

Distributed Spanish Sign Language Synthesizer Architecture

Fernando López-Colino, Javier Tejedor, Javier Garrido and José Colás

Human Computer Technology Laboratory, Escuela Politécnica Superior,
Universidad Autónoma de Madrid, Spain

[fj.lopez, javier.tejedor, javier.garrido, jose.colas]@uam.es

Abstract. This work presents the design of a distributed Sign Language synthesis architecture. The main objective of this design is to adapt the synthesis process to the diversity of the user devices. The synthesis process has been divided into several independent modules that can be executed either in a synthesis server or in the client device. Depending on the modules assigned to the server or the client, four different scenarios have been defined. These scenarios may vary from a heavy client design which executes the whole synthesis, to a light client design similar to a video player. These four scenarios will provide the maximum signed message quality independently of the device hardware resources.

Key words: Spanish Sign Language, Ubiquitous Computing, Automatic Synthesis, Deaf People

1 Introduction

Literature provides several examples of Sign Language (SL) synthesizers [1, 2, 3]. The most extended technique is based on the animation of a virtual avatar based on abstract representations of the sign. These synthesizers require complex calculations, specific libraries and 3D capable devices, which reduces the suitable devices to PCs and laptops. Unfortunately, there are many real situations where only a mobile device is available.

Mobile device hardware resources do not fulfill current SL synthesizers' requirements. For this reason, instead of proposing a low quality SL synthesis adapted to these resources, we propose a distributed architecture. This architecture is divided into several modules that can be run either in a synthesis server or in the user's device, so the resulting message quality is always the same.

2 Distributed Architecture

The SL synthesizer has been designed to deal with the great diversity of final user devices. In order to cover most hardware and software platforms, a distributed architecture has been established, dividing the whole process into five different steps (Fig. 1): HLSML Parser, Avatar and Sign Description Retrieval, Gesture Synthesis, Rendering and Visualization. This synthesizer has been adapted to Spanish Sign Language (SpSL) contents.

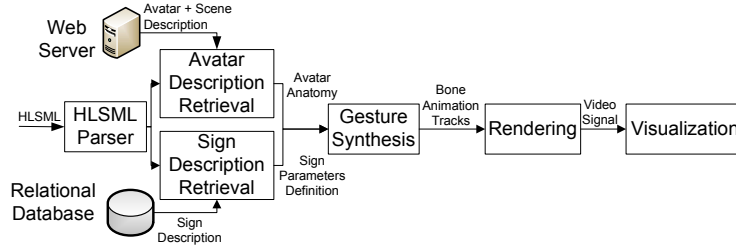


Fig. 1. This image shows the different elements of the SpSL Synthesizer.

HLSML Parser The sign message is described using a XML-based format. We have defined HLSML (High Level Signing Markup Language) to describe all the elements required for SpSL automatic synthesis. This module parses the HLSML message and obtains the sequence of SpSL signs.

Avatar and Sign Description Retrieval We have chosen the JSR-184 standard [4] for 3D scene description. This standard defines the m3g file format to describe all the elements in the scene such as geometry, lights, cameras, animation tracks, materials and hierarchical bone structures. The avatar, defined as a skeleton mesh with a multiple material assigned, the default lights and the four cameras are defined by means of this m3g file format. This file is downloaded from the Web Server using the standard HTTP protocol. The sign definitions have been recorded in a relational database by means of their basic parameters [5]. The database contains a standard sign representation and several variations for some basic sign parameters such as hand shapes and movements. The sign representation is different for every SL. In our case, this database contains the SpSL sign definitions.

Gesture Synthesis This is the main module of the whole synthesis process. Its role is to create the animation tracks for every skeleton bone that must be animated in the final sequence. Each animation track consists of a sequence of bone orientations with a timestamp that indicates the instant when the bone must reach that orientation. These orientations can be retrieved from the Relational Database, such as the orientation for the hand bones, or calculated using Inverse Kinematics, e.g. upper-arm and forearm orientations.

Rendering The rendering process consists of the generation of a 2D image from a 3D scene definition. The 3D animated scene definition is created by merging the scene definition retrieved from the Web Server and the bone animation tracks created in the Gesture Synthesis module. Each 2D image, i.e. each video frame, is generated at regular time intervals. These time intervals depend on the device hardware resources. The maximal time interval for a fluid animation is 0.06 s.

Visualization The visualization of the resulting video sequence is the last stage of the process, which defines two different alternatives. The first one involves performing the live visualization directly from the rendered output. The second alternative is reserved for devices with low 3D capabilities or without the required rendering API. In this case, the Visualization process would consist of playing the video sequence that can be downloaded after a synthesis server has finished rendering the whole message or while the message is being rendered by means of streaming technology.

3 Final User Device Adaptation

The most hardware dependent modules are the Gesture Synthesis, the Rendering and the Visualization. The first two modules can be assigned either to the final client device or to a synthesis server, while the Visualization must be run on the client side using one of the visualization alternatives described before. The distribution of these modules between server and client sides and the visualization alternative defines four different scenarios (Fig. 2):

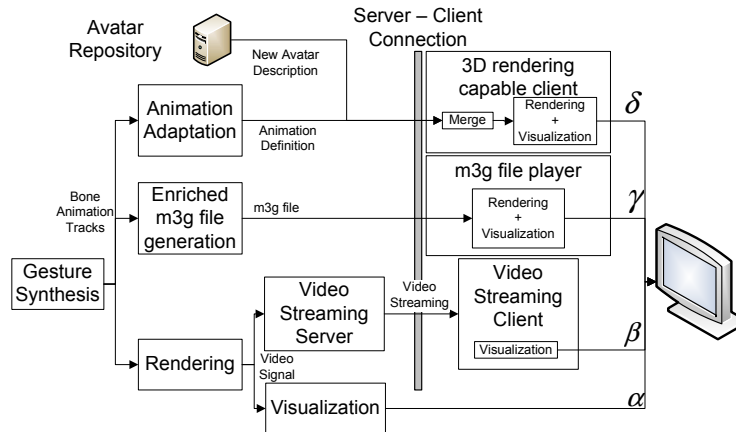


Fig. 2. This image shows the four scenarios designed for the final user device adaptation

- The first scenario (scenario α) is designed for PC devices. These devices have enough resources to run the whole synthesis process. For this reason all the modules are assigned to the client device. This solution does not involve a high network load because of the small size of the m3g scene description file and the reduced amount of data required in the sign definitions.
- The second scenario (scenario β) is suitable when the client device does not have 3D rendering resources or the required API is not available. This light client strategy requires only a video program on the client device. Obviously,

the main synthesis stages (Gesture Synthesis and Rendering) must be done on the server side. The resulting sequence is transferred to the client device by means of a standard file transfer protocol or by video streaming.

- The third is a low network load scenario that assigns the Gesture Synthesis module to the server side (scenario γ). Only a complete m3g file including an avatar description and bone animation tracks is transmitted to the client device. This requires only 3D graphic resources, so this third scenario is ideal for mobile devices with Java 3D mobile API. The downside of this scenario is that the server must generate the extended m3g file containing the scene description and the animation information.
- The last scenario (scenario δ) is similar to the third one as it is a low network load approach and requires 3D management capabilities in the client device. The bone animation tracks obtained in the Gesture Synthesis module are adapted and transmitted to the final user device. The client program merges these bone animation tracks with the avatar description in order to obtain the desired SpSL message. This scenario may be used as an interface to be used by other rendering technologies such as VRML, XNA, etc.

4 Current Development and Future Work

At the current state of the project, scenarios α and β are completely functional and they are under final user tests. The γ approach depends on the version 2.0 of the m3g library release which will implement the export feature for the γ scenario. Finally, the δ scenario is at the first stage of its development. We have chosen the VRML standard as the rendering technology to adapt our SpSL Synthesizer.

5 Acknowledgements

Authors would like to acknowledge the FPU-UAM program for its support.

References

- [1] Zwiterslood, I., Verlinden, M., Ros, J., Schoot, S.: Synthetic signing for the deaf: esign. In: Proc. of the Conference and Workshop on Assistive Technologies for Vision and Hearing Impairment, Granada, Spain, CVHI (June 2004)
- [2] Bangham, A., Cox, S., Elliot, R., Glauert, J., Marshall, I.: Virtual signing: Capture, animation, storage and transmission - an overview of the visicast project. In: IEE Sem. on Speech and Language Processing for Disabled and Elderly People. (2000)
- [3] Kennaway, R., Glauert, J.R.W., Zwitterlood, I.: Providing signed content on the internet by synthesized animation. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* **14**(15) (2007) 1-29
- [4] Java Community Process: Jsr-184. mobile 3d graphics api for j2me. <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=184> (2005)
- [5] López, F., Tejedor, J., Garrido, J., Colás, J.: Use of a hierarchical skeleton for spanish sign language 3d representation over mobile devices. In: Proc. of INTER-ACCION, AIPO (November 2006) 565-568

Description and Synthesis of Spanish Sign Language Classifiers

Fernando López-Colino, Javier Garrido and José Colás

Human Computer Technology Laboratory, Escuela Politécnica Superior,
Universidad Autónoma de Madrid, Spain
[fj.lopez , javier.garrido, jose.colas]@uam.es

Abstract. This work presents the first approach to synthesize Spanish Sign Language (SpSL) *classifiers*, integrated into a SpSL synthesizer. Currently, all the efforts in automatic synthesis of SpSL just create the animation of a sequence of dictionary signs. This work includes the synthesis of the SpSL classification phenomena, which defines more complex elements than the dictionary signs, such as the *iconic classifiers*, and modifications to the representation of the dictionary signs, defined by the *introflexive classifiers* and the *affixal classifiers*.

Key words: Spanish Sign Language, Classifier Construction, Automatic Synthesis, Deaf People

1 Introduction

This work presents the first approach to describe and to synthesize Spanish Sign Language (SpSL) *classifiers* within the definition of a SpSL synthesizer [1]. Currently, all the efforts in automatic translation from Spanish to SpSL obtain a sequence of signs that should be synthesized. However, these approaches do not include the generation of the spatially and semantically complex structures called *classifiers* included in SpSL dialogs. *Classifiers* are a relevant part of Sign Languages (SL) which should be considered in the process of translation and synthesis. This work focuses on defining the way these elements are described and synthesized.

This paper is structured as follows: Section 2 reviews the current SpSL *classifiers* theory and defines the four kinds of *classifiers* defined for SpSL. Section 3 resumes the first approach to *classifiers* synthesis designed for American Sign Language. Section 4 presents our approach to the definition and synthesis of *classifiers* in SpSL and finally, Section 5 resumes this work.

2 Background

SpSL defines three main semantic units. This segregation is based on semantic and complexity properties.

- The first element is *fingerspelling*, an alphabet representation by means of signs. Each letter is represented using a hand shape and an orientation. Most letters are static one-handed signs but in some cases they require a simple animation.
- *Established signs* represent a concept. They have a well known and static meaning. Performance of these elements is more complex than fingerspelling. Describing *established signs* involves defining the seven basic sign parameters [2], sometimes for both hands in case of a double-handed sign.
- The last semantic unit of SL is *classifiers*. Different studies [3, 4, 5, 6, 7] proposed several approaches to the definition of this semantic unit in different SL. However, these approaches focus on the mimic capacities of the SL. Herrero Blanco [8] proposed a classification for this unit applied to SpSL, which focused on a morphological description of the alteration produced by the classification phenomena to the signed message and it is the approach we have used for this work.

2.1 Approach to SpSL Classifiers

Previous section has presented a classification of the signing units attending to semantics and complexity: *fingerspelling*, *established signs* and *classifiers*. The first two units have a static description and their synthesis is not modified by the semantic components of the message. On the other hand, *classifiers* unit requires a different approach for both translation and synthesis processes. This work only focuses on *classifiers* synthesis and the description of this semantic unit within the synthesizer input notation.

Herrero Blanco [8] presented a classification of *classifiers* in SpSL. This classification suggests four different kinds of *classifiers*, attending to a morphological description of this semantic unit and the way it is used in SpSL:

- The *classifier nouns* are *established signs* that are used as modifiers of the next sign. These signs can be used independently with their own meaning, but they can be also used, preceding another sign, to define a new concept. E.g. *established signs* AGUA (water) and POLEA (pulley) have their own meaning and are found independently of each other. However, the construction AGUA - POLEA as a sequence of two signs produces the meaning of “pozo” (well). Another example is the construction SÁBADO - DOMINGO (saturday - sunday), that means “fin de semana” (weekend).
- The *introflexive classifier* defines a modification to one of the seven basic parameters of a sign. The more often modified parameter is the Configuration parameter of the sign, but modifying the Orientation and Movement parameters is also a common practice. When the classification alters the Configuration parameter, a new hand shape is used instead of the original one. The new hand shape corresponds to the Configuration parameter of the classifier sign, whose meaning is added to the original classified sign. This feature only applies to pairs of classifier and classified signs whose meanings are related to spatial and tangible properties. For example, to express the

meaning of a fallen television, the signer will modify the Configuration parameter of the sign TELEVISIÓN (television) and will use the hand shape of the sign CAÍDO (fallen). But this *classifier* will not be used if the adjective expresses non spatial properties, e.g. TELEVISIÓN CARA (expensive television).

This kind of *classifier* implies modifications to the synthesis of the classified sign. They can be only established during translation, when the classifier and classified signs are defined.

- The *iconic classifiers* are a description that depicts the movement and location of the objects in the space. These productive units mimic reality so their definition must be obtained from the implicit or explicit description found in the natural language messages.
- The last kind of *classifiers* units is the *affixal classifier*. This unit merges the *introflexive classifier* and the *iconic classifiers*, because while the left hand is performing an *iconic classifier*, at the same time, the right hand performs an *established sign* whose Location and Plane parameters are modified. This modification results in an alteration of the performance of the sign in which the main direction of the sign is oriented to the left hand.

This kind of *classifiers* can be observed in the construction “mirar una naranja” (to look at an orange): i) the sign NARANJA_FRUTO (orange as fruit) is performed normally, ii) the left hand establishes the spatial position of the orange, iii) the right hand performs the sign MIRAR (to look at) but the final position of the right hand is modified to be located near the left hand, which is the virtual position of the orange.

3 Related Work

Huenerfauth [9, 10] proposed the first approach to *classifiers* automatic synthesis. This approach used a software system to get a 3D scene described by means of natural language (English): AnimNL [11, 12, 13]. The information obtained from the AnimNL program was used as basis for the American Sign Language *classifiers* automatic synthesis. This program uses a library of Parametrized Action Representations (PARs) as templates to describe the scene and the actions of all the elements that populate that scene.

The work proposed in [9, 10] only provides a solution for *iconic classifiers* and does not for the others. Furthermore, there is not an equivalent software for Spanish that could be used as basis.

4 Description and Synthesis of SpSL Classifiers

This section describes how each of the four kinds of *classifiers* described in Section 2.1 is defined in the input notation, and how the synthesis process is modified in order to generate this semantic unit.

4.1 Input notation

Most SL synthesizers use standard symbolic notations as sign definition basis. Notations such as HamNoSys [14, 15] and SignWriting [16] are graphic representations of SL and have computer-friendly versions: SiGML [17] for the HamNoSys notation and SWML [18] for the SignWriting version. Gesture synthesis for these projects is a direct conversion from SWML or SiGML into VRML. Grieve-Smith [19] uses the Stokoe notation to define the signs, which is similar to the HamNoSys notation. There is also another representation system called Szczepankowski’s gestographic notation [20] used in Polish Sign Language. This is a textual notation as it uses regular ASCII characters so it is computer friendly. However, it does not represent all of the sign parameters. All of these notations require considerable knowledge of the SL structure and learning in order to be used.

The HLSML (*High Level Signing Markup Language*) notation we have created, was designed with the following four objectives: i) Generate an XML-based notation which could be used by people with minimal SpSL knowledge. ii) Define the three different semantic units (*fingerspelling*, *established signs* and *classifiers*) in the same specification. iii) Allow the use of modifiers to change the representation of a sign. iv) Contemplate the parallel behavior of non-hand features and *affixal classifiers* in the signing process.

The definition of the three semantic units in the HLSML specification requires two different approaches, one for the dictionary signs (element <sign>) and *fingerspelling* (element <spell>) and another for the *classifiers*. *Established signs* are stored in a relational database, so HLSML only establishes a reference to the sign headword. The *fingerspelling* alphabet has been also stored in the relational database [21] using one static sign per letter, so HLSML defines a *fingerspelling* sequence using any Spanish word. These two semantic units allow the definition of SpSL messages without any knowledge of this sign language.

4.2 Description and Synthesis of *Classifier Nouns*

This kind of *classifiers* is composed by a sequence of two *established signs*: the first sign adds its meaning to the second one in order to create a new concept related to the meanings of the two signs. This kind of *classifiers* does not modify the synthesis process, because it is equivalent to a sequence of two independent *established signs* retrieved from the relational database. Fig. 1 shows the example proposed in Section 2.1 for the *classifier nouns*.

4.3 Description and Synthesis of *Introflexive Classifiers*

The *introflexive classifiers* imply a modification of the definition of one of the seven basic parameters of the modified sign. Therefore, describing an *introflexive classifier* requires defining the modified parameter and the new value for this parameter. This description is done using the element <signClassifier> whose “name” attribute defines the modified parameter and its descendant element

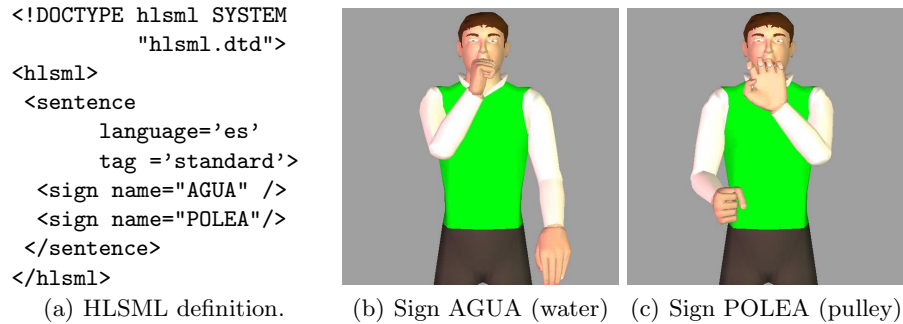


Fig. 1. Example of a *classifier noun*, where the sign AGUA (water) and the sign POLEA (pulley) merge their meanings to create the concept “pozo” (well).

defines the new value. This new value can be defined directly using the name of the parameter’s unit (e.g. “fist_01”) or using the name of an *established sign*, and recovering the selected parameter from the classifier sign instead of from the classified one (Fig. 2).

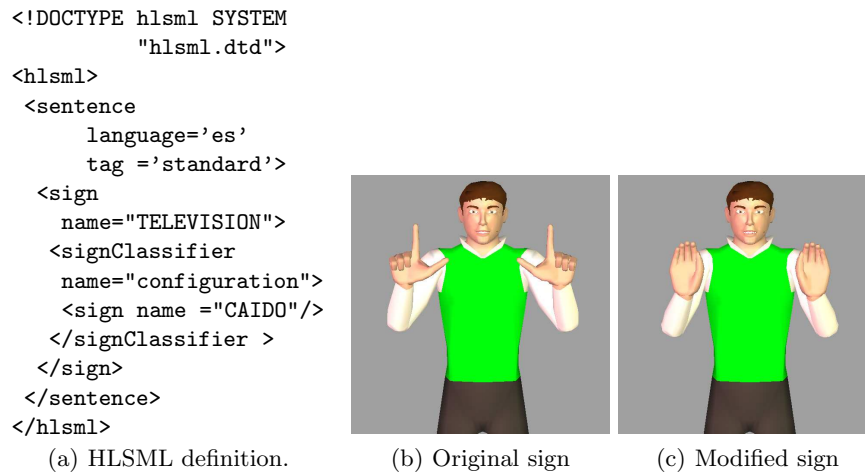


Fig. 2. Example of an *introflexive classifier*, where the sign TELEVISIÓN (television) is modified by the sign CAIDO (fallen).

4.4 Description and Synthesis of *Iconic Classifiers*

Iconic classifiers are mimic descriptions of some information. These elements can be used to define the spatial positions, relations and movements of the

elements of a conversation. As their definition is based on semantic information obtained from natural language processing, there is no possibility of storing *iconic classifiers* final representation, so this kind of *classifiers* must be defined and generated dynamically.

This kind of *classifiers* has been defined as a sequence of basic units described by the element `<classifier>`. This basic unit describes statically the hands, non-hand elements (i.e. facial expressions and body postures) and head and eyes gazing direction.

Each hand requires defining three sign parameters (Configuration, Orientation and Contact Point parameters) and a 3D position. This 3D position is not defined using the Location and Plane parameters. It requires a spatial coordinate within the articulatory space (Fig. 3). Using these four elements, we define an *iconic classifier* unit which is similar to a static manual sign. *Iconic classifiers* may require that the avatar faces to or gazes at a defined position, which can be also defined within the classifier articulatory space or by referencing a part of the body.

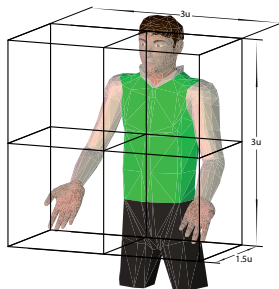


Fig. 3. The black wired box represents the classifier articulatory space. The coordinates within this articulatory space use the position of the chest as origin of coordinates and their definition is relative to the length of the avatar’s upper arm. The value of u is the length of the avatar’s upper arm.

Dynamic *iconic classifiers* require hand movement or gazing at different points. A sequence of static units with a time gap between them, defined by the `<classifierTransition>` item, will define the *iconic classifiers* animation. Fig. 4 shows an example of an *iconic classifier* representing a person walking along a linear path.

4.5 Description and Synthesis of *Affixal Classifiers*

The last kind of *classifiers* is the *affixal classifiers*. This kind of *classifiers* merges the definition of the *introflexive classifiers* and the *iconic classifiers*, so the description requires defining a parallel behavior of the different *classifiers* that are

required for the definition of these *affixal classifiers*. The element <compound> is used for defining a parallel behavior of its children elements.

In order to define a modification to the synthesis process of the modified sign, the <signClassifier> element uses the value “affixal” for the “name” attribute. The child element of <signClassifier> defines the directional objective that modifies the last part of the classified sign.

Fig. 5 shows an example of this kind of *classifiers* which shows the sentence “mirar una naranja” (look at an orange). The user signs the sign NARANJA_FRUTO (orange as fruit) as an *established sign* (Fig. 5(b)). Next, the user defines the position of that orange in the articulatory space (Fig. 5(c)). Finally, the user, instead of representing the sign MIRAR (look at) as a *established sign* (Fig. 5(e)), modifies the last part of the sign and directs the active hand and the head towards the position of the orange in the articulatory space (Fig. 5(d)).

5 Conclusions and Future Work

We have presented a novel and functional approach to the description and synthesis of *classifiers* in SpSL integrated into a SpSL synthesizer. This semantic unit is important for the communication between deaf people. Therefore, our SpSL automatic synthesizer will be able to create more humanlike signed messages. This work also presented how using HLSML, the notation described in this work, the description of this semantic unit is an easy and fast process.

However, future development will focus on the creation of a *classifiers* lexicon in order to make the definition of *classifiers*, specially *iconic classifiers*, even an easier process by defining a reference to the *classifiers* in the HLSML message instead of describing them.

6 Acknowledgements

Authors would like to acknowledge the FPU-UAM program for its support.

References

- [1] López, F., Tejedor, J., Garrido, J., Colás, J.: Use of a hierarchical skeleton for spanish sign language 3d representation over mobile devices. In: Proc. of INTERACCION, AIPO (November 2006) 565–568
- [2] Muñoz, I.M.: Lenguaje de Signos. PhD thesis, University of Valladolid (1990)
- [3] Schembri, A.: Chapter 1: Rethinking classifiers in Signed Languages. In: Perspectives on Classifier Constructions in Sign Languages. Karen Emmorey (2003) 3–34
- [4] Schembri, A., Jones, C., Burnham, D.: Comparing action gestures and classifier verbs of motion: Evidence from australian sign language, taiwan sign language, and nonsigners’ gestures without speech. The Journal of Deaf Studies and Deaf Education **10**(3) (2005) 272–290

- [5] Liddell, S.K., Metzger, M.: Gesture in sign language discourse. *Journal of Pragmatics* **30**(6) (1998) 657–697
- [6] Liddell, S.K.: Chapter 9: Sources of Meaning in ASL Classifier Predicates. In: *Perspectives on Classifier Constructions in Sign Languages*. Karen Emmorey (2003) 199–220
- [7] Cogill-Koez, D.: A model of signed language 'classifier predicates' as templated visual representation. *Sign Language and Linguistics* **3**(2) (2000) 209–236
- [8] Herrero Blanco, Á.: Una aproximación morfológica a las construcciones clasificatorias en la lengua de signos española. *ELUA. Estudios de Lingüística* **18** (2004) 151–167
- [9] Huenerfauth, M.: Spatial representation of classifier predicates for machine translation into american sign language. In: *Workshop on the Representation and Processing of Signed Languages*, 4th International Conference on Language Resources and Evaluation. (2004)
- [10] Huenerfauth, M.: Generating american sign language classifier predicates for english-to-asl machine translation. PhD thesis, Computer and Information Science, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA (2006) Adviser-Mitch Marcus and Adviser-Martha Palmer.
- [11] Bindiganavale, R., Schuler, W., Allbeck, J.M., Badler, N.I., Joshi, A.K., Palmer, M.: Dynamically altering agent behaviors using natural language instructions. In: *AGENTS '00: Proceedings of the fourth international conference on Autonomous agents*, New York, NY, USA, ACM (2000) 293–300
- [12] Schuler, W.: Using model-theoretic semantic interpretation to guide statistical parsing and word recognition in a spoken language interface. In: *ACL '03: Proceedings of the 41st Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, Morristown, NJ, USA, Association for Computational Linguistics (2003) 529–536
- [13] Badler, N.I., Bindiganavale, R., Allbeck, J., Schuler, W., Zhao, L., Joo Lee, S., Shin, H., Palmer, M.: Parameterized action representation and natural language instructions for dynamic behavior modification of embodied agents. In: *AAAI Spring Symposium*. (2000)
- [14] Prillwitz, S., Leven, R., Zienert, H., Hanke, T., Herming, J.: HamNoSys. Version 2.0; Hamburg Notation System for Sign Languages. An introductory guide. Signum-Verlag (1989)
- [15] Hanke, T.: Hamnosys - representing sign language data in language resources and language processing contexts. In Heidelberg, S.B., ed.: *Workshop on the occasion of the 4th International Conference on Language Resources and Evaluation*, LREC, Lisbon (May 2004)
- [16] Sutton, V.: Sign writing. <http://www.signwriting.org/> (1974)
- [17] Kennaway, R., Elliot, R., Glauert, J., Parsons, K.J.: Sigml document type definition (dtd). Visicast deliverable, ViSiCAST Project (2002)
- [18] Rocha, A., Pereira, G.: Supporting deaf sign languages in written form on the web. *The SignWriting Journal* **0** (2001)
- [19] Grieve-Smith, A.B.: Signsynth: A sign language synthesis application using web3d and perl. In: *GW '01: Revised Papers from the International Gesture Workshop on Gesture and Sign Languages in Human-Computer Interaction*, London, UK, Springer-Verlag (2002) 134–145
- [20] Francik, J., Fabian, P.: Animating sign language in the real time. In: *20th IASTED International Multi-Conference Applied Informatics AI 2002*. (2002) 276–281
- [21] López, F., Tejedor, J., Bolaños, D., Colás, J.: Intérprete de lenguaje de signos en español multidispositivo. In: *Proc. of IADIS-CIAWI, IADIS (October 2006)* 293–296


```

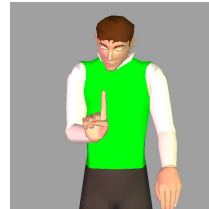
<!DOCTYPE hlsml SYSTEM "hlsml.dtd">
<hlsml>
<sentence language="es" tag="standard" >
<compound>
<classifierSequence>
<!-- Fig. 4(b) -->
<classifier armDivision="7" time="700">
<hand side="right">
<configuration>
<element name="config_006" />
</configuration>
<orientation>
<element name="f_p_000_d" />
</orientation>
<coordinate width="-5" height="2"
depth="4" />
<contactPoint>
<element name="point_4" />
</contactPoint>
</hand>
<headLookAt>
<coordinate width="-5" height="0"
depth="4" />
</headLookAt>
<eyesLookAt>
<coordinate width="-5" height="2"
depth="4" />
</eyesLookAt>
</classifier>
<!-- Fig. 4(c) -->
<classifierTransition time="400" />
<!-- Fig. 4(d) -->
<classifier armDivision="7" time="700">
<hand side="right">
<configuration>
<element name="config_006" />
</configuration>
<orientation>
<element name="f_p_000_d" />
</orientation>
<coordinate width="1" height="2"
depth="4" />
<contactPoint>
<element name="point_4" />
</contactPoint>
</hand>
<headLookAt>
<coordinate width="1" height="0"
depth="4" />
</headLookAt>
<eyesLookAt>
<coordinate width="1" height="2"
depth="4" />
</eyesLookAt>
</classifier>
</classifierSequence>
</compound></sentence></hlsml>

```

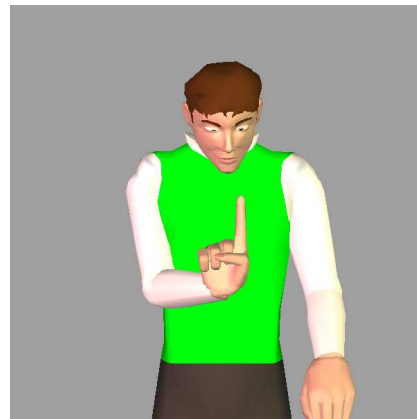
(a) HLSML definition.



(b) Initial Position



(c) Transition



(d) Final position

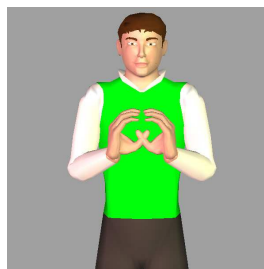
Fig. 4. Example of an *iconic classifier*, where the avatar describes the situation of a person walking along a linear path.

```

<!DOCTYPE hlsml SYSTEM "hlsml.dtd">
<hlsml>
<sentence language="es" tag="standard">
  <!-- Fig. 5(b) -->
  <sign name="NARANJA_FRUTO"/>
  <!-- Fig. 5(c) -->
  <classifierSequence>
    <classifier armDivision="3"
      time="700">
      <hand side="left">
        <configuration>
          <element name="config_078"/>
        </configuration>
        <orientation>
          <element id="91"/>
        </orientation>
        <coordinate width="2" height="1"
          depth="3"/>
        <contactPoint>
          <element name="med_4"/>
        </contactPoint></hand></classifier>
      </classifierSequence>
  <!-- Fig. 5(d) -->
  <compound>
    <classifierSequence>
      <classifier armDivision="3"
        time="700">
        <hand side="left">
          <configuration>
            <element name="config_078"/>
          </configuration>
          <orientation>
            <element id="91"/>
          </orientation>
          <coordinate width="2" height="1"
            depth="3"/>
          <contactPoint>
            <element name="med_4"/>
          </contactPoint></hand></classifier>
    </classifierSequence>
    <sentence>
      <sign name="MIRAR">
        <signClassifier
          name="affixal">
          <element name="l_palm"/>
        </signClassifier></sign></sentence>
    </compound></sentence></hlsml>

```

(a) HLSML definition.



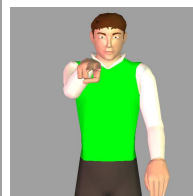
(b) Sign NARANJA



(c) Object position



(d) Modified MIRAR



(e) Orig. MIRAR

Fig. 5. Example of an *affixal classifier*, where the sign MIRAR (look at) is oriented towards the position of an orange in the articulatory space.

Integration of a Talking Head into a Spanish Sign Language Synthesizer

Javier Tejedor, Fernando López-Colino, Javier Garrido and José Colás

Human Computer Technology Laboratory, Escuela Politécnica Superior,
Universidad Autónoma de Madrid, Spain
[javier.tejedor, fj.lopez, javier.garrido, jose.colas]@uam.es

Abstract. In this paper, we present an integration of a talking head within a Spanish Sign Language synthesizer. The whole system consists of three different steps: First, the input acoustic signal is transformed into a sequence of phones by means of a speech recognition process. This sequence of phones is mapped in a second step to a sequence of visemes and finally, the resulting sequence of visemes is played by means of a talking head integrated into the avatar used in the Spanish Sign Language synthesizer.

Key words: Spanish Talking Head, Speech Recognition, Visemes, Spanish Sign Language

1 Introduction

Hard of hearing people cannot access to the information in an identical fashion as those who do not suffer from such disability. Several efforts have been done to solve this issue by means of a talking head which represents what a person is speaking. Some of them are presented in [1–5]. Others are in an early development stage [6]. However, the talking head approach is not enough for deaf people, as lip reading is used as a complement to Sign Language communication. Despite of that, minimum efforts have been done for Spanish language by means of systems that convert the speech-based content into a sequence of signs to be represented by a Spanish Sign Language (SpSL) synthesizer [7, 8], while others are in an early development stage [9, 10].

In this paper, we propose to augment the functionality of our SpSL synthesizer, which receives its input using a specifically designed XML-formatted message, by adding the required information to emulate lip movements to allow the deaf people to access to the speech-based content. The talking head of the signing avatar produces the lip movement required according to the output of the recognition process which represents the information stored in the speech signal.

The rest of the paper is divided as follows: Section 2 presents an overview of the system. Section 3 presents the work for speech recognition. Section 4 presents the mapping between phone and viseme. Section 5 describes the SpSL synthesizer. Section 6 presents the experimental setup. Section 7 presents the evaluation and finally Section 8 presents our conclusions.

2 System Overview

The whole system architecture is depicted in Fig. 1. It consists of three different modules: i) The *Speech Recognition* module converts the input acoustic signal into the most likely sequence of phones identifying it. ii) The *Phone-to-Viseme Mapping* module takes the sequence of phones hypothesized by the *Speech Recognition* module and maps it to the sequence of visemes. iii) The talking head, integrated into the *SpSL Synthesizer* module, takes this sequence of visemes and produces the lip movement according to it within the image that represents the avatar used in the SpSL synthesizer. The next sections describe each module in more detail.

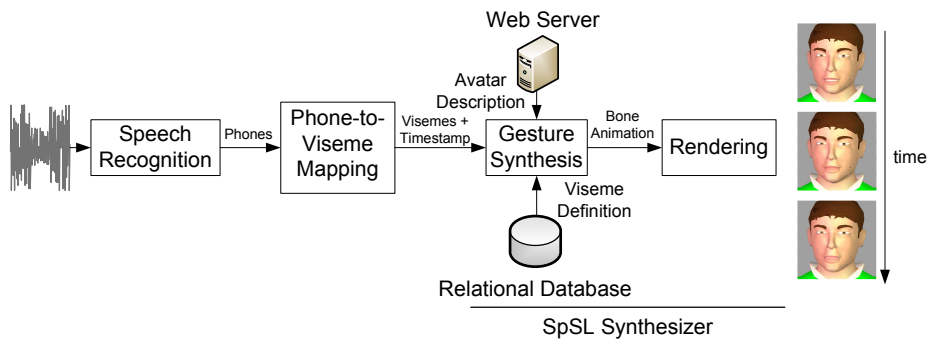


Fig. 1. Schematic view of the system architecture.

3 Speech Recognition

The aim of the speech recognition is to produce the most likely sequence of phones corresponding to the input acoustic signal. The HTK tool [11] was used for the speech recognition work. The Viterbi algorithm takes the input acoustic signal, the set of phones to recognize, the Hidden Markov Models (HMMs) used to represent the acoustic space, the language model composed of phones and hypothesizes the sequence of phones according to the input acoustic signal. This sequence is passed towards the *Phone-to-Viseme Mapping* module.

4 Phone-to-Viseme Mapping

To build the sequence of visemes to be represented by the talking head, a phone-to-viseme mapping is necessary. There exists a regular mapping between the set of phonemes and the set of visemes in Spanish, which is represented in Table 1. An additional neutral viseme was added to represent the silence of the speech signal and the initial position of the lips in the talking head.

First, the set of phones output by the *Speech Recognition* module was transformed to each corresponding phoneme in the Table 1. After that, such sequence of phonemes serves to produce the sequence of visemes according to the mapping specified in the Table 1 as output. This sequence of visemes is passed towards the *SpSL Synthesizer* module. Fig. 2 depicts both the speech recognition and the phone-to-viseme mapping processes.

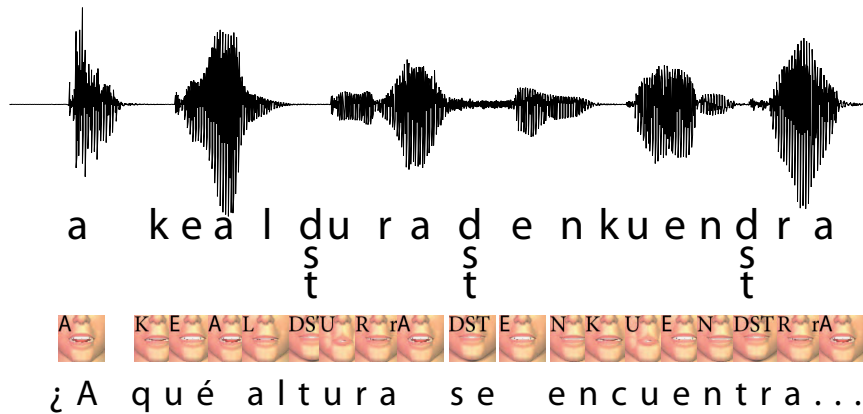


Fig. 2. Speech signal, the sequence of visemes mapped from the phones recognized and the actual ortographic transcription of the speech signal.

5 SpSL Synthesizer

The structure of the SpSL signing avatar was described in [9] as a hierarchical bone structure whose movements define the deformation of the avatar’s mesh. This bone structure has been also used in the definition of the avatar’s face and mouth. This approach has some advantages against the animation based on the interpolation of morphing objectives. The first advantage is related to storage requirements. Each morphing objective is a copy of the avatar’s mesh in which some vertexes have been displaced to represent a different shape. The bone animation approach requires defining the avatar’s mesh just once and storing the orientations of the skeleton bones, which causes a reduction in the storage requirements. The second advantage of this approach refers to the addition or modification of the mouth shapes. The morphing approach requires the release of a new version of the avatar including the new meshes. The definition of a new mouth shape using the bone animation approach only requires defining new orientations for the relevant bones for the mouth shape definition. Finally, the last advantage in using this bone animation approach in the signing avatar relies on the unification of the animation techniques applied to the avatar. This simplifies the development of the SpSL synthesizer.

Viseme	Phoneme
a	a
e	e
i	i
o	o
u	u
f	f
g	g
j	x
l	l
bmp	b, m, p
chy	tʃ, ʎ, j, x
dst	d, s, t, θ
k	k
n	n, ɲ
r	ɾ, r

Table 1. Relationship between the set of phonemes and the set of visemes in Spanish.

5.1 Avatar’s Mouth Description

We propose a structure of seven bones to define the shape of the mouth. The only anatomic bone implied in the definition of the mouth shape is the jaw because the flexion of the Temporomandibular joint defines the openness of the mouth. The first of the seven bones used for this task emulates the jaw, meanwhile the other six bones emulate variations of the mouth shape defined by the contractions of the muscles surrounding the mouth.

Using the Fig. 3 we can describe the location and function of the six bones that emulate the contraction of the lip-related muscles. Upper and lower lips require two different bones each: the first bone affects a wider area because it simulates the retraction movement of the lip (areas 1 and 5 of the mouth). The second bone is used for the elevation movement of the bones (e.g. saying “u”), which affects a narrower area of the upper and lower lips (areas 2 and 4). The last two bones, areas 3 and 6, modify the position of the commissures without affecting the middle part of the mouth.

The tongue is animated using three different bones: the first one establishes the position of the mouth and the other two bones define the flexion of the tongue muscles. Currently we do not generate any animation for the tongue because these movements are hardly seen.

5.2 Gesture Synthesis

Each viseme requires defining the orientation of all the mouth shape-related bones. This information is stored in the same relational database that stores SpSL sign definitions. Several signs require a specific mouth shape as part of their definition. These mouth shapes are considered to be a part of the Non

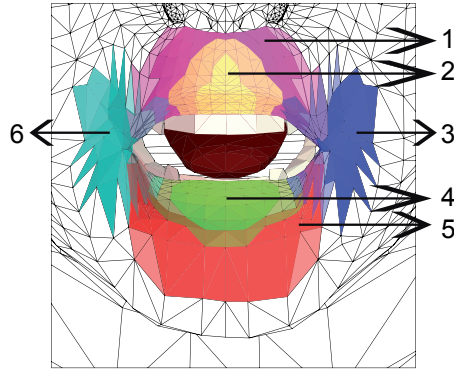


Fig. 3. This figure shows the different mouth areas affected by the different mouth bones.

Hand sign parameter. Therefore, the generation of the lip movements to emulate speech is included within the whole sign generation process easily.

The output of the *Phone-to-Viseme Mapping* module is a sequence of visemes with a timestamp. This sequence is processed in the *Gesture Synthesis* module as a part of the whole SpSL synthesis process. For each viseme in the sequence, one animation keyframe is defined for each bone of the mouth. The timestamps obtained from the viseme sequence are directly assigned to the corresponding keyframe. Grouping all the keyframes belonging to a bone defines the animation track of that bone. The seven animation tracks related to the mouth bones (referred as Bone animation in Fig. 1) are required in the *Rendering* module for the generation of the final animated visualization.

5.3 Rendering

The 3D rendering module is based on the JSR-184 standard 3D API definition [12]. This module generates the final visualization using the description of the avatar and the animation tracks created in the *Gesture Synthesis* module. This visualization consists of a sequence of static images. If the animation instant of one of these images does not coincide with a keyframe, the orientation of the bones is defined using interpolation techniques. Fig. 4 shows our standard avatar visualization representing the sign TÚ (you) while the mouth shape represents the viseme “U”. This visualization uses a far camera shot.

The approach used to interpolate the keyframes is the linear interpolation, where the orientation of every bone between the keyframes i and $i + 1$ is defined linearly using the values of these two keyframes.

6 Experimental Setup

6.1 Speech Recognition

The input acoustic signal is sampled at 16kHz and stored with 16 bit precision. Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCCs) were computed at 10ms intervals within 25ms Hamming windows. Energy and first and second order derivatives were appended giving the 39 MFCCs used to represent the signal.

The set of 47 phones in Spanish language [13] has been used during the recognition process. HMMs were used as acoustic models to represent the set of phones and they were context-dependent with 8-components Gaussian Mixture Models (GMMs).

The Albayzin database [14], which contains two different sub-corpora, has been used in the experiments: a phonetic corpus and a geographic corpus. Each contains a training set and a test set. The training of the HMMs was made from the *phonetic training set*. A bigram was used as language model during the phone recognition process. It was built from the *phonetic training set* as well. The number of components GMMs in the context-dependent acoustic models was tuned for phone accuracy on the *phonetic test set*. The parameters *word insertion penalty* and *language scale factor*, used within the recognition process, were tuned on the *geographic training set*. Finally, the *geographic test set* was used for the system evaluation. Fifteen sentences, which contain between 4 and 17 words each, corresponding to 15 audio files in the *geographic test set* were used in the whole system evaluation.

6.2 Spanish Sign Language Synthesizer Talking Head

A score of the naturalness of the talking head in the range [1, 5] has been used in the evaluation for the talking head when the audio file is also presented to the listener. We have selected two different camera shots for two different evaluations. The one referred as *Near camera* in Table 2 uses the picture in Fig. 5(a). The second one is referred as *Far camera* in Table 2 and is depicted in Fig. 5(b). Both evaluations were made with 30 Spanish listeners whose ages vary from 18 to 57 years old.

7 Evaluation

The accuracy of the speech recognition module plays a very important role in the final system performance. A mis-recognized phone leads to an incorrect talking head lip position, which affects the final system performance. The phone recognition accuracy was 70.61% in the set of 15 audio files chosen for the evaluations, which led to a 83.02% of accuracy in the set of visemes. It means that at about 1 out of 5 visemes will cause an error in the sequence of visemes to be represented by the avatar.

The results presented in Table 2 show an improvement in using the near camera. Paired *t*-tests showed that such difference is statistically significant with



Fig. 4. The SpSL avatar includes the possibility of lip movement emulation.

	Near camera	Far camera
Score	3.66	3.53

Table 2. Results for the Spanish talking head evaluation from the two cameras.

$p < 0.02$. As expected, it is due to listeners are more likely to understand better what a talking head is speaking when their distance respect to the talking head is as small as possible.

8 Conclusions and Future Work

We have presented a talking head integrated into our SpSL synthesizer. In this way, deaf people can access to the information stored by means of speech by reading the lip movements produced by the talking head.

We have also explored two different camera shots and have shown that the *Near camera* shot achieves a significant improvement compared with the *Far camera* shot in the final user evaluation. However, we have stated the *Far camera* shot is the standard visualization shot for the SpSL avatar. Further work will focus on improving the perceived quality for this *Far camera* shot. In this way, a Spherical Cubic interpolation technique will be considered.

This work has been evaluated by hearing people. Nowadays, the same tests, together with lip reading comprehension tests, are being done by hard of hearing and deaf people to test its real usability. In addition, in order to improve the usability of the talking head, new evaluation metrics will be used. We will focus on the words correctly identified by this new group of testing people, which will allow them to access to the speech-based content.

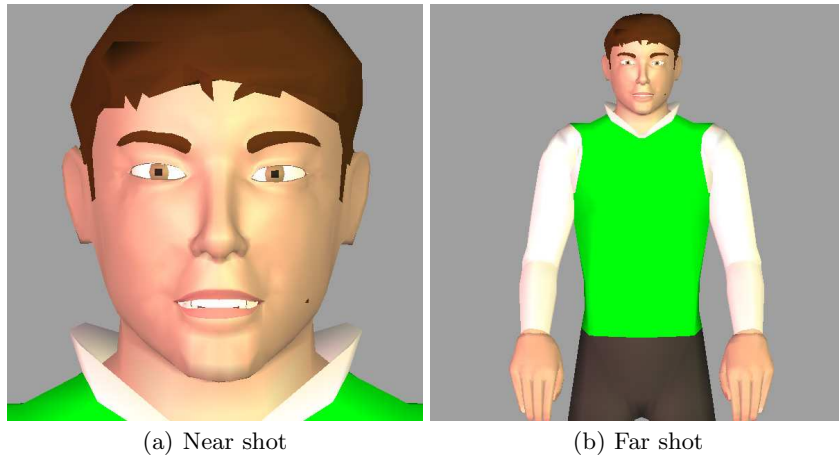


Fig. 5. This figure shows the different camera shots used in the Spanish talking head evaluation.

9 Acknowledgements

Authors would like to acknowledge the FPU-UAM program for its financial support.

References

1. Nakamura, S., Yamamoto, E.: Speech-to-lip movement synthesis by maximizing audio-visual joint probability based on the em algorithm. *Journal of VLSI Signal Processing Systems* **27**(1-2) (February 2001) 119–126
2. Moubayed, S.A., Smet, M.D., Hamme, H.V.: Lip synchronization: from phone lattice to pca eigen-projections using neural networks. In: *Proc. of Interspeech*. (September 2008) 2016–2019
3. Yamamoto, E., Nakamura, S., Shikano, K.: Lip movement synthesis from speech based on hidden markov models. *Speech Communication* **26**(1–2) (April 1998) 105–115
4. Englebienne, G., Cootes, T., Rattray, M.: A probabilistic model for generating realistic lip movements from speech. In Platt, J., Koller, D., Singer, Y., Roweis, S., eds.: *Advances in Neural Information Processing Systems 20*. MIT Press, Cambridge, MA (2008) 401–408
5. Beskow, J., Granström, B., Nordqvist, P., Moubayed, S.A., Salvi, G., Herzke, T.: Hearing at home – communication support in home environments for hearing impaired persons. In: *Proc. of Interspeech*. (September 2008) 2203 – 2206
6. Zoric, G., Cerekovic, A., Pandzic, I.S.: Automatic lip synchronization by speech signal analysis. In: *Proc. of Interspeech*. (September 2008) 2323
7. San Segundo, R., Montero, J.M., Macías-Guarasa, J., Córdoba, R., Ferreiros, J., Pardo, J.M.: Proposing a speech to gesture translation architecture for spanish deaf people. *Journal of Visual Languages and Computing* **19**(5) (October 2008) 523–538

8. San Segundo, R., Barra, R., Córdoba, R., D'Haro, L.F., Fernández, F., Ferreiros, J., Lucas, J.M., Macías-Guarasa, J., Montero, J.M., Pardo, J.M.: Speech to sign language translation system for spanish. *Speech Communication* **50**(11-12) (November 2008) 1009–1020
9. López, F., Tejedor, J., Garrido, J., Colás, J.: Use of a hierarchical skeleton for spanish sign language 3d representation over mobile devices. In: Proc. of INTERACCION, AIPO (November 2006) 565–568
10. López, F., Tejedor, J., Bolaños, D., Colás, J.: Intérprete de lenguaje de signos en español multidispositivo. In: Proc. of IADIS-CIAWI, IADIS (October 2006) 293–296
11. Young, S., Evermann, G., Hain, T., Kershaw, D., Moore, G., Odell, J., Ollason, D., Povey, D., Valtchev, V., Woodland, P.: *The HTK Book (for HTK Version 3.2)*. Microsoft Corp. and Cambridge University Engineering Department (2002)
12. Java Community Process: Jsr-184. mobile 3d graphics api for j2me. <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=184> (2005)
13. Quilis, A.: *El comentario fonológico y fonético de textos*. ARCO/LIBROS, S.A. (1998)
14. Moreno, A., Poch, D., Bonafonte, A., Lleida, E., Llisterri, J., Mariño, J.B., Nadeu, C.: Albayzin speech database: Design of the phonetic corpus. In: Proc. of Eurospeech. Volume 1. (September 1993) 653–656

Calidad de la revisión automática de la accesibilidad web usando la metodología UWEM

Carlos Casado Martínez¹ y Loïc Martínez Normand²

¹ Universitat Oberta de Catalunya

ccasadam@uoc.edu

² DLSIIS. Universidad Politécnica de Madrid

loic@fi.upm.es

Abstract. La mejor manera de revisar la accesibilidad de una página web es mediante la revisión manual por revisores expertos. Sin embargo el coste de este enfoque es muy elevado, por lo que la utilización de herramientas automáticas se convierte en una aproximación habitual. Este artículo presenta los inicios de una investigación donde se pretende averiguar hasta qué punto dichas herramientas pueden ser un apoyo, utilizándose UWEM, una metodología de evaluación de la accesibilidad web que contempla tanto la evaluación manual como la automática.

1 Introducción

La revisión de la accesibilidad web es una disciplina madura y es comúnmente aceptado que la mejor manera de realizarla es mediante la evaluación manual de expertos, apoyados por herramientas de evaluación automática [1], beneficiándose de las ventajas de los dos tipos de evaluación.

La evaluación automática permite la revisión de un gran número de páginas en un tiempo reducido y de una manera sistemática, con lo que resulta sencillo revisar sitios web completos. El inconveniente que presenta es que tan solo una parte de los requisitos de accesibilidad pueden ser revisados de manera automática, siendo, para la mayoría de ellos, necesaria la participación de un experto.

En cambio, la evaluación manual requiere una revisión exhaustiva por parte de una persona que, además, necesitará usar varias utilidades para poder realizarla. Por ello las herramientas de revisión automática pueden revisar un sitio entero en menos tiempo del que necesita un revisor manual para revisar una sola página.

Pero la mayor dificultad para hacer la revisión manual de un sitio web es el coste: muchos sitios web tienen una gran cantidad de páginas, mantenidas muchas veces por diferentes personas y con una frecuencia de actualización más o menos elevada. El hacer continuas revisiones manuales es un trabajo complejo y muy costoso en tiempo, lo que deriva en un coste económico muy elevado.

Si se pudiese valorar la calidad de la revisión automática se podría ofrecer, con un margen de error, una valoración efectiva de la calidad de las páginas web revisadas.

Para poder comparar los resultados de la evaluación manual con los obtenidos en la revisión automática es importante que ambos enfoques sigan la misma metodología. Para este trabajo se ha escogido la metodología UWEM (*Unified Web Evaluation Methodology*) [2] porque proporciona resultados cuantitativos fácilmente comparables.

Este trabajo explica el inicio de una investigación cuyo objetivo es comprobar hasta qué punto la revisión automática puede ser utilizada como una estimación de la accesibilidad real de un sitio web. La revisión automática no puede, hoy por hoy, sustituir la revisión manual. Sin embargo, en controles periódicos de la calidad de un sitio web podría ser una herramienta de gran ayuda. ¿Hasta qué punto sería fiable?

2 Unified Web Evaluation Methodology (UWEM)

UWEM [2] es una metodología destinada a facilitar la evaluación de la accesibilidad a partir de la versión 1.0 de las directrices de accesibilidad del contenido web (WCAG 1.0, del inglés *Web Content Accessibility Guidelines*) [3]. UWEM ha sido desarrollada por el *Web Accessibility Cluster* (WAB), una agrupación de proyectos europeos que trabajan sobre la accesibilidad web. Define la estrategia para revisar sitios web, tanto si esa revisión se hace de manera automática como manual.

Para la evaluación manual se proporcionan 141 test, de los cuales 23 son automatizables y, por tanto, usables en una evaluación automática.

La ventaja de UWEM para este estudio es que ofrece resultados cuantitativos como resultado de la evaluación tanto automática como manual. De esta manera, se pueden comparar los resultados obtenidos en la evaluación manual con los obtenidos en la evaluación automática, para intentar establecer una relación entre ambos tipos de revisión.

Para hacer la revisión automática de este trabajo, se usó una herramienta desarrollada por uno de los proyectos participantes en WAB que proporciona el resultado numérico de la evaluación, así como los test realizados y el resultado obtenido. Esta herramienta, que puede ser usada online en [4], tiene sin embargo una pequeña limitación: sólo analiza 21 de los 23 test automatizables de la metodología UWEM. En concreto, no analiza los aspectos relacionados con el color (brillo y diferencia de color), motivo por el cual, para este estudio sólo se tuvieron en cuenta 21 test en la evaluación automática, frente a los 141 de la evaluación manual.

3 Hipótesis

La hipótesis que se desea comprobar en este estudio es que existe una correlación entre el resultado de la evaluación automática y el resultado de la evaluación manual. Si se cumpliera esta hipótesis, entonces podría hacerse una aproximación al resultado de la evaluación manual, a partir de los resultados obtenidos en la evaluación automática. La hipótesis nula es la contraria: no existe correlación entre ambas

maneras de evaluar la accesibilidad. Si se verifica la hipótesis nula se debería descartar la utilización de la evaluación automática para valorar la accesibilidad real de un sitio web.

4 Resultados iniciales

Se han evaluado dos sitios web de universidades españolas, que deberían ser accesibles según la legislación vigente [5]. Se evaluaron 15 páginas web de cada sitio. Para esas 30 páginas se realizó una evaluación manual y una automática usando UWEM y la herramienta citada anteriormente. El resultado de los análisis se encuentra en la tabla 1, donde los valores de accesibilidad están en el rango de 0 (muy accesible) a 1 (nada accesible).

	Sitio 1			Sitio 2	
	Manual	Automática		Manual	Automática
1	0.0473	0.0865	16	0.3000	0.1818
2	0.1493	0.0656	17	0.1481	0.4630
3	0.1547	0.2653	18	0.2498	0.5078
4	0.1547	0.2653	19	0.4486	0.4325
5	0.1282	0	20	0.0464	0.4341
6	0.1818	0.2121	21	0.0824	0.3806
7	0.1111	0.0709	22	0.0470	0.2732
8	0.1290	0.0471	23	0.3489	0.2932
9	0.1896	0.1746	24	0.4663	0.2401
10	0.2209	0.1546	25	0.3847	0.9505
11	0.2007	0.1739	26	0.0450	0.3689
12	0.1377	0.1765	27	0.2361	0.0492
13	0.3273	0.5582	28	0.0683	0.5943
14	0.3317	0.5808	29	0.1356	0.7560
15	0.1816	0.1667	30	0.4480	0.4293

Tabla 1. Resultados de la evaluación manual y automática

Al calcular el coeficiente de correlación de Pearson, el resultado es 0.35, con un valor-p muy alto (0.092), lo cual indica que no hay indicios empíricos para rechazar la hipótesis nula y, por tanto, deberíamos aceptar que es posible que no exista correlación entre ambos tipos de medida.

En la figura 1 se puede ver la gráfica de relación entre los resultados obtenidos de manera manual y automática. La dispersión de los puntos nos indica que en general existe poca correlación entre los resultados de ambos tipos de revisión. Realizada la misma comprobación para ambos sitios por separado, los resultados tampoco son relevantes, con lo que se podría descartar la correlación. Sin embargo la aplicabilidad de estos resultados es muy limitada, dado el reducido número de páginas y sitios que han sido evaluados.

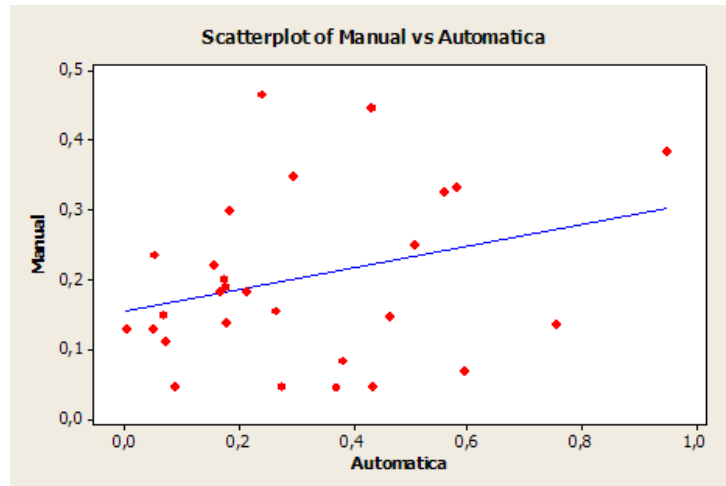


Figura 1. Comparación de la evaluación manual y automática

5 Conclusiones

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que no parece viable utilizar la evaluación automática para decidir la accesibilidad real de una página web usando la metodología UWEM. Sin embargo hay varias posibilidades que se pueden investigar. En primer lugar habría que completar el estudio ampliando tanto el número de sitios como el número de páginas. En segundo lugar, habría que evaluar si estos resultados son extrapolables a la revisión de un sitio web (mirando el sitio como un todo y no como un conjunto de páginas). Por último, habría que estudiar si se puede encontrar un subconjunto reducido de test de la metodología UWEM que, junto con la revisión automática, permita realizar una revisión semi-automática, cuyos resultados se aproximen a los de la evaluación manual, sin el coste de una evaluación manual completa.

6 Referencias

1. World Wide Web Consortium: Evaluating Web Sites for Accessibility: Overview. <http://www.w3.org/WAI/eval/Overview.html>
2. Web Accessibility Benchmarking Cluster: Unified Web Evaluation Methodology 1.2. http://www.wabcluster.org/uwem1_2/
3. World Wide Web Consortium: Web Content Accessibility Guidelines 1.0. <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>
4. eAccessibility Checker: <http://accessibility.egovmon.no/en/>
5. REAL DECRETO 1494/2007, de 12 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. BOE. 21 de noviembre de 2007.

Diseño de Reglas de Adaptación y Transformación para Interfaces de Usuario

Víctor López-Jaquero, Francisco Montero

Laboratorio de Interfaces de Usuario e Ingeniería del Software (LoUISE)
Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A)
Universidad de Castilla-La Mancha, 02071 – Albacete (España)
{victor|fmontero}@dsi.uclm.es

Resumen. La especificación de las reglas necesarias para la adaptación de la interfaz de usuario, así como de las reglas de transformación necesarias para la generación de una interfaz de usuario basada en modelos, es un tema de gran importancia para la comunidad de desarrollo de interfaces de usuario, ya que cada día aparecen más y más aproximaciones basadas en modelos, y es además hacia donde las tendencias de desarrollo de software en general están actualmente encaminadas. La ubicuidad en la interacción y los distintos perfiles de usuario son dos de los retos más importantes actualmente en el desarrollo de software. Además, el contexto de uso evoluciona a lo largo del tiempo. Por lo tanto, existe una necesidad real de proporcionar una serie de reglas de adaptación que permitan a la interfaz de usuario cambiar de acuerdo a la evolución del contexto de uso. En este artículo se presenta un metamodelo para la definición de reglas de adaptación de una manera sistemática, para tratar de alcanzar una visión ingenieril del diseño del proceso de adaptación. Finalmente, también se presenta una herramienta, denominada T:XML que permite la especificación de las reglas de adaptación de una manera visual, simplificando el proceso de diseño de adaptaciones para entornos basados en modelos.

Palabras clave: entorno de desarrollo de interfaces de usuario basado en modelos, adaptación de la interfaz de usuario, T:XML, ISATINE framework.

1 Introducción

Con la llegada de la ubicuidad a la interacción y los rápidos avances de la tecnología están apareciendo muchos dispositivos heterogéneos. Además, se puede observar como los contextos de uso en que dichos dispositivos están siendo usados van más allá del escritorio.

Por otro lado, el perfil actual de los usuarios de las aplicaciones se está desplazando cada vez más hacia un tipo de usuario menos avanzado. El perfil tradicional de usuario, que incluía incluso algunas capacidades de programación, se está reduciendo drásticamente en porcentaje de la masa global de usuarios.

Esta situación, donde una gran cantidad de factores influyen en la interacción, supone importantes retos para los desarrolladores de interfaces de usuario. Muchos usuarios demandan aplicaciones que puedan ser ejecutadas en distintas plataformas y entornos. Los usuarios piden aplicaciones que sean capaces de permitir la realización de una misma tarea con distintos dispositivos y en distintos lugares. Sin embargo, la creación de aplicaciones capaces de cubrir esos requisitos es compleja y costosa, ya que en el peor de los escenarios, una interfaz de usuario distinta tendría que ser creada para cada uno de los contextos de usos soportados.

Para solventar este problema, entre otros, el desarrollo de interfaces de usuario basado en modelos [8] se usa en el desarrollo de interfaces de usuario. Este tipo de desarrollo persigue la sistematización del desarrollo de las interfaces de usuario a partir de la creación de una serie de modelos. Estos modelos son más tarde transformados en el código que realmente ejecutará el usuario. Sin embargo, son necesarias una serie de reglas que describan cómo se debe generar la interfaz de usuario a partir de los modelos para cada uno de los contextos de uso soportados.

En la mayoría de los casos, el código final para cada contexto de uso destino no puede ser generado a priori en las etapas de diseño, ya que el propio contexto de uso evoluciona a lo largo del tiempo. Un ejemplo de este tipo de entornos es un sistema de e-Learning, donde el usuario (el conocimiento que él/ella tiene) evoluciona conforme el aprendizaje va avanzando. La aproximación más común para resolver este problema es facilitar un conjunto de reglas de adaptación. Dichas reglas de adaptación facilitan los artefactos necesarios para que la interfaz de usuario evolucione de acuerdo a la evolución del usuario.

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 [4].

En este artículo se presenta un metamodelo para la especificación de reglas de adaptación de propósito general y reutilizables. Este metamodelo contribuye a mejorar el proceso ingenieril de adaptación. Finalmente, también se describe una herramienta que permite el diseño de la adaptación de la interfaz de usuario producida por dichas reglas.

2 Diseño de la Adaptación de Interfaces de Usuario

Como se ha mencionado anteriormente, las aproximaciones basadas en modelos para el desarrollo de interfaces de usuario hacen uso de una serie de modelos para especificar el sistema. Los modelos más abstractos son transformados en modelos

más concretos, hasta llegar al código final. Para ello son necesarias un conjunto de reglas que especifiquen cómo unos modelos se transforman en otros.

En la literatura se pueden encontrar distintas aproximaciones para la transformación de unos modelos en otros, o en código. La mayoría de dichas aproximaciones son de propósito general, pero algunas de ellas son específicas (o han sido adaptadas) para su uso en el desarrollo de interfaces de usuario.

De acuerdo a [1], las siguientes aproximaciones genéricas para la transformación de modelos se usan actualmente: (1) aproximaciones basadas en la manipulación directa, (2) aproximaciones dirigidas por la estructura, (3) aproximaciones relacionales, (4) aproximaciones basadas en la transformación de grafos, (5) aproximaciones basadas en plantillas, (6) aproximaciones operacionales, (7) aproximaciones híbridas, (8) otras aproximaciones: como por ejemplo XSLT (*eXtensible Stylesheet Transformation Language*) [11], que no cae dentro de ninguna de las categorías anteriores, pero que se usa bastante habitualmente para realizar transformación de modelos.

Por otro lado, existen algunas aproximaciones en entornos de transformación de modelos para interfaces de usuario que adaptan algunas de las técnicas anteriormente mencionadas. Por ejemplo, en [2], una adaptación de la técnica de transformación de grafos es propuesta para el desarrollo de interfaces de usuario. En esta aproximación, el modelo de interfaz de usuario es expresado en el lenguaje de descripción de interfaces de usuario UsiXML [10], que es transformada utilizando gramáticas de grados atribuidos. Para ello se usa el API de la herramienta AGG [9].

De acuerdo a [5], existen una serie de características deseables que una aproximación basada en modelos debiera cubrir:

- Reglas de transformación: toda aproximación debe facilitar un lenguaje que permita la especificación de reglas de transformación.
- Control de la aplicación de las reglas: es necesario un mecanismo que controle qué reglas se debe aplicar, ya que no todas las reglas son aplicables dado un contexto de uso concreto.
- Organización de las reglas: la reutilización de las reglas es un factor clave. Mediante la reutilización de las reglas no estamos simplemente reutilizando el tiempo necesario para crearlas, sino que también se reutiliza la experiencia adquirida durante el desarrollo.
- Relación origen-destino: es la capacidad de una transformación de generar varios ficheros de salida. Esta característica es importante en la adaptación, ya que normalmente es necesario generar varios ficheros de salida. Por ejemplo, si deseamos generar una presentación en HTML a partir de una serie de modelos, normalmente la presentación de la página web se realizada a partir de un fichero CSS (*Cascade Style Sheet*) aparte.
- Incrementalmente: ya que se pueden producir cambios tanto en los requisitos como en el contexto de uso, es deseable la posibilidad de poder actualizar un modelo existente. Esta característica es especialmente importante en la adaptación, ya que es necesario actualizar los modelos para realizar las adaptaciones.
- Direccionalidad y trazabilidad: idealmente, las transformaciones debieran ser bidireccionales, y un registro de qué transformaciones han sido aplicadas se

debería mantener. Esta característica daría soporte a un problema muy habitual en los sistemas con capacidades de adaptación: deshacer una adaptación. Cualquier sistema con capacidades de adaptación debiera trabajar de acuerdo al principio de que puede que las adaptaciones aplicadas no le gusten al usuario. Por lo tanto, capacidades para deshacer una adaptación debieran estar presentes en cualquier entorno de adaptación.

