and Web Applications", 2003.
- [7] H. Kahler, F. Kensing, and M. Muller, "Methods & tools: constructive interaction and collaborative work: introducing a method for testing collaborative systems, interactions," vol.7, no.3, May. 2000, pp. 27-34.
- [8] E. Frøkjær, and K. Hornbæk, "Cooperative Usability Testing: Complementing Usability Tests with User-Supported Interpretation Sessions," CHI 2005, April 2005, ACM 1-59593-002-7.
- [9] D. Pinelle, C. Gutwin, and S. Greenberg, "Task Analysis for Groupware Usability Evaluation: Modeling Shared-Workspace Tasks with the Mechanics of Collaboration," ACM Transactions on Computer-Human Interaction, vol. 10, no. 4, pp. 281-311, 2003.
- [10] D. Pinelle, and C. Gutwin, "Evaluating teamwork support in tabletop groupware applications using collaboration usability analysis," Personal and Ubiquitous Computing, vol.12, no.3, Jan 2009, pp. 237-254.
- [11] J. Nielsen, "Finding usability problems through heuristic evaluation," Proc. ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), 1992, pp. 372-380.
- [12] K. Baker, S.Greenberg, and C. Gutwin, "Empirical development of a heuristic evaluation methodology for shared workspace groupware," Proc. ACM Computer supported cooperative work Conf., 2002.
- [13] K. Baker, S. Greenberg, and C. Gutwin, "Heuristic Evaluation of Groupware Based on the Mechanics of Collaboration," report 2000-669-21, Computer Science Dept., Calgary Univ., October, 2002.
- [14] D. Pinelle, N. Wong, S. Tadeusz and C. Gutwin, "Usability Heuristics for Networked Multiplayer Games," Proc. ACM International Conference on Supporting group work, 2009.
- [15] P. Polson, C. Lewis, J. Rieman, and C. Wharton, "Cognitive Walkthroughs: A Method for Theory-Based Evaluation of User Interfaces," International Journal of Man-Machine Studies, 1992, pp. 741-73.
- [16] D. Pinelle and C. Gutwin, "Groupware Walkthrough: Adding Context to Groupware Usability Evaluation," Proc. Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), 2002, pp. 455-462.
- [17] O. Stiemerling and A. B. Cremers, "The Use of Cooperation Scenarios in the Design and Evaluation of a CSCW System," IEEE Transaction on Software Engineering, 1998, pp. 1171-1181.
- [18] J. Jiménez y Y. Méndez, "Adecuación del Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y Accesibilidad (MPIu+a) a través de estrategias de trabajo colaborativo para el desarrollo de entornos Web," Tesis de Pregado, Universidad del Cauca, 2006.
- [19] A. Solano y C. Parra, "Métodos de indagación colaborativos para la evaluación de usabilidad de software," Tesis de Pregrado, Universidad del Cauca, 2009.
- [20] M. Bunge, "La ciencia. Su Método y filosofía," Buenos Aires, 1997.

**Accesibilidad de la Información e Interacción para
Personas con Necesidades Especiales**

Recomendaciones en sistemas web mediante el estudio de ítems raros en transacciones

Enrique Lazcorreta

Inst. Univ. Centro de Investigación
Operativa (CIO)
Universidad Miguel Hernández
03202 Elche
enrique@umh.es

Federico Botella

Inst. Univ. Centro de Investigación
Operativa (CIO)
Universidad Miguel Hernández
03202 Elche
federico@umh.es

Antonio Fernández-Caballero

Inst. Investigación en Informática de
Albacete (I3A)
Universidad de Castilla-La Mancha
020071 Albacete
caballer@dsi.uclm.es

Resumen

Las recomendaciones en portales web se enriquecen cuando incorporan información sobre el uso real del portal. Una de las herramientas que proporcionan dicha información es el minado de reglas de asociación (ARM) en las sesiones de navegación de los usuarios a través del portal. Si el número de páginas del portal es muy grande la ARM se tropieza con el dilema del ítem raro, que postula que no se puede encontrar información sobre las páginas poco visitadas sin obtener una explosión de reglas de asociación. Este dilema ha sido estudiado desde una perspectiva que sobrecarga las tareas del algoritmo usado y de sus analistas y no aporta reglas de uso frecuente. En este artículo se introduce un nuevo enfoque al dilema que permite a los algoritmos de ARM encontrar simultáneamente información de interés sobre los páginas del portal poco visitadas, con un consumo mínimo de recursos, sin intervención de los analistas y aportando conocimiento útil.

1. Introducción

Desde la irrupción de la informática en pequeñas y grandes empresas se puede guardar en bases de datos todo tipo de información, entre otras las secuencias de navegación de un usuario a través de un portal web. El volumen de datos almacenados sobre las páginas solicitadas al portal crece a diario por lo que su análisis inicial solo puede hacerse usando técnicas de Minería de Datos (en adelante, MD) que permiten extraer el conocimiento que encierran grandes colecciones de datos.

Las transacciones son agrupaciones de ítems hechas por los usuarios de un servicio, por ejemplo las distintas compras realizadas por un usuario en un comercio electrónico, las páginas solicitadas

por un usuario en una visita a un portal web o los recursos utilizados por un alumno en un portal de e-learning, siempre que no tengamos en cuenta el orden en que han ocurrido. Llamando itemset a un conjunto cualquiera de ítems (entendiendo por ítem cada una de las páginas del portal web), si analizamos las transacciones realizadas por los usuarios del portal podemos observar la existencia de itemsets que se repiten, itemsets que llamaremos patrones ya que pueden ser usados para comprender el comportamiento de los usuarios del sistema. En tal caso podemos pensar que existe algún tipo de relación entre los ítems que forman dichos itemsets, relación que llamaremos asociación de ítems y que, recordemos, se producen por el uso del servicio y no por su diseño.

Cuando se trabaja con pocos ítems o con pocas transacciones el análisis que procede es el estudio de la correspondencia entre los ítems que componen las transacciones. Sin embargo son muchos los servicios que proporcionan gran cantidad de ítems y recogen a diario miles de transacciones cuyo estudio desde la perspectiva del análisis estadístico de la correspondencia es inabordable. Para resolver este problema la MD proporciona técnicas tratables computacionalmente, como el minado de reglas de asociación (ARM, por sus siglas en inglés *Association Rule Mining*).

Las reglas de asociación son expresiones del tipo $X \rightarrow Y$, donde X e Y son itemsets que no poseen ítems en común. La calidad de las reglas se mide por su soporte (porcentaje de veces que se verifica la regla en las transacciones) y su confianza (porcentaje de veces que una transacción que contiene el itemset X también contiene el itemset Y). La irrupción de la MD en el estudio de las reglas de asociación se debe al altísimo número de reglas que pueden ser generadas y la imposibilidad de ser tratadas computacionalmente con la tecnología actual y un enfoque puramente estadístico.

Sin embargo, los almacenes de transacciones (D)

en adelante) muy grandes proporcionan tal cantidad de reglas que su tratamiento se vuelve inabordable incluso con la MD. Para afrontar este problema hay que recurrir al concepto del soporte mínimo en el ARM sobre grandes bases de datos, [1], categoría de la MD abundantemente estudiada hasta la fecha en [2], [3], [4] y [5]. Entre otras aplicaciones, la ARM es fuente de información para los sistemas de recomendación de páginas web, artículos de comercio y contenido educativo, propuestos en [6], [7] y [8].

El principal inconveniente a la hora de abordar una solución al problema de ARM es el crecimiento exponencial de resultados a estudiar ya que un conjunto I de m ítems distintos puede producir hasta 2^m itemsets diferentes. Aunque no todos los itemsets estén presentes en D , para poder contar su soporte hemos de generar el conjunto completo de soluciones posibles, donde poder anotar el número de veces que aparece cada uno de ellos. La definición de soporte mínimo (minSup) permite aliviar este inconveniente pues supone una reducción del número de itemsets a estudiar: sólo aquellos cuya frecuencia sea superior a un umbral fijado por el analista. La mejor aportación a este problema fue propuesta en [9] mediante el algoritmo Apriori, que genera únicamente los candidatos a itemset frecuente que pueden alcanzar el soporte mínimo por no contener ningún itemset infrecuente.

El problema llamado dilema del ítem raro [10] surge cuando queremos obtener reglas de asociación para todos los ítems de I que se relacionen mayoritariamente con algún otro ítem en D . Si bajamos el umbral del soporte mínimo para obtener información sobre los ítems poco frecuentes en D es muy probable que desbordemos la capacidad del ordenador en que se ejecute el algoritmo, y en caso de ser ejecutado por completo obtendremos una enorme cantidad de reglas que no son realmente importantes, por ejemplo aquellas que relacionan con poco soporte dos ítems muy frecuentes en D .

En este trabajo mostramos como sin un coste computacional excesivo ni mayor dedicación de los analistas se puede modificar el algoritmo Apriori para que encuentre reglas interesantes sobre ítems que no son frecuentes sin provocar una explosión de reglas. Las reglas encontradas se utilizarán en mayor medida si cambiamos la perspectiva desde la que se observan.

En la sección 2 se expone el problema, las soluciones propuestas hasta la fecha y una propuesta

para su solución, en la sección 3 se muestra una aplicación a las recomendaciones web y en la sección 4 se presentan las conclusiones de este trabajo y el trabajo futuro.

2. Estudio de ítems raros

Los ítems raros son ítems que por alguna razón no aparecen con frecuencia en las transacciones. En una cesta de la compra los ítems raros suelen ser muy caros o duraderos, y también pueden ser novedades que tardarán en ser comprados de forma frecuente. En un portal web los ítems raros son páginas muy especializadas, de baja calidad o páginas de novedades.

Los ítems exclusivos (por su alto precio, larga durabilidad o especialización) serán siempre ítems raros aunque se incorporen en un sistema de recomendación, ya que son infrecuentes por naturaleza. Sin embargo, los ítems nuevos deberían ser incorporados a los sistemas de recomendación hasta que alcancen la categoría de ítems frecuentes, momento en el cual ya pueden ser tratados mediante la búsqueda clásica de reglas de asociación.

Para abordar el problema del ítem raro [10] propone usar múltiples soportes, de modo que la relación entre dos ítems frecuentes sea considerada sólo si es una relación muy frecuente en D . De este modo se alivia considerablemente la carga de memoria requerida por el algoritmo y permite abordar el estudio sobre un número mayor de ítems. La asignación de soporte a cada ítem puede hacerse por parte del analista o bien teniendo en cuenta el propio soporte de cada ítem en D . En [11] se propone una modificación interesante del algoritmo propuesto en [10], incorporando al estudio medidas de tendencia de los ítems de D .

Con la primera propuesta de [10] se pueden incorporar los ítems nuevos asignándoles un soporte mínimo muy bajo mientras sean nuevos, sin embargo el analista debe decidir en algún momento cuándo debe modificar su soporte mínimo y qué nuevo soporte asignarle.

En las restantes propuestas el soporte mínimo se obtiene en función del soporte real del ítem, con lo que muchos ítems raros se incorporan al sistema con facilidad, sin embargo siguen quedando muchos ítems sobre los que no obtenemos información pues si intentamos incorporarlos al estudio se detiene la ejecución del algoritmo por falta de recursos. Además las reglas que proporcionan

sobre ítems poco frecuentes tienen bajo soporte y, en consecuencia, baja utilidad.

En base a las propuestas de [10] y [11] hemos realizado experimentos sobre repositorios medianos y grandes. Con los repositorios T10I4D100K y T40I10D100K, que contienen 870 y 942 ítems diferentes respectivamente, se ha logrado información sobre todos sus ítems reduciendo la información a almacenar sobre relaciones infrecuentes de ítems frecuentes (con el método clásico no es posible obtener dicha información con la tecnología de 32 bits). Con repositorios grandes hemos comprobado que no es posible abordar el estudio de todos sus ítems desde la perspectiva de las reglas de asociación, como ocurre con el repositorio kosarak, que contiene 41.270 ítems distintos. El algoritmo clásico permite obtener reglas de asociación únicamente entre 1.544 de sus ítems mientras que usando soporte múltiple podemos obtener información sobre 4.636 ítems, una gran mejora pero que deja un 89% de ítems del repositorio sin ningún tipo de información. Este porcentaje sería peor si el número de ítems en estudio fuera mayor, lo que no es anormal en muchos de los portales web existentes.

Si queremos obtener información útil de todos los ítems de D hemos de prescindir inicialmente del concepto de soporte mínimo. Pero no podemos obviar la capacidad de los ordenadores en que se ejecutará el algoritmo por lo que hemos de optar por un algoritmo tipo FP-Growth. Si además queremos obtener reglas útiles tendremos que cambiar la perspectiva desde la que se miran las reglas de asociación, lo que nos conduce a definir las *Reglas de Oportunidad* (RO).

Las RO son reglas cuyo antecedente es frecuente por lo que serán usadas con frecuencia en un sistema de recomendación, y cuyo consecuente es infrecuente por lo que permitirán recomendar ítems poco frecuentes a los usuarios.

El algoritmo 1 muestra cómo leer D sin generar candidatos (del mismo modo que se trabaja con la estructura FP-Tree), debido a que los grandes repositorios de transacciones pueden contener tantos ítems diferentes que el enfoque clásico de Apriori impediría la simple generación de C_2 (la colección de datos kosarak tiene 41.270 ítems distintos, que generan 851.627.085 candidatos a 2-itemset). La función *Incrementa* comprueba si existe el ítem y lo crea en caso necesario, de este modo se emplea mayor tiempo en la obtención de los 2-itemsets pero se evita una explosión de can-

didatos a considerar que haría abortar la ejecución del algoritmo por falta de recursos.

```

Input:  $D$ ,  $sm$  (soporte mínimo) y  $om$ 
      (oportunidad mínima)
Output:  $RO$  (Reglas de Oportunidad)
       y  $RA$  (Reglas de Asociación)
       presentes en  $D$ 
/* Obtener frecuencia de todos los
ítems y 2-itemsets de  $D$  */
foreach transacción  $T_i$  en  $D$ 
  foreach  $i_1$  en  $T_i$  {
    Incrementa( $FP_1[i_1]$ );
    foreach ( $i_1; i_2$ ) en  $T_i$ 
      Incrementa( $FP_1[i_1] \rightarrow FP_2[i_2]$ );
  }
/* Extraemos las  $RO$  */
foreach  $i_1$  en  $FP_1$ 
  if ( $FP_1[i_1] \geq sm$ ) then
    foreach  $i_2$  en  $FP_1[i_1] \rightarrow FP_2$ 
      if ( $FP_1[i_2] < sm$  y  $FP_2[i_2]/FP_1[i_2] \geq om$ ) then
        Añadir  $RO(it_1 \rightarrow it_2)$ ;

```

Algoritmo 1: ORFind - Algoritmo de búsqueda de Reglas de Oportunidad

Al aplicar el algoritmo clásico tras la ejecución del algoritmo 1 a los repositorios T10I4D100K, T40I10D100K y kosarak hemos obtenido información de interés sobre todos los ítems de cada repositorio en un tiempo inferior al empleado con la implementación de las propuestas de [10] y [11]. Las reglas de asociación obtenidas entre ítems frecuentes tienen el suficiente soporte como para ser utilizados como patrones de comportamiento del colectivo estudiado. Las reglas de oportunidad obtenidas vinculan los ítems infrecuentes a los frecuentes, permitiendo a un sistema de recomendación saber cuál es el momento más oportuno para recomendar un ítem infrecuente de cuyo uso no tenemos aún información suficiente.

3. Recomendaciones web mediante el estudio de transacciones

En un Sistema de Recomendación Web se utiliza información sobre taxonomías, contenido semántico y uso del portal para hacer sugerencias a sus usuarios. Sin embargo cuando un ítem es nuevo no puede obtenerse información de su uso hasta que no logra un cierto soporte. Las reglas de oportunidad permiten incorporar en el sistema la información de uso de los ítems nuevos de modo

automático.

Las RO contienen los ítems frecuentes que son visitados conjuntamente con los ítems sin soporte mínimo. Esto nos permite sugerir un ítem raro a los usuarios que visitan alguna de las páginas que más favorecen la presencia de dicho ítem, p.ej. la página A.

Si la sugerencia es acertada es de esperar que el ítem raro vaya aumentando su soporte y se incorpore de modo natural al proceso de estudio de reglas de asociación, mostrando una asociación cada vez más fuerte a la página A.

Si la sugerencia no es acertada el ítem seguirá siendo raro y su asociación con la página A se irá diluyendo a favor de una asociación con otras páginas con las que realmente sea más afín. Esto se debe a que el número de veces que aparece el ítem raro en D es pequeño y cualquier aparición nueva del ítem modificará sustancialmente los porcentajes en que se basan los algoritmos de búsqueda de RA y RO.

4. Conclusiones

Las propuestas existentes para resolver el dilema del ítem raro reducen sustancialmente el número de ítems ignorados por el análisis de uso de un portal web. Sin embargo no proporcionan información de uso de un gran número de ítems. La información que proporcionan sobre un ítem de bajo soporte tiene escaso uso pues sólo se usará cuando el ítem sea requerido.

Las reglas de oportunidad permiten introducir de modo natural la información de uso de los ítems raros en los sistemas de recomendación. Esto da más visibilidad a los ítems raros y posibilita el incremento de su uso con lo que podría llegar a ser un ítem con el suficiente soporte como para entrar en el análisis tradicional (y más completo) de las reglas de asociación.

En la actualidad estamos comparando los resultados mostrados en este artículo con los que se obtienen al aplicar un híbrido entre la obtención de reglas de oportunidad y las propuestas realizadas en [10] y [11].

Agradecimientos

Este trabajo está financiado en parte por el proyecto nacional CICYT TIN2008-06596-C02-01

Referencias

- [1] Agrawal, R., Imielinski, T., Swami, A. Mining association rules between sets of items in large databases. Proc. of the ACM SIGMOD International Conference on Management of data. Washington, D.C., United States, pp. 207-216, 1993
- [2] Rozenberg, B., Gudes, E. Association rules mining in vertically partitioned databases. Data & Knowledge Engineering 59 (2), pp. 378-396. 2006
- [3] Palshikar, G. K., Kale, M. S., Apte, M. M. Association rules mining using heavy itemsets. Data & Knowledge Engineering 61 (1), pp. 93-113. 2007
- [4] Tseng, M.-C., Lin, W.-Y. Efficient mining of generalized association rules with non-uniform minimum support. Data & Knowledge Engineering 62 (1), pp. 41-64. 2007
- [5] Lazcorreta, E., Botella, F., Fernández-Caballero, A. Towards personalized recommendation by two-step modied apriori data mining algorithm. Expert Systems with Applications 35 (3), pp. 1422-1429. 2008
- [6] Kouris, I.N., Makris, C.H., Tsakalidis, A.K. Using information retrieval techniques for supporting data mining. Data & Knowledge Engineering 52 (3), pp. 353-383. 2005
- [7] Botella, F., Lazcorreta, E., Fernández-Caballero, A., González, P., Mejora de la usabilidad y la adaptabilidad mediante técnicas de minería de uso web. Proc. of VI Congreso Interacción Persona-Ordenador. Thomson, 2005
- [8] Han, J., Fu, Y. Discovery of multiple-level association rules from large databases. Proc. of Int. Conf. VLDB. pp. 420-431. 1995
- [9] Agrawal, R., Srikant, R. Fast algorithms for mining association rules. Proc. of the 20th VLDB Conference, Morgan Kaufmann Publishers Inc., pp. 487-499. 1994
- [10] Liu, B., Hsu, W., Ma, Y. Mining association rules with multiple minimum supports. Proc. of the fifth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. ACM Press, pp. 337-341. 1999
- [11] Kiran, R. U., Reddy, P. K. An improved multiple minimum support based approach to mine rare association rules. IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining. 2009

Involucración de usuarios en el co-diseño de aplicaciones de eDNI con criterios de efectividad tecnológica

R. Ignacio Madrid, J. Manuel Ojel

Instituto de Innovación para el
Bienestar Ciudadano (I2BC)
Parque Tecnológico de Andalucía
29590 Málaga
rmadrid@i2bc.es , jmojel@i2bc.es

Carmen Barrera

aDeNu Research Group
E.T.S.I. Informática
UNED
28040 Madrid
cbarrera@invi.uned.es

Fausto Sainz

Technosite
Departamento de I+D
Albasanz 16, 3º B1
28037 Madrid
fsainz@technosite.es

Resumen

Se presentan los resultados de una experiencia novedosa de involucración de usuarios en el proceso de diseño de aplicaciones de eDNI. Se trata de asegurar la efectividad tecnológica usando una metodología (P.L.I.) que combina técnicas de evaluación (test de usuarios) y participativas (sesiones de co-diseño). Los resultados muestran que la combinación de ambas técnicas ofrece información valiosa para guiar el desarrollo de productos y servicios centrados en los usuarios.

1. Antecedentes

1.1. El proyecto CISVI

Las actividades de experimentación descritas en este artículo se han realizado en el contexto más amplio del proyecto CISVI¹.

Uno de los objetivos de este proyecto es el desarrollo de nuevas tecnologías en entornos reales, con la participación de los usuarios finales y su comunidad social. Se plantean cuatro escenarios: 1) integración laboral de personas con discapacidad intelectual, 2) atención sanitaria domiciliaría a mayores, 3) vida independiente de personas con discapacidad intelectual y 4) integración ciudadana de herramientas de e-administración en entorno rural.

Las actividades descritas en este artículo pertenecen a este último escenario. El objetivo ha

sido involucrar a los usuarios (personas mayores de entorno rural) en la detección de necesidades y barreras de uso en los sistemas actuales de DNI electrónico (o eDNI), como un paso previo al desarrollo de aplicaciones.

1.2. Uso del eDNI en ámbito rural

La Ley de Administración Electrónica [5] establece que los ciudadanos podrán realizar gestiones por medios electrónicos con las diferentes administraciones, teniendo estas la obligación de ofrecer los servicios en condiciones adecuadas de usabilidad y accesibilidad.

En este contexto, el eDNI es una herramienta importante que permite la identificación electrónica de los usuarios y el acceso los servicios de forma remota. Esto significa un gran avance en zonas rurales, donde es común la falta de servicios o de accesibilidad a los mismos. En este proyecto se toma como modelo Abla (localidad de 1.500 hab. a 65 km. de Almería).

A pesar de sus potenciales ventajas, la adopción del eDNI por los usuarios está siendo lenta y su aceptabilidad es baja. Las barreras para el uso del eDNI surgen de una combinación de requisitos técnicos de instalación complejos, baja usabilidad y a un nivel de alfabetización digital en España todavía reducido [3]. En el caso de usuarios mayores, se une también sus especiales características que deben de ser tenidas en cuenta en el diseño de tecnologías [2].

Parece claro que, para potenciar su uso entre los ciudadanos, tanto el eDNI como las aplicaciones de administración electrónica deben mejorar su experiencia de usuario. Para ello, este estudio se propone contar en el proceso de diseño con la participación de los usuarios finales en sus

¹ CISVI (Comunidades de Investigación en Salud y Vida Independiente) está financiado por el MITYC - Plan Avanza <http://cisvi.germinus.com>

comunidades sociales, con el fin de incluir sus necesidades y asegurar la efectividad tecnológica.

En este artículo se detallan una serie de actividades que persiguen la involucración de los usuarios en el diseño de estas aplicaciones.

2. Metodología

2.1. Efectividad tecnológica y P.L.I.

La efectividad tecnológica es entendida como la propiedad de una solución de ser al tiempo:

- Eficaz, produce el efecto pretendido en un entorno controlado
- Eficiente, lo consigue con una adecuada relación coste-beneficio
- Resuelve el problema o necesidad concreta a juicio de las personas destinatarias y en sus propios escenarios reales de desenvolvimiento
- Sin afectar negativamente cualquier aspecto esencial de la calidad de vida del usuario.

Para asegurar que las soluciones se diseñan siguiendo criterios de efectividad tecnológica, se adopta la metodología P.L.I. (People Led Innovation) [4]. Existen 5 factores básicos P.L.I.: Ergonomía, Diseño Emocional, Sostenibilidad, Innovación ciudadana y Seguridad.

En esta primera fase del proyecto, nos hemos centrado en tres de estos factores: Innovación ciudadana (como proceso por el cual se recogen las necesidades y requisitos de los nuevos productos o servicios), Ergonomía y Diseño Emocional (estos dos como factores importantes que determinan la usabilidad, accesibilidad y satisfacción de los usuarios de una tecnología).

Se han empleado dos técnicas diferentes de manera combinada. Por una parte, se realizaron test de usuarios para detectar barreras en los sistemas actuales (factores de Diseño Emocional y Ergonomía). Por otra parte, se utilizaron técnicas de co-diseño, de forma que los usuarios pudieron participar activamente en la detección y definición de necesidades, la valoración de los resultados de los tests y la propuesta de soluciones tecnológicas (factor Innovación ciudadana). El co-diseño trata de permitir que usuarios, investigadores y diseñadores (personas con diferente formación y habilidades) cooperen de manera creativa, de forma que puedan conjuntamente explorar ideas y conceptos, realizar y evaluar prototipos [7].

2.2. Primera sesión de co-diseño (pre)

Objetivo. Detectar necesidades, expectativas y experiencias relacionadas con el uso del eDNI.

Participantes. Un grupo de 15 ciudadanos junto a los investigadores del proyecto CISVI.

Instrumentos. Se usaron lectores de eDNI, dos equipos informáticos, y una videocámara.

Tareas. Se crearon 2 grupos. En el primero, se trabajó con un escenario “real”, realizando los pasos para la conexión del lector, navegación Web y uso del eDNI. En el segundo, se trabajó con un escenario simulado: aunque los equipos estaban presentes y los usuarios podían manipularlos, no se realizó ninguna tarea concreta. El objetivo era explorar las expectativas y necesidades de los usuarios desde un punto de vista conceptual, sin que la presencia de aplicaciones ya definidas pudiese limitar la creatividad de los participantes.

Análisis de la sesión. Durante la sesión de co-diseño algunos investigadores de CISVI participaron activamente mientras otros actuaron como observadores registrando las necesidades y problemas expresados por los participantes. Posteriormente el video de la sesión fue analizado para obtener un mayor número de requisitos.

2.3. Test de usuarios

Objetivo. El objetivo de los test de usuarios en esta fase fue detectar barreras (relacionadas con la Ergonomía y el Diseño Emocional) en el uso de los sistemas actuales de eDNI.

Participantes. 6 personas mayores de 65 años (Edad media de 65 años), que realizaron la prueba en una sala habilitada en un centro público.

Instrumentos. Las tareas se administraron en un portátil y los datos fueron recogidos usando el software Morae. Se realizaron grabaciones de audio y video que se analizaron posteriormente.

Tareas. Se diseñaron 3 tareas para ser realizadas por los usuarios: 1) Instalación y conexión del lector de eDNI; 2) Navegación portales Web; 3) Acceso identificado con eDNI.

Cuestionarios. Los participantes completaron varios cuestionarios. En primer lugar, el cuestionario SUS [1] fue incluido tras cada tarea como una medida subjetiva de usabilidad. Al final del test los usuarios también realizaron un breve cuestionario que incluía 4 preguntas para valorar su experiencia de usuario y aspectos emocionales:

- Me gustaría utilizar el eDNI en el futuro
- La tarea me ha resultado difícil
- Me ha gustado realizar la tarea
- Nadie puede suplantar mi identidad con eDNI

Análisis de la sesión. Los datos recogidos fueron analizados por un experto en usabilidad con el software Morae Manager. Se extrajeron una serie de problemas a partir de la conducta y las verbalizaciones de los participantes.

2.4. Segunda sesión de co-diseño (post)

Con los resultados obtenidos en la primera sesión de co-diseño y en los test de usuarios, se trataba de 1) contrastar y validar con los usuarios la información obtenida y las conclusiones de los investigadores y 2) co-crear y discutir ideas para futuros prototipos junto a los usuarios.

Participantes. 15 ciudadanos con diferentes perfiles (los participantes en los test de usuarios y alumnos de un curso de alfabetización digital) además de los investigadores del proyecto CISVI.

Tareas. Se utilizaron dos técnicas para dinamizar la sesión y promover la creatividad de los participantes:

a. La técnica de persona escenario [6] se utilizó para describir un escenario previo y otro posterior a la introducción del DNI electrónico.

b. El análisis de test retrospectivo consiste en realizar una evaluación conjunta de los problemas detectados en el test de usuario. Para ello, se seleccionaron una serie de secuencias de video de los tests basándose en su representatividad, que fueron mostradas y discutidas durante la sesión.

Ambas técnicas se han usado previamente para comunicar información a los diseñadores o clientes, sin embargo su uso no es común como herramienta de comunicación con los usuarios.

3. RESULTADOS

3.1. Primera sesión de co-diseño (pre)

Grupo 1 (Escenario real). Los usuarios expresaron algunas dificultades, principalmente relacionadas con la dificultad en la conexión del lector, la complejidad de las búsquedas y la navegación y el gran número de pasos necesarios para identificarse usando el eDNI.

Grupo 2 (Escenario simulado). Esta tarea nos permitió obtener información valiosa relacionada con las expectativas y motivaciones de los usuarios: aunque les parecía una tecnología interesante, tenían miedo a usar algo desconocido, de enfrentarse a procedimientos administrativos demasiado complicados sin la guía o ayuda de otra persona o de no recordar el PIN.

En estas sesiones también se recopilaron algunas ideas útiles para mejorar los sistemas:

- Lector integrado en el propio PC
- Ayuda online sobre los procedimientos
- Interfaz simple que muestre mediante iconos e imágenes solo la información necesaria
- Uso de métodos de identificación alternativos al PIN, como la huella digital

3.2. Test de usuarios

Cuestionarios. La figura y muestra los resultados del cuestionario SUS para cada una de las tareas:

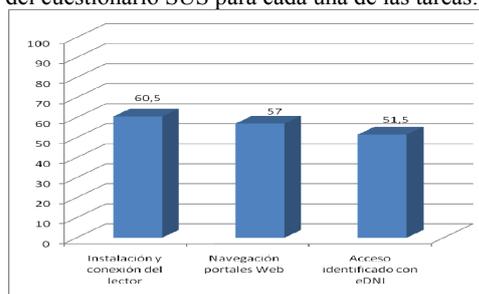


Figura 1. Puntuación en la escala SUS

Según esta escala, un sistema se considera de usabilidad aceptable si supera una puntuación de 70 [1]. Las puntuaciones obtenidas por nuestro sistema se centrarían en el rango 50-60, una zona marginal que aunque no es totalmente inaceptable sí que indica problemas de usabilidad que deben resolverse.

Respecto a las puntuaciones del cuestionario de aspectos afectivos, pueden verse en la Figura 2:

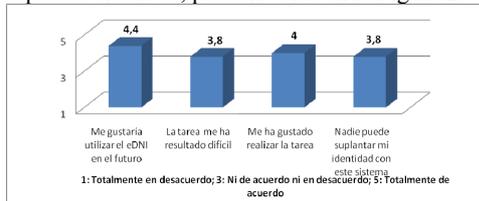


Figura 2. Puntuación en el cuest. de aspectos afectivos

Los resultados indican que aunque las tareas han parecido difíciles de realizar, a los usuarios les resultaron interesantes las aplicaciones, les gustaría utilizarlas en el futuro y confían en la seguridad de las identificaciones con eDNI.

Barreras en el uso de eDNI. Tras el análisis de los test, se detectaron barreras en el uso del eDNI que afectan a su efectividad tecnológica:

- Los conectores USB no identifican de manera clara la posición correcta de inserción
- En la instalación no se usa un lenguaje fácil
- Excesivos pasos necesarios para la instalación
- Excesivas opciones en los sitios Web, desorientación y dificultades en la búsqueda
- El manejo coordinado de ratón y teclado es complejo para este grupo de usuarios
- En los sitios Web el lenguaje utilizado es complejo, usándose gran cantidad de tecnicismos
- El PIN es largo y difícil de recordar
- El PIN se solicita de forma reiterativa

3.3. Segunda sesión de co-diseño (post)

Resumimos la información recogida en la sesión: *¿Qué ventajas e inconvenientes tiene el eDNI?* Entre las ventajas señalaron el ahorro de tiempo, y desplazamientos y la comodidad de poder acceder a diferentes servicios desde el propio hogar. Entre los inconvenientes se nombro el requisito de tener unos conocimientos de informática avanzados o practicar mucho, y la inseguridad de que alguien pueda suplantar la personalidad del usuario. Comentan que lo ideal sería tener siempre el soporte de una persona para que les resolviera las dudas a medida que las encontrasen.

¿Cómo les gustaría que fueran los servicios de eDNI? Se señaló que debería ser más fácil de usar, que se utilizase un lenguaje más común, que requiriese menos pasos en el proceso y se utilizasen más gráficos y menos texto.

¿Cómo resolverían los problemas encontrados en las pruebas con usuarios? Se propusieron una serie de ideas para resolver los problemas encontrados:

- Lector integrado o drivers pre-instalados
- Textos de lectura fácil, sin lenguaje técnico
- Instrucciones gráficas por pasos
- Catálogo de servicios que ofrece eDNI
- Utilizar huella digital para evitar el PIN

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta fase del proyecto permiten establecer una serie de necesidades y pre-requisitos para el diseño de aplicaciones para el uso del DNI electrónico.

Se confirma que el uso del eDNI presenta numerosas barreras de uso que afectan a su efectividad tecnológica y que están relacionadas con la Ergonomía y el Diseño emocional.

En cuanto al criterio de Innovación ciudadana, pudo contrastarse que las ideas de los usuarios resultaron ser valiosas para el proceso de diseño, confirmando la utilidad de esta metodología. La combinación de test con usuarios y sesiones de co-diseño en entornos reales permitió detectar más problemas y generar más ideas de diseño que las dos técnicas por separado al involucrar a los usuarios como co-creadores y no como meros sujetos de estudio.

El siguiente paso de la investigación será producir una serie de prototipos de aplicaciones eDNI que serán validados con los usuarios en las siguientes fases de diseño.

Referencias

- [1] Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J.A.. The System Usability Scale (SUS): An empirical evaluation, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24 (6), 2008.
- [2] Hawthorn, D. Possible implications of aging for interface designers, *Interacting with Computers* 12 (5), April 2000, Pages 507-528.
- [3] Heichlinger, A., Gallego, P. A new e-ID card and online authentication in Spain. *Identity in the Information Society*, En prensa, DOI 10.1007/s12394-010-0041-3.
- [4] Instituto de Innovación para el Bienestar Ciudadanos, Referencial P.L.I., 2009, Disponible en <http://www.i2bc.es/inicio/pli/>
- [5] LEY 11/2007, de 22/06, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos, BOE 150
- [6] Pruitt, J. & Grudin, J. *Personas: Practice and Theory*. Proceedings DUX 2003, 15.
- [7] Steen, M, *The fragility of Human – centred design*, Amsterdam, IOS Press, 2008

Estudio de la accesibilidad en la gestión de blogs en entornos sociales

Araceli Moré

INDRA:Software Labs de Indra
Parque Científico y tecnológico de
Gardeny
Edificio 28A Puerta B, 1º, 25071 –
Lleida
amore@indra.es

Juan Miguel López Gil

GRIHO: Grupo de investigación en
HCI
Dept. de Informática e Ingeniería
Industrial
ETS Ingeniería Informática
Universitat de Lleida
Av. Jaume II, 69. 25001 Lleida
juanmi@diei.udl.cat

Resumen

En este trabajo se analiza una muestra de sitios web que permiten a los usuarios gestionar información mediante blog, así como de las herramientas que proporcionan al usuario para su interacción y que le permiten llevar una gestión de los contenidos publicados. El estudio realizado ha analizado la accesibilidad en el ámbito de este tipo de entornos y se ha dividido en dos partes diferenciadas. Por una parte, se ha analizado la accesibilidad de las herramientas empleadas por los usuarios para gestionar contenido. Por otra parte, se ha realizado un análisis de la accesibilidad de los contenidos web de las plataformas analizadas. Los resultados finales obtenidos revelan que existe una deficiencia importante en el cumplimiento de las pautas de accesibilidad para este tipo de plataformas de generación de contenido web. Aún así, cabe destacar que algunas de estas aplicaciones o sitios web ofrecen posibilidades (para usuarios más avanzados) de modificar directamente el código fuente, permitiendo de esta manera la generación de código más accesible.

1. Introducción

Con la transición a la actualmente conocida como Web 2.0, la interacción entre usuario e Internet ha vivido un gran cambio. En este sentido, existe en la actualidad un gran número de sitios web que permiten la participación activa de sus usuarios a la hora de crear y gestionar el contenido web almacenado en ellas.

Por otra parte, la importancia de la accesibilidad en entornos web es reconocida oficialmente a nivel mundial. En este sentido, existen numerosas legislaciones que tienen la accesibilidad en cuenta como requerimiento para el desarrollo de entornos web accesibles. En los Estados Unidos, la sección 508 del Acta de Rehabilitación [5], que incluye requerimientos a nivel de accesibilidad web, entró en vigor en el año 2001. A nivel español, el Real Decreto 1494/2007 [4] establece requerimientos de accesibilidad para los servicios ofrecidos por vía telemática por parte de la administración pública.

La evaluación de la accesibilidad de contenido web se realiza revisando el cumplimiento de una serie de pautas de accesibilidad. El consorcio W3C, mediante la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI), ha desarrollado una serie de pautas para la evaluación de accesibilidad que han sido ampliamente incluidas en las diferentes legislaciones nacionales como base para la verificación de los requisitos de accesibilidad en ellas dispuestas. Las pautas más utilizadas son las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web (WCAG) [1], ya que permiten evaluar si el contenido web alojado en un portal cumple una serie de requisitos de accesibilidad. Sin embargo, existen también otra serie de pautas relacionadas con las herramientas de autor o editores web empleados para el desarrollo de páginas web, conocidas como las Pautas de Accesibilidad para Herramientas de Autor (ATAG) [6]. A la hora de evaluar todas las pautas descritas se establecen 3 niveles de conformidad, denominados niveles A (proporciona un nivel de accesibilidad mínimo,

que puede ser aplicado de manera razonable a cualquier contenido web), AA (aporta un nivel de accesibilidad aceptable, que puede ser aplicado a cualquier contenido web de manera razonable) y AAA (provee una accesibilidad adicional, pudiendo no ser de aplicación en algunos contenidos web). En cuanto a contenido web se refiere, es importante resaltar que la mayoría de las legislaciones exigen de un nivel de cumplimiento equivalente a AA.

Este trabajo analiza el nivel de conformidad AA de los diferentes entornos elegidos, así como de las diferentes herramientas que facilitan dichos entornos, con el objetivo de evaluar el grado de cumplimiento en base a las normativas y/o recomendaciones comentadas anteriormente.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. La siguiente sección ofrece una visión general sobre sistemas de gestión de blogs. A continuación se presenta el estudio realizado, entrando en detalle en las diferentes partes analizadas en el mismo. Finalmente, se muestran las conclusiones y trabajo futuro.

2. Sistemas de gestión de blogs

Un blog o bitácora se puede definir como un sitio web el cual va siendo actualizado periódicamente y que recopila textos o artículos (usualmente llamados *entradas*) de uno o varios autores, ordenados cronológicamente y sobre los cuales el autor o administrador del sitio, tiene la libertad sobre la gestión y/o publicación de cada entrada.

Se pueden realizar diferentes clasificaciones de los entornos de generación de contenido web. A continuación se ha establecido una clasificación en base a cómo accede el autor a la administración de la aplicación. Se ha creído más conveniente la realización de este tipo de clasificación por la facilidad que ofrece a la hora de diferenciar los blog, cosa que en cambio no pasa con otros tipos de clasificación como por ejemplo una por temática.

Se diferencian en dos grandes grupos: las plataformas alojadas en el propio ordenador del usuario, es decir, localmente, y las plataformas alojadas en un servidor web al cual el usuario no tiene acceso propiamente dicho, sino que únicamente tiene permitida la publicación y edición en línea (acceso remoto).

La accesibilidad y el diseño universal están recibiendo un creciente interés, debido a un mayor reconocimiento de la necesidad de promover la igualdad de oportunidades para todos los usuarios de sistemas interactivos. En este sentido, el hecho de que la tecnología levante barreras para algunos usuarios con discapacidades puede llevar a una exclusión de dichos usuarios de actividades que se han convertido en rutina para la sociedad. El creciente interés en el diseño de sistemas usables y accesibles para personas con necesidades especiales está llevando a la adopción de estándares internacionales por parte de organizaciones como el International Standards Organization (ISO) [3].

3. Estudio realizado

3.1. Objetivos

Como objetivo principal del estudio se plantea analizar la accesibilidad de los sistemas empleados en la actualidad para la gestión de blogs. A partir de este objetivo principal, se determinaron tres objetivos más específicos para la realización de este estudio.

En primer lugar, estudiar la accesibilidad de las plantillas que proporcionan por defecto los sitios web analizados, es decir, sin contenido generado por parte del usuario.

El segundo de los objetivos se basa en analizar dichos sitios web una vez el usuario ha generado e introducido una serie de contenidos básicos en éstos a través de los propios editores WYSIWYG que incorporan por defecto.

Finalmente, y como último objetivo, evaluar la accesibilidad de las herramientas empleadas para la generación de estos contenidos, es decir, de los editores que incorporan por defecto los sitios web aquí tratados.

3.2. Participantes

Un experto en accesibilidad ha sido el encargado de realizar las evaluaciones de los contenidos y herramientas de cada uno de los sitios web de este estudio. Por otra parte, se ha contado con el apoyo

y guía de otro experto en la materia para acabar de realizar un estudio más completo y preciso.

3.3. Material

Se eligieron cinco entornos para la gestión/generación de contenido web como representación de aquellos sistemas existentes en la red. Concretamente se eligieron WordPress.com (versión online de Wordpress que no requiere instalación alguna para el usuario), Blogger, Serendipity, Facebook y Drupal. La elección de los sistemas analizados se realizó en base a obtener un abanico de diferentes tipos de sistemas empleados para gestión de bitácoras lo más diferente posible.

Wordpress fue elegido para este estudio por ser considerado uno de los gestores más populares de la blogosfera, entre otras cosas, gracias a su licencia y la facilidad de uso. Por otro lado, Blogger es un servicio para crear y publicar un blog de manera fácil y sencilla. No se requiere de instalación. Serendipity fue escogido como representante de CMS instalándolo localmente por el usuario, el cual permite gestionar un blog o web de manera completa y sencilla. Se incorporó al estudio la plataforma de Facebook al considerar que ésta ofrece al usuario características similares a las de un blog y como ejemplo de red social. Finalmente, a pesar de que Drupal es un sistema de gestión de contenidos utilizado principalmente para administrar recursos web, se incorporó en la elección al disponer por defecto de un módulo para gestionar un blog de manera completa, pudiendo obviar aquellos otros módulos de características más similares a un portal web y no tanto a la generación de contenido social.

La selección de los entornos se realizó en febrero del 2009, por lo tanto, es importante recalcar, que los resultados obtenidos son sobre unos entornos con unas características determinadas, teniendo en cuenta que desde entonces se han ido actualizando dichos entornos.

La Tabla 1 resume las cinco bitácoras o sistemas de generación de contenido seleccionado para la realización de este análisis. Por otro lado, la Tabla 2, resume el conjunto de editores WYSIWYG sobre los que se ha realizado las evaluaciones de accesibilidad.

Tabla 1. Bitácoras / Sistemas de generación de contenido web

Nombre bitácora	Versión bitácora
WordPress	2.7
Blogger	Vers. Feb. 2009
Serendipity	1.4.1
Facebook	Vers. Feb. 2009
Drupal	6.9

Tabla 2. Herramientas para la generación de contenido web

Editor	Versión editor
TinyMCE	3.2.2
FCKEditor	2.6.4
FreeRTE	1.00
XINHA	0.96
Whizzywig	49

3.4. Medidas empleadas

Las medidas empleadas para la realización de los análisis de accesibilidad de las diferentes bitácoras así como de las páginas de contenido generadas en éstas, se han basado sobre Directrices de Accesibilidad para el contenido Web 1.0 (WCAG 1.0) teniendo en cuenta la normativa UNE y limitando dicha evaluación a todas las pautas de prioridades 1 y 2. Se empleó dicha limitación porque este es el nivel de accesibilidad exigido legalmente para páginas financiadas por organismos públicos.

Por otro lado, las evaluaciones de accesibilidad de los editores WYSIWYG se han realizado en base a las Directrices de Accesibilidad para Herramientas de Autor (ATAG). También en este caso se analizaron todas las pautas con prioridades 1 y 2, junto con las de prioridad relativa.

3.5. Instrumentos

Para la realización del estudio se emplearon toda de una serie de instrumentos definidos en la metodología de evaluación de la accesibilidad propuesta por el W3C [2]. Todos los mencionados a continuación fueron empleados en diferentes fases del procedimiento.

En primer lugar, se hizo uso de los dos principales navegadores gráficos desde los que los usuarios acceden al contenido web: Firefox (versión 3.0) e Internet Explorer (versiones 6 y 7, dadas las grandes diferencias en visualización e interpretación del código HTML asociado a los diferentes sitios web entre ambas versiones).

Se hizo una revisión de las diversas páginas con navegadores no gráficos. Se empleó Lynx (en su versión 2.8.5) para determinar la capacidad de navegación mediante teclado. También se empleó JAWS 9.0 como lector de pantalla para determinar el grado de accesibilidad de las diferentes aplicaciones para personas con ceguera.

Para llevar a cabo las evaluaciones de los diferentes sitios web y sus páginas, se utilizaron los evaluadores de accesibilidad automáticos de la Fundación CTIC (TAW, en todas sus versiones – online, “en un clic” y el instalable-) y el evaluador ofrecido por la Fundación Sidar (Hera).

Por otro lado, para realizar las evaluaciones manuales se utilizaron diversas barras de herramientas para navegadores gráficos como soporte, concretamente la barra de herramientas WebDeveloper 1.1.6 para Firefox y la AISToolBar 1.2 para las versiones de Internet Explorer.

Finalmente, los diferentes resultados obtenidos se volcaron en hojas de cálculo con la finalidad de analizar dichos resultados.

3.6. Procedimiento

Para poder llevar a cabo las evaluaciones de accesibilidad sobre los sitios web elegidos, previamente fue necesario realizar la instalación o alta de la plataforma, según fuera el caso de cada plataforma concreta. A continuación hubo un proceso de familiarización con los diferentes entornos y sus funcionalidades.

Una vez realizadas todas las gestiones para disponer de acceso a los entornos seleccionados, y de realizada la familiarización con éstos, se seleccionaron un conjunto de páginas representativas y de carácter similar para cada uno de los sitios web estudiados.

Partiendo de esta selección de páginas, se procedió a realizar las evaluaciones de accesibilidad de éstas tal cual las proporcionaban los diferentes entornos. Es decir, sin generar ni añadir contenido. Los resultados obtenidos fueron

recogidos y comparados posteriormente con los de la segunda parte del análisis de accesibilidad. Esta segunda parte consistía en volver a realizar las evaluaciones de accesibilidad sobre las mismas páginas seleccionadas y evaluadas anteriormente, pero habiendo generado y añadido una serie de contenidos y de información equivalentes para todos los entornos analizados mediante los editores de texto que proporcionan por defecto los propios entornos.

El proceso seguido para el análisis de accesibilidad de las WCAG (en ambas evaluaciones de accesibilidad) se realizó siguiendo la metodología de la WAI/W3C [2], complementado con una revisión manual las evaluaciones automáticas previamente realizadas. Para ello se emplearon los diferentes instrumentos descritos en la subsección anterior.

Finalmente, se realizó unos análisis de accesibilidad de las herramientas de edición de contenido web empleadas por defecto en las plataformas analizadas mediante las ATAG.

3.7. Resultados del estudio

Como resultado de las evaluaciones realizadas, se han obtenido dos tipos de resultados diferentes. Por un lado se han obtenido una serie de resultados asociados a las evaluaciones realizadas con las WCAG sobre un conjunto de páginas representativas de los diferentes sitios web. Por otro, se han obtenido una serie de resultados asociados a las evaluaciones realizadas mediante las ATAG sobre los editores de texto que proporcionan los entornos.