Este conjunto de características deseables son aplicables tanto a la generación como a la adaptación de interfaces de usuario.

Actualmente, la única aproximación que soporta todas estas características es QVT [6]. Sin embargo, la manera en que QVT especifica las transformaciones es compleja, y requiere conocimiento adicional del lenguaje OCL (*Object Constraint Language*). Además, la aplicación de las transformaciones diseñadas usando los motores actuales de QVT implica el uso de una cantidad considerable de recursos de computación.

Nosotros hemos estado trabajando utilizando una aproximación basada en grafos durante los últimos años [3, 4]. Aunque la manera en que se especifican las transformaciones usando la herramienta AGG [9] es bastante visual, la cantidad de recursos necesarios para la transformación de una interfaz de usuario media es demasiado lenta para su uso en tiempo real. Esto es especialmente cierto cuando hablamos de dispositivos móviles, cuyas capacidades de computación son mucho más escasas que en los sistemas de escritorio. Además, algunos de estos dispositivos móviles no permiten la utilización del *Java Run-Time Environment* necesario para ejecutar el motor de AGG. La transformación basada en grafos soporta todas las características deseables para una aproximación de transformación de modelos, excepto la direccionabilidad y la trazabilidad.

Por otro lado, XSLT es una aproximación muy popular entre los desarrolladores de software, y existen muchas herramientas que permiten el diseño y ejecución de XSLT. XSLT es una herramienta versátil para expresar las transformaciones necesarias para las reglas de adaptación. Sin embargo, la organización de las reglas, el control de aplicación de las reglas o la incrementalidad deben ser implementadas por el desarrollador. Además, no soporta direccionalidad ni trazabilidad.

A partir de nuestra experiencia en diseño de reglas de adaptación usando una aproximación basada en la transformación de grafos, hemos trabajado en una aproximación que cubra todos nuestros requisitos. Uno de los requisitos que normalmente no se contempla es la portabilidad. La portabilidad es de especial importancia en la adaptación de interfaces de usuario, ya que debe funcionar para todas las aproximaciones para las que el software fue diseñado (PCs, PDA, teléfonos móviles, etc). Este requisito puede ser cubierto usando una arquitectura cliente/servidor, pero hace que los dispositivos tengan que contar constantemente con una conexión de red, que puede finalmente agotar las baterías de los dispositivos portátiles.

Por lo tanto, en nuestra aproximación usamos transformación basada en grafos para el diseño de las transformaciones visualmente, pero internamente dichas transformaciones son convertidas automáticamente en transformaciones XSLT. Dicho código puede ser ejecutado en prácticamente cualquier plataforma, usando las implementaciones basadas en Java o *Javascript* disponibles, como AJAXSLT.

Sin embargo, mediante el uso de esta aproximación no se soporta directamente la trazabilidad y la direccionabilidad. Para soportar la direccionabilidad hemos añadido una capa de “deshacer” sobre XSLT. Esta capa aprovecha la información sobre las transformaciones almacenada en los modelos transformados. Este tipo de información se almacena utilizando correspondencias (*mappings*) o enlaces (*links*) [10], que expresan las relaciones entre los elementos en el modelo original y los elementos de los modelos transformados. Estas correspondencias pueden ser representadas usando lenguajes de descripción de interfaces de usuario (UIDL), como UsiXML [10].

El requisito de relación origen-destino de las aproximaciones de transformación anteriormente comentado puede ser implementado mediante la utilización de XSLT, en sus versiones 1.1 o 2.0. En dichas versiones varios ficheros de salida pueden ser producidos a partir de una sola transformación.

La definición de una regla de adaptación no es sólo la especificación de la transformación que produce sobre los modelos, sino que también incluye el contexto en el que es aplicable y los eventos que disparan la regla de adaptación. Desafortunadamente, no existe ningún estándar en el diseño de interfaces de usuario para especificar cómo se deben describir las reglas de adaptación. Por lo tanto, la reutilización de las reglas de adaptación de una aplicación en otra es un trabajo tedioso, puesto que las reglas deben ser convertidas de un metamodelo a otro. A continuación se describe el metamodelo que se propone para la definición de reglas de adaptación.

3 Metamodelo de Reglas de Adaptación de Interfaces de Usuario

En la figura 1 se puede observar el metamodelo para las reglas de adaptación propuesto. 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 que 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 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.

En la figura 1 (parte inferior derecha), se pueden apreciar los detalles del metamodelo de sensores para las reglas de adaptación. Los sensores pueden ser software o 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 puede 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 precondition del contexto. La precondition 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.

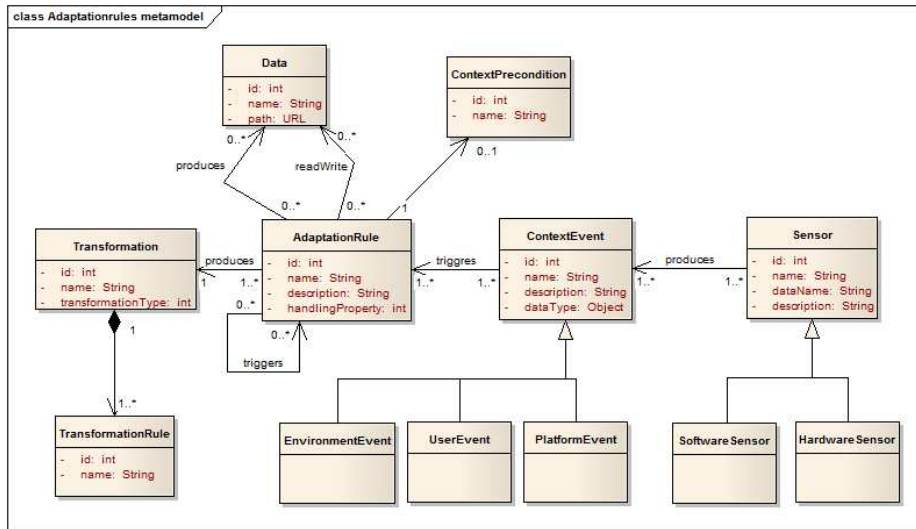


Fig. 1. Metamodelo reglas de adaptación, sensores y eventos del contexto

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 almacenan los recursos necesarios para la ejecución/evaluación de la regla. Esto es especialmente importante cuando se usan sistemas multi-agente [3] 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. El atributo *transformationType* almacena en qué lenguaje se encuentran dichas transformaciones.

4 T:XML: Una Herramienta para el Diseño de Reglas de Adaptación

T:XML es una herramienta que permite la especificación, organización y validación de las reglas de adaptación. Esta herramienta utiliza una aproximación para la especificación de reglas inspirada en la herramienta AGG [9]. Sin embargo, la notación visual usada en la herramienta ha sido adaptada para hacer más sencilla la especificación de las reglas.

Actualmente, la herramienta permite la definición de reglas de adaptación que transforman modelos expresados en UsiXML. T:XML organiza las transformaciones en carpetas de proyectos para poder manejar fácilmente las reglas y los modelos. Cada regla se corresponde con un proyecto, y cada proyecto puede contener varias reglas de transformación. El orden en que estas reglas de transformación deben ser aplicadas puede ser cambiado también.

El objetivo de la herramienta es la generación de las adaptaciones para distintos lenguajes destino, como pueden ser XSLT [11] o QVT [6]. Mediante la generación de código para distintos lenguajes de transformación se pretende maximizar la reutilización y portabilidad de las adaptaciones diseñadas. Para comprobar la viabilidad del proyecto, la herramienta permite actualmente la generación de código XSLT automáticamente a partir de las adaptaciones diseñadas visualmente. Además, la herramienta permite la generación del código final de la interfaz de usuario en el lenguaje OpenLaszlo [7], para poder previsualizar y depurar las adaptaciones diseñadas. De esta manera, el diseñador puede descubrir fácilmente efectos no deseados o errores en las adaptaciones diseñadas.

Hay cuatro zonas en el espacio de diseño de la aplicación: (1) la barra de herramientas principal, que está situada en la parte superior de la ventana. Dicha barra permite acceder a las funciones de manejo de ficheros (guardar, cargar, etc). (2) en la parte izquierda de la ventana se sitúa el gestor de proyectos. El gestor de proyectos estructura los proyectos y las reglas de adaptación en carpetas usando una estructura de árbol. En este árbol el diseñador puede navegar o seleccionar las reglas de adaptación y las reglas de transformación. (3) el espacio de diseño de modelos. En esta zona el diseñador puede visualizar los modelos importados o crear un nuevo modelo desde cero. Para mantener más ordenados los modelos creados, el diseñador pueden expandir y contraer las ramas del modelo que no están actualmente en uso. Las ramas que han sido contraídas son marcadas con el signo “+” (véase el elemento *head* de la figura 2). (4) zona de edición de atributos. En esta área el diseñador puede modificar los atributos de los elementos del modelo. En la figura 2 dicha área no es mostrada, puesto que sólo se muestra al pulsar con el botón derecho sobre un nodo. Algunos nodos tienen un marca blanca (*tick*) que indica que dicho elemento tiene un valor asociado en el modelo de recursos (véase el botón OK en la figura 2). El modelo de recursos es usado en UsiXML para separar los contenidos de su presentación, permitiendo así su internacionalización. Los recursos pueden ser modificados en la pestaña *Resources*.

Cuando el usuario muestra el diseñador de transformaciones aparece una nueva área de trabajo que contiene 4 partes. Tiene una barra de herramientas con botones y 3

áreas para la especificación de reglas de transformación. Para ilustrar cómo se especifican las reglas de transformación se ha utilizado un ejemplo sencillo. En el ejemplo se desea diseñar una regla de adaptación que se ejecutará cuando el espacio de pantalla asignado a nuestra aplicación se reduzca. La idea general de esta adaptación es que se reemplacen todos los grupos de botones de radio por listas desplegables (*comboBox*) para reducir el espacio necesario para representar tareas de selección en la interfaz de usuario.

El área central está dedicada a la especificación de la parte izquierda de la transformación. En esta área el diseñador define el patrón que debe ser buscado en el modelo. En nuestro ejemplo estamos buscando grupos con botones de radio (véase la figura 3a). La parte de la derecha está dedicada a la especificación de la parte derecha de la transformación. En esta área el diseñador especifica cómo transformar aquellos nodos del modelo que coincidan con el patrón especificado en la parte izquierda. Aquellos elementos de la parte izquierda que no aparezcan en la parte derecha serán eliminados del modelo. En nuestro ejemplo se ha arrastrado la parte izquierda a la parte derecha para su posterior edición (véase la figura 3b). Los números que parecen en los elementos y que coinciden en parte izquierda y la derecha representan una correspondencia entre aquellos nodos que tienen el mismo número. Como en esta primera transformación deseamos reemplazar los botones de radio por los elementos (*items*) de una lista desplegable, en la parte derecha el tipo del elemento *radioButton* ha sido cambiado a *item*.

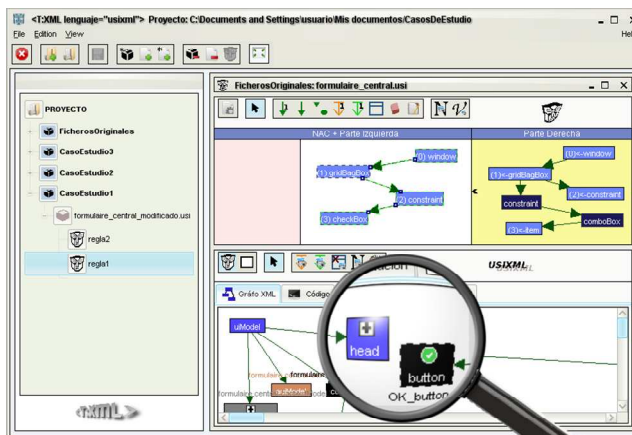


Fig. 2. Espacio de trabajo de T:XML.

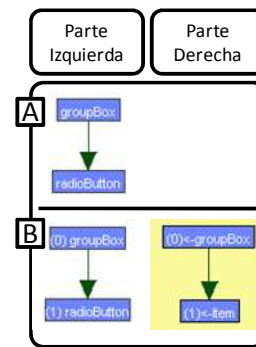


Fig. 3. Ejemplo de regla de transformación

Por lo tanto, todas las partes del modelo a transformar que se correspondan con lo que especifiquemos en la parte izquierda de la regla serán transformados de acuerdo a lo que especifiquemos en la parte derecha. Una vez que la regla ha sido creada, puede ser guardada y aplicada. La herramienta crea automáticamente el código para el lenguaje de transformación destino. Actualmente se generan cuatro transformaciones XSL por cada regla diseñada. Estas transformaciones pueden ser aplicadas usando

cualquier implementación de XSLT. La adaptación puede ser previsualizada mediante el uso del generador para OpenLaszlo incluido en la herramienta.

La herramienta permite también la definición de variables. Las variables son usadas para aplicar operaciones aritméticas sobre los atributos de los modelos o para coger el valor de un atributo para establecer el valor de otro atributo. Por ejemplo, podríamos crear una variable para el atributo *width* del grupo que contiene los botones de radio, y este valor lo podríamos usar para establecer la anchura de la lista desplegable (*comboBox*) en la parte derecha de la regla.

5 Discusión

Cuando se crea una regla de transformación de modelos, un aspecto importante a considerar es la diferencia entre aquellas transformaciones que transforman unos modelos en otros modelos (*model-to-model transformation*) y las que producen código (*model-to-code transformation*). Las transformaciones de modelos a código en el desarrollo de interfaces de usuario son normalmente usadas en el nivel final, cuando se desea generar la interfaz de usuario que será presentada al usuario. Por ejemplo, cuando se genera código Java a partir del lenguaje UIML. Nuestra herramienta permite realizar transformaciones modelo a modelo, cubriendo todos los modelos habitualmente usados en un entorno de desarrollo basado en modelos (tareas, dominio, contexto, presentación, etc). Sin embargo, el desarrollo de generadores de código para un lenguaje basado en XML (como XHTML) también sería posible.

Otro de los puntos abiertos en el desarrollo de adaptaciones para interfaces de usuario es el momento en que los modelos son transformados en código final para que el usuario pueda manipularlos. Debemos llegar a un equilibrio entre las adaptaciones generadas a partir de reglas y el generador de código. Si el generador de código es demasiado simple, todas las adaptaciones tendrán que ser creadas por los diseñadores de las aplicaciones. Por otro lado, si el generador de código es demasiado complejo, será complicado personalizar las capacidades de adaptación, al estar estas integradas casi totalmente en el generador de código.

Cuando el diseñador crea reglas de adaptación es importante tener en cuenta que si las reglas de adaptación son demasiado detalladas será difícil volver a usarlas en otras aplicaciones. Una buena aproximación sería añadir una capa extra para el control preciso de las adaptaciones usando una aproximación clásica basada en reglas, como pueden ser una herramienta para el desarrollo de sistemas expertos, como CLIPS.

6 Conclusiones y Trabajo Futuro

La especificación de reglas de transformación y adaptación es un tema de gran interés para la comunidad de desarrolladores de interfaces de usuario, ya que cada vez van apareciendo más aproximaciones basadas en modelos.

En este artículo se aporta un metamodelo para la especificación de reglas de adaptación. Dicho modelo permite la especificación de las transformaciones de la

interfaz de usuario, así como los eventos que disparan las reglas y los sensores que capturan la información del contexto de uso donde la aplicación se ejecuta.

Además, se presenta una herramienta (T:XML) que permite la especificación de las reglas de adaptación para entornos basados en modelos. La definición de las reglas se simplifica en gran manera al proporcionar una notación gráfica que oculta la complejidad detrás de la creación de reglas de adaptación en un lenguaje de programación. La herramienta genera automáticamente el código en XSLT necesario para la aplicación de las transformaciones diseñadas visualmente.

Como trabajo futuro se desea añadir otros lenguajes de descripción de interfaces de usuario, como UIML o XIML. Además, para mejorar la versatilidad de la herramienta se desea permitir la generación para otros lenguajes de transformación. Actualmente, estamos trabajando en la generación para el lenguaje QVT, ya que es el más potente de los lenguajes analizados, al soportar transformaciones bidireccionales y trazabilidad de las transformaciones aplicadas.

Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente financiado por os proyectos CICYT TIN2008-06596-C02-01 y HABITAT financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Bibliografía

1. Czarnecki, K., Helsen, S. Feature-Based Survey of Model Transformation Approaches. *IBM Systems Journal*, 45(3), 2006, pp. 621-645
2. Limbourg, Q., Vanderdonckt, J., Michotte, B., Bouillon, L., López Jaquero, V. UsiXML: a Language Supporting Multi-Path Development of User Interfaces. *EHCI-DSVIS'2004*, Springer, 2005, pp. 200-220.
3. López Jaquero, V., Montero, F., Molina, J.P., González, P., Fernández-Caballero, A. A Multi-Agent System Architecture for the Adaptation of User Interfaces. *CEEMAS 2005*. LNAI 3690, Springer, Germany, 2005.
4. López Jaquero, V., Vanderdonckt, J., Montero, F., González, P. Towards an Extended Model of User Interface Adaptation: the ISATINE framework, *EIS 2007*, Salamanca, 22-24 March 2007. Springer, 2008.
5. Navarro, E. ATRIUM: Architecture traced from requirements by applying a unified methodology. Tesis doctoral UCLM, 2007.
6. QVT. MOF Query/Views/Transformations final adopted specification. OMG, 2005.
7. OpenLaszlo. Rich Internet Applications framework. <http://www.openlaszlo.org>
8. Puerta, A.R. A Model-Based Interface Development Environment. *IEEE Soft.* 14,4. 1997.
9. Taentzer, G. AGG: A Tool Environment for Algebraic Graph Transformation. *Proc. of the Int. Workshop on Applications of Graph Transformations with industrial Relevance*. LNCS 1779. 2000
10. UsiXML. USeR Interface eXtensible Markup Language. <http://www.usixml.org>
11. XSL Transformations (XSLT), version 1.0. <http://www.w3c.org/TR/xslt>

Estudio del uso de la herramienta de diseño gráfico Adobe Photoshop por parte de usuarios con discapacidades motrices y cognitivas

Afra Pascual, Juan Miguel Lopez, Toni Granollers, Ivan Raichs
Departamento de Informática e Ingeniería Industrial. Universidad de Lleida
{afra, juanmi, tonig}@diei.udl.cat, iraichs@alumnos.udl.cat

Abstract. La integración laboral de personas con discapacidades se puede beneficiar del uso de la tecnología en el entorno de trabajo. Las herramientas de diseño gráfico ofrecen oportunidades para desarrollar la creatividad y potenciar cualidades específicas de todas las personas. El presente artículo aborda un estudio de campo del uso de la herramienta de diseño gráfico Adobe PhotoShop en el contexto de un curso adaptado de ocupación laboral con usuarios con discapacidades motrices y cognitivas. Se han observado las dificultades de accesibilidad y de usabilidad que estos usuarios tienen para cumplir una serie de tareas específicas incluidas en el temario del curso. Los resultados del estudio indican que usuarios con discapacidad motriz y cognitivas pueden utilizar Adobe Photoshop con un grado de autonomía limitado, siempre y cuando tengan la supervisión de un monitor que les ofrezca ayuda en situaciones críticas que no puedan resolver por ellos mismos.

Keywords: Personas con necesidades especiales, Interacción, Herramientas de diseño gráfico, Accesibilidad, Usabilidad.

1 Introducción

La integración laboral de personas con discapacidades es un ámbito de gran importancia en cuanto a la integración social de dichos colectivos. Según estudios realizados por la Unión Europea [6], las personas con discapacidad tienen más dificultades para acceder a un puesto de trabajo, sin embargo se ha observado que personas con necesidades específicas derivadas de trastornos de la motricidad, autonomía y comunicación [7] con un adecuado tutelaje y formación pueden llegar a realizar tareas limitadas dentro de un ámbito específico.

En este sentido, asociaciones que ofrecen una atención global a personas con discapacidades físicas, motriz y cognitiva han iniciado un reto importante con la creación de centros ocupacionales de inserción laboral. En concreto, en el centro AREMI de Lleida se ha creado un espacio adaptado de ocupación en el que los usuarios adscritos puedan adquirir una formación con la intención de que en un futuro se integren en el entorno laboral dentro del ámbito del diseño gráfico. En colaboración con el grupo de investigación GRIHO de la Universidad de Lleida, se han sumado esfuerzos para analizar las barreras tecnológicas y cognitivas de los

alumnos del curso. Su objetivo es que adquirieran los conocimientos necesarios para desempeñar una función laboral con un cierto grado de autonomía.

El presente artículo aborda el estudio llevado a cabo durante el desarrollo del curso académico 2007/08 con la intención de analizar la interacción de usuarios con discapacidades motrices y cognitivas con la herramienta de diseño gráfico Adobe Photoshop. En el transcurso de dicho estudio se han observado las dificultades de accesibilidad y de usabilidad que estos usuarios han encontrado para cumplir una serie de tareas específicas incluidas en el temario del curso.

El artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se presenta el trabajo relacionado, en la sección 3 el contexto del estudio, en la sección 4 la metodología de evaluación de la herramienta y las conclusiones y el trabajo futuro son presentadas en la sección 5.

2 Trabajo relacionado

La usabilidad es la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido y usado por el usuario en condiciones específicas de uso [10][18]. Por otra parte, la accesibilidad de un sistema interactivo significa proporcionar flexibilidad para acomodarse a las necesidades de cada usuario y a sus preferencias y/o limitaciones [8]. En este sentido, la usabilidad y la accesibilidad de herramientas software en general debe cuidarse para ofrecer una experiencia satisfactoria y que beneficie en gran medida a usuarios con discapacidades para su integración social, inserción laboral y disfrute del ocio. El trabajo de Lewis [12] enfatiza aquellos aspectos en los que la Interacción Persona Ordenador puede resultar de ayuda para personas con discapacidades cognitivas en su interacción con entornos tecnológicos. Por otro lado, aparte de su uso por parte de usuarios con discapacidades, las herramientas tecnológicas y las aplicaciones software también pueden hacer una labor de mejora y adaptación de entornos laborales a las capacidades y necesidades de usuarios con discapacidades [7]. En cuanto al uso de la tecnología para el ocio de personas con discapacidades se refiere, [14] constituye un buen ejemplo de cómo los juegos educativos pueden contribuir al aprendizaje por parte de usuarios con discapacidades motrices.

Es reseñable que la detección de problemas de usabilidad y accesibilidad contribuye a una mejora de los sistemas interactivos en general para todo tipo de personas, tengan discapacidades o no [9]. En este sentido, además de la utilización de métodos de evaluación de la usabilidad más tradicionales, la evaluación mediante usuarios con discapacidades permite hallar los problemas reales que estos usuarios encuentran en el uso de herramientas específicas. La realización de estudios de usabilidad con este tipo de usuarios puede hacer necesario adaptar o modificar la metodología de evaluación empleada. Por ejemplo, en el caso de usuarios con discapacidades cognitivas el uso de métodos de evaluación como el *thinking aloud* puede no resultar adecuado, indicando la necesidad de realizar otro tipo de evaluación más informal para obtener información relevante de los usuarios [11]. Además, se ha de valorar a la hora de realizar pruebas con usuarios con discapacidades el hecho de que dichos usuarios requieren de una serie de tecnologías asistenciales adaptadas a

sus necesidades para poder interactuar con un sistema interactivo. Por tanto, resulta muy importante el hecho de realizar estudios de campo para poder evaluar la usabilidad y accesibilidad de aplicaciones interactivas en su contexto de uso real [19].

3. Contexto del estudio

3.1 Descripción de la asociación AREMI

El caso de estudio se lleva a cabo en el centro ocupacional de la Asociación de REhabilitación del MINusválido (AREMI), entidad fundada en el año 1976 para dar soporte a las familias de niños afectados por parálisis cerebral y otras discapacidades físicas, motrices y cognitivas. La asociación, con sede en Lleida, da soporte a toda la provincia, y dispone de un centro de educación especial, una residencia y de un centro ocupacional. En el curso 2007/08 se marcó un reto importante con la creación de un espacio adaptado de ocupación dedicado al diseño gráfico. Su principal objetivo era adquirir tanto los hábitos y los conocimientos necesarios para desarrollar personal técnico y pre-laboral en diseño gráfico y poder llegar a crear en un futuro un modelo de empresa adaptado a los hábitos y conocimientos adquiridos durante el día a día del grupo. Para llevar a cabo este objetivo se precisó de un monitor que supervisaba el grupo y la ayuda de un técnico informático que asesoraba en todo momento las tareas didácticas de los miembros del grupo.

3.2 Definición de los participantes

El grupo de diseño gráfico se compone de seis usuarios con diferentes tipos de discapacidades motrices. Cuatro de ellos muestran también problemas cognitivos de distintos niveles. El rango de edades va de 21 a 43 años. En la Tabla 1 se describe brevemente la discapacidad y el conjunto de comportamientos psicomotrices que integran los miembros del grupo [3][13][20]. Cabe destacar que todos los miembros del grupo requieren de ayuda para desempeñar actividades en su vida diaria.

3.3 Entorno de trabajo

Para adquirir el tipo de capacidades que requiere el ámbito del diseño gráfico se consideró conveniente usar la misma herramienta que los profesionales utilizan y la más ampliamente utilizada en este ámbito. Se eligió la herramienta Adobe Photoshop como herramienta vehicular para que los usuarios adquirieran los conocimientos y los medios necesarios para poder desarrollar actividades productivas en el ámbito del diseño gráfico.

Las discapacidades motrices que afectan a todos los miembros del grupo obligaron a adaptar de forma individualizada su entorno de trabajo para superar los problemas de accesibilidad a la herramienta elegida y permitir interactuar con el máximo confort, seguridad y eficacia. Todos los miembros utilizaron ordenadores portátiles con el

sistema operativo Windows XP. Los usuarios con discapacidades motrices más severas utilizaron mesas adaptadas y periféricos como el joystick. Se configuraron en los casos necesarios la funcionalidad StickyKeys integrada en el propio sistema operativo y el teclado en pantalla. Para facilitar la comunicación entre el usuario y el monitor, se utilizaron herramientas software específicas [2]. La combinación de todos estos elementos permitió una interacción mejor adaptada a las características de ergonomía y salud de cada usuario.

Tabla 1. Descripción general de las discapacidades de los miembros que forman el grupo de diseño gráfico del centro de ocupación AREMI

Discapacidad	Nivel de afectación de la discapacidad	Descripción funcional de la discapacidad
Parálisis cerebral infantil. (3 miembros)	Motriz y cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de coordinación de movimientos finos y rápidos. - Dificultad para mantener una postura erecta - Movilidad arcaica, espasmos en las extremidades y rigidez. - Dificultad en el aprendizaje - Pérdida sensorial - Trastornos de comunicación
Traumatismo craneoencefálico (1 miembro)	Motriz y cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento anormal de contracciones musculares - Dificultad para mantener postura erecta en una silla - Imposibilidad de mantener una posición fija en una extremidad - Dificultad en la resolución de problemas - Procesamiento mental lento - Impedimento de comunicación fluida
Distrofia neuronal de tipo Duchenne (2 miembros)	Motriz	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad con habilidades motoras - Flacidez al contraer los músculos - Debilidad muscular

3.4 Metodología de aprendizaje

El primer curso de diseño gráfico se temporalizó desde septiembre de 2007 a junio de 2008. Principalmente se focalizó en adquirir los hábitos y los conocimientos necesarios para el desarrollo personal, técnico y pre-laboral del diseño gráfico mediante la herramienta Adobe Photoshop [1][17]. Se fomentó el aprendizaje de estrategias básicas de diseño gráfico mediante la realización de una serie de prácticas enfocadas al aprendizaje de los aspectos más básicos y más utilizados de la herramienta. Para fomentar la creatividad y reforzar conocimientos previamente aprendidos, a partir de abril de 2008 se propusieron proyectos mensuales con una temática libre. Cada práctica y proyecto tenía un tiempo de ejecución para desarrollar las capacidades de responsabilidad individual. Todo ello fomentó habilidades sociales y potenció la creatividad de cada uno de los individuos. En la Tabla 2 se presenta el temario que ha seguido el curso.

Tabla 2. Especificación y temporización de las funcionalidades aprendidas en el curso de diseño gráfico.

Tema	Funcionalidades aprendidas
Fundamentos generales de diseño gráfico (3 meses)	- Creación de elementos básicos. - Selección básica de elementos - Uso básico de capas
Funcionalidades básicas propias de la herramienta Adobe Photoshop CS (4 meses)	- Uso de elementos más completos de selección: lazo, marco elíptico... - Ajuste de color básico: brillo y contrastes. - Retoque de imágenes básico.
Funcionalidades avanzadas de Adobe Photoshop CS (3 meses)	- Retoque de imágenes avanzado: filtro, extraer, licuar. - Estilo avanzado de capas., - Selección avanzada: máscara de selección.

Cabe destacar que el grupo de diseño gráfico dispone de un blog [5] donde consultar los proyectos realizados por los miembros del grupo de diseño gráfico.

4 Metodología de evaluación de la herramienta

La evaluación de la herramienta Adobe Photoshop se llevó a cabo como un estudio de campo. Esta técnica permite adquirir un profundo conocimiento de los objetivos, las necesidades y actividades reales de las personas que utilizan la herramienta a evaluar. Además la recogida de datos se complementó con entrevistas a los usuarios para obtener más información de las necesidades individuales de cada uno de ellos. A continuación se detallan los métodos utilizados para la recogida de datos del estudio de la herramienta de diseño gráfico.

4.1 Métodos de observación

La evaluación contextual permite observar a usuarios con discapacidades en su entorno de aprendizaje real sin que se sientan sujetos a ningún tipo de experimentación. Es difícil realizar pruebas de usuario en un contexto de laboratorio de usabilidad y obtener resultados válidos [11].

El método de evaluación contextual [4][16] ha facilitado la identificación de los requerimientos de los usuarios hacia la herramienta Adobe Photoshop. Las dificultades de interacción en el día a día del desarrollo del curso de diseño gráfico ha permitido la identificación más efectiva en las necesidades reales de los participantes.

4.2 Entrevistas

Mientras la investigación contextual prioriza la observación del uso de la herramienta, las entrevistas etnográficas realizan preguntas al usuario sobre el uso de la herramienta. Por las características propias del grupo de diseño gráfico era difícil

realizar entrevistas formales, si bien, de forma informal y durante el desarrollo de cada clase, se recogieron las necesidades, los problemas y las satisfacciones de cada uno de los usuarios. Esto permitió adaptar mejoras de interacción entre el usuario y el ordenador que facilitó el uso de la herramienta.

5 Resultados obtenidos

Las observaciones y entrevistas recogidas durante el transcurso del curso han permitido observar una serie de déficit y problemas por parte de los usuarios con discapacidad en el uso de la herramienta Adobe PhotoShop. Por una parte, las afectaciones motrices que afectan a todos los miembros del grupo han limitado las capacidades en la ejecución de algunas tareas que requieren de una elevada precisión por parte del usuario. Por otra parte, las afectaciones cognitivas de los usuarios han dificultado el proceso de aprender, usar y conseguir resultados óptimos con la herramienta de diseño Adobe PhotoShop. Cabe destacar que algunas de las barreras encontradas en la herramienta pueden ser debidas a un mal diseño y por tanto no achacables a las discapacidades del usuario.

A continuación se detallan los problemas detectados en las diferentes funcionalidades utilizadas por los usuarios durante el curso de diseño gráfico [15]. También se detallan dentro de los problemas detectados cuales son achacables a problemas cognitivos y/o problemas motrices.

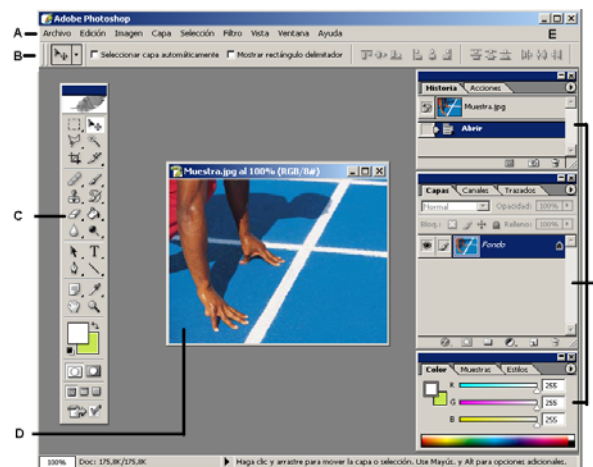


Figura 1. Interfaz de la aplicación Adobe Photoshop CS. (A)Barra de menús, (B)Barra de opciones, (C)Cuadro de herramientas, (D)Área de imagen activa, (E)Área de paletas, (F)Paletas

5.1 Aspectos generales de la interacción con la aplicación

En la Figura 1 se visualiza el área de trabajo e interfaz gráfica de la herramienta Adobe Photoshop. Se ha observado que los problemas motrices de los usuarios en las

extremidades superiores dificulta el uso de botones y controles de pequeño tamaño. Los problemas cognitivos afectan a la dificultad de identificar y diferenciar las funcionalidades de distintos iconos provocando un alto porcentaje de errores debidos a un mal aprendizaje.

La navegación general por la aplicación Adobe Photoshop permite la visualización de la imagen que se está editando de forma porcentual, pero los problemas cognitivos de los usuarios afectan negativamente a la comprensión de porcentajes para identificar el grado de ampliación o disminución de una imagen. Ello se manifiesta en el uso solamente de proporciones muy básicas (50%, 100%, 200%,...) para ampliar o reducir el área de la imagen. Además los problemas motrices afectan al uso efectivo de la funcionalidad.

5.2 Gestión de imágenes y funcionalidades de color

La creación y almacenamiento de imágenes es fundamental para poder trabajar con ellas. En estas funcionalidades básicas se observan términos que pueden ser confusos y complejos para usuarios con problemas cognitivos. Una terminología demasiado técnica impide comprender la diferencia entre los formatos que se ofrecen (tales como PSD, JPEG, GIF, TIFF) y este hecho dificulta su memorización.

La funcionalidad del selector de color está bien definida en términos de accesibilidad y de usabilidad, pero al mismo tiempo es poco eficiente en la búsqueda de un color determinado. Los distintos modos/canales para definir un color son dificultosos para personas poco familiarizadas y todavía más para personas con discapacidades cognitivas. Al mismo tiempo la posibilidad de elegir entre un amplio abanico de colores dificulta la elección de un color concreto para cumplir una tarea específica.

La mayoría de herramientas de ajuste de color son fáciles de utilizar, con una interfaz muy intuitiva a través de barras de desplazamiento, y los cambios se visualizan en la imagen en el mismo momento que el usuario realiza los ajustes. Pese a ello, ciertas herramientas del conjunto provocan errores en los usuarios por la dificultad en el uso de comandos, términos ambiguos o de difícil comprensión, hasta el punto de que cualquier resultado con esta herramienta es más resultado del azar que no de un resultado buscado realmente por el usuario.

5.3 Funcionalidades de selección

La funcionalidad de selección permite editar una porción de una imagen marcando la zona con una línea de selección o una marca, en estos momentos, la sensibilidad del puntero es muy alta, y provoca que las discapacidades motrices de los usuarios dificulten notablemente el uso de este tipo de funcionalidad.

La máscara rápida para seleccionar un elemento es una funcionalidad muy compleja y que causa confusión a usuarios con discapacidades cognitivas. A lo largo del aprendizaje de las distintas funcionalidades de la herramienta de diseño gráfico, los usuarios han adquirido principios de acción respecto a distintas situaciones en que el uso de la máscara rápida de selección se ve alterado. Esto se debe principalmente a

que los usuarios tienen una cierta rigidez a mantener patrones en situaciones satisfactorias de experiencias pasadas. Así pues, pintar siempre ha sido añadir, y es muy difícil cambiar este concepto para que comprendan que pintar en este caso, realmente es quitar la máscara. En la meta cognición, el hecho de no poder asociar procesos debido a un diseño confuso dificulta la tarea del usuario que tiene muchas dificultades para poder diseñar nuevas estrategias.

5.4 Funcionalidades de tratamiento de imágenes

La transformación de imágenes es un conjunto de funcionalidades que permite cambiar ciertos parámetros de la imagen o la zona seleccionada. Los términos usados para definir el conjunto de funcionalidades pueden parecer confusos, pero tienen definición adecuada y precisa a la acción que realizan.

Las herramientas de retoque de imágenes son fáciles de aprender, son muy eficaces y permiten que el usuario recurra mucho a ellas para obtener unos resultados muy buenos con poco esfuerzo. Pese a ello, las personas con discapacidad motriz tienen dificultades ya que deben mantener pulsada la tecla “alt” en el momento de realizar la selección en una área de la imagen. Adobe Photoshop se apoya en funcionalidades del sistema operativo, como el StickyKeys en el caso de Windows. Sin embargo, se ha de tener en cuenta que dichas opciones son totalmente dependientes del sistema operativo empleado.

5.5 Funcionalidades avanzadas del tratamiento de imágenes

Con la funcionalidad de paleta de capas se pueden visualizar características de cada capa de forma individual o en conjunto. Para ello, la paleta de capas debe mostrar en un pequeño espacio una gran cantidad de utilidades (botones, textos, iconos, etc.). La gran concentración de utilidades en un reducido espacio provoca que estas herramientas no se utilicen casi nunca por usuarios con discapacidad cognitiva debido principalmente a que no pueden recordar el uso de tantas funcionalidades distintas.

Los filtros permiten aplicar efectos en una imagen y se deben tener en cuenta ciertos pasos para su aplicación. Se han utilizado el filtro extraer y licuar. El filtro extraer permite realizar tareas muy precisas y profesionales sin necesidad de demasiado esfuerzo por parte del usuario. La aplicación de este filtro es muy intuitiva, pero manifiesta un problema importante en usuarios con discapacidades motrices, puesto que requiere el uso del teclado y el puntero de forma simultánea para su uso. En cuanto al filtro licuar no requiere del uso del teclado y permite que el usuario tenga total libertad para utilizar todas las funcionalidades pero en este caso es el diseño de la interfaz de puntero que dificulta la comprensión de su aplicación por usuarios con discapacidades cognitivas.

6 Conclusiones y trabajo futuro

Se ha presentado un estudio realizado con motivo de un proyecto de creación de un espacio adaptado de ocupación dedicado al diseño gráfico, con un grupo de personas con una serie de discapacidades concretas y unas limitaciones importantes para el uso de ordenadores y tecnología en general. Se ha presentado el contexto en el que se ha realizado el estudio y los resultados son fruto de un exhaustivo trabajo de observación e interacción durante un largo periodo de tiempo en un contexto muy específico.

Los resultados del estudio muestran una serie de problemas reiterados y comunes a todo el grupo de diseño gráfico en el uso de la herramienta Adobe Photoshop. En cuanto a las discapacidades motrices de todos los miembros del grupo, se ha detectado dificultad en la realización de algunas tareas que requieren de un cierto grado de precisión. Por otra parte, respecto a las discapacidades cognitivas, estas afectan a un abanico más amplio de procesos necesarios para poder aprender el uso de una aplicación informática como es el caso de la herramienta Adobe Photoshop. La sobrecarga cognitiva de algunas zonas de la pantalla en muchas ocasiones causa confusión a los usuarios al no recordar la funcionalidad que realiza cada icono. Además, la complejidad de ciertas funcionalidades y la compleja nomenclatura utilizada en algunas funciones provoca que los usuarios discriminen las opciones complejas y solo ejecuten tareas que recuerden haber finalizado con éxito.

Los usuarios con discapacidad pueden utilizar Adobe Photoshop con un grado de autonomía limitado para realizar funciones aplicables al mercado laboral, pero requieren de la supervisión de un monitor que les ofrezca ayuda en las situaciones críticas que no pueden resolver por ellos mismos. Esta situación es especialmente crítica en los casos en los que los usuarios presentan un mayor grado de discapacidad cognitiva. Por otra parte, se ha de tener en cuenta que todos los usuarios necesitan apoyo en sus actividades diarias, debido principalmente a sus discapacidades motrices.

Actualmente el grupo de diseño gráfico de la asociación AREMI está desarrollando el segundo curso de diseño gráfico. Han extendido su aprendizaje hacia otras herramientas que pertenecen a la suite Adobe como es Image Ready. Su objetivo para este curso es seguir avanzando en el aprendizaje de herramientas de diseño gráfico y proporcionar movimiento a imágenes mediante gifs animados.

Agradecimientos. Gracias a todos los alumnos del grupo de diseño gráfico de la asociación AREMI por su participación en este estudio y un especial agradecimiento a los monitores del grupo de diseño gráfico. Sin su fuerte motivación para salvar cualquier dificultad no hubiera permitido conseguir unos objetivos satisfactorios en el estudio. Finalmente, agradecemos también a la dirección de AREMI la disponibilidad para realizar el estudio y para publicar y difundir los resultados, mediante los cuales otras personas con las mismas condiciones podrán mejorar su día a día.

Referencias

- [1] Adobe Press. (2003). Adobe Photoshop CS Classroom in a Book.

- [2] Aguilar, A. (1999). Unidad de Técnicas Aumentativas de Comunicación (UTAC). Departamento de Bienestar Social. Parlador, Programa d'Informàtica Educativa. Último acceso abril de 2009: http://www.xtec.net/cgi/programari_educatiu?REG=parlador
- [3] Bethlem, J.; Knobbout, C. (1993). Enfermedades neuromusculares. Asociación española de las enfermedades musculares.
- [4] Beyer, H.; Holtzblatt, K. (1998). Contextual Design. Defining Customer-Centered Systems . Morgan Kaufmann, San Francisco.
- [5] Blog de grupo de diseño gráfico de la asociación AREMI. Último acceso: Abril 2009. <http://grupdissenygrafic.blogspot.com/>
- [6] Directorate-General for Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, European Union (2005). Situation of disabled people in the enlarged European Union: the European Action Plan. 2006-2007. Brussels, 28.11.2005.
- [7] Ferreras, A., Piedrabuena, A., Belda, J. M., Barberà, R., Oltra, A., Poveda, R., Prat, J., and Tortosa, L. (2008). Analysis and Adaptation of Workplaces for People with Cognitive Disabilities Using Software Tools. In Proceedings of the 11th international Conference on Computers Helping People with Special Needs. K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler, and A. Karshmer, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5105. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 721-728. DOI= http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-70540-6_105
- [8] Granollers, T, Lorés, J, Cañas, J.J Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. Barcelona: UOC, 2005 (84-9788-320-9)
- [9] Henry, S L.Lawton. (2008) Simplemente pregunta: Integración de la accesibilidad en el diseño. Madison, WI, USA: ET\Lawton, ISBN 978-0-9617193-2-6 Último acceso: Abril 2009. <http://www.uiaccess.com/JustAsk/es/contents.html>
- [10] ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs), Part 11: Guidance on usability. (1998).
- [11] Lepistö, A. and Ovaska, S. (2004). Usability evaluation involving participants with cognitive disabilities. In Proceedings of the Third Nordic Conference on Human-Computer interaction NordiCHI '04, vol. 82. ACM, New York, NY, 305-308. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1028014.1028061>
- [12] Lewis, C. (2005). HCI for people with cognitive disabilities. SIGACCESS Access. Comput 83 (Sep. 2005), 12-17. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1102187.1102190>
- [13] Muñoz, A.; Molina, A.; Robles, C.; Uberos, J.; (2002). Neurología infantil. Formación Alcalá.
- [14] Norte, S. and Lobo, F. G. (2008). Sudoku access: a sudoku game for people with motor disabilities. In Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (Halifax, Nova Scotia, Canada, October 13 - 15, 2008). Assets '08. ACM, New York, NY, 161-168. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414502>
- [15] Raichs Pinto, Ivan (2008). Estudi fruit de l'experiència viscuda en el centre Aremi sobre la interacció amb el software Photoshop d'un grup de nois. Trabajo final de carrera dirigido por Toni Granollers. Último acceso abril de 2009. <http://www.recercat.net/bitstream/2072/12312/1/Raichs.pdf>
- [16] Raven, M.E. and Flanders, A. "Using Contextual Inquiry to Learn About Your Audience." ACM SIGDOC Journal of Computer Documentation, Vol. 20, No. 1.
- [17] Staples, T. (2004) Learning Adobe Photoshop CS. Lynda.com.
- [18] Usability Net: International standards for HCI and usability. (2006) Disponible en http://www.usabilitynet.org/tools/r_international.htm
- [19] Waller, A., Black, R., O'Mara, D., Pain, H., Ritchie, G., and Manurung, R. (2009). Evaluating the STANDUP Pun Generating Software with Children with Cerebral Palsy. ACM Trans. Access. Comput. 1, 3 1-27. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1497302.1497306>
- [20] Xhardez, Y. (2002). Vademécum de kinesioterapia y de reeducación funcional. El Ateneo.

Análisis de la accesibilidad de navegadores web

Juan Miguel López¹, Iván Comella¹

¹ GRIHO: Grupo de investigación en HCI
Universidad de Lleida, Av. Jaume II, 69, 25001 - Lleida
juanmi@diei.udl.cat, icomella@alumnes.udl.cat

Resumen. El análisis de la accesibilidad en entornos web suele centrarse tradicionalmente en el análisis de los contenidos. En este trabajo se analizan la accesibilidad que los navegadores utilizados para visualizar contenidos web ofrecen. Partiendo del trabajo del consorcio W3C con las pautas desarrolladas para analizar la accesibilidad de agentes de usuario, se realiza un análisis pormenorizado de una serie de navegadores de uso común. El trabajo se completa mediante un análisis de accesibilidad de un sitio web de administración pública, con el que se pretende ilustrar la influencia real que dichas pautas presentan.

Palabras clave: Accesibilidad web, navegador web, UAAG, WCAG

1 Introducción

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 [13], que incluye requerimientos a nivel de accesibilidad web, entró en vigor en el año 2001. A nivel español, el Real Decreto 1494/2007 [11] establece requerimientos de accesibilidad para los servicios ofrecidos por vía telemática por parte de la administración pública. Por otra parte, en el ámbito del comercio electrónico los sitios web se diseñan con la intención de crear y mantener competitividad empresarial. Uno de los factores críticos para el éxito en el comercio electrónico lo constituye la habilidad para que la información sea accedida de manera eficiente y efectiva desde un sitio web. Dicha habilidad, determinada en base a estructura y organización de un sitio web, puede ser también medida términos de accesibilidad y popularidad de páginas web [18]. Además, la accesibilidad constituye uno de los principales factores a la hora de evaluar aplicaciones web y constituye un importante criterio para la evaluación de la calidad de los mismos [4]. Por tanto, puede afirmarse que la accesibilidad también está adquiriendo importancia en entornos no cubiertos por el marco legal vigente.

La evaluación de la accesibilidad 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) [3], 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) [14]. Finalmente, las Pautas de Accesibilidad para Agentes de Usuario (UAAG) [8] muestran cómo hacer que los agentes de usuario sean accesibles para personas con discapacidad, en especial cómo incrementar la accesibilidad al contenido Web. 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.

En este trabajo se analizan las barreras de accesibilidad que el uso de navegadores puede suponer para personas con discapacidades. Tomando como base las pautas UAAG, se realiza un análisis pormenorizado de una serie de navegadores de uso común seleccionados en base a su cuota de mercado con la idea de abarcar el mayor espectro posible de navegadores utilizados por usuarios. El trabajo se completa mediante un análisis de accesibilidad de un sitio web de administración pública, con el que se pretende ilustrar la influencia real que dichas pautas presentan. La intención es resaltar aquellos aspectos achacables a barreras de accesibilidad por parte de navegadores en las diferentes páginas analizadas dentro del contexto de una evaluación de accesibilidad del sitio web.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. La siguiente sección ofrece una visión general sobre aspectos relacionados con la accesibilidad en agentes de usuario o navegadores. A continuación se presenta el estudio realizado, entrando en detalle en las diferentes partes analizadas en el mismo. Las conclusiones y trabajo futuro se muestran posteriormente. Finalmente, el apéndice del artículo muestra las páginas web utilizadas en la evaluación de accesibilidad realizada.

2 Trabajo Relacionado

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) [5].

Los navegadores web juegan un papel crítico en posibilitar que el contenido web sea accesible para usuarios con discapacidades. El acceso a dicho contenido requiere que los navegadores proporcionen a los usuarios de control final sobre el estilo, tipo de contenido y la ejecución de comportamientos programados en el mismo. Las pautas UAAG [8] desarrolladas por la iniciativa WAI del consorcio W3C proporcionan un recurso que proporciona información para que los desarrolladores de navegadores web puedan desarrollar las características necesarias para renderizar contenido web de manera más accesible para usuarios con discapacidades [6]. También se ha de tener en cuenta que la posibilidad de desarrollar extensiones para navegadores web ha llevado a una situación en la que es posible programar extensiones para mejorar la accesibilidad del contenido web para tipos de usuarios con discapacidades específicos para mejoras en accesibilidad [12].

Existen pocas referencias en la literatura en cuanto a estudios sobre la accesibilidad de navegadores o agentes de usuario. [17] realizó un estudio sobre el cumplimiento de las pautas UAAG sobre navegadores de propósito específico, en este caso navegadores que realizaban la función de lectores de pantalla. Los resultados obtenidos indican que los navegadores de propósito específico estudiados cumplen la mayoría de los requisitos de las UAAG, aunque concluye que aún quedan aspectos concretos en los que se ha de trabajar a nivel de navegador. La información más fiable encontrada referente a análisis de UAAG en navegadores de uso común corresponde a los trabajos desarrollados dentro del grupo de trabajo encargado de elaborar las pautas UAAG (UAWG) [16]. Al haber sido elaboradas como parte de un conjunto de pruebas para la elaboración de la primera versión de las UAAG, las versiones de los navegadores empleados resultan antiguas comparadas con las versiones actuales, aparte del hecho de que algunos de los navegadores más populares en la actualidad no figuran entre los analizados.

3 Análisis de las barreras de accesibilidad en navegadores para personas con discapacidades

3.1 Análisis de las UAAG sobre navegadores web

3.1.1 Navegadores seleccionados

Dentro del conjunto de los navegadores web de uso común existentes, el criterio elegido para seleccionar aquellos que se evaluarán en el estudio ha sido la cuota de mercado. En este sentido, los navegadores más utilizados por los usuarios [1] son Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Opera y Chrome, ocupando entre todos ellos una cuota de mercado del 99,03%. Como precisión adicional se deben señalar las versiones de cada navegador empleadas, que corresponden a la versión estable más actual de cada navegador, sin incluir versiones de prueba. La única excepción ha sido Internet Explorer, dado que sus versiones 6 y 7 tienen ambas una gran cuota de mercado. En concreto, las versiones empleadas han sido: Firefox 3.0.8, Chrome

1.0.154.53, Opera 9.63, Safari 3.21, Internet Explorer 6 e Internet Explorer 7. Todas las evaluaciones se realizaron en un entorno Windows XP SP3 con todas las actualizaciones instaladas, con lo que se utilizaron las versiones para Windows de todos los navegadores. También se debe remarcar el hecho de que las evaluaciones se han realizado sin tener instalada ningún tipo de extensión que ayude a la accesibilidad en ninguno de los navegadores analizados.

3.1.2 Metodología de evaluación

Para realizar la evaluación se ha analizado el cumplimiento de las pautas UAAG [8] en las seis diferentes versiones de navegadores seleccionadas. El proceso de evaluación ha seguido los pasos propuestos por el UAWG respecto a evaluaciones [7]. El conjunto de pruebas descrito comprueba si el navegador cumple las UAAG tal y como queda especificado en [15], donde se define un conjunto de aproximadamente 400 ficheros de prueba clasificados en base a puntos de verificación UAAG. En cada uno de ellos se especifica la referencia del requisito, procedimiento, prueba, código fuente de la misma y resultados. Todos los navegadores seleccionados fueron analizados con este conjunto de pruebas para verificar el cumplimiento de los puntos de verificación UAAG para cada caso. Los resultados de cada prueba fueron evaluados de acuerdo con la escala de valores definida en el conjunto de pruebas [16]:

- C: Implementación completa
- VG: Muy buena implementación, casi todos los requisitos satisfechos
- G: Buena implementación, cumple los requisitos más importantes
- P: Implementación pobre, algunos de los requisitos satisfechos y/o resulta difícil para el usuario para acceder a la función
- NI: No implementado
- NR: No valorado
- NA: No aplicable

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos para cada navegador. Para interpretar los datos se mostrará el porcentaje de cumplimiento de pautas completas (respecto al número total de pautas aplicables) y las que se aproximan a completas (etiquetados como buena o muy buena implementación).

Tabla 1. Diferencias de visualización en diferentes navegadores de las páginas analizadas

	Chrome	Firefox	Internet Explorer 6	Internet Explorer 7	Opera	Safari
Cumple en su totalidad	33,3	23,6	46,8	50,6	57,7	50
Se aproxima a cumplir en su totalidad	61,1	61,1	62	63,3	70,4	72,2

La evaluación de todos los puntos de verificación UAAG analizados se resume en la Tabla 2. Los puntos de verificación que requerían conocimiento sobre especificaciones internas del navegador evaluado no han podido ser evaluados.

Consecuentemente, han sido etiquetados como NR y no se han incluido en las conclusiones del artículo.

Tabla 2. Diferencias de visualización en diferentes navegadores de las páginas analizadas

Pauta	Prioridad	Internet Explorer 6	Internet Explorer 7	Firefox	Opera	Chrome	Safari
1.1 Acceso completo teclado	1	VG	VG	VG	C	VG	VG
1.2 Activar eventos	1	NI	P	P	NI	C	C
1.3 Proporcione mensajes de texto	1	C	C	C	C	C	C
2.1 Renderizar contenido de acuerdo a las especificaciones	1	C	C	C	VG	C	C
2.2 Proporcionar vista de texto	1	C	C	C	C	C	C
2.3 Renderizar condicional contenidos	1	G	VG	P	VG	P	P
2.4 Dejar tiempo independiente de la interacción	1	NI	NI	C	NA	C	C
2.5 Hacer los títulos, las transcripciones, las descripciones de audio disponibles	1	NR	NR	NA	NA	NA	NA
2.6 Respetar las señales de sincronización	1	C	C	NA	NA	NA	NA
2.7 Reparación contenido que falta	2	P	C	P	C	P	P
2.8 No reparación texto	3	P	P	P	G	P	P
2.9 Renderizar condicional contenido automáticamente	3	G	G	G	G	VG	C
2.10 No prestar texto en sistemas de escritura no	3	NI	NI	NI	NI	NI	NI
3.1 Cambiar las imágenes de fondo	1	C	C	C	G	NI	G
3.2 Cambiar de audio, vídeo, imágenes animadas	1	C	C	P	C	P	NI
3.3 Toggles animados o texto parpadeante	1	C	C	P	C	C	C
3.4 Cambiar los scripts	1	G	C	VG	C	NI	C
3.5 Cambiar la recuperación automática de contenidos	1	NI	NI	NI	C	NI	NI
3.6 Cambiar las imágenes	2	NI	NI	P	NI	NI	P
4.1 Configuración de texto escala	1	C	C	C	C	VG	C
4.2 Configurar familia de fuentes	1	C	C	C	C	C	C
4.3 Configurar los colores del texto	1	C	C	C	C	C	C
4.4 Multimedia Lento	1	NI	NI	NI	NI	NI	NI
4.5 Inicio, parada, pausa, y navegar por multimedia	1	NI	NI	NA	NA	NA	NA
4.6 No ocultar subtítulos	1	NR	NR	NA	NA	NA	NA
4.7 Mundial de control de volumen	1	NI	NI	NA	NA	NA	NA
4.8 control de volumen independiente	1	NI	NI	NA	NA	NA	NA
4.9 Configurar velocidad de síntesis de voz	1	C	C	NA	NA	NA	NA
4.10 Configurar volumen de voz sintetizada	1	NR	NR	NA	NA	NA	NA
4.11 Configurar características de voz sintetizada	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.12 Voz sintetizada características específicas	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.13 Configurar voz sintetizada características	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.14 Elija las hojas de estilo	1	NA	NA	P	C	C	C

5.1 No se centra en el cambio automático de contenido	2	NI	NI	C	C	NI	C
5.2 Mantener ventana en la parte superior	2	NI	NI	C	C	C	C
5.3 Manual de ventana sólo abierto	2	NI	NI	VG	C	G	G
5.4 Selección y centrarse en el ventana	2	C	C	C	C	C	C
5.5 Confirmar el envío de formularios	2	P	P	P	P	NI	P
6.1 Programar acceso a información en HTML / XML	1	NR	NR	VG	NR	NI	C
6.2 Acceso al DOM de contenidos HTML / XML	1	NR	NR	G	NR	NI	C
6.3 Programar no tener acceso a contenidos HTML/XML	1	C	C	NI	NI	NI	C
6.4 Programar acceso a la información sobre contenido presentado	1	C	C	VG	NR	C	C
6.5 Programar funcionamiento del agente de usuario de interfaz de usuario	1	C	C	C	NR	C	C
6.6 Programar notificación de cambios	1	C	C	G	NR	VG	VG
6.7 API teclado convencional	1	C	C	C	NR	G	C
6.8 API de codificaciones de caracteres	1	C	C	G	NR	G	C
6.9 DOM acceso a hojas de estilo CSS	2	VG	VG	G	NR	NI	C
6.10 Intercambios oportunos a través de API	2	C	C	VG	NR	VG	VG
7.1 Respeto el enfoque y la selección de los convenios	1	C	C	VG	C	G	G
7.2 El respeto de configuración de entrada de convenios	1	C	C	VG	C	C	C
7.3 Respeto entorno operativo convenios	2	C	C	G	C	NI	NI
7.4 Proporcionar información de configuración de las indicaciones	2	C	C	G	C	G	G
8.1 Aplicar las características de accesibilidad	1	NR	NR	VG	VG	G	G
8.2 Conforme a las especificaciones	2	VG	C	VG	NR	G	G
9.1 Proporcionar contenido foco	1	C	C	C	C	C	C
9.2 Proporcionar atención interfaz de usuario	1	C	C	C	C	G	G
9.3 Mover contenido atención	1	C	C	G	C	C	C
9.4 Restauración de vista la historia del estado	1	C	C	NI	C	VG	C
9.5 No hay eventos en cambio se centran	2	P	P	P	C	NI	P
9.6 Mostrar eventos	2	P	P	P	NI	C	C
9.7 Mover contenido centrarse en el reverso	2	VG	VG	G	C	G	G
9.8 Facilitar la búsqueda de texto	2	C	C	VG	C	C	C
9.9 Permitir estructurado de navegación	2	P	P	P	C	P	P
9.10 Configurar elementos importantes	3	NI	NI	NI	NI	G	G
10.1 Asociados y las cabeceras de las celdas de la tabla	1	G	G	NI	NI	C	C
10.2 Resalte la selección, los contenidos se centran, permitió elementos, los enlaces visitados	1	C	C	VG	C	G	C
10.3 Destacar único de configuración	2	C	C	VG	C	G	C
10.4 Proporcionar vista de Esquema	2	P	P	P	C	C	C
10.5 Proporcionar vínculo de información	3	VG	VG	G	C	VG	VG
10.6 Resalte ventana actual	1	G	G	VG	C	NI	NI
10.7 Indique posición de la ventana	3	C	C	VG	C	P	G
11.1 Vinculación a usuario actual	1	C	C	G	C	NI	C
11.2 Vinculación a autor actual	2	NI	NI	NI	NI	C	VG

11.3 Permitir anular vinculaciones	2	NI	NI	P	NI	NI	P
11.4 Clave de acceso	2	NI	NI	C	C	C	C
11.5 Configuración de entrada por defecto	2	VG	VG	C	C	C	C
11.6 Los perfiles de usuario	2	G	G	VG	C	VG	VG
11.7 Barra de herramientas de configuración	3	C	C	P	C	NI	P
12.1 Proporcionar documentación accesible	1	C	C	NR	VG	C	NR
12.2 Proporcione la documentación de las características de accesibilidad	1	C	C	NI	G	NI	NI
12.3 Proporcione la documentación de vinculaciones por defecto	1	C	C	NI	C	NI	NI
12.4 Proporcione la documentación de los cambios entre versiones	2	NI	NI	NI	C	NI	NI
12.5 Proporcione sección dedicada accesibilidad	2	C	C	NI	G	NI	NI

3.2 Análisis de accesibilidad

El análisis de la accesibilidad se ha realizado sobre el sitio web del 060 (<http://www.060.es/>) a finales de Marzo de 2009. La evaluación de accesibilidad del sitio web se ha realizado siguiendo la metodología propuesta por el W3C para realizar revisiones preliminares de accesibilidad de sitios web [10]. En primer lugar se ha seleccionado una muestra representativa de páginas web de dicho sitio web. En este caso, dicha selección de muestra representativa se ha realizado siguiendo los pasos definidos en la Metodología Unificada de Evaluación Web (UWEM) [9]. Las páginas web seleccionadas dentro de la muestra representativa de páginas del sitio web se muestran en el apéndice del artículo, junto con una numeración a modo identificativo. Como siguiente paso las páginas seleccionadas en la muestra representativa fueron examinadas mediante navegadores web gráficos (se incluyeron los seis navegadores seleccionados) y navegadores especializados (en este caso JAWS¹ y Lynx²). Finalmente, se utilizaron dos herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad (TAW³ y Evalaccess⁴) para determinar los errores de accesibilidad.

Los resultados de la evaluación de accesibilidad sobre las 20 páginas de la muestra seleccionada muestran un total de 25 errores de prioridad A, 198 de prioridad AA y 54 de prioridad AAA para el conjunto de todas las páginas analizadas. Por otra parte, la Tabla 3 muestra, marcados con una x, las diferencias en la visualización de las páginas web mediante navegadores de uso común.

Tabla 3. Diferencias de visualización en diferentes navegadores de las páginas analizadas

Página web	Chrome	Firefox	Internet Explorer 6	Internet Explorer 7	Opera	Safari
1					x	

¹ <http://www.freedomscientific.com/products/fs/jaws-product-page.asp>

² <http://home.pacific.net.sg/~kennethkwok/lynx/>

³ <http://www.tawdis.net/taw3/cms/es>

⁴ <http://sift07.si.ehu.es/evalaccess2/index.html>

2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10			X	
11				
12				
13				
14	X	X	X	X
15	X	X	X	X
16	X	X	X	X
17	X	X	X	X
18	X	X	X	X
19				
20				

La mayor parte de las diferencias detectadas a la hora de visualizar páginas web se refieren a la visualización de diferentes elementos gráficos. En la Imagen 1 se muestran dos capturas de pantalla de la página 16 con diferentes navegadores para ilustrar este extremo.

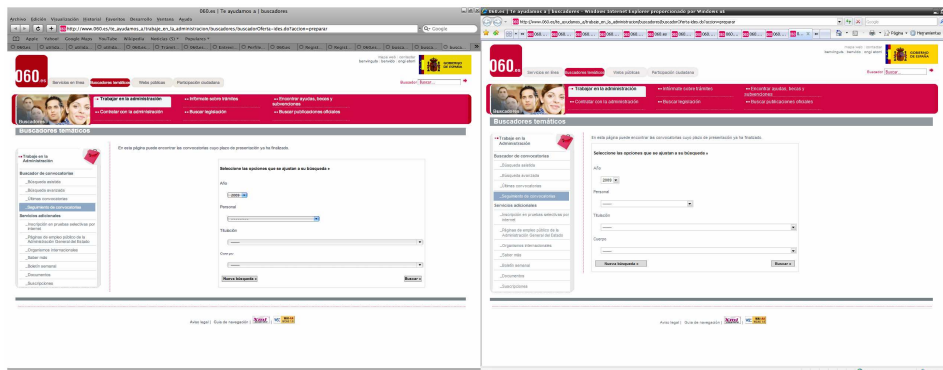


Imagen. 1. Página web nº 16 vista mediante Safari (izqda) e Internet Explorer (drcha)

3.3 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en la evaluación de las UAAG no permiten establecer con claridad un ranking entre los diferentes navegadores analizados. Los resultados mostrados en la Tabla 1 indican diferencias relevantes entre las clasificaciones de navegadores con funcionalidades cumplidas en su totalidad y aquellos en los que las funcionalidades, si bien no se cumplen totalmente, se estima que se cumplen a un nivel que resulta al menos aceptable.

Comparando los resultados de la evaluación de las UAAG con el análisis de accesibilidad del sitio web, el hecho de que Internet Explorer sea el navegador que menos visualizaciones incorrectas tenga (en este caso concreto, ninguna) parece soportar el hecho de que se vea como el navegador que menos problemas plantea a la hora de visualizar contenido web. Si bien esto resulta correcto en el caso planteado, se ha de tener en cuenta de que este tipo de conclusiones escapan al ámbito de este artículo por el hecho de que ser el navegador con menos problemas de visualización de elementos web no indica necesariamente una mejor accesibilidad de dicho navegador.

También resultan reseñables los resultados de Chrome, dado que es el que peores resultados presenta en cuanto al desarrollo de funcionalidades completas relacionadas con la accesibilidad se refiere. Si bien los resultados mejoran ostensiblemente cuando se tienen en cuenta aquellas funcionalidades desarrolladas a un nivel que resulta al menos aceptable, los resultados indican que aún le queda un largo camino por recorrer para obtener resultados mejores. El hecho de ser el navegador que menos tiempo lleva en desarrollo es un factor a tener en cuenta en este sentido.

5 Conclusiones y trabajo futuro

El trabajo presentado muestra un análisis de las pautas UAAG realizado en navegadores de uso común en la actualidad. Los resultados muestran el grado de cumplimiento de dichas pautas para todos los navegadores analizados, si bien de ellos no puede extraerse ninguna conclusión clara que permita ordenar de manera clara dichos navegadores mediante un ranking que mida la accesibilidad de los mismos. En este sentido, las propias UAAG resultan difíciles y laboriosas de evaluar, dado que en muchos casos la expresión del grado de cumplimiento puede ser subjetiva, a pesar de la existencia de un banco de prueba que facilita en gran manera su evaluación.

Si bien el hecho de tener mejores puntuaciones a nivel de UAAG puede indicar que a priori un navegador mostrará contenidos web de manera más coherente, este principio choca con una realidad de mercado en el cual muchos de los sitios web más antiguos están desarrollados en una época de monopolio a nivel de navegadores y un soporte de estándares todavía escaso. La progresiva mejora en el soporte de estándares por parte de los navegadores y la creciente preocupación por toda la problemática relacionada con la accesibilidad permita mejorar su accesibilidad junto con la de los contenidos web que muestran.

El paradigma de la Web 2.0 está cambiando la forma en la que los usuarios interactúan en entornos web. Con la intención de tener dicha realidad en cuenta, el consorcio W3C ha desarrollado una segunda versión de las pautas WCAG [2]. Sin embargo, el desarrollo de las UAAG equivalentes aún se encuentra a nivel de borrador, con lo que todavía no se puede comprobar eficazmente el grado en que los navegadores pueden manejar contenidos en entornos Web 2.0 de manera accesible.

Como trabajo futuro se plantea la necesidad de realizar periódicamente trabajos de análisis de UAAG sobre navegadores. Ello es debido a la rápida evolución que este tipo de herramientas software está teniendo en la actualidad, con lo que las nuevas versiones de los diferentes navegadores pueden incluir funcionalidades nuevas o

realizar cambios sobre las ya existentes de manera que se deba evaluar el grado de cumplimiento de criterios de accesibilidad los las UAAG. Como ejemplo se puede indicar la reciente aparición de la octava versión de Internet Explorer.