Partiendo inicialmente de páginas sin contenido añadido por el usuario, se detectan una serie de errores que en algunos casos, como es Facebook, los errores de accesibilidad detectados son especialmente considerables. Por otro lado, realizando el proceso de introducción de información mediante los editores facilitados para cada caso de estudio, se detecta que el número de problemas de accesibilidad no aumenta de manera significativa, tal y como se puede observar a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Número de errores de accesibilidad de las diferentes plantillas empleadas para cada entorno analizado

Nombre entorno	Resultados evaluación plantilla vacía (Prioridad 1/Prioridad 2)	Resultados evaluación plantilla con entrada (Prioridad 1/Prioridad 2)
Wordpress	5/9	5/10
Blogger	7/12	8/11
Serendipity	2/7	2/7
Facebook	10/17	8/14; 8/14; 8/16
Drupal	1/3	-

Por otra parte, la Tabla 4 sintetiza los resultados del análisis de accesibilidad realizado sobre los sistemas de edición de contenidos web empleados por defecto en cada una de las plataformas estudiadas. Se ha de tener en cuenta que dicha evaluación se ha realizado empleando

las ATAG, con lo que los resultados de la tabla han de ser interpretados en base a dichas pautas. Como se puede observar, todos los sistemas de edición de contenidos web analizados presentan problemas desde el punto de vista de la accesibilidad.

Tabla 4. Número de errores de accesibilidad detectados en los sistemas de edición web analizados

	Prioridad 1	Prioridad 2	Relativa
TinyMCE	5	2	7
FCKeditor	6	1	5
FreeRTE	6	1	5
XINHA	5	1	5
Whizzywig	5	2	7

4. Discusión

El análisis de accesibilidad de las páginas empleadas ha mostrado un conjunto de errores que pueden considerarse comunes para aquellos elementos evaluados en este estudio:

- La mayoría de las imágenes no contienen texto alternativo
- Uso de tablas para la maquetación
- Cambios de idioma no identificados
- Uso de JavaScript sin proporcionar maneras alternativas al uso de éste
- Existencia de páginas con poco contraste entre el color de fondo y el de primer plano
- Uso de unidades absolutas en vez de relativas
- Apertura de nuevas ventanas sin previo aviso al usuario

- Inexistencia de mapas web del sitio y/o tablas de contenido que ayuden al usuario a estructurar el sitio
- En los formularios no están debidamente asociados los elementos con sus etiquetas

La falta de aumento de errores a la hora de introducir contenido por parte de los usuarios indica que los mayores errores de accesibilidad se dan en la propia plantilla proporcionada por defecto por los diferentes sistemas analizados. Por tanto, estos errores se consideran errores sistémicos que siempre estarán presentes en todas las páginas gestionadas por los usuarios sin que los usuarios puedan realizar ningún tipo de acción para eliminar dichos errores. En este sentido, únicamente un cambio de plantilla por parte del equipo desarrollador de cada plataforma permitiría solventar los problemas detectados.

Por otra parte, en lo referente al análisis de accesibilidad de los entornos de edición de

contenido web que las diferentes plataformas analizadas proporcionan por defecto a los usuarios de las mismas, los resultados del estudio muestran que dichos entornos de edición padecen de problemas que impiden la creación de contenido accesible por parte de los usuarios de las plataformas. Por tanto, resulta necesario configurar adecuadamente dichos sistemas de edición para permitan generar contenido accesible y proporcionen información adecuada a los usuarios para que puedan generar contenido accesible. Los errores comunes detectados en los sistemas de edición de contenidos web analizados son los siguientes:

- El usuario no puede producir contenido accesible en lenguaje de marcaje soportado por la herramienta
- No genera equivalencias alternativas automáticamente
- Documenta todas las características que promuevan un contenido accesible
- No permite al autor cambiar la presentación en la edición de las vistas sin que ello afecte al marcaje del documento
- No permite al autor editar todas las propiedades de cada elemento y objetos de manera accesible

5. Conclusiones y trabajo futuro

Una vez realizadas las diferentes evaluaciones de accesibilidad con las diferentes herramientas, la primera conclusión que se obtiene es sencilla: la accesibilidad en los blogs no es un hecho.

Un aspecto reseñable que se ha observado es el hecho que se dota de una mayor importancia al aspecto visual (que por una parte es hasta cierto punto comprensible) que no a aspectos de contenido accesible. Este hecho queda patente en el uso abusivo en ciertas zonas de los blogs o aplicaciones de JavaScript, colores que no favorecen a un equilibrio entre el contraste del plano de fondo y el primer plano, al uso de tablas para realizar parte de la maquetación del portal, a una mala ordenación en la navegación por tabulación, etc.

Se ha de entender que realizar contenido accesible y que a la vez éste resulte atractivo visualmente para el usuario no son necesariamente

dos opciones excluyentes. Es cierto que realizar la conversión actual de cualquiera de estos sistemas de gestión de blogs a otro que resulte más accesible puede llegar a ser muy costoso (sobre todo en el caso de Facebook), pero también es cierto que si todo ello se tiene en cuenta desde etapas tempranas del desarrollo de dichos sistemas, el proceso de conversión será mucho más sencillo y menos costoso.

En este sentido, los errores encontrados afectan tanto a las plantillas empleadas como a los sistemas de edición de contenidos web empleados en las plataformas analizadas. Por tanto, mejorar la accesibilidad de dichas plataformas implica solucionar problemas a dos niveles. Por una parte, se ha de trabajar en cómo mostrar la información introducida por los usuarios. Por otra parte, se ha de configurar adecuadamente el sistema de edición de contenidos que los usuarios emplean para que permita la generación de contenidos accesibles por parte de los usuarios.

Cabe también recalcar un aspecto que puede resultar obvio. Desde un punto de vista de utilidad social, es necesario invertir de manera importante en la accesibilidad de todas estas aplicaciones, dado el uso masivo que se realiza de ellas en la red. Actualmente en Internet existe un gran número de portales y aplicaciones basadas en la interacción del usuario (tales como blogs, redes sociales o Wikis) y por lo tanto, es realmente importante que exista el mayor nivel posible de accesibilidad para que todos los usuarios puedan participar de ello.

Finalmente, como trabajo futuro del estudio realizado se plantea la necesidad de analizar periódicamente este tipo de plataformas. El mundo de las redes sociales ha variado enormemente en los meses pasados desde la realización del estudio, de tal manera que en la actualidad el panorama de los sistemas de gestión de contenido empleados en los blogs más populares ha variado respecto a los analizados en este estudio. Otro aspecto relacionado sería el hecho de ampliar el número de plataformas a evaluar para abarcar el mayor número de sistemas empleado posible.

Por otra parte, también se plantea incluir el empleo de diferentes pautas de accesibilidad para realizar el análisis de dichos sistemas, tales como la segunda versión de las pautas UAAG (aún como borrador de trabajo) y la segunda versión de las pautas WCAG.

6. Agradecimientos

Parte del trabajo documentado en este artículo ha contado con el soporte del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto OMediaDis (Open Platform for Multichannel Content Distribution Management, TIN2008-06228).

Referencias

- [1] Chisolm, W., Vanderheiden, G., Jacobs, I. Web Content Accessibility Guidelines 1.0, World Wide Web Consortium, 1999. Recogido en Abril de 2010 de: <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>
- [2] Conformance Evaluation of Web Sites for Accessibility. Recogido en Abril de 2010 de: <http://www.w3.org/WAI/eval/conformance.html>
- [3] Gulliksen, J., Harker, S.: The software accessibility of human-computer interfaces-ISO Technical Specification 16071. Universal Access in the Information Society, Vol.3, 6–16. Springer (2004)
- [4] Real Decreto 1494/2007, de 21 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social. Ministerio de la Presidencia. Boletín Oficial del Estado 279, 2007, pp. 47567–47572.
- [5] Section 508: The road to accessibility. Accedido en Abril de 2010 desde <http://www.section508.gov/>
- [6] Trevinarus, J., McCathiNevile, C., Jacobs, I, Richards, J. Authoring Tool Accessibility Guidelines 1.0, World Wide Web Consortium, 2000. Recogido en Abril de 2010 de: <http://www.w3.org/TR/WAI-AUTOOLS/>

Una Propuesta de Diseño para la Integración e Interoperabilidad de Aplicaciones para Personas con Necesidades Especiales

Carlos Rodríguez-Domínguez, Álvaro Fernández, José Alcalá-Correa,
María José Rodríguez-Fórtiz, José Manuel Vilar-Perea
Grupo de Investigación GEDES, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos,
Universidad de Granada,
E.T.S. Ingeniería Informática y de Telecomunicación,
18071 Granada, España
{carlosrodriguez, alvarofernandez}@ugr.es, gskbyte@correo.ugr.es, mjfortiz@ugr.es, viliperea@hotmail.com

Resumen

En el contexto educativo de las personas con diversidad funcional, la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación para desarrollar sistemas de comunicación y aprendizaje ofrece posibilidades de las que no se disponen con los métodos tradicionales. Entre estas nuevas posibilidades se encuentra la capacidad de incorporar a estos sistemas funcionalidades relacionadas con el control del entorno físico, lo cual permite mejorar el grado de autonomía de los usuarios. Este trabajo aborda una propuesta de diseño y un desarrollo asociado a este diseño que permite la integración e interoperabilidad de distintas aplicaciones de comunicación, aprendizaje y control de entorno para personas con necesidades especiales. Para dar soporte tecnológico a la integración y a la interoperabilidad, así como a la colaboración y comunicación entre usuarios, se propone un middleware. Así mismo, se ofrecen diversos casos de estudio de aplicaciones que hacen uso de este middleware con el objeto de demostrar su utilidad.

1. Introducción

El grado de autonomía de las personas con discapacidad motórica y/o cognitiva suele ser reducido debido a que en muchos casos requieren del cuidado y atención de otras personas, ya que tienen necesidades específicas en cuanto a la comunicación e interacción con el entorno, necesarias para su desarrollo personal y el de sus

habilidades. Éste es el caso de algunas personas con parálisis cerebral, trastornos de espectro autista (TEA) y trastornos de desarrollo.

Las nuevas tecnologías pueden ayudar a mejorar la calidad de vida de estas personas con necesidades especiales en distintos ambientes (su hogar, su colegio, la calle, el hospital, etc.). También las TIC pueden ayudar a sus familiares y a los profesionales que trabajan con ellos, facilitándoles su labor.

De tal forma, se persigue la idea de que estas personas puedan realizar de manera independiente actividades cotidianas.

Desde nuestro grupo de trabajo se ha desarrollado un sistema de comunicación aumentativo y alternativo llamado Sc@ut [1], aportándose un comunicador adaptable al usuario y proporcionando una herramienta (el Generador Sc@ut) que pueden usar las familias y profesionales para personalizar las imágenes, sonidos, vídeos, plantillas de comunicación y enlaces entre plantillas. Sc@ut ha sido usado con resultados positivos durante los últimos cuatro años por cerca de 100 alumnos de Educación Especial y muchos profesionales de esta área. Se ha demostrado que sus principales beneficios son [2]: aumento de la intención comunicativa, mejora en la comprensión del lenguaje, mejora en la estructuración temporal y mayor integración con su entorno social, disminuyendo las conductas disruptivas.

En el trabajo que se propone en este artículo, el objetivo será realizar una propuesta de diseño para la integración e interoperabilidad bajo una misma plataforma de diversas aplicaciones para la

ayuda a personas con necesidades especiales. Además, se permitirá desde estas aplicaciones la colaboración y la comunicación entre usuarios. Para dar soporte a todas estas características, a nivel tecnológico se ha desarrollado un middleware. Como casos de estudio se expondrán dos aplicaciones: una versión renovada del comunicador Sc@ut que además permite dar soporte al aprendizaje y que llamamos *Picaa*, y otra aplicación llamada *Kora*, para dar soporte personalizado al control del entorno físico del usuario. Así mismo, se ofrece un escenario de interoperabilidad entre ambas aplicaciones.

La estructura del artículo se presenta a continuación. En la Sección 2 se describen algunos trabajos destacables relacionados con la propuesta aquí descrita. En la Sección 3 se introduce la plataforma que se propone, exponiendo las decisiones de diseño tomadas para conseguir la adaptabilidad de las aplicaciones al usuario e interoperatividad de éstas. En la Sección 4 se describen dos aplicaciones concretas que se han desarrollado como casos de estudio. Finalmente, en la Sección 5 se resumen las conclusiones de la propuesta y se presentan las líneas de trabajo futuro.

2. Trabajo Relacionado

Existen diversas plataformas que tienen por objeto el presentar una serie de aplicaciones para ayudar a las personas con necesidades especiales.

Un ejemplo de estas plataformas es Azahar [3], que incorpora aplicaciones para dar soporte al aprendizaje, comunicación y colaboración. Otro ejemplo es el proyecto LMMP [4], que involucra a profesores, tutores, familiares y al propio alumno en la tarea de desarrollo de software. En nuestro caso, además de estas características, se pretende promover un diseño común a todas las aplicaciones que permita la integración e interoperabilidad de las mismas y facilite desarrollos futuros basados en la retroalimentación proporcionada por expertos en la atención a personas con necesidades especiales.

En ese sentido, existen plataformas que permiten la integración e interoperabilidad de aplicaciones [5], dando una solución a la interoperabilidad, la comunicación e integración de diferentes aplicaciones en una plataforma. Sin embargo, no se tiene en cuenta ni la adaptabilidad

ni la accesibilidad de las aplicaciones, requisitos necesarios cuando éstas se dirigen a personas con algún tipo de discapacidad.

Además, a la hora de desarrollar sistemas para personas con necesidades especiales es necesario facilitar las interacciones entre los usuarios, permitiéndoles participar en una misma tarea de forma colaborativa. En concreto, el trabajo colaborativo, en particular en el área del aprendizaje, fomenta la socialización de los usuarios, mejorando la comunicación e integración en su entorno [6].

Por otra parte, los dispositivos móviles pueden ofrecer a las personas con necesidades especiales diferentes tipos de ayuda en el desarrollo de actividades cotidianas [7], dando soporte al aprendizaje, a la comunicación o al control de su entorno físico. El trabajo colaborativo a través de dispositivos móviles incorpora ciertas ventajas debido a la agilidad y movilidad ofrecida por estos dispositivos [8].

En [9] se propone un sistema MCSCL (*Mobile Computer Supported Collaborative Learning*) para dar soporte a profesores haciendo uso de dispositivos PDA conectados de forma inalámbrica. Este tipo de sistemas fomentan la colaboración entre estudiantes sin perder el contacto cara a cara.

A pesar de la amplia bibliografía existente, ninguna estas soluciones ha sido diseñada para estudiantes con necesidades especiales y no proporcionan mecanismos para adaptar el sistema a sus características.

3. Plataforma Integral de Ayuda a las Necesidades Especiales

La plataforma que se describe en este artículo tiene como principal finalidad la de contribuir a un desarrollo avanzado de sistemas de ayuda a las personas con necesidades especiales. Esta plataforma pretende incluir las siguientes capacidades:

- La *adaptación a las necesidades del usuario*, haciendo uso de perfiles resultado de un profundo análisis de la diversidad funcional y la creación de modelos de usuario.
- El *soporte al trabajo colaborativo y a la comunicación* entre aplicaciones con el objeto de integrarlas y permitir su interoperabilidad.

- **Aplicaciones sensibles al contexto**, capaces de detectar el contexto en el que se encuentra el usuario y, dependiendo de éste, mostrar las acciones o actividades que se podrán realizar. Consideramos que estas capacidades constituyen una base sólida sobre la que construir aplicaciones que puedan servir de soporte en diferentes escenarios de la vida cotidiana. Como punto de partida se ha empezado a trabajar en tres ámbitos concretos:
 - **Supervisión remota** por parte de un tutor, con el fin de controlar las actividades realizadas por cada usuario de la plataforma y llevar a cabo, si fuese necesario, una intervención durante el desempeño de alguna de ellas.
 - **Enseñanza** ofreciendo soporte para el **aprendizaje individualizado**, gracias al desarrollo de unidades didácticas personalizadas. Al mismo tiempo se definirá un entorno de trabajo para realizar actividades en grupo, lo que ayudará a la socialización del alumno.
 - **Control del entorno físico** facilitando la apertura y cierre de puertas y persianas, encendido y apagado de luces y electrodomésticos, etc. Se pretende también garantizar la seguridad del usuario y su independencia.

La arquitectura de la plataforma que da soporte a estas capacidades y aplicaciones tiene básicamente la estructura mostrada en la Figura 1.

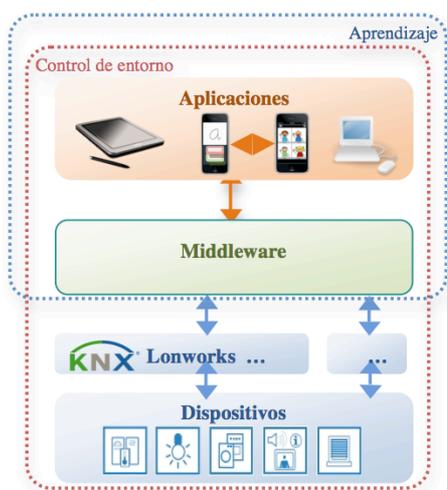


Figura 1. Arquitectura de la plataforma.

En la capa superior se sitúan las aplicaciones cuyos usuarios potenciales son personas con necesidades especiales y sus tutores. Inicialmente tenemos dos aplicaciones, que serán descritas como casos de estudio en la Sección 4: *Picaa*, que da soporte a la enseñanza; y *Kora*, destinada al control de entorno. En la capa inferior se sitúan las redes de sensores y actuadores para domótica. En la capa intermedia se encuentra el middleware que permitirá, por ejemplo, realizar los ejercicios didácticos de *Picaa* de forma colaborativa, permitiendo la comunicación entre varias instancias (usuarios) de la aplicación de forma simultánea. También dará soporte a la aplicación *Kora* permitiendo a uno o más usuarios el acceso a los dispositivos de la capa inferior de forma transparente, informando sobre su estado y cambiándolo si el usuario así lo desea cuando interactúe con la aplicación o de forma automática cuando se den determinadas circunstancias en el contexto.

A continuación describiremos con más detalle cómo se abordan las capacidades mencionadas en relación con la arquitectura propuesta.

3.1. Adaptación a las necesidades del usuario

El diseño de las aplicaciones debe estar centrado en el usuario [10], para que éstas puedan ser adaptables a la diversidad funcional de los usuarios. Para realizar esta labor contamos con un conjunto de usuarios con necesidades especiales y expertos en el área de la Psicología y de la Educación Especial. Se ha prestado especial atención a la usabilidad [11] y accesibilidad [12]. Para ello se ha dotado a las aplicaciones de funcionalidad para que los educadores puedan configurar varios aspectos de la interfaz de usuario y de los contenidos, intentándose garantizar que sean fáciles de usar y reduciendo las barreras de uso.

Para implementar esta adaptabilidad, hemos optado por la definición de perfiles de usuario, los cuales van a describir:

- Las tareas que se pueden realizar y su nivel de complejidad.
- Sobre qué artefactos o dispositivos puede interactuar un usuario concreto.
- La interfaz de usuario y los elementos multimedia usados.

- El tipo de interacción más adecuado para cada usuario.
- La información recibida por otros usuarios cuando se trabaja en grupo (*awareness*).
- Otra información del contexto de la aplicación (localización, cambios en el entorno, avisos,...).

Este perfil se configurará considerando las habilidades físicas y perceptuales del usuario, así como sus necesidades de aprendizaje e interacción con el entorno. La Tabla 1 detalla los aspectos de la interfaz de usuario que deben ser adaptados para que las aplicaciones sean accesibles.

Tabla 1. Adaptación al perfil de usuario

Limitación del usuario	Adaptaciones necesarias
Visual	Adaptación de colores, contraste y magnificación, sin usar el color como código.
	Conversión de información gráfica a textual y uso de síntesis de voz.
	Vibración
	Componentes de la interfaz accesibles mediante ratón o teclado.
	Tamaño de texto, botones o controles en pantalla
Auditiva	Sonidos de alerta codificados como gráficos o texto.
	Vibración
	Vocabulario adaptado.
	Uso de subtítulos y lengua de signos.
Movilidad	Adaptación de tono, cadencia, volumen, etc. de sonidos y voces
	Dispositivos de entrada y salida al ordenador adaptados: teclados, pulsadores, uso de voz o reconocimiento de movimientos.
	Ofrecer selección de componentes alternativa: teclas rápidas.
Cognitiva	Diferentes modos de barrido
	Sencillez de la interfaz, organización y presentación de información, y vocabulario utilizado
	Eliminación de elementos distractores.
	Uso de gráficos de forma prioritaria.
	Uso de signos de Benson-Schaeffer

De esta forma, las aplicaciones, cuando se ejecutan, lo hacen en base a un perfil de usuario

concreto seleccionado, ajustando en ese momento tanto su interfaz y modo de presentar la información, como los contenidos de la propia información. Para ello se realiza un filtrado del modelo conceptual de base para presentar sólo aquello que sea útil para el usuario y en el formato que éste precise.

Dado que la adaptación no se hace solo a nivel de interfaz de usuario, ésta debe estar presente en todas las capas de la arquitectura. Así, por ejemplo, en el diseño se habrán de considerar ciertos aspectos del perfil de usuario de cara a permitir o no la realización de acciones concretas sobre determinados dispositivos físicos.

Nuestra experiencia anterior demuestra que estos perfiles deben ser definidos por tutores cercanos a los usuarios (familiares y educadores) puesto que éstos son los que mejor conocen sus necesidades especiales. Por ello, estamos dotando a las aplicaciones de la funcionalidad necesaria para permitirles esta labor de personalización y adaptación. En concreto, las aplicaciones incorporarán un modo de edición con el objetivo de facilitar que la adaptación se realice de forma inmediata en el mismo dispositivo y pueden trabajar sobre los mismos datos y elementos.

3.2. Soporte al trabajo colaborativo y comunicación, supervisión remota y detección de contexto

Como hemos comentado previamente, se ha diseñado un middleware para dar soporte a la interoperabilidad entre las aplicaciones que conformarán la plataforma propuesta.

Un middleware se define como una capa software que se sitúa entre el sistema operativo y las aplicaciones para ocultar (en la medida de lo posible) la heterogeneidad existente entre las distintas arquitecturas hardware, sistemas operativos y lenguajes de programación, simplificando, por tanto, el proceso de transferencia de información entre las diversas máquinas que conforman un sistema distribuido [13].

El middleware ha sido diseñado para que cumpla con los siguientes requisitos: bajo consumo de batería, poco uso de recursos de procesador y memoria, soporte a redes con bajo ancho de banda, posibilidad de interoperabilidad entre distintos dispositivos de comunicación (Wi-

Fi, Bluetooth, infrarrojos, etc.) y alto grado de portabilidad gracias a su implementación en múltiples lenguajes de programación (C++, Java, Objective-C, Python, C#, etc.).

El middleware soporta dos paradigmas de comunicación y sus mecanismos asociados: *petición-respuesta* y *suscripción-publicación*. El primer paradigma se viene usando de manera tradicional en sistemas distribuidos. Consiste en la realización de una petición a un servicio y en la espera de respuesta desde este, por lo que es un esquema de comunicaciones inherentemente síncrono. El paradigma *suscripción-publicación*, por el contrario, tiene un carácter asíncrono, ya que consiste en la publicación de información desde un cliente hacia otros clientes que estén suscritos a esa información. Esto permite que los diversos clientes funcionen independientemente unos de otros (de manera totalmente desacoplada). Así mismo, se evita el uso de técnicas de *polling* para obtener el estado de alguna aplicación concreta, mejorándose por tanto la eficiencia en este sentido.

El middleware integra varios servicios básicos que permiten la interacción entre aplicaciones en distintos dispositivos. De estos servicios, los más destacables son el de *descubrimiento* y el de *publicación/suscripción*.

El primero de ellos es un complemento al paradigma petición/respuesta. Permite, desde una aplicación, obtener dinámicamente la dirección de red de un servicio en base a su nombre de forma parecida a como lo hace un servicio de DNS en Internet. El servicio de *suscripción-publicación* implementa el paradigma homónimo. Permite publicar eventos (unidades de información que informan de la ocurrencia de un suceso) a todos los suscriptores que hayan explicitado su interés en un determinado tipo de información, independientemente del usuario de origen y el instante de tiempo en el que ocurran.

Un escenario de uso de este middleware es en aplicaciones que den soporte a aprendizaje colaborativo, ya que permite a varios usuarios suscribirse para la ejecución de un ejercicio en modo colaborativo. El *awareness* sobre la interacción de cada usuario y el estado del ejercicio (puntuación, turno de usuario, etc.) puede ofrecerse gracias al servicio de publicación de esta información y a la petición que las aplicaciones hagan de ésta.

Otro posible escenario de uso del middleware es en aplicaciones de control de entorno. Cada usuario se suscribirá para obtener información de determinados sensores y se publicará la interacción del usuario para cambiar el estado de dispositivos concretos de la red domótica, enviando la petición a los actuadores de éstos. Además, varios usuarios pueden interaccionar sobre los mismos dispositivos y observar su estado en todo momento si están suscritos. Así, dada la localización de un usuario, es posible descubrir los dispositivos con los que puede interactuar. Una vez descubiertos dichos dispositivos, la interfaz de usuario es capaz de adaptarse según las características definidas en el perfil de usuario y según las operaciones que le estén permitidas.

Del mismo modo, y de forma remota, un usuario supervisor como un educador puede conocer la localización de los usuarios que están a su cargo, saber qué están haciendo en cada momento y obtener información sobre los dispositivos que éstos pueden controlar. También podrá actuar sobre estos dispositivos si lo cree conveniente o ayudar en la realización de algún ejercicio didáctico, por ejemplo para dar alguna pista. Esta supervisión remota es útil para analizar cómo se adaptan las aplicaciones a los usuarios y tomar decisiones para mejorar esta adaptación si no es la idónea, usando las herramientas de autor para cambiar la configuración.

Por último, el middleware tendrá en cuenta los perfiles de los usuarios para permitir o impedir el acceso a determinadas características de la plataforma, tal como el acceso a dispositivos.

4. Aplicaciones *Picaa* y *Kora*

Se presentan dos casos de estudio de aplicaciones integradas en la plataforma propuesta y que hacen uso del middleware descrito con anterioridad: *Picaa*, que es una aplicación para dar soporte al aprendizaje y la cooperación entre alumnos, y *Kora*, que permite el control del entorno físico del usuario interoperando, para ello, con sensores y actuadores. Así mismo, se presenta un escenario que muestra la posible interoperabilidad entre ambas aplicaciones haciendo uso del middleware propuesto.

4.1. *Picaa*, Aplicación para el Aprendizaje Individualizado y Cooperativo

Los profesionales que habían empleado la plataforma Sc@ut sugirieron que se realizara una extensión que sirviera de apoyo para un aprendizaje supervisado y cooperativo, a través de actividades educativas, y diseñado desde el principio para ser empleado con alumnos de Educación Especial. En base a sus demandas, se concluyó que requerían herramientas de apoyo que presentaran las siguientes características:

- Dar soporte a profesionales y familias para que puedan diseñar actividades educativas personalizadas y adaptadas al usuario final.
- Facilitar y estimular la realización de actividades en cualquier lugar implicando en la educación a profesionales y familia, y sirviendo de nexo entre ambos.
- Potenciar la socialización del individuo, soportando la realización de ejercicios en grupo.

Tras analizar las herramientas de aprendizaje y de enseñanza disponibles en el mercado, se observó que existían entornos interactivos tales como VTech [14], que comercializa productos que combinan formatos de entretenimiento electrónico con contenidos educativos, y Clic [15], entorno para la generación de actividades educativas. También existen aplicaciones para sistemas como el iPhone, como iWriteWords [16], que enseña a escribir letras o palabras, o Proloquo2Go [17], una alternativa de comunicación para personas con necesidades comunicativas especiales.

En general, ninguno de estos sistemas propone un enfoque adaptativo que tenga en cuenta el contexto educativo y las necesidades específicas del usuario y, al mismo tiempo, proporcione movilidad junto con capacidades para el trabajo en grupo de los alumnos.

Picaa (Plataforma Interactiva y Cooperativa de Apoyo al Aprendizaje) [18] cubre los objetivos propuestos anteriormente. Permite crear diferentes perfiles de usuario en los que se concreta principalmente el tipo de interacción y la forma en la que se presenta la información. Se ejecuta en un dispositivo móvil donde se pueden diseñar y ejecutar las actividades de forma inmediata por parte del profesional y del alumno. El profesional puede establecer grupos de trabajo, para realizar actividades de forma cooperativa, estableciendo

turnos, eligiendo los objetivos a cumplir por cada usuario en el grupo, puntuaciones, etc. Además, se han incorporado animaciones en lengua de signos para personas sordas y de Benson-Schaeffer para personas con limitaciones cognitivas.

Los dispositivos elegidos para la implementación de la plataforma han sido iPhone, iPad y iPod touch de Apple [19], ya que ofrecen las siguientes características ventajosas: movilidad, capacidades multimedia, accesibilidad, facilidad de interacción (pantalla multitáctil, acelerómetro), conectividad inalámbrica, facilidad de desarrollo y precio reducido.

Como se ha comentado previamente, la plataforma está siendo desarrollada en colaboración con profesionales de varios centros que trabajan con alumnado con necesidades especiales. Su orientación mejorará su usabilidad y accesibilidad.

Las actividades educativas que por el momento pueden realizarse en *Picaa* son:

- Puzzles (Figura 2, derecha).
- Asociación de elementos a conjuntos (Figura 2, izquierda). Sirve de base para poder realizar ejercicios de memoria, cálculo y discriminación.
- Exploración de un sistema hipermedia (Figura 2, centro). Permite crear comunicadores simples, agendas, secuencias de historias y cuentos. Presentan imágenes, sonidos y animaciones, posibilitando la construcción de frases complejas.
- Ordenación de elementos, para que el alumno los coloque en la secuencia correcta.



Figura 2. Ejemplos de actividades en *Picaa*

Además de la funcionalidad básica de uso de actividades por parte de los alumnos, *Picaa* incorpora un modo editor. Este modo proporciona a los educadores la funcionalidad necesaria para diseñar ejercicios personalizados y configurar los

perfiles de usuario, pudiendo realizar las siguientes funciones:

- El diseño de los perfiles de usuario (Figura 3, izq.): Asocia información a los alumnos (nombre, fotografía, etc.) así como una serie de propiedades adaptables que son un subconjunto de las mostradas en la Tabla 1.
- La gestión y personalización de actividades (Figura 3, derecha), variando algunas de sus propiedades. Las modificaciones resultan rápidas de realizar facilitando la tarea de personalización y de adaptación del sistema al contexto educativo. Entre otras cosas, se incluye la configuración de características específicas para el uso colaborativo de las actividades y el *awareness* ofrecido a cada usuario durante su realización.



Figura 3. Perfil de usuario (izq.) y propiedades para una actividad tipo *Puzzle* (der.).

- La evaluación del desarrollo de la actividad (dependiendo de aciertos, fallos, tiempo de respuestas, etc.), para ayudar a decidir si es necesario introducir cambios en ésta.

4.2. *Kora*: Aplicación para el Control de Entorno Adaptable

Un objetivo importante es facilitar la interacción de las personas con necesidades especiales con su entorno físico. Se pretende ayudar a la realización de actividades cotidianas, potenciando la autonomía e independencia del usuario para llevarlas a cabo. De dicha tarea se encarga *Kora*, una aplicación integrada en la plataforma y que hace uso del middleware introducido en la

Sección 3 para interactuar con los dispositivos que controlan el entorno físico.

Entre los diversos proyectos destinados a facilitar el manejo del control de entorno se encuentra AmiLab [20], que está enfocado a la *Ambient Intelligence*, de forma que es la casa la que se adapta a las preferencias del usuario mediante el uso de agentes inteligentes.

De forma similar, InterAct [21], implementa entornos inteligentes, pero añadiendo un asistente que soporta el diálogo oral para comunicarse con el usuario. Asimismo, se añade al sistema la capacidad de identificar visualmente lo que está haciendo el usuario en cada momento.

La empresa BJ Adaptaciones [22] ofrece varias soluciones de control de entorno tales como mandos, sillas adaptadas, o aplicaciones para PC, que suelen ser bastante específicas y se centran en cubrir la necesidades de personas con algún tipo concreto de discapacidad.

M. Chan et al. [23], buscan soluciones de domótica que mejoren la calidad de vida de ancianos y personas discapacitadas, desde una perspectiva de monitorización, ayuda a la movilidad y detección y prevención de riesgos sin alterar su vida diaria.

Hay varias características que diferencian a *Kora* de estos proyectos, y que motivan su desarrollo:

- Está más orientada a la interactividad del usuario que a la automatización de las acciones, fomentando la independencia del mismo, haciendo énfasis en la posibilidad que tiene éste de adaptar o personalizar la aplicación según sus necesidades.
- Integra en un solo dispositivo móvil el control de todos los dispositivos que actúan sobre el entorno físico. Además, es sencillo añadir dinámicamente nuevos dispositivos.
- Permite la supervisión de un profesor o tutor en caso de que sea necesario.
- La aplicación es multiusuario, de forma que varias personas con distintas necesidades puedan utilizar el mismo dispositivo de control.

Kora se implementa sobre el sistema operativo Android [24], y se presenta en diferentes formatos, tales como móviles o tablets, lo cual incrementa aún más las posibilidades de interacción.

Uno de los principales cometidos de *Kora* es ofrecer una capa de interacción adaptable. La aplicación se divide en dos partes principales: la interfaz de control de entorno adaptada y una herramienta de autor integrada que permite definir perfiles de usuario con el objeto de especificar la forma de interacción más adecuada para cada usuario de la propia aplicación (Figura 4).

La interfaz de control de entorno es, por tanto, totalmente personalizable y puede adaptarse a las distintas limitaciones que pueda tener el usuario, habiéndose tenido en cuenta las características mostradas en la Tabla 1 (Sección 3.1).



Figura 4. Gestor de perfiles de usuario

Por ejemplo, respecto a las limitaciones visuales o auditivas:

- Puede configurarse el número y el tamaño de los elementos en pantalla, así como la presencia o ausencia de texto, los colores a usar o el contraste del icono.
- Pueden configurarse disparadores que se ejecuten al realizar una acción, tales como realimentación visual (ampliación, cambio de color), lectura en voz alta de la acción realizada o vibración.
- Los avisos y alertas pueden representarse gráficamente de distintas formas según el perfil de uso, y pueden activarse sonidos simples o lectura en voz alta para las mismas.
- Es posible identificar dispositivos por su nombre correspondiente en lengua de signos, para lo cual se utiliza una animación.
- El vocabulario se mantiene lo más simple posible, lo cual es útil para varios tipos de discapacidad.

La adaptación a la movilidad de la aplicación se basa en el método de interacción con la misma, que puede ser:

- **Táctil directa.** Las acciones se realizan directamente sobre los elementos en pantalla (Figura 6, izda.). Estas pueden ser más o menos complejas según la capacidad del usuario, pudiendo limitarse a pulsaciones simples o extenderse a gestos tales como pulsar y arrastrar.
- **Por barrido.** Los elementos se van seleccionando automáticamente uno a uno con un tiempo de espera configurable y se seleccionan cuando, teniendo el foco, se pulse cualquier parte de la pantalla (Figura 5, dcha., elemento *Luz*). El modo de foco es también configurable, de modo que sea elemento a elemento, o por filas y columnas.



Figura 5. Ejemplo de interfaz para el manejo de dispositivos de control del entorno físico

Para la adaptación a diversos problemas cognitivos se aseguran las siguientes propiedades en la aplicación:

- La interfaz se mantiene sencilla y clara en todo momento. Los controles están siempre distribuidos uniformemente (en rejilla o lista).
- Se distinguen dos tipos de acciones con los dispositivos: selección binaria (e.g., encendido o apagado de un aparato) y selección escalar dentro de un rango (e.g., el nivel de cierre de una persiana). Estas interacciones se corresponderán con elementos diferentes (widgets) que evoquen la acción a realizar y que difieran según el perfil del usuario.
- Es posible definir el gráfico que representa cada dispositivo, de forma que sea más

fácilmente identificable o más familiar al usuario que lo va a manejar.

4.3. Ejemplo de interoperabilidad entre aplicaciones

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, el diseño planteado para la plataforma de aplicaciones permite la interoperabilidad entre estas. Gracias a esta propiedad es posible proveer al usuario de una funcionalidad mas amplia gracias a la combinación de las características de unas aplicaciones con las de otras.

En el caso de *Picaa* y *Kora* se han planteado escenarios de interoperabilidad que permitirán, entre otros, el aprendizaje por parte de los alumnos que hacen uso de ellas de cómo es su entorno físico y como se controla.

Por ejemplo, dos usuarios pueden estar en diferentes lugares realizando un ejercicio de *Picaa* de forma colaborativa y cada uno puede ir observando en pantalla cuándo es su turno, qué acciones realiza el otro usuario y cuál es la puntuación total del ejercicio. Todo esto gracias a que los dos están suscritos a la misma información y a que cada ejecución pide datos necesarios para mostrar la información de *awareness* que necesita. Los contenidos se mostrarán adaptados a cada perfil concreto de usuario. Así mismo, se puede agregar un ejercicio didáctico de tipo exploración para enseñar como se enciende y se apaga una luz. El ejercicio mostraría como refuerzo para el usuario información del estado de la luz en cada momento, obtenida desde la red de sensores y coincidiendo con la información mostrada por *Kora*, gracias a que ambas aplicaciones se encuentran suscritas a la misma información. De igual manera, se podría realizar una petición desde *Picaa* a la red de sensores para modificar el estado de la luz, cambio que se vería reflejado también en *Kora*.

Esta interoperabilidad se consigue a nivel tecnológico gracias al uso del middleware, particularmente haciendo uso del paradigma *suscripción-publicación*. Gracias a este paradigma, estas aplicaciones distribuyen información relacionada con las acciones que realizan los usuarios sin necesidad de conocer explícitamente qué dispositivo(s) tratará(n) la información recogida. De esta forma, se conseguirá desacoplar totalmente las aplicaciones

que conformarán la plataforma, optimizándose notablemente sus procesos de desarrollo y sus posteriores etapas de mantenimiento.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Se ha descrito la arquitectura de una plataforma para dar soporte al trabajo en grupo y a la comunicación de usuarios con necesidades especiales. Las principales aportaciones son:

- Una propuesta de diseño generalizable que permite la interoperabilidad e integración de diferentes aplicaciones para personas con necesidades especiales.
- Un middleware para dar soporte tecnológico a las decisiones de diseño del punto anterior mediante la implementación de diferentes paradigmas de comunicación y sus mecanismos asociados.
- El uso de herramientas de autor para crear aplicaciones que permiten adaptarse a la diversidad funcional de los usuarios, pudiendo cambiarse la interfaz de usuario, principalmente el modo de interacción, y los contenidos de las aplicaciones en base a perfiles de usuario previamente creados.
- El desarrollo de dos casos de estudio de aplicaciones que se integran en la plataforma: *Picaa*, con soporte al aprendizaje individualizado, y *Kora*, para el control de entorno físico.

Las líneas de trabajo futuro consistirán principalmente en completar el desarrollo de la aplicación *Kora*, evaluando sus funcionalidad con usuarios reales en entornos controlados; estudiar los beneficios que tiene la aplicación *Picaa* para el aprendizaje, habiéndose programado ya este estudio para el próximo curso escolar en 11 colegios de Andalucía y Murcia; incorporar un servicio de localización a la plataforma, el cual se encuentra aún en fase de estudio, pero que ofrece resultados preliminares muy satisfactorios; realizar estudios de campo con personas mayores y analizar los posibles cambios necesarios en las aplicaciones y en la plataforma para adaptarse a los requisitos de este colectivo; y usar dispositivos domóticos con distintos estándares y garantizar la interoperabilidad de las aplicaciones con éstos. Adicionalmente se ha considerado la incorporación de biosensores y dispositivos llevables, lo cual ayudaría a incorporar a la

plataforma aplicaciones de teleasistencia y telemedicina, así como facilitar la interacción con las aplicaciones.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del proyecto TIN2008-05995/TSI.

Referencias

- [1] Fernández, A., Roldán, L. M., González, J. L., Rodríguez-Fórtiz, M. J., Hurtado, M. V., Medina, N. "Generador Sc@ut: Sistema de Creación de Comunicadores Personalizados para la Integración". IEEE-RITA - Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 4 (3). 2009
- [2] Rodríguez-Fórtiz, M. J., González, J. L., Fernández, A., Entrena, M., Hornos, M. J., Pérez, A., Carrillo, A., Barragán, L. "Sc@ut: Developing Adapted Communicators for Special Education". Procedia - Social and Behavioral Sciences, 1 (1), pp. 1348-1352. 2009.
- [3] Proyecto Azahar para personas con TEA. <http://www.proyectoazahar.org>.
- [4] Andreas, L. "A software desing approach for pupils with special needs". Proceedings of the 8th IEEE international Conference on Advanced Learning Technologies. 2008.
- [5] Pelegrina, A. B., Rodríguez-Domínguez, C., Garrido, J. L., Rodríguez, M. L., Bermúdez, M. "Un marco de trabajo de soporte a la integración de aplicaciones groupware". Actas del X congreso internacional de interacción persona-ordenador. 2009.
- [6] Ferreiro, R. "Estrategias Didácticas del Aprendizaje Cooperativo". El Constructivismo Social: una nueva forma de enseñar y aprender. (Eduforma, Sevilla 2006).
- [7] Bertini, E., Kimani, S. "Mobile Devices: Opportunities for users with special needs". Lecture Notes of Computer Science 2795. pp: 486-491. Springer Verlag. 2003.
- [8] Dos Reis, J. C., Bonacín, R., Martins, M.C. "Using Multimedia in the Mobile Collaborative Learning". Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education, 2, pp. 869-873. 2009.
- [9] Cortez, C., Nussbaum, M., Santelices, R., Rodríguez, P., Zurita, G., Correa, M., Cautivo, R. "Teaching Science with Mobile Computer Supported Collaborative Learning (MCSCL)". Proceedings of the 2nd International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04). IEEE Computer Science. 2004.
- [10] Thimbleby, H. "User interfaces design". ACM Press Addison-Wesley Publishing. 1990.
- [11] ISO-9241-11. "Ergonomics requirements for office work with display terminal. Guidance on usability". 1998.
- [12] ISO-9241-171. "Ergonomics of human-system interaction-Guidance on accessibility for human-computer interfaces". 2008.
- [13] Bernstein, P. A. "Middleware: a model for distributed system services". Communications of the ACM 39 (2), pp. 86-89. 1996.
- [14] V-Tech. <http://www.vtech.com/>
- [15] Zona Clic: Recursos e información sobre Clic. <http://clic.xtec.cat/es/jclic/>
- [16] iWriteWords: Juego de lectoescritura. <http://www.ptgdi.com/gdiplus/iWriteWords/>
- [17] Proloquo2go, sistema de comunicación. <http://www.proloquo2go.com/>
- [18] Fernández, A., Rodríguez-Fórtiz, M. J., Noguera, M. "Designing and Supporting Cooperative and Ubiquitous Learning Systems for People with Special Needs". OTM '09: Proceedings of the Confederated International Workshops and Posters on On the Move to Meaningful Internet Systems. 2009.
- [19] iPhoneOS. <http://www.apple.com/iphone/>
- [20] García-Herranz, M., Haya, P. A., Alamán, X. "Easing the Smart Home: Translating Human Hierarchies to Intelligent Environments". Bio-Inspired Systems: Computational and Ambient Intelligence, pp. 1098-1105. 2009.
- [21] Haya, P. A., Alamán, X., Montoro, G. "El proyecto Interact: el rol de la información contextual". International Conference on Human-Computer Interaction (Interaction 2003). Vigo, 2003.
- [22] BJAadaptaciones. www.bj-adaptaciones.com/
- [23] Chan, M., Estève, D., Escriba, C., Campo, E., "A review of smart homes-Present state and future challenges". Computer Methods and Programs in Biomedicine 91 (1), pp. 55-81. Elsevier. 2008.
- [24] Android. <http://www.android.com/>

Evaluación con usuarios finales durante el desarrollo de dos sistemas interactivos orientados a personas mayores

Marta Díaz, Judit Casacuberta,
Neus Nuño
4all-L@b Centre d'Estudis Tecnològics per a
l'atenció de la Dependència i la vida
Autònoma
(<http://www.epsevg.upc.edu/cetpd//4all-lab/home.htm>)
08800 Vilanova i la Geltrú
marta.diaz@upc.edu,
judit.casacuberta@upc.edu
neus.nuno@upc.edu

Jasmina Berbegal
Dept. d'Organització
d'Empreses de la UPC
08800 Vilanova i la Geltrú
jasmina.berbegal@upc.edu

Nídia Berbegal
Comunicació Digital
08007 Barcelona
nidia.berbegal@comunicaciondigital.com

Resumen

Las personas mayores se relacionan con las tecnologías de la información y de la comunicación de una forma específica, diferente a como lo hacen otros grupos de edad, en parte por una cuestión generacional y única (han pasado la mayor parte de sus vidas en un mundo pre-digital) que hace que se sientan excluidos de los nuevos sistemas de comunicación de la red [8], y en parte por las características funcionales, afectivas y de aspiración propias del envejecimiento. Todo ello hace que las personas mayores tengan estilos de afrontamiento diferenciales cuando realizan una actividad mediada por las TIC. Estas diferencias constituyen un reto para conseguir diseños atractivos, fáciles de usar y satisfactorios para un importante segmento de la población.

En el presente trabajo se sistematiza el conocimiento empírico obtenido a partir de dos contextos: un grupo de discusión de personas mayores sobre el uso de las TIC, y una serie de pruebas realizadas para valorar el ajuste al usuario de dos plataformas: un punto de información multimedia interactivo y una plataforma de juegos y comunicación. Las dos plataformas han sido pensadas y diseñadas teniendo en cuenta las

necesidades específicas de las personas mayores. Durante estas experiencias se han observado de forma sistemática las secuencias de interacción de estas personas con los diferentes dispositivos, sus opiniones y sus actitudes.

El análisis del material empírico recogido - discurso del grupo y experiencia de uso- ha permitido la definición de un conjunto de requerimientos a tener en cuenta para el diseño de interfaces para personas de edad avanzada.

1. Introducción

Estudios actuales sobre la población Europea muestran que la esperanza de vida ha aumentado de 55 años en el 1920 a más de 80 en la actualidad¹. Se prevé también que la población de personas entre 65 y 80 años aumentará casi un 40% entre el 2010 y el 2030.

Una de las principales dificultades que se presentan en la vida de las personas mayores es la modificación de las capacidades funcionales, que se traduce, principalmente en problemas

¹ Datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE). Año 2007

cognitivos (p.ej. alteración de memoria, dificultad para valorar situaciones y tomar decisiones) y problemas físico-motores que restringen la movilidad, la fuerza y la precisión. Estos cambios suponen no sólo una disminución de algunas capacidades, si no que la dinámica de aprendizaje y manipulación es diferente.

Debido a estas limitaciones funcionales derivadas del proceso natural del envejecimiento, las personas mayores tienen que afrontar situaciones de restricción de su red social, que pueden desembocar en sensación de soledad y de carencia de autonomía, especialmente en el hogar, que es precisamente el lugar donde más tiempo pasan y donde la sensación de soledad se hace más patente [1].

Las TIC pueden ayudar a los mayores a disfrutar de una mejor calidad de vida y mejorar su estado de salud, aumentando los años de vida autónoma, como es el caso de los sistemas de teleasistencia para la atención de situaciones de emergencia [2], o las aplicaciones que contribuyen a contrarrestar los problemas derivados del declive de capacidades funcionales como la memoria, la visión, la audición y la movilidad. Las TIC pueden contribuir a que, previniendo y compensando estas dificultades, las personas mayores estén más activas y autónomas.

La observación de usuarios mayores utilizando aplicaciones TIC y la indagación sobre cuáles son las condiciones que hacen que estos recursos les resulten atractivos y útiles, señala claramente que la denominada brecha digital puede ser salvada con interfaces mejor diseñadas. Para ello es necesario que los desarrolladores incorporen el conocimiento disponible sobre el envejecimiento y sobre el comportamiento de las personas mayores que proporciona la gerontología, la psicología cognitiva y del rendimiento o la psicología social entre otras disciplinas.

Así pues, una plataforma TIC pensada para ajustarse al estilo de afrontamiento y a las necesidades de las personas mayores puede:

- Compensar pérdidas o dificultades puntuales de memoria, proporcionando ayudas en la organización de las tareas cotidianas.
- Paliar la soledad y el aislamiento, potenciando la comunicación con familiares y/o amigos.
- Provocar experiencias de disfrute, distracción, autocapacidad y entretenimiento.
- Familiarizar y captar al usuario en el uso de las TIC de forma amigable y divertida.

A la vez las interfaces tienen que adecuarse de forma específica a los problemas relacionados con la edad:

- Manipulación de objetos, debidos a dificultades motrices y de visión.
- Identificación de objetos, causados por un deterioro del sistema visual y cognitivo.
- Comprensión de tareas, debidos a la modificación de los procesos de aprendizaje, retención, memoria y atención.

En general, la interacción de las personas mayores con sistemas TIC tiende a ser más lenta, más insegura, prevenida, y a verse más afectada por la dificultad en la recuperación de errores.

2. La intervención de los usuarios finales a lo largo del ciclo de vida

El modelo de desarrollo del producto de diseño centrado en el usuario tiene como objetivo garantizar aplicaciones usables para el público objetivo involucrando a los usuarios finales durante todas las fases de desarrollo [4]. Para ello [5] se plantean tres principios básicos: 1) centrarse en el usuario desde el principio y a lo largo de todo el proceso de diseño, 2) obtener medidas empíricas del uso de prototipos y de la aplicación, 3) desarrollar un proceso de diseño iterativo en el cual los prototipos se diseñan, testean y rediseñan hasta conseguir un funcionamiento óptimo.

En una primera fase de indagación se realizó un grupo de discusión donde, entre otras, se exploraron las percepciones de utilidad y de

dificultad de uso que mostraban las personas pertenecientes al grupo objetivo.

En la fase de testeo, las pruebas se llevaron a cabo en el 4all-L@b, laboratorio de usabilidad del *Centre Tecnològic de Recerca per a la Dependència i la Vida Autònoma (CETpD)*. Este laboratorio está especializado en el testeo y la evaluación de tecnologías interactivas que atienden necesidades específicas de las personas mayores y de personas con discapacidad.

En la tabla 1 podemos ver las sesiones realizadas con la descripción de los participantes en cada una de las pruebas para facilitar la identificación a lo largo del documento.

ID	Descripción			AEC ²		QE	GD
	E ³	M	Exp	F1 ⁴	F2		
M01	72	Sí	Sí			<input checked="" type="checkbox"/>	
M02	92	Sí	No	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
M03	81	Sí	No	<input checked="" type="checkbox"/>			
M04	89	No	No	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
M05	73	Sí	Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		
M06	69	No	No		<input checked="" type="checkbox"/>		
M07	73	Sí	Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		
M08	71	Sí	Sí				<input checked="" type="checkbox"/>
M09	65	Sí	No				<input checked="" type="checkbox"/>
M10	70	Sí	Sí				<input checked="" type="checkbox"/>
M11	65	Sí	Sí				<input checked="" type="checkbox"/>
M12	80	No	No				<input checked="" type="checkbox"/>
M13	86	Sí	No				<input checked="" type="checkbox"/>
M14	79	Sí	No				<input checked="" type="checkbox"/>
TOTAL				3	5	1	7

Tabla 1. Relación usuarios-aplicación

3. Grupo de discusión de mayores activos

² AEC = Aplicación para el entretenimiento y la comunicación / QE = Quiosco Digital / GD = Grupo de discusión

³ E = Edad / M = Uso de teléfono móvil / Exp = Experiencia con ordenador

⁴ F1/F2 = Primera/segunda fase de evaluación

3.1. Descripción de la experiencia: metodología

El propósito de este grupo era realizar una aproximación a las percepciones, el uso, las actitudes, barreras y necesidades percibidas por parte de los mayores acerca de las nuevas tecnologías de comunicación e información.

Dentro de una serie de grupos de discusión del proyecto INREDIS⁵ uno de ellos se llevó a cabo con el propósito de explorar la experiencia de los mayores con las nuevas tecnologías -teléfono móvil, teleasistencia, localización y movilidad en el espacio público y privado-.

El grupo estuvo formado por 3 participantes de más de 75 años y 4 de entre 65 y 75, con diferentes niveles del manejo de la tecnología, de los cuales dos eran usuarios del servicio de teleasistencia y tres tenían dificultades en la marcha.

El grupo de discusión se llevó a cabo en las instalaciones del CETpD y se realizó una grabación por voz durante toda la sesión, que fue posteriormente transcrita para su análisis objetivo. Además, se tomó nota durante la experiencia de todos los aspectos subjetivos y expresiones de los participantes que pudieran proporcionar información relevante para el posterior análisis.

3.2. Resultados

Como conclusiones generales del grupo, se detectó que la percepción, actitudes y el modo de uso de las TIC variaban en función de la generación a la que perteneciera la persona y la experiencia previa en el manejo de tecnología. La generación más joven se mostraba más favorable al uso de nuevas tecnologías, al igual que las personas que las habían usado anteriormente en sus trabajos.

⁵ Interfaces de Relación entre el Entorno y las personas con Discapacidad. CENIT, MTAS, 2007-2011

Además se detectó que el aspecto y estética de los diferentes sistemas influye en el modo de uso y la satisfacción de la persona, por lo que un diseño pensado especialmente para este colectivo puede generar una mayor predisposición para tenerlo y usarlo bien.

Esta experiencia ha constituido una excelente base de conocimiento para el planteamiento del resto de experiencias, ya que nos ha acercado de primera mano a las necesidades e inquietudes de las personas mayores en el campo de las TIC

4. Punto de información multimedia e interactivo

4.1. Justificación del entorno

Cada vez es más frecuente la ubicación de dispositivos TIC en el entorno público urbano, este dificulta la limitación del perfil de usuario objetivo de estas aplicaciones, razón por la cual debe facilitarse un sistema suficientemente flexible para adaptarse a las características de cada uno de los posibles usuarios. Este entorno implica tener en cuenta aspectos de privacidad de la información personal además de aspectos de accesibilidad física tanto del dispositivo como del entorno final de uso.

En este apartado se describe la valoración del dispositivo *Interactive Community Display* (ICD), punto de información multimedia e interactivo el cual ofrece información personalizada a través de una pantalla táctil de 42 pulgadas. El dispositivo ofrece tres modalidades de interacción, la voz, el lenguaje de signos en español (LSE) y la modalidad táctil. La plataforma se ha desarrollado para dar respuesta a las necesidades de colectivos especiales a través de las modalidades de interacción ofrecidas por el sistema, tiene como objetivo adaptarse a las necesidades y características de personas con dificultades de visión, de audición y personas mayores. Tiene prevista la implementación de un sistema de localización para personas perdidas que puede ser

de gran utilidad para gente mayor que pueda sentirse desorientada en momentos puntuales.

4.2. Descripción de la experiencia: metodología

La experiencia se centra en la participación de la usuaria M01, que se considera usuaria principiante en relación al uso de las TIC.

Las pruebas se realizaron en el laboratorio 4all-L@b, para garantizar el correcto funcionamiento de la plataforma, la cual en su fase de desarrollo presenta restricciones de funcionamiento en determinadas condiciones ambientales de iluminación y ruido.

La metodología de validación utilizada fue una adaptación del referencial *People Lead Innovation* (i2BC, 20078) [7], metodología innovadora que pretende garantizar la efectividad tecnológica y social de los dispositivos para su posterior certificación. El referencial tiene un carácter integral e incluye dimensiones tecnológicas, de usabilidad y accesibilidad, y de impacto social como la participación de los usuarios y la sostenibilidad medioambiental de las soluciones evaluadas. Se valoran las siguientes dimensiones durante todo el ciclo de vida de un producto: enfoque emocional, ergonomía, innovación ciudadana, sostenibilidad y gestión de la seguridad.

En varias de estas dimensiones se requiere la participación de los usuarios finales para garantizar la efectividad social y tecnológica de la solución planteada, para ello, se contempla la realización de pruebas con usuarios en las diferentes fases de desarrollo del producto. Los resultados se centran en las conclusiones extraídas de la observación de la interacción durante la experiencia de los usuarios, que son objeto de este artículo, y no en las dimensiones que tienen en cuenta aspectos de sostenibilidad del ciclo de vida del producto.

Para evaluar la plataforma se tuvieron en cuenta las características que pudieran influir en mayor grado en la interacción con el dispositivo.

Se valoró la navegación, el control y los teclados, la pantalla (tanto iluminación como contraste), la familiaridad de la interacción, accesibilidad, etc. Se tuvo en cuenta la implementación de la solución en el entorno real de uso, considerando aquellos aspectos necesarios para poder implementarla garantizando su funcionamiento en relación a las características del entorno como el ruido, iluminación o flujo de gente.

Durante las pruebas se registraron también una serie de datos que se consideran indicadores de eficacia (cantidad de objetivos conseguidos de las tareas realizadas) y eficiencia (tiempo necesario para conseguir los objetivos) con el objetivo de relacionarlos con los datos cualitativos de satisfacción, resultado de la observación (impresiones subjetivas que el usuario ha tenido de la aplicación y de la ejecución durante el proceso de interacción con la misma).

Para valorar la aplicación se definió un cuestionario a partir de las diferentes familias de la metodología PLI, concretamente se tuvieron en cuenta las siguientes dimensiones: los *aspectos afectivos*, para valorar la interacción, comodidad y frustración percibida por el usuario durante el uso con la aplicación. La *ergonomía funcional* con la finalidad de valorar los aspectos físicos del producto. La *ergonomía cognitiva* para obtener información sobre aquellos procesos mentales como la percepción, la memoria y el razonamiento en la medida que estos afectan a la interacción con la aplicación, concretamente se tuvo en cuenta la navegación, la estructura de la información y el tiempo de respuesta. La *familiaridad* para valorar si la interacción resulta un proceso natural además de familiar y el posible proceso de aprendizaje. La *accesibilidad* evaluando el grado en que las diferentes modalidades de interacción se adaptan a las características personales de los usuarios objetivos y si pueden percibir la información sin problemas. Por último, se tuvo en cuenta la *percepción del usuario* sobre posibles mejoras a realizar a la plataforma, teniendo en cuenta el entorno de uso final.

Para observar la interacción con el dispositivo se propusieron 3 actividades representativas con dos modalidades de interacción potenciales para el perfil de usuario:

Actividades con la modalidad táctil:

- Encontrar información de cómo llegar a un concierto de AC/DC.

Actividades con la modalidad de voz:

- Encontrar información de cómo llegar al templo de la Sagrada Familia.
- Encontrar información de cómo llegar al templo de la Sagrada Familia utilizando una ruta más corta que en la tarea anterior.

4.3. Resultados

En este apartado se describen los resultados obtenidos durante la prueba, enfatizando los datos cualitativos resultado de la observación de la interacción utilizando metodología específica para la observación en entorno de laboratorio. Se clasifican según la modalidad de interacción.

En primer lugar se describen los resultados de la modalidad de interacción táctil identificando las dificultades que encontró la usuaria durante el desarrollo de las tareas. Estas se relacionan tanto con aspectos de diseño de la interfaz como de la ergonomía del producto: 1) Búsqueda y localización, 2) Identificación de los botones, 3) Identificación enlaces activos, 4) 1 o 2 clics.

A continuación se muestran los resultados obtenidos con el cuestionario realizado después de las tareas con la modalidad de interacción táctil. La usuaria considera que la interacción es muy agradable, cómoda y afirma no haberse sentido frustrada. Cree que no tiene un funcionamiento complejo, encuentra la navegación fácil y esta no le resulta pesada. No considera el tiempo de respuesta excesivo y considera que la interfaz es suficientemente intuitiva. Finalmente afirma haber podido identificar en todo momento el estado del sistema (pensando, esperando, etc.). Considera que la interacción es familiar y natural, y el uso del sistema resulta un proceso de aprendizaje

rápido. En términos de accesibilidad está de acuerdo que pudo interactuar con el dispositivo sin dificultad. Finalmente después de utilizar la modalidad de interacción táctil considera que no cambiaría nada para mejorar la aplicación y declara que en general “Es claro y se entiende”.

A continuación se muestran los resultados de la interacción mediante la voz con el dispositivo identificando las dificultades de uso detectadas por la facilitadora durante la realización de las tareas: 1) Identificación, 2) Comprensión de la voz, 3) Robustez del sistema.

Los resultados del cuestionario realizado después de las tareas con la modalidad de interacción por voz muestran que la usuaria considera la interacción como cómoda y agradable pero asegura haberse sentido frustrada durante su uso, valoración que se ve respaldada con los comentarios realizados durante el desarrollo de las tareas: “lo tengo que decir más alto” (para que el sistema comprenda la acción a realizar; “no se entiende demasiado” (en relación con la voz del avatar). Afirma que tiene un funcionamiento poco complejo, la navegación es fácil y no resulta pesada, aunque el tiempo de respuesta es excesivo. Valora la interfaz como suficientemente intuitiva y destaca que no pudo identificar en todo momento el estado del sistema. Afirma que la interacción resulta natural y familiar además de que presenta un proceso de aprendizaje rápido. En relación con la accesibilidad cree que la modalidad de interacción es adecuada y está adaptada a sus características personales y utiliza los canales de información adecuados para poder interactuar sin dificultad con el dispositivo. Finalmente destacar como conclusiones de la propia participante que la voz no se entiende demasiado y que esta debería ser más sencilla y más clara, éstas se obtienen a modo de comentarios espontáneos durante la prueba.

Finalmente se recogen aquellas cuestiones que hacen referencia a aspectos que no dependen de la modalidad de interacción utilizada durante la realización de las tareas. La usuaria considera que

la distribución de la información en la pantalla es adecuada y que la estructura le ha ayudado a resolver las tareas. Finalmente afirma que utilizaría el dispositivo alguna vez en la calle si lo necesitara ya que cree que puede proporcionarle información muy útil.

5. Aplicación para el entretenimiento y la comunicación

5.1. Justificación del entorno

La diversión, el entretenimiento y las relaciones sociales son aspectos de vital importancia en cualquier etapa de la vida de una persona. Partiendo de la base que unas relaciones sociales eficaces y positivas mejoran el bienestar general, previenen estados de soledad, y aumentan la autoestima, el autocontrol y la calidad de vida [3], resulta pertinente el diseño de una solución TIC que ofrezca a las personas mayores un entorno social y de actividades alternativo al convencional. Este sistema desarrollado en el contexto del proyecto AGEDA⁶, proporciona una plataforma accesible y atractiva, tanto para reforzar las competencias cognitivas de los mayores como para abrirles un nuevo canal hacia el mundo exterior que les proporcione comunicación social y acceso a la información. Concretamente el sistema consta de tres aplicaciones: Juegos, Video-llamada (ver figura 1) y Agenda. Con estas tres soluciones se pretende incidir en el trabajo de las capacidades cognitivas, reforzar la red social y de comunicación y paliar problemas de memoria y orientación respectivamente.

⁶ Atención y Gestión de la dependencia. Plan Avanza, MTAS, 2008-2010



Figura 1. Interfaz de la Video-llamada

5.2. Descripción de la experiencia: metodología

La experiencia se basa en la realización de dos pruebas de usuario con las aplicaciones piloto en diferentes grados de funcionalidad.

La primera fase de evaluación se planificó sobre el apartado de juegos, concretamente con un juego de parejas y participaron los usuarios M02, M03 y M04. La finalidad principal era observar la interacción, explorar las dificultades de uso que impidieran o dificultasen al usuario realizar las funciones básicas de la aplicación de forma eficaz, eficiente y satisfactoria, con el objetivo de poder extrapolar los resultados para mejorar el diseño del resto de aplicaciones y reconocer diferentes factores de motivación para ser aplicados en un futuro y determinar los principales aspectos afectivos desde el punto de vista del usuario.

Se diseñó un cuestionario para evaluar diferentes conceptos de la interacción entre las personas y los ordenadores. Concretamente para valorar la interfaz y la experiencia de los usuarios [6], se tuvo en cuenta la Agradabilidad (*Liking*), Impacto de uso (*Want to use again – Engagement*), Diversión (*Fun*) y Control, estos se complementaron con aspectos más comúnmente implementados en la ingeniería de la usabilidad como la accesibilidad y la familiaridad. Las pruebas se realizaron en el entorno habitual de los participantes (menos intimidante que un laboratorio convencional) y se habilitó la sala como laboratorio de usabilidad para recoger los

datos necesarios para el posterior análisis. Las tareas propuestas consistían en jugar al juego en diferentes grados de dificultad y versiones, y crear un juego personalizado con fotos.

La segunda fase de evaluación se planificó con las tres aplicaciones descritas anteriormente y en ella participaron los usuarios M02, M04, M05, M06 y M07.

Uno de los principales objetivos de esta segunda fase era ver la flexibilidad de la aplicación para adaptarse a diferentes usuarios, además de testear las mejoras propuestas en la primera fase y comprobar si aparecía un factor de aprendizaje con la aplicación.

La metodología utilizada para la valoración del sistema fue la misma que en la primera fase, aunque en este caso se incorporó la autoevaluación emocional, pidiendo al sujeto que reflexionara sobre su estado de ánimo durante el uso de las diferentes aplicaciones. Además, se observaron un grupo de dimensiones emocionales que nos permitieron conocer las emociones experimentadas por los usuarios durante el uso de las diferentes aplicaciones y relacionarlas con las dificultades de uso objetivas.

El entorno utilizado para estas segundas pruebas fue el laboratorio de usabilidad del CETpD que nos permitió un registro global y exhaustivo de la situación evaluada. Con tal de que el usuario no se encontrara incómodo en un ambiente desconocido para él, se ambientó la sala de pruebas y se le situó en un lugar cómodo para disminuir la reactividad a la situación. Además, en todo momento el usuario estuvo acompañado de un facilitador que resolvía sus dudas y le proporcionaba confianza.

Las tareas propuestas se centraron en la aplicación de la video-llamada, aunque se volvió a probar la aplicación de juegos y también una versión de la agenda para probar su diseño. A parte de realizar una evaluación de usabilidad convencional, se pretendía valorar el estado emocional del usuario durante el uso de la aplicación, su grado de disfrute y también las

situaciones y tareas que provocaban mayor tensión o inseguridad.

5.3. Resultados

En la primera fase, se probó exclusivamente el juego en sus distintas modalidades. Respecto a las principales dificultades encontradas, se encuentran tareas como escribir su nombre utilizando un teclado digital presentado en la pantalla táctil, subir una fotografía, identificar, localizar e interpretar los botones activos “Tan pequeña no la veo” (M02), o comprender y recordar instrucciones en formato escrito, “No me acuerdo de lo que he leído” (M03).

En relación con los aspectos afectivos cabe destacar el alto nivel de participación y implicación hacia la tarea y el entusiasmo mostrado por todos los participantes durante el desarrollo de la prueba, “¡Es muy divertido, tú!” (M04), “Está bien, está bien, para ser la primera vez está bien” (M02), y la perseverancia.

En la segunda fase se probó el juego, la video-llamada y la agenda. Entre las principales dificultades observadas, se sitúan la localización de los botones y/o elementos activos de la interfaz y la identificación, que podemos ver en los siguientes comentarios realizados por los participantes durante las pruebas: “La *i* puede ser de un nombre o algo” (M08), “Un libro... o una agenda” (M06). Además, se observan dificultades en el recuerdo de la información en acciones repetitivas y problemas en la comprensión de las instrucciones, “Se marcan las letras y salen aquí ¿no?” (M08). Estas dificultades se relacionaron con los heurísticos emocionales de manera que se observó relación entre las dificultades de uso objetivas y las emociones experimentadas:

Dificultades de uso	
Localización del botón	
Comentarios	Indicadores emocionales
“De entrada no lo sé”	Aprieta los labios: como pensando, durante el tiempo que no encuentra como realizar la tarea.
“Ves esto no lo sabía, ahora ya lo sé”	Se reclina hacia atrás: después de averiguar cómo se realiza la tarea, como relajándose.

Tabla 2. Relación de los indicadores emocionales con las dificultades de uso del M05

En cuanto a las variables emocionales, la plataforma proporciona emociones positivas descritas por los usuarios como alegría, curiosidad y disfrute, siendo la video-llamada la aplicación que provoca mejores sensaciones, hecho que puede relacionarse con el menor número de errores registrados en esta aplicación “¡Si que está! De momento voy haciéndolo bien, creo yo” (M08). Por otro lado, durante esta segunda fase, aparecen en algunas ocasiones sentimientos de inseguridad frente a las aplicaciones, por el miedo a equivocarse o la necesidad continua de aprobación por parte del facilitador: “El sí para seguir, me parece. ¿Con el sí?” (M08), “¿Este...? ¿Este de ahí arriba?” (M04), “¿Tocando?” (M06).

Los usuarios ya familiarizados con la aplicación que participaron en la primera fase no mostraron un alto factor de aprendizaje, recordando sólo vagamente la aplicación del juego, no siendo suficiente ese recuerdo para ver su tarea facilitada respecto a los demás usuarios.

En las dos fases, los resultados nos muestran que la interacción táctil es adecuada para este perfil de usuario, mostrándose como una interacción natural y evitando las dificultades de uso de los dispositivos de entrada –teclado y ratón- convencionales.

6. Discusión y conclusiones

El análisis de las experiencias de usuario realizadas, junto con la literatura existente, ha permitido la definición de un conjunto de requerimientos de diseño del perfil de usuario objetivo y del comportamiento de este colectivo frente a dispositivos TIC. A continuación se exponen las conclusiones extraídas.

Las personas mayores se enfrentan a las nuevas tecnologías de formas muy diversas, que dependerán de su experiencia previa, su capacidad de adaptación y sus rasgos de personalidad. A partir de estas experiencias hemos constatado que existen diferentes estilos de afrontamiento hacia las TIC: impulsividad, respeto, miedo, curiosidad, inseguridad, son algunas de las más frecuentes en esta población. El diseño de la aplicación y en concreto de su interfaz, debe tener en cuenta esta especificidad de los mayores y reforzar aquellos aspectos del diseño que les resulten más atractivos y fáciles de interpretar y aprender. El diseño debe favorecer estados emocionales adecuados y proporcionar facilitadores para un afrontamiento eficiente, como la sensación de control, la comprensión del estado del sistema, la posibilidad de recuperación ante errores, información sobre los éxitos, minimización del efecto de los errores.

Por otra parte, las personas mayores que no han interactuado nunca con las TIC suelen sentirse más desconcertadas e inseguras delante de estos sistemas. Estos usuarios menos experimentados son los que aplican más recursos cognitivos –y por tanto la actividad resulta de más carga mental– para la realización de la actividad. Por ejemplo, antes de seleccionar una acción, hacen un barrido muy prolijo de la información para posteriormente seleccionar la información relevante.

Desde el punto de vista afectivo, en general, las personas mayores pueden presentar una alta inseguridad frente a estas tecnologías, y tener a menudo la sensación de no estar haciendo las cosas bien, se muestran preocupados por las consecuencias de eventuales errores, hecho que

les lleva en muchos casos a preguntar al facilitador para confirmar todas sus acciones antes de realizarlas. Estas percepciones conllevan estados afectivos negativos como miedo al fracaso, frustración, e incluso abatimiento y sentimientos de desvalorización y vergüenza. No obstante, los usuarios mayores suelen tener una actitud muy positiva cuando el diseño es accesible y les permite conseguir sus objetivos y realizar con éxito las tareas. Diríamos que la actividad aparece sobrecargada emocionalmente y que se sienten expuestos a valoración.

Por todo ello, pensamos que la interacción debe ser adaptable al nivel de cada usuario, permitiendo su evolución de forma escalable, pudiendo proporcionar situaciones de éxito, evitando la frustración y propiciando sentimientos de autoconfianza que ayuden a mantener la motivación y favorezcan el aprendizaje.

Así pues, si bien una interfaz bien diseñada y atractiva beneficia la experiencia de uso en cualquier caso, en los usuarios mayores resulta un aspecto crítico y pasa de ser un valor añadido, a constituir un requisito de accesibilidad.

De todo ello extraemos recomendaciones concretas que puedan ser tenidas en cuenta por los desarrolladores de interfaces gráficas para ser usadas por mayores que agruparemos en dos dimensiones: ergonomía y navegación:

Aspectos relacionados con la ergonomía o ajuste a las capacidades y preferencias sensoriales, motoras y atencionales de los dispositivos de la interfaz:

- Iconos grandes, simples y representativos, suficientemente separados que definan la finalidad de forma clara.
- Permitir variar la medida del texto (sin necesidad de utilizar una ayuda técnica) sin pérdida de contenido o funcionamiento.
- Utilizar tipología sans serif medida 12-24pt, espaciado doble y con fondo de página claro para un buen contraste.
- Enlaces activos claramente identificables.
- Contraste entre los elementos de la interfaz.

- Evitar colores llamativos y animaciones no relevantes para el uso.
 - Proporcionar al usuario tiempo suficiente para leer y utilizar el contenido.
 - Proporcionar feedback visual y auditivo en la pulsación de teclas y otros dispositivos de accionamiento.
 - Avisos con señales luminosas.
 - Evitar la posibilidad de activar controles involuntariamente.
 - Ofrecer alternativas a la información visual.
 - El volumen ha de ser ajustable y suficientemente alto para hipoacusias leves.
- Navegación: ajuste a las capacidades cognitivas y modelos mentales.
- Evitar el uso de ventanas emergentes que los desconcentren.
 - Utilizar el atributo de cambio de estado del ratón cuando se pase por encima de enlaces para que puedan diferenciar los activos de los que no lo son (*clickabilidad*).
 - Evitar presentar la información de manera que superen una página ya que ni suelen anticipar que esto pueda pasar, ni están familiarizados con el uso de barras de *scroll*.
 - Ofrecer explicaciones sobre el uso y funcionamiento que sean suficientemente claras y comprensibles.
 - Organizar el contenido y los menús del dispositivo de forma simple y lógica según la forma de pensar del usuario.
 - Ofrecer *tracks* de ruta si el dispositivo se estructura en diferentes niveles que permiten volver al menú inicial y a menús previos.
 - No utilizar menús desplegables que pueden quedar ocultos ya que no suelen imaginar que puedan aparecer.
 - Lenguaje claro, familiar y positivo que evite el argot informático y anglicismos.
 - Adecuar la carga mental ofreciendo la información de forma secuencial, evitando la necesidad de recordar secuencias complejas y ofreciendo una navegación natural e intuitiva y sin distractores.

Referencias

- [1] Berbegal, N., Català, A., Díaz, M. Comunidades virtuales como sistema de soporte emocional y de monitorización anímica para gente mayor en el entorno doméstico. *X Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*, Barcelona 7-9 septiembre 2009.
- [2] Comisión de las Comunidades Europeas. Envejecer mejor en la sociedad de la información: una iniciativa i2010 Plan de acción sobre Tecnologías de la Información y la Comunicación y envejecimiento SEC(2007)811, núm. 332. [www.oei.es/noticias/spip.php?article520, acceso marzo 2010].
- [3] Díaz, M., Català, A., Berbegal, N. El potencial de las redes sociales online para la gente mayor: definición de requerimientos y características. *X Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*, Barcelona 7-9 septiembre 2009.
- [4] Fisk, A.D., Roger, W.A., Charness, N., Czaja, S.J., Sharit, J. Designing for older adults. Ed. CRC Press (2009).
- [5] Gould, J.D., Lewis, C. Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think, *Communications of the ACM*, 28(3), 300-311 (1985).
- [6] Hornbaek, K. Current Practice in Measuring Usability: Challenges to Usability Studies And Research, <http://www.sciencedirect.com/science/journal/10715819>, 64(2), 79-102, (2006).
- [7] I2BC. Referencial de certificación de soluciones diseñadas bajo principios de efectividad tecnológica, 2009.
- [8] Rodriguez, M.D., Gonzalez, V.M., Favela, J., Santana, P.C. Home-based communication system for older adults and their remote family, *Computers in Human Behavior*, 25(3), 609-618 (2009).

Diseño de una aplicación de apoyo a la selección de personal eliminando factores de discriminación

María Aranda
Dept. de Psicología Social
Universidad de Jaén
Campus de las Lagunillas
23071 Jaén
aranda@ujaen.es

Luis G. Pérez
Dept. de Informática
Universidad de Jaén
Campus de las Lagunillas
23071 Jaén
lgonzaga@ujaen.es

Maria del Rosario
Castillo-Mayén
Dept. de Psicología Social
Universidad de Jaén
Campus de las Lagunillas
23071 Jaén
mcmayen@ujaen.es

Beatriz Montes
Dept. de Psicología Social
Universidad de Jaén
Campus de las Lagunillas
23071 Jaén
bmontes@ujaen.es

Resumen

En el ámbito laboral, en concreto en relación a la selección de personal y reorganización de la plantilla, un factor importante para obtener resultados más objetivos es la realización de juicios que no estén sesgados por las preferencias subjetivas, actitudes y creencias estereotipadas de los seleccionadores. Los métodos tradicionales para evaluar (y por tanto, poder controlar) la influencia que tienen éstos sobre la conducta tienen importantes limitaciones, ya que no son capaces de detectar o eliminar la presencia de factores como la discapacidad social o el control consciente de las respuestas. Sin embargo, los procedimientos de priming permiten una evaluación más precisa de los factores de discriminación. Por este motivo, en el presente trabajo presentamos un modelo de aplicación de apoyo a la selección de personal que hace uso de procedimientos de priming para la detección de los factores de discriminación y distribuye los candidatos entre el personal de recursos humanos, de forma que en su evaluación se eviten, en el mayor grado posible, los factores de discriminación que pueda tener dicho personal sobre algunos de los candidatos.

1. Introducción

De forma general, a pesar de que existen diferencias individuales, los estereotipos que tenemos acerca de determinadas categorías sociales influyen en nuestra percepción e interpretación de la realidad, y en nuestra conducta [11]. Este proceso que subyace a actitudes prejuiciosas y a comportamientos discriminatorios ocurre en distintos ámbitos, entre ellos el empresarial. Una de las actividades

desarrolladas dentro de cualquier organización y que resulta de vital importancia para la consecución de una óptima productividad y clima laboral, es la selección de candidatos a un determinado puesto dentro de la empresa. La idoneidad de dicha elección vendrá determinada por la capacidad del personal de recursos humanos (PRH) de llevar a cabo la evaluación de los candidatos de la forma más objetiva posible.

Entre los factores psicológicos subyacentes a comportamientos discriminatorios o basados en prejuicios, uno de los más estudiados ha sido el proceso de estereotipia. Este proceso presenta un componente automático y otro controlado [2,3]. El automático se activa de forma inmediata ante la presencia de una clave categórica sin que participe el razonamiento controlado del individuo. El controlado actúa cuando la persona dispone de recursos (cognitivos, tiempo y motivación), de forma que en ciertas situaciones es posible impedir que la activación automática inicial se manifieste finalmente en la respuesta (o module su aparición), tratando así de adecuar su comportamiento a sus intereses y motivaciones (e.g., discapacidad social, expectativas, etc.).

Tradicionalmente, para estudiar ambos tipos se han utilizado procedimientos directos como los cuestionarios. Sin embargo, éstos presentan ciertas limitaciones, sobre todo, ante la aparición de formas de prejuicio cada vez más sutiles y encubiertas. Para salvar estas limitaciones, proponemos el uso de técnicas de priming [4, 5, 6], las cuales permiten medir de forma indirecta los procesos subyacentes al prejuicio y la estereotipia y no se ven afectadas por la discapacidad social, el control de impresiones o los problemas de autoconciencia.

En el presente trabajo presentamos un modelo de aplicación de apoyo a la selección de personal

que minimiza los factores de riesgo de que los candidatos sufran cualquier tipo de discriminación. Este modelo hará uso del priming como técnica procedimental para la evaluación del PRH. En una primera fase, el PRH realizará una tarea de priming en la que verán una serie de estereotipos relacionados con una determinada categoría social o grupo (e.g., género). En una segunda fase, éstos realizarán una distribución ficticia de candidatos en una estructura jerarquizada. A partir del análisis de ésta, se medirá en qué grado la activación de estereotipos mediante priming, conlleva conductas discriminatorias. Por último, a partir de estos grados, y mediante el uso de algoritmos genéticos, se obtendrá una distribución de candidatos, entre el PRH, de forma que se minimicen los factores de riesgo de que éstos puedan sufrir cualquier tipo de discriminación

Esta contribución se estructura de la siguiente forma: en la sección 2 haremos un breve repaso de los conceptos básicos utilizados en la propuesta. En la sección 3 presentamos el modelo y por último en la sección 5, veremos las conclusiones.

2. Preliminares

En esta sección resumiremos los conceptos básicos utilizados en nuestra propuesta.

2.1. Interacción ordenador-persona a través de la tarea de priming.

El paradigma utilizado en este trabajo se basa en el desarrollado en [1]. La tarea presenta diversas fases. En primer lugar se activa de forma subliminal el estímulo objetivo perteneciente a una categoría determinada (e.g., género: hombre o mujer; o raza: afroamericano, árabe, etc.), para que el procesamiento de la información se haga de forma inconsciente el SOA (duración de la presentación del estímulo) es de 15 ms. (milisegundos). En segundo lugar se presenta una máscara de la misma naturaleza que el estímulo prime. Posteriormente, se presenta el target o estímulo objetivo que hace referencia al contenido asociado a cada uno de los estímulos, en concreto estereotipos descriptivos de las categorías objeto de estudio ante los que los participantes tienen que emitir una respuesta, por lo tanto se trata de un

procesamiento de la información consciente. La respuesta que han de emitir los participantes es la de valorar si los estímulos presentados son positivos o negativos. En investigaciones anteriores [10] lo que se ha encontrado es un efecto priming de estereotipia, es decir, los participantes son más rápidos en responder ante los ensayos en los que la relación estímulo previo-estímulo objetivo va acorde con el estereotipo que cuando la relación es contra-estereotípica.

2.2. Algoritmos genéticos.

Los algoritmos genéticos [8, 9] son procedimientos adaptativos para la búsqueda de soluciones en espacios complejos, inspirados en los procesos genéticos de los organismos naturales y en los principios de la evolución natural de poblaciones. Su idea básica es mantener una población de cromosomas, los cuales representan soluciones candidatas a un problema concreto, que evolucionan con el tiempo a través de un proceso de competición y variación controlada. Cada cromosoma tiene una bondad, que describe la adecuación de la solución a la que representa. El proceso de competición, denominado mecanismo de selección, utiliza estas adaptaciones para determinar los cromosomas que se usan para crear otros nuevos mediante operadores genéticos denominados cruce y mutación.

Los algoritmos genéticos se han aplicado con éxito en problemas de búsqueda y optimización [7] en espacios de búsqueda grandes, complejos y parcialmente definidos donde las técnicas clásicas no eran apropiadas. Gran parte de este éxito se debe a su capacidad para explotar la información acumulada sobre un espacio de búsqueda y dirigir las siguientes búsquedas hacia mejores subespacios.

3. Propuesta

Nuestro modelo consta de dos fases (ver figura 1):

1. *Evaluación del PRH*: el PRH realizará dos tareas que medirán el grado de activación/vigencia de una serie de estereotipos.

- Priming: cuyo objetivo es activar los estereotipos de una determinada categoría.
- Tarea de disposición en el organigrama: que me permitirá medir el grado de activación/vigencia de los estereotipos

estudiados entre el PRH. Al final se obtendrá para cada miembro i del PRH un vector $VG_i = \{vg_{i1}, \dots, vg_{il}, \dots, vg_{im}\}$ donde cada elemento $vg_{il} \in [0,1]$ representará el grado de activación/vigencia que tiene el individuo i para la categoría l siendo 1 el grado máximo y 0 la ausencia de activación o vigencia.

2. *Asignación de candidatos al PRH*: en esta fase se utilizará un algoritmo genético para la asignación de candidatos al PRH.

En los siguientes puntos explicaremos detenidamente cada uno de estos pasos.

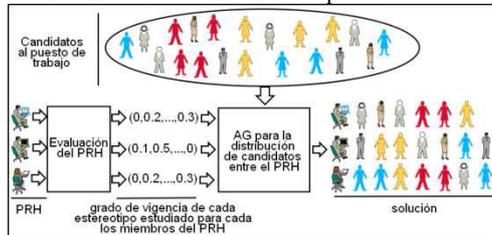


Figura 1: Esquema de funcionamiento

3.1. Evaluación del grado de prejuicio del PRH.

Para evaluar los efectos de la activación de estereotipos en el contexto de selección de personal se utilizan dos tareas de ordenador, una tarea de priming y una tarea de toma de decisiones en relación a la asignación de candidatos a un organigrama. El objetivo de estas tareas es determinar si la asignación de un candidato para un puesto de trabajo puede verse afectada por una activación previa de unos estereotipos determinados.

La primera fase del modelo propuesto es la exposición a una tarea de priming en la que el PRH deberá evaluar un conjunto de adjetivos. La información presentada activa la representación mental asociada a los estereotipos que deseen analizar (e.g., sexo, nacionalidad, etc.).

En segundo lugar, los participantes realizan una tarea que, aparentemente, no tiene relación con la anterior en la que tienen que tomar una decisión sobre la mejor manera de organizar el personal de una oficina compuesta de varios empleados. A partir de la ejecución de esta tarea se obtienen medidas acerca del grado de conducta estereotipada o discriminatoria del PRH. Más

concretamente, a los participantes se les plantea una situación ficticia en la que han de asumir que son parte del personal de una oficina compuesta por 6 empleados y ellos mismos. Los participantes reciben una lista con el nombre y una breve descripción de seis personas. La descripción variará en función de la categoría objeto de prejuicio que queremos evaluar. Por ejemplo, si uno de los factores a analizar fuera el género, la lista se compondría de 3 mujeres y 3 hombres.

La tarea consiste en situar a cada candidato y a uno mismo en el organigrama empresarial, para ello se presenta una estructura jerárquica con cuatro niveles y siete posiciones. Utilizamos como medida de discriminación la posición asignada a cada uno de los candidatos en la estructura jerárquica, es decir, la tendencia sistemática a rechazar a las personas que no forman parte de nuestro grupo de pertenencia de la parte superior de la estructura social. En concreto, tenemos cuatro niveles y siete posiciones en la estructura, por lo tanto la puntuación media más alta que puede obtenerse es de 4.0 y la más baja de 1,66. Para llevar a cabo este cálculo a cada elemento se le asigna una puntuación en relación a la posición asignada a la asignación en el estructura, desde el 1 (nivel más alto) a 4 (nivel más bajo).

3.2. Asignación de candidatos al PRH.

El problema que queremos resolver es cómo distribuir los candidatos $C = \{c_1, \dots, c_m\}$ a un puesto de trabajo entre el PRH $P_{RH} = \{p_1, \dots, p_n\}$ de forma que:

- La probabilidad de que el conjunto de candidatos sufra de algún tipo de discriminación sea mínima.
- Los candidatos estén distribuidos lo más homogéneamente entre todo el PRH.

Para encontrar una solución que satisfaga estas dos premisas proponemos el uso de un algoritmo genético estacionario. Los cromosomas se representarán mediante un vector $V_{cr} = \{v_1, \dots, v_l, \dots, v_m\}$ donde cada gen es un entero $v_l \in \{1, \dots, n\}$ que representa el índice del miembro del PRH que ha sido asignado para evaluar el candidato l .

Para evaluar la bondad de un cromosoma proponemos la siguiente función de evaluación:

$$f_c(V_{cr}) = \begin{cases} \forall k: f_{\#}(V_{cr}, k) < \frac{m}{n}(1+\alpha) & f'_c(V_{cr}) \\ \text{en otro caso} & \infty \end{cases}$$

Donde $k \in \{1, \dots, n\}$, $f_{\#}(V_{cr}, k)$ calculará el número de candidatos que se le asignan al PRH con índice k , m es el número de candidatos, n es el tamaño del PRH, $\alpha \in [0, 1]$ es un parámetro que representa la variabilidad permitida en el número de candidatos asignados a cada uno de los miembros del PRH y $f'_c(V_{cr})$ calculará la probabilidad de que esa combinación de candidatos sufra algún tipo de discriminación:

$$f'_c(V_{cr}) = \sum_{l=1}^m f_{df}(v_l, l)$$

Donde v_l es el índice del PRH asignado al candidato l y $f_{df}(v_l, l)$ calculará la probabilidad de que dicho candidato sufra algún tipo de discriminación dependiendo de las características de dicho candidato.

Los operadores de cruce utilizados son el cruce en un punto y un operador de mutación clásico que altera arbitrariamente uno o más genes del cromosoma.

Los parámetros del algoritmo genético (número de generaciones, tamaño de la población, etc.) será dependiente del problema por lo que se tendrán que determinar una vez se conozca las características de éste.

4. Conclusión

En esta contribución hemos presentado un modelo de aplicación de apoyo a la selección de personal que minimiza el riesgo de discriminación. Utilizamos técnicas de priming para la evaluación del PRH ya que éstas evitan que la evaluación de los grados de discriminación asociados a determinadas categorías sociales se vean afectadas por factores como la discapacidad social, el control de impresiones o los problemas de autoconciencia.

En un futuro, nos gustaría estudiar otros métodos de evaluación mediante priming y el

empleo de algoritmos genéticos avanzados (e.g. los multimodales), de otras representaciones y de otros operadores de cruce y mutación.

Referencias

- [1] Blair, I. V. y Banaji, M. R. Automatic and controlled processes in stereotype priming. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70:1142-1163, 1996.
- [2] Chaiken, S. y Trope, Y. *Dual-process theories in social psychology*. New York: Guilford Press, 1999.
- [3] Devine, P. G. Stereotypes and Prejudice: Their automatic and controlled components. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56:5-18, 1989.
- [4] Dovidio, J. F., Kawakami, K., Johnson, C., Johnson, B. y Howard, A. On the nature of prejudice: Automatic and controlled processes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 33:510-540, 1997.
- [5] Fazio, R. H. Multiple processes by which attitudes guide behaviour: the MODE model as an integrative framework. En M. P. Zanna (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, (Vol. 23:75-109). New York: Academic Press, 1990.
- [6] Fazio, R. H., Jackson, J., Dunton, B. & Williams, C. Variability in automatic activation as an unobtrusive measure of racial attitudes: A bona fide pipeline? *Journal of Personality and Social Psychology*, 69:1013-1027, 1995.
- [7] Goldberg, D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley, New York, 1989.
- [8] Goldberg, D. E. Real-coded Genetic Algorithms, Virtual Alphabets, and Blocking. *Complex Systems* 5:139-167, 1990.
- [9] Holland, J. H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, The University of Michigan Press, 1975.
- [10] Lemus, S., Moya, M., Bukowski, M. y Lupiáñez, M. Activación automática de las dimensiones de competencia y sociabilidad en el caso de los estereotipos de género. *Psicológica*, 29:115-132, 2008.
- [11] Moya, M. El análisis psicosocial del género. En J. F. Morales y C. Huici (Eds.), *Estudios de Psicología Social* (pp. 175-221). Madrid: UNED, 2003.

Desarrollo de Sistemas Interactivos Adaptativos y Colaborativos

Refactoring for Accessibility in Web Applications

Nuria Medina Medina
Lenguajes y Sistemas Informáticos.
Universidad de Granada, España.
nmedina@ugr.es

Gustavo Rossi, Alejandra Garrido, Julián Grigera
LIFIA. Facultad de Informática, UNLP y CONICET, Argentina.
[gustavo, garrido, juliangl@lifia.info.unlp.edu.ar

Abstract

People interact with web applications in different ways depending on their abilities and disabilities, which makes it quite difficult to reach universal access. Moreover, an accessible application is not necessarily usable for a disabled person. In this paper we propose refactoring to transform web applications into accessible and usable applications.

1. Introduction

The notorious speed of evolution of web technologies has left aside (at least partially) one of the main concerns of the web: universal access, that is to say, if the information is available, then any authorized person should be able to access it, from anywhere in the world. Unfortunately, universal access is difficult to grant to people with disabilities or limited access to technology. While a sighted person browses the web using a mouse, keyboard and display, a blind person must use a screen reader program like JAWS [1] to access the content of a web browser. Even though a person with disabilities may have a number of helping tools available, none of them will be enough if the content of interest has not been designed to be used with assistive technology or accessible devices. For this reason, the design of accessible web applications is a fundamental task to achieve real universal access on the Web.

Among the resources developed by the Web Accessibility Initiative (WAI), we can find the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), which explain how web content can be made accessible for people with disabilities. The WCAG 2.0 [9] has twelve guidelines, grouped in four fundamental principles of accessibility: perceivable, operable, understandable, and robust. Each guideline is in turn decomposed in a set of success criteria, which are classified within three levels of conformance: A (lowest), AA, and AAA (highest). Conformance of the success criteria can be easily checked through

well defined accessibility tests. Even though an application with level A certifies that information access is possible, it does not mean it is completely free of problems.

On the one hand, even when a web application satisfies the maximum level of accessibility (AAA), the application may still lack usability. On the other hand, most applications are designed following general usability principles that apply well for most users, but many times hinder usability for disabled users. In our research we are concerned not only with making a web page accessible, but also *usable for accessibility*. People with disabilities should be able to access the application's content, and even more, they should be able to navigate and interact with the content in a comfortable, easy and practical way.

We propose to use refactorings, which are behaviour-preserving transformations, to a web application's navigation and/or presentation structure in order to obtain a "new" application which, while satisfying the same functional requirements of the original one, improves its usability when accessed by handicapped users. In this paper we propose a starting set of refactorings aimed at improving usability for people with visual impairments.

2. Related Work

Existing efforts to improve web accessibility can be grouped in three different approaches: test-based, annotation-based and model-based. The most usual approach to reach accessibility is to run an *accessibility test* on the existing application [3], and modify the source code manually to reach acceptance.

Another approach to improve accessibility consists in using *semantic annotations* over web pages to code the meaning of information. A tool then consumes these annotations and restructures the pages to improve accessibility.

An example is SADie [2]. Annotations are used to perform a series of transcodings towards accessibility based on an enriched DOM. Even though these transcodings pursue similar goals than the refactorings we propose, they are applied over the final, running application, while refactorings apply at design time, improving the application's accessibility for latter processing performed by, for example, screen readers. In the same way, transcodings may benefit from such improvements, complementing the accessibility enhancement at a latter stage.

A third approach is *model-based* accessibility. In this approach, accessibility requirements are integrated in the design process from the start. An example is the Dante+WSDM approach [7]. We also encourage to apply refactorings at model level, although the existence of a model is not essential since refactorings can be applied directly to the code.

In general, a distinguishing aspect of our proposal is that it attempts to encompass accessibility and usability as an indivisible objective. Thus, unlike other approaches which consider usability and accessibility as two

complementary attributes [10], we agree with the foundation laid by Schneiderman [8] and conceive both attributes together in the concept of universal usability.

3. Our Approach: Refactoring

Refactoring was originally conceived to improve the design structure of code while preserving behavior [4]. In [5] we proposed to use these ideas to improve usability in web applications by transforming their navigation and presentation while preserving their functionality.

In most web development methodologies, the *Navigation model* is composed of nodes and links, and the *Presentation model* defines the abstract graphical interface for each node, thus defining the appearance of web pages. We propose refactorings for both navigation and presentation models, called *navigation refactorings* and *presentation refactorings* respectively. Some of these refactorings are shown in Table 1.