Referencias

1. Browser Market Share. Accedido en Abril 2009 desde: <http://marketshare.hitslink.com/browser-market-share.aspx?qprid=0#>
2. Caldwell, B., Cooper, M., Guarino, L. Vanderheiden, G. Web Content Accessibility Guidelines 2.0, World Wide Web Consortium, 2008. <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>
3. Chisolm, W., Vanderheiden, G., Jacobs, I. Web Content Accessibility Guidelines 1.0, World Wide Web Consortium, 1999. <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>
4. Di Lucca, G.A., Fasolito, A.R.: Testing Web-based applications: The state of the art and future trends. Information and Software Technology 48, pp. 1172-1186. (2006)
5. 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)
6. Gunderson, J.: W3C user agent accessibility guidelines 1.0 for graphical Web browsers. . Universal Access in the Information Society, Vol. 3, 38–47. Springer (2004)
7. Gunderson, J., May, M. W3C User Agent Accessibility Guidelines Test Suite version 2.0 and Implementation Report. In: Technologies and Persons with Disabilities (CSUN2005) (Los Angeles, USA, May 2005). Recibido en Abril de 2009 desde <http://www.csun.edu/cod/conf/2005/proceedings/2363.htm> (2005)
8. Jacobs, I., Gunderson, J., Hansen, E. User Agent Accessibility Guidelines 1.0, World Wide Web Consortium, 2002. <http://www.w3.org/TR/WAI-USERAGENT/>
9. Nietzio, A., Strobbe, C., Velleman, E. The Unified Web Evaluation Methodology (UWEM) 1.2 for WCAG 1.0. Proceedings of the 11th international conference on Computers Helping People with Special Needs. LNCS 5105, 394-401 (2008)
10. Preliminary Review of Web Sites for Accessibility. Recibido en Abril de 2009 desde <http://www.w3.org/WAI/eval/preliminary.html>
11. 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.
12. Richards, J.T., Hanson, V.L., Brezin, J.P., Swart, C.B., Crayne, S., Laff, M.R.: Accessibility Works: Enhancing Web Accessibility in Firefox. Stephanidis, c. (eds.) Universal Access in HCI, Part III, HCI 2007, LNCS 4556, pp.133-141. Springer, Heidelberg (2007)
13. Section 508: The road to accessibility. Accedido en Abril de 2009 desde <http://www.section508.gov/>
14. Trevarius, J., McCathiNevile, C., Jacobs, I, Richards, J. Authoring Tool Accessibility Guidelines 1.0, World Wide Web Consortium, 2000. <http://www.w3.org/TR/WAI-AUTOOLS/>
15. UAAG 1.0 Test Suite for HTML 4.01. Recibido en Abril de 2009 desde <http://www.w3.org/WAI/UA/TS/html401/>
16. User Agent Implementation Report for Second Candidate Recommendation. Recibido en Abril de 2009 desde <http://www.w3.org/WAI/UA/implementation/report-cr2.html>
17. Watanabe, T., Umegaki, M.: Capability survey of user agents with the UAAG 1.0 test and its impact on Web accessibility. Universal Access in the Information Society, Vol. 6, 221–232. Springer (2007)

18.Yen, B.P.C.: The design and evaluation of accessibility on web navigation. Decision Support Systems 42, pp. 2219-2235 (2007)

Apéndice: Páginas Web Analizadas

Tabla 4. Ruta completa de las páginas web analizadas

Nº página	Página web
1	http://www.060.es/
2	http://www.060.es/utilidades/contactar_con_la_administracion-ides-idweb.html
3	http://www.060.es/utilidades/preguntas_mas_frecuentes-ides-idweb.html
4	http://www.060.es/utilidades/mapa_web-ides-idweb.html
5	http://www.060.es/te_ayudamos_a/index-ides-idweb.html
6	http://www.060.es/tramites_online/ciudadano/educacion/index-ides-idweb.jsp
7	http://www.060.es/guia_del_estado/index-ides-idweb.html
8	http://www.060.es/participacion_ciudadana/entrevistas/index-ides-idweb.html
9	http://www.060.es/perfiles/jovenes/index-ides-idweb.jsp
10	http://www.060.es/empresa-ides-idweb.jsp
11	http://www.060.es/registro_usuarios/mostrarFormularioUsuarios-ides.do?orig=datosperfil&idperfil=1
12	http://www.060.es/registro_usuarios/inscripcion_datosempresa-ides-idweb.jsp?idperfil=2
13	http://www.060.es/participacion_ciudadana/verProyectos-ides.do?accion=inicializarBuscador
14	http://www.060.es/te_ayudamos_a/trabaje_en_la_administracion/buscadores/formularioFacilitador-ides.do?accion=preparar&primera=si#resultados
15	http://www.060.es/te_ayudamos_a/trabaje_en_la_administracion/buscadores/buscadorConvocatoriasAvanzado-ides.do?accion=preparar&primera=si
16	http://www.060.es/te_ayudamos_a/trabaje_en_la_administracion/buscadores/buscadorOferta-ides.do?accion=preparar
17	http://www.060.es/te_ayudamos_a/ayudas_becas_y_subvenciones/buscadores/buscadorBecasAvanzado-ides.do?accion=preparar&tipologiaInformacion=3
18	http://www.060.es/te_ayudamos_a/ayudas_becas_y_subvenciones/buscadores/buscadorFacilitador-ides.do?accion=preparar&tipologiaInformacion=3
19	http://www.060.es/guia_del_estado/contactar_con_la_administracion/buscadores/buscadorDirectorio-ides.do?accion=preparar&consulta=Titular#ti
20	http://www.060.es/guia_del_estado/contactar_con_la_administracion/buscadores/buscadorDirectorio-ides.do?accion=preparar&consulta=Organismo

Guías metodológicas para el contenido multimedia accesible en la Web

Lourdes Moreno, Paloma Martínez y Belén Ruiz-Mezcua
Departamento de Informática, Universidad Carlos III de Madrid,
{lmoreno, pmf, bruiz}@inf.uc3m.es

Abstract. La eliminación de las barreras de accesibilidad al contenido multimedia en la Web requiere de soluciones tecnológicas avanzadas. Estas soluciones deberían seguir una serie de pautas marcadas por estándares así como un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario. Además, es imprescindible seguir un diseño universal e incluir criterios de usabilidad en la interacción del usuario con el contenido multimedia. En este artículo se ofrecen recomendaciones de utilidad para profesionales de la Web, a saber diseñadores, desarrolladores y evaluadores para alcanzar la accesibilidad web marcada en los estándares.

Keywords: Accesibilidad web, usabilidad, multimedia, vídeo, subtítulo, audiodescripción.

1 Introducción

El uso masivo de Internet, la evolución de las tecnologías y el nuevo rol que desempeña el usuario en la Web han hecho que actualmente haya una tendencia a incluir contenidos multimedia 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. Hay que proporcionar un acceso universal a dichos contenidos y permitir a todos los usuarios acceder a un contenido multimedia, independientemente de sus características de acceso y contexto de uso.

Existe un falso mito que relaciona las barreras de accesibilidad en la Web únicamente con las personas con discapacidad pero, en realidad, la no accesibilidad web afecta a todos y en el ámbito de la accesibilidad audiovisual con más motivo, por los muchos condicionantes tecnológicos que deben considerarse. Hay soluciones tecnológicas en pro de la accesibilidad, por ejemplo, nos encontramos con distintas plataformas, software de desarrollo, lenguajes, herramientas de autor, estándares, pautas de accesibilidad a seguir, etc. Sin embargo, a veces es complejo porque se desarrolla tecnología sin tener en mente la accesibilidad y el resultado no es compatible con el resto. En el contexto de la interacción con vídeos, hay que considerar la diversidad de agentes de usuario como distintos navegadores y reproductores y además hay que tener en cuenta las ayudas técnicas o tecnología asistencial con la que personas con discapacidad acceden a la Web.

Ante la variedad y complejidad de los muchos factores que intervienen, este trabajo tiene como objetivo enumerar la cadena de elementos implicados en la accesibilidad en los contenidos multimedia en la Web.

2 Cadena de la accesibilidad

Para proveer de accesibilidad a los contenidos multimedia audiovisuales hay distintos componentes de desarrollo web e interacción que deben trabajar conjuntamente para conseguirlo [1]. A esta situación se le denomina “la cadena de la accesibilidad de los contenidos multimedia audiovisuales en la Web” [2]. Esta cadena consta de los siguientes eslabones a tener en cuenta:

- (1) Contenido en sí: El contenido debe ser accesible
- (2) Cómo llegar al contenido: El acceso a ese contenido debe ser accesible
- (3) Presentación del contenido e interacción con el usuario: Hay que ofrecer alternativas atendiendo a preferencias del usuario, y la interacción del usuario al acceder al contenido debe ser usable.

2.1 Primer eslabón: El contenido debe ser accesible

Hay recomendaciones a tener en cuenta siguiendo el estándar *Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web (WCAG)* [3] de la *Iniciativa de la Accesibilidad a la Web (WAI)* [4] del *W3C* en relación a los contenidos multimedia. En la versión *WCAG 1.0* [3] los contenidos multimedia se tratan de forma muy general y poco precisa; únicamente abordado en los *Puntos de Verificación: 1.3 y 1.4*, ambos de *Prioridad 1*. En cambio, la nueva versión *WCAG 2.0* [3] recomendación desde diciembre del 2008 es más exigente y concreta. Contiene más puntos a revisar, se traduce en nueve *Criterios de Éxito* y distingue entre diversos contenidos alternativos nuevos: multimedia pregrabada y multimedia en directo para el subtítulo, audiodescripción y audiodescripción extendida. Además, se considera como nuevo contenido alternativo la Lengua de Signos. Hay que ofrecer estos contenidos alternativos para obtener distinto nivel de conformidad (A, AA ó AAA) tal como se indica en la tabla 1.

Para conseguir el éxito de estos criterios de las *WCAG 2.0*, las técnicas y recursos ofrecidos en la documentación *WCAG 1.0* resultan obsoletos con respecto a la tecnología actual, y es necesario utilizar los recursos y técnicas ofrecidos en las *WCAG 2.0*, incluyendo las técnicas relacionadas como *Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL)* [5], estándar de presentación multimedia desarrollado también por el *W3C* indicadas en la tabla 1 con prefijo “SM”.

Para elaborar estos contenidos alternativos requeridos según las *WCAG* se necesitan herramientas de autor. Existe un gran número de herramientas orientadas a la edición y soporte de material multimedia audiovisual en la Web. Es posible clasificar estas herramientas a través de varios criterios que van desde la plataforma en que están desarrolladas o el sistema operativo bajo el que funcionan, pasando por el grado de usabilidad de la herramienta o el grado de accesibilidad del producto final. Asimismo, muchas de estas herramientas nos permiten modificar el material

multimedia hasta hacerlo accesible. De esta forma, se pueden crear contenidos multimedia con herramientas de autor que integren subtítulo y/o audiodescripción.

Tabla 1. Técnicas de las WCAG 2.0 incluyendo técnicas SMIL para la Pauta 1.2

Criterios de éxito de las WCAG 2.0	NIVEL	Técnicas WCAG 2.0 incluyendo SMIL
1.2.1 Audio-only and Video-only (Prerecorded)	A	G158, G159, G166
1.2.2 Captions (Prerecorded)	A	G93,G87,SM11,SM12
1.2.3 Audio Description or Full Text Alternative:	A	G69, G58 G53, G78, G173 con SM6, SM7, G8 con SM1, SM2
1.2.4 Captions (Live)	AA	G9G93, G87, SM11, SM12
1.2.5 Audio Description	AA	G78, G173 con SM6, SM7, G8 con SM1, SM2
1.2.6 Sign Language	AAA	G54, G81con SM13, SM14
1.2.7 Audio Description (ext.)	AAA	G8 con SM1, SM2
1.2.8 Alternative Full Text	AAA	G69, G58 H53, G159
1.2.9 Live Audio-only	AAA	G150, G151, G157

De la gran variedad de tecnologías existentes, haciendo una revisión y basándonos en lo relacionado a tecnología accesible para contenidos multimedia nos encontramos con: lenguajes y formatos para sincronizar fundamentales para conseguir la accesibilidad, a destacar SMIL ya comentado, SAMI [6] o Timed Text [7]; editores de subtítulo y/o audiodescripción para contenidos audiovisuales como MAGpie [8] y Hi-Caption Studio [9] en otros así como reproductores para contenidos multimedia realizados con Flash accesible [10] utilizado por muchos diseñadores.

Todas estas posibilidades a veces no son compatibles unas con otras. Se trata de un mare mágnum de tecnologías que hacen del ejercicio de hacer un contenido multimedia accesible algo complicado. Es importante que se cumplan y sigan otros estándares y recomendaciones del W3C relacionados, como por ejemplo, que los navegadores y reproductores multimedia cumplan las pautas de accesibilidad para agentes de usuario (UAAG) [11] de WAI.

Estos contenidos alternativos deben realizarse siguiendo normativa y buenas prácticas en subtítulo, audiodescripción y lengua de signos. En cuanto al subtítulo, no hay una normativa específica para su inclusión en la Web, pero sí se dispone de documentos que pueden ayudar a su elaboración, como la documentación de Buenas Prácticas en el subtítulo elaboradas por el CESyA [12] basadas en la norma Aenor “Subtitulado para personas sordas y personas con discapacidad auditiva. Subtitulado a través del teletexto” [13]. No obstante, es conveniente mencionar que existen otros documentos que pueden ayudar a complementar la información aquí contenida, como otros documentos de buenas prácticas para el subtítulo [14].

Sobre la audiodescripción tampoco hay una normativa específica para su inclusión en la Web. En España se encuentra reglada su creación por medio de la norma Aenor “Audiodescripción para personas con discapacidad visual. Requisitos para la audiodescripción y elaboración de audioguías” [13]. Al igual que sucede con el

subtitulado y la audiodescripción, existe otra norma que regula el uso de la lengua de signos enfocada en este caso a las redes informáticas: “*Requisitos para el uso de la Lengua de Signos Española en redes informáticas*” [13].

2.2.- Segundo eslabón: El acceso al contenido multimedia debe ser accesible.

No servirá de nada haber elaborado un contenido accesible si el acceso al mismo no goza igualmente de accesibilidad. Básicamente se pueden distinguir dos formas distintas para ofrecer un contenido multimedia audiovisual en la Web: mediante descarga del contenido en el equipo del usuario o mediante la emisión del contenido por medio de un reproductor incluido en la página web.

Los problemas con los que se encuentran los desarrolladores web para incluir contenidos multimedia audiovisuales de manera accesible hacen que la opción de descarga directa sea muy utilizada. En este caso, basta con proporcionar al usuario un enlace desde el que poder descargar el contenido, corriendo la reproducción del mismo por parte del software que el usuario tenga instalado en su propio equipo.

A pesar de ser una buena opción para ofrecer multimedia accesible, la descarga directa hay que realizarla teniendo en cuenta que se va a realizar un almacenamiento de información en el equipo del usuario y por lo tanto hay que avisarle claramente de este hecho. Esta situación en las *WCAG 1.0* quedaría recogida en la *Pauta 13.1* que indica: “*Identifique claramente el objetivo de cada vínculo*” [Prioridad 2]; en las *WCAG 2.0* quedaría recogida en los *Criterios de Éxito 2.4.4 [Nivel A]* y *2.4.9 [Nivel AAA]*.

Por consiguiente, si se ofrece contenido multimedia con opción de descarga directa, no sólo habrá que cumplir con las pautas vistas en el apartado 2.1, sino que habrá que ser cuidadoso con el texto del enlace y/o la semántica en su contexto, de lo contrario no se alcanzaría el *Nivel AA* de adecuación de las *WCAG*.

Por otra parte hay que tener en cuenta que las alternativas generadas como son el subtitulado y la audiodescripción pueden venir integradas en el vídeo (“open”) o haber sido generadas como elementos independientes (“closed”) para poder activarlos en función de las necesidades del usuario como se va a exponer el apartado 2.3.

Pese a que la descarga directa suponga una forma sencilla de proporcionar al usuario el acceso a un contenido multimedia accesible, la difusión del contenido a través de un reproductor integrándolo en la propia página web es la forma más utilizada. Ello es debido a que es menos complejo para los usuarios, por ser una opción más usable al acceder a ella a través de la navegación web. Al integrarlo en la Web podemos realizar la emisión del vídeo de dos formas distintas:

- Emisión en descarga progresiva (falso *streaming*): con este tipo de emisión el contenido se va descargando en el equipo del usuario y cuando alcanza un porcentaje determinado de descarga se empieza a reproducir. Este tipo de emisión supone una gran ventaja respecto a la descarga ya que no es necesario que el archivo se haya almacenado por completo para iniciar su reproducción. Sin embargo, hasta que el contenido no se ha descargado en su totalidad no se permite hacer uso de los controles de reproducción (reproducir, parar, pausar).
- *Streaming*: es una descarga del contenido bajo demanda; este tipo de emisión tiene la ventaja de que el usuario puede manejar completamente los controles de

reproducción desde un principio y además no es necesario almacenar el vídeo en el equipo del usuario. Pero es un recurso que a veces no se tiene al alcance.

Para estas opciones, hay dos posibles implementaciones y ambas están asociadas a un reproductor: la primera es activar la descarga con un enlace, forma más frecuente en la opción de *streaming*, y la segunda integrando el contenido audiovisual a través del elemento `<object>` según especificación (X)HTML. En cualquiera de los dos casos hay que cumplir con las WCAG.

Para la opción de activación del enlace, al igual que se ha comentado en la opción anterior de descarga directa, es necesario describir el objetivo del destino y etiquetar correctamente dicho enlace.

Para su implementación incluyendo elementos multimedia en una página web, hay que utilizar el elemento `<object>`. Sin embargo, el elemento `<object>` tiene el problema de que hay navegadores que no lo interpretan bien, y por ello, es frecuente verlo implementado a través del elemento `<embed>`. La etiqueta `<embed>` no pertenece al estándar, y su validación de accesibilidad dará error por no cumplir el *Punto de Verificación 3.2* de las WCAG 1.0; su utilización significa ir contra los estándares de compatibilidad, aunque resulta de facto compatible con todos los navegadores ya que la práctica totalidad de los navegadores es capaz de interpretarla correctamente. Por ello, desarrolladores web han creado y difundido por la Web técnicas [15] para utilizar `<object>` y que la página web pueda ser validada de acuerdo a la especificación (X)HTML, y así poder cumplir con las WCAG.

2.3. Tercer eslabón: Hay que ofrecer alternativas atendiendo a preferencias del usuario y la interacción del usuario al acceder al contenido debe ser usable.

Por último, el acceso del usuario al vídeo debe ser además de posible, intuitivo en la interacción por lo que hay que proporcionar accesibilidad en la forma de mostrar el acceso y control de la información al usuario. De esta manera el *Punto de Verificación 14.1 (Utilice el lenguaje apropiado más claro y simple para el contenido de un sitio. [Prioridad 1])* se debe cumplir de acuerdo a las WCAG 1.0. En esta línea, algunas técnicas de las *Pautas 2.2 y 3.1* de las WCAG 2.0 pueden ser de utilidad así como la aplicación de Reglas de Lectura Fácil [16]. De igual manera, es recomendable seguir un Diseño Centrado en Usuario [17] donde el usuario participe en el diseño del interfaz de interacción y en la elaboración de los contenidos.

Según lo visto en el anterior apartado 2.2 hay que proporcionar de forma clara el objetivo de los enlaces de estos interfaces de interacción, pero desde este trabajo se recomienda ofrecer además del destino el comportamiento, hay que advertir al usuario (*cambio de contexto* según las WCAG 2.0) del comportamiento si significa algo no predecible para él, indicando (aplicando *Criterios de Éxito* de la *Pauta 3.2* como el 3.2.2 de *Nivel A* relativo a los cambios de contexto) si hay un cambio en el foco al interaccionar el usuario abriendo por ejemplo una ventana nueva para la reproducción del vídeo. Además hay que indicar factores que deben tenerse en cuenta, tales como el tamaño y duración del vídeo, la información de progreso en la reproducción, la velocidad y el tipo de conexión del usuario, el agente de usuario asociado a la reproducción, el formato del vídeo, si el usuario va a tener el control, etc. Según el

Punto de Verificación 11.3 [Prioridad 3] de WCAG 1.0 los usuarios deberían poder tener acceso a la reproducción del vídeo de acuerdo a sus preferencias.

No todos estos factores son siempre determinantes, dependerá de la modalidad que haya sido elegida al servir el contenido multimedia. Por ejemplo, la información del tamaño del vídeo será importante para el usuario en las opciones de descarga o descarga progresiva, pero no es necesario en streaming. En función de la opción escogida, las posibles características a considerar son mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Información a presentar al usuario según opción de emisión de vídeo.

Características	Descarga directa	Descarga progresiva	Streaming
Informar del tamaño del vídeo	SI	SI	NO
Informar de la duración del vídeo	SI	SI	SI
Informar de la velocidad y tipo de conexión	SI*	SI*	SI*
Proporcionar barra de progreso	NO	SI	NO
Informar de compatibilidad con agente/s de usuario	NO	SI	SI
Informar del formato del vídeo	SI	SI	SI
Proporcionar control al usuario	SI	SI	SI

* A excepción de formato SMIL

En cuanto a proporcionar control al usuario (ver figura 1) no hay mención explícita en las pautas de las WCAG, salvo en el *Criterio de Éxito 1.4.2 de Nivel A* de las WCAG 2.0 específico para cualquier audio que se reproduce automáticamente por más de tres segundos, en este caso se indica que hay proporcionar mecanismos que permitan al usuario pausar o detener el audio.



Fig. 1. Control al usuario a través de controles

Desde este trabajo se recomienda considerar como requisito el proporcionar control al usuario en relación a qué contenidos alternativos (subtitulado, audiodescripción) quiere activar. Utilizando esta forma de integrar vídeos en la Web podemos aprovechar la potencia de algunos reproductores que permiten la inclusión de vídeo con contenidos adicionales como pueden ser múltiples pistas de audio y subtítulos

opcionales. Entre los más importantes accesibles vale la pena mencionar CC Player [18] que es el que se muestra en la figura 1.

Aparte de ofrecer toda la información al usuario comentada anteriormente, es importante considerar cómo hay que presentar esa información al usuario. Hay que aplicar principios de Diseño Universal [19] y de usabilidad [20] en el interfaz web donde se incluya el contenido multimedia y sus características de acceso. Se requiere para su evaluación revisiones expertas, además de validación por usuarios para garantizar que el usuario puede acceder con facilidad al contenido.

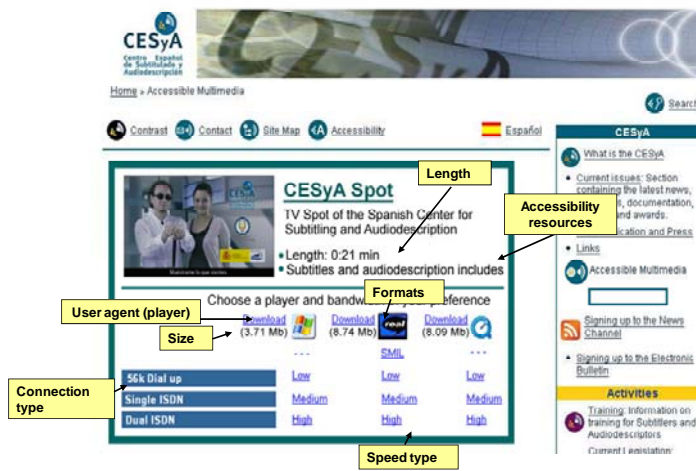


Fig. 2. Interfaz ejemplo para el caso de emisión de vídeo por *streaming*

La figura 2 presenta un interfaz para el caso de emisión por *streaming* que actualmente está bajo experimentación. Se encuentra en evaluación utilizando Técnica de Pruebas con Usuarios. Ha sido diseñado teniendo en cuenta las pautas y criterios presentados en este trabajo.

3.- Listado de puntos de comprobación

En este apartado como recurso final de ayuda para evaluadores, así como diseñadores y desarrolladores, se proporciona un listado de puntos de comprobación o de verificación (*checklists*) (ver tabla 3) atendiendo a todos los eslabones de la cadena de la accesibilidad del contenido multimedia en la web mostrados en este trabajo. Por cada uno de los niveles de accesibilidad (A, AA ó AAA) en relación a las WCAG 2.0 se incluyen los eslabones indicando puntos a comprobar en base a los *Criterios de Éxito* relativos, además de otras recomendaciones más orientadas a la interacción del usuario resultado de esta investigación que se han representado para distinguir con una marca de “(*)” al inicio de la celda.

Tabla 3. Listado de puntos de comprobación para el caso de opción de emisión por *streaming*.

Para Nivel de adecuación A: Puntos de Nivel A de las WCAG 2.0

Contenido accesible	SI	NO
1.2.1 de WCAG 2.0: Para todo contenido sólo-audio o sólo-vídeo pregrabado se debe proporcionar una alternativa equivalente que transmita de forma completa la información de la pista de audio o de vídeo respectivamente.		
Proporcionar una descripción textual alternativa a la pista de audio que transmita la misma información que esta.		
Proporcionar una descripción auditiva de los elementos claves de la pista visual que transmita la misma información que esta. Dicha descripción debe incluir información de los personajes, transcripción completa, acciones, lenguaje corporal, contexto y cambios de escena, etc.		
1.2.2 de WCAG 2.0: Se deben proporcionar subtítulos para cualquier contenido de audio pregrabado estando sincronizados además con la pista sonora. La única excepción es que dicho audio sea a su vez alternativa de otro contenido.		
Se proporcionará subtítulos abierto o cerrado. Estos deben representar la información contenida en la pista de audio, por tanto deben recoger tanto los diálogos de los personajes como los eventos sonoros que se pudieran producir. Estos deben estar sincronizados con la pista visual.		
1.2.3 de WCAG 2.0: Se debe proporcionar audiodescripción o alternativa textual completa de la pista visual.		
Proporcionar una descripción auditiva de los elementos claves de la pista visual.		
Dicha descripción auditiva debe transmitir de forma completa toda la información de la pista visual, a saber, información de los personajes, transcripción completa, acciones, lenguaje corporal, contexto y cambios de escena, etc.		
Como alternativa a la pista sonora equivalente se puede proporcionar una descripción textual completa que pueda ser leída por un lector de pantalla. Esta descripción textual debe transmitir la misma información que la pista sonora equivalente.		
La pista visual debe ir acompañada por una descripción auditiva sincronizada con la pista visual y la pista sonora.		
Acceso accesible al contenido	SI	NO
2.4.4 de WCAG 2.0: Se debe identificar claramente el objetivo de cada vínculo, pudiéndose entender su propósito junto con su contexto.		
La redacción del texto del vínculo debe ser clara y precisa e indicando los conceptos principales, o se puede obtener de la semántica del contexto.		
Interacción y preferencias de usuario	SI	NO
2.4.4 de WCAG 2.0: Se debe identificar claramente el objetivo de cada vínculo, pudiéndose entender su propósito junto con su contexto.		
(* Se deben proporcionar los contenidos en distintos formatos y para cada alternativa de reproducción del contenido se indicar el formato en el que se proporciona y el agente de usuario que permite acceder al contenido.		
(* Para cada alternativa de reproducción se indicará la duración del contenido y la velocidad de conexión recomendada al usuario para acceder.		
(* Para cada alternativa se proporcionará además un vínculo para descargar el agente de usuario asociado.		
(* En base a 3.2.2 con 2.4.4 de las WCAG 2.0: advertir al usuario del comportamiento ante cambio de contexto.		
(* En la descripción clara del propósito del vínculo se debe incluir además de la descripción del destino, el comportamiento ante cambios de contextos no predecibles por el usuario.		
1.4.2 de las WCAG 2.0: Para cualquier audio que se reproduce automáticamente por más de tres segundos, hay que proporcionar mecanismos de control al usuario.		
(* El mecanismo de control permite al usuario pausar o detener el audio, o bien controlar el volumen del audio de manera independiente al del resto del sistema		
(* Ofrecer control al usuario al acceder a los contenidos alternativos		
(* Proporcionar controles al usuario para poder activar/desactivar contenidos alternativos como el subtítulo y la audiodescripción antes o incluso durante la reproducción		

Para Nivel de adecuación AA: Todos los de Nivel A, y además los siguientes puntos de Nivel AA según las WCAG 2.0

Contenido accesible	SI	NO
1.2.4 de las WCAG 2.0 Se deben proporcionar subtítulos para cualquier contenido audio en directo.		
Se proporcionarán subtítulos abiertos o cerrados Estos deber representar la información contenida en la pista de audio y deben estar sincronizados con esta, lo cual requerirá técnicas especiales por tratarse de audio en directo.		
1.2.5 de WCAG 2.0: Se debe proporcionar audiodescripción o de la pista visual.		
Proporcionar una descripción auditiva de los elementos claves de la pista visual.		
Dicha descripción auditiva debe transmitir de forma completa toda la información de la pista visual, a saber, información de los personajes, transcripción completa, acciones, lenguaje corporal, contexto y cambios de escena, etc.		
La descripción auditiva estará sincronizada con la pista visual y la pista sonora.		
Para Nivel de adecuación AAA: Todos los de Nivel A y AA, y además los siguientes puntos de Nivel AAA de las WCAG 2.0:		
Contenido accesible	SI	NO
1.2.9 de WCAG 2.0: Se deben proporcionar contenidos alternativos para cualquier contenido audio en directo.		
Se proporcionarán subtítulos abiertos o cerrados Estos deben representar la información contenida en la pista de audio y deben estar sincronizados con esta, lo cual requerirá técnicas especiales por tratarse de audio en directo.		
La transcripción textual completa se considera una posibilidad pero se prefieren los subtítulos.		
1.2.7 de WCAG 2.0: Se debe proporcionar audiodescripción extendida.		
En el caso de que las pausas que se produzcan en la pista de audio principal no sean suficientemente largas como para incluir audiodescripción, se deberá proporcionar audiodescripción extendida como contenido alternativo.		
Proporcionar una descripción auditiva de los elementos claves de la pista visual.		
Dicha descripción auditiva debe transmitir de forma completa toda la información de la pista visual, a saber, información de los personajes, transcripción completa, acciones, lenguaje corporal, contexto y cambios de escena, etc.		
1.2.8 de WCAG 2.0: Se debe proporcionar alternativa textual completa para cualquier contenido audiovisual pregrabado.		
Debe transmitir de forma completa toda la información de la pista visual, a saber, información de los personajes, transcripción completa, acciones, lenguaje corporal, contexto y cambios de escena, etc.		
En el caso de que se produzca algún tipo de interacción con el usuario la alternativa textual contendrá un vínculo que proporcione una funcionalidad interactiva equivalente.		
1.2.6 de WCAG 2.0: Se proporcionará un contenido alternativo en lengua de signos para toda pista sonora pregrabada.		
Dicho contenido debe estar sincronizado con la pista de audio principal.		
Acceso accesible al contenido	SI	NO
2.4.9 de WCAG 2.0: Se debe identificar claramente el propósito de cada vínculo por medio exclusivo del texto del propio vínculo		
La redacción del texto del vínculo debe ser clara, el propósito debe estar incluido en el texto del propio vínculo.		
Interacción y preferencias de usuario	SI	NO
Pauta 3.1 de las WCAG 2.0 que dice Legible: Haga el contenido textual legible y comprensible con Criterios como 3.1.3 y 3.1.5		
(*) Redacción clara y precisa, con frases sencillas que tengan sentido incluso fuera de contexto.		
(*) Utilizar palabras conocidas o completar con información adicional con tecnicismos propios de la multimedia y los agentes de usuarios o reproductores		
(*) Incluir la información relevante al comienzo de los elementos de redacción		
(*) En base a 3.2.2 con 2.4.9 de las WCAG 2.0: advertir al usuario del comportamiento ante cambio de contexto		
(*) En la descripción clara del propósito en el mismo texto del vínculo se debe incluir además de la descripción del destino, el comportamiento ante cambios de contexto no predecibles por el usuario.		

4.- Conclusiones

Hay que ofrecer a los usuarios acceso al contenido multimedia de acuerdo con sus características y preferencias y, en consecuencia, existen varios factores que deben tenerse en cuenta, como las WCAG, los principios de Diseño Universal y criterios de usabilidad. En este trabajo se ha realizado una revisión de todas estas pautas y criterios a ser considerados en la cadena de la accesibilidad del contenido multimedia en la Web, ofreciendo como recurso de utilidad un listado de puntos de revisión para profesionales de la web.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Centro Español de Subtitulado y Audiodescripción (CESyA) [12], la Comunidad de Madrid bajo la Red de Investigación MAVIR (S-0505/TIC-0267) y por el proyecto BRAVO (TIN2007-67407-C3-01)

Referencias

1. Chisholm, W. A. and Henry, S. L. "Interdependent components of web accessibility". W4A'05, Chiba, Japan, May 10 - 10, 2005. vol. 88. ACM, New York, NY, 31-37.
2. 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
3. W3C, WAI, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview, <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>
4. W3C, Web Accessibility Initiative (WAI), <http://www.w3.org/WAI/>
5. W3C, Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 3.0), <http://www.w3.org/TR/2008/PR-SMIL3-20081006/>
6. Microsoft, Microsoft Synchronized Accessible Media Interchange (SAMI), 2003.
7. W3C, Timed Text (TT), 2006. <http://www.w3.org/AudioVideo/TT/>
8. NCAM, Media Access Generator (MAGpie), 2003. <http://ncam.wgbh.org/webaccess/magpie/>
9. Hi Software, 2009, Hi-Caption Studio, <http://hisoftware.com/hmcc/index.html>
10. Adobe, 2009. <http://www.adobe.com/es/products/>
11. W3C, WAI, Pautas de Accesibilidad para los Agentes de Usuario (UAAG), 2009 <http://www.w3.org/WAI/intro/uaag.php>
12. Centro Español de Subtitulado y Audiodescripción (CESyA) 2006, www.cesya.es
13. Asociación Española de normalización y certificación. <http://www.aenor.es>
14. Clack, J., Best practices in online captioning. 2004. <http://joelclark.org/access/captioning/bpoc/>
15. Castro, E., Bye Bye Embed, 2006. <http://www.alistapart.com/articles/byebyembed/>
16. Shawn, H., Just Ask: Integrating Accessibility Throughout Design. 2007. Madison, WI: ET\Lawton. www.uiAccess.com/justask/
17. Irvall, B & Nielsen, G Skat: "Access to libraries for persons with disabilities – Checklist". IFLA Professional Reports, 89. (2006), <http://www.ifla.org/VII/s9/nd1/iflapr-89e.pdf>
18. NCAM, CC for Flash, 2009. <http://ncam.wgbh.org/webaccess/ccforflash/>
19. Stephanidis, C. et al. (1998). Universal Accessibility in HCI: Process oriented design guidelines and tool requirements. <http://ui4all.ics.forth.gr/UI4ALL-98/stephanidis1.pdf>
20. Shneiderman, B. "Universal Usability" Comm. ACM, vol. 43, no. 5, 2000, pp. 84-91; <http://doi.acm.org/10.1145/332833.332843>

Diseño de una Interfase de Control de viviendas automatizadas para ser utilizado por personas de edad avanzada

Mercè Teixidó, Tomàs Pallejà, Marcel Tresánchez y Jordi Palacín

Universitat de Lleida, C/ Jaume II, 69,
25001 Lleida, España
{mteixido, tpalleja, mtresanchez, palacin}@diei.udl.cat

Abstract. Este artículo introduce un sistema de automatización para mejorar la interacción entre personas de edad avanzada con los dispositivos y sistemas de una casa inteligente. El sistema de interacción con la vivienda automatizada ha sido desarrollado como un agente conversacional consistente en un avatar fotorealista con capacidades de generación de voz visualizado sobre una pantalla táctil. La voz guía el usuario y le proporciona la información de las opciones disponibles en la pantalla y la selección actual como vía para reducir la carga cognitiva originada por el sistema de automatización disponible en la vivienda, que es especialmente crítico cuando es usado por personas de edad avanzada no familiarizadas con la tecnología. El principal objetivo es generar la suficiente confianza para que una persona de edad avanzada pueda acceder a todos los elementos automatizados disponibles en la vivienda sin requerir supervisión externa.

Keywords: interfaces basadas en un avatar, vivienda automatizada, dependencia.

1 Introducción

El número de personas enfermas y con restricciones de movilidad se verá incrementado en un futuro próximo drásticamente en todo el mundo. En Hans *et al.* [1] se afirma que más del 30% de los gastos médicos generados están relacionados con personas de edad avanzada: para el año 2030 el número de personas sexagenarias doblará los valores actuales y el número de personas nonagenarias se verá triplicado. Por consiguiente a estas predicciones, se precisan de nuevas soluciones tecnológicas para facilitar su quehacer diario y de nuevos servicios para personas de edad avanzada o con alguna discapacidad que estén solas en sus hogares.

Los principales objetivos de este trabajo son: promover las aplicaciones de automatización de la vivienda, ofrecer una interfase amigable basada en un avatar fotorealista con capacidades de generación de voz visualizado en una pantalla táctil, e incrementar el confort y la independencia en el caso de personas de edad avanzada permitiendo que dichas personas puedan acceder a todos los elementos inteligentes de la vivienda sin ayuda externa.

El instituto de investigación australiano de Inteligencia Artificial y la Universidad de Viena [2] ha probado que cuando un humano interactúa con una interfase que simule ser otro humano, parece ser más participativo. En esta primera aproximación, un simple sensor de distancia infrarrojo es utilizado para detectar el usuario delante del sistema. En ese momento, el avatar proporciona información verbal de las opciones disponibles en la pantalla táctil y guía la interacción del usuario por las funciones disponibles y elementos de control de la vivienda. Finalmente, la interfase de control negociará con los diferentes buses físicos y los dispositivos instalados en la vivienda para ejecutar las órdenes del usuario.

La aplicación de control está abierta a incluir futuras funcionalidades tales como el control o activación de robots móviles, entre ellos: los robots de limpieza [3] y asistencia sanitaria.

2 Interfase de control y validación

El sistema está implementado en un ordenador industrial compuesto por dos elementos básicos: un avatar como dispositivo de salida y una pantalla táctil como dispositivo de entrada (fig. 1). En este trabajo no se tratan los componentes de la vivienda automatizada ya que dependerán de cada aplicación específica.

El desarrollo de un avatar virtual fotorealista juega un rol importante para la creación de entornos naturales y colaborativos. En [4] varias estrategias de modelado de la cara han sido testeadas. Como resultado, el modelo facial de un avatar puede ser obtenido a partir de una cara específica (o genérica) de cualquier persona y puede incluir emociones como parte del proceso de comunicación no verbal. El avatar utilizado incorpora funciones de generación de voz en castellano basado en frases pregrabadas que incorporan información de sincronismo de movimiento de la boca. La simplicidad del sistema de generación de voz permite su adaptación a cualquier lengua aunque requiere un proceso de selección, grabación y edición de las frases o palabras que se deban pronunciar.



Fig. 1. Imágenes de la interfase de control en la vivienda.

Cada interfase de control actúa como un agente que permite el acceso y control del sistema de automatización disponible por lo que su uso se puede definir de forma

centralizada, alrededor de una única interfase, o distribuida, con interfases situadas en diversas habitaciones o puntos estratégicos de la vivienda. No obstante, en este trabajo se considera únicamente el caso de una única interfase de control centralizada.

La interfase de control puede generar comandos activos y pasivos. Los comandos activos están relacionados con las actuaciones voluntarias de nuestro quehacer diario, tales como: cerrar las ventanas, luces, subir o bajar las ventanas, órdenes previstas o detección de condiciones de alarma generados por un único dispositivo como: fuego, inundación, viento exterior, etc. Los comandos pasivos están relacionados con las tareas que se ejecutan en segundo plano de forma permanente como detección y rastreo del usuario, al mismo tiempo que se detecta intrusión o violencia de género. El número de tareas pasivas que pueden ser implementadas depende de los sensores y actuadores disponibles. Hay funcionalidades adicionales que pueden ser dependientes de cada habitación o incluso (en un futuro) de cada usuario como diversas alarmas horarias tipo despertador, para indicar la toma de pastillas y otras alarmas de agenda como las visitas programadas con el doctor. Se espera que el uso de mensajes verbales generados por el avatar reduzcan de forma efectiva la carga cognitiva necesaria para tratar con las infinitas posibilidades que puede ofrecer el sistema.

La validación de este trabajo se encuentra en las primeras fases de ejecución. Es por este motivo que los primeros experimentos se han realizado con alrededor 50 usuarios y de forma comparativa entre usuarios de tres franjas de edades comprendidas entre: 20 y 30, entre 30 y 55 y mayores de 55 años. Para futuros experimentos se prevé un plan de validación consistente en: una evaluación heurística, una evaluación formativa y finalmente, una evaluación comparativa.

Los comentarios y gestos de los usuarios han sido registrados y analizados como posibles indicadores de problemas de accesibilidad y usabilidad. Se observa que tras repetir la tarea más de cinco veces el tiempo medio utilizado se reduce un 76% en el caso de personas de edades comprendidas entre 20 y 30 años, un 75% en personas de edades entre los 30 y 55 años y, finalmente, un 61% en el caso de personas de edad superior a 55 años. Los resultados obtenidos muestran que al repetir la validación del sistema siete días después se obtienen tiempos medios inferiores obtenidos en la primera utilización a pesar de que los usuarios manifiestan mayoritariamente no recordar cómo utilizar el sistema. Tras siete días sin utilizar la interfase de control, el tiempo medio necesario para completar la tarea es siempre inferior al necesitado en la primera utilización del sistema: en el caso de edades entre 20 y 30 años se reduce un 64%, un 39% en el caso de edades entre los 30 y 55 años y, finalmente, un 34% en el caso de personas de edad superior a 55 años.

Valoración	Edades																	
	20-30					30-55					> 55							
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
Dificultad uso																		
Ayuda oral																		
Metáforas iconos																		
Implantación en la vivienda																		
Utilidad avatar																		

Tabla 1. Opinión de los usuarios del sistema

La tabla 1 muestra las opiniones de los usuarios sobre la utilización de la interfase de control. Se han valorado aspectos como: la dificultad de uso, la utilidad de los mensajes de ayuda vocales, la idoneidad de las metáforas utilizadas en los iconos, su valoración ante una hipotética implantación en sus viviendas, y finalmente, si el avatar les ha sido de utilidad para la ejecución de la tarea. Las opiniones registradas se han valorado entre 0 (poco) y 5 (elevado) grado de satisfacción. Las valoraciones obtenidas son muy positivas respecto a los mensajes de ayuda vocales y, en general, muestran pocas diferencias entre los diversos rangos de edades analizados a pesar de sus diferentes hábitos tecnológicos.

3 Conclusiones

En este trabajo se presenta un agente conversacional de vivienda automatizada para facilitar la interacción de personas de edad avanzada con los aparatos y sistemas de una vivienda automatizada. El agente está basado en un avatar fotorealista con capacidades de generación de voz visualizado en una pantalla táctil que es utilizada como dispositivo de entrada. El principal objetivo de este agente es servir de guía para el usuario dando información básica y detallada de las opciones disponibles en la pantalla para así reducir la carga cognitiva originada por el sistema de automatización de la vivienda. Los primeros resultados de validación muestran que la interfase de control permite que una persona de edad avanzada no habituada a utilizar sistemas tecnológicos pueda acceder y controlar una vivienda automatizada con facilidad. En estos casos la información oral ofrecida por el avatar combinada con la facilidad de uso de la pantalla táctil ha sido de ayuda para recordar las funciones disponibles y poder completar la tarea asignada. El tiempo medio empleado en la utilización de la interfase tras una primera etapa de entrenamiento en el caso de personas de edades superiores a 55 años es un 53% superior que las de edades entre 30 y 55 y un 83% superior que las de edades entre 20 y 30 años, no obstante, en todos los casos se han podido realizar las tareas asignadas y se ha valorado muy positivamente la interfase de control.

References

1. Hans, M., Graf, B and Schraft. R.D.: Robotic Home Assistant Care-O-bot: Past-Present-Future. In: 11th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, pp. 380-385, (2002).
2. Maldonado, H., Hayes-Roth, B.: Toward cross-cultural believability in character design. In: Agent Culture: Human-agent interaction in a multi-cultural world, pp. 177-196, (2001).
3. Palacin, J., Salse, J.A., Valgañon, I., Clua, X.: Building a Mobile Robot for a Floor-Cleaning Operation in Domestic Environments. In: IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 53, No 5, pp. 1418 - 1424, (2004).
4. Teixido, M., Palleja, T., Tresanchez, M., Fernandez del Viso, A., Rebate, C., Palacin, J.: Building a photorealistic avatar for Human Computer Interaction and emotion expression. Submitted to Journal of Universal Computer Science.

Interacción Multimodal con Espacios Virtuales

Héctor Olmedo Rodríguez, David Escudero Mancebo, Valentín Cardeñoso Payo

ECA-SIMM, Departamento de Informática.
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (E.T.S.I.I.)
Universidad de Valladolid
Campus Miguel Delibes s/n. 47011 - VALLADOLID
holmedo@infor.uva.es

Abstract. Nuestra tesis se basa en la necesidad de un meta-guion para especificar interacción multimodal con espacios virtuales. Para poner en funcionamiento dicha especificación debe existir una plataforma que sea capaz de interpretarlo. Pero sólo la evaluación de este sistema en cuanto a su capacidad para implementar las diferentes metáforas de interacción gráfica y vocal así como la cooperación entre ambas corroborará nuestra propuesta.

1. Introducción

Siguiendo la línea de investigación abierta por el grupo ECA-SIMM en [1] donde se establecían las bases de un sistema que permitiera interacción multimodal con espacios virtuales, en el curso 2005-2006 iniciamos el trabajo de investigación cuyos primeros entregables fueron la memoria [2] y la publicación [3]. En éstos documentos presentábamos un lenguaje de marcas para especificar escena, comportamiento e interacción siguiendo las propuestas de lenguajes de marcas recopiladas en dicha memoria. Para probar la implementación de nuestra propuesta, definimos un pequeño ejemplo sustituyendo la integración con un gestor de diálogo por una interfaz gráfica. Durante el curso siguiente presentamos un proyecto de tesis [4] basado en las investigaciones realizadas hasta entonces y donde nos planteamos nuevos retos que resultaron en las publicaciones [5], [6], [7] y [10]. En ellas ya presentábamos una plataforma de implementación que se integraba con un sistema de diálogo comercial diferenciando como partes principales el Gestor del mundo y el Gestor de diálogo. Nos fijamos como objetivo de la tesis definir una gramática, una arquitectura, un prototipo software, una evaluación de éste y nuestro documento de tesis. Teníamos el detalle del lenguaje y la plataforma que además cumplía con la propuesta de arquitectura MMI pero debido a la obsolescencia de la tecnología utilizada en nuestro prototipo para la implementación del comportamiento de los elementos de la escena decidimos investigar la posibilidad de utilizar nuevas tecnologías RIA que presentamos en [8]. Finalmente presentamos métodos de evaluación en [9] y [11]. En la actualidad estamos evaluando otra tecnología para implementar nuestra plataforma e integrarla con el gestor de diálogo. A continuación presentaremos el lenguaje, introduciremos la plataforma y detallaremos la evaluación de éstos para finalmente dar a conocer nuestros objetivos de trabajo futuro.

2. Lenguaje XMMVR

El eXtensible markup language for MultiModal interaction with Virtual Reality worlds o XMMVR 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 para interacción vocal y VRML para describir las escenas 3D. 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. Cualquier elemento xmmvr está formado por un reparto de actores llamado cast y una secuencia de escenas llamada sequence determinando la evolución temporal del mundo. El elemento context se reserva para uso futuro. Al usuario se le considera un miembro de la audiencia. Es capaz de interactuar con los actores del mundo aunque no es considerado como un actor del mundo. Cada actor del reparto es un elemento con apariencia gráfica descrita en un fichero VRML y un comportamiento behaviour que especifica la interacción del usuario. Cada comportamiento está definido como un par <evento, lista de acciones>. Las acciones son ejecutadas cuando una condición condition se cumple. El usuario genera eventos utilizando la interacción gráfica GUI o la interacción vocal VUI. Existen también eventos del sistema para definir la interacción con otros actores del mundo (eventos ACT) o para interactuar con el sistema (eventos SYS). La lista de acciones es un conjunto de acciones a ejecutarse cuando ocurre un evento. Las acciones pueden ser de tipo GUI, VUI, ACT o SYS. El elemento sequence planifica las escenas scenes del mundo. Por defecto las escenas se muestran en el mismo orden en el que están escritas en el documento. Los eventos y acciones SYS permiten navegar entre escenas cambiando el orden secuencial por defecto. Debe definirse por lo menos una escena en el mundo xmmvr. La interacción es sólo posible si se ha definido al menos un actor.

3. Plataforma XMMVR

La arquitectura del sistema es responsable de analizar sintácticamente documentos XMMVR y ejecutar la correspondiente aplicación multimodal. Se basa en un sistema embebido en un navegador web. Los diálogos están programados utilizando VoiceXML y las escenas 3D y actores están descritos en VRML. Hemos desarrollado un Gestor del mundo para planificar las acciones a ejecutarse en el mundo 3D utilizando un applet Java en un navegador web Internet Explorer que utiliza el navegador VRML CORTONA para mostrar el estado del mundo. Así, la interacción GUI se basa en el API EAI. Utilizamos un servlet sobre un servidor Apache Tomcat para alimentar el navegador vocal de nuestro Gestor de diálogo. Creamos nuestro propio intérprete VoiceXML que utiliza la plataforma vocal Verbio. Conseguimos así que las aplicaciones multimodales se puedan ejecutar en un PC convencional con audio y los navegadores apropiados. Nuestra arquitectura sigue la filosofía de la propuesta de arquitectura multimodal del grupo MMI del W3C.

4. Evaluación basada en revisión de metáforas

La evaluación de 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. El lenguaje XMMVR ha sido diseñado como resultado de un (1) *Análisis de tareas de usuario* ya que permite especificar interacción gráfica y vocal. A continuación presentamos una (2) *Evaluación basada en pautas expertas* revisando las metáforas de interacción gráfica y vocal así como la cooperación entre ambas:

Interacción gráfica: Consideramos dos metáforas fundamentales, cinco metáforas estructurales y cinco metáforas navegacionales. 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).

Interacción vocal: 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 interprete VoiceXML con diferentes voces a asociar a los diferentes agentes. Las metáforas “Telekinesis” y “Divinidad” serán simuladas utilizando un actor sin apariencia gráfica responsable de dialogar con el usuario y de interactuar con el resto de agentes a través de eventos tipo ACT.

Cooperación entre modalidades: La Transferencia está garantizada por el mantenimiento de un contexto en el lenguaje XMMVR y en el Gestor del mundo 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 de las colas. Sin embargo, existen situaciones que necesitarán que la arquitectura se modifique, tales como cancelaciones de diálogos cuando gráficamente se introduce información redundante.

5. Trabajo futuro

Como trabajo futuro, modificaremos la plataforma presentada para trabajar con Adobe Shockwave en lugar del navegador VRML CORTONA ya obsoleto y desarrollaremos un Museo Virtual donde el usuario podrá interactuar de manera multimodal. Esto nos permitirá realizar una (3) *Evaluación formativa centrada en usuario* y una (4) *Evaluación comparativa final* de nuestra propuesta, cerrando así el ciclo de cuatro iteraciones en el que se basa la aproximación sistemática inspirada en metodologías de ingeniería de usabilidad descrita en [11].

Referencias

- [1] Julio 2004: Introducción de Interacción Vocal en Mundos Virtuales usando VoiceXML, C. González, A. González, D. Escudero, V. Cardeñoso, *CEIG 2004, Sevilla*. (ISBN 84-688-6998-8)
- [2] Septiembre 2006: Definición de un lenguaje de marcas para escena, comportamiento e interacción. Trabajo de investigación tutelado. H. Olmedo, *Trabajo de investigación tutelado*. <http://www.infor.uva.es/~holmedo/xmmvr/memoriaXMMVR.pdf>
- [3] Noviembre 2006: Primeros Pasos Hacia la Especificación Formal de Interacción Multimodal en Escenarios 3D. H. Olmedo, D. Escudero, A. González, C. González, V. Cardeñoso, *INTERACCION 2006, Puertollano*. (I.S.B.N.: 84-690-1613-X)
- [4] Julio 2007: Interacción Multimodal con Espacios Virtuales. *Proyecto de tesis doctoral*. <http://www.infor.uva.es/~holmedo/PT/ProyectoDeTesisV3-1.pdf>
- [5] Septiembre 2007: XMMVR: Especificación y Arquitectura para el desarrollo de aplicaciones de Interacción Multimodal en Escenarios 3D. H. Olmedo, D. Escudero, A. González, C. González, V. Cardeñoso, *INTERACCION 2007, Zaragoza*. (I.S.B.N.: 978-84-9732-596-7)
- [6] Septiembre 2007: Propuesta de Especificación y Arquitectura para aplicaciones de Interacción Multimodal en Escenarios 3D. H. Olmedo, D. Escudero, A. González, C. González, V. Cardeñoso, *CEIG 2007, Zaragoza*. (I.S.B.N.: 978-84-9732-595-0)
- [7] Febrero 2008: A framework for the development of applications allowing Multimodal Interaction with Virtual Reality worlds. H. Olmedo, D. Escudero, V. Cardeñoso, *WSCG 2008, Plzen, República Checa*. (I.S.B.N.: 978-80-86943-16-9)
- [8] Junio 2008: 3D en las Rich Internet Applications: comparativa de opciones tecnológicas. H. Olmedo, D. Escudero, V. Cardeñoso, *JOREVIR 2008, Albacete*. (I.S.B.N.: 978-84-691-4028-4)
- [9] Noviembre 2008: Arquitectura multimodal controlada por voz: revisión de metáforas de interacción. D. Escudero, H. Olmedo, V. Cardeñoso, *V JORNADAS EN TECNOLOGÍAS DEL HABLA, Bilbao*. (I.S.B.N.: 978-84-9860-169-5)
- [10] Marzo 2009: Conceptual and practical framework for the integration of multimodal interaction in 3D worlds. *New Trends on Human-Computer Interaction*, H. Olmedo, D. Escudero, V. Cardeñoso, C. González, A. González. *Springer 2009*. (I.S.B.N.: 978-1-84882-351-8)
- [11] Julio 2009: Evaluation proposal of a framework for the integration of multimodal interaction in 3D worlds. H. Olmedo, D. Escudero, V. Cardeñoso, *HCI International 2009, San Diego, CA, USA*. (I.S.B.N.: pendiente)

Mejorar las herramientas de *Card Sorting* actuales para capturar el conocimiento de una comunidad en el desarrollo de la Arquitectura de la Información

M.Alba Roigé Moreno
Escola Politècnica Superior Universitat de Lleida
Jaume II, 69. 25001 Lleida
mroige2@alumnes.udl.cat

Resumen. La organización de la información de un espacio Web será más útil cuanto más adaptada se encuentre al modelo mental de sus usuarios. Para conseguirlo, es imprescindible adoptar técnicas y métodos de Diseño Centrado en el Usuario en el proceso de creación de entornos Web usables, como es el caso de la técnica de *Card Sorting*.

En este artículo evaluamos distintas aplicaciones existentes y presentamos como realizar una nueva herramienta para la aplicación y el análisis de las sesiones de *Card Sorting*, consiguiendo una mejora de las técnicas que se pueden aplicar y que en muchas ocasiones se ven limitadas por las herramientas actuales. La metodología propuesta busca subsanar estas limitaciones permitiendo ordenaciones en N niveles y la organización de los términos en jerarquías con diferentes criterios.

Palabras clave: Card Sorting, Arquitectura de la Información, Usabilidad, Clustering

1 Introducción

La Arquitectura de la Información es un campo de estudio que surge a partir de la necesidad de dar solución a problemas derivados de la organización y estructuración de grandes volúmenes de información. Un sitio bien estructurado ofrece a los usuarios lo que quieren cuando lo necesitan.

Con el objetivo de llegar a una buena Arquitectura de la Información se utilizan diferentes técnicas: encuestas, entrevistas, *focus group*, pruebas con usuarios, *Card Sorting*, entre otros [1].

El *Card Sorting* se basa en la observación de cómo los usuarios agrupan y asocian entre sí un conjunto de tarjetas con etiquetas relacionadas con categorías, subcategorías y contenidos individuales dentro del sitio Web. De esta forma, partiendo del comportamiento de los propios usuarios, es posible organizar y clasificar la información de un espacio Web conforme a su modelo mental.

En el artículo analizaremos la técnica del *Card Sorting* junto con algunas aplicaciones existentes que permiten ordenar diferentes tarjetas. En cada sesión

se obtienen distintos resultados según el modelo mental de cada usuario. Por lo tanto, es necesario integrar los resultados de las diferentes sesiones en un único modelo. A partir del análisis de técnicas y herramientas, se detectarán algunas de sus limitaciones y se presentarán propuestas para afrontarlas. Especialmente las relacionadas con la expresividad del modelo que se les deja construir a los usuarios y la complejidad del modelo construido a partir de la combinación de las sesiones individuales.

2 Características del *Card Sorting*

La técnica de *Card Sorting* se define como una herramienta de investigación psicológica que indaga en la forma en que los usuarios organizan mentalmente la información. Esta técnica permite desde las primeras etapas del proceso de diseño anticipar cuál será la organización de categorías o menús de navegación que mejor se adapte al modelo mental de los usuarios [2],[3]. Los usuarios seleccionados deben agrupar los contenidos o funcionalidades en los que estamos pensando mediante tarjetas. A los usuarios se les facilitan tarjetas en blanco por si quieren añadir algún aspecto. Es aquí cuando se comienzan a revelar los distintos estilos cognitivos de las personas[4].

Una vez realizadas las distintas sesiones de *Card Sorting* se procede al análisis de los resultados. Entre los distintos tipos de análisis, podemos distinguir entre cualitativos y cuantitativos. El análisis cualitativo consiste en anotar todos los aspectos importantes de la prueba. Si realizamos las sesiones remotamente sin ningún facilitador, la mayor parte de estos aspectos no se podrán evaluar. El análisis cuantitativo, en cambio, puede realizarse remotamente ya que consiste en el procesamiento estadístico de los datos, y el posterior informe de los resultados.

3 Software y aplicaciones Web

3.1 Ejecución de la técnica de *Card Sorting*

La sencillez aparente de la técnica ha provocado que existan infinidad de programas que permiten su ejecución. Algunos programas existentes son: *CarZort*¹, *Usort*², *Websort*³ y *CardSword*⁴. Cada uno de ellos ofrecen características que los diferencian entre si [5],[6].

Uno de los grandes inconvenientes que nos proporcionan estas herramientas es la ordenación de las tarjetas en un único nivel, restringiendo a los participantes a un modelo mental prefijado. La mayoría de aplicaciones no ofrecen al usuario la posibilidad de añadir comentarios. Si se realizara manualmente habría una persona controlando la sesión, pudiéndose anotar todos aquellos aspectos importantes para los resultados finales. Entre todas las aplicaciones nombradas

¹ <http://www.cardzort.com/cardzort/download.php>

² <http://homepages.ius.edu/rwisman/n341/html/CardSorting.htm>

³ <http://www.websort.net>

⁴ <http://sourceforge.net>

únicamente *WebSort* permite añadir comentarios, además de poder indicar las instrucciones ha seguir por los participantes.

3.2 Análisis de resultados

Los programas de software existentes guardan automáticamente las agrupaciones de cada usuario y realizan el análisis de datos con facilidad. Algunos programas existentes son: *EZCalc*⁵ y *Websort*⁶.

Ninguna de estas herramientas permite analizar los resultados con una organización de más de un nivel. En cambio, si que ofrecen la posibilidad de seleccionar distintas formas de mostrar los resultados: dendogramas, listados y tablas.

4 Propuesta metodología

A partir de las limitaciones encontradas en las herramientas existentes, tanto para la realización de las sesiones como para su posterior análisis, se plantea el desarrollo de una metodología alternativa que las subsane y la creación de una herramienta basada en esa metodología que la ponga en práctica. Los requerimientos iniciales relacionados con la implementación son que sea mutliplataforma y que la interfaz gráfica diseñada sea muy intuitiva, también dispondrá de instrucciones que guiarán al usuario durante la ordenación. La forma de proceder en la ordenación de tarjetas inicial la marcará el arquitecto de la información, por ejemplo: alfanumérico, aleatorio, entre otros. Por otra parte, un factor importante para el análisis de resultados es la posibilidad de que el usuario pueda añadir comentarios sobre la sesión, renombrar tarjetas, plantear dudas, entre otros. Un aspecto muy importante relacionado directamente con la metodología y que actualmente la mayoría de aplicaciones no la ofrecen es la ordenación en distintos niveles y criterios de una forma intuitiva y fácil de utilizar. Es decir, que los usuarios podrán organizar los distintos términos en jerarquías con más de dos niveles de profundidad y hacer más de una agrupación.

Una vez finalizadas todas las sesiones de Card Sorting, el arquitecto de la información podrá evaluar los datos obtenidos. Entre todos los aspectos comentados anteriormente, la organización de las tarjetas en más de un nivel y la posibilidad de que los participantes puedan añadir comentarios son los que afectan directamente al análisis. Para el primer factor, se sugiere utilizar una técnica similar a la utilizada en el proyecto *Syncaps*⁷. Este proyecto analiza los resultados de las sesiones con dos niveles de profundidad mediante matrices de distancias de forma parecida a la utilizada en *Card Sorting* tradicional, aplicando pesos del 0 al 2. Por otra parte, se propone utilizar una técnica parecida a la utilizada en los proyectos *Protege* [7] y *PcPack* [8]. Estos proyectos permiten organizar los términos en jerarquías según diferentes criterios, por ejemplo jerarquías del tipo

⁵ <http://www.tripledogs.com/ibm-usability/>

⁶ <http://websort.net>

⁷ <http://www.syntagm.co.uk/design/syncapsv2.shtml>

”es un” (profesor asociado es un profesor, que es un empleado) o ”parte de” (un departamento es parte de una universidad).

Un requerimiento adicional respecto estas propuestas es permitir agregar los resultados de varias sesiones con diferentes usuarios, normalmente serán ordenaciones de los elementos, y generarán una arquitectura de la información que se aproxime al modelo mental compartido por la mayoría de los usuarios. Además, permitiendo diferenciar entre la relación jerárquica de subtipo y la de ”parte de”. Otra información importante para el arquitecto de la información radica en la muestra de los nombres utilizados en cada categoría junto con el número de participantes que la han utilizado para así poder determinar un título identificativo a cada agrupación, tal y como lo realiza la aplicación *WebSort*.

Esta metodología será validada mediante un prototipo que la implemente, testeada realizando distintas pruebas con usuarios y comparada con las herramientas actuales.

5 Conclusiones

Actualmente la técnica del *Card Sorting* es muy utilizada por su simplicidad y facilidad, como consecuencia existen infinidad de aplicaciones. La mayoría son poco intuitivas y presentan limitaciones que impiden que los usuarios expresen sus modelos mentales. Mediante el análisis de las herramientas existentes han surgido algunos aspectos negativos los cuales se intentan solventar a través de la metodología propuesta. Principalmente se debe utilizar una interficie muy intuitiva y fácil de usar para el usuario. Otro aspecto muy importante y que no se tiene en cuenta en las herramientas actuales es la ordenación en N niveles y permitir diferenciar entre jerarquías de subtipo y ”parte de” ampliando las metodologías utilizadas en *Syncaps*, *Protege* y *PcPack*. Con la finalidad de que los usuarios ordenen los términos que utilizan en un dominio de conocimiento. Finalmente, para poder validar la metodología propuesta se desarrollara un prototipo que la implemente.

Referencias

- [1] Rosenfeld, L., Morville, P.: *Information Architecture*. O’Reilly (2002).
- [2] Montero, Y., Martín, J.: *Card Sorting: Técnica de categorización de contenidos*. <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/cardsorting.htm> (2004).
- [3] Manchón, E.: *Diseña como piensan los usuarios. Técnica de agrupación de tarjetas o Card Sorting*. http://www.alzado.org/articulo.php?id_art=289 (2004).
- [4] Spencer, D.: *Card Sorting: a definitive guide*. [http://www.boxesandarrows.com/view/card sorting a definitive guide](http://www.boxesandarrows.com/view/card%20sorting%20a%20definitive%20guide) (2007).
- [5] Pardell, M.: *Eina multiplataforma per analitzar els resultats*. Lleida (2006).
- [6] Porta, E.: *Implementació d’un Editor de Card Sorting multiplataforma*. Lleida (2005)
- [7] Wand, Y., Sure, Y.: *Knowledge Elicitation Plug-in for Protege: Card Sorting and Laddering*. http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Publikationen/showPublikation_english?publ_id=1243 (2006).
- [8] *PcPack*. <http://www.epistemics.co.uk/Notes/215-0-0.htm> .

Comunidades virtuales como sistema de soporte emocional y de monitorización anímica para gente mayor en el entorno doméstico

Nídia Berbegal¹, Andreu Català¹, Marta Díaz¹,

¹ Technical Research Centre for Dependency Care and Autonomous Living (CETpD),
Rambla de l'Exposició, 59-69, 08800 Vilanova i la Geltrú, Spain
Nidiabm@gmail.com, Andreu.Catala, Marta.Diaz}@upc.edu

Abstract. Nuestra investigación se centra en la definición de un sistema TIC que permita a la gente mayor superar uno de los problemas relacionados con las características intrínsecas del envejecimiento: la pérdida o reducción de los vínculos sociales. Y es que debido a mayores problemas físicos o cognitivos, en la vejez se reducen considerablemente las relaciones sociales afectivas, llegando a afectar esta reducción a la sensación general de bienestar y la capacidad para superar las adversidades. Nuestra propuesta se perfila como una red social capaz de monitorizar la actividad del usuario, adaptarse a ella y actuar en consecuencia.

Keywords: Gente mayor, envejecimiento, redes sociales, comunidades virtuales, monitorización, supervisión, sistemas adaptables, sistemas adaptativos, modelo de usuario, modelo de interacción.

1 Introducción

Las personas mayores a menudo se enfrentan a situaciones difíciles y complejas de soledad, falta de autonomía e inseguridad física y psicológica, especialmente en el contexto doméstico, donde pasan la mayor parte del tiempo (bien sea debido a la incapacidad motriz de desplazarse fuera del hogar, o por el miedo y potencial peligro que supone salir del entorno acotado que es su vivienda).

Diferentes soluciones TIC se han ido perfilando en los últimos años como sistemas de apoyo a una vejez más segura, es ahora la hora de ofrecer recursos para que el envejecimiento sea además feliz. Las redes sociales on-line permiten mantener relaciones personales independientemente de la ubicación física de las personas que en ellas participan. Nuestra investigación se perfila en este sentido, ¿cómo podemos ofrecer recursos TIC a las personas mayores de manera que podamos minimizar su sensación de soledad, puedan establecer relaciones sociales efectivas y podamos monitorizar su estado anímico?

Nuestra aproximación está basada en una red social on-line que permita a las personas mayores el establecimiento de unas relaciones sociales efectivas mediante actividades de ocio adecuadas a sus capacidades, a la vez que, supervisando sus

interacciones con el sistema, sea capaz de extraer información acerca de su estado de anímico (siempre respetando los niveles de privacidad adecuados) y generar alarmas en caso de situaciones de riesgo.

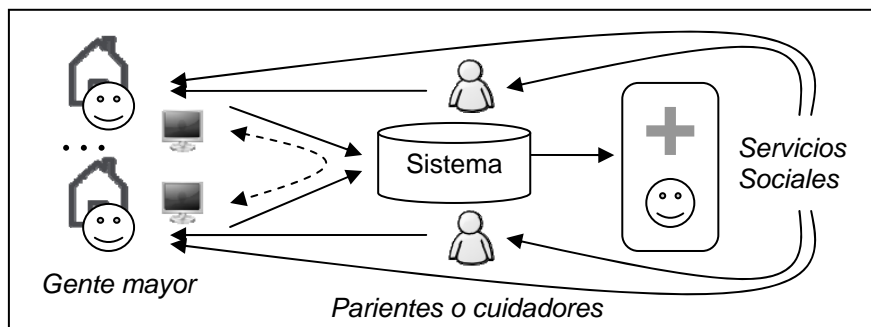


Fig. 1. Vista general del sistema

Sin embargo, no podemos olvidar que la gente mayor tiene unas barreras de uso de sistemas TIC muy elevadas, y que por lo tanto es necesario diseñar interacciones naturales que permitan un uso satisfactorio del sistema. En este sentido proponemos el uso de sistemas adaptativos basados en modelos de usuario. La clave de estos sistemas es que las interacciones de los propios usuarios retroalimentan al sistema con el fin de ofrecer interfaces a medida de las necesidades de cada uno de los usuarios.

2 Condicionantes

Envejecimiento. El envejecimiento es un proceso demográfico que cada vez se hace más patente en nuestra sociedad, y del cual se prevé un aumento todavía mucho más significativo en los próximos años. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) [2], en 2007, el 16,60% de la población en España era mayor de 65 años y se prevé que continúe envejeciendo, en concreto, se calcula que en un periodo de 50 años, el colectivo de personas mayores llegue casi al 30% del total de la población. El declive de las capacidades funcionales es una consecuencia evolutiva del envejecimiento, y puede afectar tanto a las capacidades cognitivas (pérdida de memoria, dificultad para evaluar situaciones, tomar decisiones, etc.) como motrices (pérdida de movilidad, fuerza, precisión, etc.); además, la pérdida en una o ambas capacidades, a menudo conlleva unas consecuencias sociales importantes, pudiendo llegar a suponer un obstáculo para una interacción social satisfactoria, y apareciendo en consecuencia sensaciones de soledad y falta de atención.

Uso de TIC. En general, los principales factores que influyen en los prejuicios de la gente mayor en el uso de sistemas basados en ordenador son (i) la reducción de habilidades funcionales derivadas de la edad, y (ii) la carencia de experiencia previa. El primer punto lo hemos tratado brevemente en el punto anterior, con respecto al segundo punto, diferentes estudios demuestran que la previa experiencia en el uso de ordenadores juega un papel clave en la adopción de nuevas soluciones TIC ya que presentan una actitud más positiva. En líneas generales podemos decir que la

interacción de la gente mayor con sistemas TIC tiende a ser más lenta, con más inseguridad y precaución y supone una recuperación más difícil de las situaciones de error debido a los problemas en recordar qué es lo que se estaba haciendo antes de que apareciera el error. Sin embargo, es necesario tener en cuenta, que la próxima generación de personas mayores tendrá un nivel de familiarización con las TIC más elevado, y que por lo tanto, es posible que algunas barreras de acceso que actualmente se están detectando se vean modificadas.

3 Comunidades virtuales y gente mayor

Debido a la no-existencia de barreras temporales ni espaciales, [4] defiende que la participación en comunidades virtuales reduce los niveles de aislamiento social especialmente en personas mayores y/o con movilidad reducida, puesto que se les ofrece una nueva conexión al mundo exterior que les proporciona más oportunidades para desarrollar interacciones sociales en un espacio dónde pueden comunicarse con otras personas con problemas similares e intercambiar información de apoyo social y emocional. La participación de la gente mayor en comunidades virtuales mejora el auto-aprecio, la auto-confianza, el sentido de la vida y el bienestar psicosocial y físico. En esta línea, la investigación llevada a término por [1] pone de manifiesto que la gente mayor que utiliza Internet tiene unos niveles de conectividad social más elevados, la percepción de apoyo social es más elevada y toman una actitud más positiva ante del envejecimiento.

4 Sistemas adaptables, modelos de usuario y de interacción

La solución a las dificultades que representa para las personas mayores el uso sistemas TIC pasa por la investigación y el desarrollo de sistemas “inteligentes” que se adapten según las especificidades de cada usuario de una manera natural y progresiva, de forma que sean capaces de detectar las características concretas de cada usuario y de adecuarse a sus niveles y preferencias [5]. Los sistemas adaptativos son aquellos que, basados en el conocimiento, alteran automáticamente aspectos de funcionalidad e interacción para conseguir acomodar las preferencias y requerimientos de los diferentes usuarios [3]. Para cumplir su objetivo, un sistema adaptativo tiene que extender el rango de usuarios atendiendo a varios niveles de conocimiento y destreza, satisfacer las peticiones, reducir temores, aumentar el atractivo y la flexibilidad, reducir la curva de aprendizaje, permitir un diálogo efectivo y adecuarse a las necesidades cambiantes. En otras palabras, hay que detectar y analizar el comportamiento del usuario para predecir acciones futuras, adecuar la respuesta del sistema en función de las acciones del usuario, y predecir con éxito sus intenciones y preferencias. Uno de los principios básicos de la usabilidad es que el usuario de un sistema debe sentir que tiene el control del mismo, sin embargo, tenemos que tener en cuenta que ante cualquier adaptación existe el peligro de romper esta norma, por este motivo la adaptación en una interfaz solo debe ocurrir cuando el sistema tiene una razón importante que sugiera que la interacción se beneficiará de

esta adaptación. Para garantizar este principio, es básica la definición de (i) modelos de usuario y (ii) modelos de interacción [3]. Los primeros (i) almacenan información relevante relativa a los usuarios para que el sistema pueda ofrecerles una interacción apropiada. Un modelo de usuario se define a partir de la descripción y el conocimiento de un sistema sobre un usuario en el tiempo (habilidades, objetivos, preferencias, etc.). Pese a que en el ámbito que nos ocupa tenemos el perfil de usuario bastante acotado (gente mayor), incluso en este nivel la heterogeneidad de usuarios implica que sean muchas las variables que influyen en la interacción con sistemas TIC, y consecuentemente, son muchos los factores que hay que tener en cuenta. Los modelos de interacción (ii) constituyen la parte activa de un sistema adaptativo, ya que utilizan información “viva” resultante de la interacción del usuario con el sistema en la manipulación de elementos de la interfaz de usuario (clics, compleción de tareas, solicitud de ayuda, recuperación de errores, etc.).

4 Líneas de investigación

Nuestra investigación más inmediata se centra ahora en concretar el modelo inicial:

- definir el modelo de interfaz inicial,
- concretar las actividades que la red social ofrecerá a sus usuarios, y
- definir qué parámetros son significativos en la monitorización de su grado de interacción social, y en qué rangos o circunstancias son críticos;

y sus derivadas adaptaciones, en concreto:

- qué parámetros de un sistema de red social online tienen que ser adaptables,
- en qué se concreta esta adaptabilidad,
- cómo debe producirse la adaptabilidad, y
- qué niveles de adaptabilidad son aceptables en un sistema de estas características.

Nuestro objetivo es lograr un diálogo natural y personalizado entre sistema y usuario. Que el usuario solo se de cuenta de la interacción social, y la interacción hombre-máquina sea transparente en la medida de lo posible.

References

1. Cody, M. J., Dun, D., Hoppin, S., Wendt, P.: Silver surfers: Training and evaluating Internet use among older adult learners. *Communication Education* 48(4), 269--286. (1999)
2. Instituto Nacional de Estadística INE), <http://www.ine.es/>
3. Keeble, R.J., Macredie, R.D.: Assistant agents for the World Wide web intelligent interface design challenges. *Interacting with computers* 12 (2000) 357-381
4. Nahm, E., Resnick, B.: Homebound older adults' experiences with the Internet and email. *Computer in Nursing* 19(6), 257--263 (2001)
5. Stephanidis, C. *Adaptive Techniques for Universal Access. User Modeling and User-Adapted Interaction* 11: 159-179, 2001. Kluwer Academia Publishers.

Modelado de la Usabilidad en Entornos de Desarrollo Dirigidos por Modelos¹

José Ignacio Panach¹, Francisco Valverde¹, Óscar Pastor¹, Natalia Juristo²

¹Centro de Investigación en Métodos de Producción de Software
Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera s/n, 46022 Valencia
{jpanach, fvalverde, opastor}@pros.upv.es

²Universidad Politécnica de Madrid
Campus de Montegancedo, 28660 Boadilla del Monte
natalia@fi.upm.es

Abstract. Los métodos *Model-Driven Development (MDD)* permiten representar, mediante un Modelo Conceptual, un sistema de forma abstracta. A partir del Modelo Conceptual y mediante reglas de transformación, un Compilador de Modelos puede generar el código que implemente el sistema. El objetivo de este trabajo es el de definir un método para incorporar mecanismos de usabilidad desde el Modelo Conceptual hasta la generación de código en cualquier entorno MDD. Por un lado se deben añadir nuevas Primitivas al Modelo Conceptual que representen los atributos de usabilidad. Por otro lado, el Compilador de Modelos se debe modificar para ser capaz de reconocer las nuevas Primitivas y generar el código conforme a lo representado en ellas. El método propuesto está basado en mecanismos de usabilidad extraídos de la literatura. Como ejemplo, se ha aplicado el método propuesto a OO-Method, un entorno MDD capaz de generar aplicaciones totalmente funcionales a partir de un Modelo Conceptual.

Keywords: Usabilidad, Desarrollo Dirigido por Modelos, Modelo Conceptual

1 Introducción

La comunidad Interacción Persona Ordenador ha propuesto recomendaciones para mejorar la usabilidad de los sistemas. Muchas de estas recomendaciones no sólo implican cambios en la interfaz, sino que afectan a la arquitectura por tener implicaciones funcionales (Ej. la acción deshacer). Estas recomendaciones implican cambios en la arquitectura si se incluyen una vez ésta ha sido diseñada. Para evitar estos cambios, Bass [3] y Folmer [8] han propuesto la incorporación de características de usabilidad desde las primeras fases de desarrollo. Sin embargo, esas propuestas tienen algunas desventajas: (1) Mayor complejidad en el desarrollo; (2) Errores en la captura de requisitos arrastran el problema hasta la implementación [12]; (3) Requisitos variables [9]. Para evitar estos problemas, proponemos la incorporación de características de usabilidad en un proceso de desarrollo dirigido por modelos (*Model-Driven Develop-*

¹ Este trabajo se ha desarrollado con el soporte del MEC mediante el proyecto SESAMO TIN2007-62894 y cofinanciado por FEDER.

ment, MDD [13]). Un entorno MDD parte de un Modelo Conceptual donde se presenta el sistema de forma abstracta. Al Modelo Conceptual se pueden aplicar reglas de transformación para generar el código que implemente lo especificado en el Modelo Conceptual (Figura 1). Estas transformaciones se pueden automatizar mediante un Compilador de Modelos. En este caso, el proceso MDD se conoce con el nombre de *Tecnología de Transformación de Modelos (TTM)*. La contribución de este trabajo es la de definir un método para incluir características de usabilidad dentro de una TTM. Este método se ha denominado MIMAT (*Método de Incorporación de Mecanismos de usAbilidad a una TTM*). Al tratar la usabilidad en una TTM, los cambios producidos por la variabilidad de los requisitos o por la detección tardía de errores sólo implicarán cambios en el Modelo Conceptual, ya que el código se genera automáticamente.

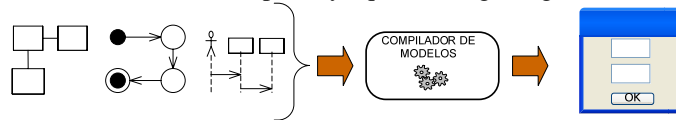


Fig. 1. Proceso de generación de código en una Tecnología de Transformación de Modelos

Para extraer las propiedades de usabilidad a incluir en el Modelo Conceptual, nos hemos basado en trabajos existentes de la literatura, especialmente en los trabajos de Juristo et al [10][11], en los que se han identificado un conjunto de características de usabilidad que incluyen aspectos funcionales. A estas características se les conoce como *Functional Usability Features (FUF)*. Cada FUF tiene un objetivo principal que se puede especializar en objetivos más detallados llamados *mecanismos de usabilidad*. Por ejemplo, el FUF *Retroalimentación* está formado por varios mecanismos que persiguen el objetivo de proporcionar retroalimentación al usuario: retroalimentación del estado del sistema y retroalimentación de progreso. Se han elegido estos mecanismos por dos de los elementos con los que se definen:

- **Guías para la captura de requisitos:** cada mecanismo de usabilidad va acompañado de una lista de preguntas para capturar requisitos de usabilidad. Se han utilizado estas guías para extraer las propiedades de los mecanismos que debe especificar el analista. Estas propiedades darán lugar a nuevas Primitivas Conceptuales.
- **Patrones de usabilidad:** cada mecanismo de usabilidad va acompañado de un patrón de usabilidad. Estos patrones esbozan cómo implementar los mecanismos. Se han utilizado estos patrones para identificar los cambios que habría que realizar en el Compilador de Modelos para generar el código que implemente los mecanismos.

La estructura del documento es la siguiente. La sección 2 resume trabajos relacionados de la literatura. La sección 3 introduce el concepto de desarrollo dirigido por modelos. La sección 4 presenta nuestra propuesta para incorporar los mecanismos de usabilidad a cualquier entorno MDD. La sección 5 aplica nuestra propuesta a OO-Method. Por último, la sección 6 presenta las conclusiones del trabajo.

2 Estado del arte

Siguiendo la propuesta de tratar la usabilidad desde las primeras fases de desarrollo promovida por Bass [3] y Folmer [8], varios autores han propuesto la incorporación

de la usabilidad desde la fase de captura de requisitos. Entre estos trabajos se encuentran los de Adikari [2]. Este autor propone dos modelos para representar los requisitos de usabilidad: (1) *Modelo de Usuarios*: modela los atributos del usuario a tener en cuenta, como experiencia o factores culturales. (2) *Modelo de Usabilidad*: representa los atributos de usabilidad. El principal inconveniente que hemos encontrado en este trabajo es que no se describe de manera detallada cómo construir ambos modelos.

Otros autores como Cysneiros [6] han aplicado la notación i^* [21] para la captura de requisitos de usabilidad. Cysneiros ha definido en i^* un catálogo que guíe a los analistas a través de las distintas posibilidades de usabilidad. Los inconvenientes de esta propuesta se derivan del uso de la notación i^* [7]: ambigüedad; especificación lejos del lenguaje natural; pueden aparecer contradicciones en un mismo modelo.

Las propuestas que incorporan la usabilidad en la fase de captura de requisitos, como las de Adikari y Cysneiros, tienen como principal inconveniente que errores en la fase de captura de requisitos o la variación de requisitos hacen que se propaguen errores a las siguientes fases. En nuestra propuesta, aunque existan errores y variaciones, éstos sólo afectan al Modelo Conceptual, ya que la fase de generación de código se realiza de manera automática por el Compilador de Modelos.

Por otro lado, hay autores que proponen el uso de patrones de usabilidad. En este grupo de autores cabe destacar, entre otros, el trabajo de Tidwell [19], que propone una serie de patrones de interacción para conseguir interfaces usables. En el mismo ámbito que Tidwell están los patrones de usabilidad de Perzel [16], cuyo trabajo está más orientado a resolver problemas de usabilidad específicos de la Web. Otro de los autores que ha definido patrones para mejorar la usabilidad de los sistemas es Welie [20]. Los patrones de Welie son similares a los de Tidwell y Perzel pero con la diferencia de que Welie hace una distinción explícita entre la perspectiva del *usuario* y la perspectiva del *diseño*. La principal diferencia entre los patrones de usabilidad de Tidwell, Perzel y Welie y nuestra propuesta es el nivel de abstracción. Los patrones proponen incorporar la usabilidad a nivel de diseño, mientras que nuestra propuesta es a nivel de análisis. Además, el uso de patrones de usabilidad implica siempre una fase de implementación, mientras que en nuestra propuesta sólo hay que incluir las reglas de generación del mecanismo de usabilidad en el Compilador de Modelos y éste generará el código automáticamente.

En cuanto a trabajos que proponen incorporar la usabilidad en un entorno de desarrollo MDD, se encuentran los trabajos de Abrahao [1]. Abrahao propone un Modelo de Usabilidad a partir del cual se puede evaluar y mejorar la usabilidad en entornos MDD. Cada uno de los atributos de usabilidad se representa con al menos una Primitiva Conceptual que mide ese atributo. El principal problema es que muchos de los atributos que componen el Modelo de Usabilidad son subjetivos y dependen del criterio del usuario, por lo que no se pueden evaluar con Primitivas Conceptuales.

Otro de los autores que también ha tratado la usabilidad desde un entorno MDD es Seffah [18]. En su trabajo propone cómo representar patrones de interacción y de usabilidad en entornos de desarrollo basados en las transformaciones entre modelos. Nuestra propuesta difiere de la de Seffah en la manera de representar la usabilidad. Seffah propone el uso de unos modelos específicos, mientras que en nuestra propuesta, la usabilidad se incluiría añadiendo Primitivas Conceptuales nuevas a los Modelos Conceptuales ya existentes. Por tanto, los cambios a realizar en el entorno MDD serán mínimos ya que no habría que añadir nuevos modelos, sino nuevas Primitivas.

3 Desarrollo de Sistemas Dirigido por Modelos (MDD)

Dentro de un entorno de desarrollo MDD [13], se entiende por *modelo o vista* a un conjunto de elementos formales que describen algo construido para un propósito concreto. Cada uno de los modelos representan un aspecto distinto del sistema, por ejemplo, puede haber un modelo para representar la persistencia, otro para representar la funcionalidad y otro para representar la interfaz. Los modelos están compuestos por un conjunto de *Primitivas Conceptuales*, que son los ladrillos utilizados para su construcción. Más formalmente, se pueden definir las Primitivas Conceptuales como un elemento del lenguaje de modelado que permite representar de forma abstracta algún aspecto del sistema. Las Primitivas Conceptuales están agrupadas por modelos.

El conjunto de modelos forman el *Modelo Conceptual*. El Modelo Conceptual se utiliza para representar las actividades que elicitán y describen el conocimiento general que un sistema particular debe ofrecer [14]. El Modelo Conceptual está compuesto por varios modelos y cada modelo representa una vista diferente del sistema. Los modelos tienen relaciones entre sí que permiten la transformación de un modelo a otro de un nivel menos abstracto. A estas relaciones se les conoce con el nombre de *mapeos*, y hacen posible que en cada nivel de abstracción se expresen diferentes aspectos del sistema, manteniendo sincronizados los modelos de cada nivel. El mapeo que transforma los modelos al código de un lenguaje de programación se denomina *Compilación de Modelos*. La Figura 2 muestra un esquema con todos los conceptos de MDD.

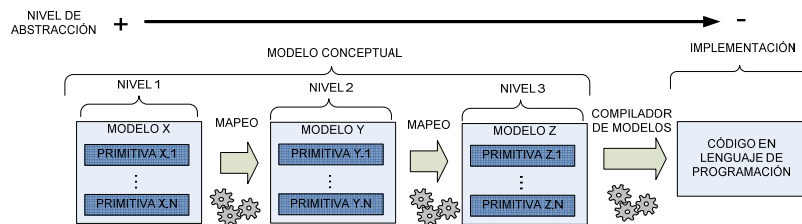


Fig. 2. Vista esquemática de los componentes de un Modelo Conceptual

Cuando el proceso MDD se automatiza, aparece el concepto de *Tecnología de Transformación de Modelos (TTM)*. TTM se define como la capacidad de tomar un modelo abstracto y transformarlo de forma automática en otro modelo (o código).

4 Método de Incorporación de Mecanismos de Usabilidad a una TTM: MIMAT

Esta sección muestra en detalle el método propuesto para introducir mecanismos de usabilidad en una TTM. Este método se ha denominado con el nombre de MIMAT (Método de Incorporación de Mecanismos de usAbilidad a una TTM). La idea es partir de los mecanismos de usabilidad descritos en la literatura [10] e incorporarlos en el Modelado Conceptual de cualquier TTM. El método MIMAT parte de estos mecanismos de usabilidad, dividiéndose en cuatro pasos:

- 1. Definición de Formas de Uso:** el propósito que se pretende conseguir con un determinado mecanismo de usabilidad se puede alcanzar mediante distintas representaciones. Cada una de estas representaciones es lo que se ha denominado *Forma de Uso*. Las Formas de Uso se han extraído de las guías de captura de requisitos de usabilidad definidos por Juristo [11]. Por ejemplo, el mecanismo de usabilidad *System Status Feedback* tiene como objetivo el informar al usuario sobre el estado en el que se encuentra el sistema en todo momento. Este objetivo se puede conseguir mediante las siguientes Formas de Uso: (1) Informar del éxito o fracaso en la ejecución de sistemas; (2) Mostrar el estado de la información almacenada en el sistema; (3) Mostrar el estado de las acciones visibles; (4) Informar de falta de recursos. Las distintas Formas de Uso no son excluyentes entre sí.
- 2. Identificación de Propiedades:** las guías de captura de requisitos también incluyen preguntas para configurar las distintas aplicaciones del mecanismo de usabilidad. Estas preguntas dan lugar a las *Propiedades*. Las Propiedades de las Formas de Uso son las distintas posibilidades de configuración que tiene la Forma de Uso para adaptarse a los requisitos de usabilidad. Hay dos tipos de Propiedades: Configurables y No Configurables. Los valores óptimos de las Propiedades Configurables dependen de los requisitos del usuario para un caso particular y por tanto es el analista el que debe especificarlos. Por otro lado, las No Configurables son Propiedades que o bien no presentan alternativa en la guía o bien la guía recomienda que su configuración sea siempre la misma en todos los sistemas desarrollados. Este tipo de Propiedades no deben ser especificadas por el analista, ya que su configuración debe ser la misma en todos los sistemas. Por ejemplo, la Forma de Uso *Informar del éxito o fracaso en la ejecución del servicio* tiene dos Propiedades:
 - Selección del servicio: esta Propiedad se utiliza para indicar qué servicios mostrarán si su ejecución ha finalizado o no correctamente. Esta Propiedad es No Configurable, ya que según el criterio ergonómico de Bastien y Scapin llamado *Immediate feedback* [4], debería estar presente en todos los servicios.
 - Visualización del mensaje: esta Propiedad establece el aspecto visual de la información que indica si el servicio se ha ejecutado o no correctamente. Es Configurable porque el analista debe decidir entre las opciones de configuración.
- 3. Definición de Primitivas Conceptuales:** este paso es dependiente de la TTM seleccionada para incorporar los mecanismos de usabilidad, ya que los Modelos Conceptuales de cada TTM son exclusivos de la TTM. En este paso se verifica si para cada una de las Propiedades Configurables, existe ya alguna Primitiva Conceptual que la represente en el Modelo Conceptual de la TTM elegida. En caso de que no exista una Primitiva Conceptual o alguna de las posibilidades de configuración de una Propiedad no se pueda representar, es necesario añadir nuevas Primitivas. Por ejemplo, la Propiedad Configurable *Visualización del mensaje* implicaría cambios en la TTM si ésta no tuviera ya alguna Primitiva para representar la forma de visualizar los mensajes de error o de éxito.
- 4. Cambios necesarios en el Compilador de Modelos:** el último paso del método para incorporar mecanismos de usabilidad a una TTM consiste en describir los cambios que se deben aplicar al Compilador de Modelos. Este paso, al igual que el de la definición de Primitivas Conceptuales, es dependiente de la TTM seleccionada porque cada Compilador de Modelos es específico de la TTM. Los cambios a incorporar al Compilador de Modelos de la TTM seleccionada se derivan de:

- Las nuevas Primitivas Conceptuales: el Compilador de Modelos debe ser capaz de reconocer las nuevas Primitivas Conceptuales y generar su código.
- Las Propiedades No Configurables: el Compilador de Modelos debe incorporar, de manera transparente para el analista, las Propiedades No Configurables.

La Figura 3 muestra un resumen gráfico de los cuatro pasos que componen el método MIMAT. Una vez se han definido las distintas Formas de Uso (paso 1) y se han identificado sus Propiedades Configurables y No Configurables (paso 2) usando las guías para la captura de requisitos de los mecanismos, el siguiente paso es el de identificar los cambios que se deben realizar en la TTM. Los cambios en el Modelo Conceptual de la TTM se realizan para incorporar Primitivas Conceptuales que modelen las Propiedades Configurables (paso 3). Por último, los cambios en el Compilador de Modelos se hacen para generar el código que representa las opciones modeladas mediante las nuevas Primitivas Conceptuales y además aquellas Propiedades No Configurables (paso 4). Los cambios en el Compilador de Modelos van guiados por los patrones arquitecturales incluidos en la definición de los mecanismos de usabilidad.

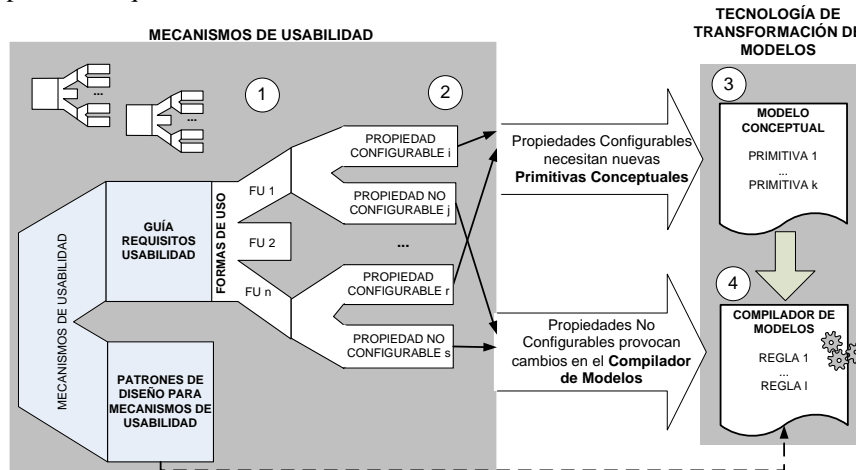


Fig. 3. Proceso en cuatro pasos de MIMAT

La siguiente sección muestra la aplicación práctica de este método al entorno de desarrollo MDD llamado OO-Method [15]. Mediante este ejemplo se pretende ilustrar sobre cómo aplicar el método y además demostrar que la propuesta puede funcionar en un entorno de desarrollo MDD industrial, como es OO-Method.

5 Aplicación de MIMAT a OO-Method

Como ejemplo de TTM [15] para aplicar MIMAT, se ha elegido OO-Method (versión industrial en la herramienta OLIVANOVA [5]). La elección de OO-Method ha sido por sus dos principales ventajas: (1) Genera aplicaciones totalmente funcionales a partir de Modelos Conceptuales; (2) Sus Modelos Conceptuales son lo suficientemente abstractos para facilitar la inclusión de nuevos elementos que representen la usabili-

dad. Como ejemplo hemos tomado el mecanismo de usabilidad *Structured Text Entry* [11], que se utiliza para especificar elementos de la interfaz que facilitan la entrada de datos que requieren un formato específico. Es un ejemplo sencillo pero muy útil para clarificar ideas. A continuación se aplican los pasos de MIMAT para ese mecanismo:

- **Definición de Formas de Uso:** la Tabla 1 presenta las tres Formas de Uso extraídas de la guía de captura de requisitos definidas por Juristo et al [11]. Para cada Forma de Uso se especifica la pregunta de la guía de la que se ha extraído y el objetivo que se persigue con esa Forma de Uso.

Tabla 1. Formas de Uso para el mecanismo de usabilidad *Structured Text Entry*

Forma de Uso	Pregunta de la Guía	Objetivo
Especificar el tipo de visualización del campo de entrada	¿Cuál es el formato de los argumentos de entrada para el usuario?	Especificar el formato del campo de entrada para ayudar al usuario
Definición de máscaras	¿Cómo guiar al usuario para que introduzca los datos en un formato?	Evitar que el usuario introduzca datos con un formato no válido
Valores por defecto	¿Cómo guiar al usuario para que introduzca los datos en un formato?	Guiar al usuario para que sepa cuál es el formato que debe utilizar

- **Identificación de Propiedades:** la Tabla 2 presenta la única Propiedad de la Forma de Uso *Especificar el tipo de visualización del campo de entrada*, la pregunta de la guía de la que se deriva y el objetivo que se pretende conseguir con ella.

Tabla 2. Propiedad de Especificar el tipo de visualización del campo de entrada

Propiedades	Pregunta de la Guía	Objetivo
Tipo de campo de entrada	¿Cuál es el formato de los argumento de entrada?	Determinar el formato del argumento de entrada

Fig. 4. Ejemplo de pantalla para dar de alta a un nuevo cliente

Como ejemplo práctico de las Propiedades, nos vamos a basar en un sistema de gestión de una empresa de alquiler de vehículos. En concreto, vamos a utilizar el servicio *Alta de cliente*, utilizado por un trabajador desde una de las oficinas de la empresa para dar de alta un nuevo cliente (Figura 4). En la Figura 4 se puede apreciar que la Propiedad *Tipo de campo de entrada* toma el valor de un simple campo de texto en todos los campos excepto en las *fechas* (componente fecha), *listados* (ListBox), *estado civil* (radiobutton) y posee *carne de conducir* (checkbox). La elección de cada uno de los tipos de campos de entrada las habría hecho el analista.

La Tabla 3 presenta las Propiedades de la Forma de Uso *Definición de máscaras*.

Tabla 3. Propiedades de la Forma de Uso *Definición de máscaras*

Propiedades	Pregunta de la Guía	Objetivo
Campo al que se aplicará la máscara	¿En qué campos se deben introducir los datos con un formato específico?	Determinar los argumentos en los que hay que definir una máscara
Expresión regular	¿Cuál es el formato de los argumentos de entrada?	Definir el formato de los datos a introducir con máscara

En el ejemplo de la Figura 4 se ha definido una máscara para el DNI y otra para el código postal. La Propiedad *Campo al que se aplicará la máscara* toma el valor *DNI* y *Código postal*, mientras que la Propiedad *Expresión regular* toma el valor *#####[A-Z]* para el DNI y el valor *#####* para el código postal. La Tabla 4 presenta las Propiedades de la Forma de Uso *Valores por defecto*

Tabla 4. Propiedades de la Forma de Uso *Valores por defecto*

Propiedades	Pregunta de la Guía	Objetivo
Selección del campo	¿En qué campos se deben introducir los datos con un formato específico?	Seleccionar argumentos que mostrarán valores por defecto
Definición del valor por defecto	¿Cuál es el formato de los argumentos de entrada?	Definir el valor por defecto

En el ejemplo de la Figura 4 se ha definido un valor por defecto para el argumento *Posee carné de conducir* (por defecto estaría a *Verdadero*). En este caso, la Propiedad *Selección del campo* tomaría el valor *Posee carné de conducir* y la Propiedad *Definición del valor por defecto* tomaría el valor *Verdadero*. El resto de pasos de MIMAT son dependientes de la TTM elegida (OO-Method en este caso). A pesar de la dependencia de la TTM, los ejemplos sirven para clarificar ideas y actúan a modo de muestra para aplicar MIMAT a cualquier otra TTM.

- **Definición de Primitivas Conceptuales:** de las tres Formas de Uso en las que se divide el mecanismo de usabilidad *Structured Text Entry*, la única que incorpora cambios a OO-Method es *Especificar el tipo de visualización del campo de entrada*. El resto de Formas de Uso ya están soportadas. Esta Forma de Uso tiene una Propiedad Configurable (*Tipo de campo de entrada*), por lo tanto, es necesario incorporar cambios en el Modelado Conceptual. La Propiedad indica la manera en la que se visualizarán los campos de entrada en la interfaz, por tanto se debería mode-

lar en la vista del Modelo Conceptual de OO-Method dedicado a representar cómo se visualizarán las interfaces: el *Modelo de Interacción Concreto*.

En este modelo se deben crear nuevas Primitivas de Modelado con las cuales especificar los aspectos visuales de los campos de entrada de información de las interfaces. Los posibles valores que pueden tomar estas Primitivas dependerían del tipo de argumento que se espera recibir en cada campo. A continuación se presenta la lista de nuevas Primitivas Conceptuales para cada campo dependiendo del tipo de argumento: para argumentos Booleanos se podría elegir entre Radiobuttons y Checkbox; para argumentos Enumerados se podría elegir entre ListBox, ComboBox y Radiobuttons; para todos los tipos se podría usar un campo de texto editable.

- **Modificación del Compilador de Modelos:** los cambios realizados a nivel conceptual por la Forma de Uso *Especificar el tipo de visualización del campo de entrada*, implicarían cambios en la estrategia de generación de código. La Propiedad de esta Forma de Uso sólo contiene aspectos visuales de la interfaz y por lo tanto, siguiendo el patrón arquitectural, no habría que añadir nueva funcionalidad al código. Los cambios van enfocados a incluir nuevos componentes gráficos al código generado para dar soporte a las distintas posibilidades de representación de los campos de entrada de datos. Una vez hecho este cambio, todas las generaciones de código podrían implementar la Forma de Uso.

6 Conclusiones y Trabajo Futuro

Este trabajo ha presentado el método MIMAT para incorporar mecanismos de usabilidad descritos en la literatura [11] a cualquier TTM. El método está basado en las guías de captura de requisitos y en los patrones de diseño incluidos en la definición de los mecanismos de usabilidad. Por un lado, de las guías se han extraído las Propiedades de los mecanismos que se deberían representar a nivel conceptual. Por otro lado, los patrones arquitecturales han sido útiles para definir los cambios a aplicar en el Compilador de Modelos para generar el código que implemente las Propiedades. Como ejemplo, en este trabajo se han explicado los cambios que habría que aplicar a OO-Method [15]. Esta descripción es útil porque sirve de muestra para aplicar los conceptos a cualquier otra TTM, además de poner de manifiesto la aplicabilidad de la propuesta.

Aunque se ha demostrado que se puede aplicar el método propuesto a un entorno de desarrollo MDD como OO-Method, se va a realizar como trabajo futuro una evaluación empírica para medir su eficacia. Para ello, pensamos hacer una evaluación empírica que verifique la mejora en usabilidad de las aplicaciones generadas con OO-Method. Se harán dos grupos de usuarios. Por un lado, un grupo interactuará con una aplicación generada con OO-Method sin mecanismos de usabilidad. Por otro lado, otro grupo de usuarios interactuará con la misma aplicación pero incorporando de manera manual la funcionalidad de los mecanismos de usabilidad. De esa manera se puede estimar la mejora proporcionada por dichos mecanismos antes de llevar a cabo los cambios en el Modelo Conceptual y en el Compilador de Modelos de OO-Method.

Actualmente, el método propuesto se ha aplicado a la mitad de los mecanismos de usabilidad propuestos por Juristo et al y se está trabajando en aplicar el método al re-

sto. Otro de los trabajos futuros es el de ampliar el método con otros mecanismos de usabilidad de la literatura distintos a los de Juristo et al. Esto podría enriquecer el método y abrir la puerta a otro tipo de aplicaciones, como por ejemplo, aplicaciones multimedia. En la actualidad, el tipo de aplicaciones en el que se centra nuestra propuesta es el de aplicaciones de gestión.

Referencias

1. Abrahao, S., Insfrán, E.: Early Usability Evaluation in Model Driven Architecture Environments. Sixth International Conference on Quality Software (QSIC'06), Beijing, China (2006) 287-294
2. Adikari, S., McDonald, C.: User and Usability Modeling for HCI/HMI: A Research Design. Information and Automation, 2006. ICIA 2006 (2006) 151-154
3. Bass, L., Bonnie, J.: Linking usability to software architecture patterns through general scenarios. The journal of systems and software 66 (2003) 187-197
4. Bastien, J.M., Scapin, D.: Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces. Rapport technique de l'INRIA (1993) 79
5. CARE Technologies S.A. www.care-t.com . Última visita: Marzo 2009.
6. Cysneiros, L.M., Kushniruk, A.: Bringing Usability to the Early Stages of Software Development. International Requirements Engineering Conference. IEEE (2003) 359- 360
7. Estrada, H., Martínez, A., Pastor, Ó. and Mylopoulos, J.: An empirical evaluation of the i* framework in a model-based software generation environment: CAISE 2006. Lecture Notes in Computer Science 4001, Springer Verlag (2006) 513-527
8. Folmer, E., Bosch, J.: Architecting for usability: A Survey. Journal of Systems and Software, Vol. 70 (1) (2004) 61-78
9. Goguen, J.A., Linde, C.: Techniques for Requirements Elicitation. In: Fickas, S., Finkelstein, A. (eds.): Requirements Engineering (1993) 152-164
10. Juristo, N., Moreno, A.M., Sánchez, M.I.: Analysing the impact of usability on software design. Journal of Systems and Software, Vol. 80 (2007) 1506-1516
11. Juristo, N., Moreno, A.M., Sánchez, M.I.: Guidelines for Eliciting Usability Functionalities. IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 33 (2007) 744-758
12. Kozima, A., Kiguchi, T., Yaegashi, R., Kinoshita, D., Hayashi, Y., Hashiura, H., Komiya, S.: A System To Guide Interview-Driven Requirements Elicitation Work: Domain -- Specific Navigation Using The Transition Pattern Of Topics. Journal of Integrated Design & Process Science 9 (2005) 27-39
13. Mellor, S.J., Clark, A.N., Futagami, T.: Guest Editors' Introduction: Model-Driven Development. IEEE Software, Vol. 20 (2003) 14-18
14. Olivé, A.: Conceptual Modeling of Information Systems. Springer (2007)
15. Pastor, O., Molina, J.: Model-Driven Architecture in Practice. Springer, Valencia (2007)
16. Perzel, K., Kane, D.: Usability Patterns for Applications on the World Wide Web. PloP'99 Conference (1999)
17. Potts, C.: Software-Engineering Research Revisited. IEEE Software, Vol. 10 (1993) 19-28
18. Seffah, A., Ashraf, G.: Model-Based User Interface Engineering with Design Patterns. The journal of systems and software 80 (2007) 1408-1422
19. Tidwell, J.: Designing Interfaces. O'Reilly Media (2005)
20. Welie, M.v., Traetteberg, H.: Interaction Patterns in User Interfaces. 7th. Pattern Languages of Programs Conference, Illinois, USA (2000)
21. Yu, E.: Towards Modelling and Reasoning Support for Early-Phase Requirements Engineering. In: IEEE (ed.): IEEE Int. Symp. on Requirements Engineering (1997) 226-235

Un Marco Metodológico Basado en Modelos para el Desarrollo de IUs Plásticas en Sistemas Groupware

Montserrat Sendín¹, Ana I. Molina²

¹GRIHO: Grupo de investigación en HCI
Universidad de Lleida, Av. Jaume II, 69, 25001 - Lleida
msendin@diei.udl.cat

²CHICO: Grupo de investigación en HCI y Colaboración
Universidad de Castilla-La Mancha, Paseo de la Universidad, 4. 13071 - Ciudad Real
AnaIsabel.Molina@uclm.es

Resumen. En la actualidad la presencia de aplicaciones colaborativas en entornos móviles es cada vez más notable. En consecuencia, dichas aplicaciones deben ser adaptables a diversos entornos físicos y escenarios de computación, sujetos a restricciones de movilidad. Nuestro interés se centra en dar soporte a un diseño suficientemente flexible para este tipo de sistemas. Proponemos reutilizar el trabajo ya realizado relacionado con aspectos de movilidad, heterogeneidad de dispositivos y adaptación en el campo del trabajo colaborativo. Se parte, para ello, de un marco conceptual denominado *Framework de Plasticidad Explícita Colaborativo* (FPE-C) que ofrece un conjunto de directivas y heurísticas para soportar el diseño de interfaces de usuario plásticas y sensibles al grupo. FPE-C propone el uso de un conjunto de modelos y describe la manera de interrelacionarlos entre sí, pero no cubre la especificación de los mismos. En este sentido se ha considerado el uso de las notaciones propuestas en la metodología CIAM. Dicha propuesta aborda el modelado de sistemas groupware interactivos, pero no contempla aspectos de plasticidad. En consecuencia, ambas aportaciones son complementarias. La integración de ambos trabajos conforma un marco metodológico para la instanciación del marco conceptual FPE-C en herramientas Basadas en Modelos que soporten el trabajo en grupo y la plasticidad. En este artículo presentamos una primera fase de dicha integración.

Palabras clave: plasticidad de la IU, modelado conceptual, sistemas groupware

1 Introducción

Hoy en día es ampliamente reconocida la creciente utilización de dispositivos móviles en entornos colaborativos. Las técnicas actuales de desarrollo de este tipo de aplicaciones tienen en cuenta las restricciones y beneficios que proporciona la movilidad, pero no contemplan conjuntamente la heterogeneidad de dispositivos y la adaptación a restricciones cambiantes [13]. Una infraestructura ideal debería proporcionar la capacidad para adaptar estos sistemas al contexto de uso, considerando aspectos relacionados con el usuario, la plataforma o las restricciones del entorno (*plasticidad*), sin descuidar aquellos directamente relacionados con el grupo. Nuestro trabajo se centra en proponer métodos y técnicas para el diseño de sistemas groupware móviles que den soporte a la plasticidad.

El enfoque por excelencia para el desarrollo sistemático de Interfaces de Usuario (abreviadamente IUs) es el enfoque Basado en Modelos (en lo sucesivo enfoque BM). Se ha desarrollado un marco conceptual para soportar este tipo de herramientas, el cual ofrece también directivas para el trabajo colaborativo. Dicho marco se denomina *Framework de Plasticidad Explícita Colaborativo* (FPE-C). Se concibe como un instrumento de referencia para la construcción de herramientas BM suficientemente flexibles para el desarrollo de IUs plásticas y sensibles al grupo. Extiende el conocido *CAMELEON Reference Framework* [1] en los siguientes puntos: a) integra estrategias para preservar la usabilidad, hablándose, por tanto, de *plasticidad*; y b) considera aspectos propios de los entornos colaborativos, como *awareness*. Una de las dificultades de las herramientas BM se encuentra en la especificación del *modelado conceptual*¹ del sistema, en cuya definición deben ser incorporados también los aspectos relacionados con el trabajo en grupo.

En relación al modelado del trabajo en grupo, existen diversas aportaciones en la literatura, las cuales provienen de distintos campos: (1) en el campo de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) encontramos la notación CTT [10] y el framework GTA [16]; (2) del CSCW podemos mencionar la notación APM [2], para el modelado de sistemas *workflow*; y (3) de la Ingeniería del Software destacamos la notación COMO-UML [6]. Cada una de estas propuestas proporciona herramientas adecuadas para expresar el flujo de trabajo (APM), la estructura de la organización (COMO-UML) e incluso aspectos más interactivos (CTT). Sin embargo ninguna de ellas contempla a la vez todos estos aspectos, u otros también necesarios como el modelado del espacio compartido. Con el propósito de cubrir estas deficiencias surge la propuesta metodológica CIAM (*Collaborative Interactive Application Methodology*) [9], que propone una notación para especificar tanto aspectos de interacción como de trabajo en grupo. Otra diferencia remarcable es la diferenciación entre los conceptos de *cooperación* y *colaboración*, de acuerdo a las observaciones de Dillenbourg² [3]. Sin embargo CIAM y sus modelos no contemplan aspectos contextuales y, por tanto, tampoco características de *plasticidad* [15].

En este artículo se presenta la integración de la metodología CIAM en el proceso de desarrollo de IUs plásticas y sensibles al grupo definido en el FPE-C, con el propósito de guiar la producción de este tipo de IUs aplicando una perspectiva de colaboración desde el inicio. La metodología CIAM para el modelado conceptual de entornos groupware complementa FPE-C aportando notaciones específicas para los modelos propuestos en FPE-C. La meta que se persigue es la definición de un marco metodológico que soporte la construcción de esta clase de herramientas, entendidas como instanciaciones del marco conceptual, válidas para sistemas interactivos y colaborativos multi-entorno.

Este artículo se estructura como sigue. Las secciones 2 y 3 presentan el marco conceptual FPE-C y el enfoque metodológico CIAM, respectivamente. La sección 4 presenta las notaciones de CIAM que complementan a FPE-C, mediante su aplicación a un caso de estudio. Finalmente se exponen las conclusiones y líneas de trabajo futuro que se desprenden del trabajo.

¹ Conjunto de modelos declarativos que especifican toda la información relativa a la IU.

² Estas diferencias afectan a la división de tareas, a la participación de roles en las tareas y en el producto obtenido como resultado de una actividad conjunta.

2 FPE-C: Marco Conceptual para el Diseño de IUs Sensibles al Grupo

De acuerdo al enfoque denominado *visión dicotómica de plasticidad* [12], una herramienta BM –alojada en *servidor de plasticidad*³– tan sólo afronta aquellos cambios contextuales que no pueden ser resueltos localmente en el dispositivo objetivo (la plataforma cliente) debido a la complejidad que conlleva llevar a cabo ese tipo de adaptaciones. En estos casos se emite una petición explícita de la plataforma cliente al servidor, disparando de ese modo el proceso de generación de una nueva IU adecuada a la nueva situación. En consecuencia, se trata de un proceso iterativo en el que la herramienta BM del servidor va siendo reactivada sucesivamente conforme le van llegando peticiones con las restricciones contextuales en curso. A continuación se presentan los modelos y componentes principales del marco conceptual, así como los puntos más importantes, haciendo hincapié en las componentes específicas de groupware.

El marco conceptual FPE-C se sustenta en la filosofía de separación de conceptos propio de cualquier enfoque BM, fomentando un diseño multi-capa progresivo de la IU en el que las distintas circunstancias contextuales se van encajando paulatinamente. De ahí que, al igual que el *CAMELEON Reference framework* [1], se estructure en cuatro niveles de abstracción.

Los modelos incluidos en el nivel superior de abstracción son los siguientes: (a) el *modelo de tareas* (MTareas en Figura 1), el cual debe ser específicamente acomodado a un escenario grupal distinguiendo en cada caso entre tarea individual, colaborativa o cooperativa, incluyendo no sólo tareas específicas acerca de la actividad grupal, sino también pequeñas acciones destinadas a promover la colaboración; (b) el *modelo del dominio* (MDominio en Figura 1), que para actividades colaborativas debe incluir conceptos específicos para este tipo de escenarios, tales como actores, roles, lugares, eventos, etc.; y (c) el *modelo de diálogo* (MDiálogo), el cual debe ser especialmente acomodado a entornos colaborativos especificando la relación entre los distintos estados de la IU y las posibles situaciones relacionadas con el grupo. Estos tres modelos comprenden el nivel superior de abstracción.

A parte de estos modelos se incluyen los que especifican los distintos aspectos del contexto de uso (los llamados *modelos contextuales*). Uno de los modelos contextuales considerados en FPE-C es el *modelo de grupo*, específico para sistemas colaborativos. El propósito de este modelo es plasmar un entendimiento compartido del problema común, con objeto de ser asimilado por los miembros del grupo. En otras palabras, se trata de una cierta clase de memoria de trabajo en grupo que representa todos aquellos aspectos del trabajo colaborativo que pueden ser de ayuda en el desarrollo de la actividad común de manera colaborativa. Puede consultarse una amplia explicación acerca de los modelos y el marco conceptual en [14].

El FPE-C contempla tres tipos de operaciones: (1) *reificación* o derivación descendiente (transformación de modelos más abstractos a modelos más concretos); (2) *abstracción* o inferencia ascendente, siguiendo un proceso de ingeniería inversa; y (3) adaptación o transformación horizontal (adaptación de un diseño de IU particular a distintas situaciones contextuales). De acuerdo a este *desarrollo de IU multi-direccional* [7] y siguiendo la estructura multi-capa, el FPE-C define seis fases en total, donde una de ellas es común a los dos caminos verticales.

Los detalles acerca de la secuenciación de las fases y sus objetivos, así como cada uno de los componentes que intervienen en cada fase pueden ser consultados en [14].

³ Servidor que alberga el *Motor de Plasticidad Explícita*, entendido como una herramienta basada en modelos concreta capaz de automatizar la generación de IUs para distintas situaciones contextuales.

En relación a las componentes específicas de groupware, además del *conocimiento compartido* especificado en el *modelo de grupo*, el marco conceptual también integra estas dos:

- *Reglas de colaboración.* Reglas específicas que gobiernan el comportamiento colaborativo del sistema desde una perspectiva global. Se aplican cuando el servidor recibe una petición por parte de un miembro del grupo conteniendo aspectos colaborativos. Proporcionan mecanismos para inferir propiedades globales, así como la dinámica social de grupo a partir del *conocimiento compartido*, con el propósito de soportar la toma de decisiones. Estas reglas son particulares a cada sistema.
- *Directivas de colaboración.* Definen ciertas guías y directivas que recogen la experiencia acumulada por parte de los investigadores de groupware (entre ellas las de Ellis et al. [5]), tratando de promover la participación entre los miembros del grupo y contribuir a una colaboración real. Una de las directivas promueve la integración de *mecanismos globales de awareness* (cualquier mecanismo destinado a capturar, mantener, modificar y expandir el *conocimiento compartido*, así como su distribución al resto de los miembros del grupo, persiguiendo una mayor efectividad en el desarrollo de la actividad grupal). Estas directivas intervienen a lo largo de todo el proceso.

La Figura 1 muestra una de las fases definidas en el FPE-C en la que intervienen las tres componentes específicas de groupware.

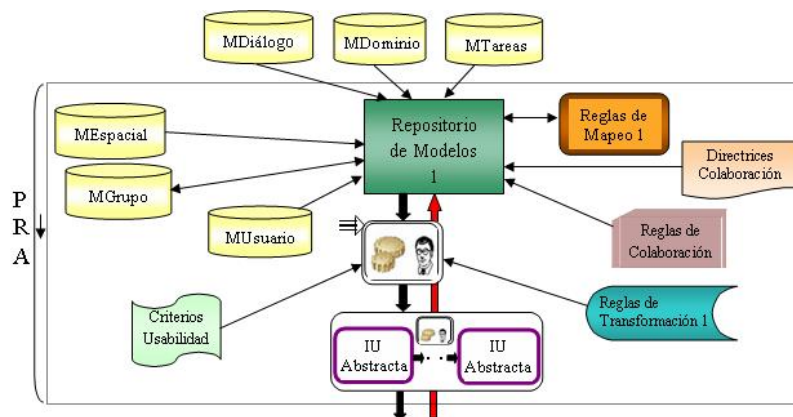


Fig. 1. Representación de la fase *Proceso de Rendering Abstracto* en un proceso de derivación puro.

A continuación se presentan las técnicas de especificación del formalismo CIAM que complementan el FPE-C, proporcionando una metodología para el modelado conceptual.

3 CIAM: Modelado Conceptual de sistemas groupware interactivos

En esta sección se presentan las distintas fases que componen CIAM, la aproximación metodológica elegida para guiar la especificación y modelado conceptual de sistemas *groupware* interactivos. Una explicación más detallada de dicha propuesta puede ser consultada en [9]. Los elementos principales que incluye la propuesta CIAM son: (1) Una *propuesta metodológica* que define un conjunto de fases a seguir por los diseñadores de sistemas *groupware*

interactivos, así como un conjunto de técnicas de especificación a usar en cada una de dichas fases; y (2) Una *notación*, denominada CIAM (*Collaborative Interactive Application Notation*) que permite expresar las peculiaridades de este tipo de sistemas. En la Figura 2 se puede ver el proceso seguido por la metodología CIAM, así como los modelos que sirven de entrada y salida a cada una de sus fases.

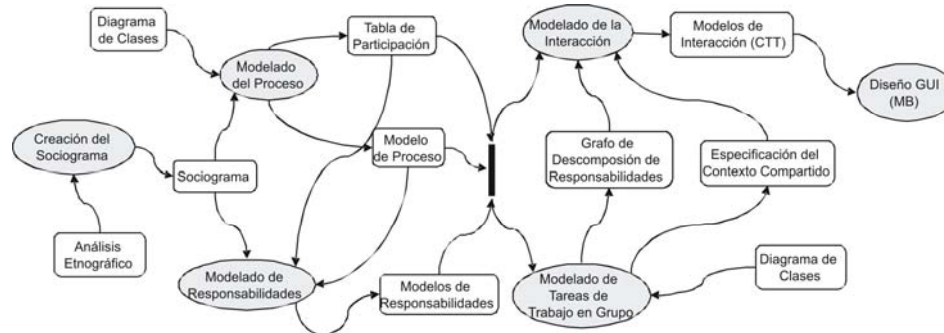


Fig. 2. Fases de la propuesta metodológica CIAM.

En la fase **Creación del Sociograma** el diseñador especifica la estructura de la organización en la que se implantará el sistema *groupware*. Los elementos que pueden formar parte del sociograma son *actores*, *roles*, *agentes software*, o agrupaciones de los anteriores, que darán lugar a la formación de *grupos* y *equipos de trabajos*. Igualmente, este diagrama permite representar las relaciones existentes entre los distintos elementos que componen la organización (*herencia*, *asociación* y *desempeño*).

En las dos etapas siguientes (**Modelado de Responsabilidades** y **Modelado del Proceso**) se especifican las tareas responsabilidad de cada rol del sistema, así como el flujo de tareas que define el trabajo en grupo a desempeñar por la organización, respectivamente. El modelado de responsabilidades permite definir claramente el conjunto de tareas a desempeñar por cada rol, de forma individual, o en el contexto de tareas grupales. Una vez identificadas dichas responsabilidades se crea la llamada *tabla de participación*, que permite relacionar roles y tareas. Dicha información sirve de entrada para la creación del llamado *modelo de proceso* que permite indicar las dependencias y/o restricciones existentes entre las distintas tareas a desempeñar. Dichas dependencias podrán ser de datos, temporales, etc., y definen los aspectos de coordinación del trabajo en grupo. La información especificada en ambas fases se complementa, siendo necesario que exista coherencia entre los modelos generados en ellas.

En la fase de **Modelado de Tareas de Trabajo en Grupo**, las tareas grupales son especificadas con un mayor nivel de detalle. CIAM propone técnicas de especificación diferenciadas para el modelado de *tareas cooperativas* y *colaborativas*. El modelado de las tareas cooperativas se basa en la creación del llamado *Grafo de descomposición de responsabilidades*. En el caso de las tareas colaborativas el modelado se basa en la definición de *contexto compartido* [5], esto es, el conjunto de objetos que son visibles a los usuarios y las acciones que pueden realizarse sobre dichos objetos.

Por último, la fase de **Modelado de la Interacción** propone centrarse en los aspectos más interactivos de la aplicación. Para cada una de las tareas identificadas en etapas posteriores el diseñador creará modelos en notación CTT [10]. En el caso de las tareas colaborativas el árbol CTT se obtiene directamente, y de forma automática, a partir de la definición del *contexto compartido*. Dicha definición incluye la división del contexto compartido en distintas

secciones, según dicho contexto sea accedido por todos los usuarios, por uno sólo de ellos o sea accedido de forma exclusiva para su modificación. Dicha división tendrá correspondencia directa con los *espacios de trabajo* que compondrán la IU del sistema *groupware* final. Más detalles acerca del proceso de generación de las IUs finales a partir de los modelos CTT obtenidos en esta etapa pueden consultarse en [9].

Tal y como ha sido expuesto en secciones anteriores, las técnicas de especificación propuestas en el marco de CIAM complementan al marco FPE-C proporcionando notaciones específicas. En particular, permiten crear el *modelo de grupo*, definir las *reglas de colaboración* y el *MTareas* propuestos en el marco conceptual FPE-C. En la próxima sección se muestran, aplicadas a un caso de estudio concreto, dichas técnicas.

4 Aplicación a un Caso de Estudio: Sistema de Gestión de Congresos

A continuación se presentan algunos de los modelos propuestos por CIAM para el modelado de un Sistema de Gestión de Congresos [11]. En particular, nos centramos en mostrar aquellos que se emplean en el marco FPE-C. La Figura 3 muestra el aspecto del *sociograma* asociado a este sistema. En el diagrama se especifican los distintos roles envueltos en la gestión de un congreso: *PresidenteCP* (presidente del Comité de Programa), *Revisor*, *Autor*, *CoAutor* y *MiembroCP* (miembro el Comité de Programa). Igualmente, esta técnica de especificación permite representar especialización de roles y asociación de los mismos en el contexto de tareas de trabajo en grupo. Así, por ejemplo en este sistema se da una especialización entre roles entre el rol *Revisor* y *MiembroCP*, puesto que este último puede, en el caso que sea necesario, realizar revisiones. Igualmente, se pueden expresar relaciones de asociación entre roles que, en determinados momentos, pueden trabajar de forma conjunta (*relaciones de asociación*), tal y como ocurre entre los roles *PresidenteCP* y *MiembroCP*.

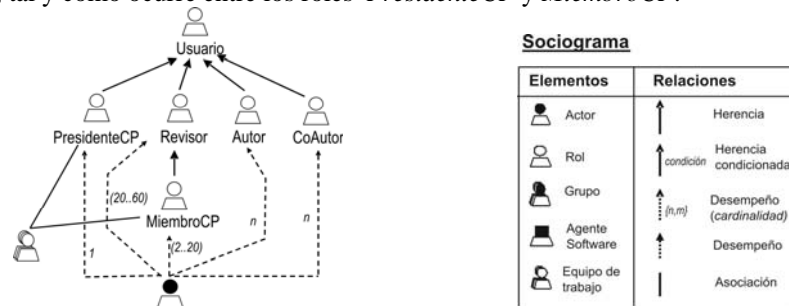


Fig. 3. Sociograma de un sistema de gestión de congresos.

Una vez identificados los miembros de la organización, se pasa a crear la llamada *tabla de participación*, en la que cual se identifican las tareas de mayor nivel de abstracción que definen el trabajo en grupo. En dicha tabla se relacionan las tareas con los roles implicados en su ejecución, así como el tipo de cada una de estas tareas, que podrá ser de naturaleza *individual*, *cooperativa* o *colaborativa*. A continuación se crean los *modelos de responsabilidades* para cada uno de los roles de sistema. A modo de ejemplo se muestra el conjunto de responsabilidades del rol *PresidenteCP* (Figura 4).





Responsabilidad	Tipo Tarea	Objeto (Modelo de Dominio)	Prerrequisito	
			Tarea	Datos
Creación del Congreso		C: Congreso	INI	
Definir características del Congreso		L/E: Congreso	Creación del Congreso	Congreso
Tarea Reparto Revisiones		L/E: Artículo	Envío de Contribuciones	Artículo
Confección de lista final de Artículos		L/E: Artículo C: ListaFinal Artículos	Proceso de Revisión	Artículo

Fig. 4. Modelo de Responsabilidades del rol *PresidenteCP*.

La Figura 5 muestra el *modelo de proceso* asociado al sistema tomado como ejemplo. Cada nodo del diagrama representa las distintas actividades a soportar por el sistema *groupware*. Para cada una de las tareas que componen el trabajo en grupo se especifica su nombre (en la parte superior (5.a), su tipo (5.b), los roles implicados en su ejecución (5.c), así como los objetos del modelo de dominio que son utilizados en el contexto de la tarea (5.d). Para cada uno de estos objetos se especifican los *modificadores de acceso* a los mismos (*L*: lectura; *E*: escritura y *C*: creación). Este diagrama muestra el flujo de ejecución de las tareas del sistema. Las transiciones entre tareas pueden enriquecerse mediante la especificación de condiciones, restricciones temporales (5.e), notificaciones (5.f), así como la especificación de flujos de información entre actividades (5.g). Finalmente, para las distintas tareas podemos especificar *Herramientas de Soporte Independientes del Dominio* (5.h). Estas herramientas de soporte favorecen la coordinación en el contexto de las tareas de trabajo en grupo o implementan patrones o protocolos de interacción grupal bien conocidos (*chat*, *sistemas de votación*, *sistemas de soporte a la toma de decisiones*).

Teniendo en cuenta nuestro objetivo de integración podemos decir que el *modelo de grupo* de FPE-C queda especificado mediante la creación del *sociograma* y los *modelos de responsabilidades* de CIAM. Por otro lado, las llamadas *reglas de colaboración* de FPE-C, cuyo objetivo es representar aspectos relativos a la actividad grupal y las restricciones existentes en el desarrollo de la misma, pueden quedar especificadas mediante el uso del *modelo de proceso* y la *tabla de participación*.

La Figura 6 muestra el aspecto de la especificación de la *tarea colaborativa* llamada *Confección de lista final de Artículos*. El modelado de las tareas colaborativas incluye la especificación, en notación UML, del *contexto compartido*. La información que compone el contexto compartido es dividida en diferentes secciones: *área de visualización colaborativa*, *área de visualización individual* y *segmento de edición exclusiva*. Esta división permite distinguir que objetos y operaciones del contexto compartido están disponibles para todos los usuarios que están colaborando, cuales son visualizadas de forma individual y qué área puede ser modificada de forma exclusiva por un único miembro del grupo. Esta fragmentación, a nivel del modelo de dominio tiene su correspondencia con la división de la IU en distintos *espacios de trabajos* (ventanas públicas y privadas del sistema *groupware*). Tal y como se indicó anteriormente, a partir de la definición del contexto compartido se puede extraer el modelo de interacción en CTT que permite acceder al mismo, tal y como se muestra en la parte derecha de la Figura 6. La obtención de modelos CTT en el marco de CIAM se corresponde con la especificación del *MTareas* en el marco de FPE-C.

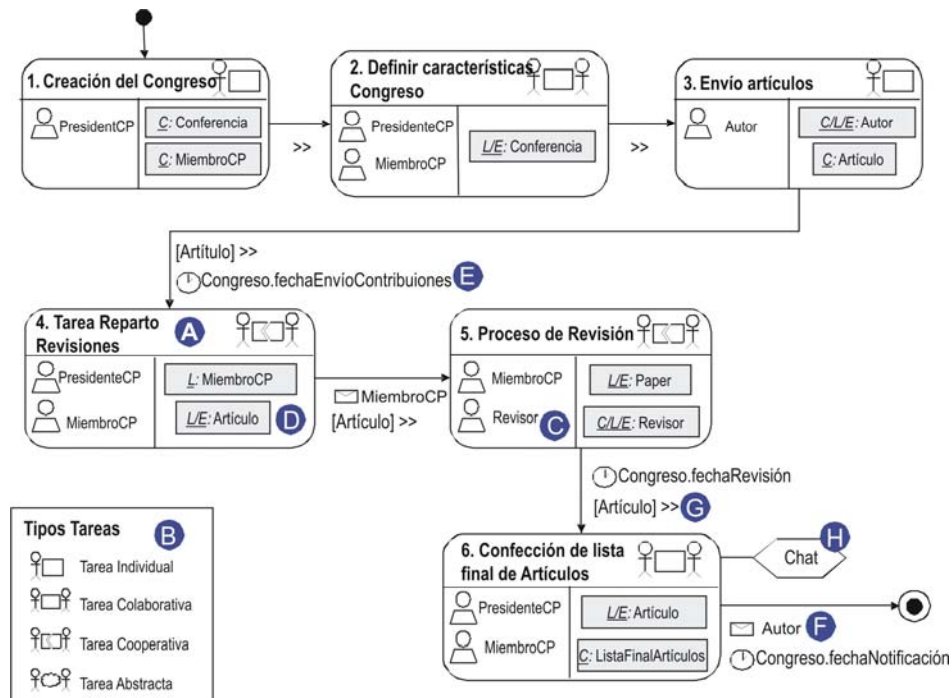


Fig. 5. Modelo de Proceso del Sistema de Gestión de Congresos.

La última fase de la metodología permite la aplicación de cualquier proceso de generación de IUs basado en modelos que tome como entrada un modelo en CTT. La IU obtenida como consecuencia de este proceso puede enriquecerse con elementos de *awareness* [4], así como bloques de construcción que implementen las herramientas especificadas en el modelo. En la Figura 7 podemos ver el aspecto de la IU obtenida a partir del modelo CTT de la tarea colaborativa *Confección de lista final de Artículos*. En esta imagen se muestra exclusivamente el *área de visualización colaborativa* de dicha tarea. Dicha IU ha sido enriquecida con elementos de *awareness*, así como un *chat* de soporte a la tarea.

5 Conclusiones y trabajo futuro

Se pueden resumir los aspectos que se afrontan en este trabajo en los siguientes puntos principales: (a) es necesario proveer de flexibilidad al diseño de *groupware*, a fin de que los sistemas colaborativos estén preparados para la diversidad propia de un escenario móvil; (b) la especificación del modelado conceptual, que de por sí es una tarea compleja en la producción de IUs bajo un enfoque BM, se complica aún más al considerar de forma conjunta aspectos interactivos y de trabajo en grupo, debido a la multiplicidad de parámetros a considerar.

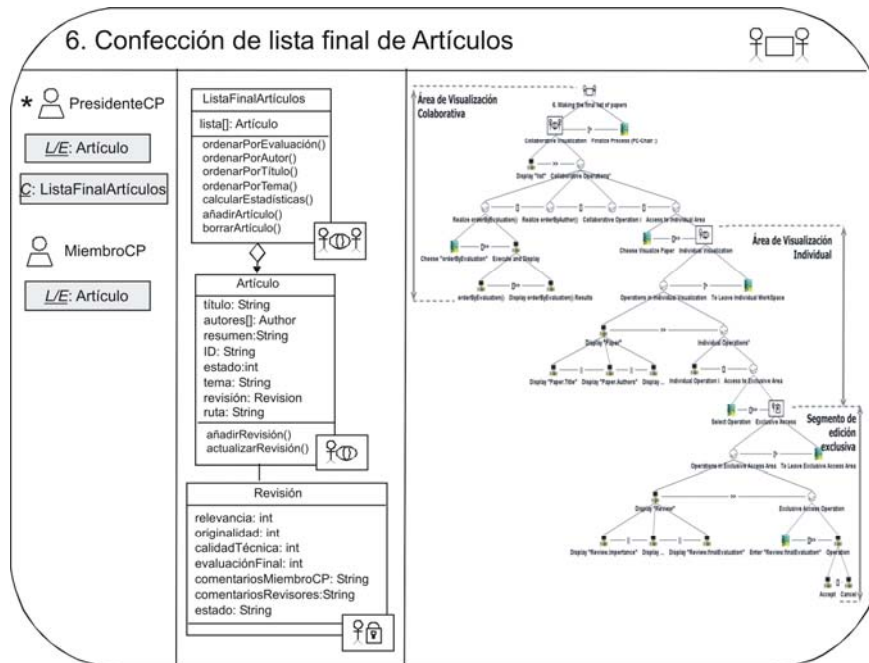


Fig. 6. Modelo de la tarea colaborativa *Confección de lista final de Artículos*.