Table 1. Navigation and presentation refactorings

	Refactoring	Purpose
Navigation Refactoring	Split Node	Clean up a complex node, creating simple and direct sub-nodes, each with a subset of cohesive content, making each more readable than the original one.
	Merge Node	Join two existing nodes with high connection between them. Only to be applied when it does not cause cluttering and their contents are deeply related.
	Add Link	Create a new link between two related nodes, easing the access between them by removing the need to go back to the parent node.
	Remove Unnecessary Link	Remove navigation paths from a node cluttered with accessory links where they do not add meaningful relationships.
	Repeat Information / Functionality	Copy related, but spread out pieces of information/operations to one node, easing the access to related information/functionality and reducing navigation steps.
	Eliminate Unnecessary Information / Functionality	Remove complexity in a node when certain information or functionality is not really useful or does not add value.
Presentation Refactoring	Split Page	Divide a complex and heterogeneous page in a structure of inter-related pages; each new page should be simpler and reach a higher degree of cohesion.
	Distribute/Duplicate a General Menu for an Elements Container	Make the options of a general menu available from each item of a container of elements (list, table, etc.).
	Replace Graphics by Text	Replace pictures and graphics for an equivalent specific text.
	Transform Nested Menus into Linear Tables	Convert a hierarchic menu with several levels in a more reader-friendly table.
	Improve Page Navigators	When a list spreads over several pages, make the page indicators that navigate the pages more explicit. Indicators must still allow to navigate between pages, but also provide context for the visually impaired to understand that they refer to page numbers.
	Delete Esthetic Figures	Remove visual content that does not provide information but it is solely aesthetic.

Navigation refactorings are transformations applied to the structure of nodes and links that preserve the operations available from nodes and the reachability of those operations. These refactorings may add or modify existing nodes and/or their contents, add new links or remove unnecessary ones, and add information or functionality.

Presentation refactorings involve small transformations in the application's abstract interface, that is, in the structure of pages, modifying the way in which the information and functionality of each page is presented. These refactorings may modify the structure of pages, add/remove anchors for links, add information or functionality to improve the accessibility of an existing page and transform an existing interaction or information piece to make it more usable.

Our approach differs from conventional refactoring since we maintain both versions of the application: the *usable for accessibility* and the original (inaccessible or difficult to use for disabled users). Moreover, the refactorings in this paper can be used in model-driven approaches by applying them on the application's model and automatically obtaining an equivalent application. Similarly, the refactorings can be applied directly on the final HTML code. In both cases the "new" application will be more usable when accessed through a screen reader. Thus, while we adhere to the WCAG guidelines, we aim to go further and, by using accessibility refactorings, obtain web applications which are easier to navigate and interact for people with visual disabilities.

3.1. A Refactoring Example

In this section we will show the use of *Distribute/Duplicate a General Menu for an Elements Container*, a presentation refactoring intended to make a web page more usable for screen readers.

When a page contains a large list of elements and operations on them, and uses one general menu together with a selection method, it tends to complicate the operability when using a linear way of reading, i.e., a screen reader. Interacting with many elements in a linear way becomes very uncomfortable if the mechanism for applying actions on them consists in several steps that involve going through the whole list and navigating back to the menu. This gets worse when the user applies several different actions on different sets of elements.

For a sighted user who can have a broad view of all the elements at once, as for example an email inbox, it is easy to check/uncheck the elements and then confirm with a glance the set of selected elements before applying an action on them. However, for a user that relies on a screen reader, this mechanism represents an extra burden, since he has to go through the whole list, select the elements and then apply the operation having to keep in mind what elements were selected in the first place. This can be lessened if the operations are put along each element. While reading the list linearly, the user can apply one or many operations right after recognizing each element.

Fig. 1 shows an example of a Hotmail inbox that can make use of this refactoring. This inbox has checkboxes for each email and a general menu to be applied on the selected ones, with options like "Delete" or "Junk". We may apply this refactoring to change the checkboxes and general menu into iconic links on the right of each email to perform both operations. Figure 2 shows the final result. Note that we may apply this refactoring directly on the code, making sure that the underlying mark-up contains readable labels for iconic link (i.e. "delete" and "junk"), or apply them at the level of the presentation model. In this case it becomes important to have tools like UWE4JSF [6] that can automatically generate code from the model.

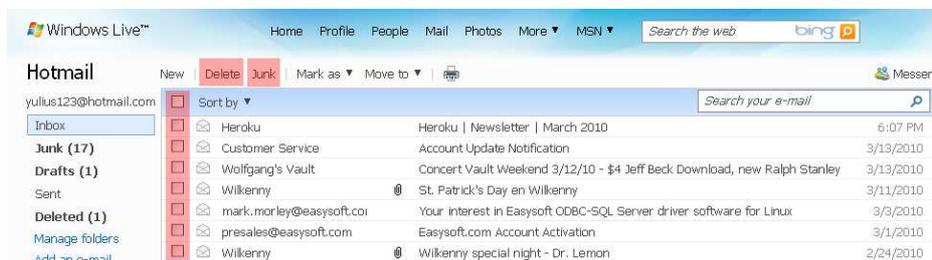


Figure 1. Hotmail inbox



Figure 2. Hotmail inbox after refactoring

4. Concluding Remarks and Further Work

Our approach adapts the well-known concept of refactoring, but instead of applying it to the application code for improving modularity, we apply it to the navigational and presentation structures of web applications to improve usability and accessibility. Refactorings shown in this paper were designed after analyzing the way in which blind people use accessible applications with screen readers. We found that certain navigation (and presentation) structures, while being usable for “conventional” users, remain extremely complex when “linearly” accessed. By applying small, behaviour-preserving transformations, we obtain an “equivalent” application with a major usability improvement for visually impaired users.

Future work includes: 1) to conduct rigorous testing to measure the improvement gain in usability after refactoring, 2) to create a complete catalogue of refactorings for different types of disabilities, and 3) to implement the automation of refactorings in the context of model-driven approaches. In this way, we can obtain the “second” application without much effort and at the same time cope with the evolution of the original application, making cost-effective the generation of usable and accessible applications.

Acknowledgements. This research is supported by the Spanish MCYT R+D project TIN2008-06596-C02-02 and by the Andalusian Government R+D project P08-TIC-03717.

References

- [1] Barnicle, K. “Usability Testing with Screen Reading Technology in a Windows Environment”. Proceedings on the Conference on Universal Usability. ACM Press, New York, pp. 102–109. 2000.
- [2] Bechhofer, S; Harper, S. and Lunn, D. “SADLe: Semantic Annotation for Accessibility”. Proceedings of the Fifth International Semantic Web Conference. LNCS, vol. 4273, pp. 101–115. Springer, Heidelberg. November 2006.
- [3] Benavidez, C.; Fuertes, J.L; Gutiérrez, E. and Martínez, L. “Semi-Automatic Evaluation of Web Accessibility with HERA 2.0”. Proceedings of the 11th International Conference on Computers Helping People with Special Needs. LNCS, vol. 4061, pp. 12–14. Springer, Heidelberg. 2006.
- [4] Fowler, M. “Refactoring: Improving the Design of Existing Code”. Addison-Wesley. Object Technology Series, ISBN 0201485672, 1999
- [5] Garrido, A., Rossi, G. and Distanto, D. “Systematic Improvement of Web Application Design”. *Journal of Web Engineering*, 8 (4), 2009, pp. 371-404.
- [6] Kroiss, C., Koch, N., and Knapp, Alexander. “UWE4JSF: A Model-Driven Generation Approach for Web Applications”. LNCS, vol. 5648, pp. 493-496, Springer, Heidelberg. 2009.
- [7] Plessers, P.; Casteleyn, S; Yesilada, Y.; De Troyer, O.; Stevens, R.; Harper, S. and Goble, C. “Accessibility: A Web Engineering Approach”. Proceedings of the 14th International World Wide Web Conference (WWW2005). Chiba, Japan. pp. 353–362. May 2005.
- [8] Shneiderman, B, “Universal Usability: Pushing Human-Computer Interaction to Empower Every Citizen”, Communications of the ACM, vol. 43 (5) pp. 85–91, 2000.
- [9] W3C. Web Content Accessibility Guidelines 2.0. December 2008. <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- [10] Yates, R. “Web Site Accessibility and Usability: Towards More Functional Sites for All”. Journal Campus-Wide Information Systems, vol. 22 (4), pp. 180-188, 2005.

N_InterMod: Una Propuesta de notación de Diálogo enriquecida para el desarrollo ágil de aplicaciones interactivas.

Begoña Losada

Dept. de Lenguajes y Sistemas
Informáticos
Facultad de Informática
Universidad del País Vasco
20001 San Sebastián
b.losada@ehu.es

Maite Urretavizcaya

Dept. de Lenguajes y Sistemas
Informáticos
Facultad de Informática
Universidad del País Vasco
20001 San Sebastián
maite.urretavizcaya@ehu.es

Isabel Fdez de Castro

Dept. de Lenguajes y Sistemas
Informáticos
Facultad de Informática
Universidad del País Vasco
20001 San Sebastián
isabel.fernandez@ehu.es

Resumen

En el desarrollo de software interactivo con objetivos de usabilidad, un paso necesario es la descripción de las acciones del usuario y las respuestas del sistema; esto forma la base del modelo del diálogo. Desde el área de la ingeniería del software y de la ingeniería de la interfaz se han propuesto para ello varias notaciones. Sin embargo, la mejora de los procesos de desarrollo de software así como la de los propios modelos, nos ha llevado a plantear una nueva notación. Incluido en la metodología de desarrollo de software ágil InterMod , y como una parte de ella, en este artículo nos centramos en una propuesta para la notación del diálogo que incluye, además del propósito de usabilidad, objetivos de comunicación entre todos los agentes implicados en el desarrollo de la aplicación.

1. Introducción

Este trabajo se enmarca en dos áreas complementarias. Por una parte, el desarrollo de software basado en modelos y, por otra, las metodologías ágiles para la gestión de proyectos. El desarrollo de software basado en modelos [7], permite diseñar el sistema con un nivel mayor de abstracción, eliminando detalles innecesarios en un punto dado del análisis. Las metodologías basadas en modelos [6][5], son estrategias habituales en el desarrollo de software. Actualmente, además para la gestión de proyectos, se usan metodologías ágiles, como XP y Scrum, cuyo objetivo es la obtención de resultados parciales probados por el usuario. Larman [3] define la agilidad como la respuesta rápida y flexible al cambio.

InterMod [4], es una metodología para desarrollo de aplicaciones interactivas basada en modelos, que propone la cooperación entre los diferentes actores implicados y una gestión ágil de productos validados en etapas tempranas. Para ello, un aspecto fundamental es el modelo de diálogo enriquecido que centra el presente artículo.

Habitualmente el modelo de diálogo concierne al orden y estructura de las acciones del usuario junto con las respuestas del sistema. Sin embargo, tal y como indica Dix [2], el modelo del diálogo es la estructura en la que se basa la semántica de la aplicación (su lógica de negocio). Por ello, el modelo de diálogo es la conexión necesaria entre los modelos de desarrollo de la interfaz y los de la implementación.

En el siguiente apartado haremos un repaso a las principales notaciones empleadas en la descripción del diálogo Hombre-Máquina (H-M), destacando sus ventajas e inconvenientes. En el apartado 3 presentamos nuestra propuesta de notación para el modelo de diálogo, N_InterMod. Y finalmente, añadiremos unas conclusiones y comentaremos las líneas futuras de trabajo.

2. Modelo del diálogo

En contraste con la mayoría de las conversaciones humanas, el diálogo H-M es más exigente, con una estructura más rígida y restringida que hace necesario la utilización de una notación formal para su modelado. Las justificaciones para el uso del modelo de diálogo Dix [2] son: (1) facilitar el análisis del diálogo, (2) separar los elementos de la interfaz y de la lógica de negocio, (3) permitir al diseñador analizar la estructura propuesta, o tal vez, le permite usar una herramienta de prototipado para ejecutar el

diálogo, y (4) Favorecer la comunicación entre los miembros de un equipo, ya que les permite debatir sobre aspectos de diseño y, llegados a un consenso, transmitir el modelo de diálogo.

Las notaciones formales usadas para la descripción del diálogo H-M pueden agruparse en: *esquemática*, mediante diagramas que permiten al diseñador observar de un vistazo la estructura del diálogo, y *textual*, mediante descripciones textuales que detallan los eventos sistema-usuario. En esta revisión valoraremos 7 características que nos permitan establecer el potencial de las notaciones, su legibilidad y su independencia sobre una filosofía concreta de codificación de la funcionalidad. Así, valoramos la posibilidad de describir diálogos *concurrentes* (1), *accesos generales* (2), *legibilidad de la notación* (3), *agrupación de las descripciones* (4), *orden y semántica* (5) de los eventos; *independencia de la notación* (6) con respecto al lenguaje de implementación, y *notación como medio de comunicación* (7) entre los agentes.

Por la diversidad de modelos de diálogo esquemáticos, presentamos una comparativa de las características mencionadas en la tabla 1. Las características destacadas las marcamos con una X y sombreamos aquellas que no se dan. En sí mismas, ninguna de las propuestas es una buena herramienta de comunicación (7), aunque en su mayoría por su simplicidad, tienen una legibilidad adecuada (3).

	1	2	3	4	5	6	7
STN			X		X	X	
STN de Harel	X		X		X	X	
Grafos	X		X	X	X	X	
Petri Nets	X	X			X	X	
Flujos tradicionales			X		X		
Árboles			X	X	X	X	
Diagramas UML	D	D			X		

Tabla 1. Comparativa de notaciones esquemáticas

Dentro de las notaciones textuales distinguimos dos grupos. Por una parte, las que derivan de una estructura formal (gramáticas, reglas de producción o las álgebras de proceso) y, por otra parte, las de aspectos narrativos (casos de uso y escenarios). El primer grupo destaca porque permite la descripción formal y precisa de los

acontecimientos. Sin embargo, estos aspectos van en detrimento de la legibilidad y por supuesto, dificultan su uso como herramienta de comunicación. El segundo grupo por el contrario son herramientas de comunicación útiles y directas [8]. Pero, es poco formal y puede contener descripciones ambiguas.

3. La notación para el diálogo N-Intermod

El modelo de diálogo no sólo debe recoger los requisitos funcionales de la aplicación, si no que debe favorecer el desarrollo de otros modelos en etapas tempranas. Para conseguir alcanzar los objetivos marcados es necesario paliar los inconvenientes de los formalismos vistos. Para ello proponemos N-InterMod, una notación de modelo de diálogo *esquemático* con aspectos *textuales* que facilita la comunicación. El formalismo escogido es el de los **grafos** visualizados como **árboles** pero permitiendo *accesos generales*. Además con el objetivo de agilizar los desarrollos, incluimos en la fase temprana del modelado del diálogo, elementos que simulan la semántica del programa y el aspecto final del producto. Proponemos obtener prototipos cercanos al resultado final y convertirlos en herramientas para verificar los requerimientos, funcionales y no funcionales, entre el usuario y los desarrolladores.

Así, la notación enriquecida del modelo de diálogo N-InterMod incluye: (a) El *modelo de tareas* con los requisitos funcionales, (b) el *modelo de navegación y comportamiento* que definen el flujo del devenir de la aplicación y las interacciones correctas e incorrectas, y (c) el *modelo de presentación* que describe elementos y modos de presentación como ventanas, secciones, colores o tipos de botones.

3.1. Requisitos funcionales: Diseño de las acciones del usuario

La obtención del modelo de tareas es la fase previa de nuestro modelo de diálogo. Se establecen los pasos y orden en que el usuario deberá interactuar con el sistema con el fin de alcanzar los objetivos propuestos.

El analista, tras escuchar al usuario, diseña el nuevo escenario de la futura aplicación siguiendo

una notación en **árbol**. Los nodos de la jerarquía (Figura 1) representan tareas del usuario y se caracterizan por: una numeración ordenada con respecto a los padres, hijos y hermanos, un nombre descriptivo sobre dicha tarea y unos símbolos que permiten especificar el orden de ejecución de la tarea con respecto a sus hermanas, y el tipo de la tarea (opcional, repetitiva, etc.). Además, cada tarea tiene asociada una descripción narrativa que facilita y favorece todo el proceso de comunicación con el usuario. La figura 1 muestra una tarea de la jerarquía.



Figura 1. Ejemplo de una tarea del usuario

La especificación del orden de las tareas y su tipo, se establece mediante símbolos (el primero) en la esquina derecha superior del nodo que describe la tarea:

- Orden entre las tareas: secuencial (sin símbolo, orden por defecto) se realizan según un recorrido en profundidad, elección (o) sólo se puede realizar una de las tareas hermanas, indiferente (#) se pueden ejecutar en cualquier orden y concurrente (|||).
- Tipos de tareas de usuario: Unitaria (sin ningún símbolo-opción por defecto) se ejecuta una sola vez, opcional (?) se ejecuta 0/1 veces, y repetitiva (*) se repite un número de veces definido en un intervalo.

A partir de esta primera versión funcional (parcial) del software que se quiere desarrollar, se puede obtener automáticamente un sencillo prototipo basado en menús y botones que facilitará las tareas de validación inicial. Tras la validación por el usuario de esta primera fase de desarrollo, se debe diseñar el modelo de diálogo incorporando las intervenciones y comunicación del sistema con el usuario.

3.2. Navegación y comportamiento

El diseño de la navegación usuario-sistema consiste en modelar las sucesivas intervenciones del usuario y del sistema a través del nuevo escenario, la aplicación en desarrollo. El analista conjuntamente con el desarrollador crea el modelo de diálogo a partir del modelo de tareas ya

verificado en la fase previa de análisis. Aunque las tareas del sistema aparecen en modelos de diálogo conocidos UML [1], CTT [5], en nuestro caso sólo se incorporan intervenciones/actuaciones del sistema que producen una comunicación explícita del sistema. Nuestro modelo de diálogo es un **grafo** creado a partir del modelo de tareas del ejemplo anterior. Las acciones del usuario y las del sistema se distinguen porque las del usuario están numeradas mientras que las del sistema no y en su lugar aparece la imagen de un óvalo inscrito en un rectángulo. Por ejemplo, en la Figura 2, podemos observar un modelo de diálogo parcial donde la tarea 2.3.1 tiene como respuestas asociadas tres posibles tareas del sistema. Estas tareas implican variaciones de la navegación y corresponden al modelo de comportamiento. Las variaciones se expresan con la etiqueta "Ir a..." asociada a la tarea del sistema (representa implícitamente un grafo).

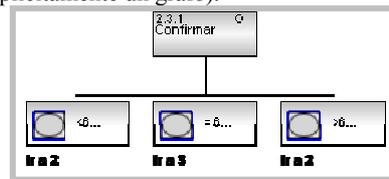


Figura 2. Ejemplo parcial del modelo de diálogo.

En este ejemplo se puede observar que en dos casos la tarea del sistema obliga al usuario a seguir con la tarea 2 (Ir a 2, probablemente por no estar completa/correcta del todo). Además, a cada respuesta del Sistema se le asocia un mensaje que informa al usuario sobre el comportamiento erróneo/desviado. En esta primera propuesta de modelo de diálogo, las tareas del sistema serán siempre tareas en nodos hojas de la jerarquía, y de tipo elección (sólo se ejecutará una de las acciones del sistema).

3.3. Enriquecimiento del Modelo de diálogo

Una vez diseñado el modelo de diálogo, o durante su diseño, se pueden ir estableciendo algunos aspectos sencillos de la apariencia de la interfaz de usuario, describiendo el modelo de presentación. Para ello, enriquecemos los nodos del modelo de diálogo con aspectos de visualización. En esta primera propuesta se ha optado por incluir tres aspectos sobre la visualización del grupo de tareas (Figura 3): (A)

en una nueva ventana (trazo sencillo), (B) como tareas desplegadas bajo la tarea madre (doble trazo), o bien, (C) como tareas en una nueva sección de la misma ventana (trazo grueso). Se ha optado por una visión horizontal de la interfaz y se establecen las nuevas secciones siempre a la derecha de la actual. En una nueva ventana el menú que aparece está siempre en la primera sección. Cada nodo marca la visualización de sus descendientes en la interfaz, según las tres opciones señaladas.

Nueva ventana	Desplegadas	Nueva sección
		

Figura 3. Aspecto del modelo de presentación

Una vez que se ha completado el modelo de diálogo enriquecido para la fase actual del desarrollo de software establecido, se puede generar automáticamente un prototipo para su evaluación. En éste quedará constancia no sólo de la funcionalidad asociada al objetivo alcanzable por el usuario, sino los aspectos de interacción hombre-máquina, los de presentación en la interfaz y aquellos de navegación habitual u otros establecidos por el sistema.

4. Conclusión y Líneas Futuras

El modelo de diálogo enriquecido propuesto se caracteriza por la sencillez y legibilidad de los diagramas en árbol. Permite incluir acciones concurrentes y accesos generales, establecer el orden y tipo de las acciones, así como el agrupamiento semántico.

La propuesta que presentamos favorece la producción ágil de trozos completos, correctos y validados (en todos los aspectos mencionados) de la aplicación final. Es decir, facilita la creación de herramientas para la comunicación entre los desarrolladores de la interfaz y de la funcionalidad, así como entre ellos y los usuarios finales. Este contacto a varios niveles es clave en las metodologías ágiles. En particular, la validación se realiza mediante la configuración y obtención de prototipos tempranos parciales del producto final. Estos prototipos simulan aspectos de presentación y funcionalidad.

En estos momentos estamos trabajando en una nueva versión de la notación y de las herramientas

que permitirán dividir las funcionalidades a desarrollar en subobjetivos enlazados pero con desarrollos y prototipos autónomos. De este modo facilitamos aún más el logro del objetivo de las metodologías ágiles; esto es, la producción ágil de trozos completos del resultado final. La validación de las propuestas actuales y futuras a corto plazo, se realizan con proyectos software docentes en la asignatura Interacción Persona Computador (FISS- UPV/EHU).

Agradecimientos

Este trabajo está financiado parcialmente por el Ministerio de educación a través del proyecto número TIN2009-14380, la Diputación de Gipuzcoa con el proyecto n. 157/2009 y el Gobierno Vasco con el proyecto n. IT421-10.

5. Referencias

- [1] Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1999): The unified modelling language user guide. Reading, MA: Addison-Wesley
- [2] Dix., A, Finlay, J., Abowd, G., Beale, R. (2004): Human-Computer Interaction. PrenticeHall,.
- [3] Larman, C. (2007): Agile & Iterative Development. Addison-Wesley, Massachusetts
- [4] Losada, B., Urretavizcaya, M., Fernández-Castro, I. (2009): "The InterMod Methodology: An Interface Engineering Process linked with Software Engineering Stages", in New Trends on H-C Interaction, Springer.
- [5] Paternò, F. (2000): Model-Based Design and Evaluation of Interactive Applications. Springer, Great Britain.
- [6] Penichet, V., Lozano, M. D., Gallud, J. A., Tesoriero, R. User Interface Analysis for Groupware Applications in the TOUCHE Process Model. International Journal of Advances in Engineering Software, 2009.
- [7] Puerta, A. & Eisenstein, J (1999): Towards a General Computational Framework for Model-Based Interface Development Systems. Proc. ACM Conf. Intelligent User Interfaces, pp. 171-178,.
- [8] Rosson, M.B., J.M. Carroll. (2002): Usability Engineering. Morgan Kaufmann Publishers.

Un Diseño Basado en Componentes para el Desarrollo de Aplicaciones Web Adaptativas y Colaborativas

Salvador M. Gómez
Dept. de Lenguajes y
Sistemas Informáticos
ETS Ingeniería Informática
Univ. de Granada
18071 Granada
salmago@correo.ugr.es

María L. Rodríguez
Dept. de Lenguajes y
Sistemas Informáticos
ETS Ingeniería Informática
Univ. de Granada
18071 Granada
mlra@ugr.es

Kawtar Benghazi
Dept. de Lenguajes y
Sistemas Informáticos
ETS Ingeniería Informática
Univ. de Granada
18071 Granada
benghazi@ugr.es

Carlos Rodríguez-
Domínguez
Dept. de Lenguajes y
Sistemas Informáticos
ETS Ingeniería Informática
Univ. de Granada
18071 Granada
carlosrodriguez@ugr.es

Resumen

Nos encontramos inmersos en la migración hacia el Cloud Computing, necesitando construir aplicaciones colaborativas para la Web a partir de elementos procedentes de diversos proveedores. Los navegadores y servidores Web, y otras muchas tecnologías disponibles en torno a éstos, soportan como plataforma preferente el desarrollo y ejecución de software distribuido, ya que facilitan el acceso de un mayor número de usuarios a las aplicaciones, así como su despliegue en tiempo de ejecución. En particular, hasta el momento las aplicaciones Web colaborativas se están implementando con tecnologías complementarias, y en su mayoría propietarias, que presentan problemas de accesibilidad para usuarios. En este trabajo se presenta una nueva propuesta de diseño (participativo) de aplicaciones Web colaborativas basadas en componentes, adaptables al usuario, de fácil mantenimiento y reutilización. Se combinan diferentes técnicas presentes en tecnologías soportadas nativamente en los navegadores Web. La propuesta muestra su aplicabilidad a través de un ejemplo concreto que adapta presentación de resultados en base a roles de usuarios: control de niveles de glucosa en personas enfermas de diabetes mellitus.

1. Introducción

El impacto de las nuevas tecnologías en la sociedad actual está provocando un cambio de mentalidad en los ciudadanos del mundo [15]. En concreto, los sistemas de trabajo colaborativo se

están convirtiendo en herramientas de uso diario. El desarrollo de estas herramientas, cuantitativamente, acerca el conocimiento especializado a las personas, aunque ello no implica siempre una mayor calidad en el acceso a la información.

Desde el punto de vista etnográfico, se descubre una brecha tecnológica entre los diferentes usuarios [14], lo que hace necesario adaptar contenidos y presentación a los diferentes grupos de personas que toman contacto con las aplicaciones software. Es indiferente hablar de brecha tecnológica desde una visión generacional o hacerlo desde un punto de vista del conocimiento. En el primer caso tanto la aceptación de las nuevas tecnologías como la comprensión de su uso es desigual para todas las generaciones de edad. Del mismo modo, alberga dispar complejidad desarrollar una herramienta software para usuarios finales que son especialistas en informática, medicina, educación, arquitectura, o sin formación alguna. El nivel de abstracción y comprensión puede ser muy diferente. Por consiguiente, el software se ha de diseñar de manera que con poco esfuerzo se adapte al perfil y/o rol del usuario, fundamentalmente a nivel de presentación y de contenidos. Como valor añadido, emplearemos técnicas y tecnologías compatibles con otras herramientas que provean lectura automática de páginas web.

Desde el auge del uso de Internet, se tiende a migrar todas las aplicaciones de escritorio a entornos Web. Facilitando así el acceso y la distribución de éstas. Se pasa de tener como plataforma el sistema operativo al navegador y

servidor Web. Surgiendo así nuevas necesidades relacionadas con la nueva plataforma: arquitectura cliente-servidor, estándares y lenguajes de presentación de información (HTML, CSS, XHTML, XML, Javascript, Flash, etc.), plataformas diversas y en ocasiones divergentes (Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, etc.).

El principal problema que nos encontramos para el desarrollo de aplicaciones colaborativas sobre la Web es la imposibilidad de envío de datos desde el servidor de la Web (servidor) hacia la aplicación web (página web) que se está ejecutando dentro del navegador sin que exista una solicitud de datos desde la página al servidor. Esto se debe a que la arquitectura cliente-servidor de la Web está pensada para enviar/solicitar datos al servidor y presentar los resultados de la respuesta obtenida en pantalla (página web) [10]. Por lo cual hay que sondear continuamente desde la página web al servidor si existen nuevos datos para mostrar.

En la actualidad, están surgiendo tecnologías y frameworks [11] entorno a *AJAX*, *AJAX Reverse* y *COMET* para la implementación de envío de avisos cuando existan nuevos datos desde el servidor de aplicaciones hacia la página web justo en el momento que están disponibles.

Este trabajo propone una técnica de diseño y construcción de aplicaciones web colaborativas basadas en unidades más pequeñas a las que llamamos *componentes web colaborativos*. Los componentes web colaborativos pretenden aprovechar las ventajas ofrecidas por las tecnologías AJAX, AJAX Reverse y COMET, para permitir la adaptación de su presentación al usuario en tiempo de ejecución. Además, se persigue facilitar la comunicación asíncrona entre las réplicas de los componentes web en cada instancia de la aplicación web colaborativa.

El resto del artículo contiene cuatro secciones. En la Sección 2 se presentan otros trabajos relacionados que tratan temas relacionados con la adaptación y tecnologías para la Web aplicables al desarrollo de una aplicación web colaborativa. En la Sección 3 se describe cómo ha de ser la estructura de un componente web colaborativo (presentación, lógica interna, interfaces de comunicación) como unidad mínima para la construcción de aplicaciones web colaborativas basadas en componentes. Al mismo tiempo se presenta nuestra técnica de trabajo para construir

los componentes web colaborativos con la participación activa de expertos en distintas áreas. En la Sección 4 se describe cómo se consigue la adaptación de los componentes y, en consecuencia de la aplicación, dejando ver cómo es posible la colaboración y la participación de profesionales no tecnólogos. La Sección 5 muestra un caso de estudio que intenta mostrar la aplicabilidad de la propuesta. Finalmente, en la Sección 6 se presenta un breve resumen de las principales aportaciones de este trabajo y se proponen algunas líneas de trabajo futuras.

2. Trabajos relacionados

En [17] se presenta una revisión del estado del arte de la investigación sobre la construcción de sistemas y componentes flexibles y personalizables (tailorable). En él se indican trabajos que ya dedicaron esfuerzos a la personalización y fácil reutilización de los desarrollos software basados en componentes para aplicaciones de escritorio, aunque no para aplicaciones en la Web.

Los enfoques mostrados en [17] se centran en aplicaciones monousuario (*single-user*). También presenta herramientas en las que la personalización se realiza en tiempo de ejecución (*use-time* o *run-time*); como por ejemplo la herramienta colaborativa Oval System [9].

En [16] se describe un marco de trabajo con tres componentes para el desarrollo de la adaptación de la interfaz de usuario en entornos sanitarios teniendo en cuenta la existencia de dos roles principales: paciente y profesional sanitario. Sin embargo, este trabajo no aborda la reutilización de los desarrollos software para otras áreas de conocimiento así como su integración dentro de una aplicación colaborativa (ya sea Web o de escritorio).

La aparición de tecnologías y frameworks para implementar aplicaciones para Internet, enfocadas a la Web 2.0, requiere dedicar tiempo a su estudio y comparación de prestaciones. En [11] se explican varias de estas tecnologías y su funcionamiento, exponiendo las ventajas que aportan en la implementación de aplicaciones para la Web ricas en cuanto a la interacción con el usuario. La explicación en dicho trabajo de las tecnologías para la Web 2.0 ilustra el uso de dicho lenguaje en este trabajo que hemos elaborado.

Actualmente, se tiende a que las aplicaciones se desarrollen para Internet sobre un navegador ya que se promueve el acceso a éstas y su distribución. Esto propicia que las aplicaciones colaborativas también se desarrollen para la Web. En este caso el principal problema a resolver es la propagación de los cambios que se originan en la interfaz de usuario como consecuencia de la manipulación de elementos colaborativos (i.e. telepunteros, listas desplegadas colaborativas, cajas de texto colaborativas, etc.). Intentando sortear este inconveniente se han desarrollado algunas soluciones de aplicaciones web colaborativas con Adobe Flash como son Cisco Webex¹ y OpenMeetings², las cuales no están basadas en componentes ni son accesibles a lectores automáticos de pantalla. Esto repercute negativamente en la reusabilidad, adaptación y fácil desarrollo. La aplicación Google Wave³ está desarrollada por componentes que colaboran entre sí, pero no permite la adaptación al usuario que hace uso de ellos (e.g., no mostrar algún componente o que el contenido de un componente esté adaptado al nivel cultural del usuario). Este artículo aborda la incorporación de propiedades de calidad (adaptación, lectura automática, reusabilidad y colaboración entre componentes) en el desarrollo de aplicaciones Web colaborativas a través de una propuesta de diseño.

3. Una propuesta de diseño basada en componentes para el desarrollo de aplicaciones web colaborativas

Un *componente software* es “una unidad modular reemplazable dentro de un entorno, autónoma como sistema o subsistema, encapsulada y tan independiente a otros componentes como sea posible”. Además, un componente software “proveerá servicios a otros componentes y consumirá servicios de otros componentes, a través de unas interfaces bien definidas” [10]

Basándose en la definición anterior, un componente web colaborativo será un componente software que se ejecuta en una aplicación web colaborativa, y que puede tener réplicas en las

diferentes instancias de la aplicación que lo alberga. Además, los componentes web se visualizan u ocultan dentro de la aplicación web colaborativa en tiempo de ejecución, reflejando así, adecuadamente, la necesidad de adaptar el comportamiento dinámico de la aplicación.

No todos los componentes web colaborativos deberán tener réplicas en todas las instancias de la aplicación web colaborativa. Esto dependerá de los que cada usuario requiera en su interfaz de la aplicación en base al rol que desempeña, permisos, etc.

El desarrollo de una aplicación web colaborativa requiere la intervención de un grupo de distintos expertos: etnografía, psicología, diseño gráfico, diseño de interacción, telecomunicación, informática, etc., así como otros implicados relacionados con el dominio de la aplicación a construir (medicina, arquitectura, educación, etc.).

Este equipo humano debe trabajar intentando que su actividad no bloquee la de los demás. Esto hace necesario que la técnica aplicada (por el equipo en su conjunto) permita distribuir tareas a cada miembro del equipo. Este artículo presenta cómo construir aplicaciones web colaborativas a partir de un conjunto de componentes que interactúan y se relacionan entre ellos (Figura 1).

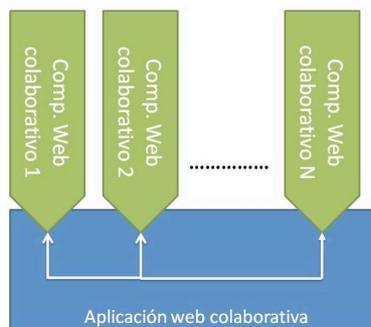


Figura 1. Aplicación web colaborativa basada en componentes web colaborativos

La aplicación web colaborativa tiene registrados los componentes que la conforman. Conociendo los eventos que podrá generar y recibir cada uno de ellos. El paso de eventos de unos componentes a otros, a través de la aplicación web, demuestra la colaboración entre componentes y por tanto construyen una

¹ <http://www.webex.com/>

² <http://code.google.com/p/openmeetings/>

³ <http://wave.google.com>

aplicación web colaborativa basada en componentes. Por ejemplo, si el componente web 1 (Figura 1) está colaborando con el componente web 2, y un cambio en el 1 afecta en la presentación del 2, entonces se emitirá un evento en 1 que llegará a 2 pasando por la aplicación web. Estos eventos entre los componentes de una aplicación los denominamos *eventos de colaboración*. Estos eventos se producen y gestionan en el navegador web en el que se está ejecutando la aplicación web, nunca se transmitirán al servidor.

Cada componente se define con un modelo estructural multicapa (Figura 2): presentación visual, lógica interna e interfaces de interacción.

Este modelo nos permite separar la presentación del usuario, lógica interna del componente (atributos, métodos privados y eventos), su relación con el entorno de ejecución en el que está, y por supuesto de otros componentes.

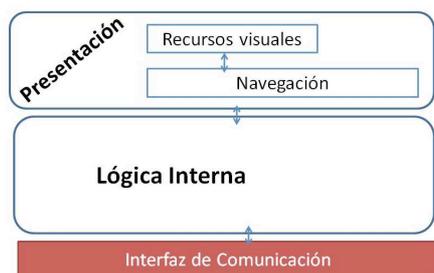


Figura 2. Estructura del componente web colaborativo

La comunicación entre las instancias de la aplicación web colaborativa y de sus componentes se basará en las tecnologías y protocolos provistos por el navegador web (estándares de W3C, protocolo HTTP, tiempo de vida de las conexiones abiertas, etc.) que ejecuta la aplicación web y, en concreto, cada uno de los componentes.

Gracias a las nuevas tecnologías de implementación basadas en AJAX Reverse [9] conseguimos que nuestro componente espere a que el servidor de aplicaciones le notifique que hay nuevos datos a mostrar y procesar o, incluso, se los provea directamente.

Estas nuevas tecnologías nos permiten implementar en nuestro componente web colaborativo comunicación de nuevos datos por *espera pasiva* (Figura 3b). Esta forma de

implementarlo evita la necesidad de sondear, buscando nuevos datos, desde nuestro componente web colaborativo en el servidor de aplicaciones. En caso de que se hubiese decidido implementar la solución del componente por *consulta activa* (Figura 3a), habría que realizar peticiones repetidamente al servidor de aplicaciones transcurrido un plazo de tiempo (*timeout*) corto y prefijado de antemano, hasta que la ejecución termine, generándose, por tanto, tráfico innecesario sobre la red de comunicaciones aunque no haya información nueva para mostrar.

En su mayoría, los datos transmitidos serán *eventos de propagación de interacción*. Estos eventos son emitidos por un componente web al servidor web, y éste a su vez, a todas las réplicas del componente web, consiguiendo así la propagación de los cambios en un periodo de tiempo reducido. Este evento de propagación de interacción es capturado por sus réplicas, generando a su vez *eventos de colaboración* entre componentes (si fuese necesario).

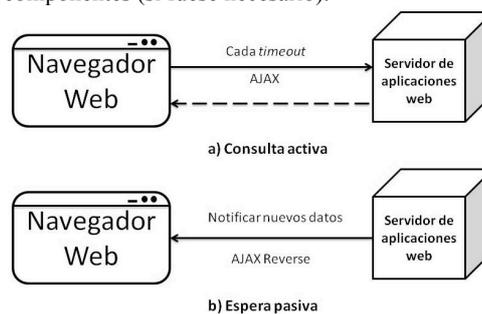


Figura 3. Comunicación entre el navegador web y el servidor de aplicaciones web con a) consulta activa y b) espera pasiva

3.1. Presentación

La *presentación* del componente es la representación visual para interactuar con el usuario. Este nivel de la estructura del componente a su vez se ha dividido en dos partes: los *recursos visuales* y la *navegación*.

Los *recursos visuales* son los archivos necesarios para construir una interfaz visual de usuario. Están organizados en:

- Ficheros de estilo en forma de hojas de estilo CSS.

- Imágenes de formatos soportados por los navegadores web (como JPG, GIF, PNG, SVG, etc.).
- Ficheros de propiedades que contienen las etiquetas que definen la ruta de acceso a las imágenes y ficheros de estilo. También son ficheros de propiedades los ficheros de texto.

A la agregación de recursos visuales plasmada en un documento (normalmente XHTML) para lectura automática por computador y presentación por éste en pantalla la llamaremos *vista*. Una vista tiene uno o más recursos visuales involucrados de manera que indican dónde y cómo colocarlos dentro del componente. Cada componente tiene al menos una vista (o vista por defecto) y otra vista por cada tipo de usuario al que se le da soporte. Por ejemplo, el formulario de *login* en una aplicación es un ejemplo de vista: se compone de dos cajas de texto, dos o tres etiquetas y un botón. Por ejemplo, para un usuario que acceda desde un terminal con la pantalla pequeña y no quepan los textos de la pantalla de *login* se le puede presentar una imagen, para lo que tendremos una vista preparada para tal efecto (adaptación de la presentación). También para un usuario especialista en una materia (personal sanitario, por ejemplo) podremos emplear un vocabulario en el contenido más específico que para un usuario neófito en la materia (adaptación de contenidos).

A la transición entre diferentes elementos de los recursos visuales (imágenes, textos, cajas de texto) la llamaremos *navegación*. Para movernos entre los recursos visuales se proponen dos maneras:

- *Navegación lineal*. Transición entre los recursos visuales de una vista. Viene dada por la colocación lineal de los elementos de una vista (de arriba hacia abajo y desde la derecha a la izquierda). Se impone en la propia definición de la vista. Esta navegación incluye el cambio de estado de los recursos (seleccionar una caja de verificación, desplegar una lista, cambiar un color de texto, cambiar contraste a una imagen, etc.).
- *Navegación de adaptación*. Transición entre las diferentes vistas que alberga el componente. Esta navegación permite adaptar en tiempo de ejecución la presentación al usuario en sus nuevas necesidades (de aspecto visual o de contenidos).

En relación a la navegación, en general, es sobre la que pueden interactuar las distintas réplicas de un componente. En aplicaciones web colaborativas, la granularidad de la navegación posibilitará mayor o menor interacción entre réplicas.

La sensación de conciencia de grupo entre los usuarios de réplicas de un mismo componente está demostrada con la propagación de la navegación lineal entre réplicas y con la propagación de la navegación de adaptación. Por ejemplo, al desplegar una lista de elementos se desplegarán (en plazo de tiempo reducido) los mismos elementos del resto de réplicas de la lista. Dentro de la aplicación habrá una parte reservada para indicar los usuarios que hay conectados, e incluso podrán aparecer telepunteros.

La separación entre recursos visuales y de navegación de la presentación permite cambiar la apariencia de nuestro componente web colaborativo en tiempo de ejecución. De esta manera se cumple con las necesidades de adaptación para el usuario (un mismo componente puede presentar diferentes aspectos y contenidos según el usuario que lo maneje). Esta actuación es posible porque el navegador web que ejecuta nuestro componente dibuja en pantalla los recursos visuales (si es necesario) tras cada invocación (GET o POST del protocolo HTTP) al servidor de aplicaciones. Las invocaciones GET y POST las realiza la tecnología AJAX Reverse utilizada.

3.2. Lógica interna.

La lógica interna modela el comportamiento del componente, es decir, procesa los eventos generados por la interacción del usuario con él, así como los eventos que llegan al componente web a través de las interfaces de comunicación. Se consigue así mostrar al usuario el estado de ese componente en el resto de instancias de la aplicación web colaborativa que lo contiene.

Es en la lógica interna donde se almacenan las credenciales del usuario que lo está utilizando (habiéndolas obtenido por solicitud o inferencia), pudiendo así adaptar la presentación del componente en tiempo de ejecución.

Aquí se define el comportamiento semántico, así como la *granularidad colaborativa* con otros componentes de la misma aplicación web

colaborativa o con otras réplicas del mismo componente web. Por granularidad colaborativa hay que entender el nivel de colaboración que permite el componente, es decir, hasta qué nivel de detalle el comportamiento publicará funciones para conocer su estado y propiedades, así como para manipularlas.

Al mismo tiempo, la lógica interna se encarga de llevar a cabo acciones en relación con los cambios que se reciben del entorno (a través de las interfaces por las que se reciben eventos). También se reciben los eventos que se generan en el propio componente al modificar sus propiedades (valor y/o conjunto). Toda esta lógica podrá implementarse de diversas maneras: un algoritmo determinista, una red neuronal, una red semántica, un árbol de navegación, lógica difusa, etc. o combinación de varias de ellas.

Es muy importante tener en cuenta que el conjunto de estados posibles estará o bien descrito como una propiedad consultable externamente, o bien como inferencia de los valores de las propiedades también consultables, y que los estados podrán reflejarse en el nivel de presentación. Por ejemplo, si el componente ha perdido la conexión a la Red, deberá de conocerse el estado off-line (sin conexión) en la presentación para que usuario sea consciente de que sus actuaciones sobre la interfaz están pendientes de enviarse a otras réplicas. El componente puede recuperarse, recibiendo y enviando los eventos que había pendientes cuando perdió la conexión. En este ejemplo se ve que existirían tres estados para el componente: conectado, sin conexión y en recuperación. Estos estados podrían contemplarse en el valor de una propiedad específica, o se podrían inferir a partir de las propiedades que aún no han podido enviar sus cambios por interacción del usuario sobre la interfaz gráfica (la Red no les permite comunicarse).

3.3. Interfaz de comunicación.

La interfaz de comunicación o interfaces de comunicación son los puntos de conexión/acceso entre la aplicación que contiene al componente y éste mismo. Son también interfaces de comunicación las operaciones para consultar datos al servidor de aplicaciones web que publica la aplicación web colaborativa y sus componentes.

Para el caso de comunicación entre el componente y la aplicación web (y viceversa) diremos que la aplicación web colaborativa está actuando como *coordinador*. Las labores de coordinación de la aplicación web permiten la cooperación entre componentes web de una misma aplicación.

Cuando la comunicación del componente web colaborativo es directamente hacia el servidor de aplicaciones, será para propagar a otras réplicas su nuevo estado (eventos de propagación de interacción). Las interfaces podrán ser:

1. De entrada, para recibir información (empleando tecnologías de subscripción en web como AJAX Reverse).
2. De salida, para el caso de envío de eventos e información (invocaciones síncronas o asíncronas de GET y POST sobre HTTP).

El número de interfaces que ha de publicar cada componente vendrá determinado por el nivel de granularidad colaborativa que tenga. Las interfaces de comunicación no pueden actualizarse en tiempo de ejecución. Cada actualización ha de propagarse en las instancias de la aplicación web que contienen el componente web.

4. Adaptación de la aplicación web colaborativa a partir de sus componentes adaptativos

Se entiende como adaptativo aquel sistema que, basado en el conocimiento, altera automáticamente aspectos de funcionalidad e interacción para lograr acomodar las distintas preferencias y requerimientos de sus distintos usuarios [1]. La técnica de trabajo que aquí se presenta permite construir la adaptación a dos niveles: 1) sobre la aplicación web y 2) en cada componente.

Debido a que la aplicación web se construye en base a componentes, en primer lugar se desarrollará el modelo de usuarios que tendrá cada uno de los componentes. Los etnógrafos, psicólogos y sociólogos, entre otros profesionales, identificarán los grupos de usuarios en base a: sus habilidades psico-motoras, competencia, capacidad de aprendizaje, comprensión de problemas, expectativas (en base a su conocimiento) y motivación [2]. Se implementarán tantos modelos de usuario para la *presentación* del componente como grupos de

usuarios hayan propuestos los especialistas. Además, existirá un modelo de usuario por defecto. Éste será aplicado a los usuarios que no tienen un modelo definido especialmente para ellos. Cada modelo de usuario está definido por las directrices que configuran el componente para cada grupo de usuarios. Estas directrices decidirán qué recursos visuales intervienen en la presentación de cada grupo de usuarios, qué eventos se generará y recibirá para modelar la interacción entre. Las tareas a desempeñar dentro del componente serían:

1. Capturar el usuario.
2. Inferir el modelo de usuario al que corresponde.
3. Seleccionar el modelo de usuario.
4. Obtener el modelo de usuario.
5. Configurar el componente según directrices del modelo de usuario obtenido.

Centrándonos en cómo es la adaptación a nivel de la aplicación web, saber que el modelo de usuario aplicable está definido por los componentes que verá cada grupo de usuarios. No todos los grupos de usuarios verán los mismos componentes, y como cada componente se adapta al usuario conseguimos que la aplicación web sea adaptada. La elección del modelo de usuario se desencadenará en el momento de *login* del usuario a partir del mismo procedimiento que lo hacen los componentes.

La colaboración de los componentes entre ellos y sus réplicas a partir de la generación y recepción de eventos por sus interfaces de comunicación hacen que la aplicación web se comporte como colaborativa y, por tanto, se entienda como colaborativa. Formalmente el diseño de la adaptación y la colaboración se llevaría a cabo con las reglas presentadas en [3].

5. Caso de estudio.

De cara a aplicar la propuesta, consideramos un caso de estudio basado en una aplicación web colaborativa para controlar los niveles de glucosa de pacientes con *diabetes mellitus* por parte de los médicos. Esta aplicación web se construye, según la propuesta presentada en la sección anterior, a partir de los tres componentes web colaborativos siguientes:

1. Listado de usuarios de un rol determinado,

2. Panel o caja de mensajes de alerta para avisar cuando un paciente se ha de atender urgentemente, y
3. Gráfica de niveles de glucosa.

Existen dos tipos de usuario potenciales: médicos y pacientes. Los requisitos establecen que los componentes webs colaborativos a los que tendrá acceso el médico serán (1), (2), (3) (véase Figura 4), y para el paciente exclusivamente el (3), es decir, sólo la gráfica de niveles de glucosa. Al acceder el usuario a la aplicación, se le mostrarán los componentes web colaborativos correspondientes. Cada componente visualizará la presentación adaptada al usuario con el que interactúa.

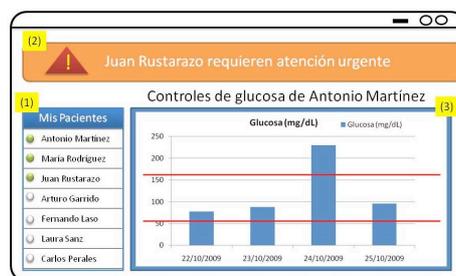


Figura 4. Aspecto de la interfaz de la aplicación web colaborativa con tres componentes colaborativos adaptados para un médico

La integración de los componentes se consigue por medio del módulo nombrado como aplicación web colaborativa en la Figura 1. Esta aplicación implementa la lógica mínima y necesaria para que unos componentes tengan conciencia de la existencia de otros. Con este fin la aplicación registra: componentes disponibles, eventos que publica cada componente y eventos a los que está suscrito cada uno de ellos.

En el diseño de cada aplicación a desarrollar se requiere de los distintos expertos implicados. Dicho diseño participativo es base en la elaboración de los componentes y su integración. El reparto de tareas se corresponde principalmente con la estructura y tipos de componentes:

- Detección de grupos de usuarios y caracterización de los mismos: etnógrafos y psicólogos.
- Presentación (recursos visuales y navegación), la desarrollarán diseñadores gráficos y de interacción y el arquitecto de información.

- Lógica interna, interfaces de comunicación y la integración de componentes, las implementarán los informáticos.

Centrándonos en el componente para el control de glucosa en un enfermo de diabetes, hemos de plantearnos que desde el momento de diagnóstico de una enfermedad crónica como esta, hasta que el paciente es capaz de interpretar los datos médicos con cierta pericia transcurre un tiempo de aprendizaje variable, implicando que el paciente, en ocasiones, no sea capaz de saber si su nivel de glucosa es adecuado, está en valores satisfactorios pero próximos al límite, o si por el contrario está fuera de sus límites aceptados. Por ello es conveniente que para el paciente se empleen imágenes que describan su estado de salud, así como un mensaje de texto con un vocabulario cercano al suyo. De igual forma, se presupone mayor capacidad de interpretación de datos de glucosa presentados en gráficas que permitan conocer la evolución de un paciente a lo largo del tiempo, indicando los valores límites de máximo y mínimo recomendados en el nivel de glucosa del paciente que se está visualizando.

El médico puede realizar un seguimiento a distancia en el que se le presenten las últimas medidas de glucosa de uno de sus pacientes (parte inferior de la Figura 4). También se le puede avisar de que algún paciente ha obtenido un(os) nivel(es) de glucosa fuera de los límites (esto corresponde al otro componente mostrado en la parte superior de la Figura 4).

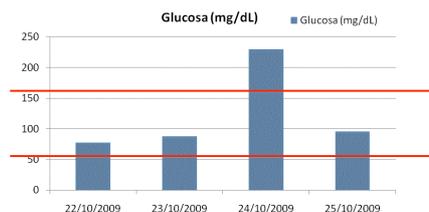


Figura 5. Componente adaptado a un médico para mostrar los niveles de glucosa relacionados con un paciente

En la *vista adaptada al médico* del componente (Figura 5) se muestran los niveles de glucosa de diferentes fechas (consecutivas para cada toma), indicando los valores máximo y mínimo recomendados. Los recursos visuales que utiliza la presentación son hojas de estilo CSS, una imagen para construir por repetición las columnas de la

gráfica, un documento XHTML, archivos de propiedades con los textos del título y la leyenda, así como el formato para la fechas del eje X, número de etiquetas en los ejes X e Y a mostrar en la gráfica. Los recursos visuales están agregados en un archivo para la vista del médico que se procesará con la lógica interna.

En principio, el paciente puede detectar anomalías en su nivel de glucosa, y tomar medidas preventivas y/o correctivas. Para ello, el sistema debe indicarle que su nivel de glucosa no es adecuado (está fuera de los límites), si está próximo a algún límite o si es adecuado. Un paciente no tiene por qué saber qué valores máximos y mínimos son adecuados para él, ni siquiera si la evolución está siendo correcta (no se le muestran sus límites recomendados). El propio componente debe adaptarse para mostrar la información adecuada a este tipo de usuario (Figura 6).

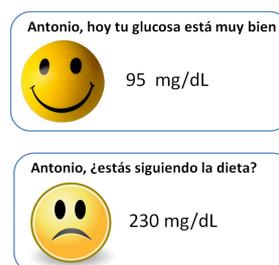


Figura 6. Componente adaptado a la vista del paciente en dos medidas diferentes

En esta vista adaptada al paciente los recursos visuales son una hoja de estilos CSS, la imágenes para indicar que el nivel de glucosa ha sido: satisfactorio, peligroso o fuera de los límites, textos a mostrar, el formato de las medidas y un documento XHTML. Los recursos visuales están agregados en un archivo para la vista del paciente.

El componente web colaborativo se adapta al usuario con el que interactúa. Para ello, los recursos visuales y las vistas que los agrupan para cada usuario (paciente, médico) están almacenados en el servidor de aplicaciones. Así pues, el navegador web sólo carga en su espacio de memoria los recursos visuales que está utilizando. Por esta razón no es relevante el número de vistas que pueda tener un componente

web ya que no se cargarán todos los recursos visuales disponibles en el navegador.

La lógica interna se implementa con Javascript para actuar sobre el objeto DOM del documento XHTML. Con Javascript se efectúan las invocaciones de AJAX y AJAX Reverse para recibir de manera asíncrona (y consecuentemente mostrar) los datos y recursos visuales. Igualmente ocurre para la propagación de la navegación entre réplicas del componente web colaborativo (la correspondiente al navegador del paciente y la del navegador del médico).

La recepción de eventos con un nuevo nivel de glucosa y el envío de alertas al superar los límites se realizará a través de las interfaces de comunicación. En el caso de un nuevo nivel de glucosa se comunicarán réplicas del componente que hemos descrito. Para el envío de alertas por superación de algún límite de glucosa, el componente web colaborativo correspondiente a los niveles de glucosa, podrá ejecutar una de las dos operaciones de comunicación siguientes:

1. Comunicar con el componente web colaborativo para presentar alarmas.
2. Comunicar con el servidor de aplicaciones que informará a las réplicas del componente que muestra las alarmas.

En el primer caso la comunicación se realizará a través de las interfaces de comunicación con la aplicación que los contiene (coordinador). En el segundo, se realiza una invocación (síncrona o asíncrona, según interese) al servidor de aplicaciones, que notificará a las réplicas que hay suscritas a él (AJAX Reverse) para que presenten el nuevo estado.

Tanto para el paciente como para el médico, la implementación del componente que presenta la información de glucosa es la misma. Sólo cambia la vista según el usuario, que puede estar predefinida dentro de los recursos visuales.

Las dos vistas obtenidas se refieren a la adaptación del componente al usuario que lo está utilizando. La réplica del componente del médico intervendrá en la réplica del paciente si el primero cambia los límites de máximo y mínimo de glucosa y propaga a otras réplicas los cambios de estado. Si el médico elevase el valor del máximo de glucosa a 231 mg/dL el mensaje al paciente así como la imagen de la cara deberían de cambiar dinámicamente y en tiempo real. Así la réplica en la interfaz que se le muestra al médico se ha

comunicado con la réplica del mismo componente en la interfaz del paciente (véase Figura 7).

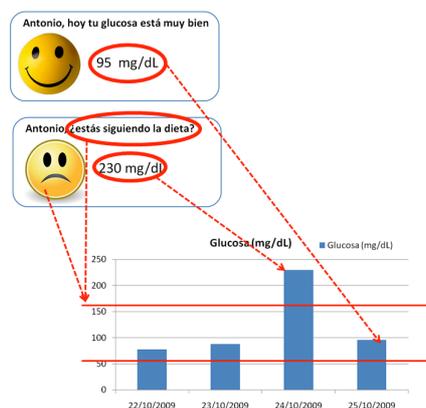


Figura 7. Adaptación de la interfaz de cada usuario dinámicamente

Si añadiésemos a este componente descrito una nueva vista, podríamos reutilizarlo en una nueva aplicación como las que manejan los ingenieros de carrera en la Fórmula 1. Nuestro componente web colaborativo mostraría, por ejemplo, el nivel de combustible de un vehículo de competición, ya que los conceptos de niveles límite de glucosa con los niveles límite del combustible son comparables.

6. Conclusiones y trabajo futuro

El diseño basado en componentes propuesto para el desarrollo de aplicaciones web colaborativas permite separar de forma organizada y flexible la implementación de cada una de las partes (presentación, lógica y datos). La propuesta resulta de la combinación de diferentes técnicas (comunicaciones síncronas y asíncronas, notificación y propagación de eventos, actualización de recursos visuales en run-time) presentes en varias tecnologías como XHTML [17], Javascript y CSS [16] sobre un servidor de aplicaciones basado en *servlets* (aplicación web), la adaptación en tiempo de ejecución de la capa de presentación se logra gracias AJAX y AJAX Reverse [5].

Esta propuesta surge debido a la necesidad de adecuar las aplicaciones web colaborativas a las tecnologías web cuyo contenido es accesible por

herramientas de lectura automática, así como ejecutables sobre diferentes navegadores sin tener que instalar aplicaciones terceras sobre el navegador (complementos y *plugins* de fabricantes como Adobe Flash o Java empujado).

La técnica de diseño basada en la estructura de componentes, como unidad mínima en el desarrollo de aplicaciones web colaborativas, se integra adecuadamente en la filosofía de la Web 2.0 gracias a las tecnologías utilizadas. Igualmente promueve el diseño y trabajo participativo entre las distintas disciplinas profesionales que intervienen.

Como trabajo futuro se va a estudiar las posibilidades que presta el nuevo estándar HTML versión 5 en el desarrollo de esta arquitectura basada en componentes, y sus implicaciones en la interacción entre otros componentes que cooperan en la aplicación web colaborativa. También se estudiará el diseño de componentes web genéricos que sirvan de plantilla para el desarrollo de otros componentes más elaborados y complejos: componente para conciencia de grupo (*awareness*), tablas colaborativas de resultados, etc. Al igual que componentes para la introducción de datos como, por ejemplo, un chat. Además, se está trabajando en la evolución de los componentes en tiempo de ejecución. Junto con estos trabajos futuros se estudiará la forma de aplicar esta técnica de trabajo al desarrollo de juegos colaborativos web.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de los proyectos TIN2008-05995/TSI y TIN2007-60199.

Referencias

- [1] Benyon, D, Accommodating Individual Differences through an Adaptive User Interface, Elsevier Science Publications in Adaptive User Interfaces – Results and Prospects, 1994.
- [2] Browne, “Why Build Adaptive Systems”, Academic Press. Adaptive Users Interfaces, 1990.
- [3] Carro R.M., A Rule-Based Formalism for Describing Collaborative Adaptive Courses, Springer Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, 2003.
- [4] Carroll J.M., Notification and awareness: synchronizing task-oriented collaborative activity, Elsevier Science Inc. International Journal of Human-Computer Studies, 2003.
- [5] Crane D., Ajax in action, Manning Publications, 2005
- [6] Hummes J., Design of extensible component-based groupware, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [7] Malone, T.W., Experiments with oval: a radically tailorable tool for cooperative work, Proceeding of CSCW ACM Press, 1992.
- [8] Message, R. Controlling Control Flow in Web Applications, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 2008.
- [9] Mesbah, A. A component- and push-based architectural style for AJAX applications, The Journal of Systems and Software, 2008.
- [10] OMG, Unified Modeling Language Superstructure versión 2.2., 2009.
- [11] Rodríguez M.L., An Approach to the Model-Based Design of Groupware Multi-user Interfaces, Springer Groupware: Design, Implementation, 2007.
- [12] Serrano A., La brecha digital: mitos y realidades, Ed. UABC, 2003.
- [13] Telefónica, La Sociedad de la Información en España 2008, Fundación Telefónica, 2008.
- [14] Vasilyeva E., Towards the Framework of Adaptive User Interfaces for eHealth, IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2005.
- [15] Wulf, W., Component-based tailorability: Enabling highly extensible software applications, Elsevier Inc. International Journal of Human-Computer Studies, 2008.
- [16] WWW Consortium, Cascading Style Sheets Level 2 Revision 1, 2009.
- [17] WWW Consortium, XHTML™ 1.0 The Extensible HyperText Markup Language (Second Edition), 2002.

Modelo basado en servicios web para la visualización de Moodle

Diego Alonso Gómez Aguilar ¹, Miguel Ángel Conde González ², Roberto Theron ¹,
Francisco García Peñalvo ²

¹Departamento de Informática y Automática

² Departamento de Informática y Automática / Instituto de Investigación en Ciencias de la Educación / Grupo de investigación GRIAL

Universidad de Salamanca, España
{dialgoag, mconde, theron, fgarcia} @usal.es

Resumen

A pesar del desarrollo de contenidos educativos, específicamente para los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), y a pesar de las diversas características que éstos proporcionan en el proceso educativo, el conocimiento de la utilización real de los participantes individuales se ha convertido en una necesidad ineludible a fin de garantizar un funcionamiento adecuado y un eficaz uso de las plataformas *eLearning*. Además, el uso de herramientas visuales altamente interactivas para el análisis de los LMS puede proporcionar el beneficio de la comprensión del proceso educativo que se encuentra registrado en la base de datos asociada con el LMS. Este camino es el seguido por el modelo y herramienta visual de análisis presentado, cuya función principal es apoyar a las plataformas *eLearning*.

Palabras clave: *eLearning*, CMS; visualización, los servicios Web, SOA.

1. Introducción

El *eLearning* es comúnmente apoyado por sistemas de gestión de contenido de aprendizaje (del inglés, *Learning Content Management Systems* (LCMS)) o sistemas de gestión de cursos (del inglés, *Course de Management Systems* (CMS)). Tales entornos basados en la formación web se caracterizan por la utilización de grandes cantidades de información, una fuerte interactividad y una libertad total de espacio y tiempo. Los LCMS y CMS almacenan un registro de las actividades de los alumnos del curso en una base de datos y por lo general, estos sistemas tienen un módulo o apartado integrado de seguimiento de estudiantes que permite al

instructor ver algunos datos estadísticos, tales como el número de accesos realizados por el alumno a cada recurso, un registro de páginas visitadas, el número de inicios de sesión para cada día y así sucesivamente.

En la actualidad, el creciente uso de las nuevas tecnologías para el apoyo al aprendizaje ha fomentado la creación de nuevas herramientas. Éstas ayudan a obtener información que no está disponible a primera vista. Analizar y comprender esta información es esencial para la mejora del proceso de aprendizaje desde el punto de vista de los responsables institucionales, proveedores de contenidos educativos, maestros y estudiantes, en general, todos aquellos que puedan beneficiarse de la utilización de instrumentos eficaces de análisis actuales plataformas de aprendizaje.

Estas representaciones visuales ayudan a los usuarios a realizar rápidamente los aspectos más destacados de sus datos. Aumentar el proceso de razonamiento cognitivo a través del análisis perceptivo por medio de representaciones visuales interactivas que permiten que el proceso de análisis y razonamiento sea más rápido y más centrado. Los profesores, padres o tutores pueden utilizar esta información para supervisar las actividades de los estudiantes y para identificar problemas potenciales. Sin embargo, la obtención y análisis de esta información puede plantear varios problemas.

Según [1-2], *Visual Analytics* es un área emergente de investigación y la práctica tiene como objetivo apoyar el razonamiento analítico interactivo a través de interfaces visuales. Esta perspectiva tiene una limitación importante para su aplicación en los LMS, la extracción de información de plataformas de aprendizaje no es una problemática trivial y en la mayoría de los

casos significa modificar directamente el código fuente el LMS y / o herramienta de visualización (*hard-coding*). Al realizar esto normalmente se establece un vínculo con la plataforma y, peor aún, con una versión específica de ésta y / o la de la herramienta, causando que para versiones futuras de cualquiera de ambas partes peligre el buen funcionamiento en la comunicación. Existen diferentes enfoques como solución a esto, esta propuesta está basada en la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) [3]. En concreto, utiliza la capa de servicios web de Moodle [4] como un proxy para el intercambio de información.

El presente artículo está organizado como sigue: La siguiente sección es una revisión de trabajos relacionados con la visualización de los sistemas CMS, la tercera sección se refiere a la presentación de las ventajas y de la importancia del uso de la visualización de la herramienta de análisis interactivo y la visualización en plataformas *eLearning*, la cuarta sección es acerca de los problemas reales dentro del uso de herramientas de análisis (visuales o no) de la interacción en los CMS, junto a la última sección se presenta una propuesta del uso de servicios web para la plataforma Moodle y cliente de visualización para el análisis de los datos de la plataforma. La última sección describe las principales conclusiones y se proponen futuras líneas de trabajo.

2. Trabajos relacionados

Visualización es un término antiguo que recientemente ha recibido un gran interés en la comunidad informática, y pronto será la principal forma de interpretar la gran cantidad de datos generados por las técnicas de las ciencias computacionales. Se le ha definido como la "formación de imágenes visuales, el acto o proceso de interpretación en términos visuales, o de representación en forma visual". Una definición recientemente añadida es: "Una herramienta o método para la interpretación de datos que se introducen en un ordenador para la generación de imágenes de complejos y múltiples conjuntos de datos multidimensionales" [5].

Visual Analytics es un campo multidisciplinario que incluye las siguientes esferas prioritarias:

- las técnicas de razonamiento analítico (que permite a los usuarios obtener una visión profunda para el apoyo directo a la evaluación, planificación y toma de decisiones);
- representaciones visuales y técnicas de interacción (que explota la amplia banda del ojo humano para que los usuarios puedan ver, explorar y entender grandes cantidades de información de forma simultánea),
- representaciones de datos y las transformaciones (que convierte todos los tipos de datos contradictorios y dinámicos sobre las formas de apoyo de la visualización y análisis),
- y técnicas de apoyo a la producción, la presentación y la difusión de los resultados analíticos para comunicar la información en el contexto adecuado para una variedad de audiencias. Todas estas zonas se explican en detalle en [2].

Para una mayor comprensión de los trabajos relacionados sobre la visualización de los datos de las plataformas *eLearning*, se debe exponer antes unos conceptos básicos: en los foros, blogs y comentarios, cada mensaje tiene un remitente, fecha y tema; un conjunto de comentarios puestos en el tema de discusión está compuesto de un comentario inicial y todas sus respuestas consecuentes se les llama hilo; por último a la persona que envió el mensaje inicial en un hilo que se llama autor.

Mazza y Milani [6] muestran el instante en que los usuarios entran en la plataforma y una representación de la frecuencia de lectura y escritura en los foros, así como el iniciador del hilo. En [7], se muestran las visitas y mensajes a través del tiempo para cada persona en un CMS, mientras que en [8], los autores presentaron un software para ayudar a analizar los aspectos temporales de los debates en línea de un curso mediante los mapas de las relaciones temporales de los debates. Por último, Mazza y Dimitrova [9] sugieren un gráfico de dispersión representando los debates en línea y una matriz para visualizar el rendimiento de los estudiantes en las pruebas relacionadas con los conceptos de dominio.

Otro grupo de obras se refirió al uso de la visualización, en lugar de información de análisis, como parte del proceso de aprendizaje o como

recurso de apoyo para los cursos [10] [11]. Dichev et al. [12] hacen uso de ontologías y proponen el despliegue de mapas temáticos, con el apoyo de la información semántica, además de su administración interactiva.

En nuestro trabajo anterior [13], se ha propuesto la visualización interactiva de las redes sociales que se forman entre los participantes en torno a una actividad en la plataforma de educación en línea. Para una revisión de los patrones de búsqueda en la interacción de las redes de aprendizaje se refieren a [14]. Por último, una obra estrechamente relacionada dado a el uso de la variable temporal con el presente artículo es [15], quien se enfocó a la visualización de las estructuras narrativas y el estilo de aprendizaje de los estudiantes en los sistemas de *eLearning* y también el uso de una línea de tiempo simple de selección de las estructuras narrativas. Otro aspecto que se visualiza es la búsqueda, edición y revisión de contenidos educativos [16].

En cuanto a la aplicación de los servicios web a plataformas de aprendizaje, y en concreto a Moodle, dentro del enfoque de SOAP, Al-Ajlan [17] muestra las ventajas del uso de Moodle con WSMS (del inglés, *Web Services Matching and Selection*) y propone que pueden aplicarse genéricamente a todas los LMS. En [18] se presenta un marco de colaboración como arquitectura general de la colaboración basada en un modelo de servicios Web para el aprendizaje.

3. Importancia y ventajas

La comparación de la percepción visual con los demás sistemas sensoriales, da como resultado que la visión es el canal sensorial primario con la que la mente construye sus representaciones. Esto es así porque "se extiende al ser humano más allá de su propio cuerpo, es el mediador de otras impresiones sensoriales, y actúa como un estabilizador entre la persona y el mundo exterior." [19]. Entre todos los estímulos visuales, los que añaden un mayor conocimiento a los conocimientos, y en el menor periodo de tiempo, son las representaciones gráficas visuales. Esta es la razón de su gran importancia en el proceso de aprendizaje.

A pesar de la promesa y el entusiasmo por las visualizaciones para el aprendizaje, se sabe relativamente poco acerca de cómo las personas

piensan o aprenden con visualizaciones y multimedia. La representación de la realidad utilizando la tecnología es, en la mayoría de los casos, una determinante en la aceptación y la comprensión de la solución a problemas complejos. La visualización amplía las capacidades cognitivas humanas.

No hay que olvidar que un estudiante en la educación virtual está actuando en un entorno virtual de aprendizaje que requiere por tanto la posibilidad y la necesidad de representar la dinámica de la interacción del proceso de aprendizaje, que son apenas visibles en la forma orgánica. A diferencia del tradicional cara a cara la educación, todas las acciones o intervenciones que toman los individuos pueden ser reutilizados y representados en la misma plataforma y se quedan registrados en la base de datos, siendo esos datos necesarios para entender las relaciones tejidas entre las personas implicadas, tales como el reconocimiento de sus respectivas actuaciones en la plataforma para la mejora del aprendizaje y estrategias de enseñanza.

Tomando en cuenta lo antes mencionado podría suponerse que las representaciones visuales son la vía más rápida y efectiva de entendimiento. Por tanto que mejor que invitar a la creación de contenidos educativos con más representaciones visuales y, por parte de este proyecto, que mejor que crear representaciones visuales para entender el proceso de aprendizaje.

Según [20], las visualizaciones y técnicas de interacción tienen como objetivo:

- facilitar la comprensión de la enorme y continuamente creciente de colecciones de datos de múltiples tipos ofrecen marcos para el análisis de datos espaciales y temporales;
- apoyar la comprensión de la información incierta, incompleta y a menudo engañosas;
- proporcionar a los usuarios y la tarea adaptables representaciones guiadas que permiten a plena conciencia de la situación, mientras que el apoyo al desarrollo de acciones detalladas;
- y el apoyo a múltiples niveles de datos y abstracción de la información, incluida la integración de los diferentes tipos de información en una sola representación.

Los entornos virtuales de aprendizaje, como espacios educativos, ofrecen una serie de posibilidades de interacción social, profesor-alumno o entre los estudiantes, a través de diferentes canales de síncrona o asíncrona. Ellos también ofrecen posibilidades de interacción con una serie de diferentes materiales educativos, pero no dan una imagen o representación general de lo que sucede en estos espacios, y mucho menos una interacción con esta imagen para obtener de ella un análisis o nuevo conocimiento útil para la mejora del proceso de aprendizaje y la explotación total del entorno utilizado o por lo menos la comprensión de éste.

4. Problemas actuales

Es de sobra conocida, como determinan los autores anteriormente mencionados, la necesidad de resolver el problema del análisis de una gran cantidad de información que se encuentra en los LMS, además de ampliar el conjunto de datos no sólo al contenido de la información ontológica, datos estadístico y estándares de los objetos de aprendizaje en *eLearning*, sino también a los datos sociológicos, la evolución temporal del contenido del curso, la interacción profesor-alumno, y las redes sociales formadas por la relación tutor del estudiante, comparación entre grupos y/o conjunto de usuarios y permitir el añadir etiquetas personales de eventos externos.

Mediante el uso de estas herramientas visuales interactivas se puede resolver este problema, pero la mayoría de las soluciones reales de la representación visual están vinculadas y embebidas en las plataformas, por tanto:

- son dependientes de éstas,
- no permiten la obtención de datos o el intercambio de éstos con otros entornos de aprendizaje,
- trabajan únicamente online
- no permiten la obtención de datos de varias plataformas simultáneamente para su comparación.

Otros controvertido problema comentado en [7], es el que expresa la violación de la integridad personal. Dado que la recuperación de la información en modelos basados en WS depende de las capacidades del perfil del usuario, este

problema no puede existir en el modelo presentado, ya que el usuario podrá analizar solamente aquello que sus privilegios como usuario de la plataforma permitan.

5. Uso de las arquitecturas SOA e interacción con la herramienta visual

Actualmente hay una tendencia hacia la modularización de los sistemas informáticos. Ésta es debida a las ventajas que incorpora, como pueden ser la independencia de desarrollo y evolución, aumento de la seguridad, desarrollo escalable, ayudando así a la reutilización, adaptación y escalabilidad de los sistemas, etc. Por otra parte, se está trabajando en la producción de *software* de servicios independientes de la implementación subyacente.

Uniendo ambas concepciones surgen las arquitecturas SOA. Entre los elementos que fomentaron el desarrollo de las arquitecturas SOA se encuentran el desarrollo de diversos tipos de aplicaciones, las redes de ordenadores, las arquitecturas cliente servidor, etc.[21]. Las arquitecturas SOA suponen un paso más en los avances en arquitecturas de sistemas de información. En su nivel más básico, las arquitecturas orientadas a los servicios son una colección de servicios que se comunican entre ellos [22].

SOA es un paradigma relativamente reciente y no está implementado en muchos sistemas que se podrían beneficiar de las ventajas que conlleva. No obstante estos sistemas legados pueden ser adaptados a la arquitectura SOA a través de un proceso de *refactoring*. Los sistemas de *software* ya existentes deben ser constantemente mantenidos y sometidos a procesos de refactorización para preservar su valor de negocio, más aun teniendo en cuenta la rápida evolución de las y tecnologías *software* [23-24].

En el ámbito educativo la aplicación de SOA va a ser útil para conseguir adaptar los LMS a las tecnologías emergentes, a los nuevos modelos de interacción, a los frameworks o a las especificaciones, para transformar de este modo estos sistemas legados en plataformas de *eLearning* basadas en servicios [25]. Es evidente, por tanto, que aplicar este tipo de arquitecturas posibilita la comunicación con las plataformas de aprendizaje de una manera transparente y segura.

5.1. Moodle enfoque de capas

Desde el punto de vista arquitectónico de Moodle está basado en un modelo-vista-controlador. Este patrón es común en las aplicaciones interactivas que evolucionan con rapidez. Esta arquitectura se complementa con otros patrones que proporcionan flexibilidad al sistema. El núcleo del sistema está estructurado en módulos, cada uno de ellos proporciona una amplia gama de funciones. Cada módulo tiene una conexión y política de acceso basado en roles. Los roles determinan los privilegios que tiene adjudicado cada uno de los usuarios de la plataforma. Esta política tiene que ser considerado en el diseño de los servicios (figura 1).

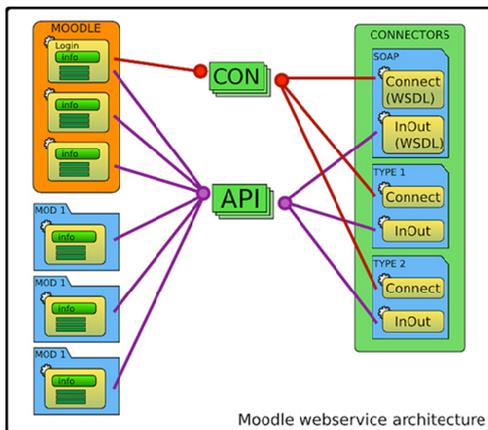


Figura 1. Arquitectura DFWS de Moodle

La adopción de SOA por parte de Moodle no es una tarea fácil, requiere de un conocimiento profundo de las bibliotecas principales de Moodle, de las funcionalidades proporcionadas, de las capacidades de cada usuario, etc. Martin Dougiamas, fundador de Moodle, encomendó en 2008 al grupo GESSI [26] el desarrollo de una nueva API para acceder a los servicios del núcleo de Moodle [27-28] con independencia de su implementación, que permanecería estable en las próximas versiones de Moodle. Esta API consiste en una serie de servicios web que encapsulan la mayor parte de las funcionalidades que una aplicación externa podría necesitar. En octubre de

2008 la capa de servicios web se integró en algunas distribuciones de Moodle a modo de prueba. Esta capa pretende ser útil para todos los desarrolladores que deseen definir aplicaciones para Moodle sin necesidad de modificar directamente el código de la plataforma LMS o de la aplicación (*hard-coding*).

A continuación se va a describir como la herramienta de visualización va a poder conectarse a esos servicios web y hacer uso de ellos para la obtención de información.

5.2. Herramienta visual.

Con el enfoque SOA, concretamente mediante el uso de los servicios Web (SW), se abre una nueva serie de posibles contextos de aplicación. Un ejemplo de esto, es el caso de esta herramienta, donde la recuperación de información de Moodle se realiza por medio de SW dotándole de una notable flexibilidad.

A raíz de este cambio en el modo de obtención de los datos, la herramienta de visualización es la evidencia de que es posible crear interfaces alternativas, administradores y clientes, lo que permite ampliar la interactividad y la interoperabilidad del eLearning con el ambiente exterior.

La visualización que se presenta es una herramienta visual interactiva que permite ser utilizada para analizar el uso y evolución de una plataforma CMS a través del tiempo.

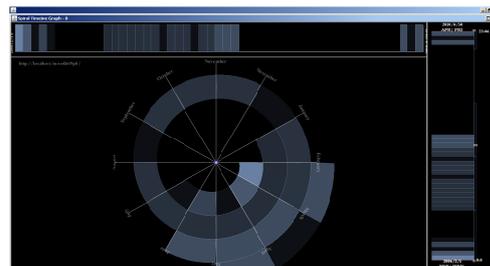


Figura 2. Aspecto inicial global de la visualización de la plataforma Moodle.

El principal objetivo de la visualización es proporcionar una representación compacta de la utilización cuantitativa temporal global del CMS, proporcionando así una visión general de la plataforma eLearning.

El aspecto global de la herramienta se puede observar en la Figura 2, y en [32] se puede encontrar la versión anterior de ésta.

Esta visualización se adapta a las necesidades del usuario, de forma que éste pueda explorar todos los periodos temporales disponibles, que van desde la vista general anual del uso de la plataforma hasta los detalles de una determinada persona o actividad dentro de un periodo de tiempo menor.

La conexión entre la herramienta y Moodle se realiza utilizando la capa de servicios web implementada en Moodle y se lleva a cabo en los siguientes pasos:

1. En primer lugar es necesario la autenticación del usuario para definir su perfil y permisos, esto es, si el usuario puede utilizar los servicios web y a que información tiene acceso.
2. En segundo lugar, el cliente puede invocar uno de los servicios web para recuperar la información de usuarios, cursos, etc.
3. Dependiendo de las capacidades de los usuarios será devuelta diferente información. La Figura 3 muestra los servicios utilizados de la API y la figura 4 uno de los servicio web de Moodle, en este caso concreto el de *logging*.

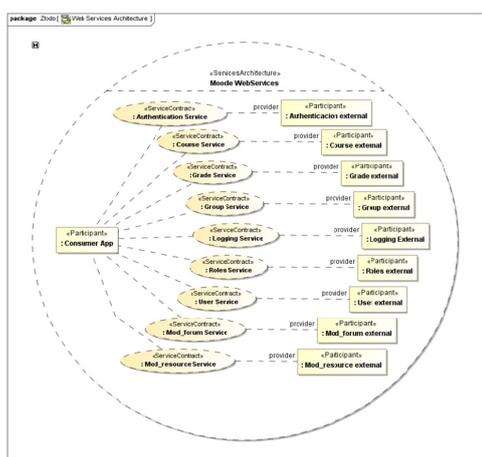


Figura 3. Servicios web de Moodle.

Estos diagramas se han modelado utilizando la especificación SOAML (arquitectura orientada a servicios Modeling Language) y el diseño en la arquitectura SOA.

Una vez obtenida la información, los datos son pre-procesados y formateados para mostrar se correctamente a través de la herramienta de visualización.

Esta herramienta visual nos permite explorar datos temporales, que en este caso se refieren a las actividades existentes en un LMS, pudiendo fácilmente representar otra fuente de datos. Cada una de estas representaciones temporales de las actividades puede ser filtrada por curso, por persona, por periodo de tiempo o por tipo de actividad con la ayuda del menú contextual (figura 7) y por medio de la interacción con la propia representación gráfica de cada elemento visualización.

La herramienta de análisis visual está constituida por tres zonas visuales, a través de éstas permite realizar tanto zooms gráficos como semánticos (el zoom semántico es aquél que cambia el tipo y significado de la información mostrada por el objeto al que nos acercamos, en lugar de limitarse a aumentar su tamaño, como hace un zoom gráfico [33]).

En su pantalla inicial, una vez conectado, la herramienta presenta la información anualmente representada, además, ofrece la posibilidad de conectarse con diversas fuentes de datos (en este caso plataformas eLearning) simultáneamente, permitiendo la comparación del desenvolvimiento temporal de diversas plataformas eLearning.

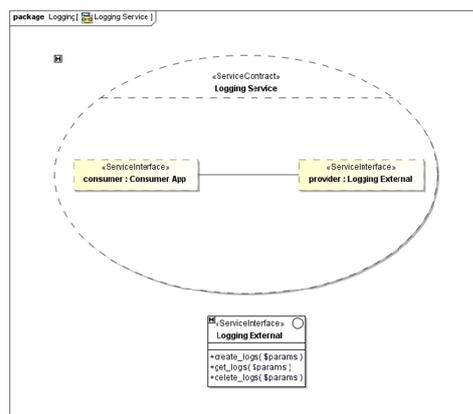


Figura 4. Contrato de registro.

Cada elemento temporal es representado con un rectángulo el cual identifica un periodo de tiempo, éste puede ser modificado en su color, su codificación del color (por curso, actividad o persona) y tamaño mediante el menú contextual (figura 7). Realizando doble clics sobre un periodo de tiempo representado con una figura geométrica se realiza un zoom semántico o con la herramienta deslizable de la visualización lineal vertical (visualización a la derecha, figura 5).

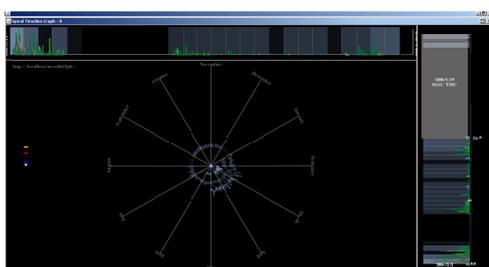


Figura 5. Visualización en espiral deformada de la representación temporal anual.

Además, con el uso del menú contextual es posible dibujar, o no, los diferentes periodos de tiempo representables (horas, días, meses, años), seleccionar, excluir o filtrar el periodo de tiempo, deformar la espiral para la búsqueda de patrones y parametrizar el significado de la longitud de la espiral, permitiendo que un giro completo (360°) en la espiral se ajuste a una duración determinada (años, meses, semanas, días), y por tanto, las unidades del nivel inferior (meses, semanas, días, horas, respectivamente) ocupen el mismo sector de la espiral facilitando el reconocimiento de patrones.

En el caso de la figura 5 el giro de la espiral representa un año, quedando cada mes en el mismo sector, logrando así resaltar que Marzo y Abril son los meses con mayor actividad.

Es importante mencionar que, mediante la representación lineal vertical de la visualización (en la figura 5 a la derecha) es posible seleccionar un periodo de tiempo específico del periodo total de los datos recuperados arrastrando la esquina inferior y superior de las figuras rectangulares opacas que difumina el periodo no seleccionado de los datos y delimitan el periodo seleccionado realizándolo. Estas características aportan una enorme versatilidad a la herramienta.

También, es preciso mencionar que, además de estar la herramienta realizada en Java, ésta se ha desarrollado de tal manera que ofrece una portabilidad enorme al ofrecer la posibilidad de utilizarse como un *Java applet* dentro de una página web o como una aplicación de escritorio.

5.3. Interacción con la herramienta

Con la finalidad de exponer la interacción de la herramienta se desarrollará un ejemplo de un pequeño caso de estudio que responderá algunas preguntas para un mejor apreciamento.

Se cuenta con una plataforma eLearning con un log de veintiséis mil doscientos cincuenta registros. En la vista general, figura 2, que una vez que tiene los datos ya pre-procesados, es la primera imagen mostrada por la herramienta y ya podemos resolver algunas preguntas, como ¿Cuál es el mes de mayor actividad? Siendo la respuesta el polígono que cuenta con mayor claridad en su color de relleno de las representaciones geométricas. Ya que en este caso éstas significan meses, y el tono del color el conteo de actividades, febrero del 2006 es el mes con mayor actividad del periodo de los datos (Feb.2006 - Abr.2010).

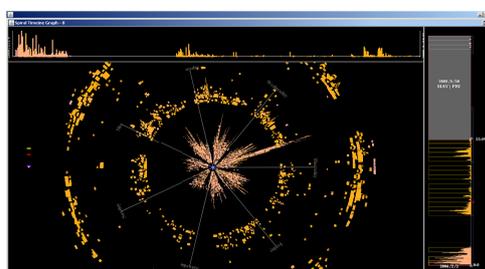


Figura 6. Representación semanal deformada de la herramienta visual.

Este sería un máximo local, pero para saber el máximo mensual global (es decir, el mes que durante todo el periodo de tiempo seleccionado acumula más actividades) se puede realizar seleccionando, en la representación lineal vertical del lado derecho, el periodo de tiempo activamente más significativo. Después con el menú contextual elegir deformar la espiral, el resultado muestra que el máximo global es Marzo, a pesar de que en la primera pantalla (figura 2) podía interpretarse que febrero o abril sería el

máximo global, cual es el mes con mayor actividad de todo nuestro periodo dado que es el sector que su representación gráfica se aleja más del centro (figura 5).

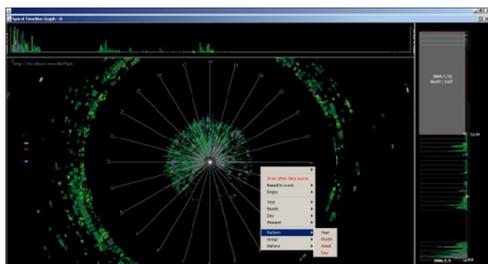


Figura 7. Menú contextual y personalización del tamaño de la herramienta.

De la misma manera, modificando el significado de un giro completo de la espiral, de tal forma que correspondan los 360° con una semana, podemos descubrir el o los días más productivos (figura 6). En esta figura podemos notar en la figura de espiral, en el centro de la imagen, tres anillos con diferentes colores que representan periodos de actividad continuada, divididos por otros anillos negros que representan periodos sin actividad. En el primer periodo de actividad se puede observar una figura que asemeja una estrella con unos de sus picos notoriamente más alejado del centro, éste sería el detalle que nos indicaría el momento en el tiempo en el que se realizó la mayor cantidad de actividad, correspondiendo en el sector de tiempo del Miércoles.

Además, si nuevamente se modificase la espiral de tal modo que el significado de los 360° correspondiese a un día, la o las horas más productivas podrían ser develadas. En la figura 7 se puede observar a una aglomeración ligeramente más densa en las horas (sectores de la espiral representando desde las 0 hasta las 24 de un día y divididos con líneas blancas) de 11 a 13 y de 16 a 17 horas. Cabe mencionar que se puede claramente observar un sector casi totalmente negro de la representación que corresponde a las horas que comúnmente la gente duerme, de 3 a 6 horas.

Para cambiar la separación que existe entre los giros de la espiral, de tal forma que se reduzca el diámetro total de ésta, es posible apoyarse en la herramienta para personalizar dicha distancia

(lado izquierdo al centro de la espiral, figura 7). Es preciso mencionar que los demás paneles, el lineal horizontal en la parte superior y el lineal vertical, también pueden ocultarse y/o personalizar su tamaño; además de poder ser usados para seleccionar, filtrar y excluir un conjunto de datos.

Otro punto importante de mencionar es la codificación del color en las unidades de tiempo más pequeñas, es decir un registro de una actividad realizada en el log de la plataforma. Ésta puede ser por curso por usuario y por actividad. Esta diferencia la podemos notar en la figura 7 (codificada por usuarios) y figura 5 (codificada por actividades). Al cambiar de una a otra podemos contestar preguntas como:

- ¿Cuál es el usuario más activo? En la figura 6, se puede notar 3 tonos diferentes que predominan en el espiral, siendo estos los usuarios más activos. Es posible saber a detalle los nombres colocándose sobre el objeto gráfico y con el clic derecho, que por efectos de protección de datos no se muestra.
- ¿Cuáles el periodo horario de actividad de un usuario en particular, o de toda la población? Se resolvería con el apoyo del menú contextual, dando clic derecho sobre el objeto gráfico que sea de interés y eligiendo filtrar sobre el submenú que lleva como nombre el periodo de tiempo, después se procedería a deformar la espiral para resaltar los patrones temporales y por último, cambiar el significado del giro de la espiral dependiendo del patrón que se deseé.
- ¿Cuál es la actividad más común? En la figura 7, se puede notar un predominante color verde, por lo que la actividad representada en ese color, sería la respuesta a esta pregunta.
- ¿Existe alguna relación horaria con el tipo de actividad?, entre otras.

6. Conclusiones

Con la posibilidad de implementar fácilmente el modelo de servicios web a cualquier plataforma Moodle, integrar una herramienta como un Java applet o aplicación de escritorio y representar,

administrar y gestionar los datos de la plataforma, resulta sencillo decir que la potencialidad que este modelo ofrece al eLearning es ilimitada, ya que se puede establecer comunicación independiente y transparente con la plataforma LMS y desarrollar herramientas no solo como esta.

Por otra parte, esta herramienta posibilita la conexión con diferentes fuentes de datos a la vez (datos que permanecen ocultos en los registros de la base de datos), siendo prudente mencionar que la versatilidad, adaptabilidad y flexibilidad del modelo y herramienta presentados es óptimo para la comparación de cursos, plataformas o usuarios, en la misma o diferente portal educativo.

Tomando como base este modelo se pretende, como trabajo futuro, ampliar el número de visualizaciones interactivas para acrecentar el potencial de la capacidad de análisis mediante la inter-conexión de éstas y desarrollar diseños más intuitivos y correlacionados para explotar la capacidad de la elaboración de deducciones por medio de representaciones visuales.

Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente soportado por el Proyecto de Excelencia de la Junta de Castilla y León GR47.

Referencias

- [1] J. Scholtz, "Beyond Usability: Evaluation Aspects of Visual Analytic Environments," *Visual Analytics Science And Technology, IEEE Symposium On*, pp. 145-150, 2006.
- [2] J. J. Thomas and K. A. Cook, "The Science of Analytical Reasoning," in *Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics*, ed: National Visualization and Analytics Ctr, 2005, pp. 32-68.
- [3] Jeff A. Estefan, *et al.* (2008, 19 01 2010). Reference Architecture for Service Oriented Architecture Version 0.3. Available: <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19679/soa-rm-cs.pdf>
- [4] M. Á. Conde González, *et al.*, "Adapting LMS architecture to the SOA: an Architectural Approach," in *Internet and Web Applications and Services ICIW 2009, In Proceedings of The Fourth International Conference on Venice/Mestre, Italy, 2009*, pp. 322-327.
- [5] B. H. McCormick, *et al.*, "Definition of visualization," *SIGGRAPH Comput. Graph.*, vol. 21, pp. 3-3 November 1987.
- [6] R. Mazza and C. Milani, "GISMO: a Graphical Interactive Student Monitoring Tool for Course Management Systems," pp. 18--19 2004.
- [7] C. Hardless and U. Nulden, "Visualizing Learning Activities to Support Tutors," pp. 312--313, 1999.
- [8] W. J. Gibbs, *et al.*, "A Visualization Tool for Managing and Studying Online Communications," vol. 9, pp. 232--243, 2006.
- [9] R. Mazza and V. Dimitrova, "Generation of graphical representations of student tracking data in course management systems," *Information Visualisation, 2005. Proceedings. Ninth International Conference on*, pp. 253-258, 2005.
- [10] G. Robling, *et al.*, "Merging interactive visualizations with hypertextbooks and course management," pp. 166--181, 2006.
- [11] T. Lauer, "Learner interaction with algorithm visualizations: viewing vs. changing vs. constructing," pp. 202--206, 2006.
- [12] D. Dicheva, *et al.*, "Visualizing topic maps for e-learning," *Advanced Learning Technologies, (ICALT) IEEE International Conference on*, vol. 6, pp. 950-951 2005.
- [13] D. A. Gómez Aguilar, *et al.*, "Understanding educational relationships in Moodle with ViMoodle," *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT 2008. 8th IEEE International Conference on*, vol. 6, pp. 954-956 2008.
- [14] M. de Laat, *et al.*, "Investigating patterns of interaction in networked learning and computer-supported collaborative learning: A role for Social

- Network Analysis," *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, vol. 2, pp. 87 - 103, 2007.
- [15] F. P. Williams and O. Conlan, "Visualizing Narrative Structures and Learning Style Information in Personalized e-Learning Systems," *Advanced Learning Technologies, (ICALT) IEEE International Conference on*, pp. 872-876, 2007.
- [16] Q. V. Nguyen, *et al.*, "A new visualization approach for supporting knowledge management and collaboration in e-learning Quang Vinh Nguyen," *Information Visualisation, 2004. IV 2004. Proceedings. Eighth International Conference on*, pp. 693 - 700, 14-16 July 2004 2004.
- [17] A. Al-Ajlan and H. Zedan, "The extension of web services architecture to meet the technical requirements of virtual learning environments (Moodle)," in *Computer Engineering & Systems, 2008. ICCES 2008. International Conference on*, 2008, pp. 27-32.
- [18] X. Qiu and A. Jooloor, "Web Service Architecture for e-Learning," *EISTA 2004 International Conference on Education and Information System: Technologies and Applications*, July 21-25, 2004 2004.
- [19] M. R. Villalba Simón, *et al.*, *Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual* vol. 1: Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). Dirección de Educación., 2000.
- [20] J. J. Thomas and K. A. Cook, "A visual analytics agenda," *Computer Graphics and Applications, IEEE*, vol. 26, pp. 10-13, 2006.
- [21] R. Ramaratnam. (2007, 29/01/2010). An analysis of service oriented architectures. *System Design and Management Program*. Available: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/42372/234382950.pdf?sequence=1>
- [22] B. R. Payne and A. J. Barrody, "Service oriented architecture. ," Rochester Institute of Technology 2006.
- [23] G. Canfora, *et al.*, "A wrapping approach for migrating legacy system interactive functionalities to Service Oriented Architectures," *Journal of System and Software archive*, vol. 81, pp. 463-480, 2008.
- [24] CSMR, "Guest Editor's Introduction. 10th Conference on Software Maintenance and Reengineering. ," *The Journal of Systems and Software*, vol. 81, pp. 461-462, 2008.
- [25] D. Dagger, *et al.*, "Service-Oriented E-Learning Platforms: From Monolithic Systems to Flexible Services," *Internet Computing, IEEE*, vol. 11, pp. 28-35, 2007.
- [26] DFWikiLABS. (2009, January). *DFWikiLABS*. Available: <http://www.dfwikilabs.org/>
- [27] MoodleDocs. (2008, January). *Development: Web services*. Available: http://docs.moodle.org/en/Development:Web_services
- [28] MoodleTracker. (2008, January). *Web service infrastructure*. Available: <http://tracker.moodle.org/browse/MDL-12886>
- [29] Moodle. (2009, February 20). *DFWikiLABS*. Available: <http://www.dfwikilabs.org/>
- [30] Moodle. (2009, February 20). *Moodle Tracker*. Available: <http://tracker.moodle.org/browse/MDL-12886>
- [31] Moodle. (2009, February 20). *Moodle Docs: Development: Web services*. Available: http://docs.moodle.org/en/Development:Web_services
- [32] D. A. Gómez Aguilar, *et al.*, "Semantic spiral timelines used as support for e-learning," *Jornal of Universal Computer Science (j-jucs)*, vol. 6, 2009.
- [33] D. Modjeska, "Navigation in Electronic Worlds: Research Review for Depth Oral Exam David Modjeska Department of Computer Science," ed, 1997.