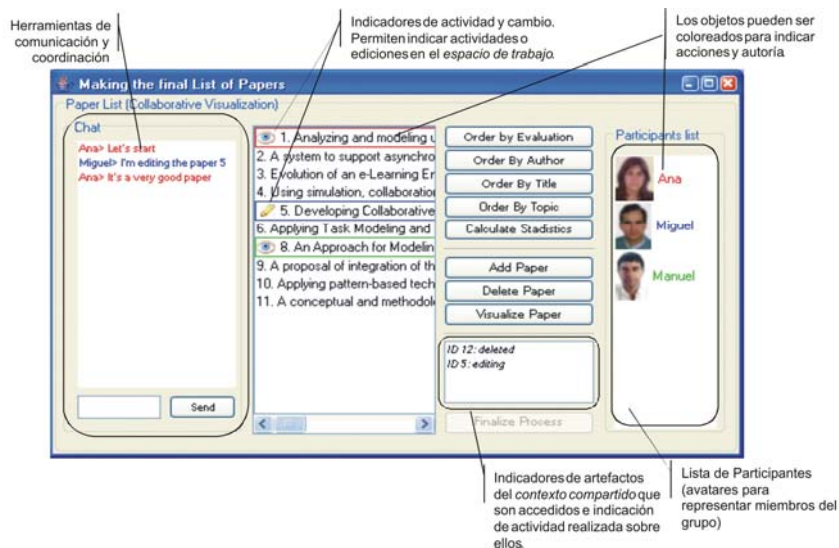


Fig. 7. Aspecto de la interfaz de usuario que da soporte al *área de visualización colaborativa* de la tarea *Confeccionar lista final de Artículos*.

Asumiendo estos retos, nuestro trabajo presenta una primera fase de integración de (a) el marco conceptual FPE-C, que reutiliza el trabajo ya realizado en el campo de plasticidad para guiar la producción de IUs sensibles al grupo; y (b) el enfoque CIAM, que guía el modelado

de un sistema bajo una perspectiva de colaboración. Como resultado, CIAM proporciona un formalismo que enriquece FPE-C como instrumento de referencia en el desarrollo de *groupware*. En efecto, FPE-C propone algunas directivas para el trabajo colaborativo, pero no incluye aspectos relacionados con su modelado. En este sentido, CIAM proporciona un conjunto coherente de notaciones para el modelado de esta clase de sistemas que complementa FPE-C. Para ser más precisos, ciertos diagramas incluidos en el enfoque de CIAM sirven para modelar el *modelo de grupo* y las *reglas de colaboración* definidas en el FPE-C. Por otro lado, los modelos de interacción en CTT obtenidos de la aplicación de CIAM constituyen los modelos a utilizar en el nivel superior de abstracción en FPE-C. Desde nuestro punto de vista, la integración de estas propuestas proporciona un marco metodológico que puede mejorar el diseño de sistemas *groupware* en entornos móviles de forma significativa.

Como trabajo futuro se propone formalizar la tercera componente definida en el FPE-C para el soporte de *groupware*: las *directivas de colaboración*, como segunda fase de integración de ambas aportaciones. Con ello se ofrecería una definición completa del marco metodológico presentado. Se tiene la intención de integrar las componentes de *groupware* presentadas en este artículo en una herramienta BM concreta para la producción automática de IUs plásticas y sensibles al grupo. Esta herramienta es AB-UIDE [8].

Agradecimientos. Este trabajo ha sido soportado parcialmente soportado por la Universidad de Castilla-La Mancha y la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha en el marco de los proyectos mGUIDE (PBC08-0006-512) y M-CUIDE (TC20080552).

Referencias

1. Calvary, G., et al.: The CAMELEON Reference Framework, Deliv. D1.1, September 3th (2002)
2. Carlsen, S.: Action Port Model: A Mixed Paradigm Conceptual Workflow Modeling Language. 3rd IFCIS International Conference on Cooperative Information Systems (1998)
3. Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., O'Malley, C.: The Evolution of Research on Collaborative Learning. Towards an interdisciplinary learning science (1995) 189- 211
4. Dourish, P., Bellotti, V. Awareness and Coordination in Shared Workspaces, in: Proc. of the Conference on Computer Supported Cooperative Work CSCW'92, ACM Press, New York, NY, (1992)
5. Ellis, C. A., Gibbs, S.J., Rein, G. L.: Groupware: Some issues and experiences. Communications of the ACM, vol. 34 no. 1 (1991) 38-58
6. Garrido, J.L.: AMENITIES: Una metodología para el desarrollo de sistemas cooperativos basada en modelos de comportamiento y tareas. PhD. Thesis. University of Granada (2003)
7. Limbourg, Q., et al.: UsiXML: a Language Supporting Multi-Path Development of User Interfaces. Proc. of 9th IFIP Conf. on Engin. for Human-Computer Interaction, LNCS 3425. (2004) 200-220
8. López-Jaquero, V.: Interfaces de Usuario Adaptativas Basadas en Modelos y Agentes Software. PhD Thesis. University of Castilla-La Mancha (2005)
9. 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 (2009), pp. 754-776
10. 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. (2004) 483-501
11. Schwabe, D. A Conference Review System. Case Study for the International Workshop on Web Oriented Software Technology, Valencia (2001)

12. Sendín, M.: Infraestructura Software de Soporte al Desarrollo de Interfaces de Usuario Plásticas bajo una Visión Dicotómica. PhD Thesis. University of Lleida (2007)
13. Sendín, M., Collazos, C.A.: Implicit Plasticity Framework: A Client-Side Generic Framework for Collaborative Activities. Proc. of CRIWG 2006. LNCS 4154 (2006) 219-227
14. Sendín, M., López-Jaquero, V.M., Collazos, C.A.: Explicit Plasticity Framework: Towards a Conceptual Framework for the Generation of Plastic User Interfaces for Collaborative Environments. *Journal of Universal Computer Science (JUCS)* (2007)
15. Sendín, M., Molina, A.I.: Towards a Methodological Framework to implement Model-Based tools for Collaborative Environments. V.L. Jaquero et al. (eds.), *Computer-Aided Design of User Interfaces VI*, DOI: 10.1007/978-1-84882-206-1_19, Springer-Verlag London (2009)
16. Welie, M., Veer, G.C.: Groupware Task Analysis. *Handbook of Cognitive Task Design* (2003)

Una propuesta para el Diseño de la Interfaz de Usuario de Sistemas Groupware

William J. Giraldo¹, Ana I. Molina², César A. Collazos³, Manuel Ortega²,
Miguel A. Redondo², Guillermo G. Pérez²

¹Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Quindío, Quindío, Colombia
wjgiraldo@uniquindio.edu.co

²Departamento de Sistemas y Tecnologías de la Información. Universidad Castilla – La Mancha.

{AnaIsabel.Molina,Manuel.Ortega,Miguel.Redondo}@uclm.es,
guillermo.garcia.it@gmail.com

³Grupo de investigación IDIS, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
ccollazo@unicauca.edu.co

Abstract. En este artículo se describe un método para el diseño de la interfaz de sistemas groupware interactivos. El método combina el diseño de la interfaz centrado en los datos y en las actividades. En concreto, se muestra el proceso de diseño de la interfaz de usuario para un caso de estudio. Dicho proceso se apoya en una herramienta software desarrollada para tal efecto denominada CIAT (*Collaborative Interactive Applications Tool*).

Keywords: Interfaz de Usuario, desarrollo basado en modelos, groupware, Interacción Persona-Ordenador, taxonomía, propuesta metodológica.

1 Introducción

La Ingeniería de Software es una disciplina que se centra principalmente en la funcionalidad, la eficiencia y la fiabilidad del sistema en ejecución. Desde el punto de vista de la ingeniería de software, varios autores han propuesto modelos de proceso válidos para el diseño de interfaz de usuario [1]. Nuestra propuesta permite a los desarrolladores implementar sus aplicaciones, teniendo en cuenta parámetros de usabilidad. El diseño centrado en el usuario (DCU) se refiere al proceso que se centra durante todo el desarrollo del proyecto en la facilidad de uso del sistema. Sin embargo, estos métodos no garantizan productos usables [2]. El diseño de un sistema groupware interactivo involucra disciplinas como la Ingeniería de Software (IS), CSCW, Ingeniería y Usabilidad (IU), por lo tanto, se requiere la interacción de múltiples actores con sus propios espacios de trabajo [3, 4]. Estos espacios de trabajo deben ofrecer apoyo para el modelado por medio de diferentes diagramas y notaciones. Por lo tanto, deben ser integrados diferentes enfoques, tales como: orientación a objetos, el diseño centrado en el usuario, la ingeniería de software, y el modelado de dominio, etc.

Nuestro objetivo es desarrollar la interfaz de usuario de sistemas groupware considerando una integración de los distintos procesos involucrados por medio de una distinción del aporte que hace cada uno tanto al modelado de la actividad como a la

interfaz misma. Este desarrollo se hace de tal forma que permita encontrar distintos puntos de separación y la posterior integración y que a su vez permita un desarrollo de una interfaz con ciertas características de usabilidad.

Este artículo está organizado de la siguiente forma: La sección 2 presenta algunos trabajos relacionados. La sección 3 muestra el desarrollo de la interfaz de usuario. Finalmente, se exponen las conclusiones extraídas del trabajo desarrollado así como el trabajo futuro que se desprende del mismo.

2 Trabajos relacionados

En torno al desarrollo de interfaces de usuario de sistemas colaborativos se han desarrollado pocos trabajos, uno de los más representativos es CIAM [5] el cual considera los aspectos de la colaboración y la cooperación de manera diferenciada y como es su relación en el desarrollo de la interfaz de usuario. IDEAS [6] se centra en el desarrollo con un enfoque integrador en la IS, y el modelado se hace con OASIS. IDEAS presenta un diseño de la interfaz abstracta de manera manual y más orientada a los datos que a las tareas. Limbourg [7] presenta un enfoque de diseño de la interfaz de usuario por medio de múltiples rutas. Es una de las propuestas más completas en la literatura sin embargo su generación de interfaces es muy centrada a las tareas lo cual ocasiona que se generen muchas interfaces sueltas y poco usables.

A diferencia de estas propuestas nuestro enfoque se centra en combinar el diseño de interfaces guiadas por los datos y por las tareas. Adicionalmente, el desarrollo de la interfaz parte de una selección de los lenguajes de modelado para ser usados de la manera más idónea según el aspecto que se esté modelando en un punto determinado.

3 Propuesta de Diseño de la Interfaz de Usuario

En esta sección se presenta una propuesta para el diseño de la interfaz de usuario de sistemas groupware interactivos. Para lo cual, se han tomado diferentes enfoques para abordar los distintos aspectos de un sistema, aunque nuestro interés se enmarca principalmente en la información relacionada con las interfaces de usuario. El desarrollo se centra en la integración de procesos y notaciones para apoyar la colaboración y la usabilidad en el proceso de desarrollo de software. Este trabajo se enfoca de manera específica en el diseño de la interacción con el usuario y de manera más superficial en los aspectos de la usabilidad. Para la explicación de este método se ha utilizado un caso de estudio, el sistema de gestión de congresos, el cual se desarrolla a lo largo de la sección. Esto se hace debido a la naturaleza de sus necesidades de cooperación e interacción. Este problema se ha estudiado en la literatura mediante el uso de varios enfoques [8, 9]

Nuestro objetivo es establecer un enfoque de diseño más centrado en el usuario. Por lo tanto, los implicados y desarrolladores deben ser más precisos no sólo en sus objetivos personales, sino también en las necesidades e intenciones de los usuarios. Los diseñadores de usabilidad no usan UML para especificar la información de la interfaz de usuario, para esto es más adecuado el uso de *story boards*, modelos de tareas, y prototipos, etc [10 59]. De este modo, deben ser integrados diferentes

enfoques, tales como: orientación a objetos, el DCU, la IS, y el modelado de dominio, etc.

Esta propuesta combina dichos enfoques haciendo un mayor énfasis en el análisis y descomposición de las tareas. La descomposición de tareas en sub tareas de menor dificultad es la forma habitual en que los seres humanos hacen el trabajo. Una vez que se define el modelo de tareas, se deben identificar los objetos manipulados por la interfaz de usuario.

Este método de diseño de la interfaz actúa como un flujo de actividades que integra otros procesos de desarrollo que requieren o proveen información útil para el modelado de la actividad o, directamente, para la interfaz de usuario. Este método está soportado mediante el uso de Eclipse Process Framework y de CIAT [11], los cuales permiten que las partes interesadas se centren en sus propias notaciones y procesos.

El primer objetivo de la clasificación de las tareas en torno al diseño de la interfaz de usuario es identificar las actividades del mayor nivel de granularidad, nosotros proponemos los procesos de negocio en UML. En la Figura 1 (derecha) se presenta el modelo de casos de uso de negocio del sistema de gestión de congresos.

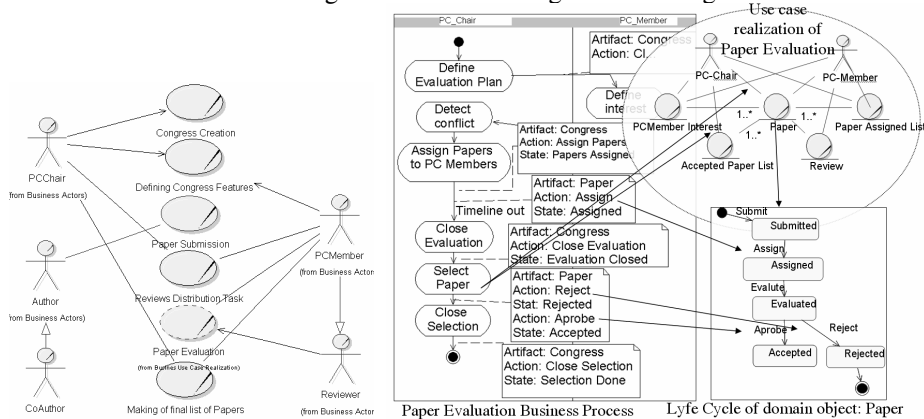


Figura 1: Modelo de casos de uso de negocio (derecha), Realización del Proceso de negocio “Paper Evaluation” (derecha)

Estos procesos están, en cierto modo, separando los usuarios del negocio de los trabajadores (*workers*) internos del sistema. Es en este primer punto en el que se empiezan a identificar las intenciones de los usuarios potenciales del futuro sistema. Estas intenciones se definen mediante una separación entre las actividades que son propiamente ejecutadas por el usuario en el desempeño de un proceso de negocio y las actividades que serán automatizadas.

Esta propuesta se centra inicialmente en un desarrollo centrado en la ingeniería de software en cuyo caso se pretende identificar primero los datos más relevantes en la operación de los procesos de negocio. Para efectos de la explicación se desarrolla el caso de uso “Paper Evaluation” en el ejemplo. Cada caso de uso de negocio tiene asociado un diagrama de actividad y un diagrama de objetos de negocio. La Figura 1 presenta el diagrama de actividad y el diagrama de objetos de negocio de “Paper Evaluation”.

La IS estudia también el comportamiento dinámico de los objetos del negocio, esto se hace mediante los diagramas de estado, los cuales en el caso del desarrollo de la interfaz de usuario son útiles para la definición de las interfaces que están relacionadas con el cambio de estado de cada entidad [12].

Estos diagramas juegan un papel muy importante en nuestra propuesta porque permiten la generación de información contextual asociada a roles, actividades, estado y datos. Esta información del estado es útil para el diseño de la interfaz de usuario.

Nuestro enfoque se basa en la combinación del diseño de la interfaz de usuario centrado en los datos y el diseño centrado en las tareas. Esta combinación se hace de tal forma que se obtiene un balance entre los beneficios de dichas propuestas mejorando así ciertos aspectos de la interfaz de usuario como la reutilización, facilidad de uso, recuerdo, consistencia, reducción del número de interfaces, etc.

En el inicio, se lleva a cabo el diseño de bosquejos de la interfaz de usuario centrado en los datos existentes dentro del contexto de un proceso de negocio (modelo de objetos de negocio). Ver Figura 1 (derecha). Se observa como en el diagrama de actividad “*paper evaluation*” intervienen dos roles, el “*PC_Chair*” y el “*PC_Member*”. El *PC_Chair* tiene un conjunto de intenciones las cuales están asociadas a un conjunto de entidades del negocio. Es más cómodo para el “*PC_Chair*” interactuar con una única interfaz integrada y consistente que le permita llevar a cabo sus intenciones en el marco de este proceso, que un gran número de interfaces separadas. En propuestas de desarrollo de la interfaz centrado en los datos se tendría una interfaz por cada entidad de negocio y en las propuestas de desarrollo centrado en la actividad se tendría un conjunto de interfaces derivadas de todas las posibles tareas que surjan de este proceso.

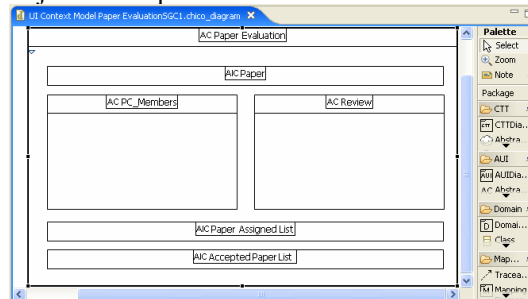


Figura 2: Modelo de contexto de la interfaz de usuario para el proceso “Paper Evaluation”.

Nosotros proponemos iniciar el diseño de la interfaz de usuario con un modelo de contexto de la interfaz de usuario. Este modelo se origina a partir de la estructura de los datos que proveen un soporte para las actividades dentro del contexto de un proceso de negocio. Para este ejemplo, las actividades del “*PC_Chair*” están asociadas con las entidades {*Accepted Paper List*, *Paper*, *Review*, *Paper Assigned List*} y el “*PC_Member*” con {*Paper*, *PCMember Interest*}. Puede suponerse que todas las entidades intervienen en el proceso, sin embargo, es necesario analizar la relación existente entre las entidades y las actividades para definir los elementos de la interfaz y su ubicación dentro del modelo de contexto de la interfaz de usuario.

La estructura de este modelo dependerá en gran medida del modelo mental que tenga el usuario acerca de la información que él manipula en las actividades. Es por eso que este modelo debe ser construido y evaluado en conjunto con los usuarios.

La Figura 2 presenta una primera versión del modelo de contexto de la interfaz de usuario. Se observa cómo se han ubicado estratégicamente los componentes que representan las entidades del sistema. Para el caso de la actividad “*Select Paper*” se encuentran ubicados los componentes {*Paper*, *PC_Members* y *Review*} los cuales intervienen en conjunto.

En este nivel, se posee un modelo de lo que los usuarios esperan esté detrás de las interfaces de usuario. Sin embargo, no se tiene un modelo completo de la interfaz y todos sus componentes deben ser refinados con la información que se obtiene de los diagramas de tareas y de los usuarios. Todo esto con la ayuda de herramientas de modelado y de transformación de modelos.

3.1 Actividades orientadas a la interfaz de usuario

Los procesos de negocio son especificados en forma de diagramas de actividad. Dichos diagramas poseen un conjunto de actividades expresadas en términos de verbos o acciones en infinitivo indicando que no tienen un tiempo definido. Es decir, representan tanto al sistema actual como al futuro que se pretende diseñar. De esta forma están representando las intenciones de los usuarios conservando una alta independencia con la tecnología que se utilice para implementar dichas actividades.

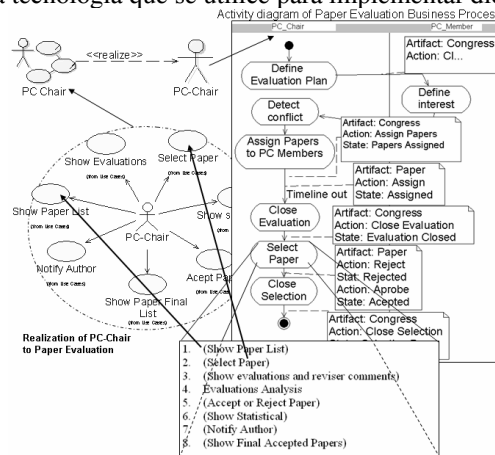


Figura 3: Relación entre las actividades de negocio los pasos y casos de uso de sistema.

Las actividades del negocio se detallan mediante la especificación de una serie de pasos. Estos pasos son el menor nivel de granularidad al que se llega en el modelado de la actividad en el nivel de negocio. Al comienzo, en la especificación no se sabe si un paso se implementará con tecnología o será una actividad manual de usuario. La Figura 3 presenta a nivel de detalle los pasos que componen la actividad “*Select Paper*”.

A partir de la identificación de los pasos se hace un cambio de notación para pasar a un modelado más idóneo de las actividades de los usuarios. Se utiliza para tal fin los diagramas de tareas CTT. Los modelos de tareas son más adecuadas para el diseño de interfaces usables [10 59]. Los diagramas CTT hacen la distinción entre las actividades que son propias de los usuarios, las actividades interactivas y las actividades propias del sistema. Los puntos de automatización se representan mediante tareas CTT y, por tanto, se cierra el ciclo del diseño de los casos de uso esenciales.

La Figura 3 ilustra el diseño de los pasos desglosados para la actividad “*Select Paper*” dentro del diagrama de actividad. Las actividades encerradas en paréntesis son las actividades que serán soportadas por el sistema informático, las cuales se modelan a su vez en un conjunto de tareas en CTT. Estas tareas CTT estarán asociados a casos de uso del sistema y es de esta forma como se integra de nuevo con el proceso de ingeniería de software para el desarrollo de la funcionalidad. Esta asociación permite reducir la brecha que existe entre el diseño de la interfaz de usuario y el desarrollo de la funcionalidad [10].

En la Figura 4 se ilustran los modelos de tareas para las actividades “*Assign Papers to PC_Members*” y “*Select Paper*”.

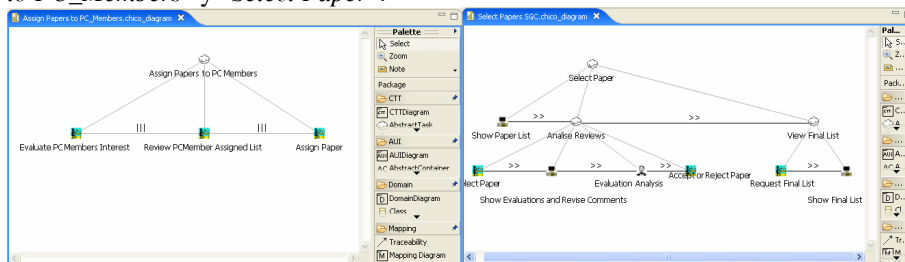


Figura 4: Diagramas de Tareas en CTT para el Proceso de negocio “*Paper Evaluation*”.

3.2 Especificación de la interfaz de usuario a partir de las tareas del sistema.

Los diagramas de actividad proveen información que es útil tanto para determinar el nivel de agrupamiento de los elementos de la interfaz así como la secuencialidad del uso de los mismos. El nivel de agrupamiento está determinado de acuerdo a la estructura jerárquica que posee dicho modelo de tareas. Es posible mediante transformaciones determinar entonces como estarán agrupados los elementos de la interfaz de acuerdo a un conjunto de actividades. Similarmente, se obtiene es el nivel de adyacencia que poseen los distintos componentes de la interfaz de usuario.

Nuestra propuesta se centra en encontrar un balance entre la interfaz propuesta por el modelo de contexto y la interfaz propuesta por el modelo de actividades el cual se obtiene de manera automática.

Se propone para este fin una serie de modelos de mapping que asignan componentes del modelo de contexto a ciertas actividades para que se guíe el proceso de transformación y consecución de la interfaz final. Todo este proceso de diseño se enfoca en el desarrollo de una interfaz de usuario abstracta que esté acorde al contexto

de los datos del proceso, a la información capturada de las actividades y a la información obtenida de los modelos mentales de los usuarios.

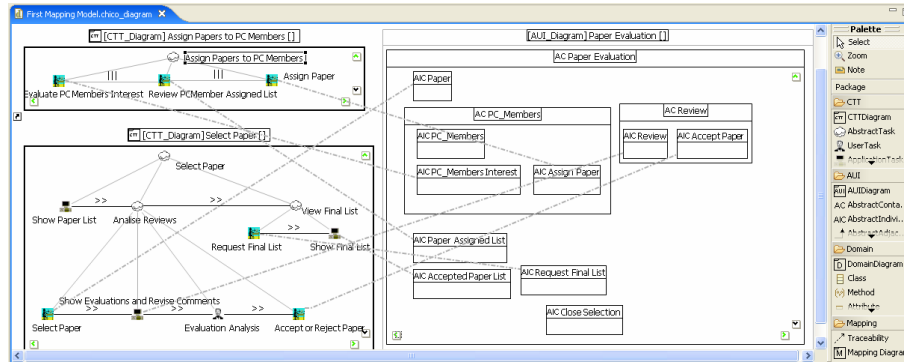


Figura 5: Modelo de mapping entre los diagramas de tareas y la interfaz abstracta.

La **Figura 5** presenta un modelo de mapping entre los diagramas de tareas y el modelo de la interfaz de usuario abstracta para el proceso “*Paper Evaluation*”. Se observa como surgen nuevos elementos de la interfaz de usuario a partir de las actividades. Este mapeo aporta información valiosa a los modelos de transformación permitiendo llevar a cabo un enlace entre los elementos de las entidades de datos que son compartidos entre actividades, así mismo como el enlace con las acciones que se llevan a cabo al interior de la capa de presentación que están enlazadas con la funcionalidad del sistema. La funcionalidad del sistema se modela de nuevo basada en el proceso de desarrollo de software.

3.3 Interfaz final

Las interfaces de usuario abstractas modelan información que es independiente de la modalidad en la cual será implementada la interfaz. Éstas corresponden a modelos que son independientes de la tecnología en la cual se decide realizar la interfaz de usuario final.

Una vez tomadas una serie de decisiones de diseño sobre la modalidad y la tecnología a utilizar se aborda la fase final del desarrollo. Como paso final de este proceso de desarrollo de la interfaz de usuario se llevan a cabo una serie de transformaciones las cuales obtienen información específica que se ha incorporado a lo largo del proceso tanto en las actividades, los datos y los elementos de la interfaz abstracta. Esta información tiene que ver con las distintas facetas que serán utilizadas para la descripción de los elementos de la interfaz así como los mecanismos asociados a la funcionalidad.

Por la extensión de este paper no se han incorporados detalles de las transformaciones ni de los metamodelos utilizados para llevar a cabo todo el proceso en sí. Estos metamodelos y transformaciones han sido incorporados y materializados una serie de herramientas que conforman el entorno de desarrollo CIAT el cual ha sido presentado en el desarrollo de este paper.

En la **Figura 6** se presenta la interfaz final para Java SWT y para XAML.

Cabe anotar que en la versión actual del metamodelo no se han incorporado todas las características del metamodelo de XAML, sin embargo se han descrito las más relevantes para el diseño de las interfaces de usuario convencionales.

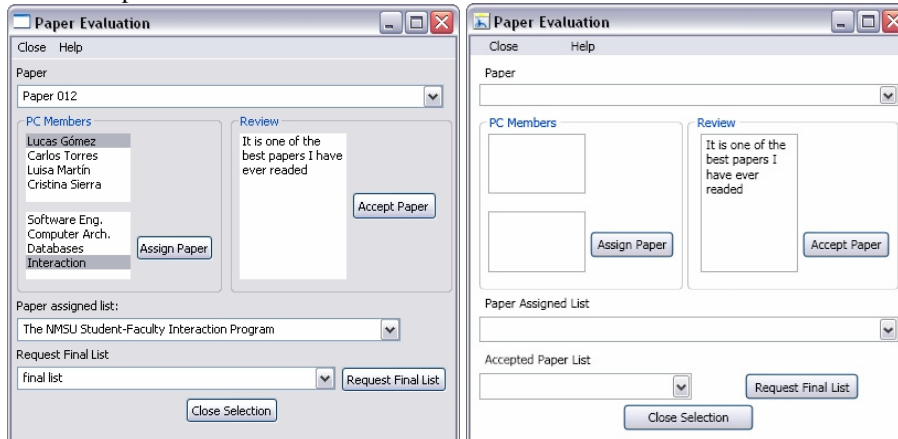


Figura 6: Interfaces finales para el caso de uso de negocio “Paper Evaluation”

4 Conclusiones

El desarrollo de sistemas de soporte al trabajo en grupo resulta una tarea compleja, entre otros motivos, dada la naturaleza de los grupos involucrados en dicho proceso, cuyos integrantes suelen provenir de distintas áreas de conocimiento.

Es posible combinar distintos enfoques de diseño de la interfaz de usuario y al mismo tiempo seguir distintas consideraciones de usabilidad para mejorar la calidad de las interfaces generadas.

En particular, en este artículo se ha mostrado la aplicación de un método de diseño de la interfaz de usuario enmarcado dentro del desarrollo de un ejemplo típico pero que se observa que puede ser aplicado en una gran variedad de ejemplos, inclusive no solamente en sistemas groupware. Se ha desarrollado una herramienta software denominada CIAT, que implementa las ideas aquí presentadas. Dicha herramienta permite la edición de modelos en diversas notaciones hasta el desarrollo de la interfaz abstracta y concreta, así mismo como la transformación de los modelos necesarios en el proceso.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Castilla-La Mancha y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha en los proyectos mGUIDE (PBC08-0006-512) y M-CUIDE (TC20080552), por la Universidad del Quindío (Colombia), y el proyecto Implementación de un Framework para la Evaluación de Usabilidad de Aplicaciones Software soportado en la Creación de un Colaboratorio de Usabilidad (No. 111345221103).

5 Referencias

1. Puerta, A. and J. Eisenstein. *MOBI-D: A Model Based Development Environment for User Centered Design*. in *ICHI'97*. 1997. Atlanta (EE.UU.).
2. Granollers, T., et al. *Integración de la IPO y la ingeniería del software: MPIu+a*. in *III Taller en Sistemas Hipermedia Colaborativos y Adaptativos*. 2005. Granada España.
3. Molina, A.I., M.A. Redondo, and M. Ortega. *A conceptual and methodological framework for modeling interactive groupware applications*. in *12th International Workshop on Groupware (CRIWG 2006)*. 2006. Valladolid. Spain: Springer-Verlag (LNCS).
4. Gutwin, C. and S. Greenberg. *Design for Individuals, Design for Groups: Tradeoffs between power and workspace awareness*. in *ACM CSCW'98*. 1998. Seattle: ACM Press.
5. Molina, A.I., et al., *CIAM: A methodology for the development of groupware user interfaces*. *Journal of Universal Computer Science(JUCS)*, 2007.
6. Lozano, M.D., *Entorno Metodológico Orientado a Objetos para la Especificación y Desarrollo de Interfaces de Usuario*. 2001.
7. Limbourg, Q., *Multi-Path Development of User Interfaces*. 2004.
8. Carlsen, S. *Action Port Model: A Mixed Paradigm Conceptual Workflow Modeling Language*. in *Proceedings of the 3rd IFCIS International Conference on Cooperative Information Systems*. 1998.
9. Trættemberg, H., *Model-based User Interface Design*, in *Department of Computer and Information Sciences*. 2002, Norwegian University of Science and Technology. p. 211.
10. Paternò, F. *Towards a UML for Interactive Systems*. in *8th International Conference on Engineering for Human-Computer Interaction*. 2001.
11. Giraldo, W.J., et al. *CIAT, A Model-Based Tool for designing Groupware User Interfaces using CIAM*. in *Computer-Aided Design of User Interfaces VI, CADUI 2008*. 2008. Albacete España: Springer Verlag.
12. Giraldo, W.J., et al. *A Model Based Approach for GUI development in groupware systems*. in *14th International Workshop on Groupware (CRIWG'2008)*. 2008. Omaha (EEUU): Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag.

La Generación Automática de Interfaces de Usuario en el contexto de CIAM. Aplicación en el caso de estudio AULA

Maximiliano Paredes¹, Ana I. Molina², William J. Giraldo³, Miguel A. Redondo²,
Manuel Ortega²

¹Grupo de Investigación LITE
Universidad Rey Juan Carlos, C/ Tulipán, s/n, 28933 – Móstoles (Madrid)
Maximiliano.Paredes@urjc.es

²Grupo de Investigación CHICO
Universidad de Castilla-La Mancha, Paseo de la Universidad, 4. 13071 - Ciudad Real
{AnaIsabel.Molina; Miguel.Redondo; Manuel.Ortega}@uclm.es

³Ingeniería de Sistemas y Computación
Universidad del Quindío, Quindío, Colombia
wjgiraldo@uniquindio.edu.co

Resumen. El diseño de sistemas de trabajo en grupo es una tarea compleja y no soportada por las propuestas existentes en Ingeniería del Software. Con el objetivo de facilitar a los ingenieros el desarrollo de este tipo de sistemas, y especialmente su interfaz de usuario, surge la propuesta CIAM permitiendo el modelado de este tipo de aplicaciones. Esta propuesta permite en la última fase del proceso de diseño obtener modelos de interacción en CTT pero, hasta el momento, no se había abordado completar el proceso de diseño de CIAM permitiendo generar interfaces de usuario finales. Con este objetivo surge el presente trabajo que se centra en presentar un método que permite la implementación de este último paso de la metodología. Este artículo presenta brevemente la aplicación de dicho método cómo caso de estudio al sistema de computación móvil llamado AULA.

Keywords: CSCW; Interacción persona-ordenador; Interfaces de usuario.

1 Introducción

Actualmente el uso de dispositivos de aplicaciones encuadradas dentro del paradigma del *CSCW* (*Computer Supported Cooperative Work*) se ha convertido en algo habitual. El diseño de este tipo de sistemas presenta dificultades adicionales con respecto al diseño y desarrollo de las aplicaciones tradicionales. Por un lado, las técnicas provenientes de la Ingeniería del Software para el modelado de aplicaciones monousuario no resultan adecuadas para el diseño de aplicaciones de soporte al trabajo en grupo. Es necesario contar con métodos, notaciones que tengan en cuenta aspectos relacionados con la organización en la que se va a hacer uso de las aplicaciones, capaci-

dad para especificar las peculiaridades de la información compartida [7] y los modos de acceso a la misma, así como técnicas de especificación de la interacción que tiene lugar en el seno de los equipos de trabajo. Las interfaces de usuario (IUs) de soporte al trabajo en grupo presentan una serie de características diferentes con respecto a las interfaces de usuario convencionales [2], ya que deben incluir técnicas y controles específicos para potenciar la consciencia de grupo (*awareness*) [6]. El objetivo de estas técnicas es suministrar información a los usuarios sobre quiénes son las personas con las que están trabajando, sobre qué objetos están actuando, que actividades están realizando, etc. Por tanto, podemos concluir que, la hora de diseñar e implementar, tanto la funcionalidad de un sistema de estas características como su interfaz de usuario, se presentan ciertas dificultades añadidas, que los métodos tradicionales de desarrollo de Ingeniería del Software no contemplan. Por otro lado, nuestro interés se centra en proponer soluciones que faciliten el ***desarrollo de interfaces de usuario de soporte al trabajo en grupo en contextos de movilidad***. Este nuevo escenario de uso supone la aparición de nuevas dificultades. Existen aspectos relacionados con el contexto que deberían poder ser modelados [11]. Modelar el contexto en el que se desarrolla una actividad incluye considerar el *dispositivo* en el que la aplicación se ejecutará. El uso de dispositivos móviles supone contar con superficies de interacción de tamaño limitado y considerar nuevas técnicas de interacción con las aplicaciones (pantallas táctiles, reconocimiento de escritura manual, etc).

Es necesario, por tanto, contar con notaciones, métodos y herramientas que asistan a los ingenieros en el diseño y desarrollo de sistemas que incluyen estas tres características: interacción, soporte al trabajo en grupo y movilidad. Es en este contexto en el que se encuadra el presente trabajo. En la sección 2 del presente artículo presentamos la problemática a tratar identificando retos a alcanzar e introducimos la metodología CIAM (*Collaborative Interactive Applications Methodology*). En la sección 3 se muestra nuestra propuesta de generación automática de interfaces de usuario basada en transformación de modelos abstractos a modelos concretos de interfaces, para presentar posteriormente en la sección 4 la aplicación de nuestra propuesta en un caso de estudio concreto: el sistema móvil AULA (*A Ubiquitous Language Appliance*). El artículo finaliza con las conclusiones del trabajo y líneas futuras de investigación.

2 Problemática

Existen propuestas que abordan el modelado de los aspectos más interactivos de las aplicaciones, destacando CTT (*ConcurTaskTrees*) [17], por ser la más extendida en el área de la Interacción Persona Ordenador (IPO), llegando a considerarse prácticamente un *estándar de facto*. Igualmente existen aproximaciones para el diseño y modelado de aspectos de trabajo en grupo (GTA [21], CUA [18], COMO-UML [8], etc). CTT también soporta el modelado de aspectos de trabajo en grupo (permitiendo la especificación de roles, de tareas cooperativas y de las responsabilidades de cada rol),

sin embargo, no tiene en cuenta aspectos relacionados con el *contexto compartido*¹ que es accedido en el marco del trabajo en grupo. Por otro lado, CTT es una notación concebida para permitir la obtención de interfaces de usuario para distintos dispositivos [14]. De entre todas las propuestas para modelado *groupware* citadas solo CTT parece abordar aspectos de modelado de grupo y de interacción persona ordenador, así como la posibilidad de indicar el dispositivo en el que las tareas se deberán ejecutar. Sin embargo existen aspectos que CTT no tiene en cuenta a la hora de modelar principalmente el trabajo en grupo:

- Capacidad de especificar (y mostrar gráficamente en los modelos) los objetos manipulados en el contexto de las tareas tanto individuales como de trabajo en grupo (en este último caso estamos hablando de la especificación del *contexto compartido*).
- Posibilidad de especificar aspectos de modelado de la interacción grupal tan necesarios como los *eventos*, las *notificaciones*, las *restricciones temporales*, etc.
- Capacidad para modelar situaciones en las que varios roles puedan trabajar de forma conjunta en una misma tarea.
- Distinción entre tareas cooperativas y colaborativas. Aunque no existe consenso sobre la diferencia entre ambos tipos de actividades, siguiendo la definición dada por Dillenbourg [5], consideramos de interés modelar de forma diferenciada ambos tipos de tareas, ya que su distinción podrá tener implicaciones en la IU final.

Estas limitaciones hacen que, aunque CTT se pueda considerar como una buena alternativa para obtener IUs para distintos dispositivos, deba ser enriquecida para permitir capturar de forma más adecuada aspectos de trabajo en grupo. Con este objetivo surge la notación CIAN (*Collaborative Interactive Applications Notation*) [13]. Dicha notación contempla todos los aspectos antes citados como limitaciones de CTT, proporcionando modelos adicionales, que son creados con anterioridad al modelo CTT y que alimentan éste con información adicional relacionada con la interacción grupal.

La notación CIAN ha sido propuesta en el marco de una metodología llamada CIAM [12] que pretende guiar a los diseñadores en el diseño de aplicaciones *groupware*, y que se centra en la especificación de aspectos de trabajo en grupo y de interacción persona-ordenador. Dicha metodología (figura 1) permite obtener en sus últimas fases (en particular, en la etapa denominada *Modelado de la Interacción*) modelos en notación CTT.

¹ Se entiende por contexto compartido (*shared context*) a los objetos que son visibles por los miembros de un equipo de trabajo, así como las acciones que estos miembros pueden realizar sobre dichos objetos.

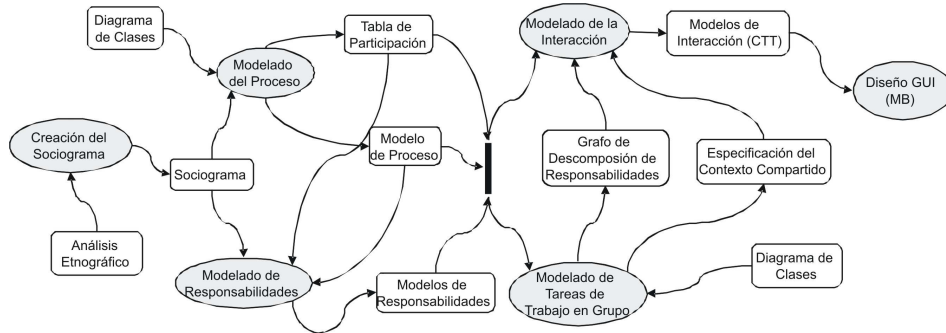


Fig. 1. Etapas de la propuesta metodológica CIAM y especificaciones que sirven de entrada y salida a cada una de sus fases.

El resto de modelos de la metodología incluyen información relacionada con los elementos del CTT, completando y complementando, por tanto, dicho modelo. La última fase de la propuesta (etiquetada como *Diseño GUI*) implicaría la aplicación de un proceso de generación automática que permitiera obtener la IU final, a partir de los modelos CTT enriquecidos obtenidos en la fase anterior.

La generación de IUs a partir de modelos CTT clásicos es soportada por la herramienta TERESA [3]. El uso de TERESA en el contexto de CIAM no resulta adecuado, ya que nos interesa incorporar al proceso de generación la información adicional antes indicada, y que es suministrada por otros modelos de la metodología. Por otro lado, TERESA permite la obtención de IUs en contextos muy limitados (HTML, WML, etc.). Interesa obtener IUs finales para otros lenguajes y *toolkits* de implementación de IUs más completos (tales como .NET, Java, etc.). Hay que indicar que el proceso de generación soportado por TERESA no tiene en cuenta los objetos de datos que son manipulados en el contexto de las tareas a la hora de hacer agrupamientos de controles en la interfaz de usuario. Creemos que los objetos de información deberían tomar un mayor papel a la hora de seleccionar los controles que formarán parte de la IU final, así como en su agrupación y posicionamiento [9]. Seguir un proceso de generación basado exclusivamente en las tareas y su secuenciación da lugar a IUs *modales*, mientras que un proceso más guiado por datos da lugar a IUs *amodales*. Con las interfaces modales [4] obtenemos una buena representación de la navegación, pero olvidamos los datos manejados. Una de las características deseables en una IU, desde el punto de vista de la usabilidad, es que sea fácilmente controlable por el usuario. Es más fácil conseguir este objetivo si contamos con diálogos de naturaleza amodal. Por otro lado, la obtención de interfaces amodales permite la reutilización de bloques de interacción, mientras que en el caso de las modales suele ser habitual la repetición de diálogos sin posibilidad de reutilización.

Por todo lo anterior, podemos concluir que se necesita la inclusión de un proceso de *generación automática de interfaces de usuario* en el contexto de CIAM, que tome como entrada los modelos CTT obtenidos en la última de sus fases y permita generar las IUs concretas. Igualmente, es necesario soportar dicho proceso mediante alguna herramienta software. Dicha herramienta implementará los mapeos necesarios entre los modelos en CTT obtenidos en las fases finales de CIAM y los controles de

los distintos *toolkits* para los que queramos obtener las IUs finales. Consideramos de utilidad incluir entre ambos pasos una etapa intermedia que haga uso de lenguajes de marcado (tales como UIML [1], XIML [19], etc.) que añadan independencia de *toolkit* y dispositivo concreto, y hagan generalizable el proceso de generación de la IU a futuros lenguajes de implementación. En el caso de la *toolkit* de .NET se proporciona un lenguaje de marcado propio denominado XAML (*eXtensible Application Markup Language*) [10]. En un primer prototipo vamos a optar por utilizar como lenguaje de especificación de la IU XAML.

3 La generación automática de IUs en el contexto de CIAM

Por tanto, y una vez presentada la problemática en la que este trabajo se encuadra, podemos enunciar nuestra hipótesis de trabajo en los siguientes términos: “*Es necesario y factible completar el ciclo de trabajo de CIAM mediante un proceso de generación automática de IUs en la última de sus fases*”. Dicho proceso tendrá las siguientes características:

- Tomará como entrada modelos en CTT enriquecidos con información de trabajo en grupo y datos.
- Incluirá una fase intermedia que haga uso de lenguajes de marcado.
- En un primer prototipo permitirá la obtención de IUs para .NET.
- Estará soportada por una herramienta implementada en el contexto de la plataforma Eclipse, que hará uso de GMF (*Graphical Editing Framework*)² y la definición de transformación entre modelos en lenguaje ATL (*ATLAS Transformation Language*)³.

El proceso de generación de IUs que se añade como última fase de la metodología CIAM sigue el esquema del llamado *mapping problem* [20]. El proceso de mapeo (*mapping problem*), consiste en pasar de una representación abstracta de un sistema (en nuestro caso, no solo el *modelo de tareas* del sistema, sino también el *modelo de datos* del mismo) a una representación concreta (dependiente de la plataforma final y de los elementos de interacción o controles aportados por el *toolkit* que da soporte a la creación de IU en la misma). El esquema completo de la propuesta queda representado en la figura 2.

² <http://www.eclipse.org/modeling/gmf/>

³ <http://www.eclipse.org/m2m/atl/>

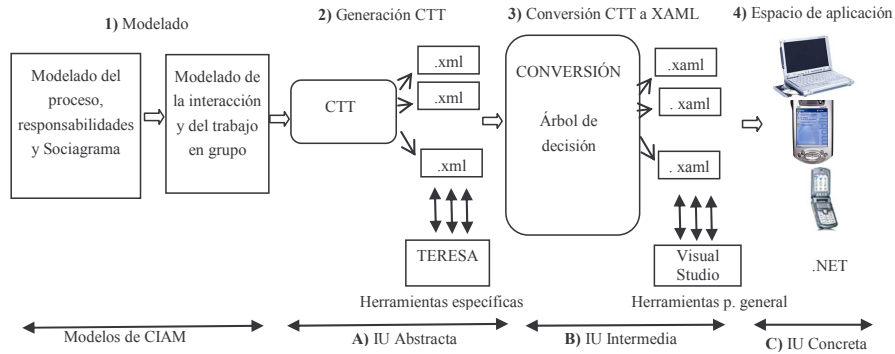


Fig. 2. Generación de la interfaz de usuario. Fases de la generación [pasos del 1) al 4)] y etapas del proceso de transformación [pasos de A) al C)].

Con el objetivo de dar soporte parcial al problema del *mapping* para el caso concreto de la librería gráfica de .NET se ha construido un *árbol de decisión* que permite implementar el paso de tareas y datos a controles de la IU final, o en el caso de .NET a la representación XAML que dicho entorno maneja (figura 3). Dicho árbol tiene como raíz los dos tipos de subtareas que existen en CTT (las tareas de tipo *interacción* y las de tipo *aplicación*). Las primeras son aquellas que permiten la introducción de información por parte del usuario al sistema, o que permiten al usuario acceder a la funcionalidad del sistema. CTT considera una serie de subtipos de tareas de las de tipo *interacción* (*control*, *cancel*, *edit*, *select single*, *select multiple*, *responding*). Por otro lado CTT permite especificar las tareas que son de tipo *aplicación*, es decir, aquellas que permiten mostrar información al usuario. En el árbol de decisión creado se consideran dos subtipos de las tareas de tipo *aplicación* (*generating* y *visualize*). A continuación se consideran, como elementos a tener en cuenta en el mapeo, información relacionada con el modelo de datos (por el momento consideramos el tipo de dato a manejar en el contexto de la tarea y su cardinalidad). Las distintas opciones a considerar en cada bifurcación del árbol permiten identificar el/los control/es a seleccionar que formarán parte de la IU concreta final. Como trabajo futuro se plantea completar el árbol de decisión para considerar también caminos de decisión diferentes dependiendo de que existan o no *restricciones de espacio* en pantallas.

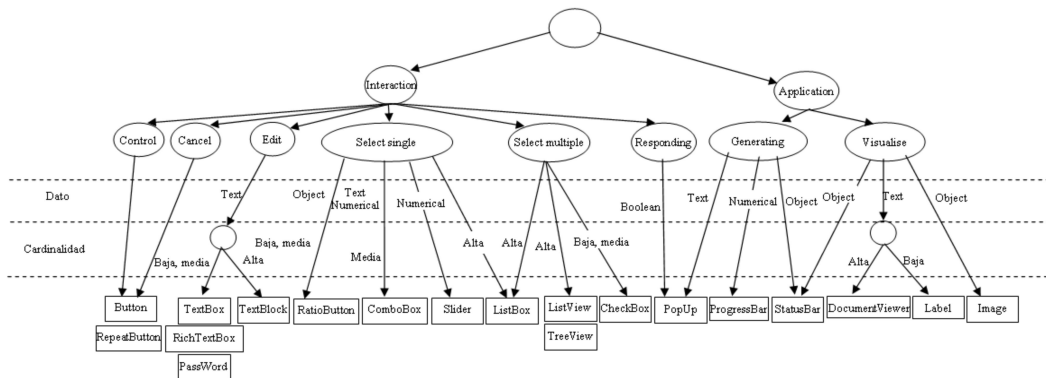


Fig. 3. Árbol de decisión para la selección de controles de .NET. Considera el subtipo de las tareas y el modelo de datos.

Son varios los problemas que se presentan a la hora de implementar la problemática expuesta en la definición del llamado *mapping problem*. Uno de los primeros inconvenientes que surgen es el hecho de que un mismo modelo abstracto puede dar lugar a diferentes modelos concretos (es decir, pueden ser varios los controles que pueden seleccionarse en el nivel más bajo del árbol de decisión anterior). En tales casos puede ser necesaria la intervención final del diseñador para decidir cuál puede ser el más apropiado. Nuestra propuesta parte de especificaciones CTT (nivel de abstracción muy elevado) y pretende llegar a la selección más adecuada de componentes concretos. El árbol de decisión elaborado precisamente centra y orienta el proceso de transformación. Así, por ejemplo, la tarea subtipo *Select single* de *Interacción* (figura 3) de un modelo abstracto CTT puede producir hasta cuatro controles de IUs para una especificación concreta para .NET: *RadioButton*, *ComboBox*, *Slider* y *ListBox*. Es necesario, por tanto, considerar criterios adicionales recogidos en los modelos abstractos que pueden ayudar a deshacer esta “ambigüedad”. Así, por ejemplo, si el dato a seleccionar es un número se podría escoger el control *Slider* (criterio basado en el tipo de dato *Numerical* de CTT) o, si son pocos los datos entre los que hay que hacer la selección, podría hacerse uso de un control *RadioButton* (criterio basado en la cardinalidad de CTT). Pero evidentemente estos criterios no son absolutos (ni se pretende) y otras alternativas son igualmente factibles. La herramienta de transformación que proponemos se guía por el árbol de decisión pero recoge también las definiciones de estos aspectos ambiguos por parte del diseñador generando así de manera semiautomática la IU final. Otro problema que se presenta es la falta de definición sobre el dato del proceso de tarea. La especificación CTT de la que partimos proporciona muy poca información sobre los objetos que manipulan las tareas, básicamente dice el dominio de datos de manera muy abstracta. Una vez más nos apoyamos en el diseñador para solventar esta carencia.

Como podemos ver nuestra propuesta no está exenta de desafíos y dificultades. En primer lugar seguimos el esquema del *mapping problem* con los problemas que ello plantea y que ya se han comentado. En segundo lugar planteamos un proceso en el que, para la generación de la interfaz, se tiene en cuenta los objetos de información tratados por las tareas desde las fases iniciales de diseño. En tercer lugar hemos querido prestar especial atención a la generación de los interfaces con independencia del dispositivo, donde aspectos de ubicuidad y movilidad de los usuarios pueden ser integrados. En cuarto y último lugar hacemos uso de lenguajes de marcado (XAML) como soporte intermedio en el proceso de *mapping* confiriendo al sistema un alto grado de interoperatividad y compatibilidad con otras herramientas de diseño bien consolidadas por la utilización de estándares.

4 Caso de estudio: Obtención de la IU para el sistema móvil AULA

A continuación se muestra brevemente la aplicación del método de generación propuesto a un caso de estudio: el sistema AULA [15]. AULA (*A Ubiquitous Language Appliance*) es una aplicación colaborativa destinada a la enseñanza de idiomas, que se basa en la escritura individual y colaborativa de documentos. AULA constituye una plataforma m-learning en la que el principal dispositivo de interacción del alumno con el sistema es una PDA. El proceso de aprendizaje se basa con la realización de una composición colaborativa en una lengua extranjera (el inglés). El profesor propone el tema de composición y define algunas características relacionadas (tipo de composición, palabras clave, etc.) y los alumnos trabajan fuera del aula individualmente desarrollando un trabajo de composición personal. Posteriormente en el aula, las composiciones personales son combinadas y mostradas en la pizarra de Edición/proyección para su puesta en común, acordando y generando un documento final que será discutido y revisado por el profesor en presencia de los alumnos. AULA habilita por tanto espacios individuales de edición y de trabajo con espacios para la discusión y argumentación en grupo. Organiza las contribuciones propuestas de los alumnos facilitando la creación de un documento final consensuado como resultado de la composición. En todo este proceso proporciona varias herramientas tanto para el alumno como para el profesor.

Dada la complejidad del sistema se mostrarán a continuación solo parte de los modelos en notación CIAN empleados para especificar el sistema. De cara a consultar en detalle todo el proceso de modelado de la aplicación AULA el lector puede hacerlo en [16]. Con el objetivo de facilitar la comprensión del método que proponemos hemos escogido una tarea del sistema de tal forma que genere una interfaz de usuario sencilla. En la figura 4 se muestra el aspecto del *modelo de proceso* asociado al sistema AULA. En este tipo de diagramas se representa el flujo de tareas principales a las que el sistema debe dar soporte. Este modelo muestra los roles, objetos accedidos y generados, y las principales herramientas de apoyo al trabajo en grupo utilizadas (por ejemplo, herramientas de toma de decisión, de conversación, etc). En el sociograma (representación de los actores y roles de CIAN) de AULA se identifican principalmente dos roles: *Profesor* y *Estudiante*, asumiendo ambas actividades colaborativas e individuales, las cuales se organizan en seis tareas: 1) *Definir Tema*, el profesor propone el tipo de composición, 2) *Crear Actividad*, el profesor organiza grupos y sesiones de trabajo, 3) *Componer Trabajo Personal*, el alumno personalmente escribe su parte de composición (hasta ahora todas las tareas son tareas individuales), 4) *Discutir el Contenido*, tarea colaborativa en la que los alumnos ponen sus composiciones parciales en común generando una composición consensuada final, 5) *Organizar el Contenido*, tarea individual en la que un alumno ajusta la organización y apariencia de la composición y 6) *Analizar Solución*, tarea colaborativa en la que los alumnos y el profesor revisan la composición.

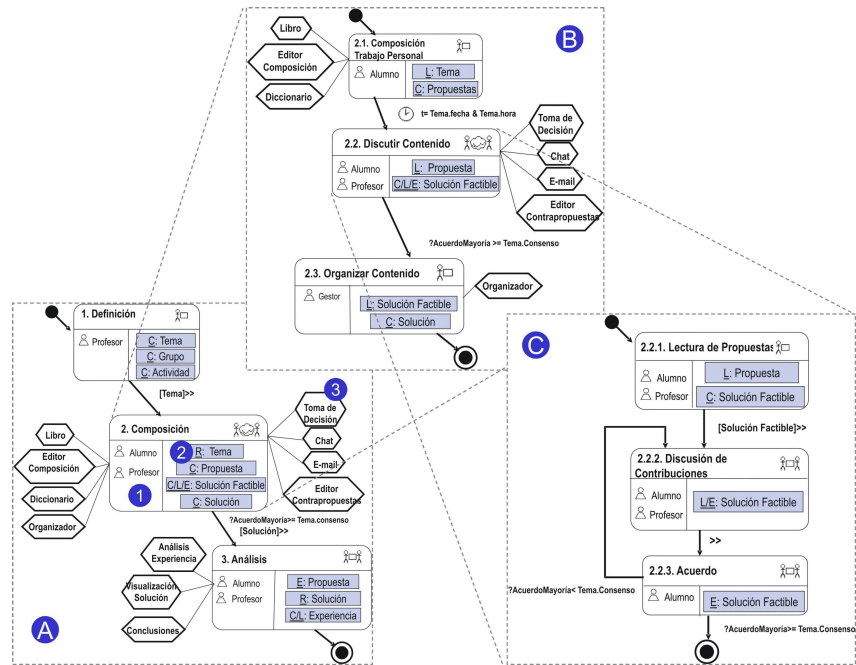
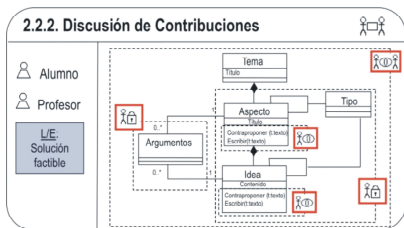


Fig. 4. Modelo de proceso del sistema AULA (A) Nivel de abstracción superior. (B) Modelo detallado de la tarea abstracta *Composición*. (C) Modelo detallado de la tarea abstracta *Discutir Contenido*.

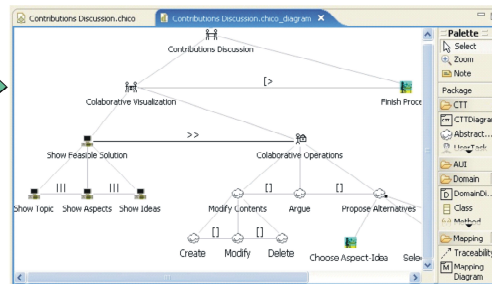
Para expresar el *modelo de proceso* hacemos uso de tareas abstractas que permiten manejar mejor la complejidad del modelo creado. La figura 4.A muestra el modelo de proceso soportado por el sistema AULA compuesto por tres tareas abstractas: 1. *Definición*, 2. *Composición* y 3. *Análisis*. Para cada tarea el diagrama muestra los roles implicados en su ejecución (figura 4.1), los *objetos manipulados* (figura 4.2), así como las *herramientas auxiliares* utilizadas en el contexto de la misma (figura 4.3). Los alumnos utilizan dos tipos de herramientas auxiliares: herramientas relacionadas con el objetivo de la tarea (Libro, e-Diccionario y Editor de Composición) y herramientas sociales (Chat, e-mail, Toma de decisión, etc.). La tarea abstracta *Composición* es la tarea más compleja. La figura 4.B muestra esta tarea detalladamente. La tarea abstracta *Composición* está formada por dos tareas individuales y una colaborativa. Las tareas en las que se divide la tarea *Composición* son las tareas *Composición Trabajo Personal*, *Discutir Contenido* y *Organizar Contenido*. La segunda de estas tareas es de tipo abstracto, quedando a su vez dividida en tres nuevas tareas tal y como se muestra en la figura 4.C. La segunda de ellas es una tarea de tipo colaborativo (*Discusión de Contribuciones*) que se especifica con un mayor nivel de detalle en etapas posteriores. En la etapa de *Modelado de Tareas de Trabajo en Grupo* se especifican con un mayor nivel de detalle las tareas cooperativas y colaborativas. En el caso de las tareas colaborativas la descripción se basa en la definición del *contexto compartido*. La notación CIAN incluye iconos para poder identificar distintas áreas de acceso al contexto compartido (áreas de visualización individual, visualización colaborativa y de edición exclusiva) figura 5(1). En la última fase de la propuesta

(Modelado de la Interacción) se crean, tal y como se comentó con anterioridad, los modelos de interacción en notación CTT para cada una de las tareas identificadas. En el caso de las tareas colaborativas, el modelo de interacción se deriva directamente de la definición del contexto compartido (figura 5(2)). Haciendo uso del árbol de decisión antes descrito figura 5(3) se pueden seleccionar los controles que formarán parte de la IU de usuario final. Por otra parte, la información relacionada con las áreas de visualización identificadas permitirán dividir la interfaz en distintos espacios de trabajo (público, privado y de edición exclusiva) (figura 5(4)).

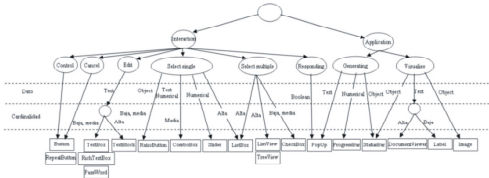
(1) Modelado de la tarea colaborativa (definición del contexto compartido). Incluye división de las áreas de visualización.



(2) Generación del árbol CTT a partir de la definición del contexto compartido. Dicha transformación la realiza la aplicación CIAT (plugin de Eclipse).



(3) Selección de controles de la interfaz (aplicación del árbol de decisión). Consideración de los objetos manipulados y su cardinalidad. Dicho árbol es utilizado en el contexto de CIAT.



(4) Obtención de la IU final



Fig. 5. Fases de generación de la IU en el contexto de CIAM a partir de la definición de la tarea colaborativa *Discusión de Contribuciones*.

En la figura 5(2) podemos ver el aspecto de la herramienta CIAT. Dicha herramienta soportaba, hasta el momento, el resto de modelos de CIAM, pero ha sido extendida para completar sus últimas fases (obtención del CTT y aplicación del árbol de decisión).

5 Conclusiones y trabajo futuro

En el desarrollo de aplicaciones para trabajo en grupo son necesarias nuevas herramientas, metodologías y notaciones. Como respuesta a esta necesidad surge la metodología CIAM, la cual genera en sus últimas fases modelos de interacción en notación

CTT. Estos modelos presentan algunas limitaciones. La notación CIAM extiende los modelos CTT clásicos con información sobre la organización, el contexto compartido, información temporal cuantitativa, división de la interacción en el contexto de espacios de trabajo públicos y privados, etc. Se hace necesaria la implementación de herramientas que permitan generar la interfaz de usuario final a partir de estos modelos CTT enriquecidos. En este artículo se propone completar el proceso de CIAM incorporando un sistema de generación automática de la interfaz de usuario en la última de sus fases. El núcleo de este sistema hace uso de un *árbol de decisión* que, teniendo en cuenta una serie de criterios de selección (tipo y subtipo de tareas, datos, cardinalidad y futuramente, dispositivo), infiere el control (*widget*) a incluir en la interfaz de usuario final. Este último paso está actualmente en proceso de implementación como un nuevo *plugin* de Eclipse integrado en la herramienta CIAT (implementada en esta misma tecnología) y que ya soportaba el resto de etapas de CIAM. En la versión actual se utiliza como lenguaje de especificación de la interfaz XAML y como lenguaje de especificación de las transformaciones ATL. En el presente artículo se ha presentado la aplicación de este método a un caso de estudio: una plataforma m-learning denominada AULA. Como trabajo futuro nos proponemos depurar la herramienta de generación (considerar aspectos de *layout* y navegación entre contenedores y controles) y completar el árbol de decisión para incluir características del dispositivo destino, o de forma más genérica, información de contexto (posiblemente especificándola en etapas anteriores a la generación de CTTs en el contexto de CIAM).

Agradecimientos. Este trabajo ha sido soportado parcialmente soportado por la Universidad de Castilla-La Mancha y la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha en el marco de los proyectos mGUIDE (PBC08-0006-512) y M-CUIDE (TC20080552).

Referencias

1. Abrams, M., Phanourious, C., Batongbacal, A.L., Williams, S., Shuster, J. UIML: An appliance-independent XML user interface language. 8th International World-Wide Web Conference WWW'8, Amsterdam, (1999). Elsevier Science.
2. Antunes, P., Guimaraes, N., Nunes, R. Extending the user interface to the multiuser environment. European Computer Supported Cooperative Work (ECSCW '91). CSCW Developers Workshop, (1991). Amsterdam.
3. Berti, S., Mori, G., Paternò, F., Santoro, C. TERESA: A Transformation-Based Environment for Designing Multi-Device Interactive Applications, Demo Paper in Proceedings of CHI 2004, CHI '04 extended abstracts on Human factors in Computing Systems. 2004. Wien, Austria: ACM Press, pp.793-794 (2004).
4. Cox, K., Walker, D. User Interface Design, Prentice Hall (1993).
5. Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., O'Malley, C.: The Evolution of Research on Collaborative Learning. Towards an interdisciplinary learning science (1995) 189- 211
6. Dourish, P., Bellotti, V. Awareness and Coordination in Shared Workspaces, in: Proc. of the Conference on Computer Supported Cooperative Work CSCW '92, ACM Press, New York, NY, (1992)
7. Ellis, C. A., Gibbs, S.J., Rein, G. L.: Groupware: Some issues and experiences. Communications of the ACM, vol. 34 no. 1 (1991) pp. 38-58

8. Garrido, J.L.: AMENITIES: Una metodología para el desarrollo de sistemas cooperativos basada en modelos de comportamiento y tareas. PhD. Thesis. University of Granada (2003)
9. Limbourg, Q. Multi-Path Development of User Interfaces, PhD. thesis, Université Catholique de Louvain: 291 . (2004).
10. Lori, A. XAML in a Nutshell. O'Reilly Media (2006)
11. Strang, T., & Linnhoff-Popien, C. A Context Modeling Survey. Paper presented at the Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management, (2004) Orlando, USA.
12. 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* (2009). *In press*
13. Molina, A.I., Redondo, M.A., Ortega, M. A conceptual and methodological framework for modeling interactive groupware applications, in: Proc. of the 12th International Workshop on Groupware (CRIWG 2006). 2006. Valladolid. Spain: Springer-Verlag (LNCS). pp. 413 – 420.
14. Mori, G., Paternò, F., Santoro, C. Design and Development of Multidevice User Interfaces through Multiple Logica lDescriptions." *IEEE Transactions on Software Engineering* August 2004: 507-520 (2004).
15. Paredes, M., Sánchez-Villalón, P.P., Ortega, M., Velázquez-Iturbide, A. Collaborative Composition in a Foreign Language with Handheld Computing and Web Tools. *Journal of Universal Computer Science*. Vol. 13, no.7 (2007), pp.948-958
16. 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*, Vol. 14, No. 16, (2008) pp.2680-2698.
17. 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. (2004) 483-501
18. Pinelle, D., Gutwin, C., Greenberg, S. Task Analysis for Groupware Usability Evaluation: Modeling Shared-Workspace Tasks with the Mechanics of Collaboration. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 10(4): 281-311 (2003).
19. Puerta, A. and J. Eisenstein (2002). XIML: A Common Representation for Interaction Data. *Intelligent User Interfaces (IUI 2002)*, ACM SIGCHI.
20. Puerta, A. and J. Eisenstein. Towards a General a Computational Framework for Model-Based Interface Development Systems. in *IUI99: International Conference of Intelligent User Interfaces*. (1999). Los Angeles.
21. Welie, M., Veer, G.C.: Groupware Task Analysis. *Handbook of Cognitive Task Design* (2003).

TurTan: Un Lenguaje de Programación Tangible Para el Aprendizaje

Carles F. Julià, Daniel Gallardo, and Sergi Jordà

Universitat Pompeu Fabra

{carles.fernandez, daniel.gallardo, sergi.jorda}@upf.edu

Resumen En este artículo se presenta la segunda iteración de TurTan un lenguaje de programación tangible basado en Logo. Esta segunda iteración se caracteriza por la inclusión de dos nuevos elementos: tarjetas y modificadores; añadidos a los objetos anteriores que formaban el grupo de instrucciones.

También se repasa la interacción hablando de la experiencia del usuario, vinculación de instrucciones, mapeo de ángulos y capas de interacción. Y finalmente se presentan una serie de programas de muestra y la proyección del trabajo futuro con este lenguaje de programación.