WallShare: Un sistema colaborativo multi-puntero para dispositivos portables

Pedro González, Ricardo Tesoriero, José A. Gallud, Gabriel Sebastián

Grupo de investigación LoUISE,

Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, España

{pedro.gonzalez, ricardo.tesoriero, jose.gallud}@uclm.es, gsebas.rivera@gmail.com

Resumen

Se presenta un nuevo sistema para mejorar las posibilidades de colaboración entre los participantes de reuniones presenciales y grupos de trabajo, llamado WallShare. WallShare es un nuevo dispositivo de interacción y una nueva plataforma de desarrollo para aplicaciones colaborativas. El sistema propuesto provee una zona compartida que es mostrada a través de un proyector sobre una superficie como puede ser una pared. Los usuarios pueden colaborar a través de la zona compartida haciendo uso de sus propios dispositivos móviles, tales como teléfonos móviles, PDAs, ordenadores portátiles, etc. Para trabajar sobre la zona compartida, los usuarios tienen un cursor asociado que le permite compartir cualquier tipo de fichero, como pueden ser imágenes o documentos. Se ha demostrado que WallShare hace útil el uso de interfaces de usuario distribuidas. La evaluación de la usabilidad también nos demuestra que los usuarios de WallShare pueden realizar un conjunto de tareas con eficiencia, productividad y satisfacción.

Keywords: HCI, IU Distribuida, dispositivos móviles, modo de interacción.

1. Introducción

Hoy día el uso de los dispositivos móviles está ampliamente extendido entre los usuarios [5], condición que motiva a la aparición de nuevos dispositivos de interacción, principalmente en el mercado de entretenimiento. Los dispositivos tradicionales, tales como teclados, pantallas y ratones parecen estar quedándose obsoletos y están siendo gradualmente sustituidos por nuevos

dispositivos apoyados en formas de interacción natural o gestual.

Algunos investigadores intentan buscar una respuesta a la pregunta de cómo la tecnología puede mejorar la vida de las personas. Este proyecto está enfocado en cómo mejorar la colaboración en reuniones presenciales o en grupos de trabajo haciendo uso de los dispositivos portables.

En este artículo presentamos la aplicación WallShare, un nuevo sistema colaborativo que es controlado a través de dispositivos portables. WallShare permite a los usuarios colaborar mediante la compartición del mismo escritorio para realizar actividades colaborativas como compartir documentos, imágenes o vídeos en el mismo lugar y tiempo.

WallShare implementa el concepto de interfaz de usuario distribuida de forma que la interacción realizada por el usuario, sobre su dispositivo móvil, afecta tanto a la interfaz privada de su dispositivo como a la compartida.

Este artículo está organizado de la siguiente forma. La sección de trabajo relacionado describe otros trabajos que se pueden encontrar en la bibliografía relacionados con esta área de investigación, enfocándonos principalmente en interfaces de usuario distribuidas, el diseño de nuevos dispositivos de interacción y el diseño de aplicaciones colaborativas. La sección de motivación de WallShare comienza con los objetivos del sistema y discusiones sobre algunas tecnologías inicialmente comentadas. La sección de descripción de sistema introduce el sistema desde el punto de vista de la funcionalidad, arquitectura e implementación y finalmente, se discuten algunos beneficios. La sección de soporte a interfaces de usuario distribuida explica por qué WallShare está orientado hacia una interfaz distribuida. La sección de dominios específico de

aplicación presenta otros escenarios de aplicación para WallShare, y finalmente, la última sección presenta las conclusiones y trabajos futuros.

2. Trabajo relacionado

El trabajo relacionado está enfocado en los siguientes campos de investigación: interfaces de usuario distribuidas, el diseño de nuevos dispositivos de interacción y el diseño de aplicaciones colaborativas.

El modelado y diseño de interfaces de usuario distribuidas (DIU) está facilitando la complejidad para manejar la interacción de los usuarios con dispositivos heterogéneos en entornos móviles y dinámicos. El desarrollo de nuevos dispositivos que soportan los modelos de DIU propuestos proveen a los usuarios una interfaz dividida en diferentes dispositivos e introduce nuevas posibilidades de interacción y colaboración [3, 14, 19].

La distribución de una interfaz en diferentes localizaciones se puede observar también en los sistemas de escritorio tradicionales, donde varias pantallas se pueden utilizar para extender la interfaz de usuario de una sola aplicación. La investigación presentada en [13, 1] va más allá de múltiples sistemas sencillos de pantalla. WallShare es similar a la propuesta Dynamo [7], con menos puntos de acceso.

Algunos trabajos hacen uso de interfaces de usuario distribuidas para migrar recursos o parte de un sistema entre diferentes plataformas, como en el trabajo presentado por Bharat & Cardelli [1]. El paradigma Pick&Drop ofrece forma sencilla de copiar y pegar recursos entre dispositivos móviles haciendo uso de una red inalámbrica y es también una propuesta interesante que hace uso de interfaces distribuidas [12].

Desde el punto de vista del diseño de nuevos dispositivos de interacción, este trabajo cubre las dos perspectivas software y hardware y los trabajos más relevantes en esta línea son descritas a continuación. La ReacTable es un nuevo dispositivo tangible basado en una interfaz de mesa para componer música [8]. Otros dispositivos similares han aparecido durante los últimos meses. Por ejemplo, Touchpad Pro [18] permite a los usuarios controlar un puntero. Sin embargo, no tiene soporte multi-puntero.

Otra alternativa que persigue el mismo objetivo es Control Mac [2], mediante el cual, los usuarios del iPhone controlan presentaciones remotamente. Microsoft Multipoint [10] es un SDK de desarrollo que permite crear sistemas multi-puntero para controlar diversos cursores de forma remota usando dispositivos de ratón.

En [16], un sistema de interacción basado en tecnología RFID permite a los usuarios móviles (usuarios con un dispositivos móvil) interactuar con paneles interactivos. Estos paneles son paneles tradicionales de información que han sido enriquecidos con etiquetas RFID permitiendo tanto recuperar información como añadir nueva información a través de gestos del usuario.

Otro trabajo interesante es el presentado en [17], donde se describe una aplicación móvil para mejorar la experiencia de los visitantes dentro de un museo. Hay trabajos similares que intentan resolver el problema de posicionamiento de usuarios espacios cerrados usando diferentes tecnologías.

Desde el punto de vista de los sistemas colaborativos, tenemos que resaltar el diseño de los sistemas de reunión electrónicos (EMS) [11] que permite reunirse a los participantes para realizar tareas colaborativas a través de dispositivos electrónicos embebidos en la sala.

La mayoría de los trabajos mencionados anteriormente relativos a dispositivos de interacción son normalmente usados en aplicaciones colaborativas.

WallShare difiere de los trabajos comentados en esta sección en la forma en la que ofrece a los usuarios un nuevo mecanismo de interacción para facilitar las tareas colaborativas como por ejemplo compartir recursos. Como se explica más adelante, la novedad de WallShare reside en el soporte multipuntero.

3. Motivación de WallShare

Nuevos dispositivos y sistemas de interacción, algunos de ellos descritos en la sección anterior, han aparecido para cumplir un objetivo específico (entrenamiento, trabajo, etc.) en un contexto dado. En esta sección explicamos la motivación que nos ha llevado a la creación de WallShare y su contexto.

Hay un punto de partida común en el origen de muchos de los nuevos dispositivos de

interacción, el evidente y continuo crecimiento del uso de los dispositivos móviles y los sistemas inteligentes en la vida cotidiana de los usuarios. Las posibilidades de interacción de los usuarios depende de diferentes factores, como la capacidad de conectividad de sus móviles y otros dispositivos inteligentes de su entorno.

Una segunda motivación es la necesidad de introducir capacidades colaborativas en los dispositivos móviles. Estas nuevas funcionalidades pueden ser alcanzadas añadiendo hardware especial en los dispositivos móviles y/o desarrollando software que ofrece funciones colaborativas usando el hardware especial.

El tercer ingrediente en muchos sistemas de éxito es la capacidad de los usuarios para cambiar el contexto usando el dispositivo móvil. Esta capacidad puede reflejarse a la hora de compartir recursos, jugando a juegos colaborativos, o actuando en el entorno físico (encender una luz).

Como se ha explicado en secciones previas, hay muchos ejemplos de sistemas que explotan estos tres ingredientes: conectividad, movilidad y sensibilidad al contexto. Microsoft Surface y Nintendo Wii hacen uso de dispositivos móviles para permitir a los usuarios interactuar con una mesa inteligente o una pantalla. Los EcoPanels emplean un panel sensorizado para permitir a los usuarios interactuar a través de sus dispositivos móviles.

Nuevos mecanismos de interacción necesitan tecnología hardware poco común, especialmente en aplicaciones sensibles al contexto. Por ejemplo, el sistema EcoPanels necesita que los dispositivos móviles integren un lector RFID, la ReacTable y Microsoft Surface necesitan cámaras infrarrojas, Nintendo Wii usa un mando remoto que hace uso de diferentes tecnologías, etc. Esto hace que el despliegue de estas aplicaciones sea crítico.

Los párrafos anteriores han establecido los retos que se persiguen con WallShare. Adicionalmente, los requisitos no funcionales del sistema han sido definidos y son los siguientes:

- Dispositivos móviles comunes: El sistema no debería requerir tener integrado hardware específico o poco aceptado en los dispositivos móviles de los usuarios.
- Protocolo de comunicación común: El sistema debería usar protocolos comunes o populares como puede ser la Wi-Fi o Bluetooth.

- Las acciones de los usuarios deberían influir en el entorno: los usuarios deberían interactuar con otros usuarios e influir en el entorno de alguna forma.
- El sistema como plataforma: el sistema no debería ser una aplicación aislada sino un framework para implementar diferentes aplicaciones.

En la próxima sección se explican las principales características de WallShare y las tecnologías seleccionadas teniendo en cuenta estas requisitos.

4. Descripción del sistema

En esta sección se describe el sistema WallShare. En primer lugar se presenta la funcionalidad software, después se describe la arquitectura del sistema y finalmente, se exponen algunos detalles sobre las características de implementación.

4.1. Funcionalidad del sistema

WallShare es un sistema cliente-servidor basado en una zona compartida que es proyectada en una pared o pantalla, la cual es claramente visible por los participantes de una reunión. La Figura 1 muestra la zona compartida con cinco punteros asociados a cinco usuarios.



Figura 1. Zona compartida de WallShare con diferentes punteros representando diferentes usuarios

Funcionalidad del cliente

La aplicación cliente es una aplicación móvil que se ejecuta en los dispositivos móviles de los participantes para compartir recursos a través de una zona compartida.

Para acceder al sistema WallShare, los participantes descargan e instalan la aplicación

cliente en su dispositivo desde el servidor de WallShare. Esta aplicación es actualizada automáticamente cuando una nueva versión es desplegada en el servidor. La aplicación cliente es mostrada en el Figura. 2.

Para interactuar con el sistema, los participantes conectan sus dispositivos a la aplicación servidora. Cuando los participantes conectan con WallShare, reciben un doble *feedback*, un sonido desde la máquina que hace de servidor y un puntero representando al usuario en la pantalla.



Figura 2. Cliente móvil de WallShare

Un interesante aspecto de WallShare es la posibilidad de ofrecer a cada participante la capacidad de controlar el movimiento de un cursor que le representa en la pantalla simplemente realizando gestos de arrastrar sobre la pantalla del dispositivo. De este modo, los usuarios pueden usar el dispositivo móvil como un dispositivo X-Pointer.

Además, los participantes conectados pueden descargar y enviar recursos desde y hacia la zona compartida. Así, los participantes comparten recursos a través de una zona compartida.

Para realizar esta tarea, los usuarios seleccionan los recursos desde el dispositivo móvil a través de la aplicación cliente y los envía realizando un simple gesto. Cuando el recurso ha sido enviado, es mostrado en la zona compartida.

A la hora de descargar recursos desde la zona compartida, un participante sitúa el puntero sobre el recurso a descargar, realiza un doble-clic sobre la pantalla del dispositivo móvil y el recurso indicado se descargará a su dispositivo.

WallShare permite a los usuarios añadir notas en la zona compartida en forma de *post-its* (ver

Figura 3.a). Estas notas son realmente útiles para resaltar información que es relevante para la reunión. Las notas son un interesante forma de mostrar información anónima.

Un sistema de chat es ofrecido por la aplicación WallShare con el objetivo de enviar información que podría o no ser relevante para la reunión (ver Figura 3.b). A diferencia que las notas, los mensajes del chat están asociados a su autor. Los mensajes son mostrados en la esquina inferior izquierda de la pantalla.



Figura 3. (a) Mensaje de chat y (b) Post-it

Cuando los usuarios se desconectan del sistema, ellos vuelven a recibir un doble *feedback*: un sonido desde la máquina que hace de servidor, y el puntero que representa al usuario desaparece de la pantalla.

Funcionalidad del servidor

La aplicación servidora ofrece funcionalidad que es muy útil para los participantes que lideran la reunión de cara a controlar el aspecto de la zona compartida.

Esta funcionalidad incluye:

- Personalización del tapiz de la zona compartida: el sistema permite la adaptación de la zona compartida al entorno de acuerdo a, por ejemplo, las características de iluminación de la sala de reunión o los participantes (por ejemplo daltónicos). Esta funcionalidad también podría ser utilizada para distinguir diferentes reuniones dentro de una misma sala.
- Habilitar o deshabilitar el chat ganando espacio de la zona compartida cuando la funcionalidad del chat no es requerida. Además permite evitar situaciones en las que los participantes abusan del chat.
- Reordenación de los recursos compartidos evitando que se solapen unos encima de otros. La reordenación de los recursos se realiza automáticamente y la disposición de forma aleatoria y animada.

- Limpieza de la zona compartida enviando los recursos a la papelera de reciclaje. Esta funcionalidad podría ser utilizada para establecer un punto inicial durante la reunión. La Figura 1 muestra la zona compartida con la presencia de diferentes usuarios y recursos compartidos.

4.2. Arquitectura del sistema

WallShare es una aplicación cliente-servidor. De este modo, WallShare está basado en dos sistemas, como puede verse en la Figura 4:

- El sistema servidor
- El sistema cliente

El sistema servidor

El principal objetivo del sistema servidor es proveer la comunicación, compartición de recursos y los servicios de coordinación de los sistemas cliente.

El sistema servidor se ejecuta en un ordenador de escritorio que es conectado a una red inalámbrica a través de una conexión Wi-Fi o Bluetooth. También está conectado al sistema de visualización, por ejemplo, un proyector o una gran pantalla, para soportar la visualización de la zona compartida (ver Figura 5). En el caso de usar una pantalla interactiva puede enriquecer de forma considerable la interacción con el sistema.

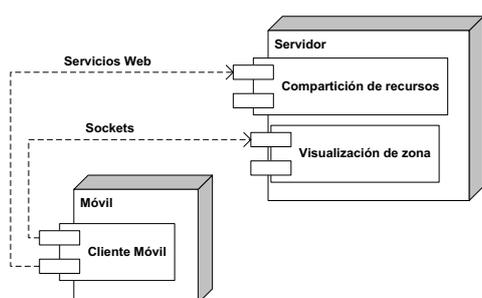


Figura 4. Aplicación cliente-servidor

El sistema servidor está compuesto de dos componentes básicos:

1. El componente de compartición de recursos
2. El componente de visualización de la zona compartida

El componente de compartición de recursos es el encargado de realizar la transferencia de recursos entre las aplicaciones cliente y servidor. Los

recursos se transfieren cuando los usuarios descargan/envían recursos desde/a el servidor. Esta comunicación es realizada utilizando tecnología de Servicios Web.

Por otro lado, el componente de visualización de la zona compartida es el encargado de sincronizar y mostrar las acciones de los clientes, como puede ser el movimiento de los cursores.

Para realizar la sincronización de las acciones de los clientes se actúa de la siguiente manera: cada cliente es gestionado por un proceso separado y cada uno de estos procesos realizan peticiones a un proceso principal encargado de la orquestación de todas las acciones sobre la interfaz.

Además, este componente es el responsable de mostrar los recursos enviados a través del componente de compartición de recursos.

Para mejorar el rendimiento, se ha decidido implementar la comunicación entre los clientes y el componente de compartición de recursos mediante sockets.

El sistema cliente

El principal objetivo del sistema cliente es proveer al servidor las acciones de los participantes a través de una sencilla interfaz para compartir recursos durante una reunión.

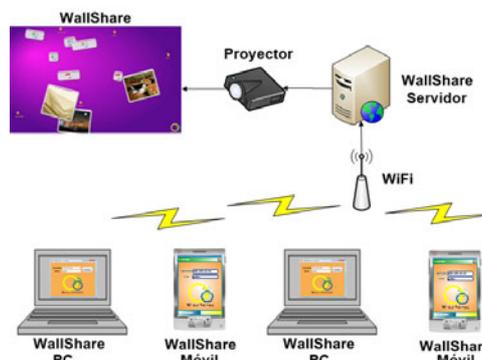


Figura 5. Despliegue de WallShare

La aplicación cliente se ejecuta en el dispositivo móvil del usuario y se conecta a la aplicación servidora a través de una red inalámbrica.

El cliente está conectado a los componentes del servidor de acuerdo a la tarea que se está realizando. Para descargar o enviar un recurso, los

clientes se conectan al componente de compartición de recursos a través de Servicios Web.

Sin embargo, para realizar acciones sobre la zona compartida (mover el cursor, enviar una nota, enviar un mensaje de chat, etc.), el cliente se conecta al componente de visualización de la zona compartida del servidor a través de sockets para mejorar el rendimiento debido a que los comandos enviados requieren poca información y el protocolo de socket añade poco datos extra.

4.3. Características de implementación

En esta sección se describe cómo fue implementado el prototipo de WallShare. La Figura 6 muestra el diagrama de clases de la aplicación servidora.

Así, el modelo de la aplicación servidora de WallShare está compuesto de las siguientes clases:

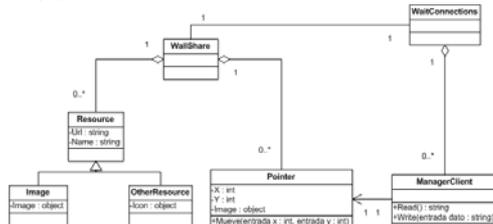


Figura 2. Diagrama de clases de WallShare (lado del servidor)

WallShare. La clase WallShare gestiona los recursos compartidos y los punteros que mueven los usuarios.

Resource. La clase abstracta Resource representa cada recurso que puede ser compartido en WallShare. Clases específicas son Image y OtherResource.

Image. La clase Image representa un recurso imagen.

OtherResource. La clase OtherResource representa un recurso diferente a una imagen. Image es diferente de OtherResource por que Image muestra una imagen y OtherResource muestra el icono de la aplicación que abre el recurso.

Pointer. La clase Pointer representa cada puntero controlado por el usuario. Un puntero es representado por su posición (X e Y) y un icono.

WaitConnections. La clase WaitConnections espera las conexiones de las aplicaciones cliente y crea una instancia de ManagerClient por cada conexión.

ManagerClient. ManagerClient es la clase responsable de enviar/recibir los datos hacia/desde las aplicaciones cliente.

El diagrama de secuencia mostrado en la Figura 7 explica cómo es establecida una conexión entre un cliente y el servidor.

Cuando un cliente es conectado al WallShare, el objeto WaitConnections envía una petición al objeto WallShare, el cual es responsable del control de los punteros, solicitando crear un nuevo puntero. El objeto WaitConnections también crea una nueva instancia de ManagerClient, la cual controlará la comunicación entre WallShare y este nuevo cliente conectado. Como los clientes realizan las acciones en sus dispositivos móviles, las acciones son enviadas y recogidas por el ManagerClient asociado. Estas acciones son aplicadas al sobre el puntero del cliente correspondiente.

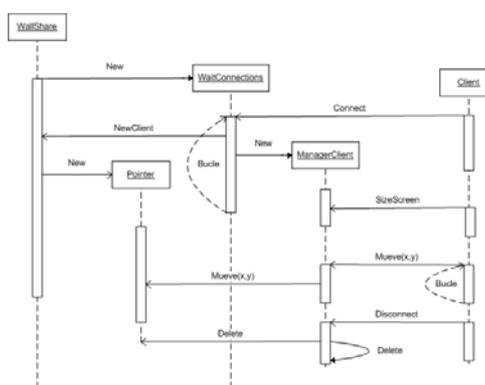


Figura 3. Diagrama de secuencia de WallShare

Mientras los punteros representan a los usuarios en la zona compartida, los recursos representan los objetos (imágenes, documentos de texto, hojas de cálculo, etc.) que son intercambiados a través de la aplicación. Las imágenes son mostradas directamente en la zona compartida. El resto de recursos son mostrados usando sus respectivos iconos.

El prototipo ha sido implementado utilizando dispositivos móviles con sistemas operativos Microsoft Windows Mobile y Microsoft Windows XP. La aplicación de escritorio ejecutada en el

servidor ha sido desarrollada haciendo uso de Microsoft .NET Framework 3.0 y Windows Presentation Foundation (WPF).

Desde el punto de la infraestructura hardware, el servidor de WallShare requiere un video proyector, una zona de proyección como puede ser una pared o una gran pantalla, un punto de acceso Wi-Fi o Bluetooth y una máquina servidora. Las aplicaciones cliente pueden ser desplegadas sobre cualquier dispositivo portable como puede ser un teléfono móvil, PDA, laptop, PC etc., soportando conectividad Wi-Fi o Bluetooth.

4.4. Beneficios y resultados esperados

Si nos fijamos en la sección de Motivación de WallShare, la lista de requisitos puede ser identificada:

- Dispositivos móviles comunes: WallShare no requiere ningún hardware especial o poco común.
- Protocolo de comunicación común: WallShare utiliza protocolos de comunicación ampliamente extendidos como son el Wi-Fi o Bluetooth.
- Las acciones de los usuarios deberían influir en el entorno: En WallShare, la interacción de los usuarios influye en el zona compartida, de este modo el usuario influye en el entorno.
- El sistema como plataforma: Este aspecto será explicado en una sección más adelante.

WallShare mejora la interacción y colaboración entre los participantes de las reuniones o grupos de trabajo. En particular, algunas ventajas notables de este enfoque son los siguientes:

- WallShare soporta multi-puntero sobre la zona compartida.
- WallShare funciona sobre dispositivos móviles y también sobre laptops y PCs.
- WallShare extiende la funcionalidad de los dispositivos móviles (por ejemplo, el tamaño de la pantalla).
- Permite a los usuarios compartir recursos: documentos, video y audio.
- Es intuitivo y amigable: implementa una interacción natural.

El tiempo de respuesta del sistema es lo suficientemente bueno como para que los

movimientos del puntero del dispositivo móvil del usuario se correspondan con los movimientos del puntero sobre la zona compartida.

Las acciones, como por ejemplo el doble-clic en la pantalla del dispositivo móvil, son mapeadas en comando similares en la zona compartida (seleccionar, compartir, etc.).

El despliegue de la aplicación cliente es sencilla y puede ser realizada descargando la aplicación directamente del servidor de WallShare desde el dispositivo móvil.

WallShare ha sido probado con usuarios reales y se ha obtenido mucho *feedback*. Esta información fue utilizada para mejorar la primera especificación de la aplicación. Además, WallShare mejora las propuestas existentes, como las expuestas en la sección 2, incluyendo la posibilidad de compartir recursos, o usar una red Wi-Fi para conectarse al sistema y controlarlo en lugar de utilizar dispositivos de ratón.

5. Soportando interfaces de usuarios distribuidas

Como se mencionó en la sección de trabajo relacionado, el uso de DUIs en entornos móviles es un concepto muy interesante. El objetivo principal de una DUI es facilitar las tareas que quieren realizar los usuarios móviles ofreciendo una configuración óptima de recursos de interacción de forma interconectada. En este caso, los recursos de interacción interconectados son las pantallas de los dispositivos móviles y la pantalla compartida.

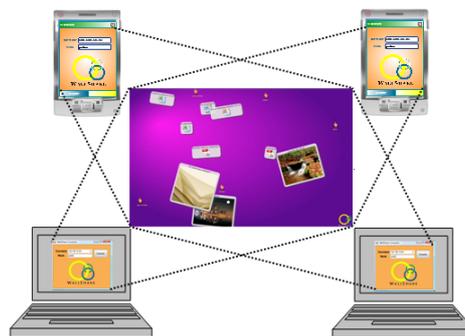


Figura 4. Implementación de interfaces de usuario distribuida para WallShare

Los dispositivos móviles tiene generalmente una pantalla reducida. WallShare extiende la interfaz de los dispositivos móviles con la interfaz proyectada.

Los usuarios pueden trabajar con sus dispositivos y cuando mueven el ratón sobre la aplicación cliente, el cursor asociado en la zona compartida se mueve también de forma sincronizada. De este forma los usuarios ven la zona compartida común de WallShare como una extensión de la interfaz de su dispositivo.

La Figura 8 muestra la visión de WallShare desde el punto de vista del paradigma de interfaz de usuario distribuida. Muestra un ejemplo donde cuatro usuarios diferentes interactúan utilizando sus propios dispositivos y compartiendo una zona pública común. El espacio que ocupa la aplicación cliente en sus dispositivos representa la totalidad de la zona compartida.

6. Dominios específicos de aplicación a WallShare

WallShare no debe verse como una aplicación aislada sino que debe verse como un conjunto de aplicaciones específicas de dominio con necesidades de colaboración similares. Esto significa que WallShare puede crear plataforma, llegando más allá de una aplicación para facilitar las reuniones presenciales.

Algunos de los escenarios sobre los que se puede aplicar son presentados a continuación:

- **Juegos:** WallShare puede ser fácilmente aplicado al campo de los juegos colaborativos donde varios usuarios comparten objetivos comunes. Un puzzle es un buen ejemplo de juego donde aplicar WallShare. Todos los usuarios ven la evolución del puzzle y colaboran colocando las diferentes piezas del puzzle.
- **Educación:** Un gran número de aplicaciones WallShare pueden ser definidas para ayudar a realizar actividades educativas. Un grupo de estudiantes realizan colaborativamente una tarea que consiste en asociar la imagen de un animal con su descripción.
- **Entretenimiento:** Restaurantes, cafes o pubs pueden usar WallShare para ofrecer a sus clientes un servicio mediante el que pueden compartir sus recursos (imágenes o vídeos) mientras pasan el rato con sus amigos.

- **Ciencia:** WallShare puede ser utilizado en trabajos en grupo para crear documentos en reuniones de *brainstorming*.

7. Evaluación de usuario

El test de usuario es una actividad necesaria cuando se proponen nuevos dispositivos o técnicas de interacción. La dificultad viene a la hora de elegir un método de evaluación, pues los más recientes aspectos definidos van a ser evaluados con precisión.

En esta sección presentamos los resultados de la evaluación de usabilidad de WallShare basada en el estándar ISO 9126-4 [6]. Específicamente, nos hemos centrado en la efectividad, la productividad y la satisfacción, como los principales factores que influyen en concepto de la calidad en el uso.

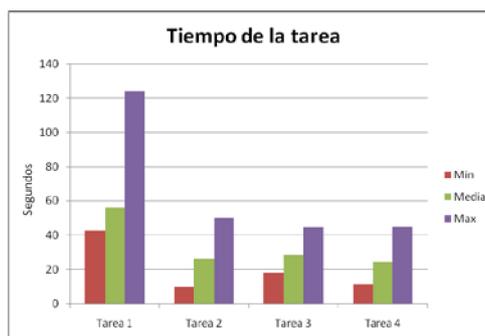


Figura 5. Tiempo de la tarea (valor medio, máximo y mínimo) expresado en segundos

La efectividad se ha medido utilizando estas tres métricas: Efectividad, Porcentaje de completitud de la tarea, y Frecuencia de errores. Para medir la Productividad, hemos usado el Tiempo de tarea y la Eficiencia de tarea. La Satisfacción se ha medido usando un cuestionario basado en la propuesta SUMI [9].

El experimento ha sido definido de la siguiente manera: A un grupo de 17 usuarios –de un rango de edades comprendido desde los 19 y los 47 años– no tecnológicamente expertos, les hemos pedido que realicen cuatro tareas: (1) Instalar la versión cliente de WallShare y autenticarse, (2) Compartir un recurso (subir y descargar), (3) Añadir una nota con un texto específico, (4) Enviar un mensaje al chat

compartido, con un texto específico. Adicionalmente, les hemos pedido a los participantes que rellenen el cuestionario de satisfacción basado en SUMI.

En esta sección presentamos los resultados más representativos. La Figura 9 muestra la métrica de productividad Tiempo de la Tarea. Los valores de tiempo máximo y mínimo, nos muestran la medida del intervalo de confianza del valor medio. Podemos apreciar que, una vez que la aplicación cliente ha sido instalada, los usuarios no han tenido problemas para usar el sistema.

La Figura 10 muestra la métrica Eficiencia de la Tarea como se define en la ISO 9126-4 (relación entre Efectividad de la Tarea y Tiempo de la Tarea).

Los resultados de satisfacción mostraron que el 77,4% de los usuarios dieron una opinión positiva del uso de WallShare, el 15,2% de los usuarios se mostraron neutros y el 7,4% no sintieron satisfechos usando WallShare.

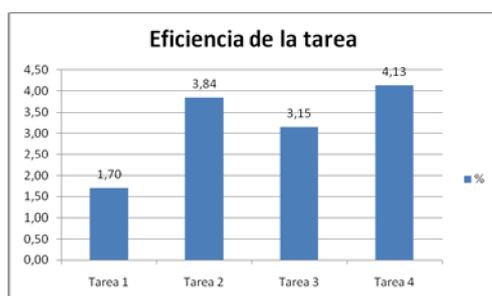


Figura 6. Eficiencia de las tareas. Cada resultado muestra la media de la eficiencia de cada tarea

8. Conclusiones y trabajo futuro

Este artículo presenta un innovador sistema colaborativo multi-usuario que aporta una nueva forma de interactuar a través de diversos dispositivos, con el objetivo de facilitar el trabajo en grupo y reuniones presenciales.

WallShare toma las ventajas del paradigma de interfaces de usuario distribuidas donde las acciones de los usuarios, realizadas desde la interfaz de sus dispositivos, son compartidas en la interfaz pública común.

Por medio de WallShare, un grupo de personas participantes en una reunión o trabajo en grupo pueden compartir documentos realizando

uso de un simple gesto sobre su dispositivo móvil. WallShare ha sido diseñado, implementado y probado con usuarios reales con buenos resultados. WallShare extiende la funcionalidad de los dispositivos de hoy en día, como pueden ser los teléfonos móviles, PDAs, laptops o PCs.

WallShare también crea plataforma, la cual permite la posibilidad de aplicar el sistema en otros dominios de aplicación como entretenimiento, juegos, educación, etc.

WallShare ha sido probado con un grupo de usuarios no técnicos obteniendo un elevado grado de satisfacción. Las métricas utilizadas nos muestran que los usuarios pueden realizar las tareas con eficiencia, productividad y satisfacción. Tras los resultados obtenidos se puede intuir que compartir recursos con WallShare es más eficiente que compartir recursos mediante Bluetooth, comparativa que se llevará a cabo como parte del trabajo futuro.

Como trabajo futuro incluimos el desarrollo de una nueva versión que sea compatible con otros sistemas operativos para móviles.

Referencias

- [1] Bharat, K.A., Cardelli, L.: *Migratory Applications Distributed User Interfaces*. In: Proc. of ACM Conf. on User Interface Software Technology UIST'95. ACM Press (1995) 133–142.
- [2] Control Mac. <http://www.soydemac.com/2008/03/18/control-ar-un-mac-desde-el-iphone/>
- [3] Coutaz, J., Balme, L., Lachenal, C., Barralon, N.: *Software Infrastructure for Distributed Migratable User Interfaces*. UbiHCISys 2003 Workshop on UbiComp 2003, 2003.
- [4] Hinckley, K., Ramos, G., Guimbretiere, K., Baudisch, P., Smith, M.: *Stitching: Pen Gestures that span Multiple Displays*. In AVI '04: Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, pages 23–31, 2004.
- [5] International Telecommunication Union. *Measuring the Information Society*. 2010. Último acceso el día 27/05/2010. http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2010/pdf/PR08_ExecSum.pdf

- [6] *ISO/IEC 9126-4: Software Engineering - Software product quality -Part 4: Quality in use metrics.* October 2002.
- [7] Izadi S, Brignull H, Rodden T, Rogers Y, Underwood M (2003): *Dynamo: a public interactive surface supporting the cooperative sharing and exchange of media.* Proc. 16th ACM UIST '03. ACM, New York, pp 159
- [8] Jorda, S. et al.: *ReacTable: Exploring the Synergia between Live Music Performance and Tabletop Tangible Interface.* Proc. Of TEI 2007, ACM , pp. 139-146. 2007.
- [9] Kirakowski, J., Corbett, M.: "SUMI: the Software Usability Measurement Inventory", in: *British Journal of Educational Technology*, Vol. 24 No. 3, 1993.
- [10] Microsoft Multipoint. <http://www.microsoft.com/unlimitedpotential/TransformingEducation/MultiPoint.msp>
- [11] Nunamaker, J. F., Dennis, A.R., Valacich, J.S., Vogel, D.R., George, J.F.: *Electronic meeting systems*, *Communications of the ACM*, v.34 n.7, p.40-61, July 1991
- [12] Rekimoto, J.: *Pick-and-Drop: A Direct Manipulation Technique for Multiple Computer Environments.* In: Proc. of UIST'97. ACM Press, New York (1997) 31–39
- [13] Rekimoto, J., and Saitoh, M., *Augmented surfaces: A Spatially Continuous Work Space for Hybrid Computing Environments.* In *Proceedings of CHI'99*, 1999.
- [14] Tandler, P., Prante, T., Müller-Tomfelde, C., Streit, N., Steinmetz, R.: *ConneCTables: Dynamic coupling of displays for the flexible creation of shared workspaces.* Proceedings of the 14, Annual, ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'01), pages 11–20, 2001.
- [15] Terrenghi, L., Quigley, A., Dix, A., A taxonomy for and analysis of multi-person-display ecosystems. *Personal and Ubiquitous Computing* (2009). Springer-Verlag, 13:583-598.
- [16] Tesoriero, R., Tébar, R., Gallud, J. A., Penichet, V. M. R., Lozano, M.: *Interactive EcoPanels: Paneles Ecológicos Interactivos basados en RFID.* Proceedings of the IX Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador Interacción 2008. ISBN: 978-84-691-3871-7; pp 155-165.
- [17] Tesoriero, R.; Gallud, J. A.; Lozano, M. D.; Penichet, V. M. R.: *A Location-aware System using RFID and Mobile Devices for Art Museums.* Fourth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems. IEEE/CS Press. IARIA-ICAS 2008. Páginas 76 - 81. 2008.
- [18] Touchpad Pro. <http://www.touchpadpro.com/>
- [19] Vandervelpen, C., Coninx, K.: *Towards model-based design support for distributed user interfaces.* In Proceedings of the third Nordic Conference on Human-Computer Interaction, pages 61–70. ACM Press, 2004.

A framework to design gestural user interfaces

Iván Ramos-Muñoz, Valentín Cardeñoso-Payo

Department of Computer Science

University of Valladolid

{ivan,valen}@infor.uva.es

Abstract

In this short communication, we will show ongoing work on the definition and development of a new framework which eases the development and evaluation of user interfaces which include hand gestures as input mode. This kind of framework could be useful also as a means to devise systems oriented to the development of skills related to handwriting or gestural communication.

1 Introduction

Graphical User Interfaces (GUI) represented a key contribution for the structured development of application interfaces. Using a graphical metaphor, complex command languages were avoided and user interaction with applications was more natural and relied almost completely on self-training.

Nevertheless, computers and digital devices still challenge the design of easier to use and to learn interaction paradigms. Multimodal systems are a step forward in improving human-computer interaction. Combination of different input and output modes and channels, a great boosting in the human-computer interaction cycle is foreseen.

Gesture input is one of the most important input modalities, already in the basis of several legacy input devices, like mice and trackballs. General gesture capturing devices and their use in the structured design of application interfaces is the main focus of this contribution.

GUIs are designed on top of a software

framework, which provides a set of canonical input components (widgets) and an architectural reference style for the assembly and communication of those components into applications. Each widget has a clearly defined functionality and behavioral style which is exploited when designing the application interface.

This component-based approach could also be applied to gesture input, provided we could experimentally decide on the set of different gestures we are going to use in an application. For that aim, we need a developing environment which allows us to capture and classify different user-dependent realizations of each gesture class and to later include a gesture functional widget related to each class into our application. The key contribution of this work is one such framework.

Hands movement and gesture production is a friendly and natural way for humans to provide input to a computer application. It provides a means for people with special needs to access computer applications and devices.

Section 2 describes related works about graphical user interfaces and gesture recognition systems. Gestural User Interface components are explained in section 3. Discussion on the framework opportunities is presented in section 4.

2 Related works

Bolt opened the multimodal interaction era three decades ago [1]. "Put-That-There" showed how the combination of speech and gesture could provide augmented usability and

better user experience. Since then, several contributions have promoted the development of theoretical frameworks [9, 17] and practical solutions to key multimodal issues [3, 12, 15], among others.

Although historical achievements on graphical interaction and use of pointing devices goes back to the 60's [16, 4], Graphical User Interfaces (GUI) were first proposed in 1981 at Palo Alto Research Institute of Xerox (Xerox PARC) [6]. SmallTalk-80 implementation of "Xerox Start" [7] introduced the WYSIWYG paradigm and the desktop metaphor, in which user interfaces are conceived as a structured aggregate of well defined functional interaction components (widgets or gadgets).

A key aspect of gesture input is related to gesture acquisition and recognition. A gesture is usually acquired by means of a specific device or using a computer vision front-end which track movements and convert them into a device-independent time sequence of vectors of features which include raw spatial, kinematic and dynamic parameters [10].

Although well known pattern recognition techniques have been applied to gesture recognition [13, 14], few contributions focus on building complete systems to support development of gesture inputs [2].

3 Designing a gUI

We propose that the design of Gestural User Interface (gUI) grounds on a framework of gesture components with clearly assigned functionalities. Each component has and associated gesture model which abstracts a given user movement, by means of an embedded gesture recognizer. Thus, application development would follow well known component based programming approaches.

Each gUI component has a two stage life cycle: creation of gesture models and assembling the component into a given application. The first stage will be carried out by means of a gesture modeling tool, described below. Using a given gesture component in an application would mimic the well known programming model used for GUIs.

To illustrate our proposal, we have used Wiimote to capture hands movement. It is a widespread and very affordable device which has a lot of possibilities [8] and an increasing amount of research activity around [5, 11]. Wiimote works both as a classical pointer (using the row of infrared LEDs on top of screen) and a movement tracking device. As a gesture device, it records movements in 3D and built-in accelerometers measure g-force in X, Y and Z axes.

3.1 Modeling gUI components

Creation of gesture models can be seen as a variant of a pattern classification problem. Given some set of recorded movements associated to the same gesture, we want to associate all of them to this same gesture, which should be different of the ones associated to other movements.

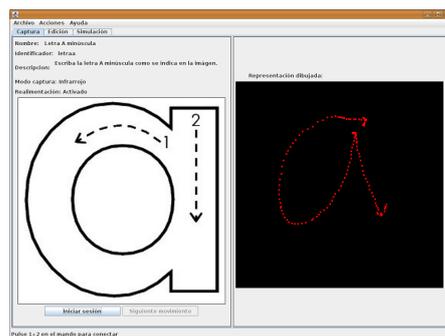


Figure 1: Screen shot of record gesture application.

As part of our framework, we have developed an application which allows the designer to load a database of gesture models and then guides the recording of hand movements of a given user corresponding to each model. For each recording, a graphical explanation is given to the user along the lines prescribed by the designer (see figure 1). The user can exercise as many times as she wants, using the visual feedback of the tool. When she decides she is ready, a valid recording is stored for the model and a new recording (for the same model or for a new one) is started.

After enough samples of movements for each user and model have been recorded, the reference movements for each model can be extracted using well known pattern classification methods. The reference movement for any given model will be later used to test against a real input, in order to decide which gesture was produced by the user.

The application, written in Java, supports loading and storing any models database and switching the classification algorithm. Each model can be associated to an arbitrary list of events which will be triggered to the hosting application when the corresponding component is connected into it.

3.2 Using gUI components

When developing an application, our framework (see figure 2) will be configured with a dictionary of gesture models created using the previous tool. Application will use gestures as controller objects.

When a gesture is recognized by the framework, the application will receive an event. Events can have several types and they can be associated to different application events. If the framework detects a circle gesture, application is notified and the event associated to that gesture is triggered (e.g. a select action).

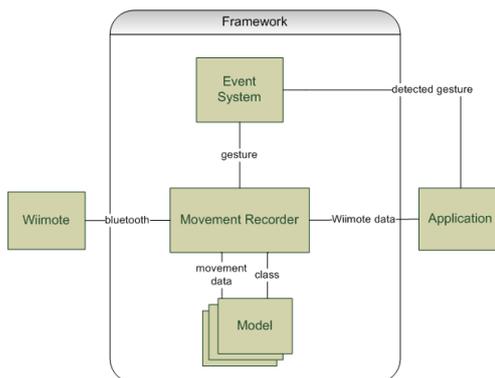


Figure 2: Architecture of the Framework.

4 Discussion

This framework can be a useful starting point to support research on gesture modeling and recognition.

Since the best set of gestures for each application and input device is usually chosen experimentally, our tool can ease the design of alternative gesture dictionaries for the same application, providing a way to record new gestures and create new gUI components. It could be useful to explore the meaning of several gestures in different application and cultural scenarios, supporting research on the definition of standard gesture dictionaries for HCI.

For each input device or technology, the tool allows testing a bunch of gesture classification methods in order to choose the best alternative. Having a large number of users and gestures is crucial to get good generalizing classification results.

Using our gUI framework, a user interface is made of a set of input gesture components, like a normal GUI is composed of active widgets. However, gUI components and GUI widgets do have differences. The main one is related to the lack of a definite graphical feedback associated to each component. Hence, it will be very important that the application takes care of graphical or sound feedback so that the user knows what input gesture is expected at each moment.

A final point is related to research into the integration of gesture input with other modes. Integrating with spoken input and output could provide an adequate 'user-in-the-loop' experience and an excellent feedback mechanism on expected gestures.

5 Conclusions

We present a framework to support the process of developing dictionaries of input gestures to be included and used in an application as typical GUI components. The gUI abstraction, based on the correspondence between graphical input widgets and gesture model widgets, seems to be appropriate and favors input de-

vice independence.

Our reference prototype uses Wiimote, which shows very good opportunities in several application scenarios. It helps capturing gestures and building gesture models to be included in reference gesture dictionaries for different scenarios.

Acknowledgements

This work has been partially supported by Conserjería de Educación of Junta de Castilla y León, under research contract no. VA077A08.

References

- [1] Richard A. Bolt. "Put-that-there": voice and gesture at the graphics interface. In *Proceedings of the 7th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pages 262–270, Seattle, Washington, United States, 1980. ACM.
- [2] Jordan Brindza, Jessica Szweda, Qi Liao, Yingxin Jiang, and Aaron Striegel. WiiLab: bringing together the nintendo wiimote and MATLAB. In *Proceedings of the 39th IEEE international conference on Frontiers in education conference*, pages 1373–1378, San Antonio, Texas, USA, 2009. IEEE Press.
- [3] Harry Bunt. Issues in multimodal Human-Computer communication. In *Multimodal Human-Computer Communication: Systems, Techniques, and Experiments*, page 1. 1998.
- [4] Douglas C. Engelbart and William K. English. A research center for augmenting human intellect. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, pages 395–410, San Francisco, California, 1968. ACM.
- [5] Luigi Gallo, Giuseppe De Pietro, and Ivana Marra. 3D interaction with volumetric medical data: experiencing the wiimote. In *Proceedings of the 1st international conference on Ambient media and systems*, pages 1–6, Quebec, Canada, 2008. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
- [6] Jeff Johnson, Teresa L Roberts, Us West, Advanced Technologies, William Verplank Idtwo, David C Smith, Charles H Irby, Marian Beard, Metaphor Computer Systems, and Kevin Mackey Xerox. The xerox star: A retrospective. *IEEE COMPUTER*, 22:11–29, 1989.
- [7] Alan Curtis Kay. *The reactive engine*. PhD thesis, The University of Utah, 1969.
- [8] J.C. Lee. Hacking the nintendo wii remote. *Pervasive Computing, IEEE*, 7(3):39–45, 2008.
- [9] J. C Martin, R. Veldman, and D. Bérroule. Developing multimodal interfaces: A theoretical framework and guided propagation networks. *Lecture Notes in Arti Intelligence 1374: Multimodal Human-Computer Communication*, page 158–187, 1998.
- [10] Thomas B Moeslund and Erik Granum. A survey of computer Vision-Based human motion capture. page 73, 1999.
- [11] Takeshi Nakaie, T. Koyama, and M. Hirakawa. Development of a collaborative multimodal system with a shared sound display. In *Ubi-Media Computing, 2008 First IEEE International Conference on*, pages 14–19, 2008.
- [12] Sharon Oviatt. Ten myths of multimodal interaction. *Commun. ACM*, 42(11):74–81, 1999.
- [13] Thomas Schlömer, Benjamin Poppinga, Niels Henze, and Susanne Boll. Gesture recognition with a wii controller. In *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction*, pages 11–14, Bonn, Germany, 2008. ACM.
- [14] O. Schreer, R. Englert, P. Eisert, and R. Tanger. Real-Time vision and speech driven avatars for multimedia applications. *Multimedia, IEEE Transactions on*, 10(3):352–360, 2008.
- [15] Frank Steinicke, Gerd Bruder, and Harald Frenz. A multimodal locomotion user interface for immersive geospatial information systems. 2009.
- [16] Ivan E. Sutherland. Sketchpad: a man-machine graphical communication system. In *Proceedings of the May 21-23, 1963, spring joint computer conference*, pages 329–346, Detroit, Michigan, 1963. ACM.
- [17] D. Tzovaras and Niels Ole Bernsen. *Multimodal User Interfaces. Signals and Communication Technology (Chapter 2)*. Springer, 2007.

Pósteres y Demostraciones

Diseño de una mano mecánica para deletreo dactilológico en LSE

Victor Vaquero Alberto Sanchez
Guillermo González de Rivera Fernando López-Colino

Departamento de Ingeniería Informática

Escuela Politécnica Superior

Universidad Autónoma de Madrid

28049 Madrid

victor.vaquero@hctlab.com

alberto.sanchezgonzalez@uam.es

guillermo.gdrivera@uam.es

fj.lopez@uam.es

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de una mano robótica cuyo objetivo será representar las distintas configuraciones de las lenguas de signos (LS). Se muestra el diseño realizado de una novedosa estructura antropomórfica con la capacidad de generar una amplia variedad de movimientos precisos. También se mostrará el propósito de este desarrollo dentro del contexto general de un proyecto mucho más amplio, que será la construcción de un androide intérprete de LS.

1. Introducción

El trabajo actual se centra en el diseño y construcción de una mano robótica. Las lenguas de signos (LS) se definen en base a distintos Parámetros Fonéticos [2]. Este proyecto se centrará en uno de ellos: la *Configuración*, que define la forma de la mano en la representación del signo. Por otro lado, ésta implementación se enmarca dentro de un proyecto mucho más amplio, que persigue como objetivo final la construcción de un androide mecánico con la capacidad de representar LS.