1. Introducción

La gran mayoría de los lenguajes de programación son textuales, lo cual los hace propensos a errores ortográficos y de sintaxis, exigiendo de sus usuarios un incremento de habilidades y conocimientos previos para su uso. Por otro lado, aunque en menor medida, existen diferentes tipos de lenguajes de programación gráficos basados en la vinculación visual y conceptual de módulos o elementos. Estos lenguajes, que por su propia naturaleza, están a menudo exentos de estos tipos de errores sintácticos u ortográficos, pueden constituir un buen punto de partida para el aprendizaje de los conceptos básicos de la programación.

Las interfaces tangibles, constituyen otra forma de comunicarnos con los ordenadores. A diferencia del modelo de comunicación actual (GUI), las interfaces tangibles (TUI) permiten al usuario tocar directamente la información con sus manos, manipular literalmente los datos. Estas interfaces, se caracterizan por no intimidar a los usuarios no expertos así como promover actividades exploratorias, expresivas y experimentales[6]. Además de los affordances que ofrecen este tipo de interfaces y particularmente combinadas con superficies tangibles, animan a la interacción social y a la colaboración[4].

Intentando aprovechar estas ventajas para crear un lenguaje de programación orientado al aprendizaje de los conceptos básicos de la computación, hemos creado TurTan[2]. Un lenguaje inspirado en Logo[1] que hace uso de objetos a modo de instrucciones, que se edita y ejecuta sobre la superficie de una mesa interactiva y permite la creación de cadenas de instrucciones mediante la vinculación ordenada de estos objetos.

2. Trabajos relacionados

Puesto que este proyecto hereda varios conceptos de la interacción con interfaces tangibles y de los lenguajes de programación orientados al aprendizaje, los trabajos relacionados con éste son muchos y variados. Por un lado disponemos de múltiples ejemplos de interfaces tangibles ya sean basadas en objetos o en mesas retro-proyectadas. Por el otro lado, disponemos de varios lenguajes de programación orientados a un público infantil como Logo (en el cual se inspira la figura de la tortuga en este proyecto) o lenguajes visuales orientados a usuarios más expertos como podrían ser PureData o MaxMSP.

2.1. Interfaces de usuario tangibles

Las interfaces de usuario tangibles se caracterizan por facilitar la manipulación directa de los datos mediante piezas y mecanismos tangibles; haciendo tangible lo intangible.

Este tipo de interfaces, se están haciendo cada vez más populares académicamente con la celebración de diversas conferencias especializadas (TEI, tabletop) o incluso a nivel comercial (Reactable[5], Percusa AudioCubes[8], NuiGroup) donde se pondrá a prueba al usuario final.

Existen varios diseños de interfaces tangibles que intentan solucionar o facilitar diferentes actividades. Estas son tan dispares como el MARBLE ANSWERING MACHINE de Durrell Bishop[7], primer ejemplo de interfaz tangible donde se pretendía crear un contestador automático el cual los mensajes estuviesen representados por canicas, o incluso hasta ejemplos de programación tangible como AlgoBlocks.

La programación tangible, no implica la colocación de una instrucción encima de otra. En el caso de Quetzal[3], los programadores parten de una serie de cartoncillos que van poniendo uno al lado de otro para generar la cadena de instrucciones. Estos cartoncillos, están impresos y recortados de tal manera que su forma y colores indican el tipo de instrucción y permiten ,posteriormente ser fotografiados para que un ordenador interprete las cadenas o estructuras hechas con ellos.

Siguiendo en la línea de Quetzal, encontramos AlgoBlocks. Un sistema de mini-cubos tipo “LEGO” que se encajan unos con otros para crear cadenas o bloques de instrucciones (programas). La peculiaridad de Algotblocks es que cada pieza representa a una instrucción determinada y ofrece el control del parámetro asociado a esta mediante diferentes botones o sensores integrados en la misma pieza. El objetivo de AlgoBlocks es crear una serie de estructuras lógicas (programas) mediante el ensamblado de diferentes piezas para “construir” aplicaciones de forma tangible. La diferencia respecto Quetzal, recae en el compilador, mientras que en AlgoBlocks los bloques se interpretan en *tiempo de programación*, en Quetzal se pasa por el proceso de fotografiar la cadena y procesarla posteriormente, hecho que da ventaja a Algotblocks ya que permite saber en todo momento el resultado del programa y evitar así, errores de sintaxis.

Finalmente, aportando todavía más dinamismo a la programación, podemos encontrar Reactable, un ejemplo claro de manipulación directa de la información en tiempo real. Reactable funciona en una superficie tangible multi-táctil donde el usuario mediante sus dedos y una serie de bloques de plástico se comunica con el sistema que dibuja en la superficie el feedback visual (resultado) procedente de dicha interacción. El objetivo es generar estructuras con las diferentes piezas para generar sonidos y ritmos distintos. Estas piezas, se vinculan automáticamente según proximidad y evitan así todo tipo de errores sintácticos ya que si dos piezas no pueden relacionarse, no se vincularan nunca.

2.2. Lenguajes de programación orientados al aprendizaje

Este tipo de lenguajes de programación se caracterizan por tener una sintaxis simple, resultados visuales y curvas de aprendizaje muy rápidas.

Entre estos lenguajes, podemos encontrar Logo un lenguaje basado en la escritura con instrucciones muy fáciles de aprender y , en algunas versiones, traducidas a varias lenguas (entre ellas el español). El resultado de cada instrucción, se ve plasmado en el recorrido efectuado por un “robot” (popularmente una tortuga virtual). Actualmente es el lenguaje más utilizado para enseñar la mayoría de los principales conceptos de la programación.

Por otro lado, tenemos Starlogo, un lenguaje de programación de videojuegos en tres dimensiones cuya sintaxis se basa en enlazar virtualmente varias cajas o bloques creando diferentes secuencias que definen el comportamiento de los objetos en el juego (enemigos, plataformas, vehículos,...). Este tipo de lenguajes, tienen la ventaja de que están exentos de errores de sintaxis y semántica ya que las diferentes cajas representan las instrucciones(sintaxis) y cada caja solo se puede enlazar con un tipo de cajas predeterminado (metáfora de puzzle) solucionando errores semánticos.

Finalmente, podemos encontrar lenguajes de programación encubiertos en juegos. Como en el caso de Little Big Planet (Playstation 3), un potente emulador de física donde los jugadores pueden definir sus propios escenarios mediante la definición de características físicas de materiales (cuerdas, muelles, superficies viscosas, accionadores y actuadores) programando de esta manera diferentes objetos.

3. Introduciendo TurTan

Para poder crear programas y ejecutarlos necesitamos de tres herramientas distintas: Un lenguaje de programación, un editor de código fuente y un intérprete (o un compilador). TurTan reúne estas tres herramientas en un solo entorno autosuficiente.

TurTan es un lenguaje de programación orientado a dibujo vectorial del tipo Logo. Tiene instrucciones , parámetros y funciones.

También es un editor de programas hechos en TurTan(lenguaje). Las instrucciones son objetos tangibles que, colocados sobre una mesa interactiva, definen el comportamiento del programa.

TurTan se encarga también de interpretar código creado en TurTan(editor). Este ejecuta el programa y dibuja el resultado en la mesa interactiva, permitiendo su exploración y visualización con gestos hechos con los dedos.

Aún reuniendo estas tres características (lenguaje, editor e intérprete) TurTan no pretende ser una forma seria de crear programas. No se pueden hacer sistemas operativos o cálculos precisos así como crear cualquier tipo de programa que no sea puramente de dibujo, y aún siendo así, no puede crear todos los dibujos posibles.

La función de TurTan es la de enseñar conceptos de la programación a no programadores. Alejarse de la estricta visión de la programación textual que requiere de habilidades concretas y poco comunes como la mecanografía, la sintaxis compleja o la memoria abstracta y centrarse en los conceptos propios de ésta: las instrucciones, los procedimientos, la recursividad... y enfocarlos de una forma entretenida y gráfica.

Como en una aplicación tangible, TurTan no distingue entre el programa y la interfaz: cada objeto es a la vez real y virtual.

4. La sintaxis

Siendo TurTan un lenguaje de programación, tiene una gramática concreta y definida. Ésta define las relaciones que se pueden dar entre los 3 tipos de objetos que se pueden usar en la mesa: Las instrucciones, los modificadores y las tarjetas. Para ver ejemplos de programas reales vean la sección 6.

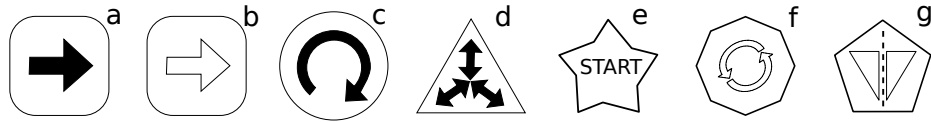
4.1. Instrucciones

Esta es la parte mas parecida a los lenguajes de programación escritos: cada objeto representa una instrucción concreta que realizará la tortuga. Una vez realizada esta acción la tortuga por norma general se quedará en la posición en la que se encuentra y realizará la siguiente.

Los objetos se vinculan entre ellos como se describe en la sección 5.2, cualquier otro movimiento de éstos en X e Y no afectará al sistema. Cada instrucción, contiene un parámetro que puede ser modificado por el usuario para ajustar la distancia, rotación, repeticiones u otras variables dependiendo de la instrucción. Para modificar este parámetro solo es necesario hacer rotar el objeto sobre si mismo y esta acción será mapeada (Sección 5.4) sobre el parámetro de la instrucción.

Para crear una cadena de instrucciones partiendo de la mesa vacía, basta con introducir objetos secuencialmente uno al lado del otro donde el sistema se encarga de dibujar las relaciones entre ellos. El orden de ejecución, es definido según el orden de vinculación de la pieza en la cadena de instrucciones y este no se puede deshacer si no es quitando el objeto instrucción de la mesa. Llamamos a este tipo de comportamiento, vinculación estática (Sección 5.2).

TurTan parte de 7 instrucciones básicas que son las siguientes:



- a) **Avanzar pintando** Hace avanzar la tortuga x posiciones pintando.
- b) **Avanzar sin pintar** Hace avanzar la tortuga x posiciones sin pintar.
- c) **Girar** Hace rotar la tortuga x grados.
- d) **Escalar** Modifica x veces el tamaño de la tortuga y futuras instrucciones.
- e) **Volver al inicio** Resetea la posición de la tortuga a la inicial.
- f) **Repetir** Repite x veces todas las instrucciones des del inicio.
- g) **Reflejar** Invierte los ángulos, efecto espejo o simetría.

4.2. El metalenguaje

Ahora introducimos los modificadores, nuevos en esta segunda versión de TurTan. Los modificadores son objetos que no representan una instrucción ni un trozo de código, sino que representan una función modificadora del parámetro de una instrucción.

Estos modificadores, suelen ser funciones que según el instante de tiempo modifican el parámetro de la instrucción. Este concepto lo podemos encontrar en proyectos anteriores como Reactable donde se usan para generar melodías, modular frecuencias, etc. En esencia, en TurTan es lo mismo, aunque en nuestro caso nos permite crear animaciones en lugar de modificar sonidos.

A diferencia de las instrucciones, los modificadores se vinculan a los otros objetos en tiempo real [Sección5.2]. Eso quiere decir que al mover el modificador sobre la mesa el efecto del modificador puede recaer en diferentes piezas en momentos distintos.

Actualmente, en oposición a las instrucciones, no existe un conjunto cerrado de modificadores (osciladores, lineales, logarítmicos,...) sino que estos están pensados en ser ampliados según las necesidades concretas de cada ocasión. Por ejemplo para programar visuales de música se pueden añadir modificadores que vayan acorde con el BPM de la canción o añadir controles externos como cada vez que se pulse un botón, incremente en x el parámetro de una instrucción.

Finalmente, para concluir este apartado, es necesario mencionar los grados de libertad de los modificadores. Esto nos dirá de cuántas variables de entrada disponemos para cada modificador. Estas son básicamente 3: ángulo, distancia y rotación. Partiendo de la instrucción a la que se está aplicando la modificación hasta el modificador, encontramos el ángulo y la distancia entre estos dos objetos, la rotación es simplemente la rotación del modificador sobre sí mismo.

4.3. Tarjetas

Las tarjetas, también introducidas en la segunda versión de TurTan, son una serie de objetos hechos de cartón plastificado que sirven para almacenar y lanzar

programas almacenados en su interior. El concepto de usar objetos como transporte de datos fue introducido en mediablocks[9], con esto se consigue dotar al sistema de elementos persistentes durante el tiempo y promueve el intercambio de programas hechos con TurTan. Haciendo homología a los lenguajes de programación actuales, una tarjeta sería el programa ya compilado y listo para ser ejecutado en cualquier otro TurTan.

Tarjetas como depósitos La primera aplicación de las tarjetas es la de guardar programas de TurTan. Cada tarjeta puede contener un solo programa y éste puede ser asignado dinámicamente, copiando todo lo que hay en la mesa. Para hacerlo, el programador debe poner la tarjeta sobre la mesa, lejos de la cadena de instrucciones y desbloquearla efectuando una rotación de 180 grados sobre la tarjeta. Al efectuarse la grabación del contenido de la mesa, se mostrará como una copia de las formas de las instrucciones y el dibujo resultado se encoje y se introduce virtualmente dentro de la tarjeta. Una vez mostrado este efecto, aparecerá una vista previa del programa y del dibujo al lado de ésta. Estas tarjetas al ser plastificadas, se puede escribir tantas veces se como se quiera en su dorso el nombre del programa con un rotulador (por ejemplo “dibujo de un sol”).

Para ver el contenido de las tarjetas del que se desconoce el interior, solo basta con situarlas en la mesa lo suficientemente lejos de la cadena de instrucciones (para evitar lincarla accidentalmente) y el usuario podrá observar una miniatura de lo que hay almacenado en cada tarjeta.

Tarjetas como instrucciones (subrutinas) La segunda aplicación de las tarjetas es también la más interesante. Las tarjetas, una vez llenas, pueden usarse como instrucciones. Al ponerlas en la mesa cerca de la cadena de instrucciones estas se comportaran de igual forma enlazándose a la cadena.

En este momento ejecutarán el programa guardado. De hecho se comporta como una función sin parámetros (procedimiento).

Imaginemos que dibujamos un árbol que se balancea, guardamos este programa en una tarjeta y despejamos la mesa. Ahora dibujamos una montaña, y usando la tarjeta dentro de nuestra secuencia de instrucciones, podemos crear un bosque que se balancea.

Una cosa que se debe tener en cuenta cuando se crean tarjetas para ser usadas como subrutinas es que después de ejecutarlas desde la tarjeta, el estado de la tortuga se ve alterado. Por ejemplo si una tarjeta contiene un programa compuesto por una sola instrucción Girar, al ejecutarla desde la tarjeta todas las instrucciones siguientes del programa quedaran giradas. Para corregir este efecto y devolver la tortuga a su estado anterior existe la instrucción volver al inicio.

Al cerrar las subrutinas dentro de las tarjetas con una instrucción Volver al inicio, permitimos poder llamar a estas subrutinas sin alterar el estado de la tortuga en la cadena del programa actual.

5. Interacción

5.1. Experiencia del usuario

El programador de TurTan¹, al empezar, se encuentra delante de una mesa interactiva vacía, con solo una tortuga dibujada en el medio. Alrededor de esta mesa, y fuera de la superficie interactiva, hay varios objetos transparentes de diferentes formas, con símbolos en una cara y fiduciales en la otra.

Para programar en TurTan, tendrá que construir una estructura mediante las piezas sobre la mesa; colocándolas en fila representando el flujo del programa. Instantáneamente y de forma continua mientras el programador manipula el programa, el resultado de éste será dibujado en la mesa. No le serán necesarios pasos de compilación o ejecución: el resultado instantáneo, la representación de la salida del programa, estará allí presente.

Cuando el resultado del dibujo le plazca, el Programador podrá guardar el programa en una tarjeta con un fiducial, para verlo y usarlo mas tarde en sus propios programas en el futuro. Finalmente en cuanto todas las instrucciones sean retiradas de la mesa interactiva, TurTan volverá a su estado original, con la tortuga en el medio.

En todo momento, mediante gestos, el Programador podrá inspeccionar con toda libertad el resultado del programa: ampliándolo, reduciéndolo, girándolo o trasladándolo.

5.2. Vinculación estática y dinámica

En TurTan, cuando un objeto es puesto sobre la mesa, este tiene que ser insertado en la cadena de instrucciones dependiendo de la proximidad con sus vecinos. Si por lo contrario la distancia con cualquier otro objeto es demasiado grande, este no se inserta en la cadena. Una vez tenemos un objeto vinculado en la cadena y lo movemos, se pueden tomar dos acciones diferentes:

Vinculación dinámica: es aquella vinculación que puede ser rota cuando un objeto se mueve.

Vinculación estática: es aquella que nunca se modificara aunque los objetos se desplacen al otro lado de la mesa o estén desordenados a no ser que los quitemos de la mesa.

Mientras que la vinculación dinámica nos permite variar el orden de las instrucciones dentro de la cadena fácilmente. Para TurTan hemos decidido usar la vinculación estática ya que cumple una serie de condiciones que la hacen más adecuada para un lenguaje de programación:

- En la vinculación dinámica el orden no es importante, en la estática si.
- La vinculación estática nos permite mover la cadena de instrucciones sin “peligro” a cualquier lugar de la mesa.
- Si tenemos objetos muy cercanos entre si, con la vinculación dinámica podrían variar su orden sin el consentimiento del usuario.

¹ al ser TurTan un lenguaje de programación hablaremos de programador en vez de usuario, aunque sean intercambiables en este contexto.

5.3. Capas de interacción

TurTan consiste de dos espacios de interacción distintos: el editor de programa y la salida del programa. Ambos comparten el espacio de proyección de la imagen y el área de interacción de la mesa. No hay ninguna división espacial entre las dos partes, la única división es conceptual en niveles de interacción: el editor se controla mediante objetos y la salida mediante los dedos.

Esta distinción es muy útil y efectiva. El programador nunca tendrá la duda de dónde se dirigirá una acción concreta sobre la mesa. Asimismo no hace falta crear áreas de delimitación en la interacción: no hay paneles, botones u otros elementos diseñados para la partición espacial de la interacción.

Esta forma de separación, aunque útil y efectiva, no es muy utilizada en la creación de superficies interactivas, muchas veces dominadas por los dedos solamente, y no siempre multi-táctiles. Posiblemente a causa de las influencias de WIMP y por tanto de la dictadura del ratón en la mente de los diseñadores de interfaces.

La interacción en la capa de la salida del programa utiliza movimientos de dedos para trasladar, rotar y escalar el dibujo creado por la tortuga. Con un solo dedo podemos trasladar todo el dibujo sin cambiar su tamaño u orientación: al arrastrar el dedo por la mesa, el punto del dibujo situado bajo el dedo tenderá a mantenerse siempre debajo de él. De forma análoga a la anterior, utilizando dos dedos, la imagen deberá rotarse, trasladarse y escalarse para mantener los puntos asociados directamente bajo los dedos respectivos. Este tipo de manipulación de espacios es muy intuitiva y suele implementarse en cualquier tipo de aplicación multi-táctil de una forma u otra.

La interacción en la capa de edición ya ha sido bastante explicada en secciones anteriores. Los objetos, al ponerse sobre la mesa, reciben un aura de color que permite confirmar su correcto reconocimiento por parte del sistema. También automáticamente se conectan las piezas, mediante líneas continuas, usando un algoritmo de vinculación estática. Una propiedad que merece ser explicada mas a fondo es el mapeo de los ángulos de las instrucciones en sus parámetros, esencial para el buen control del programa.

5.4. Mapeo de ángulos

Al mapear los ángulos a parámetros, se tuvieron que tomar varias decisiones en el diseño, dada la naturaleza diversa de los parámetros de las instrucciones: inexistentes, continuos, infinitos, acotados, enteros, binarios...

En primer lugar tenemos que tomar la decisión que el ángulo absoluto no es importante. Dado que todos los parámetros pueden tener un valor inicial y que las piezas no dan ningún tipo de información de orientación (debemos pensar que la superficie es redonda y que por lo tanto cualquier indicación de orientación en las piezas sería fútil) es poco útil tener en cuenta su ángulo absoluto. Así el valor básico usado para el mapeo será el ángulo relativo más que el ángulo absoluto.

Siguiendo esta primera aproximación pudimos mapear los incrementos en el ángulo del objeto, $\Delta\alpha$, en incrementos en el parámetro de la instrucción, $\Delta\beta$. Podemos notar esta relación de la forma siguiente:

$$\Delta\beta = k\Delta\alpha$$

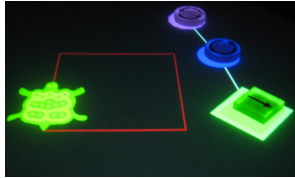
Esta forma de mapeo demostró tener bastantes problemas a la hora de modificar parámetros en ciertas situaciones. Por ejemplo, dentro de un bucle una instrucción de girar puede tener un gran impacto sobre el resultado final: el programador necesita una gran precisión. Por otro lado fuera de un contexto de repetición, el giro deseado puede ser extenso. Para poder conseguir esta versatilidad debemos hacer una transformación no lineal $f(x)$ de los incrementos del parámetro que permitan que manteniendo que $sign(\Delta\alpha) = sign(\Delta\beta)$, para valores pequeños de $\Delta\alpha$ se cumpla $f(\Delta\beta) < k\Delta\beta$ y para valores grandes de $\Delta\alpha$ se cumpla $f(\Delta\beta) > k\Delta\beta$. Esta función $f(x)$ podría ser:

$$\Delta\beta = sign(\Delta\beta) \frac{\Delta\alpha^2}{t}$$

donde t es el valor de $\Delta\alpha$ donde $\Delta\beta = \Delta\alpha$, y nos indica donde cambia el comportamiento de precisión a potencia.

6. Ejemplos de programas

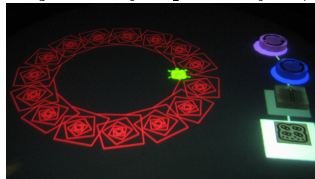
Ejemplo con instrucciones solas:



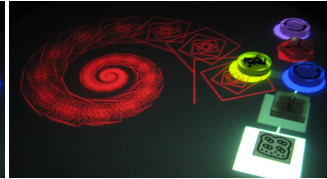
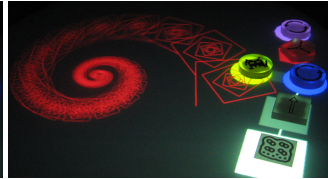
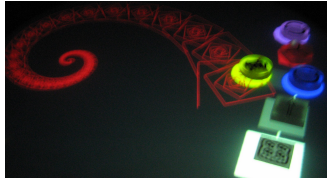
: avanzar X, rotar 90º, repetir 3 veces.

Ejemplo con tarjetas:

Contenido de la tarjeta: Programa ejemplo: tarjeta,avanza,rota,repite.



Ejemplo con modificadores: modificando el ángulo con un oscilador sinusoidal.



7. Trabajo futuro

Esta no será la última iteración de TurTan. Aún hay problemas que resolver y oportunidades de aprovechar para ampliar sus capacidades.

- Edición de programas guardados** Hemos introducido un método para guardar programas y subrutinas, pero una vez guardada en una tarjeta, una secuencia ya no puede ser modificada. Debemos encontrar una solución a este problema de la forma mas intuitiva y coherente que sea posible.
- Edición de modificadores** Ahora que hemos introducido el concepto de modificador, debemos inventar un sistema fácil para aprovecharlo. Quizás no baste en crear diferentes tipos de osciladores, poder extender los modificadores para añadir comportamientos complejos por parte de los usuarios sería muy potente y útil.
- En educación** Aunque presentamos TurTan como herramienta para poder aprender conceptos básicos de la programación, no se han hecho pruebas formales al respecto para confirmar su utilidad en este aspecto.
- En vídeo-jockey** Una de las posibilidades que se abren con la personalización de los modificadores podría ser la fácil creación de dibujos animados al ritmo de una música por ejemplo. Siendo los dibujos de TurTan visualmente agradables, y siendo TurTan una aplicación de dibujo y animación en tiempo real creemos que una buena idea utilizarlo para vídeo-jockey.

Referencias

1. W. Feurzeig, S. Papert, Mo Bloom, R. Grant, and C. Solomon. Programming-languages as a conceptual framework for teaching mathematics. In *the National Science Foundation*, 1969.
2. D. Gallardo, C.F. Julia, and S. Jorda. TurTan: A tangible programming language for creative exploration. In *3rd IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human Computer Systems, 2008. TABLETOP 2008*, pages 89–92, 2008.
3. M.S. Horn and R.J.K. Jacob. Designing tangible programming languages for classroom use. In *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*, pages 159–162. ACM New York, NY, USA, 2007.
4. Hornecker, Eva and Buur, Jacob. Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction. In *Proceedings of ACM CHI 2006 Conference on Human Factors in Computing Systems*, volume 1 of *Designing for tangible interactions*, pages 437–446, 2006.
5. Sergi Jordà, Gunter Geiger, Marcos Alonso, and Martin Kaltenbrunner. The reactable: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces. In Brygg Ullmer and Albrecht Schmidt, editors, *Tangible and Embedded Interaction*, pages 139–146. ACM, 2007.
6. Yvonne Rogers Paul Marshall and Eva Hornecker. Are tangible interfaces really any better than other kinds of interfaces? In *Pervasive Interaction Labthe*, Open University, Milton Keynes, MK7 6AA, UK, 2007.
7. R. Poynor. The hand that rocks the cradle. *ID-The International Design Magazine*, 1995.
8. B. Schiettecatte and J. Vanderdonckt. AudioCubes: a distributed cube tangible interface based on interaction range for sound design. In *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction*, pages 3–10. ACM New York, NY, USA, 2008.
9. B. Ullmer, H. Ishii, and D. Glas. mediaBlocks: physical containers, transports, and controls for online media. In *Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pages 379–386. ACM New York, NY, USA, 1998.

Un método de Evaluación de la Colaboración para Procesos de Aprendizaje Soportado por Videojuegos

Natalia Padilla Zea¹, José Luís González Sánchez¹, Francisco L. Gutiérrez¹, César A. Collazos²

¹Laboratorio de Investigación en Videojuegos y E-Learning - Grupo GEDES. Universidad de Granada, España. {npadilla, joseluisgs, fguiterr}@ugr.es

²Grupo IDIS, Departamento de Sistemas de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad del Cauca, Colombia. ccollazo@unicauca.edu.co

Resumen. Existen numerosos estudios que evalúan el aprendizaje colaborativo a partir de la solución obtenida (nivel de conocimiento alcanzado por el estudiante durante su proceso de aprendizaje). Sin embargo, es importante evaluar no sólo el producto final, sino el proceso seguido por el grupo para obtener dicha solución (actividades realizadas y relaciones ocurridas durante el proceso de aprendizaje). Nuestra propuesta pretende alcanzar medidas lo más cuantitativas posibles acerca de este proceso de aprendizaje colaborativo con el principal objetivo de estudiar las relaciones que aparecen dentro del grupo a través de la interacción con un videojuego. Estas relaciones se estudian a partir de los mensajes que aparecen a lo largo del aprendizaje grupal. Para favorecer el proceso de análisis, en este trabajo presentamos un método que permite determinar el contexto en el que ocurren dichos mensajes, el cual nos permitirá clasificarlos de acuerdo a una categorización de mensajes previamente realizada. Con la inclusión del contexto pretendemos facilitar el análisis del proceso de colaboración ocurrido durante el aprendizaje, o en nuestro caso, durante el proceso de juego.

Palabras Clave: CSCL, aprendizaje soportado por videojuegos, evaluación de la colaboración.

1 Introducción

Existen varias líneas de investigación que abogan por el uso de los videojuegos como herramientas de aprendizaje debido a las ventajas que éstos aportan a la atención y motivación de los alumnos y que redundan en el aumento del éxito escolar y las habilidades cognitivas, mejorando también su motivación, atención y concentración [1,2]. Otra característica que mejora el proceso de aprendizaje es la sociabilidad. Por medio de las interacciones sociales se adquieren diferentes habilidades y se fomentan, entre otras cosas, las actitudes de respeto y tolerancia [3]. En el caso de la educación, la interacción social permite a los estudiantes tener diferentes visiones del concepto que están estudiando y como consecuencia, se disminuye la tendencia a simplificar los conceptos complejos durante el proceso de aprendizaje.

En el ámbito del aprendizaje colaborativo el aprendizaje ocurre por medio de la relación entre los miembros del grupo. Por ello, el análisis de esta interacción es

especialmente importante para comprender el proceso que han seguido los alumnos en su proceso de aprendizaje. Además, este aprendizaje se va a realizar en dos ámbitos: por un lado, los contenidos educativos propiamente dichos (“colaboración para aprender”), y por otro, el manejo adecuado de la interacción para que el grupo funcione (“aprender a colaborar”) [4,5]. De hecho, este aprendizaje no se realiza por medio de la interacción, sino que está constituido por ella [6]. De esta forma si podemos obtener información acerca de la calidad de la interacción mientras los jugadores están jugando (o lo que es lo mismo, mientras los alumnos están aprendiendo), podríamos usar dicha información para hacer el proceso de aprendizaje más efectivo.

Existen diversas investigaciones relacionadas con el análisis de la interacción en procesos de aprendizaje colaborativo. Hay dos grandes grupos de metodologías que nos permiten hacer una primera clasificación de los trabajos: metodologías cualitativas y cuantitativas. Las *cualitativas* basan sus resultados en el estudio de las respuestas que obtienen de los participantes en el experimento, las cuales proceden de cuestionarios, entrevistas, observaciones, etc. Por su parte, las *cuantitativas* se concentran en los valores numéricos de la experimentación, de tal forma que pueden asignar uno o más valores que caractericen la colaboración que ha tenido lugar en los grupos. Debido los requerimientos de nuestra investigación, las metodologías cuantitativas son las que mejor cubren nuestras necesidades, ya que nos permiten clasificar la actividad de los grupos en función de un parámetro numérico. Como caso particular, se destaca el uso del Análisis de Redes Sociales (en inglés, Social Network Analysis - SNA), el cual aporta un conjunto de operadores y representaciones que facilitan la comprensión de resultados. Dentro del grupo de metodologías cuantitativas podemos encuadrar los trabajos de Collazos et al. [5], Nurmela et al. [7] o Aviv et al. [8], entre otros.

En los sistemas de Aprendizaje Colaborativo Mediado por Computador (en inglés, Computer-Supported Collaborative Learning - CSCL) aparecen tres tipos de actividades entre los miembros del grupo: comunicación, colaboración y coordinación. Tomando como punto de partida estas actividades y considerando como elemento básico de análisis los mensajes que aparecen entre los integrantes del grupo durante los procesos de aprendizaje colaborativo, nuestro primer paso ha sido proponer una definición y tipificación de dichos mensajes [9]. Los mensajes de *comunicación* son aquellos cuya intención es informar acerca de algo, por ejemplo, preguntas y respuestas, mecanismos para compartir la información, comprobación de la actuación de los miembros del grupo o mensajes sociales, los cuales no tienen relación directa con el juego pero nos hablan acerca de las relaciones que existen dentro del grupo. Mensajes de *colaboración* son aquellos que tienen lugar durante una situación colaborativa, tales como proponer actuaciones, solicitar ayuda o recursos. Por último, los mensajes de *coordinación* son los que utilizamos para organizar los métodos y estrategias para alcanzar un objetivo final, incluyendo decisiones o planificación de tareas, por ejemplo.

Cuando estudiamos estos mensajes en el ámbito de los videojuegos colaborativos de carácter educativo, vemos que los jugadores realizan acciones a lo largo del juego que contienen intenciones respecto al grupo. Teniendo en cuenta este hecho y con el objetivo de generalizar nuestro método de análisis, entendemos que estos mensajes pueden aparecer durante la utilización de herramientas de comunicación habituales,

como son los chats o los e-mails, pero también en actividades como la toma de decisiones que ocurren a lo largo del proceso de juego. Este último grupo de mensajes debe ser definido y especificado en cada fase, nivel y actividad del videojuego.

Nuestro objetivo es clasificar los mensajes de acuerdo a la tipificación comentada, pero se necesita alguna información adicional que nos permita situar la acción del jugador para saber lo que se está haciendo en cada momento. Así, con esta propuesta se pretende obtener medidas que nos permitan evaluar el trabajo en grupo durante el proceso de aprendizaje a través del estudio de las relaciones que aparecen dentro de los grupos y teniendo en cuenta el contexto de cada acción.

El resto del artículo se organiza como sigue: En la sección 2 se describen los elementos que debe contener el contexto en los videojuegos colaborativos; la sección 3 muestra un modelo de tareas que permite representar dicho contexto. A continuación se explica la forma en que dicho contexto se utiliza para el análisis de la interacción y se aplica en un ejemplo en la sección 5. Para finalizar, se expone un conjunto de conclusiones y trabajos futuros.

2 Introducir el Contexto en el Análisis de la Interacción

Generalmente, los métodos de evaluación parten de un fichero o archivo de log que contiene medidas sobre los procesos que son objeto de estudio. Sin embargo, el diseño de la información que se va a incluir es uno de los puntos clave para que el estudio tenga éxito. En nuestro caso, además de la información relativa al mensaje, tal como el emisor, el receptor y la marca de tiempo, típica en el diseño de ficheros de log, se necesita un conjunto de información adicional que permita hacer una asignación correcta a cada categoría. Este conjunto de información adicional será lo que se denominará *contexto* y se describirá a continuación.

Si miramos las relaciones interpersonales que ocurren a nuestro alrededor, se puede observar cómo algunas conversaciones, conceptos u opiniones pueden ser malinterpretados si no sabemos de lo que se está hablando. Este razonamiento puede aplicarse también a los sistemas de aprendizaje colaborativo, por lo que será necesario poner especial cuidado en su diseño para que la información relativa a la actividad u objetivo perseguido pueda ser obtenida adecuadamente y podamos así situar la acción en el contexto en que se ha realizado.

En investigaciones de lingüística y lenguaje natural, el *contexto* se ha utilizado como medio para establecer el significado de una frase. Por ejemplo, si decimos “me gusta jugar con mi hermana”, se asume que mi hermana y yo estamos jugando juntos y no que ella es un juguete [10]. En el área de computación sensible al contexto, el contexto suele estar relacionado con las condiciones de “computación” en las que el usuario está inmerso (actividad de la red, ancho de banda de la comunicación y recursos cercanos), sus condiciones “personales y sociales” (localización de los usuarios, personas alrededor y situación social), la “información” asociada (excursiones guiadas, mapas para turistas, etc.) o condiciones “físicas” del entorno de los usuarios (luces, sonido, etc.). Otros identifican contexto *primario* (localización, entidad, actividad y tiempo) y contexto *más complejo*, derivado del primero [11].

Partiendo de las investigaciones de Gutwin y Greenberg [12] acerca de los elementos necesarios para reflejar el awareness en sistemas colaborativos (quién, qué dónde, cómo, cuándo) y adaptándolos a los procesos de aprendizaje colaborativos, pensamos que la situación de juego (*contexto*) puede estar definida por:

- *Los miembros del grupo que están trabajando en la tarea:* Es importante determinar si el receptor del mensaje ha sido seleccionado de entre otros o es el único que está en esa situación. Hace referencia al liderazgo o no de un miembro dentro del grupo.
- *Los miembros del grupo que están intercambiando mensajes:* Son el emisor y el receptor del mensaje que estamos estudiando.
- *La tarea que se está realizando:* Necesitamos conocer el modelo de tareas para identificar la tarea en la que se está trabajando.
- *El objetivo que se intenta alcanzar:* De forma similar, necesitamos saber qué objetivo se quiere conseguir y cómo está relacionado con la tarea realizada.
- *El punto del juego en el que se encuentran:* Puesto que están aprendiendo por medio de un videojuego, es útil conocer la fase o nivel en el que están los jugadores.
- *Recursos usados y disponibles:* Aunque sabemos qué herramientas han sido utilizadas para producir el mensaje, queremos saber si había otras opciones, con objeto de determinar si el emisor usa varios medios de comunicación cuando éstos están disponibles o no.

Por lo tanto, para poder realizar un análisis adecuado en el caso particular de las actividades de aprendizaje colaborativo, es necesario especificar toda esta información en el fichero de log. Incluir los objetivos y las relaciones de estos con las tareas es especialmente importante cuando varios compañeros están colaborando en una tarea. En estos casos, las tareas suelen estar desestructuradas, ya que es parte del trabajo del grupo decidir cómo y cuándo realizan cada una, lo cual dificulta el análisis. Podemos analizar si los objetivos han sido alcanzados y asumir que ello implica que las tareas relacionadas con estos objetivos han sido también superadas. Entonces, para analizar el proceso de aprendizaje es necesario incluir el contexto y, tal como dijimos anteriormente, es necesario modelar dichos elementos.

3 Modelado de Tareas en un Videojuego Colaborativo

Puesto que nuestro interés se centra en los sistemas colaborativos en general y en los videojuegos educativos colaborativos en particular, se necesita un conjunto de modelos que nos permita mostrar todas las características de este tipo de sistemas de forma sencilla. Asumimos que el elemento básico de este tipo de sistemas es la tarea [13], por lo que los modelos que los representen deben permitir también representar estas tareas y el contexto en que se realizan dichas tareas.

Un videojuego puede representarse por un conjunto de retos que los jugadores deben superar para satisfacer el objetivo principal. Debido a la naturaleza de los videojuegos en los que nos centramos, tendremos uno o varios objetivos a nivel educativo y otros a nivel de las propias mecánicas y metas del videojuego, de tal forma que se puede considerar que tenemos dos árboles: uno de objetivos didácticos

que van a estar mapeados sobre otro de objetivos del videojuego. Para superar el videojuego, los jugadores deberán realizar un conjunto de tareas, que suelen estar relacionadas entre sí. Estas relaciones pueden ser de varios tipos: de tiempo, de uso compartido de recursos, de apertura de nuevas fases...

Aunque las tareas están diseñadas para satisfacer uno u otro tipo de objetivos, los jugadores sólo realizan tareas a nivel de videojuego, ya que las tareas educativas estarán implícitas en éstas. Así, una tarea puede contribuir a la satisfacción de uno o más objetivos y un objetivo puede necesitar de la realización de varias tareas para ser satisfecho. Por otra parte, existe un conjunto de herramientas que el jugador puede utilizar durante la resolución de las tareas, por lo que esta información también deberá representarse en nuestro modelo. Finalmente, de acuerdo con nuestra definición de contexto, es necesario mostrar qué jugadores están realizando cada tarea.

Considerando nuestras necesidades y restricciones, hemos decidido usar la notación ConcurTaskTrees (CTT) [14] ya que nos permite representar fácilmente aplicaciones colaborativas de medio o gran tamaño indicando el orden temporal y las restricciones entre tareas.

Para conseguir que los videojuegos actúen como herramienta CSCL, es necesario que los contenidos educativos estén escondidos dentro de contenidos divertidos. Para alcanzar este objetivo tenemos que diseñar las tareas del videojuego por una parte y las tareas educativas por otra, pero manteniendo una fuerte relación entre ellas. Por esta razón, vamos a usar un modelo de tareas en dos niveles: Representamos el modelo de tareas educativo en el nivel inferior y el modelo de tareas del videojuego en el nivel superior. Hemos denominado L_V al nivel de videojuego y L_E al nivel educativo. Además, denominaremos tv_i a las tareas incluidas en L_V y te_i a las tareas incluidas en L_E .

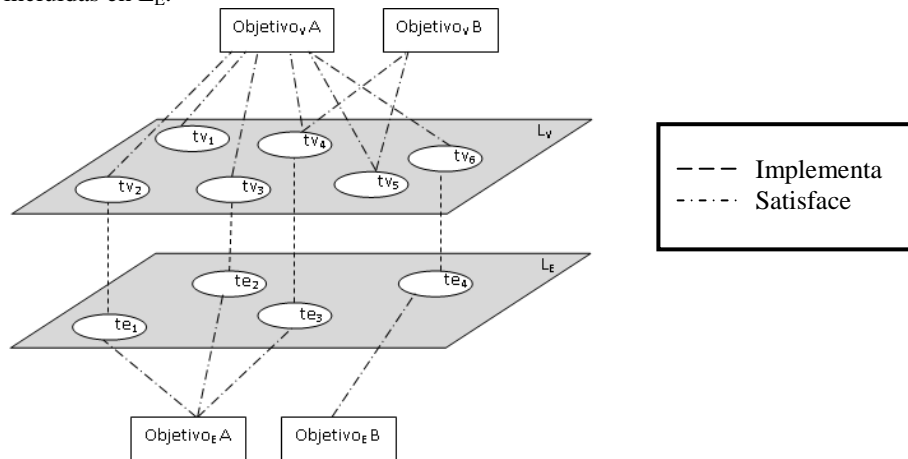


Fig. 1. Modelo de tareas de dos niveles para videojuegos educativos colaborativos.

La relación entre las tareas de uno y otro plano se denomina “implementación”. Decimos que tv_B implementa te_A si la acción tv_B en el videojuego está destinada a enseñar la acción te_A en el nivel educativo y lo indicamos con una línea discontinua que las une (ver Fig 1). De esta forma, es necesario que para cada tarea en L_V haya (al

menos) una tarea en L_E que la implemente. Podemos expresarlo de la siguiente manera:

$$tv_i \in L_V, te_j \in L_E, \text{ entonces } \forall j \exists i \mid tv_i \text{ implementa } te_j \quad (1)$$

Como se observa en la Fig 1, cada tarea en L_V puede satisfacer uno o más objetivos del videojuego. De forma análoga, una tarea en L_E puede satisfacer uno o más objetivos de aprendizaje. Además, vemos cómo las tareas de L_V pueden o no estar relacionadas con tareas en L_E , pues existirán tareas que sean puramente lúdicas, sin que haya un contenido educativo inmerso en ellas.

Además de las relaciones entre niveles, podremos encontrar relaciones entre las tareas dentro de un nivel. Este tipo de relaciones no aparecen reflejadas en la figura, pero se modelan usando la notación CTT. Presentamos un ejemplo de estas relaciones en la sección 5. Otro elemento que representamos en este modelo es el conjunto de herramientas disponibles para la realización de las tareas. Este conjunto es estático, pues está asociado a cada tarea y nos permite conocer si los jugadores han usado o no todas las herramientas disponibles. El conjunto de herramientas que, efectivamente, se han usado es un elemento dinámico, por lo que forma parte de la información que debemos incluir en el fichero de log y constituye otro elemento de análisis.

4 Aplicando el Contexto al Análisis de la Interacción

Una vez que se ha definido y modelado nuestro contexto, es necesario definir cómo usarlo. Típicamente, el fichero de log contiene información acerca del tiempo, el emisor, el receptor y el mensaje enviado. De acuerdo con la propuesta presentada en este trabajo, necesitamos añadir los siguientes elementos:

- *Identificación de tareas*: Es importante saber qué están intentando hacer los jugadores para poder clasificar los mensajes enviados. Sin embargo, puesto que una tarea puede estar relacionada con varios objetivos, debemos incluir también la *identificación del objetivo*. Sabremos el objetivo al que nos referimos mirando la fase y el nivel del videojuego.
- *Integrantes del grupo* que están trabajando en la misma tarea.

Para hacer más fácil el análisis del contexto en el que se realizan las tareas vamos a añadir al videojuego información sobre los modelos que describen el aspecto lúdico y el educativo, sus relaciones y los objetivos definidos, tanto a nivel del videojuego como de contenidos educativos. Para cada jugador, en tiempo de juego, se llevará su contexto en base al punto de los modelos en los que se encuentre. De forma similar, será necesario mantener un contexto del grupo que nos permita conocer el estado general de sus tareas. Debido al carácter colaborativo de los videojuegos que son objeto de estudio y a la existencia de objetivos de carácter grupal, el contexto del grupo no siempre será la suma de los contextos individuales de los miembros de dicho grupo.

Partiendo de la captura de mensajes que hacemos en tiempo de juego, de la información del contexto de cada jugador y de los grupos en los que participa, podemos realizar una clasificación “enriquecida” de los mensajes y posteriormente un

análisis de la colaboración (o análisis del proceso de aprendizaje). Esta evaluación se realizará por medio de herramientas de Análisis de Redes Sociales el cual nos permite representar gráficamente las interacciones ocurridas durante las actividades colaborativas del videojuego y calcular varios índices acerca de las características de la red. Puesto que tenemos tres elementos principales en el nivel más alto de interacción, podemos observar las relaciones en cada uno de estos niveles y después construir otras redes de más bajo nivel, si las necesitamos. Existen varias herramientas que realizan estas operaciones pero la más común es UCINET [15] que ya ha sido utilizada en otros trabajos de análisis de la interacción, por ejemplo [16, 17].

El objetivo de estas medidas es obtener una visión global de la calidad de la interacción en cada grupo. A partir de esta información podremos tomar una de las siguientes medidas:

- *No hacer nada*: Una vez que tenemos los resultados, éstos se presentan al profesor sin añadir nada más.
- *Enviar alertas al profesor*: Añadimos algunos consejos para el profesor con objeto de modificar o mejorar algunas relaciones.
- *Enviar alertas a los estudiantes*: Los estudiantes / jugadores recibirán algunas sugerencias acerca del compañero o compañeros que pueden ayudarle.
- *Interactuar con los estudiantes por medio de jugadores “ficticios” o asistentes*: El videojuego puede incorporar algunos jugadores ficticios o magos que dan consejo a los jugadores cuando los necesitan o los guían cuando tienen que modificar alguna de sus actuaciones o actitudes.

5 Un Ejemplo de Uso: Leoncio y sus Amigos

Este videojuego [18] está diseñado para niños entre 3 y 4 años, agrupados de 5 en 5. El objetivo del videojuego es rescatar a los amigos de Leoncio, que han sido secuestrados por el malvado Perfecte. El nombre de cada uno de los amigos de Leoncio empieza con una vocal diferente y las actividades que se realicen para cada uno de sus rescates estarán relacionadas con dicha vocal. El equipo gana cuando vence al malvado Perfecte por medio de los retos en grupo. Nuestro mundo está compuesto por 5 islas, que son las fases. Al comienzo del juego se asigna una vocal a cada uno de los 5 jugadores. La vocal que se asigna al principio será la que se aprenda a lo largo de la partida. Las fases se corresponden con diferentes contenidos procedimentales y la dificultad de las actividades la controlamos en los niveles. Si la vida común se agota, el juego finaliza. Para mantener la conciencia de grupo el videojuego muestra la situación y el progreso de los miembros del grupo. El color de fondo corresponde con el color de la camiseta de cada Leoncio.

En la Fig. 2 podemos ver el modelo de tareas CTT para el proceso de aprendizaje de las vocales. La tarea “Aprender vocales” puede repetirse varias veces y los estudiantes pueden aprender todas las vocales a la vez dentro del grupo. En nuestro caso, cada miembro puede aprender una vocal cada vez. Además, hemos representado tres áreas principales del aprendizaje para cada vocal: cómo escribirla, cómo suena y cuál es el pictograma relacionado (el nombre del pictograma empieza con esta vocal).

Después de aprender todas las vocales tenemos un proceso de evaluación, a través del cual se realizarán algunas adaptaciones para mejorar el proceso.

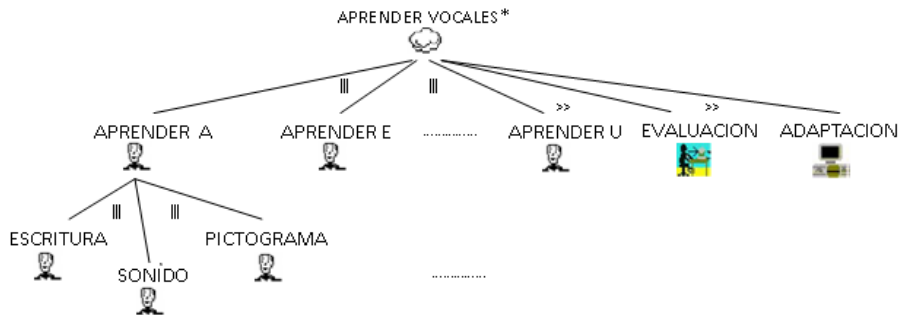


Fig. 2. Modelo de tareas CTT para el proceso de aprendizaje de las vocales.

Puesto que el aprendizaje se va a realizar por medio de nuestro videojuego “Leoncio y sus amigos”, es necesario tener algunas tareas en el nivel del videojuego que implementen las tareas a nivel educativo. De esta forma, cuando los miembros del grupo han superado el reto principal del videojuego (vencer al malvado Perfecte), podemos asumir que han aprendido las vocales. Cuando los estudiantes aprenden los contenidos en cada nivel o fase, obtienen herramientas para avanzar en el videojuego. En la Fig. 3 podemos ver el modelo de tareas CTT para el videojuego.

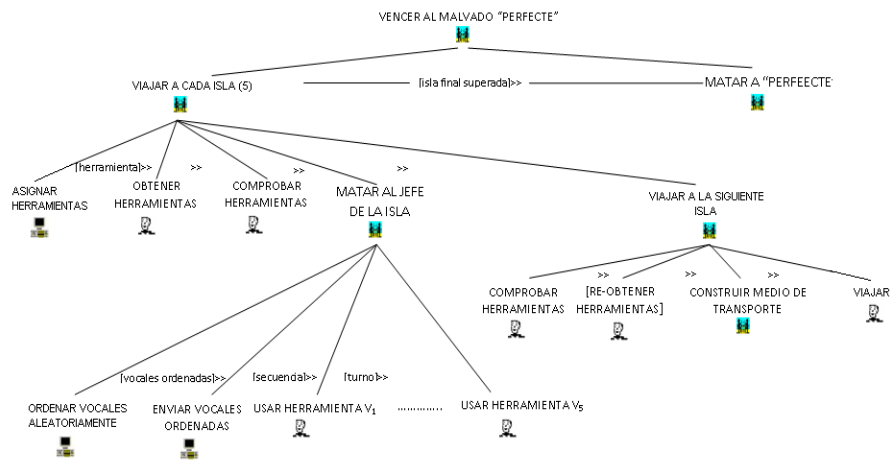


Fig. 3. Modelo de tareas CTT para el videojuego “Leoncio y sus amigos”

En el modelo de tareas del videojuego, la tarea “Viajar a la siguiente isla” se repite 5 veces, modelando así las 5 islas del videojuego. Para viajar de una isla a la siguiente todos los miembros del grupo tienen que obtener sus herramientas y usarlas para vencer al jefe de la isla. Durante el viaje a la siguiente isla se realiza la evaluación del aprendizaje adquirido: si alguno de los estudiantes no ha superado los objetivos de aprendizaje deberá obtener una nueva herramienta para poder construir el medio de transporte.

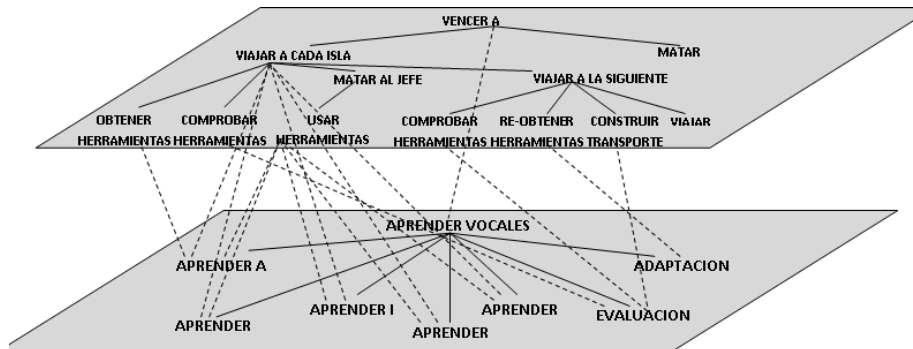


Fig. 4. Modelo de tareas de 2 niveles para el videojuego “Leoncio y sus amigos”

Ambos modelos deben tener una relación entre sí que nos permita identificar la correspondencia entre los contenidos educativos y lúdicos. Esta relación se muestra por medio del modelo de tareas en 2 niveles que describimos en la sección 3 (ver Fig. 4). Como se puede observar, existen actividades de aprendizaje que se implementan por distintas tareas en el videojuego y dichas tareas están en distintos puntos del árbol. Lo cual permite que el alumno refuerce los conocimientos en distintas fases del juego.

6 Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo hemos presentado la necesidad de introducir información adicional que nos permita conocer las características de las acciones que rodean la actividad colaborativa. A esta información adicional la hemos llamado *contexto*. Para obtener y poder usar posteriormente durante el análisis el contexto, pensamos que es necesario modelar tanto las tareas educativas como las del juego, para lo que hemos elegido la notación CTT y la hemos usado en el ejemplo “Leoncio y sus amigos”.

Actualmente, se está trabajando en el uso de los ficheros enriquecidos de log para analizar el proceso de aprendizaje colaborativo y sugerir cambios a los miembros del grupo mediante jugadores ficticios mientras juegan. Aunque en principio el método de análisis está pensado para trabajar de forma asíncrona, una vez que se han finalizado las actividades de colaboración y se ha procedido a capturar la información de mensajes y su contexto, estamos trabajando en incorporar este mecanismo a un agente software que pueda formar parte del juego y que de forma síncrona y en tiempo de juego pueda realizar análisis, inferir conclusiones sobre el proceso de aprendizaje y actuar en sobre el grupo o el juego e informar en tiempo real de situaciones problemáticas.

Agradecimientos. Este trabajo está financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, como parte del proyecto DESACO (TIN2008-06596-C02-2) y el programa F.P.U. y por el proyecto Microsoft Research Project Fund, Grant R0308LAC001

Referencias

1. McFarlane, A., Sparrowhawk, A., Heald, Y. Report on the educational use of games: An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process. Cambridge, U.K.: TEEM (Teachers Evaluating Educational Multimedia) (2002)
2. Nussbaum, M., Rosas, R., Rodríguez, P., Sun, Y., Valdivia, V.: Diseño, Desarrollo y Evaluación de Video Juegos Portátiles Educativos y Autorregulados. *Ciencia al Día* 3(2), 1--19 (1999)
3. Feltovich, R. J., Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, J.: Collaboration within and among Minds: Mastering Complexity, Individually and in Groups. En: Timothy Koschmann (eds.) *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*, capítulo 2, pp. 25--44. Erlbaum, Mahwah, NJ (1996)
4. Soller, A., Lesgold, A.: Knowledge acquisition for adaptive collaborative learning environments. En: *AAAI Fall Symposium: Learning How to Do Things*, pp. 57--64 (2000)
5. Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Pino, J. A., Renzi, S., Klobas, J., Ortega, M., Redondo, M. A., Bravo, C.: Evaluating Collaborative Learning Processes using System-Based Measurement. *Educational Technology & Society*, 10(3), 257-274 (2007)
6. Suthers, D.: Technology affordances for intersubjective learning: A thematic agenda for CSCL. En: *International Conference of Computer Support for Collaborative Learning (CSCL)*, pp. 662--671 (2005)
7. Nurmela, K., Lehtinen, E., Palonen, T. "Evaluating CSCL Log Files by Social Network Analysis". *Proceedings of the 1999 Conference on computer Support for collaborative Learning*. Palo Alto, California (1999).
8. Avit, R., Erlich, Z., Ravid, G. "Network analysis of cooperative learning". *Proceedings of the 4th ICICTE*, Samos Island, Greece (2003)
9. Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L., Cabrera, M. J., Paderewski, P.: From CSCL to VGSL: A new approximation to Collaborative Learning. En: *1st International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, pp. 329--334 (2009)
10. Alarcón, R., Collazos, C. A., Guerrero, L. A.: Distributed Shared Contexts. En: Springer Berlin / Heidelberg (eds.) *Mobility Aware Technologies and Applications Workshop (MATA)*. LNCS, vol. 3284, pp. 27--36. Springer Verlag, Florianopolis, Brazil (2004)
11. Dey, A., Abowd, G., Salber, D.: A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. *Human Computer Interaction* 16, 97--166 (2001)
12. Gutwing, C., Greenberg, S.: A descriptive framework of workspace awareness for Real-Time Groupware. En: *Computer Supported Cooperative Work* 11, pp. 411-446 (2002)
13. Gutiérrez, F.L., Penichet, V., Isla, J. L., Montero, F., Lozano M.D., Gallud J.A., Rodríguez M.L.: Un marco Conceptual para el Modelado de Sistemas Colaborativos Empresariales. *VII Congreso de Interacción Persona Ordenador (AIPO)*, Puertollano, Ciudad Real, España, pp. 269 - 278. (2006) ISBN 84-690-1613-X
14. Paterno, F.: Formal Reasoning about Dialogue Properties with Automatic Support. *Interacting with Computers* 9, 173--196 (1997)
15. Borgatti, S., Everet, M. Freeman, L.: *UCINET 5.0 Version 1.00* Natick: Analytic Technologies (1999)
16. Cho, M., Stefanone, M., Gay, G: Social information sharing in a CSCL community. En: *Computer Support for Collaborative Learning (CSCL)*, pp. 43--50 (2002)
17. Haythornthwaite, C.: Networks of information sharing among computer-supported distance learners. En: *Computer Support for Collaborative Learning (CSCL)*, pp. 218--222 (1999)
18. Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L., Cabrera, M. J., Paderewski, P.: Design of Educational Multiplayer Videogames. A Vision from Collaborative Learning. *Special Issue of Advances in Engineering Software*. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2009.01.023 (2009)

Diseño de una Plataforma Móvil de Apoyo al Aprendizaje Cooperativo en Educación Especial

Álvaro Fernández, Carlos Rodríguez, María José Rodríguez-Fórtiz

Grupo de Investigación GEDES, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos,
Universidad de Granada, E.T.S. Ingeniería Informática y de Telecomunicación,
18014 Granada, España
{alvarofernandez, carlosrodriguez, mjfortiz}@ugr.es

Abstract. El trabajo cooperativo ayuda a los alumnos a aprender normas de comportamiento, tolerar a sus compañeros y educadores o tomar decisiones. En el caso de alumnos con necesidades educativas especiales puede ayudar a la socialización de los mismos, mejorando la comunicación e integración en su entorno. En este artículo proponemos una plataforma para proporcionar aprendizaje guiado y cooperativo a través de actividades educativas, que se ejecutan en dispositivos móviles iPhone y iPod Touch y diseñadas para usarse en Educación Especial, adaptando el contexto educativo a las necesidades y capacidades del alumno, ofreciendo además una enseñanza individualizada.

Keywords: discapacidad, adaptación al usuario, aprendizaje cooperativo, juegos educativos, dispositivos móviles

1 Introducción

Con cierta frecuencia los alumnos con necesidades educativas especiales tienen dificultad para integrarse con el resto de sus compañeros, produciéndose problemas de aislamiento. Uno de los principales objetivos en las aulas es mejorar el comportamiento de estos alumnos y sus relaciones con su entorno social. La necesidad de generar estrategias y mecanismos alternativos al sistema tradicional de enseñanza en el caso de personas con necesidades especiales, nos lleva al estudio de nuevos métodos y mecanismos de enseñanza que favorezcan las destrezas cognitivas, tiempo de dedicación y motivación, así como el entrenamiento de habilidades o conceptos que permitan superar las deficiencias de forma amena.

Las actividades de aprendizaje que se emplean en educación especial son similares a las usadas en educación primaria. Sin embargo, es necesaria la adaptación de las mismas debido a que los alumnos de un aula pueden tener diferentes síndromes y patologías, con distintas capacidades y habilidades. Su ritmo de trabajo y necesidades de aprendizaje necesitan ser también diferentes, lo que conlleva la individualización del proceso de aprendizaje, pero al mismo tiempo los alumnos deben aprender a

interactuar entre ellos, preparándolos para que en un futuro puedan realizar las tareas diarias e integrarse en la sociedad.

El aprendizaje cooperativo [1] es un método pedagógico que aplica algunas de las ideas del constructivismo social, un paradigma psicopedagógico basado en las teorías de Vigotsky y Piaget. Este modo de aprendizaje requiere que los alumnos trabajen juntos en una tarea común, compartan información y se apoyen mutuamente. Esto promueve el proceso de crecimiento personal, desarrollando el potencial de cada individuo para aprender por sí mismo o con otros en diferentes situaciones. En Educación Especial es muy importante el papel del educador, el cual prepara y asigna las tareas de grupo, controla el tiempo y los materiales y supervisa el aprendizaje [2].

1.1 Antecedentes: la Plataforma Sc@ut

Con el objetivo de apoyar en el aula y conseguir una enseñanza individualizada e integradora, surgió el proyecto Sc@ut [3], en el que hemos trabajado con personas con necesidades especiales desarrollando sistemas de comunicación para aprendizaje individual, incluyendo videojuegos [4].

La plataforma Sc@ut se creó para desarrollar sistemas de comunicación aumentativos y alternativos (SCAA), como una iniciativa del grupo de investigación GEDES (Grupo de Especificación, Desarrollo y Evolución de Software) y en colaboración con el grupo de investigación de Ergonomía Cognitiva, ambos de la Universidad de Granada. Estos sistemas se encuentran orientados a personas con necesidades especiales tales como autismo, disfasia o parálisis cerebral.

El *Comunicador Sc@ut* (Fig. 1) es un sistema hipermedia formado por plantillas enlazadas entre sí, compuestas por elementos con: textos, imágenes, sonidos y videos. Estas plantillas ayudan a los usuarios a comunicarse con las personas de su entorno o a aprender conceptos fomentando su aprendizaje.



Fig. 1. Comunicador Sc@ut desarrollado para dispositivos pocket PC y NintendoDS™.

Esta herramienta se puede ejecutar en PC, TabletPC, dispositivos pocket PC con Windows Mobile o en la consola de videojuegos NintendoDS™, lo que proporciona portabilidad y accesibilidad, ya que las personas pueden usarlo empleando una pantalla táctil o pulsadores, dependiendo de sus capacidades y necesidades.

La plataforma se complementa con el *Generador Sc@ut* [5] (Fig. 2), una aplicación diseñada para que los educadores creen y personalicen los sistemas de comunicación teniendo en cuenta el perfil de usuario y su forma de interactuar. Esta

herramienta permite realizar adaptaciones y modificaciones conforme el alumno está progresando en su aprendizaje, de acuerdo a su evolución individual.

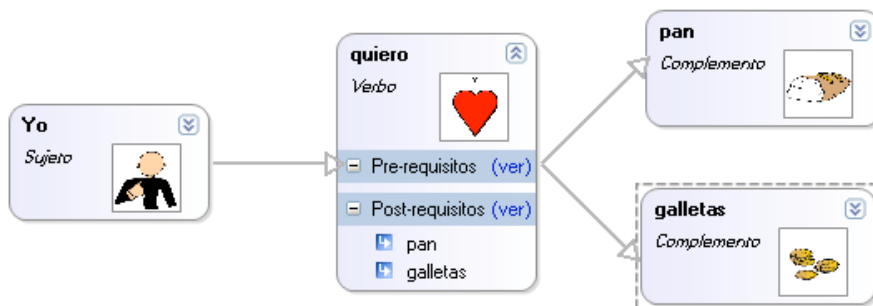


Fig. 2. *Generador Sc@ut*: ejemplo de diseño del sistema hipermedia.

Ambas herramientas han sido usadas con resultados positivos durante los últimos cuatro años por cerca de 100 alumnos de Educación Especial y muchos profesionales del campo. Se ha comprobado que los principales beneficios obtenidos son: aumento de la intención comunicativa, mejora en la comprensión del lenguaje y mayor integración con su entorno social [3].

1.2 Falta de herramientas para Educación Especial

Los profesionales que habían empleado la plataforma Sc@ut nos sugirieron que realizáramos una extensión que sirviera de apoyo para un aprendizaje supervisado y cooperativo, a través de actividades educativas, pero diseñado desde el principio para ser empleado con alumnos de Educación Especial.

Existen algunos entornos destinados a la generación de actividades educativas, como el proyecto Clic [6], el cual está orientado a la creación de actividades como rompecabezas, asociaciones, ejercicios de texto, etc., y está compuesto por dos herramientas: una para ejecutar las actividades (JClic Player) y otra para crearlas y modificarlas (JClic Author). También existen sistemas de juegos educativos como Pipo [7], con juegos para aprender letras o vocabulario, reconocer imágenes o colores y aprender a sumar. Sin embargo, las principales limitaciones de estos sistemas son:

- Sólo permiten crear actividades que se usen de forma individual.
- No proporcionan mecanismos de adaptación a usuarios con necesidades especiales, al estar más enfocadas a educación infantil o primaria.
- Los dispositivos donde se implementan son ordenadores de sobremesa, los cuales pueden producir poco interés para el alumno y le limitan a estar siempre en el mismo lugar.

Por ello, era necesario proponer alternativas que ayudaran a superar las deficiencias cognitivas y que heredaran las características que tan buenos resultados habían dado en el proyecto Sc@ut: la capacidad de adaptación a las necesidades e inquietudes del usuario, la portabilidad y la accesibilidad.

2 Plataforma de Aprendizaje

Como resultado de dichas inquietudes y basándonos en la experiencia acumulada desarrollando software para personas con necesidades educativas especiales, estamos diseñando una plataforma de ejecución y generación de actividades educativas que sirvan como apoyo para el aprendizaje, a la que hemos denominado *pica*[®] (Plataforma Interactiva y Cooperativa de Apoyo al Aprendizaje, aunque también se podría interpretar como “*picapica*”).

Teniendo en cuenta las opiniones de los profesionales consultados hemos elegido un conjunto de tipos de actividades con las que inicialmente pretendemos cubrir las principales tareas de aprendizaje [1] (ver Tabla 1). Tales tipos son:

- **Asociación:** Se presentan dos conjuntos de elementos de forma que el alumno debe indicar la relación entre los mismos. Se contemplan varias variantes: *uno a uno*, los dos conjuntos tienen el mismo número de elementos de forma que a cada elemento del conjunto imagen le corresponde un elemento del destino; *múltiple*, si los conjuntos pueden tener distinto número de elementos; e *identificación*, si existe un único conjunto de destino al que el alumno debe asignar los elementos que estén conceptualmente relacionados con él.
- **Puzzle:** Se presenta una imagen descompuesta en piezas de un puzzle que el alumno debe ordenar.
- **Exploración:** Esta actividad está destinada a que el alumno aprenda conceptos a través de la exploración de un sistema hipermedia. Se presentan dos variantes: *normal*, donde se muestra un conjunto inicial de elementos relacionados con alguna temática y al seleccionar cada uno de ellos aparece más información, profundizando en el concepto; e *historia*, donde el alumno va construyendo una historia o cuento conforme navega por el sistema hipermedia.

Tabla 1. Tipos de actividades y tareas.

Actividad	Tarea de aprendizaje
Asociación	Exploración Relacional
Puzzle	Relacional Causa y efecto Interpretación
Exploración	Exploración Examinar suposiciones, conclusiones e interpretaciones Acción Prioridad Extensión

Las actividades individuales o cooperativas que los alumnos deben realizar en la clase pueden ser juegos, en cuyo caso el contenido educativo se encuentra embebido dentro del mismo [8]. El objetivo es que los alumnos disfruten jugando sin percibir que al mismo tiempo están aprendiendo conceptos y adquiriendo habilidades socioafectivas. En el caso de las actividades en grupo, además se motiva al alumno a

considerar la existencia e intervención de otras personas para jugar y terminar el juego de forma satisfactoria. Aunque estas actividades no son videojuegos como tales, se pueden considerar uno de los pilares básicos del uso de los dispositivos móviles como instrumentos para el aprendizaje y, por lo tanto, como una gran plataforma para el desarrollo de unidades didácticas utilizando tecnología multimedia.