2. Estado del arte

Actualmente existen varias alternativas a estudio a la hora de contruir una mano mecáni-

ca antropomórfica. En un principio, habrá que tener en cuenta la finalidad que se le dará (manipulación física, gesticulación...), lo que condicionará las distintas decisiones a la hora de realizar el diseño y la elección de los elementos actuadores (que proporcionen los movimientos a las distintas partes de la estructura) así como los materiales.

Una de las aproximaciones posibles, es el desarrollo puramente mecánico a través de motores y engranajes capaces de transmitir los movimientos deseados a las articulaciones (mano NAIST [3], mano MA-I [5]). En dichos ejemplos se obtiene para cada dedo tres grados de libertad (DOF) considerados como ejes de aplicación de movimientos. Cabe destacar que en ambos ejemplos los movimientos de abducción/aducción y flexión/extensión de la articulación metacarpofalángica (MP) se realizan mediante dos motores en giro simultáneo y una serie de engranajes diferenciales consiguiendo los dos ejes de movimiento de forma simultánea en un mismo punto. Además, se realiza una simplificación que atiende al estudio de la anatomía humana, haciendo que el movimiento de la articulación distal (DIP) sea solidario al de la articulación media (PIP).

Otros diseños, como la mano SHADOW [1], incluyen actuadores neumáticos que realizan una contracción al inflarse, provocando sobre la estructura un movimiento similar al de los músculos humanos. Siguiendo esta línea, tam-

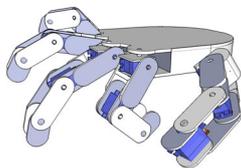


Figura 1: Diseño infográfico de la mano mecánica

bién se han desarrollado manos [4] con actuadores de Shape Memory Alloy (SMA) como los alambres de *nitinol*, que tienen la capacidad de contraerse al verse sometidos al paso de corriente eléctrica.

3. Desarrollo realizado

Como se ha expuesto en la sección 2, y dadas las necesidades de precisión, control de posición, y estabilidad de éste desarrollo, en la fase de diseño se ha decidido utilizar servomotores como actuadores, y fibra de vidrio en la estructura. El desarrollo ha de prestar especial atención a la cantidad y calidad de movimientos para imitar los realizados por la mano humana, por tanto, el primer reto ha sido la creación de un modelo en 3 dimensiones con un diseño que proporcione dicha libertad de movimiento (Figura 1). El modelo utiliza tres servomotores para cada dedo: el primero, en la palma, genera los movimientos de abducción y aducción, el segundo, en la base del dedo, proporciona los movimientos de flexión y extensión del dedo completo, y el tercero, en la articulación PIP, genera la flexión y extensión de las articulaciones media y distal de forma simultánea.

Tras esta primera fase, se ha pasado a la construcción de un primer dedo funcional (Figura 2). Para ello, se han diseñado y construido cada una de las piezas con ayuda de un programa CAD y una fresadora.



Figura 2: Prototipo del dedo mecánico

Tras el ensamblaje, se ha implementado el manejo y control de los servomotores, y probado todas las posiciones posibles conociendo las capacidades de movimiento de los dedos humanos. Se han diseñado algoritmos de control sobre las velocidades de movimiento de las articulaciones para conseguir que cada dedo de forma independiente, llegue a la vez a la posición final de la configuración representada.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado el diseño de una mano mecánica con capacidad para representar las configuraciones de las LS. Se ha mostrado la fase actual del desarrollo y situado dentro de un amplio proyecto consistente en la creación de un androide mecánico capaz de representar la LSE.

Referencias

- [1] COMPANY, S. R. *Shadow Dexterous Hand C5 Technical Specification*, May 2008.
- [2] HERRERO BLANCO, A. *Gramática Didáctica de la Lengua de Signos Española (LSE)*, 1 ed. Ediciones SM, 2009.
- [3] JUN UEDA, MASAHIRO KONDO, T. O. The multifingered naist hand system for robot in-hand manipulation. *Mechanism and Machine Theory* (2010), 224–238.
- [4] KYU-JIN CHO, J. R., AND ASADA, H. Sbc hand: A lightweight robotic hand with an sma actuator array implementing c-segmentation. In *IEEE International Conference on Robotics and Automation* (2007).
- [5] SUÁREZ, R. Mano mecánica ma-i. *XXIV Jornadas de Automática* (10-12 de Septiembre 2003).

Métricas en 4 principios con un objetivo, accesibilidad para todos en la web 2.0

Henry León Pérez Virgen
Estudiante de ingeniería de sistemas y
computación
Universidad Tecnológica de Pereira
Colombia
hlperez@utp.edu.co

Fabián Andrés Sabogal
Ocampo
Estudiante ingeniería de sistemas y
computación
Universidad Tecnológica de Pereira.
Colombia
fabian963@utp.edu.co

Saulo De Jesús Torres R.
Ingeniero Eléctrico, M. Sc. Física
Profesor guía
Profesor Ingeniería de Sistemas
Universidad Tecnológica de Pereira
Colombia
Estudiante Doctorado
Ingeniería del Software
Universidad Pontificia de Salamanca
sede Madrid.
saulo.torres@etp.net.co

Resumen

En el trabajo para facilitar el acceso a la Web de las personas con discapacidad por medio de la interacción hombre – ordenador del siglo XXI se generó un proyecto para evaluar los diferentes sitios web de acuerdo a las recomendaciones dadas por la W3C, ANAWE busca ver el estado de cumplimiento de la accesibilidad de las páginas web en Colombia, basándose en la directriz WCAG 2.0 del 11 de Diciembre del 2008.

1. Introducción

Existe en la actualidad una gran cantidad de personas con algún tipo de discapacidad, no solo en Colombia sino también en el mundo entero [1].

Esta gran cantidad de población no debe quedar por fuera de la interacción hombre – ordenador, más aún hoy día donde la globalización mundial de la información, también debe ser permisible para esta población discapacitada. La creciente integración económica política y cultural de los distintos países del siglo XXI, ha generado un movimiento que extiende también las manos para la participación activa de las personas con discapacidad. Por tal razón distintos gobiernos y organizaciones comenzaron a actuar para proteger y garantizar el acceso de la información a dicha población.

Hasta el momento en Colombia, no hay ninguna regulación que establezca la obligatoriedad del cumplimiento de las Directrices de Accesibilidad para sitios Web, pero se están

haciendo avances como lo es el decreto 1151 del 14 de abril del 2008.

1.1. Accesibilidad Web

Posibilidad de que un producto o servicio web pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso [3].

Al ser la Web un recurso muy importante en aspectos como: trabajo, educación, salud, etc. Es necesario que sea accesible para cualquier tipo de usuario con igualdad de condiciones y proporcionando un acceso para todos a la información [4].

2. Proyecto “Anawe”

Nace con la iniciativa de recolectar la evidencia necesaria para probar que la mayoría de las páginas web en Colombia no son accesibles. A partir de esta hipótesis se planificaron algunas etapas con las cuales se tendrán evaluaciones permanentes de los niveles de accesibilidad Web en Colombia. Se espera que con estos conocimientos de los niveles de accesibilidad se promuevan acciones tendientes a favorecer la igualdad en el acceso a la información para todas las personas en el país, equiparando así, mejores oportunidades de desarrollo para las personas con discapacidad, facilitando su inclusión con calidad y competencia incrementando la calidad de vida en nuestra sociedad.

3. Mejoramiento continuo

En el proyecto ANAWE es importante la información recolectada ya que con esta se podrá elaborar las estrategias necesarias para que las diferentes páginas web puedan ser totalmente accesibles, además de lograr un seguimiento riguroso en el cual se pueda observar el cambio del estado de la accesibilidad con respecto al tiempo.

Por otra parte la información almacenada servirá como prueba para la búsqueda de la igualdad en el acceso a la información, motivando inicialmente a los sitios web gubernamentales y educativos a aplicar estas pautas y posteriormente a todos los tipos de sitios web en el país. Por consiguiente también mejorando la calidad de vida para las personas discapacitadas, contribuyendo en el avance y la mejora de nuestra sociedad.

4. Modo de Evaluación

Para realizar la evaluación de los diferentes sitios web, primero hay que recolectarlos, por lo cual se desarrolló una aplicación la cual capturaba todos estos sitios de forma automática. Una vez teniendo estos sitios web se realiza la evaluación teniendo como base las pautas WCAG 2.0, dicha información es almacenada.

La información almacenada servirá como prueba para la búsqueda de la igualdad en el acceso a la información, motivando inicialmente a los sitios web gubernamentales y educativos a aplicar estas pautas y posteriormente a todos los tipos de sitios web en el país.

5. Visión a futuro del proyecto “Anawe”

Se tiene previsto que para el segundo semestre del 2010 se tenga en marcha el prototipo ya que ANAWE es un proyecto que sale de dos estudiantes de pregrado de la Universidad Tecnológica de Pereira, por lo cual después de esto se comenzará con la tarea de concientización dentro de nuestro país, para tener en cuenta los resultados obtenidos y se tome acciones pertinentes para solucionar esta problemática. Se planea a futuro ampliar este proyecto y hacer este mismo análisis a otros países, posteriormente se

planea ofrecer servicios especializados para el mejoramiento de los sitios Web

6. Conclusión

- Con la información histórica es más sencillo implementar procesos continuos de mejoramiento para el estado de la accesibilidad web y que se fomente el uso de pautas para la accesibilidad web en Colombia.
- En la actualidad no existen leyes concretas para la accesibilidad web que hagan cumplir con los diferentes parámetros y pautas.
- Es necesario empezar un proceso para la creación de al menos un espacio para poder fortalecer los conocimientos en el área de accesibilidad web para poder dar apoyo a los diferentes sitios web de Colombia.

Referencias

- [1] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Disability and Rehabilitation Team [en línea] <<http://www.who.int/disabilities/en/>> [citado en 5 de septiembre de 2009]
- [2] Dane. (s.f.). Censo 2005 Discapacidad en Colombia. Obtenido de <<http://www.dane.gov.co/files/censo2005/discapacidad.pdf>>.
- [3] NOSOLOUSABILIDAD.COM. Qué es la Accesibilidad Web [En línea], [Publicado 14 de Julio, 2003]. Disponible World Wide Web: <<http://www.nosolousabilidad.com/articulos/accesibilidad.htm/>>.
- [4] WEB ASSESSIBILITY INITIATIVE. Introducción a la Accesibilidad Web [En línea]. Disponible World Wide Web: <<http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility/>>.
- [5] WEB ASSESSIBILITY INITIATIVE. Introducción a las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web (WCAG) [En línea]. Disponible World Wide Web: <<http://www.w3c.es/traducciones/es/WAI/intro/wcag/>>.
- [6] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) [En línea]. Disponible World Wide Web: <<http://www.w3.org/TR/WCAG/>>.

Una Propuesta de Interfaz de Creación de Servicios en Dispositivos Móviles Basada en el Lenguaje Natural Escrito

Gabriel Sebastián
Instituto de Investigación en
Informática de Albacete
Campus Universitario, s/n
02071 Albacete
gsebas.rivera@gmail.com

José A. Gallud
Dept. de Sistemas Informáticos
Escuela Superior de Ingeniería
Informática de Albacete
Univ. de Castilla-La Mancha
02071 Albacete
jose.gallud@uclm.es

Ricardo Tesoriero
Dept. de Sistemas Informáticos
Escuela Superior de Ingeniería
Informática de Albacete
Univ. de Castilla-La Mancha
02071 Albacete
ricardo.tesoriero@uclm.es

Resumen

Este trabajo aborda el problema derivado del diseño de interfaces para la creación y consumo de servicios en dispositivos móviles, teniendo en cuenta aspectos como las reducidas dimensiones de la pantalla en estos dispositivos. Este aspecto es clave ya que el usuario debe ser capaz de definir la lógica de un servicio de manera consistente y completa. En este trabajo presentamos un nuevo paradigma de creación de servicios utilizando el lenguaje natural escrito (CSLNE). Este paradigma está pensado para que se pueda realizar dicho diseño de servicios desde el propio terminal móvil, para que pueda ser utilizado por usuarios no expertos, y con el objetivo de que las definiciones de los nuevos servicios sean fácilmente publicables y compartibles.

1. Descripción del demostrador CSLNE

Supongamos que un usuario quiere definir un servicio que inicialmente muestre su posición GPS en un mapa; tiene claro lo que quiere, pero lo irá plasmando poco a poco, introduciendo "partes" coherentes del funcionamiento de su servicio, e irá después haciendo añadidos y arreglos.

Decide empezar incorporando a su servicio un mapa, y como al principio el asistente le ofrece obligar a empezar con una acción, empieza escribiendo "Mostrar un mapa".

Mientras estamos definiendo un servicio, cada vez que nos dispongamos a añadir una nueva "palabra", el usuario debe pulsar previamente la "barra espaciadora" (de la misma manera que en el lenguaje escrito utilizamos los espacios para separar las palabras de una oración, en este caso de la definición de un servicio), lo cual es bastante

intuitivo y conecta con el modelo mental del usuario.

Al empezar cada nueva "palabra", el sistema nos dirá los posibles "caminos" a seguir, ayudándonos de esta manera a construir la definición del nuevo servicio –por lo menos– de forma "gramaticalmente coherente". Así, siguiendo el ejemplo, tras escribir "Mostrar" y pulsar la barra espaciadora, el usuario vería el asistente de la Figura 1.



Figura 1. Ejemplo de guía de caminos.

Después, cuando el usuario está escribiendo "mapa" (map) el sistema le despliega varias opciones posibles a elegir "Google Maps", "Nokia Maps", etc., y selecciona la primera (Véase la Figura 2).



Figura 2. Ejemplo del sistema predictor.

Si el sistema ha dado por válida la frase "Mostrar Google Maps", el servicio ya puede funcionar, aunque de momento no tiene mucho

sentido el mostrar un mapa de Google en una posición por defecto (Véase la Figura 3).



Figura 3. Ejemplo de servicio validado correctamente.

Ahora, el usuario quiere mostrar su posición GPS, y decide añadirlo a la frase; cuando escribe un espacio, el sistema le despliega una guía de posibles caminos a seguir durante la composición de la definición; en nuestro ejemplo, el asistente le ofrecería 2 posibles caminos: “en la coordenada...” o “con mi posición GPS”, y el usuario elegiría esta última opción.

Un ejemplo de servicio creado con el nuevo paradigma se puede ver en la Figura 4.

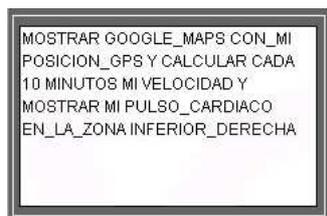


Figura 4. Ejemplo de definición de un servicio.

Si un posible "camino" está en MAYÚSCULAS, bastará con pulsarlo (con el puntero o con el dedo) para incorporarlo a la definición sin necesidad de escribirlo.

En el caso de que el usuario comience a escribir el nombre de un "componente", el sistema nos ofrece aquellos cuyo nombre incluya los caracteres que llevemos escritos en cada momento. Nos podemos mover por las "palabras" sugeridas (en este caso componentes), pulsando las flechas (de arriba y de abajo) o con los botones del móvil.

Cuando el usuario descubre una "palabra" preseleccionada que queremos incorporar a la definición, tenemos que pulsar ENTER o el botón central del móvil. Para esto, también basta sencillamente con pulsar sobre la palabra en cuestión.

El botón DELETE del teclado virtual, nos permite –mientras escribimos– poder borrar los

últimos caracteres tecleados, para corregir una equivocación.

Siempre que acabemos de incorporar un "palabra" a la definición, si queremos seguir adelante con la definición hemos de pulsar la BARRA ESPACIADORA.



Figura 5. Interfaz del demostrador en un móvil con una resolución de pantalla de 360x640px.

En todo momento, pulsando el botón “Verificar”, podemos validar si la definición en el estado actual de su construcción es “gramaticalmente” correcta.

2. Conclusiones y trabajo futuro

La propuesta aprovecha el conocimiento que los usuarios tienen del manejo de dispositivos móviles para aplicarlo a la creación de servicios.

Como trabajo futuro, se plantea incorporar el uso del teclado o la forma de escritura nativa del dispositivo, dando más espacio al “área de definición” y al “área de ayuda y opciones.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido desarrollado dentro del proyecto de investigación MIO! (CENIT-2008-1019) financiado por el CDTI.

LectoRA: aplicación interactiva para el aprendizaje de la lectura utilizando la realidad aumentada

Marc Robledo Caparrós, Maria Ferré Bergadà

Grupo Arquitectura i Serveis Telemàtics
Universitat Rovira i Virgili
43007 Tarragona

marc.robledo@gmail.com, maria.ferre@urv.cat

Resumen

LectoRA es una aplicación de soporte al aprendizaje de la lectura orientada a niños en etapa de educación infantil. El trabajo desarrollado utiliza una estrategia de comunicación basada en el modelo de interfaces naturales de usuario. Se han utilizando simples fichas de cartulina que se corresponden a los patrones utilizados en algunas aplicaciones de realidad aumentada complementados con información semántica, las letras del alfabeto.

Palabras clave: Realidad aumentada, interfaz de usuario natural, tecnología aplicada a la educación.

1. Introducción

Existen diferentes teorías que abordan el proceso de aprendizaje de la lectoescritura pero en todas ellas se menciona la importancia de la motivación del niño y la necesidad de comprensión del concepto que se está adquiriendo. En esta línea se han desarrollado numerosas aplicaciones [2], [3] que fomentan dichas condiciones pero en todos los casos se requiere el uso de una interfaz clásica con el ordenador y un buen dominio del ratón.

Diversos trabajos han reflexionado sobre el uso de las interfaces naturales para evitar un proceso previo de aprendizaje del uso de los elementos de interacción [4].

La aplicación que presentamos utiliza patrones de realidad aumentada complementados con información semántica como herramienta de interacción. Un ejemplo de patrón se muestra en la Figura 1.

Para potenciar la motivación, el juego permite definir los elementos sobre los que se generaran las actividades y que se pueden corresponder a las

fotos y nombres de los compañeros de clase o a otros elementos significativos que el educador considere oportuno.



Figura 1. Ejemplo de patrón utilizado

En los siguientes apartados se describe brevemente la aplicación y unos ejemplos concretos de su uso.

2. La aplicación

LectoRA es una aplicación para la generación de actividades. El profesor define en un primer momento categorías de representaciones virtuales de objetos que incluyen una imagen, el texto de su palabra y el sonido que se le quiere asociar. Toda esta información se guarda en la base de datos y a partir de ella se crean las actividades para los alumnos.

Estas actividades consisten en seleccionar elementos de una categoría concreta y operarlos según un nivel de dificultad. Esta información también es guardada en la base de datos, así como los resultados que conseguirá el niño cuando realice el ejercicio. En el siguiente apartado se describen ejemplos de actividades.

La aplicación se ha desarrollado en Java, haciendo uso de algunas librerías ya existentes. Para la detección de patrones se ha utilizado la librería JARToolKit, implementación Java de Augmented Reality Tool Kit [1]. Para simplificar

el proceso de instalación en la escuela se ha utilizado HSQLDB como administrador de SQL en Java para almacenar la base de datos.

Las necesidades para ejecutar del software se limitan a un ordenador PC con Windows XP o superior, una webcam como dispositivo de entrada y la pantalla para mostrar las imágenes.

La instalación física en el aula se limita a colocar la webcam a unos 50cm de la mesa donde el niño jugará, enfocando a dicha mesa. Se puede fijar una cartulina grande de cualquier color claro que ocupe todo el área que la webcam pueda capturar para facilitar la colocación de las piezas en el lugar correcto. La pantalla y los altavoces del ordenador se ubicaran próximos a esta zona, pues en todo momento ambos le ofrecerán información sobre sus acciones, como los aciertos/errores que cometa y el siguiente juego a resolver.

Por último, el niño tendrá a su disposición diferentes cartulinas, una por cada letra del alfabeto que se quiera trabajar en la actividad. Estas cartulinas poseen, además, un pequeño patrón diferente para cada una, elemento clave para la interacción con la aplicación.

3. Ejemplos de uso

Para definir una actividad el educador selecciona un conjunto de elementos (por ejemplo frutas), el tipo de información que se mostrará al alumno (imagen, texto y/o sonido) y un nivel de dificultad. Este nivel de dificultad determina el tipo de actividad. Para el nivel inferior la dinámica consiste en una exploración por parte del alumno de tal forma que si coloca un patrón en la zona de juego, la aplicación le muestra información de un elemento fruta (imagen, texto y/o sonido) tal que su palabra empieza con la letra identificada en el patrón. Un ejemplo se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Ejemplo de uso en el nivel 0

Los niveles superiores modifican la dinámica de juego y por ejemplo, en el nivel 1, es el ordenador quien muestra una imagen al azar y el niño debe buscar el patrón que representa su inicial. Otros niveles implican que el alumno debe encontrar la letra específica que falta en la palabra de un elemento o buscar todas las letras de una palabra, ejemplo Figura 3. También se han diseñado actividades de nivel más complejo tipo puzzle.



Figura 3. Ejemplo donde se completa toda una palabra

4. Conclusiones y trabajo futuro

El trabajo que se presenta ha sido valorado positivamente por especialistas del ámbito de la educación infantil y en las proximas semanas se realizará una primera prueba en el aula.

Además de trabajar con las letras, se está probando la posibilidad de crear juegos con otros tipos de patrones, por ejemplo números, que permitirá diseñar nuevos estilos de juego como contar el número de representaciones virtuales que aparecen en pantalla y colocar la cartulina con el número que corresponda.

Referencias

- [1] ARToolKit Augmented Reality Tool Kit <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>, fecha consulta 09/04/2010
- [2] Clic Espacio de recursos educativos <http://clic.xtec.cat/>, fecha consulta 09/04/2010
- [3] Edu365 Espacio de recursos educativos para educación infantil, <http://www.edu365.cat/infantil/>, fecha consulta 09/04/2010
- [4] Marco, J.; Cerezo, E.;Baldassarri, S. Desarrollo de interfaces naturales para aplicaciones educativas dirigidas a niños. Interaction 2007 – VIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, pp. 79-82, 2007

Free-Hand Based Gesture Recognition

Sergio Rodriguez-Vaamonde
Infotech Unit
Tecnalia Research & Innovation
48170 Zamudio
srodriguez@robotiker.es

Aritz Villodas
Infotech Unit
Tecnalia Research & Innovation
48170 Zamudio
avillodas@robotiker.es

Koldo Espinosa-Acereda
Multimedia-EHU Group
Engineering School of Bilbao
University of the Basque Country
koldo.espinosa@ehu.es

Abstract

In this work, we present an interaction technique based on computer vision for human-computer gesture interaction. With the proposed system, the user is going to be able to make different type of gestures with it's hand and arm, and the computer will recognize the gestures in order to response individually to each of them.

The main contribution to the interaction field is that this technique implements and improves on the hedge computer vision and pattern recognition algorithms, so it offers a low cost and robust solution for a real world application.

1. Introduction

In recent years, researchers all over the world have been searching new interaction techniques and methodologies. In this field, the most natural one is the gestural interaction. With that kind of interaction, humans can express it's ideas, request information or give information to other human beings.

The present work is focused in this scenario, so the user must be able to obtain information from a computer using a gestural interface. Much research has been done [1] [2] [3] [4] in gestural interaction and with this work we are trying to obtain a robust technique in order to use it in a real world environment.

2. Proposed Interaction Technique

The main goal of the work is to fulfil the following requirements: 1) low computational cost, 2) robustness against user changes and 3) robustness against scenario changes. In order to achieve those characteristics, the work has focused on the use of on the hedge computer

vision and pattern recognition algorithms, improved to obtain a higher robustness ratio.

In the next figure can be depicted this proposed architecture.

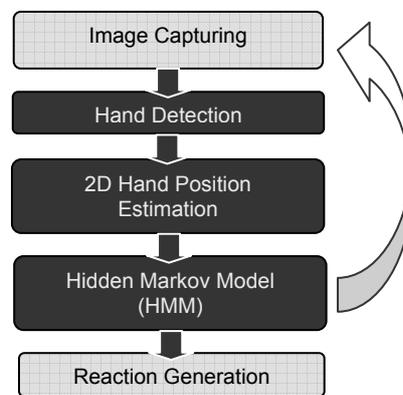


Figure 1. Proposed architecture

2.1. Technique overview

The first step is related to image capture. The developed method has to detect the hand which the user is using for the interaction and estimate its position. This information feeds a Hidden Markov Model (HMM) while the user is doing the gesture.

After the user finishes the gesture, the HMM knows which gesture the user had done, so the system is can react appropriately. In the following section we describe the used technologies.

2.2. Technique description

Hand detection is the first step in the proposed interaction system. This is possible to do from

different perspectives but in this work we had chosen the AdaBoost algorithm trained with Haar-like features [7], so we can avoid illumination and skin colour problems. In order to have a better hand detection ration, the output of the algorithm must be filtered with two custom filters, based on a Kalman predictor approach [8].

The second step of the work is the hand position estimation from a 2D image. The position estimation in the camera plane is done with the information obtained in the detection process.

Finally, a Hidden Markov Model is able to distinguish between different gestures and it is going to be the part of the system which recognizes the gesture made by the user.

3. Preliminary Conclusions and Current Work



Figure 2. Hand trajectory detection

In this research, we have proposed a vision-based gestural interaction technique. This technique combines factors like robustness against user, scenario and illumination changes, and it is based on the use of one low resolution camera. All this aspects lets the system to be used by everybody, everytime and everywhere, being suitable for mobile and embedded applications.

This interaction technique has two steps. The first one is the estimation of the user's hand position and the second one is the recognition of the user made gesture. The first step is

implemented and tested, and currently we are working on the development of the gesture recognition based on a Hidden Markov Model. With this last step the system will be capable of distinguishing different gestures and interpret them independently.

Acknowledgements

This work has been partially supported by the Ministry of Industry, Tourism and Trade of the Government of Spain under the research project CENIT-2008-1019; and by the EU ITEA-2 Project 2008005 "Do-it-Yourself Smart Experiences" founded by IWT DIY-SE project.

References

- [1] Feng Wang, Ngo Chong-Wah, Pong Ting-Chuen, "Gesture Tracking and Recognition for Lecture Video Editing," 17th International Conference on Pattern Recognition, vol. 3, pp.934-937, 2004.
- [2] Tao Ni, R.P. McMahan, D.A. Bowman, "Tech-note: rapMenu: Remote Menu Selection Using Freehand Gestural Input", Proceedings IEEE Symposium on 3D User Interfaces, pp.55-58, 2008.
- [3] Latoschik, M. E. "A gesture processing framework for multimodal interaction in virtual reality", Proceedings of the 1st international Conference on Computer Graphics, Virtual Reality and Visualisation, Camps Bay South Africa, pp 95-100, 2001.
- [4] Nickel, K. and Stiefelwagen, R. "Pointing gesture recognition based on 3D-tracking of face, hands and head orientation", Proceedings of the 5th international Conference on Multimodal interfaces, Canada, 2003.
- [6] P. Viola and M. Jones. "Robust Real-time Object Detection", Intl. Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision, 2001.
- [7] Kalman, R. E. "A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems," Transaction of the ASME-Journal of Basic Engineering, 1960.
- [8] Qing Chen, Nicolas D. Georganas, Emil M. Petriu, "Real-time Vision-based Hand Gesture Recognition Using Haar-like Features", Proceedings of Instrumentation and Measurement Technology Conference, Warsaw, Poland, 2007.

Implementación de un sistema de Inteligencia Ambiental

N. Ábalos, G. Espejo, R. López-Cózar, Z. Callejas
Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, CITIC-UGR
Universidad de Granada
18071 Granada
{nayade, gonzaep}@correo.ugr.es,
{rlopezc, zoraida}@ugr.es

D. Griol
Dpto. de Informática
Universidad Carlos III de Madrid
28911 Leganés
dgriol@inf.uc3m.es

Resumen

Mayordomo (ver Figura 1) es una aplicación de Inteligencia Ambiental (AMI) para controlar los distintos electrodomésticos de un hogar [1, 2]. La interacción con los electrodomésticos se produce a través de un sistema de diálogo multimodal. En concreto, el usuario puede usar habla espontánea, o bien, una interfaz gráfica tradicional (basada en teclado y ratón). Además de la funcionalidad básica de control de los electrodomésticos, el sistema *Mayordomo* incluye una serie de funcionalidades adicionales como son, por ejemplo, la administración de usuarios o el control parental. En la actualidad, *Mayordomo* está en fase de desarrollo en nuestro laboratorio.

1. Interacción oral

1.1 Reconocimiento Automático del Habla (RAH) y Síntesis del Habla

Para implementar la interacción oral estamos usando el software *Windows Vista Speech Recognition*, el cual incluye tanto el motor para reconocimiento de habla como el sintetizador de voz. *Windows Vista* incluye dos herramientas para programadores: *SAPI 5.3* (Speech API) y *System.Speech* (espacio de nombres de *.NET Framework 3.0*). En concreto, para implementar el sistema estamos usando la herramienta *System.Speech*, ya que está orientada principalmente al uso de lenguajes de programación relacionados con *Microsoft .NET*. Esta herramienta proporciona una colección de clases que permite usar RAH (clases de

System.Speech.Recognition) y TTS (clases de *System.Speech.Synthesis*).

1.2 Comprensión del habla, gestión del diálogo y generación de respuestas

Cuando *Mayordomo* reconoce una frase, procede a continuación a detectar las palabras clave que conforman una *acción* (ver tabla 1).

En el caso en que alguno de los campos que conforman la *acción* no sea relleno (ya sea por omisión del usuario o por simple error de reconocimiento), *Mayordomo* pregunta al usuario sobre aquel campo que le falta. Por ejemplo, si alguien solicita encender las luces pero no aclara dónde, *Mayordomo* preguntará al usuario por la habitación donde quiera que se enciendan las luces.

Una vez se han rellanado los campos, *Mayordomo* determina si la solicitud del usuario es una pregunta o una orden. En caso de que fuera la primera se procede a proporcionar la información solicitada consultando los diferentes archivos de configuración de las habitaciones y electrodomésticos. La generación de respuestas en este caso se hace en base a unos patrones.

En el caso de ser una orden, *Mayordomo* realiza la acción, esto es, modifica el valor del atributo (característica) del electrodoméstico en la habitación concretada por el usuario.

1.3 Interfaz Gráfica

Con el propósito de facilitar la interacción con los electrodomésticos a un amplio rango de usuarios potenciales, *Mayordomo* proporciona una interfaz

gráfica (ver Figura 1) que permite visualizar las distintas habitaciones de la vivienda.

La interfaz también proporciona un *prompt* de órdenes que permite dialogar con el sistema en formato de texto. Esta modalidad de interacción está pensada para posibles situaciones en las que el usuario interactúe en un entorno ruidoso que no aconseje usar la modalidad oral. El texto escrito en el *prompt* constituye la entrada del módulo de comprensión de habla descrito en la sección 2.1.2. En este caso, se consigue un mejor comportamiento del sistema dada la ausencia de errores de RAH.

Habitación	Habitación donde el electrodoméstico se encuentra, y por tanto, sobre la que se realiza la acción. Esta información es necesaria para distinguir, por ejemplo, qué luces han sido encendidas.
Electrodoméstico	Electrodoméstico concreto sobre el que se realiza la acción.
Atributo	Característica específica del electrodoméstico que se ve afectada por la acción.
Valor	Valor proporcionado por el electrodoméstico tras realizarse la acción sobre él.

Tabla 1: Descripción de los campos del concepto acción.

2. Funcionalidades adicionales

Mayordomo tiene implementado un control de usuarios con acceso identificado. Existen tres tipos de usuarios: básico, avanzado y administrador. Entre los dos primeros, la diferencia que existe entre ellos es la complejidad de las frases con las que pueden dirigirse al sistema. Respecto al tercero, éste tiene capacidad de gestionar y configurar aspectos

Además de la gestión de electrodomésticos, *Mayordomo* permite un control parental de determinados electrodomésticos, que restringe la interacción con los mismos para determinados

usuarios. El administrador del sistema tiene privilegios para realizar acciones especiales, por ejemplo, instalar y desinstalar electrodomésticos o gestionar el control parental. Además, el sistema lleva a cabo un registro de todas las acciones que se realizan dentro del entorno, así como del autor de las mismas.

Mayordomo puede funcionar en cualquier tipo de vivienda, es decir, con cualquier distribución de habitaciones. Además, puede interactuar con cualquier tipo de electrodomésticos, siempre y cuando el fabricante de éstos proporcione los ficheros de configuración necesarios. Un fichero de configuración contiene las características o atributos de un electrodoméstico, así como las acciones que pueden realizarse con él.

La instalación y desinstalación de electrodomésticos es dinámica, es decir, es posible añadir o eliminar electrodomésticos sin necesidad de reiniciar el sistema. Una vez instalado el electrodoméstico, el sistema puede interactuar con él igual que si hubiera estado disponible desde el momento de inicio.



Figura 1: Interfaz gráfica del sistema Mayordomo.

Referencias

- [1] Pérez-Castrejón, E.; Andrés-Gutiérrez, J. J. (2009): AAL and the Mainstream of Digital Home. Lecture Notes in Computer Science 5517, pp. 1070–1082,
- [2] Haya, P. A., Montoro, G., Alamán, X. (2004): A Prototype of a Context-Based Architecture for Intelligent Home Environments. CoopIS/DOA/ODBASE (1): 477-491

Desarrollo de Avatares Conversacionales para la Interacción en Second Life

D. Griol, E. Rojo
Dept. de Informática
Univ. Carlos III de Madrid
28911 Leganés

dgriol@inf.uc3m.es, ersanche@di.uc3m.es

Z. Callejas, R. López-Cózar, G. Espejo, N. Ábalos
Dept. de Lenguajes y Sistemas Informáticos CITIC-UGR
Univ. de Granada
18071 Granada

zcallegas.rlopezc@ugr.es gonzaep.nayade@correo.ugr.es

Resumen

El gran interés y extensión que han alcanzado actualmente las redes sociales favorece que se estén introduciendo rápidamente un gran número de aplicaciones que originan nuevas formas de comunicación e interacción entre los usuarios. Las redes sociales, y más concretamente los mundos virtuales, suponen de este modo un escenario perfecto para llevar a cabo aplicaciones que utilicen información multimodal y se adapten a las características y preferencias específicas de cada usuario. Como muestra de esta aplicación, presentamos un ejemplo de la integración de sistemas de diálogo en redes sociales, describiendo el desarrollo de un avatar conversacional que proporciona información académica en el mundo virtual de Second Life.

1. Introducción

El desarrollo de la denominada Web 2.0 ha hecho posible la introducción de numerosas aplicaciones utilizadas diariamente por un gran número de usuarios y que están cambiando profundamente las formas de comunicación entre los usuarios de Internet. Con el avance en estas tecnologías, se ha producido durante la última década una considerable evolución en el desarrollo de mundos virtuales [1].

Sin embargo, la interacción social en mundos virtuales se lleva a cabo generalmente en modo de texto mediante servicios de tipo chat. Con el fin de enriquecer la comunicación en estos entornos, proponemos la integración de sistemas de diálogo para la construcción de metabots inteligentes con la capacidad de conversar oralmente y, al mismo tiempo, beneficiarse de las modalidades visuales que proporcionan estos mundos virtuales.

Nuestro trabajo se centra en dos puntos fundamentales. En primer lugar, dado que es muy

difícil encontrar trabajos en la literatura que describan la integración de las Tecnologías del Habla y el Procesamiento del Lenguaje Natural en los mundos virtuales, mostrar que esta integración es posible. En segundo lugar, mostrar una aplicación práctica de esta integración mediante la utilización de un sistema de diálogo que proporciona información académica en el mundo virtual Second Life.

2. Second Life

Second Life (SL) es un mundo virtual tridimensional desarrollado por Linden Lab en 2003 y accesible a través de Internet. El programa Second Life Viewer permite que sus usuarios, interactúen unos con otros a través de avatares con capacidad de movimiento, proporcionando de este modo un nivel avanzado de servicio de red social.

Hemos decidido utilizar SL como laboratorio experimental de nuestra investigación por varias razones. En primer lugar, porque es uno de los mundos sociales virtuales más populares, siendo su población actualmente de millones de residentes en todo el mundo. En segundo lugar, porque utiliza unas tecnologías muy avanzadas para el desarrollo de simulaciones realistas, con lo que los avatares y el medio son más creíbles y similares a los usuarios del mundo real. En tercer lugar, porque la capacidad de SL para la personalización es extensa y fomenta la innovación y la participación del usuario, lo que aumenta la naturalidad de las interacciones que tienen lugar en el mundo virtual.

3. Creación de un metabot conversacional para un dominio específico

Hemos desarrollado un metabot conversacional que facilita información académica (asignaturas,

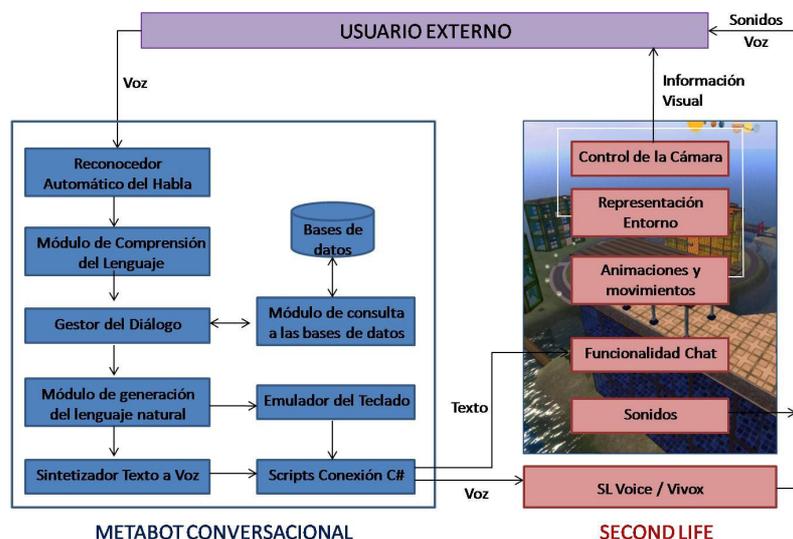


Figura 1. Esquema de la arquitectura utilizada para el desarrollo del metabot conversacional

profesores, estudios de doctorado y matrícula) basándose en las funcionalidades proporcionadas por un sistema de diálogo previamente desarrollado [2]. El sistema se ha desarrollado mediante la arquitectura típica de sistemas de diálogo hablado actuales, incluyendo un módulo de reconocimiento automático del habla, un gestor de diálogo, un módulo de acceso a bases de datos, almacenamiento de datos y la generación de respuesta oral mediante un generador de lenguaje y un sintetizador de texto a voz.

La Figura 1 muestra la arquitectura desarrollada para la integración del metabot conversacional en Second Life. El sistema de diálogo que gobierna al metabot se sitúa fuera del mundo virtual, utilizándose para ello servidores externos que facilitan tanto datos como las funcionalidades de reconocimiento y síntesis de voz. Mediante código desarrollado con C#.NET y la utilización de la librería SpeechLib se lleva a cabo la conexión de audio para capturar la señal proporcionada por el sintetizador texto a voz y transmitirla al módulo servidor de voz en Second Life (SLVoice). Este módulo es externo al programa cliente para visualizar el mundo virtual y está basado en la tecnología Vivox, que utiliza los protocolos RTP, SIP, OpenAL, TinyXPath, OpenSSL y LibCurl para la transmisión de los datos de voz. Además, utilizamos la utilidad lipsynch proporcionada por Second Life para sincronizar de este modo la señal de voz con los movimientos de los labios del avatar. Por último,

hemos integrado un emulador de teclado que permite además transmitir la transcripción de texto generada por el avatar conversacional directamente al Chat de Second Life.

4. Conclusiones

En este trabajo proponemos una metodología para la creación de metabots conversacionales capaces de interactuar en mundos virtuales. Siguiendo esta propuesta se ha desarrollado un metabot que proporciona información académica en Second Life, cuyo funcionamiento se presentará en la demostración que se lleve a cabo.

Agradecimientos

Trabajo financiado por el proyecto HADA TIN2007-64718 del Ministerio de Educación y Ciencia.

Referencias

- [1] Nielsen. 2009. Global Faces and Networked Places: A Nielsen Report on Social Networking's New Global Footprint. Nielsen Online.
- [2] Callejas, Z. y R. López-Cózar. 2008. Relations between de-facto criteria in the evaluation of a spoken dialogue system. *Speech Communication*, 50(8-9):646-665.

Coloquio Doctoral

Metodología de evaluación de accesibilidad Web para personas con limitaciones visuales

Saulo De Jesús Torres R.
Ingeniero Eléctrico. M. Sc. Física.
Profesor Ingeniería de Sistemas
Y Coordinador Especialización
Electrónica Digital Universidad
Tecnológica de Pereira Colombia.
Estudiante Doctorado
Ingeniería del Software
Universidad Pontificia de
Salamanca sede Madrid España.
saulo.torres@etp.net.co

Doctor Luis Rodríguez
Baena
Profesor Tutor Universidad
Pontificia de Salamanca sede
Madrid España
lrbaena@gmail.com

Resumen

En este trabajo como coloquio doctoral, una vez formulado el problema de la falta de condiciones para que las personas con limitaciones visuales accedan a la información Web y presentar una sucinta descripción de la situación en Colombia con respecto a la utilización de estándares para el diseño de sitios Web accesibles propuestos por la W3C y sus organizaciones se define el objetivo general de desarrollar una metodología de evaluación para el acceso a la información en la Web de las personas con limitaciones visuales. Se inicia con un estudio preliminar que reflexiona la hipótesis: “Gran parte de la información que hay en Internet no es accesible porque falta sensibilidad y conocimiento en los diseñadores Web, así como falta legislación que exija el diseño de páginas Web accesibles en Colombia”. Se presentan los avances investigativos logrados para alcanzar una metodología de evaluación de accesibilidad Web como herramienta facilitadora para que en la interacción hombre – ordenador también se incorporen las personas con limitaciones visuales mejorando las condiciones de una Internet muda para un nutrido grupo de personas y sorda porque no escucha las recomendaciones de expertos para volver la Web accesible a todos. Se estudia la validez del cumplimiento de los cuatro principios de accesibilidad en sus niveles de conformidad A, AA, AAA de 61 aspectos de verificación de las 12 pautas de Accesibilidad propuestas por la Guía de

Accesibilidad al Contenido en la Web 2,0 (WCAG 2,0). Mediante estudio estadístico a 30 páginas Web de importante utilización en Colombia. Con base a la información obtenida del servidor de TAW se establecen métricas particulares evaluativas que promuevan competencias y sensibilidad en los diseñadores de contenido Web para que construyan sitios Web accesibles para todos. Se presenta avances logrados con grupos de estudiantes a mi cargo en la línea Accesibilidad creada en el grupo de investigación Nyquist de la universidad tecnológica de Pereira (UTP) en Colombia, como un modelo software, como especie preliminar de Agente inteligente que permanentemente realice automáticamente, día a día la selección, evaluación y clasificación de los sitios Web, de importante utilización, en lo relativo a la accesibilidad Web para personas con discapacidad en el país. Además de presentar los avances con estudiantes a mi cargo, sobre una mejora en accesibilidad de las páginas más relevantes de la UTP. Así como también los adelantos en el proyecto de creación de un observatorio “Laboratorio de Accesibilidad”. Que sirva como referente nacional para la accesibilidad de los sitios Web en Colombia.

Palabras claves:

Discapacidad, WEB 2.0, Pautas de Accesibilidad, Accesibilidad, WCAG

1. Introducción

1.1. Formulación del problema

En la actualidad, las diversas páginas Web con sus múltiples esquemas y gran potencial de servicios son accedidas fácilmente por aquellas personas que no tienen limitaciones físicas severas ni poseen dificultades tecnológicas para el acceso a la información Web, como sucede con las personas con limitación y las personas que utilizan ayudas tecnológicas de bajo desempeño, que a menudo enfrentan muchos problemas cuando desean acceder al contenido en la Web.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 600 millones de personas en el mundo poseen algún tipo de discapacidad, lo que equivale a un 10% de la población mundial (OMS, 2009). En Colombia, el número de personas discapacitadas está alrededor de dos millones setecientos mil, (DANE, 2005). La Tecnología Web también debe ser competente para suplir las necesidades de esta población y ser lo suficientemente accesible de acuerdo a las características del usuario. Anualmente, se crean millones de páginas Web de manera arbitraria y poco controlada, sin seguir los estándares para la creación de las mismas y sin preocuparse por su accesibilidad, dejando de lado a las personas con alguna discapacidad física, quienes posiblemente representan un mercado activo, potencialmente lucrativo.

1.2. Justificación

El artículo 13 de la Constitución Colombiana plantea:

“Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación...”. Este artículo puede dar lugar a tutelas para que los discapacitados exijan como derecho fundamental su equiparación de oportunidades para el acceso a la Web. Al final dice: “El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptará medidas en favor de grupos discriminados o marginados. El Estado protegerá especialmente a aquellas personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en

circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan”.

Por lo tanto, se puede inferir que esto aplica sobre el acceso a la Web, ya que todo individuo dentro del territorio colombiano debe contar con las mismas oportunidades, sin importar su locación, nivel social o escolar, entre otros.

El desarrollo de una metodología de evaluación de sitios Web representa una herramienta poderosa para los diseñadores Web, ya que define las métricas, pautas y estándares para cumplir con las condiciones de accesibilidad y genera un ambiente óptimo para la obtención de información en la red, además de orientar al diseñador Web sobre los conceptos y estructuras para el desarrollo de páginas de Internet.

1.3. Situación en Colombia

Aún cuando el consorcio mundial de la Web (WWWC) con su iniciativa para la accesibilidad a la Web (WAI) y la Guía de Accesibilidad para el Contenido en la Web (WCAG), han creado las guías WCAG 1,0 con 14 pautas para la Web 1.0 y la WCAG 2.0 con 12 directrices ahora con 4 principios para la Web 2.0. En Colombia, no hay ninguna regulación que establezca la obligatoriedad del cumplimiento de las Directrices de Accesibilidad para sitios Web. Sin embargo el 14 de abril de 2008 la Presidencia de la República firmó el Decreto 1151 sobre Gobierno Electrónico. Aunque el Decreto no menciona las pautas de accesibilidad, en su artículo 6° le delega al Ministerio de Comunicaciones la labor de expedir el Manual para la Implementación de la Estrategia de Gobierno en Línea. Y allí es donde muy seguramente se llenará el vacío legal, donde la accesibilidad Web aún no aparece. Bueno sería que a esta iniciativa se sumara la Vicepresidencia de la República con su Programa de Derechos Humanos y Discapacidad (ahora en manos del Ministerio de la Protección Social).

2. Hipótesis y objetivos (Resultados)

2.1. Hipótesis

Gran parte de la información que hay en Internet no es accesible porque falta sensibilidad y conocimiento en los diseñadores Web, así como

falta legislación estricta que exija el diseño de páginas Web accesibles en Colombia.

Es necesario saber el grado de conocimiento y sensibilidad de los desarrolladores de contenido hacia las pautas y legislación sobre accesibilidad para poder implementar una metodología de evaluación adecuada.

Resultados: Mediante encuesta de opinión se realizó estudio estadístico a 100 (inicialmente a 70 PUBLICADO EN (TORRES, S.; BUENO, J. 2009)), diseñadores Web en Colombia para valorar en un calificativo de 0 a 10 (0 lo más bajo y 10 lo más alto) el grado de Sensibilidad a diseñar accesiblemente (promedio 3,83), Conocimientos técnicos de accesibilidad (promedio 3,16) y conocimiento de legislación para la accesibilidad (promedio 2,19). Mediante una relación matemática de causalidad entre estos tres conceptos como variables se demuestra que los conocimientos técnicos dependen de la sensibilidad y la legislación, es decir se requiere motivación y presión para aprender a hacer las cosas., resultando como el factor más determinante por su mayor divergencia la sensibilidad como el factor que habría que promover para motivar lo demás. (Sobre estos avances de 100 encuestados se presentó ponencia en el Simposio Internacional de Modelos Matemáticos Aplicados a las Ciencias (SIMMAC), Costa Rica febrero de 2010).