Los factores más innovadores de la plataforma *pica*[®] son:

- Su definición como plataforma móvil, intentando reenfocar el desarrollo de actividades sobre dispositivos móviles dedicados al ocio que resulten más atractivos al alumno. Además, la movilidad abre la posibilidad a nuevas alternativas de interacción con objetos físicos del entorno, identificándolos por radiofrecuencia (RFID) y diseñando mecanismos de respuesta adecuados [9].
- Su capacidad para el trabajo en grupo, fomentando la integración, desarrollando competencias de trabajo en equipo y potenciando la interacción de forma que los alumnos se ayuden y apoyen activamente [10].
- Sus posibilidades de adaptación al usuario: como hemos visto anteriormente es necesario identificar qué tipo de usuario va a emplear la plataforma y cuáles son sus limitaciones sensoriales a la hora de aprender e interactuar con el entorno.

A continuación profundizaremos en estas características, explorando las posibilidades que ofrecen en el ámbito de la Educación Especial.

2.1 Plataforma Móvil

Los dispositivos elegidos para la implementación y ejecución de las actividades de aprendizaje son: iPhone e iPod Touch de Apple. Elegimos esta familia de dispositivos debido a que nos ofrecían las siguientes características:

- *Movilidad*: Es un dispositivo móvil por definición, ofreciendo la portabilidad que buscábamos. Además, incluye un acelerómetro que permite ejecutar las aplicaciones tanto de forma vertical como apaisada.
- *Pantalla táctil*: Es el primer dispositivo multitáctil totalmente diseñado para una interacción con los dedos (en lugar de emplear un lápiz óptico). Su pantalla táctil, muestra una respuesta de gran calidad, reaccionado casi instantáneamente al tacto, además de ser capaz de detectar varias pulsaciones a la vez, permitiendo interacciones únicas.
- *Multimedia*: Se trata de un dispositivo especialmente diseñado para la reproducción de contenidos y el juego, por lo que tiene grandes capacidades multimedia (sonido y video) y gráfica (incorpora un procesador gráfico dedicado).
- *Conectividad*: Posee conectividad inalámbrica (WIFI y Bluetooth) para poder comunicarse con otros dispositivos o conectarse a Internet.
- *Diseño y motivación*: El diseño minimalista del dispositivo (todo pantalla, sólo incorpora un botón en la parte frontal) facilita la aceptación por parte del alumno. Además, puede ser empleado para ejecutar otros juegos o aplicaciones.
- *Facilidad de desarrollo*: Apple proporciona un SDK gratuito para el desarrollo de aplicaciones, así como un sitio para su distribución online, el App Store.

- *Precio*: El iPod Touch tiene un precio reducido (en torno a los 200€) y es un dispositivo similar al iPhone, aunque sin funciones de teléfono, GPS o cámara. Sin embargo, mantiene todas las funcionalidades que nos interesan.

Todas estas características lo convierten en una plataforma muy interesante para la investigación tanto en el campo de la interacción persona ordenador como en el de software para personas con necesidades especiales.

2.2 Aprendizaje Cooperativo

Las principales contribuciones que la interacción cooperativa ofrece a los alumnos con necesidades especiales de aprendizaje, son [11]:

- Modelos a ser imitados: el educador, sus compañeros.
- Oportunidades para hacer, para decir y para sentir.
- Auto-regulación personal y en grupo.
- Observación de una misma entidad desde diferentes perspectivas.
- Refuerzo positivo constante.
- Desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y afectivas.

El educador es el responsable de graduar y evaluar el trabajo en grupo, los logros y la participación de los alumnos. Esta información es usada para modificar los valores de algunos aspectos durante la realización de las actividades, como por ejemplo turnos, objetivos, puntuación, etc. Estos cambios tratan de reducir problemas en el grupo debido a abandonos, aburrimiento, frustración o nervios de los alumnos. En algunos casos el educador podrá realizar las actividades como si fuera un alumno para guiar en el proceso de aprendizaje, enseñándoles como hacer las tareas.

Soporte al Trabajo Cooperativo. Para que se puedan llevar a cabo el aprendizaje cooperativo es necesario contar con: 1) mecanismos apropiados de comunicación, para permitir el intercambio de información entre los alumnos; y 2) servicios de coordinación, para posibilitar el trabajo conjunto en una misma actividad.

Actualmente se está desarrollando un middleware que proporcionará estos mecanismos y además solucionará la interconexión de dispositivos y lenguajes de programación heterogéneos de forma transparente. La necesidad de este middleware se hace patente debido al hecho de que en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles se utilizan lenguajes de programación propios para cada dispositivo y arquitecturas hardware específicas, lo cual complica considerablemente la comunicación entre éstos.

El middleware tratará la coordinación mediante un modelo basado en Linda [12] y la comunicación mediante una unión entre la tecnología Bonjour de Apple [13] para el descubrimiento de dispositivos y Sockets para el envío eficiente de cantidades masivas de datos (archivos, streaming multimedia, etc.). Se están realizando estudios para tratar de establecer el protocolo de interconexión de dispositivos más apropiado. Entre los requisitos más importantes que se van a imponer al middleware están el tiempo real, la seguridad en las comunicaciones y el bajo uso de recursos por parte del mismo.

Nuevos prototipos del software presentado incluyen la capacidad de que varios dispositivos y computadores se sincronicen para comenzar a ejecutar una misma actividad. Además, se puede transferir información con el objetivo de propagar información visual de las actividades de un alumno hacia el resto. De ésta forma se crea conciencia de grupo en el aprendizaje cooperativo.

2.3 Adaptación

Desde el proceso de diseño de la plataforma se vio necesario incluir técnicas de adaptación que ajustaran las actividades a los distintos usuarios. En la Tabla 2 se muestran los aspectos configurables de las actividades.

Tabla 2. Adaptación y personalización de las actividades de aprendizaje.

Aspecto configurable	Valor
Tipo de actividad	Asociación, puzzle, o exploración. El educador elige el más estimulante para el alumno o aquel que pueda ayudarle a aprender mejor un concepto específico.
Elementos multimedia	Imágenes, sonido, video y texto asociado a los contenidos.
Interacción	Teclado, ratón, táctil, usando pulsadores o por voz, dependiendo de las capacidades del usuario y del dispositivo.
Ayuda/pistas	Con el objetivo de facilitar el aprendizaje del alumno el educador podrá establecer que se muestre algún tipo de ayuda o pistas tras un número de errores o tiempo transcurrido.
Objetivos	Fijos o variables durante el transcurso de la actividad y basados en las posibilidades de cada alumno.
Puntuación	Valoración asociada al desempeño de la actividad. Variará en función de los logros y fallos del alumno.
Refuerzo	Para ayudar en el proceso de aprendizaje pueden ofrecerse recompensas o penalizaciones en función de los éxitos o fallos que tengan lugar.

La composición y distribución de la información de la pantalla debe adaptarse a cada alumno, en el modo en que pueda percibirla y comprenderla mejor. La Figura 3 muestra un ejemplo con dos ejecuciones de la misma actividad de asociación (dedicada a los animales) que es realizada en grupo por dos usuarios diferentes: las ejecuciones difieren en el contenido, los colores, la orientación de la pantalla y el multimedia asociado a los elementos. Un menor nivel cognitivo del usuario del caso b) puede motivar esta diferenciación.



Fig. 3. Actividad *asociación* con distintas opciones de personalización para diferentes usuarios.

En el caso de las actividades en grupo, la actividad puede ser la misma para todos los alumnos, pero es posible personalizar el valor de algunos parámetros, variando el contenido, la representación o el desarrollo de la actividad (ver Tabla 3).

Tabla 3. Aspectos configurables de las actividades en grupo.

Aspecto configurable	Valor
Número de alumnos	Número de individuos en una clase que participan en la realización de una actividad.
Turno	Orden de interacción: fijo o variable.
Objetivos	Objetivos individuales o colectivos. Alcanzar un objetivo modifica el estado de la actividad.
Puntuación total	Puntuación alcanzada por el equipo de trabajo, basada en los logros individuales, la participación en los procesos de grupo y la consecución de objetivos.
Consciencia de contexto	Información contextual: el estado de la actividad que se está llevando a cabo, de otros alumnos, quién tiene el turno, puntuaciones, tiempo, etc.

En una actividad de asociación un objetivo de grupo puede ser relacionar todos los elementos mostrados en dos listas y que cada usuario realice al menos una asociación correcta.

Con la puntuación total se pretende fomentar la interdependencia positiva (el éxito de los alumnos está vinculado al éxito del grupo) y que los miembros del grupo aprendan a evaluar la productividad del mismo y las consecuencias de sus acciones.

Por último, es necesario mostrar información contextual (Fig. 3): alumnos que participan, sus puntos, quién tiene el turno, etc. El objetivo es reforzar el trabajo cooperativo y la consciencia de grupo, así como ofrecer modelos a imitar observando acciones que hacen otros compañeros o el educador [10].

3 Creación y configuración de actividades

La plataforma de aprendizaje contará con un repertorio inicial de actividades de los tipos descritos anteriormente, que servirá como punto de partida para su implantación en las aulas, así como para el entrenamiento de los alumnos en el uso del sistema. Nuestro objetivo final es enriquecer la herramienta para que cuente con un conjunto de actividades lo suficientemente amplio como para poder asistir al educador en la mayoría de las tareas cotidianas del aula. Por tanto, es necesario incluir un método de extensión que permita la incorporación de nuevas actividades y nuevos tipos de éstas.

Una de las alternativas para facilitar la extensión de actividades era proporcionar una herramienta de autor para PC que permitiera crear y modificar las actividades basándose en los tipos o esquemas predefinidos. Es la alternativa habitual en los entornos existentes, y aporta una alta capacidad de personalización. Sin embargo, la experiencia nos revela que los educadores suelen disponer de poco tiempo para detenerse a aprender los entresijos de una herramienta de este estilo y crear adecuadamente las actividades.

En nuestro caso, apostamos por diseñar una aplicación web que permita la configuración de las actividades y su descarga para ser usada en el dispositivo, además de potenciar una comunidad online para la participación de aquellos educadores que quieran compartir los materiales didácticos creados. Los nuevos tipos de actividades, así como las más elaboradas o de mayor éxito en la comunidad podrían incorporarse de serie en la aplicación a través de actualizaciones de software.

En cuanto a la personalización de las actividades en función de las características del usuario o del entorno, es más interesante hacer cambios instantáneos en el propio dispositivo de destino, bien con el fin de mejorar la adaptación (probando alternativas de interacción o visualización) o bien porque haya cambios en el entorno, en las actividades diarias, etc. Es por ello que la aplicación incorporará una funcionalidad de edición rápida tanto del perfil de usuario como de las actividades en el propio dispositivo móvil.

4 Conclusiones y Trabajos Futuros

El aprendizaje cooperativo en grupos pequeños ayuda al desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y afectivas. En el caso de alumnos con necesidades especiales es útil la socialización y el entrenamiento de formas de interacción con otras personas. En este artículo hemos presentado una propuesta de plataforma que proporciona a los educadores un conjunto de actividades para ser usadas individualmente o en grupo. La principal contribución es analizar qué aspectos de las actividades pueden ser personalizados (tanto a nivel individual como colectivo) y proporcionar un mecanismo para soportar la adaptación en tiempo de ejecución. Esta adaptación es necesaria debido a las diferencias entre las necesidades, capacidades y niveles cognitivos de los alumnos con necesidades especiales.

Actualmente estamos trabajando en la extensión de la plataforma para permitir la creación y configuración de las actividades. Hemos diseñado algunas actividades para iPod Touch y estamos estudiando y probando las posibilidades de adaptación.

También tenemos prototipos de actividades que incorporan la comunicación entre varios dispositivos necesaria para el trabajo en grupo y estamos trabajando en el middleware de comunicación.

También queremos extender la plataforma a dispositivos TabletPC para su uso en aquellos casos en los que se requiera una pantalla de mayores dimensiones (usuarios con problemas visuales), o se necesite una interacción con pulsadores u otro tipo de periféricos, necesarios para personas con limitaciones motoras.

Por último, pretendemos incluir en la plataforma actividades de lectoescritura, orientadas a desarrollar en el alumno las capacidades relacionadas con la lectura y la escritura, incorporando ejercicios donde tiene que trazar, en base a una plantilla, letras, palabras y frases con la ayuda de un lápiz óptico, así como funciones de síntesis de voz, reconocimiento de trazos y de habla.

Agradecimientos. Este trabajo está financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, a través del proyecto TIN2008-05995/TSI.

Referencias

1. R. Ferreiro. Estrategias Didácticas del Aprendizaje Cooperativo. El Constructivismo Social: una nueva forma de enseñar y aprender. (Eduforma, Sevilla 2006)
2. E. F. Barkley, K.P. Cross, C.H. Major. Collaborative Learning Techniques. (John Wiley, San Francisco 2005)
3. M.J. Rodríguez-Fórtiz, J.L. González, A. Fernández, M. Entrena, M.J. Hornos, A. Pérez, A. Carrillo, L. Barragán. (2009). Sc@ut: Developing Adapted Communicators for Special Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2009, pp:1348-1352
4. J.L. González-Sánchez, M.J. Rodríguez-Fórtiz, M. Cabrera Cuevas and F.L. Gutiérrez. Evolutionary Videogames for Personalized Special Education. *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, 20 (2009)
5. A. Fernández, L.M. Roldán, J.L. González, M.J. Rodríguez, M.V. Hurtado, N. Medina: Generador Sc@ut: Sistema de Creación de Comunicadores Personalizados para la Integración. *IEEE-RITA - Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*. ISSN: 1932-8540. Vol.4, Num.1. 2009 (Pendiente de Publicación, Mayo 2009, 8 pp.)
6. Zona Clic: Recursos e información sobre Clic, <http://clic.xtec.cat/es/index.htm>
7. Juega y Aprende con Pipo, editorial Santillana, <http://www.pipoclub.com/santillana/>
8. A. McFarlane, A. Sparrowhawk, Y. Heald. Report on the educational use of games: An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process. 2002. http://www.teem.org.uk/publications/teem_gamesined_full.pdf
9. Martinussen, E. S., Knutsen, J., and Arnall, T. 2007. Bowl: token-based media for children. In *Proceedings of the 2007 Conference on Designing For User Experiences* (Chicago, Illinois, November 05 - 07, 2007). DUX '07. ACM, New York, NY, 3-16. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1389908.1389930>
10. D. W. Johnson, R.T. Johnson and M.B. Stanne. Cooperative learning methods: a meta-analysis. 2000. <http://www.clrc.com/pages/cl-methods.html>
11. K. A. Smith. Cooperative Learning: Making "group work" work. New directions for teaching and learning. (Jossey-Bass, San Francisco 1996)
12. Carriero, N., Gelernter, D.: Linda in context. *Communication of the ACM*, vol. 32, issue 4, pp. 444-458 (1989)
13. Tecnología Bonjour de Apple's, <http://www.apple.com/bonjour>

Diseño de sistemas de e-Learning para el soporte de nuevas técnicas de enseñanza

Habib M. Fardoun, Francisco Montero, Víctor López-Jaquero

Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad de Castilla-La Mancha
02071 Albacete, España
{habib,fmontero,victor}@dsi.uclm.es

Resumen. Los sistemas de e-Learning están suponiendo una alternativa posible y demandada a la educación tradicional. Sin embargo, la acogida y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el aula no es ni mucho menos mayoritaria, por ejemplo, por parte del profesorado de las etapas tempranas del proceso educativo, es decir, de los ciclos de formación obligatoria. Este aspecto, que ha quedado desvelado en distintos estudios, en este artículo lo achacamos a la falta de calidad de uso que presentan muchas de las herramientas disponibles. En este artículo proponemos contribuir a la mejora de estos sistemas de e-Learning a través de herramientas que doten al profesor de un mayor control y facilidad a la hora de ofrecer sus recursos educativos al alumnado.

Palabras clave. CATs (Classroom Assessment Techniques), Sistemas e-Learning, Nuevas Metodologías de Enseñanza/Aprendizaje, Desarrollo Basado en Modelos.

1 Introducción

Un informe [5] sobre la implantación y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en los centros docentes de educación primaria y secundaria durante el curso 2005 y 2006 pone al descubierto distintas estadísticas dignas de interpretarse. Según el estudio, basado en una muestra de 800 centros de Enseñanza Primaria y Secundaria, sólo uno de cada ocho colegios tiene más de 10 ordenadores en las aulas ordinarias. En los siete restantes, las computadoras están en las llamadas aulas de informática y su uso sigue siendo excepcional. Sólo uno de cada tres alumnos hace uso de ellas al menos una vez por semana. El 35% dice que nunca se conecta a Internet en las aulas, el 24% lo hace mensualmente y el 18%, semanalmente. Diariamente, un 4,9%.

En ese mismo estudio, los propios docentes, en general, reconocen lagunas importantes en sus competencias para utilizar estas tecnologías como instrumentos didácticos al servicio del aprendizaje. La percepción por parte de los profesores de la carencia de personal especializado en el centro es un obstáculo para la incorporación de las TIC a su práctica docente (63.9% de los casos). Además un porcentaje muy

elevado de docentes considera necesaria una formación técnica complementaria en TIC (62,8 %, formación técnica; un 67,8% telemática; un 69,2% multimedia).

En este artículo pensamos que la situación recogida en el informe se puede tratar intentando potenciar la calidad en uso de las aplicaciones de e-Learning y, según los estándares internacionales ISO 9126-1, ISO 9126-4 e ISO 25010:2009, mucho del nivel alcanzado en esa calidad está influenciado por la calidad del proceso de desarrollo utilizado.

El desarrollo de herramientas que den soporte a actividades de e-Learning debe poseer muy distintas características para que le confieran aptitud para cubrir las necesidades implícitas y explícitas tanto de los docentes como de los alumnos. Entre esas características identificamos como necesarias las características relacionadas con la calidad de uso (la usabilidad, la flexibilidad y la prevención). En artículos anteriores hemos defendido la utilidad de un entorno de desarrollo basado en modelos, al que denominamos Mb-ISD (Model-Based Instructional Software Development) [3], y en este artículo entramos a valorar cómo es posible considerar los criterios de calidad anteriores y las nuevas técnicas de enseñanza y aprendizaje en el aula, utilizando los sistemas de e-Learning.

Con el fin de recoger en este artículo los nuevos avances realizados describiremos inicialmente las características y ventajas que ofrecen las nuevas técnicas de enseñanza y aprendizaje que se están proponiendo y utilizando con éxito en muy diversos niveles educativos. Más tarde, abordaremos la especificación de dichas técnicas mediante distintas notaciones de uso extendido en Interacción Persona-Ordenador. El objetivo es ver la viabilidad de estas especificaciones de forma que la calidad de uso pueda estar igualmente considerada. Por último, las conclusiones pondrán final al artículo.

2 **Las técnicas de evaluación del aula**

Las técnicas de evaluación del aula (CAT) [1] son métodos formativos de evaluación que proporcionan dos propósitos al profesor. Primero, pueden ayudarle a evaluar el nivel de los estudiantes en la comprensión del contenido de la materia impartida. Segundo, proporcionan información sobre la efectividad de los métodos de enseñanza usados por él. Cabe destacar que la mayoría de las técnicas CAT están diseñadas para ser fáciles y rápidas de utilizar y cada una de estas técnicas ofrece distintos tipos de información al profesor. Por ello, un ofrecimiento por parte de sistemas de e-Learning del necesario soporte a su consideración no debiera introducir nuevos desafíos en cuanto a su utilización.

Como consecuencia de un uso continuado y con la debida puesta en práctica de CATs el profesor puede conseguir las siguientes ventajas:

- *feedback* inmediato.
- información útil sobre lo que los estudiantes han aprendido sin disponer del tiempo requerido para la preparación de las pruebas, lectura de documentos, etc.
- conocimiento a los estudiantes con dificultades, a los que les cuesta la comprensión, en un tiempo controlado.

- contribuyen a fomentar buenas relaciones de trabajo entre los estudiantes, alentando a comprender que la enseñanza y el aprendizaje son procesos en curso que requieren la plena participación.

Pero, el estudiante también está considerado, no puede ser de otra manera ya que las nuevas tendencias y metodologías de enseñanza y aprendizaje se centran en él. El uso de CATs puede suponer al estudiante:

- una mejora y conocimiento de su evaluación en el proceso de aprendizaje
- una disminución de los sentimientos de aislamiento e impotencia, sobre todo en las aulas de mayor tamaño
- un aumento de la comprensión y capacidad de pensar críticamente sobre el contenido del curso.
- un aumento de la retención a largo plazo de los contenidos y habilidades presentadas.
- una constatación del interés del profesor y de su preocupación por la adquisición de los contenidos que se presentan al estudiante

Para el logro de estos resultados es importante otra serie de consideraciones. Entre ellas cabe destacar que los objetivos a obtener deben ser realistas y adaptados al temario a impartir y al nivel educativo, intelectual y sobre todo a la motivación del estudiante hacia cada materia. Además, es necesario preparar adecuadamente el material didáctico y el enfoque con el que los estudiantes se relacionan con dicho material, es decir, la forma en la que se trabaja (fundamentalmente formando grupos de alumnos), la forma en la que se realiza el reparto del trabajo entre el alumnado, etc. En general, las CATs hacen que profesor y alumnos trabajen de forma diferente a la tradicional, los alumnos por lo general trabajan no sólo de forma individual sino también en grupos adquiriendo competencias profesionales de una forma más natural.

A continuación recogemos una breve descripción de algunas técnicas incluidas dentro de las CATs [1]. Dichas técnicas serán utilizadas y modeladas en la segunda parte del artículo.

1. La técnica de aprendizaje cooperativo *Puzzle*, consiste en formar grupos de 4 a 6 estudiantes, y a cada grupo se le ofrece el mismo material, dicho material se divide en tantas partes como integrantes. Cada estudiante se responsabiliza de reunirse con los estudiantes de los otros grupos que llevan la misma parte del material a estudiar para después volver al grupo y exponer las aportaciones del llamado (equipo de expertos) para preparar el material. Al final cada experto en un tema regresa al grupo original y comparte con ellos el material preparado y discutido. El profesor mientras tanto observa, asesora, supervisa y finalmente evalúa al alumnado de manera individual.
2. La técnica de *Aprendizaje en Equipo de Estudiantes (Student Team Learning)*. En esta técnica los alumnos deben preparar la temática de estudio a partir de la documentación que les facilita el profesor para posteriormente, enfrentarse a una prueba de forma individual, cuya puntuación influirá en la puntuación final del equipo.
3. La técnica de aprendizaje Investigación en Grupo (*Group Investigation*). La principal diferencia de esta técnica con respecto a las anteriores es que, en esta

ocasión, se permite que los alumnos creen los grupos de trabajo (entre 3 y 6 miembros) guiándose por los intereses hacia los temas presentados.

4. La técnica de aprendizaje cooperativo Co-op Co-op. Esta técnica surgió como una forma de aumentar la participación de los estudiantes en las clases, al igual que la técnica anterior está orientada a tareas complejas donde el estudiante tiene que realizar casi todas las tareas de aprendizaje, desde formar el grupo de aprendizaje, elegir el tema a tratar, dividir las tareas entre los miembros y explicar estas tareas al resto.
5. La técnica de aprendizaje cooperativo Cooperación Guiada y Estructurada (*Scripted Cooperation*). El trabajo se realiza del modo experto-novato, y se enfoca a actividades cognitivas, los dos estudiantes leen el tema y el primero lo explica al segundo que a su vez le corregirá la información y se van intercambiando los roles hasta terminar el temario asignado.

Estas actividades cooperativas serán objeto de estudio en la sección siguiente.

3 Mb-ISD y el modelo de tareas del profesor

Uno de los modelos especialmente relevante cuando se trata de poner en práctica desarrollos basados en modelos, por ejemplo cuando se desarrollan interfaces de usuario, es el modelo de tareas. Con este modelo es posible especificar qué se puede hacer con el producto software, sea éste el que sea. En nuestro caso concreto, las aplicaciones educativas deben ofrecer posibilidades de cierta flexibilidad donde nuevas posibilidades de trabajo en grupo entre profesores y alumnos sean posibles y sin que ello suponga que, por ejemplo, el profesorado tenga que conocer determinados lenguajes de programación para poder incorporar sus propias formas de trabajar.

Elementos en un sistema de e-Learning atendiendo a su propósito			
Coordinación	Comunicación	Cooperación	Roles
- Calendario	- Contactar con el profesor	- Presentación	- Alumno
- Noticias	- Grupo de discusión	- Vídeo	- Profesor
- Examen	- Grupo de trabajo	- Demostración	- Asistente
- Trabajo	- Debate general	- Bibliografía	- Líder
- Ejercicio	- FAQ	- Material adicional	
- Agenda			

Tabla 1. Clasificación de los elementos habituales en un sistema de e-Learning

En esta sección identificamos una serie de elementos que pueden utilizarse como tareas atómicas o elementos de interacción con las que poder especificar actividades educativas y utilizarlas a la hora de permitir el trabajo entre el profesor y el alumnado. En la **Tabla 1** se han recogido algunos de los elementos de interfaz y facilidades que habitualmente se encuentran en aplicaciones educativas y son utilizadas por el profesor o el alumnado. Deseamos recalcar en este momento que el punto de vista principalmente ofrecido en este artículo se restringirá a las actividades del profesor y a aquellos elementos que éste puede necesitar para especificar las actividades educativas que quiere utilizar en el aula. Con el uso de estos elementos el profesor

recobra el control sobre su actividad y su forma de trabajar, tiene la oportunidad de ver el producto software como un aliado que él controla y el entorno de enseñanza y aprendizaje se hace flexible a su forma de trabajar y a sus conocimientos.

Para dar identificar los elementos característicos recogidos en un sistema de e-Learning, como los recogidos en la **Tabla 1**, nos hemos apoyado en nuestra propia experiencia utilizando productos software relacionados como han sido Moodle o WebCT y en propuestas como las recogidas en PLE [7] o AulaNet [4]. El conjunto de elementos inicialmente considerados y mostrados en este artículo es una versión simplificada de los realmente identificados, la intención es tratar de dar una visión global de los objetivos perseguidos.

Por último, remarcamos antes de comenzar que las tareas que permiten abordar la actividad de un profesor en una aplicación de carácter educativo pasan fundamentalmente por tres grupos, hay que tener en cuenta que la actividad entre profesor y alumno estará soportada por ordenadores y que se realizará a distancia, y en este sentido los tres propósitos que quiere el profesor son: la coordinación, la comunicación y la cooperación.

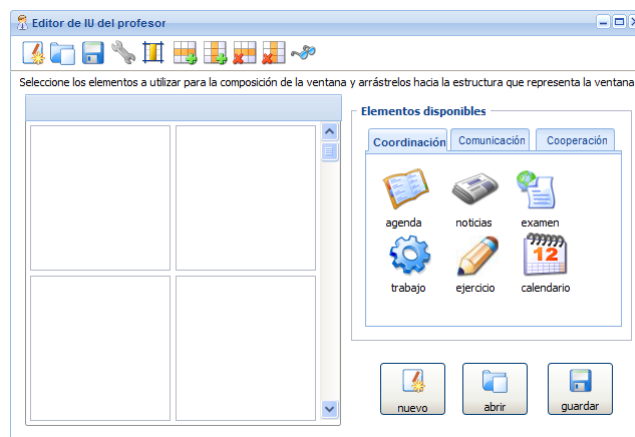


Fig. 1. Aplicación correspondiente al profesor

El profesor sería el destinatario de la aplicación mostrada en la **Fig. 1**. Se trataría de un entorno bastante descargado en el que puede se puede diseñar, sin disponer de unos conocimientos profundos en lenguajes de programación, el escenario de trabajo en el que desarrollará su labor posteriormente el alumnado. Con la aplicación el profesor sólo tiene que preguntarse *¿qué quiero que tenga el alumno en su escritorio de trabajo?*, *¿qué debe utilizar el alumno para resolver la tarea que pienso encomendarle?* y *¿qué material educativo?* o *¿qué facilidades adicionales relacionadas con la comunicación o la coordinación de tareas son necesarias?* En definitiva, las preguntas que normalmente puede hacerse un profesor a la hora de planificar su forma de trabajo con el alumnado.

La labor de especificación es sencilla, el profesor sólo tiene que situar (mediante *drag and drop*) en el área de trabajo del alumno, mostrada en la parte izquierda de la **Fig. 1** los elementos que identifica como necesarios, la generación de la aplicación del

alumno se iría realizando de manera transparente y el profesor podría comprobar los resultados de su especificación antes de darla por finalizada.

En las siguientes secciones vamos a ir describiendo, con algo más de detalle, los elementos presentados en el entorno del profesor. Además, haciendo uso de lenguajes de descripción de interfaces de usuario se puede llegar a generar la aplicación especificada por el profesor para el alumno.

3.1 Elementos de coordinación en el proceso de enseñanza y aprendizaje

Los elementos de coordinación recogidos en la **Tabla 1** y mostrados gráficamente en la parte izquierda de la **Fig. 2** tienen la intención de ofrecer al profesor facilidades de especificación relacionadas con la disponibilidad de distintas secciones habituales, como son una *agenda*, *noticias*, *examen*, *trabajos*, *ejercicios* y *calendario*. Con estos elementos, y con el resto (comunicación y cooperación), se está dotando a la aplicación del profesor de elementos denotados con nombres significativos y que han sido identificados como de uso habitual en el aula. La distribución de los distintos elementos en las diferentes secciones (coordinación, comunicación y cooperación) se ha establecido haciendo uso de técnicas de *card sorting* [6].

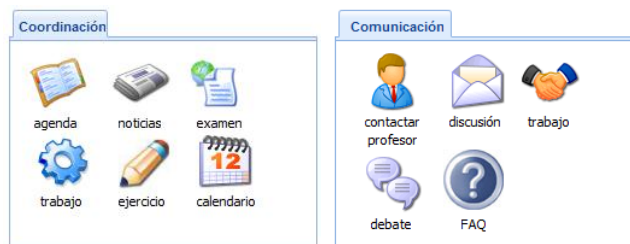


Fig. 2. Elementos de propósito coordinación y comunicación en las actividades de enseñanza

Concretamente en este apartado, en los elementos de coordinación, el profesor puede especificar una *agenda*, que servirá para mostrar con mayor o menor nivel de detalle las actividades que el alumno podrá realizar, el profesor podrá hacer llegar noticias a los alumnos a través de secciones *noticias*, podrá planificar pruebas de evaluación de diferentes tipos, proponer trabajos o ejercicios puntuales y plasmar fechas importantes e hitos asociados a través de un calendario. Todos estos elementos podrán ser incluidos en el área de trabajo del alumno.

El caso puntual de los exámenes o pruebas de evaluación, supone un reto en sí mismo. Con él hemos desarrollado un juego de plantillas con los que podemos considerar diferentes tipos de preguntas: de respuesta simple (textual o gráfica), de respuesta múltiple (textual o gráfica), de asociación, de definición de conceptos, para escuchar una grabación, visualizar un video o señalar partes de una imagen. El ofrecimiento de estas actividades se ha terminado ofreciendo a través de objetos Flash.

Los diferentes elementos disponibles en la **Fig. 2** están descritos de manera declarativa internamente utilizando UsiXML[8], un lenguaje de especificación de interfaces de usuario basado en XML. Inicial y actualmente, la asociación entre

elemento de especificación y plasmación final de ese mismo elemento disponible para cada uno de ellos es única, pero como trabajo futuro consideramos la posibilidad de poder optar en tiempo de compilación y/o de ejecución por representaciones alternativas en función del alumno; de sus preferencias, del dispositivo con el que haga uso de las aplicaciones educativas o del contexto en el que se identifique que está trabajando el alumno. Toda esta información está recogida en los distintos modelos que inicialmente habíamos considerado necesarios [2].

3.2 Elementos de comunicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje

Todo proceso de enseñanza y aprendizaje es en esencia un proceso de comunicación entre un profesor y sus alumnos. Dichos elementos de comunicación tienen que estar facilitados y soportados en cualquier sistema de e-Learning que se precie y dichos procesos de comunicación pueden abordarse de forma síncrona o asíncrona.

En el apartado de la comunicación hemos identificado la posibilidad de que el profesor se ofrezca a los alumnos de manera directa, para ello se ofrece un elemento destinado para tal fin (En la parte derecha de la **Fig. 2** véase el elemento *contactar profesor*). Con él el alumno a través de la aplicación especificada por el profesor podrá contactar con él de manera directa y personal.

Mediante el elemento *discusión* es posible especificar que la aplicación del alumno ofrecerá a éste una forma de comunicación asíncrona. En estos momentos, dada esta especificación se ofrece un cliente de correo electrónico. Como contrapartida a la situación anterior tenemos el elemento *debate*, que permitiría especificar facilidades de comunicación síncronas entre un conjunto de individuos, en principio todos los alumnos que conforman el aula virtual. Una solución basada en el uso de un *chat* es la que hay ahora mismo disponible asociada al elemento *debate*, aunque queremos considerar la posibilidad de soportar características más expresivas basadas en videoconferencia.

El elemento *trabajo* facilita la formación de grupos de trabajo a los que el profesor quiere o puede asociar una tarea concreta, para que la trabajen de manera concreta y separada del resto del aula virtual. Así, el intercambio de información entre los alumnos que forman el equipo de trabajo estará restringido a los alumnos que concretamente el profesor conformo en un grupo independiente.

3.3 Elementos de cooperación en el proceso de enseñanza y aprendizaje

El último de los requisitos que hemos identificado como necesario en la relación entre profesor y alumno sería el conjunto de elementos relacionados con la cooperación. En este sentido, con los elementos ofrecidos en este apartado identificamos fundamentalmente distintos tipos de material docente, algunos de ellos elaborados por el propio profesor y otros disponibles de otras fuentes. Unos y otros pueden ser de distinta temática, y así ofrecemos *presentaciones*, que el alumno puede seguir y en las que el profesor introduce determinados conceptos y formas de trabajar; *videos*, con los que es posible presentar conceptos al alumno de una manera más visual o mostrando habilidades más que conceptos en exclusiva. Distintos tipos de herramientas estarían soportadas (por ejemplo, editores de texto, herramientas de

dibujo o editores de presentación) a través de la entrada *material*; el material bibliográfico y las referencias a la Web estarían disponibles para su especificación a través del elemento *bibliografía*. Finalmente, el elemento *demonstración* permite combinar distintos elementos previos en un solo paso.



Fig. 3. La cooperación considerada

El uso de estos elementos, como el de los recogidos en apartados anteriores, es tan intuitivo como seleccionarlos y arrastrarlos al área de trabajo que simula la ventana del alumno, como ya se ha comentado. En la **Fig. 4**, por ejemplo, se muestra la ventana correspondiente a un escenario dado, en el que el alumno dispone a su alcance de un calendario, una sección de noticias, un elemento de comunicación en forma de debate y finalmente dos herramientas a su disposición; una para editar documentos y otra para crear presentaciones. Este entorno le permitiría al profesor poner a disposición del alumno todo lo necesario para poder trabajar, aunque sea a distancia. En este momento es cuando las técnicas que recogíamos en el apartado segundo de este artículo pueden utilizarse en el aula y con el soporte reflejado en estas secciones. En concreto, la captura mostrada en la **Fig. 4** corresponde a un escenario en el que la aplicación del alumno se ha especificado para dar soporte a la puesta en práctica de un puzzle.

4 La aplicación del alumno

En anteriores secciones se ha presentado la aplicación que permite el diseño de la interfaz de usuario para las actividades que el profesor estime oportunas para llevar a cabo sus actividades docentes. Según se explicó en la sección anterior, el profesor va diseñando la interfaz de la aplicación a partir de una serie de componentes identificados disponibles en la paleta de componentes de cualquiera de los tres tipos anteriores (comunicación, coordinación o cooperación). A partir de los componentes que el profesor ha añadido a la interfaz arrastrando y soltando, y de la disposición de estos que el profesor ha creado para dicho componentes, el sistema generará automáticamente la interfaz de usuario. Cada uno de los componentes disponibles en la paleta ha sido especificado usando el lenguaje de descripción de usuario UsiXML [8], de forma que la interfaz diseñada por el profesor es almacenada finalmente en un solo fichero XML que contiene la especificación en UsiXML de cada uno de los componentes y su disposición. Esa especificación es transformada en el código con el que los alumnos pueden interactuar a partir de los visualizadores (*renderers*).

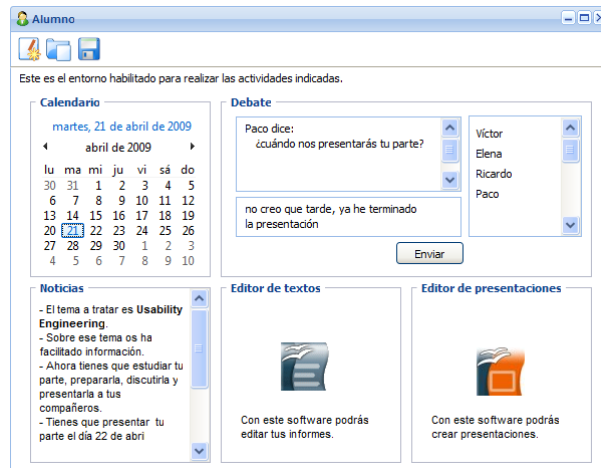


Fig. 4. Aplicación del alumno mientras se utiliza

Actualmente, estamos centrados en la visualización en los lenguajes XUL y OpenLaszlo, ya que debido a su naturaleza basada en XML y a su filosofía de diseño no distan mucho de una especificación en un lenguaje genérico para interfaces de usuario como UsiXML, pero la generación para otros lenguajes como HTML o Java también es posible. En la Fig. 4 se puede observar un ejemplo del resultado de la generación de la interfaz de usuario para el alumno. Este ejemplo está destinado a dar soporte a la técnica de evaluación en el aula del puzzle. En este caso, se puede observar como el profesor ya ha creado los grupos. El listado de los miembros del grupo al que pertenece el alumno que está usando la aplicación aparece en la parte superior derecha. Se ha habilitado un calendario para que los alumnos puedan organizarse y decidir cuándo son las presentaciones y las reuniones. El apartado de noticias es controlado por el profesor, y permite tener a los alumnos informados. El profesor ha incluido en este caso una actividad de debate implementada en forma de chat para que los alumnos puedan comunicarse fácilmente. Los alumnos pueden subir al espacio del grupo tanto documentos como presentaciones, haciendo uso de los editores disponibles. En este caso el profesor ha decidido suministrar el manual fuera del sistema con la información necesaria para cada uno de los expertos del grupo, pero el profesor podría poner a disposición de cada uno de ellos los documentos dentro del sistema. Hay que tener en cuenta que la herramienta está destinada al apoyo de una educación presencial.

5 Conclusiones y trabajos futuros

Las carencias identificadas en la literatura en la calidad de uso efectivo y real de las TICs para soportar una educación semipresencial o a distancia han merecido en este artículo un tratamiento y reflexión. Al margen de otros factores este trabajo, carencias

en lo que a calidad de uso (*quality in use*) en cuanto a usabilidad, flexibilidad y prevención (*safety*) han sido identificados. Para tratar de superar estas carencias en este trabajo se ha presentado una herramienta con la que un profesor puede en estos momentos en tiempo de compilación personalizar el escenario de resolución de las tareas que ofrece a sus alumnos. El entorno de especificación descrito cubre a través de distintos elementos las distintas facetas que entran en juego en actividades de enseñanza y aprendizaje, es decir, la coordinación, la comunicación y la cooperación. La especificación de los diferentes escenarios se realiza de forma visual y sin necesidad de que el profesor posea conocimientos de ningún lenguaje de programación. Se ha intentado que el profesor sólo tenga que preocuparse de saber qué necesitarán sus alumnos para resolver las tareas o las actividades educativas que les presenta. La flexibilidad lograda hasta el momento no solamente da soporte a las técnicas tradicionales de enseñanza y aprendizaje, sino que también se ha demostrado útil para otras técnicas de aprendizaje más novedosas, como las técnicas englobadas dentro del aprendizaje cooperativo.

Como trabajos futuros los desarrollos hasta el momento han sido enormemente prometedores, y en función de ellos las próximas actividades a incorporar pasan por añadir mayor flexibilidad en algunos de los elementos habitualmente utilizados, y que ya han sido identificados, por ejemplo, añadir facilidades de videoconferencia cuando de comunicación síncrona se trata. Actualmente, el prototipo disponible se ofrece como aplicación de escritorio, nuestra intención será migrarlo a un entorno web.

Agradecimientos

Esta investigación está parcialmente financiada y soportada gracias al proyecto nacional CICYT TIN2008-06596-C02-01 y el proyecto regional HABITAT.

Bibliografía

1. Angelo, T.A. & Cross, P.K. *Classroom Assessment Techniques* (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass, 1993.
2. Fardoun, H., Montero, F., López-Jaquero, V., eLearnXML: Hacia el desarrollo de sistemas e-Learning basado en modelos, IX Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, Albacete, June 9-11, Spain, pp. 351-360, 2008.
3. Fardoun, H., Montero, F., López-Jaquero, V. eLearnXML: Towards a model-based approach for the development of e-Learning systems considering quality, *Advances in Engineering Software (ADES)* 1398, 2009.
4. Fuks, H., Laufer, C., Choren, R. & Blois, M. Communication, Coordination and Cooperation in Distance Education, *Proceedings do V AMCIS'99 - 1999*.
5. Informe del Plan Avanza sobre implantación y uso de las TIC en educación primaria y secundaria. <http://www.oei.es/tic/TICCD.pdf>
6. Nielsen, J.. Card Sorting to Discover the Users' Model of the Information Space. <http://www.useit.com/papers/sun/cardsort.html>, 1995.
7. Personal Learning Environment (PLE). <http://wiki.cetis.ac.uk/Ple/Report>
8. UsiXML. <http://www.usixml.org>

Evaluación del Impacto de los Foros de Discusión sobre los Resultados de un Proceso de Colaboración en Actividades de Aprendizaje

Luz Yolanda Morales Martín¹, Héctor Antillanca Espina²

¹ Grupo EIAS- Facultad de Ingeniería Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá,
Colombia

² Grupo Colabora Departamento de Ingeniería Informática Universidad Santiago de Chile
{ lymorale@hotmail.com, hantilla@informatica.usach.cl }

Resumen. Este trabajo describe un proyecto que propone evaluar los resultados de la colaboración en grupos de tres estudiantes de ingeniería en el desarrollo de una actividad de aprendizaje, apoyados en la herramienta virtual foros de discusión. Para este propósito se plantea un diseño metodológico cuasi-experimental. El objetivo es determinar el impacto que produce el uso del foro de discusión sobre los resultados de la colaboración. Se espera que los resultados de este trabajo contribuyan a establecer la definición de un Framework para el diseño de Foros para el aprendizaje colaborativo y a la formulación de una metodología para la evaluación de la colaboración de este tipo de sistema CSCL en un contexto social real de aprendizaje.

Palabras clave. Evaluación de la colaboración, Resultados de la colaboración, Aprendizaje colaborativo, Foros de discusión,

1 Introducción

En el campo de la educación superior, los docentes conocen y usan las herramientas de comunicación y coordinación para actividades personales tales como la preparación de sus clases, programación de actividades, el envío de notas y comunicación de ideas, pero hay poca evidencia de su uso premeditado en la ejecución de procesos de aprendizaje colaborativo. Del mismo modo, los estudiantes las usan principalmente para comunicarse y compartir información, sin mucha conciencia de que podrían participar en forma colaborativa.

En general, las actuales herramientas facilitan la comunicación y la coordinación pero tienen problemas para apoyar la colaboración. Una causa de esta situación es el escaso conocimiento, comprensión, teorías y práctica del trabajo colaborativo (Ramage, 1996; Senge, 1994). Una forma de detectar estos problemas es a través de su evaluación en contextos sociales de aplicación real (Collazos, C. A., 2008, Ramage, 1996). En este sentido, no ha perdido aún vigencia el diagnóstico de

Grudin (1988) cuando recomendó investigar sobre el funcionamiento de los grupos y organizaciones y sobre las reales dificultades que impiden que las aplicaciones colaborativas sean efectivas. Inkpen, Mandryk, Morris & Scott (2004) sugieren enfocar los estudios en determinar indicadores para saber en qué grado el uso de la tecnología ha facilitado o impedido la colaboración.

La efectividad del aprendizaje colaborativo en aspectos como la formación del pensamiento crítico y resolución de problemas ha sido estudiada y documentada por varios autores (Jhonson, 1986; Kagan, 1986 en Appelgren, 2004; Nunan, 1993; Collazos C. A.,2008;), pero el aprendizaje colaborativo apoyado por computador carece de investigación relevante en torno al impacto de la tecnología en los sistemas de evaluación del proceso de colaboración (Collazos C. A., 2008). Al respecto Martínez M.A., (2003) dice “para evitar caer en propuestas idealizadas basadas en el estudio de sistemas teóricos que no responden a necesidades del entorno se debe trabajar desde el principio sobre una situación real de evaluación, para ir aplicando las ideas y aprendiendo de la reflexión sobre esta experiencia”

2 Formulación del Proyecto

Actualmente la tecnología ofrece una gran variedad de herramientas para apoyar la educación, dando lugar a sistemas interactivos de E-learning, B-learning y M-Learning. Esto ha permitido el trabajo en grupos cuyos integrantes están dispersos geográficamente en cursos y actividades en línea. Una de las herramientas más usadas es el foro.

En general se puede decir que la mayoría de estas herramientas permiten la comunicación y la coordinación, pero la colaboración es un proceso que no se encuentra definido claramente en las herramientas de las aulas virtuales y se dificulta. Posiblemente una causa es que además de la herramienta informática se necesita la organización y desarrollo de algunas acciones o estrategias metodológicas, las cuales podrían ser inducidas por la misma herramienta así como espacios para el trabajo individual y para la construcción o elaboración de los productos que resulten de las conversaciones y de la colaboración entre los integrantes de un grupo.

Se ha estudiado la evolución del aprendizaje en grupos de trabajo colaborativos usando tecnología informática, donde no solamente el foro es usado como herramienta sino también el Chat (Cataldi & Almenara, 2005). Aportes de Cubillos (2008), acerca de la sistematización y análisis de la experiencia de implementación del Foro Virtual, como espacio de trabajo para el desarrollo de la agenda semestral de actividades de Excálibur (un grupo de investigación de la Universidad Católica de Colombia), arrojó evidencias de que el Foro da sentido a las temáticas tratadas en

él, las convierte en pretexto para que se establezca la reflexión sobre el impacto de las tecnologías emergentes, sobre los caminos que abre la Web 2.0 y sobre las implicaciones de la ingeniería del software en la formación del ingeniero de sistemas.

Reyes & Tchounikine (2006) afirman que investigaciones han mostrado dificultades asociadas a los foros donde señalan que es necesario determinar mediante su evaluación cual es el impacto de su uso en los resultados de la colaboración y si se puede optimizar su uso como una herramienta efectiva para apoyar el aprendizaje colaborativo.

En la literatura revisada se encuentra que existen varios argumentos teóricos y otros prácticos acerca del impacto del foro como herramienta para el aprendizaje colaborativo, sin embargo, no se reportan métodos para evaluar el impacto del foro en el proceso de colaboración.

Otros análisis de ambientes colaborativos buscan separar los efectos de la construcción de conocimiento y la colaboración en grupo en los resultados del aprendizaje de cursos basados en la web, esto es, utilizando sistemas colaborativos de tipo sincrónico y asincrónico. (Benbunan-Finch & Arbaugh, 2006).

Esta investigación se quiere enfocar en el uso de los foros para el aprendizaje, plantea la siguiente hipótesis: La implementación de una actividad colaborativa en un Foro de discusión electrónico, permite obtener mejores resultados de colaboración con respecto a un Foro de discusión electrónico tradicional. El objetivo es evaluar el impacto del uso de los foros en los resultados del proceso de colaboración, en un contexto social real de aprendizaje conformado por grupos de tres estudiantes.

3 Metodología

La metodología que se propone desarrollar para esta investigación es de tipo cuasi-experimental con el apoyo de métodos de tipo cualitativo y de modelación. La población que se estudiará está conformada por docentes y estudiantes del programa de ingeniería civil de la Universidad Militar Nueva Granada localizada en la ciudad de Bogotá, Colombia en las modalidades presencial y a distancia.

Se utilizará como Ambiente virtual de aprendizaje el entorno Moodle específicamente la herramienta Foros. Se realizará una experiencia piloto con 6 grupos de estudiantes de 3 integrantes cada uno. Tres grupos desarrollarán el taller mediados por el foro y los otros tres desarrollarán el mismo taller en el foro pero con una guía que oriente la colaboración de todos los integrantes. Basados en los registros que deje el foro y en la calificación del trabajo final se determinarán los resultados de la colaboración. Durante el desarrollo de esta experiencia se

observarán y anotarán todas las dificultades y fallas de tipo logístico y del sistema para corregirlas en los experimentos definitivos.

4 Trabajo Futuro

Consolidación y aplicación del Diseño experimental y formulación de una metodología para la evaluación de la colaboración en Foros electrónicos en contextos reales de aprendizaje.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al grupo de investigación Colabora del Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Santiago de Chile y a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada por facilitar los recursos necesarios para el desarrollo de esta propuesta de investigación.

Referencias

1. Appelgren, G. L.: Soporte para facilitar la conectividad comunicativa con un ambiente electrónico de Aprendizaje Colaborativo. Tesis de Maestría, Universidad Santiago de Chile, Ingeniería Informática, Santiago de Chile. (2004).
2. Benbunan-Finch, R., & Arbaugh, J.: Separating the effects of Knowledge construction and group Collaboration in Learning outcomes of web-based courses. Science Direct - Elsevier, 778-792. (2006).
3. Collazos, C. A.: Aprendizaje colaborativo apoyado por computador. Conferencia en evento académico "Lunes Científico" en la Universidad Militar Nueva Granada, el 18 de febrero de 2008 en Bogotá, Colombia. (2008).
4. Cubillos, G.: EXCÁLIBUR: Una semilla en la sociedad del conocimiento. STUDIOSITAS, 53-57. (2008).
5. Grudin, J.: Why CSWC applications fail: Problems in the design and evaluation of organizational interfaces. 85-93. (1988).
6. Hauben, M., & Hauben, R.: On the History and Impact of Usenet and the Internet. Netizens. Wiley-IEEE Computer Society Press. (1997).
7. Inkpen, K., Mandryk, R., Morris, J., & Scott, S.: Methodology for evaluating collaboration behaviour in Co-Located environments. Conference '04. (2004).
8. Johnson, D., & Johnson, R.: Learning Together and alone. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. (1994).
9. Ramage, M.: CSCW Evaluation in Five Types. Lancaster, UK: Lancaster University. (1996).
10. Martínez, M. A.: Método y modelo para el apoyo computacional a la evaluación en CSL. Tesis Doctoral. Departamento de informática Universidad de Valladolid. (2003).
11. Reyes, P., & Tchounikine, P.: Structural Awareness for Collaborative Learning Environments. (D. Kumar, & J. Turner, Eds.) International Federation for Information Processing, 210, 175-184. (2006).
12. Senge, P.: La quinta disciplina. 1ª. Ed. Granica. Barcelona (1994).

***Quantum Leap*: evaluación heurística y con usuarios finales de una aplicación para el autoaprendizaje de inglés**

Marta Díaz¹, Judit Casacuberta¹, Pere Ponsa¹, Elisabet Arnó², Beatriz Amante³

¹4all-L@b Centre d'Estudis Tecnològics per a l'atenció de la Dependència i la vida Autònoma-

² Departamento de Proyectos de Ingeniería, Sección de Inglés

UPC Vilanova i la Geltrú

³Departamento de Proyectos de Ingeniería

{Marta.Díaz, Pedro.Ponsa, [Elisabet.Arnó](mailto:Elisabet.Arnó@upc.edu), [Beatriz.Amante](mailto:Beatriz.Amante@upc.edu)}@upc.edu

Judit Casacuberta correu.4all-lab@upc.edu

Resumen En este artículo se describe el trabajo de evaluación y propuestas de rediseño realizado durante el desarrollo de la interfaz de la web *Quantum Leap* para el autoaprendizaje de inglés en diversos contextos: como recurso didáctico en un entorno de docencia presencial y como un recurso personalizado para cada uno de los estudiantes. Para la evaluación se partió de una revisión con expertos, y después se diseñaron y realizaron tests con usuarios finales de diferentes perfiles y en los diversos contextos en los que está previsto el uso de esta *web*.

1 Introducción

La web *Quantum Leap* puede presentarse en varias de las etapas de formación como los estudios universitarios, principal entorno de uso de la aplicación, y como formación continua y empresarial, entornos especialmente importantes por poner a prueba la facilidad de uso en un entorno sin tutor.

Es importante dar especial relevancia a la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones del *tercer entorno* [1].-configurado como nuevo espacio social distinto a los tradicionales entornos naturales y urbanos-, para garantizar el acceso a los contenidos de forma que el diseño de la interfaz no añada dificultad al aprendizaje, sino que entre en sinergia para reforzar los contenidos y recursos didácticos, reforzando aspectos tan importantes en el proceso de enseñanza aprendizaje como la administración de feedback, la interactividad, la explotación del atractivo de los formatos multimedia. La interfaz en el entorno de aprendizaje debe resultar manejable, estimulante, y reforzar el propio proceso de aprendizaje de contenidos.

2 Descripción de la aplicación

El *Quantum LEAP* es un material didáctico multimedia interactivo para el aprendizaje de inglés en la universidad¹, que consta de 15 módulos temáticos independientes que contienen una variedad de actividades para el aprendizaje de inglés y que permiten el trabajo autónomo del estudiante, ofreciendo diferentes itinerarios formativos. Este material se presenta en un entorno virtual de aprendizaje creado especialmente para este proyecto. Actualmente se encuentra en fase de desarrollo y pilotaje, en acceso restringido a usuarios autorizados [2] [3]. En este punto del desarrollo de la aplicación se solicita la colaboración del 4all-L@b, para la evaluación y refinamiento de la interfaz

3 Plan de evaluación

3.1 Evaluación heurística

Se ha desarrollado mediante la guía ergonómica de diseño de interfaz de supervisión GEDIS [4] [5]. Hasta ahora la guía se había aplicado principalmente a interfaces de control de sistemas en entorno industrial. En este caso se exploraba su aplicación a otros entornos.

3.2 Tests con usuarios finales

El test se realizó para explorar la usabilidad y accesibilidad del portal para usuarios con diferentes grados de familiaridad con el entorno y con diferente nivel de competencia en inglés- en tres entornos distintos: i) Herramienta de auto aprendizaje en un curso dirigido (el tutor determinaría las actividades a realizar por el alumno), ii) Herramienta de auto aprendizaje individual sin dirección (6 participantes, 3 usuarios con algunas horas de uso con el interfaz y 3 que accedan por primera vez), y iii) herramienta principal en una clase supervisada (8 usuarios en dos sesiones diferentes de 4 cada vez).

Las cuestiones a testear con las pruebas de usuario se basaron en el análisis previo de tres evaluadores, a partir de la Guía GEDIS.

¹ El entorno virtual Quantum LEAP ha sido desarrollado por un equipo de profesores de la Universitat Politècnica de Catalunya (Elisabet Arnó, Carmen Rueda i Antonia Soler), la Universitat de Lleida (Lourdes Armengol i Enric Llurda) y la Universitat Rovira i Virgili (Joaquín Romero), y ha recibido financiación por parte de la Generalitat de Catalunya (MQD-2003, MQD-2005, MQD-2007), la Universitat Politècnica de Catalunya (2004, -2006, 2007, y Component Específic del Pla Estratègic de les Unitats, 2006-2008) y por la Universitat de Lleida (2004,2005).

Perfil de los participantes

Estudiantes de carreras universitarias que querían practicar y/o mejorar su nivel de inglés, todos ellos con un conocimiento medio de uso de un ordenador y de Internet. Se distinguió entre usuarios que no habían utilizado nunca esta aplicación y usuarios con algunas horas de uso, para valorar el factor de aprendizaje. Por otra parte también se recogieron datos sociodemográficos y datos relativos a su nivel de competencia en inglés que ya se conocía por la prueba inicial de nivel que se realiza siempre al inicio del curso.

Tareas y métricas

Las tareas seleccionadas fueron tareas clave aunque poco frecuentes (*Registrarse como usuario*), y tareas muy frecuentes (ej.: *Realiza la actividad 1 de "Listening 1" (apartado de escuchar)*).

Las variables objetivas de actividad que se registraron y analizaron fueron el tiempo consumido en la realización de las tareas, el número de tareas completadas con éxito, el número de accionamientos (registro automático, el número de consultas de ayuda al facilitador (registro manual), el número URLs desplegadas.

En cuanto a las variables subjetivas de rendimiento se obtuvieron a partir de las piniões espontáneas durante la realización (se animó a que pensarán en voz alta), respuestas al cuestionario al final del test, y opiniones manifestadas en la entrevista de cierre (registro manual)

4 Resultados y discusión

4.1 Evaluación heurística

Los tres evaluadores muestran apreciaciones muy similares en los tres primeros indicadores de Estructura, Distribución y Navegación. Es destacable que los evaluadores proponen una pantalla a modo de plantilla que mejore la que actualmente está en uso. Incluso dos de los evaluadores coinciden bastante en la forma de cómo debe ser dicha plantilla.

Un detalle que perciben los tres evaluadores es el uso del aplicativo en cuanto al registro del usuario. Hay plena coincidencia en que debe revisarse dicho procedimiento.

El valor promedio de la guía GEDIS aplicada a la interfaz del proyecto *Quantum Leap* es de 3,1 sobre una escala de 1 a 5. La evaluación es FAVORABLE. Con algunas incorporaciones de las mejoras, el índice podría acercarse a la valoración de 4, por lo que entonces la calidad de la interfaz sería ALTA.

La apreciación de comentarios de mejora debe servir para reflexionar sobre qué cambios serían oportunos e importantes desde un punto de vista que agrupa la visión de los evaluadores, los responsables pedagógicos del proyecto y los especialistas informáticos que implementan la aplicación.

4.2 Test de usabilidad

A partir de las observaciones del módulo A con usuarios sin experiencia previa con la aplicación, detectamos diferentes puntos que representan dificultades de uso en la interacción con la aplicación como en las funciones que no son frecuentes pero si básicas, como ejemplo, el registro de la web para poder acceder a los contenidos.

Se ha detectado también en varias ocasiones que la localización de las actividades dentro de los apartados es dificultosa cuando el apartado es extenso ya que su posición inferior en la web, hace que los usuarios no las detecten.

La selección de algunos elementos de respuesta son difícilmente seleccionables por no estar bien definida la área de selección, este es un problema de usabilidad pero es fácilmente solucionable por los programadores de la web, por lo que no consideramos que sea especialmente relevante.

También reflejar las características de navegación propias en los usuarios, creadas a partir del hábito diario en la visita a otras webs, como por ejemplo la utilización del volumen del vídeo, el cual identificamos como la mayoría de usuarios intentan cambiar el valor a partir de las barras para mostrar el volumen, en vez de utilizar los símbolos de más o menos mostrados.

5 Líneas de desarrollo

A falta de los resultados definitivos, como principal línea de desarrollo se contempla la mejora de la accesibilidad general, realizando anteriormente un conjunto de comprobaciones para proporcionar el acceso a personas con diversidad funcional, ya que la mayoría de contenidos no son compatibles con tecnologías asistenciales.

Esto se prevé como una fase posterior ya que implica el cambio de la mayoría de elementos de la web, los cuales deberán seguir con la misma funcionalidad y con las correcciones implementadas, resultado de las evaluaciones de usabilidad.

Bibliografía

- [1]Echeverría, J. (2000), "Educación y tecnologías telemáticas", Revista Iberoamericana de Educación, Número 24, Septiembre - Diciembre.
- [2]Soler, A.; Rueda, C.; Arnó, E. (2006). A hypermedia project for EAP students : interactive materials in a virtual learning environment. 5th International Conference of AELFE (European Association of Languages for Specific Purposes). Zaragoza, Spain. 14th-16th September 2006.
- [3]Arno, E.; Rueda, C. y Soler, A. (2009) Designing a Virtual Learning Environment for EAP Students: Quantum Leap (Learning English for Academic Purposes) En González-Pueyo, Isabel / Foz Gil, Carmen / Jaime Siso, Mercedes / Luzón Marco, María José (eds.) Teaching Academic and Professional English Online

[4]P. Ponsa, M. Díaz, A. Català. (2008). Human factors guideline for supervisory control interface design. *Human Technology: an interdisciplinary journal on humans in I C T environments* , - (-) : ---. ISSN: 1795-6889

[5]P. Ponsa, M. Díaz. (2007). Creation of an ergonomic guideline for supervisory control interface design. *Lecture Notes in Computer Science* , 4562 (-) : 137-146. ISSN: 0302-9743

Sharing Application Sessions for Peer-to-Peer Learning

Oscar Ardaiz¹, Luis Manuel Diaz de Cerio¹, Jose Andres Del Campo¹,
Rubén Mondejar²

¹Public University of Navarra, Pamplona, Spain
{oscar.ardaiz, luismanuel.diazdecerio, joseandres.delcampo}@unavarra.es

²Rovira y Virgili University, Tarragona, Spain
Ruben.mondejar@urv.cat

Abstract. In this paper, we introduce the concept of Peer-to-peer Learning and discuss learning scenario that we aim at giving solution. We present our contribution ULabGrid2, a Grid architecture framework and the current implementation. ULabGrid2 supports several Peer-to-peer learning scenarios making use of P2P and Grid infrastructures: sharing application session, sharing data files, providing peer to peer direct communications, an activity indicator for peer discovery. Finally, we describe an experimental study where we demonstrate the framework ability to support peer-to-peer learning activities and evaluate the learning experiences of the users.

1. Introduction

Educational institutions for all ages have been centered in the teacher: teachers providing materials, giving lectures, assisting students, marking exams and so on. Thus computer supported for learning has been built following such a model: supporting teacher activities with Course Management Systems (CMS) that provide students access to lecture materials, automate tests access, and assessment. However, new educational paradigms are emerging: the Peer-to-peer learning model claims that peers are students and teachers at the same time “learning from and with each other” [2]. Learning is changing “from workplace courses to global conversation” supported by Internet and Web2.0 tools. The main driver behind this change is the decentralized nature of the Internet. Centralized educational institutions and systems are no longer required. Internet enables people to meet each other in a distributed fashion for Peer-to-Peer learning. The Peer-to-peer learning paradigm raises a number of Peer-to-peer learning scenarios that can make use of computer systems to improve learning, fe.:

a) Peer communication directly to other peers. Most learning activities require peers to communication with each other, synchronously or asynchronously, to request information, give advice, discuss new topics, etc. Also group communication is required sometimes when the message is not address to a specific peer, but a number of peers might respond. Computer support for direct peer-to-peer communication has many modes: text-based messages, streaming audio and video, etc.

b) Peer discovery and connection to other peers. In any non trivial system, more that a few users, it is required some mechanism to discover and select peers to connect to. Also the criteria for discovery and selection vary a lot from application to

application. In a peer-to-peer learning scenario network-based discovery seems to be adequate since it also conveys reputation of peer.

c) Sharing information. Peer learners must be able to access other peers' information resources such as assignment documentation, class notes, laboratory experiment results, etc. Peers will use such information to compare with its own results and to discuss divergent results. This scenario requires a system that allows peers to share his data files with others.

d) Sharing application sessions. Practical computer based assignments, usually simulation based exercises, require an application session to be executed and a graphical user interface to interact and visualize simulation results. Peers accessing other peers' application sessions can observe his/her progress through the exercise, and even help peers by taking control of the application interface. This scenario requires a system that permits multiple users accessing an application session concurrently. This requirement involves a multi-user interface where graphical output is shown in several screen, and shared input control. Moreover, recording an application session for later execution can be valuable.

Peer-to-peer learning can be supported by centralized server based e-learning platforms. The Elgg personal learning platform [3] has being built reusing many Web2.0 platforms such as blogs, wikis, social networking system to support learning in a networked environment. Since Peer-to-peer learning is a distributed activity, in this work we are focused on exploring distributed systems support, specifically by Peer-to-peer and Grid systems, our contributions in this work include a novel approximation for Peer-to-peer and Grid convergence in Peer-to-peer Learning area.

Peer-to-peer systems are the most decentralized distributed system using resources at the edge of the network: end user computer. Peer-to-peer systems support various applications from file sharing to distributed high performance computing however there are many technological issues involved in such system. There are a few works attempting to use such technologies for collaborative learning. Halm et. al. [4] discusses which Peer-to-peer technical model fits best the "learning design" paradigm. His own group has developed a Peer-to-peer file sharing application for university usage, "lionshare" [5].

2. ULabGrid2 Framework for Peer-to-peer Learning

We aim at building a system that supports the scenarios explained previously. Several of those scenarios could be supported by different distributed technologies; however there was a scenario that was only provided by the ULabGrid framework [1], ULabGrid provides the following functionality for several of the previous scenarios:

a) **Sharing application sessions** with an screen sharing system: the Virtual Network Computing system VNC permits remote desktop sharing between several user. ULabGrid enables users to access different shared application session being executed on demand in a dynamic pool of Grid resources.

b) Sharing information with a **shared data file sytem**, in ULabGrid applications data was available to any of the applications sessions being executed in the pool of Grid resources.

To support the other peer-to-peer learning scenarios we had extended the framework into a new version to be called ULabGrid2. The functionality that this new framework version incorporates is:

- c) **Peer-to-peer direct communication**, initially text-based messages.
- d) **Peers discovery** by means of social networking based mechanisms.

Some functionality of the prototype has a Web based interface and back end, to this end we are making use of the popular Moodle open source course management system so that our functions can be incorporated easily in existing system.

Since many learning activities can be design to be performed by collaborative small groups, we have implemented in ULabGrid2 support for small groups. Peer students can be assigned to a small group (2-3 people) at the beginning of the course which share data and application sessions among them straight away without asking for permissions.

The ULabGrid2 framework enables any user to observe its own resources (files, application sessions, etc.) and the shared resources of others simultaneously. Resources might be resources local to the user in its own computer or remote in a Grid infrastructure. Peer learners form a network connecting peers with each other. Peers are connected directly for communication or file sharing, and indirectly through a Grid resource for application session sharing. A social networking mechanism permits peers to discover each other through direct connections, who I communicate with, or through indirect connections, who I share an application session with.

2.1 Sharing Application Sessions

Peer students of the same course run applications in remote computers in the Grid through a Moodle module called ULabGrid2 Module. Remote Grid computers have got installed the license applications and a VNC server. User accesses the session through the VNC client executed in their Web browser. The Moodle module runs the application and configures the user's VNC client that connects to the server in order to access the session. Thanks to VNC remote applications have a graphical user interface that permits user to perform the activity by dragging icons, double clicking in icons, entering texts and other graphical user interface functions.