2.2. Objetivo general

Diseñar una metodología de evaluación de accesibilidad de páginas Web para personas con limitaciones visuales aplicable a la realidad de Colombia.

2.3. Objetivos específicos

- Analizar los distintos tipos de limitaciones visuales, especialmente aquellos que tienen que ver con el acceso a la información en la Web.

Resultados: Aparte de una clasificación visual, presentada en (TORRES, S.; RODRÍGUEZ, L. 2009). Como el proceso de ver está en el cerebro, se ha hecho un estudio estadístico a 30 internautas (Se espera aumentar la muestra) limitados visuales sobre las preferencias de pensamiento y

utilización del cerebro en el modelo 4Q que divide al cerebro en 4 cuadrantes: A, Lógico Matemático; B, Orden y Sistemático; C, Social y humanístico, D, Artístico y Creativo, utilizando el test del Doctor Carlos Jiménez en (JIMÉNEZ, C. 2009), resultando en la calificación más alta para el cuadrante B de 86,25%, es decir, las personas con limitaciones visuales utilizan preferentemente el cuadrante cerebral B de Orden y Sistematización. Lo que indica que si en la información Web se adoptan secuencias ordenadas las personas con limitaciones visuales las “verían” más fácilmente. (Este estudio será publicado próximamente en la revista SIMMAC de la ponencia en Costa Rica febrero de 2010).

- Analizar las distintas metodologías de evaluación de la accesibilidad.

Resultados: Con base a (TORRES, S.; RODRÍGUEZ, L. 2009), se trabaja esta metodología ahora centrada en conceptos de usabilidad.

- Definir los estándares propios necesarios para la evaluación de páginas Web accesibles para personas con limitaciones visuales en el contexto de Colombia.

Resultados: Se adoptan los estándares recomendados de la WCAG (WCAG, 2008), también adoptados como, normas de facto para Europa y se utiliza la nueva versión beta del servidor TAW (Test de Accesibilidad Web), como en (TAW, 2008) que evalúa los sitios Web según la WCAG 2.0.

- Definir y crear las métricas requeridas para valorar la accesibilidad de los sitios Web.

Resultados: En la tutoría de dos grupos de estudiantes para obtener el título de Ingenieros de Sistemas: uno evalúa la Accesibilidad de las páginas de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), en participación del Centro de Recursos Informáticos y Educativos (CRIE) de la UTP. Y el otro, con el proyecto ANAWE propuesto como artículo para CEDI titulado “4 Principios para un objetivo, accesibilidad para todos en la Web 2.0”. se definen las métricas que complementan las valoraciones TAW utilizadas en un prototipo software que selecciona, evalúa y clasifica la

accesibilidad de sitios Web de mayor relevancia en Colombia en forma automática día a día como una especie preliminar de Agente inteligente, donde en un estudio estadístico inicial de 30 sitios Web de importante utilización en el país valora la accesibilidad en un 22% para Colombia.

- Crear un centro de recursos en línea sobre accesibilidad para personas con limitaciones visuales.

Resultados: Inicialmente se han creado como espacios de discusión: El foro, <<http://accesibilidad.foroactivo.net>>, y el Blog, <<http://accesibilidadverweb.blogspot.com>>.

Además se ha creado la línea Accesibilidad en el grupo de investigación NYQUIST y por medio de la UTP se ha presentado un proyecto de cofinanciación ante COLCIENCIAS, entidad del país que financia proyectos de investigación para la creación de un Observatorio permanente en línea con su Laboratorio de Accesibilidad Web, que sirva como referente investigativo sobre las nuevas técnicas y desarrollos, así como también la valoración permanente de los sitios Web más relevantes de Colombia en términos de accesibilidad para todos.

3. Conclusiones

- Es necesario fomentar el uso de pautas para la accesibilidad web en Colombia, ya que no existen leyes concretas que garanticen la igualdad de acceso a la información.
- Es necesario empezar un proceso para la creación de al menos un espacio para poder fortalecer los conocimientos en el área de accesibilidad web para poder dar apoyo a los diferentes sitios web de Colombia.

Referencias

- [1] Dane. (s.f.). Censo 2005 Discapacidad en Colombia. Obtenido de <www.dane.gov.co/files/censo2005/discapacidad.pdf>
- [2] JIMÉNEZ, C. (2009). "Diagnóstico cerebro total", [En línea], <<http://www.ludicacolombia.com>>
- [3] NOSOLOUSABILIDAD.COM. Qué es la Accesibilidad Web. (2003). [En línea], [Publicado 14 de Julio, 2003]. Disponible World Wide Web: <<http://www.nosolousabilidad.com/articulos/accesibilidad.htm/>>
- [4] OMS. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Disability and Rehabilitation Team. (2008). [en línea] <<http://www.who.int/disabilities/en/>> [citado en 5 de septiembre de 2009]
- [5] TAW Test de Accesibilidad Web. (2008). [En línea]. Disponible World Wide Web: <<http://www.tawdis.net/>>.
- [6] TORRES, S. (2008). "Accesibilidad en la Web para las Personas con Discapacidad mucho dicho pero muy poco hecho". Ciencia y Técnica (UTP), n° 39 (septiembre de 2008) p. 338-343.
- [7] TORRES, S.; BUENO, J. (2009). "De que sirven señas de mudos para un ciego y la voz hablada para un sordo". Ciencia y Técnica (UTP), n° 42 (agosto de 2009) p. 183-186.
- [8] TORRES, S.; ASCENCIO, J.; BUENO, J.; MIRA, I. (2009). "Metodología de Evaluación de Accesibilidad Web para personas con Limitaciones Visuales". Trabajo como proyecto de Pregrado (UTP), n° (diciembre de 2009) p. 1-200.
- [9] TORRES, S.; RODRIGUEZ, L. (2009). "Metodología de Evaluación de Accesibilidad Web para personas con limitaciones Visuales". Trabajo de Investigación Tutelada (UPSAM), n° (septiembre de 2009) p. 1-175.
- [10] TORRES, S.; VELOZA, J.; LÓPEZ A. (2008), A. "Ajedrez en Grid con Accesibilidad para Todos". Ciencia y Técnica (UTP), n° 40 (Diciembre de 2008) p. 165-170.
- [11] TORRES, S.; VELOZA, J.; LÓPEZ A. (2008), b. "Ontologías Web semántica, Metadatos para ver con los oídos, oír con los ojos y hablar para todos". Ciencia y Técnica (UTP), n° 40 (diciembre de 2008) p. 171-176.
- [12] WEB ASSESSIBILITY INITIATIVE. Introducción a la Accesibilidad Web [En línea]. Disponible World Wide Web: <<http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility>>
- [13] WCAG Web Content Accessibility Guidelines (2008) [En línea]. Disponible World Wide Web: <<http://www.w3.org/TR/WCAG>>

Estudio de la accesibilidad y de la usabilidad para herramientas interactivas digitales multimedia en pacientes con una enfermedad mental grave y crónica

Salva Prefasi Gomar

Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas
Escuela Politécnica Superior de Gandia
Univ. Politécnica de Valencia
46022 Valencia
salprego@epsg.upv.es

Resumen

El presente trabajo pretende reunir un corpus teórico que recoja una serie de criterios que nos marquen unas pautas de accesibilidad y usabilidad en el diseño y desarrollo de aplicaciones multimedia digitales (*páginas web, aplicaciones interactivas, etc.*), para personas con una enfermedad mental. Todos estos criterios quedarán reflejados en el diseño y el desarrollo de una aplicación multimedia para este tipo de pacientes.

Para conseguir nuestro objetivo, y como parte del proceso de investigación, hemos diseñado un modelo de encuesta con una serie de ítems dirigidos a conocer la habilidad del usuario para manejar un ordenador y usar Internet, y otras preguntas que recogen el grado de satisfacción de los pacientes con una enfermedad mental grave y crónica, en la utilización del Programa de Evaluación y Rehabilitación Cognitiva por Ordenador Grador. Gracias a los resultados obtenidos al pasar esta encuesta a 83 pacientes del Complejo Hospitalario del Área de Salud de Zamora, hemos obtenido información relacionada con la accesibilidad y la usabilidad en entornos digitales multimedia para personas con una discapacidad intelectual, muy útil para nuestras futuras investigaciones.

1. Motivación

La introducción de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en todos los ámbitos de nuestra sociedad es algo que, actualmente, consideramos cada vez más normal. Como consecuencia de este cambio, hemos tenido

que adecuamos a las TIC, adaptándolas a nuestras necesidades y modificando nuestros hábitos y nuestras pautas de comportamiento. Si tarde o temprano, y en la mayoría de los casos, las TIC se han adecuado a las necesidades de sus usuarios o viceversa, sigue existiendo un vacío entre las nuevas tecnologías y colectivos concretos de la sociedad. Si bien es cierto que hemos encontrado mucha literatura relacionada con la adecuación de las TIC a las necesidades de colectivos con alguna discapacidad física (visual, auditiva, de movilidad, etc.), nos hemos percatado de la carencia de información que hay sobre la adaptabilidad de las nuevas tecnologías para personas con algún tipo de discapacidad intelectual. Pensamos que es muy importante hacer que estas herramientas sean accesibles para todo el mundo, proporcionando así un acceso equitativo e igualdad de oportunidades a las personas con una enfermedad mental grave y crónica, ya que una página web accesible o una aplicación multimedia óptima puede ayudarles a participar más activamente en la sociedad, dándoles la oportunidad de acceder a la información y de interactuar con ella [1], evitando así su exclusión social y laboral. Por esta razón, creemos que nuestro trabajo puede beneficiar a este colectivo, si obtenemos una serie de criterios que aplicados al diseño y desarrollo de plataformas digitales o aplicaciones multimedia, los acerque directamente a las TIC, facilitándoles y mejorando su uso.

2. Introducción

De entre todos los aspectos relacionados con las TIC, nos centraremos en los conceptos de accesibilidad y de usabilidad.

Por una parte, la accesibilidad web significa que personas con algún tipo de discapacidad¹ van a poder hacer uso de este tipo de herramientas. En concreto, al hablar de accesibilidad web se está haciendo referencia a un diseño web que va a permitir que estas personas puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la Web, aportando a su vez contenidos. [2]

Por otra parte, el concepto de Usabilidad se emplea cada vez más en todos los ámbitos de investigación relacionados con procesos de diseño y desarrollo de sistemas interactivos. [3]

3. Normativa vigente

A nivel internacional, los criterios de accesibilidad aplicables a las páginas de Internet son las que se recogen en la Iniciativa de Accesibilidad a la Web (*Web Accessibility Initiative*) del Consorcio Mundial de la Web (*World Wide Web Consortium*), que los ha determinado en forma de pautas comúnmente aceptadas en todas las esferas de Internet. A nivel nacional, estas pautas han sido incorporadas a través de la Norma UNE 139803: 2004 que establece tres niveles de prioridades.² Además, cabe citar también, la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de Igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. [4]

La Organización Internacional de la Estandarización (ISO), en la norma ISO 9241-11 define la usabilidad como “*la medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto especificado*”. [5]

En la misma línea, podemos citar la norma ISO/IEC 9126-1 [6], la Norma ISO 9241 [7] y la ISO/AWI 23973, un nuevo estándar relativo a la usabilidad en aplicaciones web. [8]

4. Antecedentes. Plataforma web para la promoción de contenidos sobre la Salud Mental en la Comunidad Valenciana [9]

Esta plataforma nace de la colaboración entre la Asociación para la Investigación Sanitaria de la Safor (AISSA) y el Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas (CITG) de la Universidad Politécnica de Valencia, mediante el Programa Avanza sobre Contenidos Digitales, siendo la primera web informativa sobre temas relacionados con la enfermedad mental realizada y supervisada por personal especializado, dirigida no sólo a profesionales, también a pacientes y a familiares.

Para el diseño y desarrollo de esta plataforma web nos centramos en aspectos de accesibilidad y usabilidad para personas con una enfermedad mental. Teniendo en cuenta las limitaciones cognitivas, atencionales y lingüísticas que tienen este tipo de pacientes, creamos un diseño y una navegación lo más sencillas posible para nuestros usuarios potenciales, basándonos, principalmente, en los criterios generales sobre usabilidad [10], y en la experiencia adquirida al trabajar con este tipo de pacientes. Los colores, las tipografías y las imágenes fueron seleccionadas para facilitar la comprensión de la información que se presenta en cada una de las pantallas. Además, se intentó evitar una cantidad de información excesiva y complicada para no cansar a los usuarios y provocar que abandonaran la plataforma.

Una vez terminada la aplicación, fue necesario testear el resultado para obtener conclusiones relacionadas con el grado de aceptación de este tipo de herramientas por parte de los pacientes. Para ello, se confeccionó un modelo de encuesta (*preguntas con Escala Likert del 1 al 5*), para pasarla a los pacientes del Taller de Creatividad y Rehabilitación del Servicio de Salud Mental del Departamento de Salud nº 12 del Hospital Francisco de Borja de Gandia.

¹ La accesibilidad web engloba muchos tipos de discapacidades, incluyendo problemas visuales, auditivos, físicos, cognitivos, neurológicos y del habla.

² · Prioridad 1: el desarrollador tiene que satisfacer unos puntos de verificación.

· Prioridad 2: el desarrollador debe satisfacerlos.

· Prioridad 3: el desarrollador puede satisfacerlos.



Figura 1. Pantalla de actividades de la plataforma sobre Salud Mental de la CV.

Este modelo se dividía en una serie de criterios relacionados con el proceso de diseño y utilización de la plataforma. Por una parte, utilizamos preguntas para valorar el grado de habilidad en el manejo de las nuevas tecnologías (ordenador, Internet, etc.). Por otra, nos centramos en criterios de satisfacción del paciente a la hora de utilizar la aplicación (*Es útil para mí, Me ayuda a estar informado sobre temas que me interesan, Estoy satisfecho con la plataforma, etc.*), y también en criterios para valorar los aspectos visuales, textuales y de contenidos de la misma (*Los colores empleados me parecen adecuados, El lenguaje empleado es fácil de entender, etc.*). Además, introdujimos cuestiones de respuesta libre que han resultado ser una fuente de información sorprendente por el tipo de respuestas obtenidas (*Me cuesta pinchar sobre botones pequeños debido al temblor que me provoca la medicación, Me cuesta concentrarme si hay mucho texto en la pantalla, etc.*).

Con las encuestas se pretendía, por una parte, valorar el grado de usabilidad de la plataforma, y por otra, medir el grado de satisfacción de los participantes a la hora de navegar por una plataforma digital con contenidos exclusivos de Salud Mental. Los resultados obtenidos deben interpretarse con precaución, y de forma provisional, debido, en primer lugar, al reducido número de muestras en la encuesta, y en segundo, a los problemas de comprensión detectados en las preguntas planteadas, por parte de los pacientes.

5. Experiencia Intras

La Fundación Intras, en su aportación al tratamiento e investigación en Enfermedades Neurodegenerativas y Servicios Sociales, ha desarrollado un software de Evaluación y Rehabilitación Cognitiva por Ordenador, el Programa Grador. Un sistema interactivo multimedia de evaluación y rehabilitación neuropsicológica por ordenador que permite la realización de programas de entrenamiento y recuperación de funciones cognitivas superiores en personas que presentan déficit y/o deterioros cognitivos facilitando su rehabilitación y el tratamiento de funciones cognitivas como la atención, percepción, memoria, orientación, cálculo, lenguaje, y donde el usuario de la rehabilitación interactúa con una pantalla táctil³ y sigue una serie de instrucciones visuales y/o sonoras hasta completar la tarea cognitiva propuesta.

El CITG, en colaboración con la Fundación Intras, y a petición de ésta, abordó el estudio sobre usabilidad y accesibilidad del Programa Grador para mejorar la aplicación en futuras revisiones de la herramienta, y adaptarla mejor al perfil del usuario. Para afrontar con éxito este estudio y poder obtener la mayor cantidad de información posible sobre los aspectos a revisar de la aplicación, decidimos emplear dos métodos de evaluación.

Por una parte, realizamos un Estudio Heurístico del Programa Grador. Mediante una inspección minuciosa de cada una de las pantallas que conforman la aplicación, confeccionamos un informe en el que se describían cada uno de los aspectos a mejorar, junto con el criterio teórico sobre el que se había basado [11]. Por otra parte, y para complementar nuestro Estudio Heurístico, realizamos un Test de Usuario. Para ello, desarrollamos un modelo de encuesta con el que obtener el grado de usabilidad y de satisfacción de

³ Cuando se considera la aplicación de una herramienta multimedia a la población con deterioro cognitivo o con déficit cognitivo que en muchos casos le han impedido acceder al ordenador, aparece la dificultad y rechazo que esta población puede oponer a las nuevas tecnologías. Para evitar esta circunstancia se ha tratado que el paciente no tenga conciencia de estar manejando un ordenador sino una pantalla de televisión con la que interactúa.

los pacientes al emplear la herramienta. Este modelo se basó en las encuestas desarrolladas para testear el grado de satisfacción de la Plataforma de contenidos de Salud Mental de la CV. De la misma manera que en la primera encuesta, en ésta, las preguntas también iban dirigidas, por un lado a valorar el grado de habilidad en el manejo de las TIC, y por otro, el grado de satisfacción del usuario al emplear la herramienta.

Gracias a la experiencia del equipo de la Fundación Intras en este tipo de estudios, hemos conseguido llegar a una solución adecuada, tanto en el contenido como en la presentación de la encuesta. En cuanto al contenido, buscamos el vocabulario y las estructuras gramaticales lo más sencillas posibles, eliminando todas aquellas palabras complicadas o que pudieran ofender a los usuarios de las encuestas. En cuanto al continente, seguimos utilizando la escala Likert (*del 1 al 5*), pero la empleamos de una manera mucho más visual, utilizando emoticonos con diferentes grados de expresión según la puntuación de cada una de las respuestas (*emoticono muy triste=1, emoticono muy alegre=5*). De esta manera, le facilitamos al paciente la contestación de las preguntas, evitando la pérdida de interés debido al desgaste atencional provocado por un exceso de texto.

6. Investigaciones futuras

Ha sido necesario testear el modelo de encuesta diseñado con una muestra reducida de pacientes para detectar posibles errores, tanto en el contenido como en la presentación. Solventados estos problemas, en su mayoría de expresión del lenguaje, integrantes de la Fundación Intras han pasado dicha encuesta a 83 pacientes, en su mayoría enfermos de esquizofrenia. Tras la recogida de resultados y su procesado estadístico, hemos obtenido una serie de conclusiones, que junto a las elaboradas en nuestro informe heurístico, nos ayudarán, por un lado, a mejorar las aplicaciones interactivas que se están empleando actualmente con los pacientes en el Complejo Hospitalario del Área de Salud de Zamora, y por otro, a desarrollar herramientas más preparadas y óptimas, en aspectos de usabilidad y accesibilidad, para que este tipo de pacientes se beneficien de su utilización.

Referencias

- [1], [2] Comisión Europea, Sociedad de la Información y Medios. *Report on the public consultation on European e-Inclusion Policy*. Junio 2009.
- [3] Granollers, T., Lorés, J., 2004. “*Esfuerzo de usabilidad: un nuevo concepto para medir la usabilidad de un sistema interactivo basada en el Diseño Centrado en el Usuario*” | Bolaños-Pizarro, M., Vidal-Infer, A., Navarro-Molina, C., Valderrama-Zurián, J.C., Aleixandre-Benavent, R., 2007. “*Usabilidad: concepto y aplicaciones en las páginas web médicas*”. Papeles Médicos 2007: Vol. 16, Nº-1.
- [4] Real Decreto 1494/2007. Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social. Boletín Oficial del Estado, número 279. Noviembre 2007.
- [5] International Standard (1998) ISO 9241-11:1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability.
- [6] International Standard (2001). ISO/IEC 9126-1. Software engineering –Product quality– Part 1: Quality model.
- [7] ISO 9241 (International Organization Standardization) International Standards for Business, Government and Society. Disponible en: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail/htm?cnumber=37031.
- [8] ISO/AWI 23973, “*Software ergonomics for World Wide Web user interfaces*”, 2006. Actualmente, La “International Organization for Standardizations” está desarrollando un nuevo estándar, específico para el diseño de sitios web, denominado ISO/AWI 23973, Software ergonomics for World Wide Web user interfaces”.
- [9] Web de Salud Mental. Psiquiatria.com 1997. Disponible en: www.saludmentalcv.com
- [10] Nielsen, J., 2000. “*Usabilidad. Diseño de sitios web*”. Prentice Hall.
- [11] Molich, R., Nielsen, J. *Improving a human-computer dialogue*. En Communications of the ACM. Nº 33, Vol. 3. ACM Press, pág. 338-348, 1990.

Análisis y validación de interfaces interactivas adaptadas al aprendizaje en dispositivos móviles sobre pantallas restrictivas

Jose Luis Giménez
Dept. De Ingeniería Gráfica
Universidad Politécnica de Valencia
46022 Valencia
jogilo@upvnet.upv.es

Resumen

El presente trabajo, pretende abordar la problemática surgida desde los últimos avances tecnológicos con la ubicuidad de los dispositivos móviles y la necesidad de una adaptación formal y tecnológica, desde el punto de vista de la interacción hombre-máquina, que implique su uso eficaz para el aprendizaje de contenidos. La existencia de numerosos métodos de interacción, existentes en la actualidad, enfocados a la educación, como son el e-learning y el m-learning necesitan una adecuación específica que tome en cuenta las limitaciones y restricciones que implica y que afecta directamente al desarrollo de interfaces orientados al usuario.

1. Objetivo

Nuestro trabajo se centra en realizar un análisis de aplicaciones enfocadas a dispositivos móviles en el ámbito educativo. Teniendo en cuenta los numerosos factores a los que afecta, tanto a nivel social como a nivel tecnológico. Se realizará una prospección de los factores y/o aspectos determinantes, que influyen en los estudiantes actualmente, en el manejo de aplicaciones en dispositivos móviles, con vistas a su aplicación en el mercado futuro y sus posibles repercusiones sociales de su uso en la educación.

Se desarrollan experiencias que permitirán validar la funcionalidad de las aplicaciones creadas y que proporcionaran a su vez criterios para desarrollar aplicaciones educativas con garantía de éxito.

2. Introducción

El rápido crecimiento de las tecnologías de la información, de la comunicación y los nuevos dispositivos inalámbricos han propiciado nuevas formas de aprendizaje educativo en el ámbito del e-learning [7].

Una de estas nuevas formas educativas se basa en la comunicación interactiva desde la movilidad [2]. Esta movilidad y el uso significativo de los dispositivos móviles por los estudiantes, ha hecho posible la aparición de una nueva área de investigación educativa basada en el concepto llamado m-learning.

Desde el punto de vista educativo, el empleo de dispositivos inalámbricos como apoyo a los procesos convencionales del e-learning, conllevan una serie de beneficios a los alumnos.

Si nos centramos en los posibles beneficios directos sobre estudiantes dentro de la educación superior cuya adaptación a los medios tecnológicos se considera más avanzada y significativa [8] podemos encontrar claves específicas de actuación determinantes para comprender como está evolucionando el uso de los dispositivos inalámbricos en el contexto educativo universitario de primer nivel.

- Fácil acceso. El conocimiento es entregado a la carta, con información actualizada.
- Opciones para el auto-estudio. La flexibilidad del m-learning, permite a los participantes que aprendan en el momento que ellos decidan y al ritmo que necesiten.
- La evaluación y la retroalimentación. Pueden ser incluidos instrumentos de evaluación en el m-learning para vigilar el progreso del estudiante.
- El acceso en línea al material de estudio

2.1. La usabilidad de las aplicaciones.

La usabilidad y funcionalidad en el manejo de contenidos educativos, mediante dispositivos móviles, se han de centrar en el proceso mismo de creación de los contenidos, siempre orientados a la tecnología interactiva que va a utilizarse. El uso de aplicaciones y herramientas educativas, creadas y/o adaptadas a los dispositivos, muchas veces se hallan mal orientadas, o simplemente son asumidas mediante una migración de contenidos sin preocuparse por su adaptación a las nuevas condiciones del medio [4]. De hecho hoy día, hay una gran incidencia en el uso de aplicaciones específicas de comunicación como los SMS y las alertas de agenda, etc., que ha sido fácilmente adaptadas al contexto educativo universitario en numerosos centros [10] y en algunos casos en cursos relacionados con la educación presencial y on-line [9]. No obstante, nos encontramos que la adaptación de contenidos educativos en estos, no ha sido estudiada en profundidad, teniendo en cuenta, las particularidades en los métodos de interacción y navegabilidad. Ni en el ajuste imprescindible en los contenidos, adaptados a las necesidades de la usabilidad y funcionalidad en el medio.

A la hora de diseñar aplicaciones interactivas, uno de los principales objetivos debe ser conseguir una interfaz intuitiva, fácil de usar y de aprender. En el caso de los dispositivos móviles, este objetivo es primordial, y por tanto, la usabilidad a través de estos dispositivos se ha convertido en un factor clave para su éxito en el mercado y en los usuarios finales.

Para garantizar la usabilidad de los dispositivos móviles, se hace imprescindible la realización de estudios con usuarios reales. Donde se demuestre, el impacto en el uso del nuevo medio telemático y su incidencia, a través, de aplicaciones creadas exclusivamente para cumplir un fin específico de aprendizaje.

Nuestro artículo, se centra en mostrar, los pasos llevados a cabo para la realización y puesta en marcha de una experiencia piloto. Que sirviera, como instrumento de validación de una prueba específica, con alumnos de secundaria, mediante la adecuación e implementación de un examen, en dispositivos inalámbricos. Y analizar los resultados obtenidos, que permitan determinar el impacto en el uso de las nuevas tecnologías en los alumnos mediante estos dispositivos [3].

El diseño y desarrollo de la aplicación para la realización de exámenes, ha conducido a la elaboración de una encuesta de usabilidad específica que ha permitido analizar la posible adaptación por parte del estudiante de la aplicación, en su propio contexto de estudio, como es la escuela, y ayudar a definir cuáles son las funcionalidades más eficaces en las aplicaciones móviles, facilitando la creación de entornos más intuitivos.

Por otra parte, no se deben olvidar ciertas particularidades que poseen los dispositivos móviles y que afectan a su nivel de usabilidad, y que constituyen limitaciones a tener en cuenta tanto en el diseño de las aplicaciones como en el diseño del propio dispositivo [5].

2.2. Diseño de las pruebas

La elaboración del estudio se llevo a cabo tomando como referencia dos elementos clave: la validación formal de la aplicación y el test final de usabilidad llevado a cabo por el estudiante.

Para la validación interna de la herramienta se han realizado labores de testeo. Para ello se realizaron test de usuarios convencionales siguiendo diversas metodologías de análisis de plataformas de entornos telemáticos creados o adaptados ex profeso según la necesidad de valoración (funcionalidad, ergonomía visual, manejo de contenidos, etc.).

Los resultados obtenidos han servido para verificar y adaptar algunas de las funcionalidades de la herramienta.

La validación de la herramienta con estudiantes se realizó mediante la generación de un prototipo funcional que emulara el interface final que se está desarrollando. Este tipo de test con emuladores, son fundamentales para valorar el grado de satisfacción de la herramienta final y para verificar el impacto en el desarrollo de la prueba, de forma telemática en los estudiantes. Este punto ha sido bastante significativo, ya que suponía la validación del interface de navegación restringida, propuesta.

Con la formalización del test y la aplicación metodológica del mismo sobre los estudiantes de ESO, se pretendía valorar el impacto de la realización de la prueba on-line. Y extraer conclusiones para su mejora.

Para la realización de nuestras pruebas se realizaron las siguientes tareas:

- Se adaptó el contenido íntegro de una prueba de idiomas, con lo que ello significa, el uso de formatos audiovisuales complementarios.
- Se realizó una adaptación de un cuestionario de Satisfacción de la interfaz de usuario [6] de 30 preguntas para valorar aspectos relacionados con la facilidad de uso, facilidad de aprendizaje de la aplicación, nivel de satisfacción sobre el desarrollo de la prueba en el medio telemático, que se puntuó a través de una escala de Likert [1], de 0 a 5.
- Se seleccionó un grupo de estudiantes de un colegio de la Comunidad Valenciana que iban a pasar la prueba de idiomas de acceso a la Universidad durante este año.

2.3. Desarrollo de test de usabilidad en alumnos de Educación Secundaria

Para la realización de las pruebas se obtuvieron los permisos pertinentes por parte del Instituto para la utilización de un aula informática del centro con los recursos necesarios donde se instaló el prototipo para su ensayo.

El procedimiento que se siguió para llevar a cabo el test, se realizó de la siguiente manera:

A ser posible, el test debía realizarse en el ambiente del usuario, para poder observarle con su equipo y entorno, y así poder obtener una visión más realista de su experiencia. También se debían conseguir participantes que representaran lo más fielmente posible nuestros usuarios potenciales.

Así, se realizó en un instituto de la zona de La Safor en Valencia, donde realizamos el test. Efectuaron el test 26 alumnos de 2º curso de Bachillerato con un rango de edad entre 18-21 años.

En primer lugar se realizó una simulación de una prueba de idiomas con un emulador móvil, y después se pasó un test basado en preguntas cortas el test estaba dividido en tres apartados. Un primer apartado donde se anotan datos generales del usuario. Un segundo donde se evalúa el manejo de las TIC, Tecnologías de la Información – concretamente el uso de las tecnologías móviles. Y un tercero donde se evalúa la experiencia de aprendizaje mostrada en la simulación. Esta última prueba la realizaron 20 alumnos que pertenecían al mismo grupo.

La simulación de dispositivos móviles se efectuó con un emulador de un teléfono móvil, cuyas características eran: tamaño de pantalla de 240x320 px, profundidad de color de 18 bits, tipo de píxel RGB 16 16.565, Sistema operativo Nokia OS, Plataforma S40 3rd Edition, Paquete de funciones Feature Pack 2.

Para la introducción de datos, no se disponía de ningún sistema de entrada de datos externo; Se utilizó el conjunto de teclas propias del teléfono; tenía un sistema de navegación de 4 direcciones, un Set de SoftKeys (teclas programables).

3. ANÁLISIS DE LOS DATOS

De las encuestas que se pasaron, el segundo apartado como comentamos anteriormente valoraba los datos generales sobre la utilización del móvil.

De esta encuesta realizada por 26 alumnos destacamos que la mayoría de los alumnos (61,5 %) habían tenido entre 2 y 3 móviles en los últimos tres años. En cuanto a sus hábitos el 92,3% recibía entre 0 y 4 mensajes SMS diariamente. Del número de mensajes SMM multimedia que reciben a diario el 96,2% (25) declaraba que no recibía ninguno. Respecto a la frecuencia diaria del uso del móvil para el ocio el 26,9% declaró que no lo utilizaba. De la utilización del móvil para la comunicación entre compañeros de clase, el 76,9% si lo utilizaba.

La tercera parte de la encuesta sobre la satisfacción del uso del móvil en la realización de exámenes on-line, fue realizada por 20 alumnos. En el cuestionario se valoraban distintos aspectos, como se comentó anteriormente. El tiempo de aprendizaje, velocidad de realización de tareas, porcentaje de errores de los usuarios, retención con el paso del tiempo, satisfacción subjetiva. Son aspectos que permiten de una forma directa la evaluación práctica. Estas medidas forman parte de los objetivos de eficacia y satisfacción que recoge el estándar ISO 9421.

4. Conclusión

Se trata de un estudio piloto, con un número reducido de encuestas, lo cual limita la validez de los resultados, ya que son datos preliminares. Es un primer contacto con el público potencial para testear la aplicación y mejorarla. De ella, se

desprende que respecto al uso general en la utilización del móvil, la mayoría de los alumnos habían tenido entre dos y tres móviles con tecnología multimedia durante los últimos tres años. Por lo tanto la utilización del móvil esta ampliamente implantada entre los alumnos y disponen de tecnología que permite la realización de pruebas on-line de carácter educativo. El uso que hacen de los móviles un 73.1% en ocio y 80,8% en comunicación interpersonal demuestra que están muy familiarizados con su manejo.

La segunda parte de la encuesta sobre la satisfacción en el uso de la aplicación móvil evalúa distintos conceptos. El tiempo de aprendizaje, velocidad de realización de tareas, porcentaje de errores de los usuarios, retención con el paso del tiempo, satisfacción subjetiva. Lo deseable sería que se tuviera éxito en todas las categorías, pero a menudo en el desarrollo se sacrifica alguno de los procesos. Si hay posibilidad de un periodo de aprendizaje prolongado, entonces los tiempos de realización de las tareas pueden reducirse, utilizando abreviaciones y atajos complejos de usar. Si el porcentaje de errores se mantiene sumamente bajo puede que se este sacrificando la velocidad de realización de tareas. Otras veces puede ser que la satisfacción subjetiva sea lo que se busca o un tiempo de aprendizaje relativamente corto, o la velocidad en la realización de las tareas. Todos estos requisitos se observaron al inicio del proyecto. Estos se recogen en las directrices de nuestro proyecto. Nuestra intención era que los alumnos lo encontrarán útil, que fuera eficaz, productivo, que hiciera las cosas fáciles, que respondiera a las expectativas que tenían los alumnos, que fuera eficiente para el fin que se había creado. Parece ser que los alumnos así lo han entendido. La facilidad en el aprendizaje era algo también primordial para nuestros intereses, ya que la aplicación va a ser utilizada por multitud de alumnos, familiarizados más o menos con la tecnología, y que en un breve espacio de tiempo han de adaptarse a la aplicación. Los alumnos también valoraron positivamente la facilidad de aprendizaje.

Referencias

- [1] Ávila H. L. Introducción a la metodología de la investigación. Capítulo 3.6 Construcción de Índices y Escalas; 82-84, 2006
- [2] Freire, S.. M-learning: aprendizaje electrónico móvil. Sociedad de la Información Estudios de Información y Comunicación, Documentación, Universitat Oberta de Catalunya, 2009 (<http://ictconsequences.net/uoc/sociedadinformacion/2009/04/28/m-learning-aprendizaje-electronico-movil/>) (24-05-2010)
- [3] García Laborda, J. ¿Qué pueden aportar las nuevas tecnologías al examen de selectividad de inglés? Un análisis de fortalezas y oportunidades. Revista de CC Educación, 201; 151-166, 2006
- [4] Giménez, J. L. ; Magal T. & otros. The Adaptation of Contents for the Creation of Foreign Language Learning Exams for Mobile Devices. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM) Volume 3, Special Issue 1; 15-17. 2009
- [5] Giménez, J. L. ; Magal T. & otros. Methods of adapting digital content for the learning process via mobile devices. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 1, Issue 1; 2673-2677, 2009
- [6] Lund, AM. Measuring Usability with the USE Questionnaire. STC Usability SIG Newsletter, Vol 8 n° 2. 2001 (http://www.stcsig.org/usability/newsletter/0110_measuring_with_use.html)(24-05-2010).
- [7] Planella, J. & Rodríguez, I. E-learning e innovación social: La necesidad de un debate interdisciplinar. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC) UOC, Vol 1; 02-03, 2004 (http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/rusc1_monografico.pdf) (24-05-2010)
- [8] Seibu M. J. & Biju I.. Mobile Technologies and its impact – an analysis in higher education context. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM) Volumen 2; 13, 2008
- [9] Seppälä, P. & Alamäki, H. Mobile learning in teacher training.” Journal of Computer Assisted Learning. Volume 19; 330-335, 2003
- [10] Stone, A. Mobile Scaffolding: An Experiment in Using SMS Text Messaging to Support First Year University Students. Advanced Learning Technologies. Proceedings. IEEE International Conference on; 405 – 409, 2004

Tutorial

Superando barreras: uso de JAWS y creación de subtítulos

Lourdes Moreno
Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid
Avda de la Universidad, 30
28911 Leganés (Madrid) España
lmoreno@inf.uc3m.es

Mireia Ribera
Universitat de Barcelona
Melcior de Palau, 140
08014 Barcelona
ribera@ub.edu

Resumen

Las barreras de accesibilidad web nos afectan a todos, pero de manera directa a las personas con discapacidad. Los usuarios con más dificultades para acceder al contenido web son las personas ciegas y, con el continuo incremento de los contenidos multimedia, los usuarios con restos auditivos y sordera. Orientado a estos dos grupos de usuarios se presenta el tutorial, con él se quiere ofrecer conocimientos sobre el funcionamiento de la ayuda técnica más generalizada para usuarios ciegos, el sintetizador de voz JAWS, y por otro lado, para proporcionar acceso a usuarios con discapacidad auditiva, se indicará desde la perspectiva del diseño web, la necesidad de incluir subtítulo junto con el contenido multimedia en la Web, y cómo hacerlo.

1. Motivación

La Web está siendo la herramienta principal de intercambio y transmisión de información en la Sociedad de la Información, sin embargo sus servicios no son accesibles a todos los ciudadanos. Las barreras de accesibilidad afectan en mayor grado a las personas con discapacidad, pero hay otros muchos grupos de usuarios en riesgo de exclusión.

El acceso en igualdad de condiciones a la Web es un derecho para todas las personas. En distintos países se ha reconocido esta necesidad y se regula a través de la legislación, como es el caso de España [1]. Hay marcos normativos en la mayoría de los países que exigen el cumplimiento de ciertos requisitos de accesibilidad.

Por todo ello hay que seguir estas directivas que indican estándares que cumplir, como los de la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) [2]. Además, es necesario seguir un Diseño Universal teniendo en mente el acceso compatible a la Web con el uso de tecnología de apoyo por personas con discapacidad. Esta tecnología incluye ayudas técnicas como teclados alternativos, monitores sensibles al tacto, línea braille, magnificador de pantalla, o lectores de pantalla, entre otros.

Desde hace años asistimos a un continuo aumento de contenido multimedia en la Web. Este hecho es consecuencia del uso masivo de Internet, la evolución de las tecnologías y del nuevo rol de autor que desempeña el usuario en la Web. Por la diversidad de factores que intervienen cuando el usuario interactúa con un contenido de estas características es necesario prestar una especial atención a la accesibilidad web [3], y ofrecer recursos de accesibilidad como el subtítulo para sordos.

En definitiva, hay que diseñar e incluir contenidos en la Web evitando barreras de accesibilidad. En este sentido, los diseñadores, desarrolladores y otros profesionales vinculados a la Web tienen un papel fundamental. Con este tutorial se pretende concienciar y formar a los profesionales que asistan, de tal manera que terminen sabiendo cómo utilizar un lector de pantalla para seguir un Diseño Centrado en el Usuario (DCU) con roles de diseñador y evaluador; así como ser capaces de elaborar subtítulo para sordos siguiendo normativa y buenas prácticas e incluirlo en la web de manera accesible siguiendo tendencias actuales.

2. Contenidos

El tutorial está organizado en dos bloques:

2.1. Uso de lector de pantalla JAWS

Es fundamental conocer la experiencia de usuario en el acceso a la Web. Se quiere mostrar el funcionamiento del sintetizador de voz JAWS en español [4], para simular cómo es el acceso por un usuario ciego. Se proporcionan los comandos más habituales mediante prácticas de ordenador para adquirir habilidad en su uso. Además, de una guía breve de los comandos más habituales y unas páginas web especialmente diseñadas para familiarizarse con ellos realizando una pequeña práctica.

Finalmente, se concluye la primera parte del tutorial con una recapitulación y consejos útiles.

2.2. Creación de subtítulos

En esta parte se describen pautas teóricas sobre la elaboración de subtítulos y su inclusión en contenidos multimedia siguiendo respectivamente la normativa nacional [5] y estándares como las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web (WCAG 1.0 y WCAG 2.0) [6] de WAI. Además, se proporcionan indicaciones de cómo debe ser la publicación en la Web a través de un reproductor siguiendo Pautas de Accesibilidad para Agentes de Usuario (UAAG) [7].

Se muestra un repaso del estado indicando reproductores que sí incluyen requisitos de accesibilidad, así como soluciones accesibles para

integrar en aproximaciones con gran impacto en la actualidad como *YouTube*.

Por último, se realiza una práctica llevando a cabo un proceso completo de edición con herramientas gratuitas consistente en elaborar un subtítulo para un vídeo dado trabajando la codificación, integración con el vídeo e inclusión en la Web.

Referencias

- [1] BOE, Real Decreto 1494/2007, http://www.boe.es/g/es/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=2007/19968&xtlen=1000
- [2] W3C, WAI, Web Accessibility Initiative (WAI), <http://www.w3.org/WAI/>
- [3] Moreno L., Martínez P. and Ruiz B, "Disability Standards for Multimedia on the Web". volume 15, issue 4, 2008, of IEEE MultiMedia Special Issue on Accessibility
- [4] Freedom Scientific, In. JAWS for Windows Screen Reading Software, <http://www.freedomscientific.com/products/fs/jaws-product-page.asp>
- [5] AENOR, UNE 153.010 Subtitulado para personas sordas y personas con discapacidad auditiva. Subtitulado a través del teletexto, www.aenor.es
- [6] W3C, WAI, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview, <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>
- [7] W3C, WAI, User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) Overview, <http://www.w3.org/WAI/intro/uaag.html>

ÍNDICE DE AUTORES

- Ábalos, N., 37, 181, 481, 483
Acuña, Silvia T., 369
Aduriz, Patricio, 343
Alabau, Vicent, 47
Alamán, Xavier, 191
Alcalá-Correa, José, 401
Aleixandre Benavent, Rafael 93
Almeida Martínez, Francisco J., 227
Alonso Calero, José M^a, 155, 237
Aranda, María, 323, 421
del Árbol Pérez, Luis Pablo, 21
Arciniegas José L., 119
Baldassarri, Sandra, 99, 171
Barrera, Carmen, 389
Benghazi, Kawtar, 435
Berbegal, Jasmina, 289, 411
Berbegal, Nidia, 289, 411
Blasco, Guillermo, 99
Botella, Federico, 385
Brunetti, Josep Maria, 207
Buzzi, Maria Claudia, 83
Buzzi, Marina, 83
Cabrera, Yoander, 343
Callejas, Z., 37, 181, 481, 483
Campo, Wilmar Yesid, 119
Campos, Pedro G., 369
Cardeñoso-Payo, Valentín, 201, 465
Casacuberta, Francisco, 47
Casacuberta, Judit, 289, 411
Castillo-Mayén, M^a del Rosario,
323, 421
Cerezo, Eva, 99, 171
Collazos O., César, A., 379
Conde González, Miguel Ángel, 445
Cruz Romanos, Francisco José, 315
Chanchí, Gabriel Elías, 119
Díaz, Laura, 253
Díaz, Marta, 289, 411
Escudero Mancebo, D., 201
Espejo, G., 37, 181, 481, 483
Espinosa-Acereda, Koldo, 479
Ezzaid, Khalid 253
Feré Bergadà, Maria, 477
Fernández, Álvaro, 401
Fernández, Santiago, 217
Fernández-Caballero, Antonio, 385
Fernández de Castro, Isabel, 431
Figueroa Martínez, José, 73
Frías Marín, Guillermo, 315
Gallud, Jose A., 263, 455, 475
García Peñalvo, Francisco, 445
García, Arturo S., 333
García, Roberto, 57, 207
García, Yaiza 27
García-Herranz, Manuel, 191
Garrido, Alejandra, 427
Garrido, Juan Enrique, 83
Gil Iranzo, Rosa M., 299
Gil, Rosa, 207
Giménez, Jose Luis, 495
Gimeno, Juan Manuel, 207
Gómez Aguilar, Diego Alonso, 445
Gómez, Johanna, 135
Gómez, Salvador M., 435
González, José Julio, 253
González, María Paula, 243
González, Pascual, 63, 217, 333
González, Pedro, 455
González de Rivera, Guillermo, 471
González Sánchez, J. L., 109
González Serrano, Miguel A., 349
Granollers, Toni, 359, 379
Grigera, Julián, 427
Griol, D., 37, 181, 481, 483
de la Guía, Elena, 263
Gutiérrez Vela, F. L., 73, 109

- Haya, Pablo, 191
Jurado, Francisco, 27
Latorre Andrés, Pedro M., 315
Lazcorreta, Enrique, 385
Leiva, Luis A., 47
Leporini, Barbara, 83
Linares Pedrero, Agustín, 155, 237
Llinás, Pablo, 191
López, Juan Miguel, 57
López-Colino, Fernando, 471
López-Cózar, R., 37, 181, 481, 483
López Gil, Juan Miguel, 93, 393
López Jaquero, Víctor, 63, 217
Losada, Begoña, 431
Lozano, María D., 83, 263
Macías Iglesias, José A., 349, 369
Madrid, R. Ignacio, 389
Magal Royo, Teresa, 129
Manresa-Yee, Cristina, 135
Marco Rubio, Javier, 171, 315
Marín Clavijo, Jesús, 237
Martín, Santiago, 343
Martínez, Diego, 333
Martínez, Jonatan, 333
Masip, Llúcia, 359
McTear, M.F. 37
Medina Medina, Nuria, 427
Méndez, Yenny A., 379
Molina, Ana I., 27, 253
Molina, José P., 333
Montero Simarro, F., 63, 109, 217
Montes, Beatriz, 421
Montilla, Gregoria, 323
Montoro, Germán, 191
Moré, Araceli, 393
Moreno, Lourdes, 501
Mori, Giulio, 83
Navarro-Molina, Carolina, 93
Nuño, Neus, 289, 411
Ojel, J. Manuel, 389
Oliva Solé, Marta, 299, 359
Olmedo Rodríguez, H., 201
Ortega, 27, Manuel
Ortiz-Martínez, Daniel, 47
Padilla Zea, N., 109
Palanque, Philippe, 15
Paredes Velasco, Maximiliano, 253
Penichet, Víctor M. R., 83, 243, 263
Pérez, Álex, 279
Pérez, Luis G., 323, 421
Pérez Carrasco, Antonio, 227
Pérez Virgen, Henry León, 473
Peris Fajarnés, Guillermo, 129
Picon, Artzai, 273
Ponsa, Pere, 135, 279
Prado Codina, Daniel, 155
Prefasi Gomar, Salva, 491
Pupo, Liudmila, 343
Ramos-Muñoz, Iván, 465
Redondo, Miguel A., 27, 253
Rejano Martínez, José Ignacio, 237
Reyes Lecuona, Arcadio, 155
Ribera, Mireia, 501
Robledo Caparrós, Marc, 477
Rodríguez, María L., 435
Rodríguez Baena, Luis, 487
Rodríguez-Domínguez, Carlos, 401, 435
Rodríguez-Fórtiz, María José, 401
Rodríguez Moscatel, Laura, 145
Rodríguez Soler, Juan José, 309
Rodríguez-Vaamonde, Sergio, 273, 479
Rojo, E., 483
Romero, Sebastián, 243
Rossi, Gustavo, 427
Rubio, Ramón, 343
Sabogal Ocampo, Fabián Andrés, 473
Sánchez, Alberto, 471
Sánchez Sánchez, Jorge, 299

Sanchis-Trilles, Germán, 47
Sainz, Fausto, 389
Sanz Prieto, A., 201
Sebastián, Gabriel, 455, 475
Sendín, Montserrat, 57, 63
Serón Arbeloa, Francisco José, 315
Tesoriero, Ricardo, 263, 455, 475
Theron, Roberto, 445
Torres R., Saulo de Jesús, 473, 487
Tortajada Montañana, Ignacio, 129
Urbano, Franco Arturo, 119

Urquiza Fuentes, Jaime, 227
Urretavizcaya, Maite, 431
Vanderdonckt, Jean, 3
Vaquero, Víctor, 471
Velázquez Iturbide, J. Ángel, 227
Vélez Cea, Manuel 165
Vilanova, Ramon, 279
Vilar-Perea, José Manuel, 401
Villodas, Aritz, 273, 479
Waenerberg, Annika, 165