Each student (or group of students) decides if his session is made public or not to other peers. If the session is made public any other peer of the same course can access it, but only in view only mode they are not allowed to take or request the control. There are 3 possible sharing states: Non-shared Session, Shared session and Free Shared session. In the share state in order that one student can see others' sessions, he must have shared his session with others. The Free Share state represents that a user session can be seen by anyone without having to share its session in exchange. This operating mode can be used by users that need help and are willing to show his work freely to anyone.

In several users have being assigned to an small group, all of them can share the same session automatically. Initially only one peer of the group has the control of the session (mouse, keyboard, etc.) and others are in view only mode. Other peers in the group can request the control at any time and the group member who is controlling the session can release the control or decline the request.

3. Evaluation Study

We have performed an evaluation of ULabGrid2 with 10 students of a postgraduate computer science course. Students have to perform two different activities. In the first activity instructors form groups of 2 or 3 students to perform activities in small groups. Students have to access a visual programming environment (Eclipse) to fix and execute collaboratively a give code with errors. Students can see who are in its group and which other groups are accessing the same course. In the second activity students belong to one-member groups. Students have to access the same visual programming environment and fix and execute a different code with errors. Students know all other students and can perform peer-to-peer activities.

The preliminary results from these experiments are interesting. In the first activity students were able to experiment with the shared control functionality. They reported it was not easy to use, and in all cases they preferred that one student took control of the mouse, while the other view and commented through the chat session what was happening.

In the second session every student has to perform the activity individually, but they could access other students' sessions to see how others did it and to ask for help. The observed behavior of students was to ask for assistance to those students that were most effective in performing the task in the first session. With the help of those students most participants were able to complete the assignment on their own.

Acknowledgments

This work has been partially funded by the Spanish Ministry of Science and Technology through project TIN2007-68050-C03 and TIN2007-68050-C02. P2PGrid project [<http://www.p2pgrid.info>].

References

1. O. Ardaiz, L. Diaz de Cerio, A. Gallardo, R. Messeguer, K. Sanjeevan, "ULabGrid Framework for Computationally Intensive Remote and Collaborative Learning Laboratories", IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid, 2004.
2. D. Boud, R. Cohen, J.Sampson, Peer learning in higher education: learning from & with each other. Kogan Page. London. 2001.
3. Campbell, A.P., Ammann, R., and Dieu, B. (2005). Elgg--A personal learning landscape. TESL-EJ, 9(2), <http://tesl-ej.org/ej34/m1.html>
4. M. Halm, B. Olivier, U. Farooq., C. Hoadley. "Collaboration in Learning Design Using Peer-to-Peer Technologies" in Learning Design, Koper & Tattersal (Eds.). Pp. 203-213. Springer-Verlag. Berlin. 2005.
5. M Halm, A Valentine, LionShare: an academic Peer-to-peer community. <http://lionshare.its.psu.edu/2007>.

Educación en Ciencias e Ingeniería Mediante la Interacción Humano-Robot.

Ing. Juan J. González¹, PhD. Jovani A. Jiménez¹, PhD. John W. Branch¹

¹ Escuela de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Minas
Universidad Nacional de Colombia
Medellín -Colombia
{ jjgonzalez, jajimen1, jwbranch }@unal.edu.co

Abstract. La evolución de la robótica ha hecho que su uso se haya difundido ampliamente en los sectores productivo, económico y social. Sin embargo, el paradigma convencional de tomar al robot como una herramienta y no como un agente social ha limitado sus campos de aplicación. En años recientes esta tendencia ha cambiado y el robot ha pasado a ser tomado como un compañero del usuario y no como un esclavo. Uno de los aportes más significativo se ha dado en la educación, donde los robots al integrarse al grupo de estudiantes y tutores facilitan el aprendizaje y el fortalecimiento de habilidades cognitivas. En el presente artículo se ilustra algunos de los alcances más representativos en esta materia y se enmarca dentro de ellos el kit educativo TEAC²H-RI (Technology, Engineering And sCience eduCation through Human-Robot Interaction).

Keywords: Interacción Humano-Robot, Computación y Sociedad, Robótica Educativa, Aprendizaje, Creatividad, Diseño.

1 Introducción

Los retos a los que actualmente se ve enfrentado el mundo son tan críticos que amenazan la supervivencia del ser humano. Algunos de estos son: calentamiento global, efecto invernadero, epidemias, pandemias, escasez de recursos naturales, superpoblación, contaminación, desempleo, entre otros. Para poder afrontarlos adecuadamente se requiere que el modelo actual de educación evolucione e incorpore nuevos métodos que fortalezcan ampliamente las habilidades de diseño, investigación, creatividad, trabajo en grupo, entre otras y adicionalmente facilite el aprendizaje de conceptos teóricos. En los países desarrollados una de las soluciones aportadas se basa en la interacción Humano-Robot [1].

Aunque este método se ha difundido ampliamente en los países desarrollados, en las economías emergentes, que son las más necesitadas de estas soluciones, ha sido más tímido y ha dependido en gran manera de los productos disponibles comercialmente en los países desarrollados. Por ello se requiere de soluciones creadas al interior de estas naciones que se ajusten a su realidad [2].

El resto del artículo se divide así: en la siguiente sección se expone algunos de los principales aportes en robótica educativa. En la sección tres se explica la metodología propuesta. Para finalmente en la sección cuatro presentar las conclusiones y trabajo futuro.

1. Robótica Educativa

En el proceso evolutivo de la educación uno de los momentos más importantes se dio en el siglo XIX cuando diferentes acercamientos proponen el cambio del paradigma de educación pasiva que hasta ese entonces regía. En ese modelo hay dos papeles, el pasivo y el activo, que se asignan al estudiante y al profesor, respectivamente. Allí, se toma al conocimiento como un fluido que se transfiere desde su fuente (profesor) hasta su destino (aprendiz). [3]

Años después, en el siglo XX, dos de los principales logros fueron la teoría constructivista del psicólogo suizo Jean Piaget y la pedagogía del construccionismo desarrollada por el matemático sudafricano Seymour Papert. El primero afirma que el conocimiento no se transmite sino que se construye, es decir, se crea activamente en la mente del aprendiz [4]. El construccionismo también afirma lo mismo, pero que además, es necesario para alcanzar esto que el individuo construya algo tangible, un elemento fuera de su mente, que además tenga un significado personal para él [3]. Ésta última pedagogía fue en la que se basa muchos de los principales desarrollos en robótica educativa.

Algunos de los productos de robótica educativa más relevante son LEGO Minstorms, Fischertechnik, Logo [5], Pioneer, K-Team, IroRobot y Handy Board [6, 7]. El primero es uno de los productos de robótica educativa más reconocido. Uno de sus productos más interesantes es el Humanoide Rex que tiene sensores de distancia, sonoros y táctiles para el sistema de percepción, servomotores para el movimiento y el bloque central NXT para el control. Adicionalmente, tiene un parlante que le permite hablar. El comportamiento del robot se programa en el Mindstorms NXT software, y mediante un enlace de Bluetooth o vía USB el programa se carga en el bloque NXT [8].

También de gran relevancia son los kits de Fischertechnik, con características técnicas y de flexibilidad superiores a las de LEGO [9], pero con una menor difusión, debido a su alto costo con respecto a los kits LEGO Mindstorms. Son usados para enseñar conceptos básicos de robótica, sistemas robóticos multi-agente y simulaciones de sistemas industriales a pequeña escala. Uno de sus principales productos es Robo Explorer, que en su sistema de percepción tiene sensores ultrasónicos para la medición de distancia, sensor de color, un sensor infrarrojo de camino, un resistor NTC y una fotorresistencia. Su sistema motriz está a cargo de dos motores y ruedas tipo oruga. También vienen con este kit la interfaz ROBO, y el software de programación ROBOPRO [9].

Los otros kits mencionados aunque también son importantes en el ámbito académico, investigativo e industrial tienen una menor difusión y se obvian en este artículo sus detalles.

2. Metodología Propuesta.

Los kits de robótica educativa exhibidos anteriormente son creados por compañías en países desarrollados con niveles y condiciones de vida diferentes a los de las economías emergentes, por lo cual su implementación en uno de estos últimos, solo comprendería una transferencia de tecnología que no brinda el mismo éxito si se

hiciera una lectura del entorno y se desarrollara un producto acorde a sus necesidades, recursos y características [2].

En el campo técnico las dos debilidades más comunes de estos kits son el número de piezas definido y las ecuaciones de comportamiento de los sensores que componen el sistema de percepción de los robots, las cuales son estáticas e inmodificables por el usuario [10]. Estos dos factores truncan inadecuadamente el conocimiento obtenido y además el fortalecimiento de las habilidades creativas y de diseño, debido a que predisponen la mente del aprendiz a los diseños que debe realizar.

El proyecto Robótica Educativa: Maquinas Inteligentes en Educación del grupo de investigación Inteligencia Artificial en Educación de la Universidad Nacional de Colombia, mediante el desarrollo del sistema Multi-Agente robótico TEAC²H-RI (Technology, Engineering And sCience eduCation through Human-Robot Interaction) solucionó las problemáticas arriba mencionadas. Este proyecto se enfoca en su primera fase para la población estudiantil de los grados 10 y 11 de bachillerato del Área Metropolitana de Medellín.

TEAC²H-RI (Technology, Engineering And sCience eduCation through Human-Robot Interaction) está compuesto de cuatro agentes robóticos, 3 hijos y una madre. Es un sistema híbrido ya que tiene características distribuidas y centralizadas. Es distribuido porque los robots hijos, que tienen comportamientos de navegación similares a los de su madre, pueden interactuar entre ellos y desarrollar labores autónomamente. Es centralizado porque el robot madre puede desempeñar la labor de guía del grupo.

Las características del sistema multi-agente tienen como objetivo fortalecer el cooperativismo, al promover que cada integrante del grupo trabaje en función de los otros, pero a su vez que cada grupo actúe en función de los otros grupos.

Cinco diferentes sensores componen el sistema de percepción de los agentes robóticos. Sobre estos sensores se puede experimentar y modificar las ecuaciones que los rigen [10]. Los sensores usados pueden ser para evasión de obstáculos o seguidores de línea basados en infrarrojos, de luminosidad basados en fotorresistencias, de contacto basados en swiches, sonoros activados por aplausos.

El diseño del chasis, el cual puede ser armado o desarmado, es ideal para la experimentación y comprensión de importantes conceptos fisicomatemáticos. Es más robusto que los kits comerciales, ya que su desarrollo está basado en piezas fácil consecución en el mercado nacional, que en caso de pérdida o daño se pueden reemplazar a un bajo precio.

Otra importante aplicación del kit TEAC²H-RI se encuentra en la enseñanza y validación de algoritmos. En la primera fase de implementación de este proyecto se usará el lenguaje de programación CodeWarrior de la compañía Metrowerks, el cual se encuentra soportado en C. Sin embargo, se está considerando desarrollar un algoritmo de uso más sencillo para el usuario que no requiera conocimiento en C para la interacción con el kit y que además brinde una introducción al mundo de la programación.

La guía de aprendizaje contiene los temas de física, matemática, electrónica, algoritmos e inteligencia artificial que serán abordados por medio de los agentes. Éste es uno de los puntos de mayor cuidado, porque demanda que el desarrollo del material tenga un lenguaje, conceptos y ejemplos adecuados, que capten la atención de los aprendices por el tema. [5]

3. Conclusiones y Trabajo Futuro.

El costo de producción es de aproximadamente \$65US por robot lo cual es relativamente bajo con respecto a las opciones presentes en el mercado.

La siguiente fase del proyecto consiste en visitar los colegios, entregar los kits, educar a profesores y alumnos en el uso de los mismos y evaluar los resultados en el aprendizaje y fortalecimiento de habilidades cognitivas de los alumnos que se obtuvieron antes y después de la interacción con el kit.

El uso de robots para educación construidos al interior de Colombia se adaptan mejor a la realidad de la región, que los que son importados de países desarrollados, por consiguiente se hace necesario que la universidad, el sector privado y el gobierno unan esfuerzos para crear nuevas alternativas autóctonas que fortalezcan habilidades creativas, de aprendizaje, diseño y cooperativas, entre los aprendices

La herramienta tecnológica, el kit TEAC²H-RI en este caso, no debe ser vista como la panacea a los problemas de la educación en Colombia, sino que se hace necesario el trabajo conjunto Estado-Colegio-Universidad-Empresa para la evolución adecuada hacia un nuevo modelo educativo, en el cual el docente tendrá un mayor compromiso y esfuerzo, pero a su vez obtendrá mejores resultados en los aprendices.

4. Agradecimientos.

El trabajo descrito en este artículo hace parte del proyecto de investigación “Robótica Educativa: Maquinas Inteligentes en Educación” auspiciado por la Dirección de Investigación (DIME) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Referencias

1. T. Fong, I. Nourbakhsh, and K. Dautenhahn, A survey of socially interactive robots. En: Robotics and Autonomous Systems vol. 42, no. 3–4, pp. 143–166 (2003).
2. UN Millennium Project Innovation: Applying Knowledge in development. Task Force on Science, Technology, and Innovation (2005).
3. Papert S. A Critique of Technocentrism in Thinking about the School of the Future.1990 M.I.T. Media Lab Epistemology and Learning Memo No. 2 (1990).
4. Piaget, J. Inhelder, B. La psychologie de L'enfant. Paris. P.U.F. (1966)
5. Chiou A. Teaching Technology Using Educational Robotics. En: Scholarly Inquiry in Flexible Science Teaching and Learning Symposium. pp. 10–14. (2004)
6. Anderson M., Thaete L, Wiegand N. Player/Stage: A Unifying Paradigm to Improve Robotics Education Delivery. En: RSS Workshop on Research on Robotics in Education (2007)
7. Martin F. Robotic Explorations. A hands-On Introduction to Engineering. New Jersey Prentice Hall (2001).
8. LEGO Mindstorms: http://mindstorms.lego.com/Overview/MTR_AlphaRex.aspx
9. Fischertechnik. <http://www.fischertechnik.com.mx/fischertechnik.htm>.
10. Zuckerman O., Resnick M. System Blocks: A Physical Interface for System Dynamics Learning. MIT Media Laboratory. (2003)

Monitorización de redes sociales como herramienta para el análisis de interacción

Jorge Márquez (Diseñador de interacciones)

, David Rodríguez (Responsable Usabilidad/Accesibilidad)

Abstract. Actualmente los usuarios suelen destinar más de 25 horas al mes a las redes sociales, una parte de ese tiempo la destinan a generar contenidos y en algunos casos ese contenido está relacionado con opiniones concretas sobre interacción con diferentes webs o aplicaciones. El análisis de estos comentarios permite una visión más clara y concretas sobre posibles oportunidades de mejora aportando datos que enriquecen las evaluaciones y el análisis de interrelación.

Keywords: Redes sociales, análisis heurístico, diseño de interacción, DCU, investigación de usuarios, monitorización, social buzz

1 Redes sociales, el nuevo paradigma

Los datos concretos sobre la audiencia y penetración de las redes sociales son muy variopintos, las principales compañías 2.0 no se animan a dar datos concretos sobre el volumen, frecuencia de uso, target, demografía, etc. Sin embargo, hay quienes se atreven con los datos, ComScore¹, empresa de medición del mundo digital, publicó a finales de mayo de 2009 un informe que aseguraba que las redes sociales en España tienen más de 18 millones de usuarios mensuales con una dedicación 25 horas sólo a al uso de servicios 2.0.

Más aún, en 2008 Universal MacCann² publicaba un informe donde señalaba que el 77% de los usuarios destinaban su tiempo en internet a la lectura de blogs mientras que un 43% interactuaba con las diversas redes sociales.

En estos entornos las temáticas tratadas en las redes sociales son diversas sin embargo los usuarios son proclives a la crítica, es decir las web 2.0 ha abierto la ventana a los usuarios para generar opinión. Muchas de estas opiniones reflejan las diversas

¹ Nota de prensa publicada el 27 de mayo de 2009 bajo el título Internet Users in Turkey Spend More Time Online and Consume More Pages than Users in Other European Countries http://www.comscore.com/Press_Events/Press_Releases/2009/5/Turkey_has_Seventh_Largest_Online_Audience_in_Europe

² Estudio de Universal MacCann titulado "Power to the people, Wave 3" publicado en marzo de 2008.

2 , **David Rodríguez** (Responsable Usabilidad/Accesibilidad)

experiencias de lo usuario en los procesos de interacción con diferentes interfaces generando información muy valiosa para el proceso de diseño centrado en el usuario.

En este sentido, la monitorización de las redes sociales representa una nueva vía para la recopilación y captura del *feedback* relacionado con la experiencia de usuario. De momento es una tendencia emergente, pero en poco tiempo se podría llegar a convertir en una herramienta estándar en los procesos de evaluación de la experiencia de usuario.

Monitorizar esta conversación permite añadir un enfoque más cercano al usuario en el análisis de interacciones.

2 Nueva aproximación al análisis heurístico y de interacción

Hasta el momento los métodos de inspección y evaluación heurística se basan en la experiencia del evaluador, experiencia soportada por los diversos estudios sobre el usuario, sus preferencias y modelos mentales. A diferencia del test de usuario, el análisis heurístico busca más una visión de los estándares que van emergiendo. Sin embargo, la evolución de la web y su tecnología en diseño de interfaces va creando nuevos estándares susceptibles de evaluación y estandarización.

La evolución de este tipo de análisis es inminente, sin perder su carácter de evaluación de experto es posible incorporar nuevos inputs más allá de la visión de los profesionales de la usabilidad. Sin llegar a convertirse en una metodología de análisis con usuario la monitorización de las redes sociales y la blogósfera puede ser el punto de partida idea. Este análisis consiste en la recopilación de comentarios relativos a la interacción de una aplicación o web en concreto o de un componente de interacción en concreto.

3 Metodología de análisis de redes sociales

Para abordar el análisis de redes sociales y conseguir los *feedback* deseados existen 2 posibles métodos:

1. Monitorización de redes sociales
2. Incentivar la discusión

Una vez definido el objeto de estudio, podemos aplicar la siguiente metodología para abordar el análisis.

Fig. 1. Modelo metodológica de análisis de redes sociales



3.1 Monitorización de redes sociales

Una buena definición del perfil de usuario permite detectar con claridad las redes sociales donde se coexiste nuestro perfil limitando el campo de búsqueda. En esta fase inicia con la preselección de las redes sociales a inspeccionar tanto de forma automática como de forma manual.

Para la monitorización automática se requiere la definición de *keywords* los suficientemente claros para minimizar el impacto en la depuración de información. Una vez obtenidos los datos clave, el análisis estará enfocado en la obtención de 2 factores:

1. Calidad de la información
2. Insights sobre objeto de estudio

Estos factores dan como resultados los siguientes puntos que soportarán las recomendaciones finales y las oportunidades de mejora:

1. Tonos (Positivo, Neutro, Negativo)
2. Reporte de errores comunes

3.2 Incentivar la discusión

Este segundo método de inspección en redes sociales persigue como objetivo promover la discusión sobre un portal o aplicación o componente de interacción en concreto. En este sentido la red social se convierte en el laboratorio, donde a través de una batería de preguntas sencillas iremos recopilando opiniones concretas.

4 Ejemplo práctico

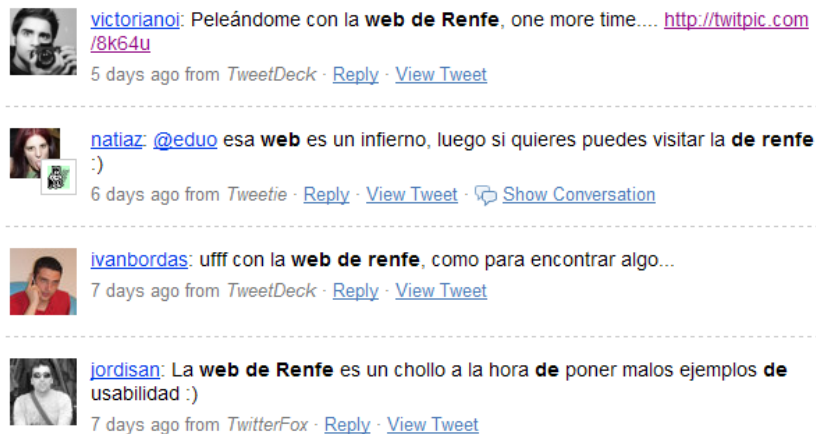
Un ejemplo práctico del tipo de *feedback* que podemos encontrar en las distintas redes sociales lo podremos encontrar al generar una búsqueda simple sobre la web de Renfe en *Twitter*.

La búsqueda mostró más de 30 resultado relacionados directamente con la interacción de la web. Pese a que este ejemplo tan sólo se basa en la exploración de un red social

4 , **David Rodríguez** (Responsable Usabilidad/Accesibilidad)

en concreto es posible comenzar a intuir los posibles *feedback* que encontraremos si ampliamos el radio de búsqueda.

Fig. 2. Ejemplo de monitorización en *twitter*, consulta sobre interacción en la web de *Renfe*



En la captura anterior (Fig. 2) se pueden observar una serie de comentarios de los que se desprenden 2 lecturas claves:

1. ¿A qué elementos se deben de prestar más atención en la evaluación?
2. ¿Cuál es el impacto que tiene la opinión de los usuarios?

Directamente de esta pequeña muestra se pueden intuir 2 conclusiones básicas:

1. La arquitectura de la información amerita una revisión minuciosa.
2. Los constantes fallos técnicos van en detrimento de la experiencia de usuario

5 Conclusión

Las redes sociales se presentan como una herramienta más que enriquecerá el análisis y el tratamiento de la experiencia de usuario. Aprovechar este recurso ayuda a avalar el análisis de experto. La profundidad de este contacto con el usuario no es ni mucho menos similar a las metodologías como el test de usuario, encuestas o un focus groups, pero es un método de acercamiento que nos permite una opinión más realista sobre una interfaz de usuario.



attitude makes the difference

Nombre: Jorge Márquez

E-mail: jmarquez@everis.com

Nombre: David Rodríguez Gabaldón

E-mail: [drodriga@everis.com](mailto:drodriaga@everis.com)

Teléfono: 91 567 94 00

Test de usuario para dispositivos móviles iPhone

Jordi Andrés (Consultor Usabilidad)

, David Rodríguez (Responsable Usabilidad/Accesibilidad)

Abstract. El iPhone supuso hace dos años la incursión de los smartphones y dispositivos touch en el mercado general de los móviles, que hasta entonces había sido reducido y exclusivo.

La gran cantidad de aplicaciones y páginas webs surgidas para este dispositivo lo consolidaron como un referente en cuanto a dispositivos touch.

El terminal ofrece muchas posibilidades para realizar tests de usuarios, ya que no altera la experiencia de usuario durante el desarrollo del test.

Keywords: Test de usuarios, DCU, iPhone, Apple

1 Un poco de historia...

En los últimos años los smartphones han pasado de ser un producto caro, destinado a un público muy concreto a ir ganando presencia en el mercado de la telefonía móvil.

Hasta el 2007 las opciones para navegar por internet pasaban por los dispositivos con Windows Mobile, Blackberrys o algunos Nokia y el protocolo más utilizado hasta entonces era el wap. Todo eso provocaba que el acceso a Internet mediante esos dispositivos fuera prácticamente irrelevante, y las empresas no invirtiesen en ello.

El iPhone OS supuso una revolución a muchos niveles, pero sobre todo en lo que respecta al acceso a Internet, que empezó a dispararse y hoy en día sigue creciendo: Durante el primer semestre de 2009, en nuestro país, 4'7 millones de personas han accedido a Internet a través de sus móviles¹.

¹ Noticia publicada en la sección Medios y Redes del diario ABC con el título "El uso de internet desde el móvil crece un 30% en el último año"
<http://www.abc.es/20090702/medios-redes-web/internet-desde-movil-crece-200907021153.html>.

Esto llevó a las empresas a preocuparse de la usabilidad en un entorno completamente nuevo para ellos.

Aunque la mayoría de principios heurísticos seguían siendo válidos, la interacción era radicalmente distinta, por lo que el test de usuarios cobró un papel fundamental.

Además, muchos desarrolladores se han volcado en programar aplicaciones para el iPhone y distribuirlas en el App Store, cuyo modelo de negocio han adaptado Google, Microsoft, Nokia y Blackberry.

2 ¿Por qué un test de usuarios en iPhone?

Aunque en un principio convivían principalmente el iPhone y el HTC Tocado, el primero superaba ampliamente al segundo en acceso a Internet, debido principalmente a su navegador. Safari alcanzó una cuota del 71% de los navegadores móviles seguido del Pocket IE con un lejano 12%².

Ese se vio rápidamente reflejado en Internet: las grandes compañías adaptaron sus páginas según la guía de estilo propuesta por Apple para su terminal móvil, que con el paso del tiempo ha sentado los estándares de la “navegación touch”.

Hoy en día la aparición del sistema operativo Android, de Google, y su posibilidad de trabajar en un sinnúmero de terminales ha equilibrado ligeramente la balanza, aunque falta tiempo hasta que el panorama actual se estabilice.

Otro factor a tener en cuenta es que, a nivel tecnológico, el sistema ofrece herramientas para realizar tests de usuarios de forma clara, sin tener que utilizar cámaras externas que entorpezcan el uso del terminal, por lo que la navegación es más natural.

2.1 Diferencias entre test móvil y test estándar

Aunque muchas veces los usuarios acceden a una misma página web tanto si acceden por el ordenador como si lo hacen a través del teléfono, hay una serie de factores a tener en cuenta que pueden alterar muchísimo la experiencia de usuario:

1. Entorno:

² Datos de Febrero de 2008 de Net Applications. Mostrados por Steve Jobs en la Keynote del 2 de Julio de 2008.

El uso de un ordenador suele producirse en un ambiente tranquilo y estable, como el hogar o la oficina, mientras que el móvil es muy variado e influyen multitud de factores como

- Iluminación: la experiencia de usuario es muy distinta si utilizamos el móvil en un entorno con poca iluminación o a pleno día, con el sol deslumbrando la pantalla.
- Ruido ambiente.
- Distracciones.
- Movimiento del entorno: si vamos andando o en tren...

2. Finalidad de uso:

Las tareas que realizamos con el móvil suelen ser más cortas y menos complejas que las realizadas con un ordenador.

3. Dispositivo:

Los factores que alteran la experiencia de usuario al realizar una tarea con el móvil en lugar del ordenador son:

- Tamaño de la pantalla: Mucho más pequeño que una pantalla de ordenador, por lo que la cantidad de información debe ser menor, estar mejor estructurada y evitar en lo posible la utilización del zoom.
- Teclado: El uso de un teclado virtual provoca que el usuario pierda mucha visibilidad a la hora de rellenar un formulario.

3 Aspectos técnicos

3.1 Preparación del test

Al preparar un test con iPhone debemos tener en cuenta lo siguiente:

1. ¿Qué vamos a testear?

Si testeamos una aplicación oficial no nos encontraremos con muchos problemas, ya que Apple impide la publicación de aplicaciones corruptas o poco cuidadas. En caso de que la aplicación se encuentre en fase de desarrollo debemos conocer las limitaciones de la misma para no proponer tareas imposibles al usuario.

Si testeamos una página web, debemos tener en cuenta si es plenamente funcional: Por ejemplo, si se basa en componentes flash, activeX, etc. no podremos navegar. También es importante considerar si está adaptada para dispositivos móviles.

2. ¿Qué perfil tienen los usuarios?

Debemos tener en cuenta la edad, experiencia en el uso de internet, ordenadores y dispositivos móviles.

Si el contexto de uso es muy específico (por ejemplo, una aplicación de bolsa) debemos asegurarnos que los usuarios tienen el conocimiento suficiente para realizar las tareas.

3. ¿Qué tareas debemos programar?

La definición de tareas para un test móvil no difiere demasiado de un test normal. A nivel general, tanto en una web como en una aplicación, debemos tener en cuenta las necesidades de los usuarios, las tareas más comunes que van a realizarse y las más críticas o importantes.

Además, podemos testear aspectos específicos que nos interesen.

3.2 Configuración de equipos y conexiones

Las herramientas para grabar y analizar el test de usuarios son las siguientes:

1. En el iPhone:
 - Veency VNC: para enviar la imagen de la pantalla del iPhone vía Wifi
 - Real VNC: para capturar la imagen del Veency y mostrarla en pantalla.
 - Morae Recorder: Para mandar la imagen al ordenador del observador.
2. En el PC del observador:
 - Morae Viewer: Para captar la imagen y poder establecer marcas.

La conexión entre equipos se realiza mediante el software Morae a través de LAN.

4 Monitorización y grabación

El rol del facilitador y del observador, una vez iniciado el test, son los mismos que en un test convencional. El facilitador, según convenga, podrá realizar el papel de “actor” para simular interrupciones si se considera necesario, para darle mayor realismo a la interacción.

5 Conclusiones

La incursión del iPhone en el mercado de los dispositivos móviles supuso el acceso del público general a estos dispositivos, y un gran salto en Internet móvil. A lo largo de dos años ha sentado las bases tanto de diseño como de navegación en dispositivos touch.

Teniendo en cuenta las crecientes cuotas de mercado en estos aspectos, la usabilidad juega un papel muy importante para las empresas que quieran posicionarse en un lugar destacado y ofrecer sus servicios a través de estos canales.



Nombre: Jordi Andrés

E-mail: jandress@everis.com

Nombre: David Rodríguez Gabaldón

E-mail: drodriga@everis.com

Teléfono: 91 567 94 00

Interacción de cuerpo entero en Hamelin: un módulo interactivo publicitario de exterior

Anna Carreras, Natalia Rojas,
c/Pamplona 92-94 baixos 7,
08018 Barcelona, Spain
{a,n}@cuatic.com

Abstract. La publicidad utiliza juegos y videojuegos para sus campañas sobretodo desde el gran crecimiento de internet como medio publicitario [5]. Mediante los llamados advergames e in-games advertisement las campañas cambian el rol del consumidor de pasivo a activo. Diferenciamos advergames de in-games advertisement [10]: los advergames son juegos online desarrollados con propósitos publicitarios que usan la marca o el producto como elemento o característica central del juego [9]; in-games advertisement simplemente sitúa el producto dentro del escenario de un juego al que el participante puede jugar [12]. En todos los casos, por el momento, la interacción del participante en el juego se consigue mediante interfaces clásicas del tipo teclado, ratón o mandos [8][1]. Algunas aplicaciones de realidad aumentada [4] o computación ubicua [7] están apareciendo también en el mundo de la publicidad ampliando las tecnologías y posibilidades usadas en este campo. Hamelin introduce la interacción de cuerpo entero en juegos para publicidad y plantea un análisis de las características y el potencial del uso del medio interactivo en este campo. En este artículo presentamos la investigación de mercado llevada a cabo para su diseño, su formato final, los contenidos que se desarrollaron para el módulo y los resultados obtenidos después de seis meses de funcionamiento y más de 58000 participantes experimentándolo.

Keywords: Publicidad interactiva, interacción de cuerpo entero, diseño de interacción.

1 Hamelin: el módulo y el contenido.

Hamelin es un soporte, publicitario de exterior [11], una estructura cúbica de hierro, de 3m de ancho por 2,5m de largo por 3m de alto, sin dos de las caras laterales del cubo, ver Figura 1. La estructura pesa 700Kg y está diseñada para montarla en un punto fijo, por ejemplo un centro comercial, donde usarla como soporte publicitario para distintas campañas.

Los laterales abiertos permiten a la gente entrar dentro de la estructura donde encuentran una pantalla de plasma, de 1.60cm x 1.90cm, en un lado, ver Figura 1b, y un panel luminoso blanco en el lado interior opuesto, ver Figura 1c.

Al entrar en el interior los participantes encuentran su silueta trazada, a modo de espejo, en un juego que aparece en las pantalla. Los participantes juegan, interactúan, con sus gestos y comportamientos, a escala 1:1 y a tiempo real: tocando, agarrando,

saltando, corriendo, moviéndose lateralmente, etc. Este tipo de interacción de cuerpo entero, propuesta inicialmente por Myron Krueger [6], se usa en Hamelin para integrar a los participantes dentro de un anuncio y generar experiencias lúdicas.



Fig. 1. Hamelin: a) módulo, b) cámara y pantalla, c) panel luminoso, d) participantes jugando por todo el espacio interior del módulo.

Para determinar qué tipo de experiencia y contenidos podían encajar dentro del módulo se realizó un estudio de mercado con 4 grupos de discusión: jóvenes de ambos sexos; participantes potenciales entre 18 y 24 años, de ambos sexos; participantes potenciales entre 25 y 35 años, de ambos sexos; profesionales de agencias de publicidad; y responsables de publicidad de empresas anunciantes.

Los principales elementos que, según el estudio, potenciarían el interés de los contenidos en un soporte interactivo como Hamelin serían:

- Movimiento, dinamismo: El lenguaje principal de la silueta interactiva y lo que lo hace además único, es el movimiento que involucra todo el cuerpo. Si es simple o limitado, por ejemplo sólo las manos, el interés puede decaer.
- Diversión: El entretenimiento es la primera y principal recompensa para el participante. Si “me aburro y no pasa nada” ni un premio salvaría la situación.
- Originalidad, ingenio, sorpresa, humor: Es lo que permite renovar el interés hacia cada nuevo producto o campaña de publicidad que utilice el soporte.
- Finalidad-objetivo: Los participantes aprecian que lo que hagan con la pantalla tenga un evidente objetivo. También es un valor extra que la actividad propuesta fomente cierto grado de desafío y competitividad.
- Premios: No son indispensables pero motivan y si son inmediatos mejor. El carácter tecnológico del módulo hace que los usuarios admitan también premios tecnológicos, vía e-mail o mensaje. Este mecanismo para incentivar y promover la participación de los usuarios y su vinculación con el material publicitario ya fue planteado por Yuan et al [13].

La conclusión principal recogida del estudio era que: el contenido interactivo para Hamelin debía fomentar el entretenimiento, debía proponer cierta competitividad, debía plantear un objetivo claro, y, a ser posible, debía ofrecerse una recompensa. Por todas estas razones, la conclusión fue que el contenido a desarrollar para Hamelin debía ser un juego.

2 Los juegos

Los advergames pueden clasificarse según Chen and Ringel [3] en: asociativos, ilustrativos y demostrativos. Esta clasificación ha sido aplicada solamente a juegos

del tipo desktop. Podemos extender la clasificación a los juegos de cuerpo entero desarrollados para Hamelin ya que proponen la integración de mensajes publicitarios dentro del juego [2]. Se desarrollaron para Hamelin un juego del tipo asociativo para la marca Kandoo, uno ilustrativo para la marca Raimat y uno demostrativo para La Sexta, ver Figura 2.

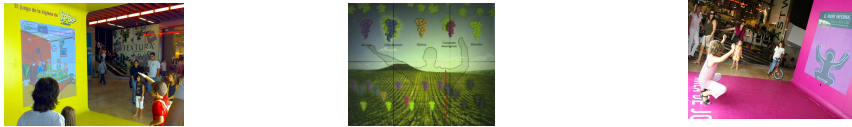


Fig. 2. Participantes jugando en Hamelin, a) con el juego asociativo de Kandoo, b) con el juego ilustrativo de Raimat, c) con el juego demostrativo de la Sexta.

El juego para promocionar el programa “El muro infernal” de la cadena de televisión “la Sexta” consistía en atravesar muros que se acercan al participante con extrañas formas recortadas en él. El participante debe adaptar su cuerpo a la forma del agujero en el muro para atravesarlo y evitar ser derribado. En este caso reproducimos el juego, en formato virtual, para permitir a los participantes vivirlo, ver Figura 3.



Fig. 3. Juego “El Muro Infernal”.

3 Resultados y conclusiones

Métricas distintas pueden proponerse para medir el impacto y el éxito de un juego en Hamelin. En advergaming se usan métricas como el tiempo que un usuario pasa en un website o la tasa de clics (click through rates CTR). Algunas campañas publicitarias web proponen medir el “stickiness”, el tiempo que el visitante pasa viendo el web y por tanto el tiempo aproximado que el visitante está expuesto a la marca, como valor significativo [2]. Esta métrica puede aplicarse también para Hamelin, donde “stickiness” se refiere al tiempo que el participante pasa jugando dentro del módulo. Hamelin tiene un sistema automático que registra el momento en que un participante entra en el módulo, el tiempo que pasa jugando y su puntuación en el juego. Con esta información puede visualizarse el uso del módulo en diferentes franjas temporales, ver Figura 4.

Hamelin ha estado funcionando durante 6 meses en el centro comercial l'Illa Diagonal, en Barcelona. Estuvo situado en la entrada del supermercado donde hay un tráfico estimado de 3 millones de personas al año. El sistema registró 58.153 jugadores, entre 200 y 400 participantes al día de lunes a viernes y picos de hasta 800 participantes al día los fines de semana o festivos. El tiempo medio de juego fue de 0.98 minutos, variando según el juego (los juegos fueron diseñados para ser superados en un tiempo máximo de 2 minutos).

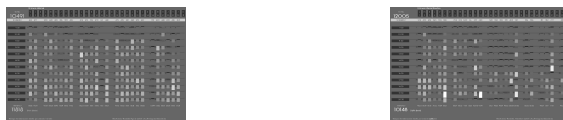


Fig 4. Métrica de Hamelin, a) Agosto 2008, b) Setiembre 2008 (notar el decremento registrado en el uso del módulo por las mañanas a partir del inicio del curso escolar)

Durante una semana se encuestaron a 120 participantes, 64 hombres y 56 mujeres, que jugaron en Hamelin. El 85% de los jugadores recordaban perfectamente el nombre o producto anunciado, resultando en un “brand awareness” y una tasa de recordación muy alta en comparación con otros medios. De los transeúntes que pasaban por delante del módulo un 40% se paraban para ver a otra gente jugar y un 60% se giraban pero no se detenían para ver qué sucedía en el módulo.

Referencias

1. Barnes, S.J. “Virtual Worlds as a Medium for Advertising”. ACM Data Base, Special Issue on Virtual Worlds, November, 2007.
2. Buckner, K., Fang, H. and Qiao S. “Advergaming: A New Genre in Internet Advertising”. 2002. http://www.dcs.napier.ac.uk/~mm/socbytes/feb2002_i/9.html (visitada en abril de 2009)
3. Chen, J. and Ringel, M. “Can advergaming be the future of interactive advertising?” Fast Forward white paper, 2001
4. General Electric AR: http://ge.ecomagination.com/smartgrid/#/augmented_reality (visitada en abril de 2009)
5. Kiani, G.R. “Marketing opportunities in the digital world”. Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy 8(2) pp185-194. 1998.
6. Krueger, M. “VIDEOPLACE and the interface of the future” The art of human computer interface design. B. Laurel, Editor. Menlo Park: CA: Addison Wesley. pp. 417- 422. 1991
7. Kurkovsky, S. and Harihar, K. “Using ubiquitous computing in interactive mobile marketing”. Personal and Ubiquitous Computing 10(4) pp227-240. 2006
8. Ranganathan, A., Campbell, R.H. “Advertising in a pervasive computing environment”. Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce, September 2002.
9. Thomases, H. “Advergaming”. 2001 http://www.webadvantage.net/tip_archive.cfm?tip_id=167&&a=1 (visitada en abril de 2009)
10. Wallace, M. and Robbins, B. “Casual Games White Paper”. IGDA Casual Games SIG. 2006 http://www.igda.org/casual/IGDA_CasualGames_Whitepaper_2006.pdf (visitada en abril de 2009)
11. Web de Hamelin: <http://www.hamelin.es> (visitada en abril de 2009)
12. Winkler, T., Buckner, K.. “Receptiveness of Gamers to Embedded Brand Messages in Advergaming: Attitudes towards Product Placement”. Journal of Interactive Advertisement 7(1). 2006.
13. Yuan, Y., Caulkins, J.P., and Roehrig S. “The relationship between advertising and content provision on the Internet”. European Journal of Marketing 32(7,8) 677-687. 1998.

Usabilidad y diseño emocional en la gestión de la información

Ivette Kafure

Prof.^a Dra. del Departamento de Ciencia de La Información y Documentación de la
Universidad de Brasília
Brasília, DF 70900-910 Brasil

ivettek@unb.br

Objetivos y enfoque utilizado

Frecuentemente la interfaz de un sistema de información es evaluada desde el punto de vista de su funcionalidad y usabilidad cuando esta ya está siendo utilizada, mediante la aplicación de un método o técnica. Pero, a pesar de los avances en este sentido, todavía existen diferencias entre el modelo mental del usuario y el modelo computacional de la interfaz. Esta experiencia ilustra la importancia de enriquecer la concepción de la interfaz teniendo en cuenta el afecto y los atributos subyacentes del usuario, ya que estos pueden interferir profundamente en los procesos mentales como memorización, raciocinio, atención, motivación, entre otros, en la interacción humano-computador.

Antecedentes

Tradicionalmente se afirmaba que era necesario evitar la intervención de las emociones, para que la toma de decisiones tuviese éxito. Era una perspectiva muy difundida la de disociar la emoción de la razón, tanto en términos mentales, como en términos neurológicos. Hoy en día, los avances científicos sobre el cerebro y sobre como la emoción y la cognición son absolutamente entrelazadas ilustran que la emoción nos ayuda a escoger entre diversas opciones y posibilidades, en complemento con el conocimiento y la razón (Damásio, 1994; Norman, 2004; Damásio, 2005).

Janczura (1999), en investigaciones de psicología cognitiva, aclara que los usuarios de la información poseen diferencias que merecen ser estudiadas con la finalidad de crear recursos electrónicos y mecanismos, para acceder la información más adaptados al estilo de cada uno, concluyendo que:

- diferentes individuos procuran y procesan la información utilizando diferentes estrategias;
- diferentes estrategias pueden ser, más o menos efectivas para diferentes personas en diferentes contextos;
- los individuos, en alguna medida, pueden adoptar consistentemente una u otra estrategia de procesamiento de la información (tales tendencias son llamadas de estilos).

Como ha sido demostrado en experiencias realizadas en la Universidad de Brasília, en la Universidad Federal de Pará en Brasil, y en la Universidad del Valle, en Colombia, en diferentes periodos (Kafure *et. al*, 2002; Kafure, 2004a; Kafure, 2004b; Kafure e Cunha, 2006; Kafure, 2006; Kafure *et. al*, 2007; Kafure, 2008a; Kafure, 2008b; Kafure 2009a; Kafure 2009c) existe una discrepancia entre lo que los usuarios esperaban ser un acceso rápido, fácil y entretenido a la información, para satisfacer sus necesidades y expectativas, y las dificultades encontradas en su interacción real con las interfaces. De ahí la necesidad de enriquecer las interfaces con el valor emocional, para ayudar en la toma de decisiones, a través de un ambiente afectuoso y humano.

Aprendizaje y avances obtenidos

Se han obtenido avances en relación al modelo mental estructurado a partir de las necesidades y expectativas de los usuarios (cuadro 1). Los instrumentos de colecta de datos y evaluación creados, han permitido caracterizar la lógica de los analistas, las tareas y las actividades ejecutadas por los usuarios.

Modelo Mental	
Necesidades	<ul style="list-style-type: none">• acceso a la información
Expectativas	<ul style="list-style-type: none">• localizar rápidamente la información procurada;• aprendizaje fácil de la interfaz del sistema información;• uso fácil de la interfaz del sistema de información

Cuadro 1: Modelo mental.

Fuente: Adaptado de Kafure, 2004a, p. 4.

Evaluar los proyectos de interfaces desde las primeras etapas del proyecto de las interfaces ha favorecido verificar la existencia de una discrepancia entre el modelo mental de los usuarios (lógica de uso) y las características y funcionalidades de la imagen de la interfaz. Para reducir las diferencias encontradas se ha investigado en cómo organizar la información de acuerdo al modelo mental de los usuarios. Este proceso ha permitido identificar y comprender aspectos cognitivos y emocionales en la interrelación entre la imagen de la interfaz y la representación mental del usuario. Ha sido posible también, verificar en las estrategias imaginativas aplicadas en las que son unidos la emoción, el conocimiento y la razón, que las personas cuando están más relajadas y felices, pueden abrir espacio para que sus procesos de raciocinio se expandan, para dar espacio a la creatividad y a la imaginación.

Se han generado recomendaciones, que han originado beneficios y agregado valor a la imagen de las interfaces. Se ha producido un aumento en la usabilidad en la recuperación de la información, inclusive antes de que las interfaces sean utilizadas formalmente, disminuyendo la distancia existente, entre las necesidades y expectativas de los usuarios y su funcionalidad. Después de evaluada la usabilidad de las interfaces, los usuarios aceptan y expresan que la interacción está más agradable, satisfactoria y rápida (Kafure *et. al*, 2002; Kafure, 2004a; Kafure, 2004b; Kafure e Cunha, 2006; Kafure, 2006; Kafure *et. al*, 2007; Kafure, 2008a; Kafure, 2008b; Kafure 2009a; Kafure, 2009b; Kafure 2009c).

La fusión entre la información, la cognición y la emoción ha favorecido el desarrollo de trabajos más humanizados, como el Plan de Actividad Complementar: "Usabilidad y Diseño Emocional en la Gestión Archivística de Documentos Escolares". En este trabajo son utilizadas las nuevas tecnologías, la usabilidad, el diseño emocional y la gestión documental en el desarrollo de un sistema de información que coopere en la comunicación entre los alumnos, el colegio y la familia. La participación de la familia junto al colegio en la educación es de gran valía, ya que puede propiciar los aportes afectivos necesarios para un mejor aprendizaje.

Por otro lado, fue creado El Grupo de Investigación, Información, Diseño y Usabilidad*, que tiene como objetivo general realizar investigaciones interdisciplinarias sobre los usuarios y las interfaces para la gestión de la información. El grupo realiza investigaciones sobre los usuarios y las interfaces llevando en consideración la ergonomía cognitiva, el diseño emocional, el proceso de desarrollo y evaluación de interfaces de sistemas de información, el costo, la practicidad, la disponibilidad, la accesibilidad y la usabilidad de la información. La propuesta interdisciplinaria de este grupo incorpora contribuciones de la Ciencia de la Información, Artes, Comunicación, Psicología Cognitiva, Computación, Educación y áreas afines.

Público al que puede interesarle la experiencia

Profesionales, docentes, estudiantes de pregrado y postgrado en Ciencia de la Información, Artes, Comunicación, Psicología Cognitiva, Computación, Educación y áreas afines, estudiosos de la interacción humano-computador, usabilidad y diseño emocional vinculados a la gestión de la información y del conocimiento.

Descripción del aporte de la intervención al tema de Usuarios

Considerar al usuario como una "caja negra", en vez de estudiar el funcionamiento interno de su mente, examinar solamente aquellas manifestaciones externas y visibles de su entidad mental, enfoca el proyecto de la interfaz hacia a la psicología del analista o del profesional de la información, pero deja de lado la cognición y el diseño emocional del usuario. La incorporación del factor emocional al trabajo con las nuevas tecnologías para el desarrollo de aplicaciones, propone nuevos retos en el estudio de los usuarios, en el área de la interacción humano-computador.

Si la información existe para servir a los usuarios, sería primordial procurar aumentar la usabilidad y el diseño emocional desde las primeras etapas del desarrollo de los sistemas de información, en un proceso continuo y evolutivo, tanto con el grupo de desarrolladores, como en las pruebas alfa con los usuarios finales. Para permitir que los usuarios gestionen la información de una manera eficaz, eficiente y agradable. Las buenas interfaces de sistemas de información siempre van a necesitar de ajustes para ser adaptadas a sus usuarios.

Referencias bibliográficas

DAMÁSIO, António R. *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Grosset/Putnam, 1994.

DAMÁSIO, António R. "Somos esclavos de las emociones y del entorno". In: Periódico El País, España, 21 de octubre de 2005.

JANCZURA, Gerson Américo. *Acessibilidade conceitual em tarefas de categorização e memória*. Brasília: Universidade de Brasília: CNPq, 1999.

KAFURE, Ivette; SARMET, Mauricio; NAHUZ, Fernanda . Pesquisa on-line em bibliotecas: impacto em diferentes lógicas na utilização, ABERGO 2002 - VII Congresso Latino-Americano, XII Congresso Brasileiro de Ergonomia e I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral. Recife, Brasil, 2002.

* Disponible en:

<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/detalhegrupo.jsp?grupo=0240607FR08HT2>

KAFURE, Ivette. *Usabilidade da imagem na recuperação da informação no catálogo público de acesso em linha*. 2004a. 311 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília, Brasília, 2004a.

KAFURE, Ivette. *Notas de clase [de la] asignatura: Usabilidad en Interfaces Humano-Computador*. Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Colombia. 2004b. Disponível em: <http://eisc.univalle.edu.co/materias/Usabilidad_IHC/>.

KAFURE, Ivette ; CUNHA, M. B. . Usabilidade em bibliotecas digitais. In: I Conferência Iberoamericana de Publicações Eletrônicas no Contexto da Comunicação Científica, 2006, Brasília. I Conferência Iberoamericana de Publicações Eletrônicas no Contexto da Comunicação Científica. Campo Grande (MS) : UNIDERP, 2006. v. 1. p. 67-74.

KAFURE, Ivette. *Notas de aula [do] Seminário 1: Usabilidade em Interfaces Humano-Computador*. Brasília: UnB, Departamento de Ciência da Informação e Documentação, 2006. Disponível em: <<http://www.aprender.unb.br>>.

KAFURE, Ivette; VALENCIA, Maria Eugenia; RODRIGUEZ, Paola Johana; FLORIÁN, Beatriz ; CARRILLO, Javier Eduardo; SOLARTE, Oswaldo ; CIPRIAN, Mauricio. Evaluación de la Usabilidad de la Biblioteca Digital PREDICA. In: Seminário Internacional de Bibliotecas Digitais Brasil, 2007.

KAFURE, Ivette. *Notas de aula [A] Biblioteca Digital*. Belém, Brasil: UFPA, Especialização Gestão da Informação em Bibliotecas Digitais, 2008a.

KAFURE, Ivette. *Notas de aula [do] Seminário em Arquivística 1: Usabilidade em Interfaces Humano-Computador*. Brasília: UnB, Departamento de Ciência da Informação e Documentação, 2008b. Disponível em: <<http://www.aprender.unb.br>>.

KAFURE, Ivette. *Notas de aula: Usabilidade na Interação Humano-Computador*. Brasília: UnB, Departamento de Ciência da Informação e Documentação, 2009a.

KAFURE, Ivette. *Notas de aula [do] Seminário em Arquivística 2: imagem & cognição*. Brasília: UnB, Departamento de Ciência da Informação e Documentação, 2009b.

KAFURE, Ivette. Experiencia Exitosa: "Evaluación de la usabilidad en interfaces de sistemas de gestión documental". 2º Congreso Internacional de Investigación en Ciencia de la Información, Universidad de Antioquia, Colombia, 2009c.

NORMAN, Donald. A. *Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books, 2004.

Experiencias Interactivas: El encierro virtual de San Fermín

Sergio Barrera Mayo¹, Aida Otaola Barbeito¹

¹ Virtualware - Pol.Artunduaga – C/ Usausuaga, 5 mod 5,6,7
48970 Basauri Vizcaya, Spain
sbarrera@virtualware.es, aotaola@virtualware.es

Abstract. La Realidad virtual es una tecnología que comenzó a utilizarse en ámbitos como defensa, usos militares, sin embargo los avances de la tecnología están acercando esta tecnología a la sociedad. Sus opciones científicas, educativas y técnicas están convirtiendo esta tecnología en una poderosa herramienta de marketing 3D que está dando muy buenos resultados como la experiencia que se plantea en este documento.

Keywords: realidad virtual, encierro virtual, simulación virtual interactiva

1 Introducción

A lo largo de este documento se presenta un caso práctico que trata de impulsar la aplicación de la tecnología de realidad virtual en el ámbito del ocio y el entretenimiento. Los avances y optimización de la tecnología han permitido la creación del encierro virtual de San Fermín. La realidad virtual se ha conjugado con el carácter histórico de los conocidos encierros de las fiestas de San Fermín de la ciudad de Pamplona, para llevar a cabo una representación realista e interactiva de este evento y tradición. Se trata de un simulador basado en realidad virtual que representa fidedignamente todo el recorrido de casi 1 kilómetro a lo largo del casco histórico de Pamplona a un alto nivel de detalle.

2 Objetivos del encierro virtual de San Fermín

Uno de los principales objetivos se basaba en crear un elemento interactivo clave para la puesta en valor de este evento. Se trataba de involucrar al público con la historia y principios de esta tradición, además de concienciar de los riesgos de la carrera real, pero al mismo tiempo atrayendo la atención de este elemento turístico-cultural. Para ello, el lanzamiento de esta iniciativa denominada sanferminencierro.com tuvo como medio la Feria Internacional de Turismo, FITUR, que se celebra en Madrid.

Se pretendía obtener una presencia en los medios de comunicación para dar a conocer la comunidad de Navarra y sus elementos turísticos entre los el encierro de San Fermín es sin duda un atractivo substancial.

3 Solución planteada en Realidad Virtual

La tecnología de Realidad Virtual permite “hacer realidad” cualquier idea o proyecto para darlos a conocer entre su público. El simulador virtual consigue sumergir al usuario dentro de las calles del encierro de una manera novedosa y espectacular ya de por sí. No pretende sustituir ni compararse con la experiencia física y real de correr los Sanfermines, la sensación de riesgo y adrenalina que supone la carrera real, ni mucho menos suplantar el valor sentimental que engloba el acto histórico. Sin embargo si trata de revalorizar el acto y proponer una alternativa en dos líneas:

Para aquellos que no se atreven a realizar el recorrido por el riesgo que supone, se convierte en una herramienta lúdica que transmite de una manera muy fiel a la realidad la vivencia del encierro. En este ámbito esta idea que se complementa con la más moderna tecnología, consigue aprovechar el atractivo turístico inherente de este evento y potenciar el turismo de calidad. Y por otro lado, para aquellos que piensen en aventurarse a la carrera, es un modo de entrenamiento y formación que va más allá de su mera representación y tiene en cuenta muchas variables basadas en datos reales.

3.1 Software

Teniendo especial cuidado en la representación realista, se han necesitado alrededor de 7.000 fotografías digitales de alta definición tomadas in situ, además del posterior trabajo de modelado de las fachadas que componen las calles del recorrido, iluminación, sombreado y texturizado, para conseguir un meticuloso fotorrealismo. Incluso se tuvo en cuenta la localización de la ciudad para representar de la manera más fiel posible, la forma en la que la luz incide sobre las calles el mes de Julio a la hora a la que se desarrollan los encierros.

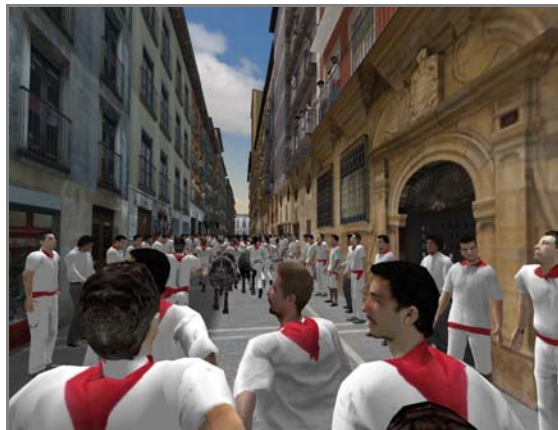


Fig. 1: Imagen captura en tiempo real de la aplicación interactiva del encierro virtual

Para conseguir una mayor ambientación de todo el acto se han integrado más de 17.800 espectadores virtuales (entre las que 1.500 son animados), 12 toros que persiguen al usuario, casi 150 corredores que transitan apresuradamente para no ser cogidos y sonido ambiente: Una completa representación de la vivencia del encierro.

Para apórtale aún más realismo a la carrera el recorrido se ha dividido en distintos tramos, tratando de imitar la realidad tal y como sucede en el encierro real, casi nadie puede realizar la totalidad del encierro. Los trayectos son: la subida de Santo Domingo, el tramo del Ayuntamiento, la calle Mercaderes y la calle Estafeta, la bajada Javier y el tramo final de telefónica antes de llegar a la plaza de toros. También se ha integrado un indicador de proximidad que alerta del peligro de ser pillado además e la posibilidad de seleccionar de elegir entre tres niveles de dificultad para distintos tipos de usuarios

3.2 Hardware

El encierro Virtual se ha combinado con una cinta de correr y un casco de realidad virtual. Este casco se trata de un sistema de salida de carácter inmersivo que dispone de sensores de posición (head tracking) y de rotación para averiguar la dirección en la que el usuario está mirando y su posición relativa en el mundo virtual. Son dispositivos estereoscópicos montados en la cabeza, con una pantalla en frente de cada ojo del individuo. El movimiento de la cabeza es reconocido por la computadora y una nueva perspectiva de la escena es generada en tiempo real. Este tipo de HMD usa tecnología LCD para presentar la escena y cuenta con un sistema de audio 3D posicional integrado (basado en auriculares). De este modo proporciona al usuario la sensación de estar en las calles de Pamplona a medida que avanzan, escuchando el bullicio, gritos de los mozos y los mugidos de los morlacos.



Fig. 2: Simulador virtual formado por una cinta sensorizada y un HMD

Este sistema simultáneamente combinado con la cinta de correr logra a través del movimiento del usuario sobre ella, el desplazamiento dentro del entorno tridimensional, en este caso de las calles del encierro, mediante encoders industriales.

4 Conclusiones

Los resultados o conclusiones obtenidas se reflejan en los datos oficiales aportados por el Gobierno de Navarra, unas 2.300 personas corrieron virtualmente el encierro y otras 22.000 se pararon en el stand durante unos minutos para ver en las pantallas el desarrollo de esta carrera virtual. Un éxito que se repitió en su presentación en la Plaza del Castillo de Pamplona.



Fig. 3: Afluencia de gente en la Feria Internacional de Turismo

En cuanto al resultado práctico, mucho más importante que el anterior, tras la realización de una serie de ensayos con público, podemos concluir que la gente disfruta de la visita virtual, le resulta espectacular, y de una manera muy amable aprende conceptos que desconocía acerca de esta tradición, del trayecto, etc. Toda esta labor ha logrado que aquellos usuarios que han visitado la ciudad puedan reconocerla y queden impresionados por su extremada similitud. Todo esto no es más que el inicio de un gran proyecto muy vivo, que comenzó en Fitur y promete sorprender a los amantes del encierro de San Fermín y evolucionar a lo largo del tiempo aportando numerosas novedades y mejoras especialmente a nivel técnico. Mayor número de personas animadas, diferentes modalidades de recorrido, actualización de las fachadas de nuevos establecimientos de las calles del encierro, en definitiva un mayor realismo.

En este ámbito las aplicaciones de Realidad Virtual suponen un importante nicho que Virtualware pretende potenciar y desarrollar para fomentar su uso entre la sociedad. Asimismo se plantean y se están planteando nuevas líneas de desarrollo que prometen ser tan innovadoras y eficaces como ha sido esta experiencia.

El prototipo en la conceptualización de entornos digitales

Comunicació Digital

Comunicació Digital, Rambla Catalunya, 14 1r 2a. 08007 Barcelona
info@comunicaciondigital.com

Resumen. En este artículo ofrecemos una visión general del uso del prototipo en la conceptualización de entornos digitales, analizando las principales características y fases de elaboración del mismo, para que resulte, siempre desde la perspectiva de los requerimientos de los usuarios, una herramienta útil tanto para el cliente como para los desarrolladores.

Palabras clave: conceptualización, prototipo, usabilidad

1 Introduction

En Comunicació Digital (CD) entendemos el diseño de webs y herramientas digitales como un proceso de definición/formalización basado en tres ejes: (i) la estrategia, entendida como la búsqueda del equilibrio entre los objetivos del cliente y las necesidades del usuario; (ii) la arquitectura, reflejada en la estructura de los datos, el layout de las páginas, la navegación e interacción y la funcionalidad; y (iii) la comunicación, que debe quedar reflejada tanto en los contenidos como en la solución gráfica y su implementación.

Este documento pretende recoger las principales características de la metodología utilizada por CD en el diseño de webs y aplicaciones para entornos digitales, centrándonos en el valor del prototipo en el proceso de conceptualización.

2 Proceso metodológico global

Los entornos digitales suponen una nueva realidad comunicativa que condiciona la manera de acceder y presentar los contenidos y servicios a los usuarios. Es en esta presentación donde cabe tener en cuenta los criterios de arquitectura de la información, layout, navegación, interacción, accesibilidad y solución visual, sin perder de vista los usuarios, el discurso comunicativo y los servicios a ofrecer.

Nuestra metodología en el proceso de diseño de webs se estructura en: (i) análisis, (ii) conceptualización (arquitectura de la información y prototipaje), (iii) diseño gráfico, (iv) contenidos, (v) seguimiento y soporte al desarrollo. Sin embargo, estas fases no trascurren independientemente, en cada una de ellas es necesario recoger los

resultados derivados de las fases previas, evaluar e iterar hasta llegar a la solución óptima y traspasarla a la fase posterior. Así mismo, si las soluciones para una fase implican cambios anteriores es necesario revisar las fases a las que afecta.

Expuesta brevemente nuestra metodología global, en este artículo nos centraremos en el uso y rasgos de los prototipos como herramienta de concreción del modelo.

2 Definición de la interfaz (prototipo)

Una vez se cierra la organización de la información y las funcionalidades del web o herramienta que se esté conceptualizando, es necesario definir qué elementos se ofrecerán en cada página y cual será el modelo de interacción: hay que definir la interfaz de usuario. En CD, esta definición se hace mediante el uso de prototipos en forma de wireframes navegables. La principal característica de los prototipos de CD es que en su forma final llegan a unos niveles de detalle muy concretos en cuanto a estructura y tipo de contenidos, son intuitivos y autoexplicativos, dejando muy poco margen de error de cara a la implementación tecnológica.

El prototipo determina el alcance del proyecto. Un prototipo es una visión preliminar del modelo futuro, es un modelo operable, fácilmente ampliable y modificable, que tiene todas las características propuestas, pero realmente es un modelo básico, sin diseño gráfico y sin funcionalidades reales, pero que permite una experiencia de usuario próxima al producto final.

Nuestros prototipos tienen múltiples destinatarios: cliente, diseñador, maquetador, redactor, desarrollador, usuarios finales, etc., y tiene que ser útil y comprensible por todos ellos, dando respuesta y adecuándose a las diferentes necesidades.

2.1 ¿Qué define el prototipo?

Nuestros prototipos se centran en definir:

- Layout: emplazamiento general de los elementos de página, como cabeceras, pies de página, menús de navegación, área de contenidos, propaganda, etc.
- Jerarquía: importancia relativa de los elementos a nivel conceptual, la posterior fase de diseño gráfico acabará de darle la solución visual definitiva.
- Modelo de interacción: elementos de la interfaz de usuario que actúan como interacción entre usuarios y sistema (botones, controles, menús, etc.).
- Modelo de navegación: especialmente en el caso de los prototipos navegables, son autoexplicativos en cuanto a navegación y flujo de páginas o secuencias.
- Características de los contenidos: Qué y cuántos contenidos hay que presentar en cada página o espacio, y de qué manera deben visualizarse.
- Microcontenidos: Concepto de Títulos, subtítulos, intertítulos, menús, entradas, atributos html (alt, title, etc.), botones, mensajes de error, etc..

Adicionalmente, nuestros prototipos incorporan comentarios y documentos adicionales que amplían información y permiten una mejor comprensión del modelo.

2.2 ¿Qué define el prototipo?

(i) Tipo de prototipo: En CD utilizamos wireframes para prototipar. Un wireframe es un esbozo de bloques grises (sin elementos de diseño gráfico) que ilustra la navegación global, las funcionalidades y los bloques de elementos y contenidos, así como la jerarquía entre ellos, opcionalmente se pueden acompañar de comentarios. Los wireframes nos ofrecen un conjunto de modelos base a partir del cual los equipos de desarrollo tecnológico y diseño gráfico pueden empezar a trabajar.

(ii) Prototipos estáticos vs. dinámicos: Los prototipos estáticos son un conjunto de dibujos no operativos, y no enlazados entre sí, sin que haya ninguna simulación de la navegación. Los prototipos dinámicos son una evolución de los prototipos estáticos a los que se añade una simulación de navegación, mediante enlaces cruzados que hacen la función de un prototipo funcional del web final. El beneficio más importante es que permiten experimentar la interacción, más allá del layout. Los prototipos navegables sirven también para comunicar exactamente a los desarrolladores cómo debe comportarse el web. Sin embargo, las funcionalidades más complejas, quizás no especificadas en el prototipo, las describimos en documentos funcionales anexos.

(iii) Contenidos: En los prototipos, los tipos de contenidos los podemos representar de múltiples maneras, desde texto real hasta el clásico “Lorem ipsum”, sin embargo, tenemos que tener en cuenta una serie de factores que pueden influir en esta representación: hacer una aproximación a los literales reales, ilustrar toda la casuística posible, evitar que el contenido distraiga en la evaluación de la conceptualización, representar los datos de forma que no afecte al layout y utilizar datos que ilustren cómo se comporta el sistema, siempre que sea posible. En general, en CD, hacemos una primera aproximación a los literales reales e incorporamos, al menos, un caso real y otro genérico, teniendo en cuenta que el objetivo es que usuarios y cliente puedan hacerse una idea de los conceptos que representan, y posteriormente, hacer el traspaso al área de comunicación y lenguaje que será quien definirá los literales finales.

(iv) Imágenes: Es importante indicar qué tipo de imagen representa cada “placeholder” de imagen que se incluye en el prototipo, ya que de esta manera el posterior traspaso a diseño será más acotado y preciso.

(v) Condicionantes externos: Para ajustarnos a la realidad de los proyectos, debemos tener en cuenta que si se trata de prototipar webs de organizaciones que disponen de guías de estilo web ya definidas o que se implementarán con gestores de contenidos con funcionalidades limitadas, antes de empezar es necesario tener en cuenta las posibles restricciones puedan imponerse sobre el web final, tanto a la hora de definir el modelo de navegación como la disposición de los elementos en la página.

2.3 Proceso de elaboración

(i) ¿De qué material partimos? En general iniciamos la construcción del prototipo a partir de los requerimientos del cliente, el árbol web y/o la definición funcional, siempre teniendo en cuenta las posibles restricciones que el gestor de contenidos o la guía de estilo puedan imponer, y las mejores prácticas de cara a los usuarios.

(ii) ¿Por dónde empezar? Antes de empezar a prototipar las diversas páginas de la web “en serie”, es importante dedicar un esfuerzo a definir y afinar, en una plantilla

básica del layout de la página, las características básicas y comunes, asentando las bases mínimas de consistencia a lo largo de todas las páginas que se prototiparan, evitando duplicar esfuerzos. Establecidas las características comunes, es recomendable empezar prototipando plantillas tipo de las principales páginas, y usarlas como base para el resto del web. En CD, este primer paso lo hacemos mediante un borrador preliminar en papel y lápiz. El prototipaje en lápiz supone una mayor facilidad en la modificación y permite focalizarnos en varios niveles de detalle. A medida que se baja al detalle es recomendable pasar al prototipo digital.

(iii) Construcción: Usando HTML no-correcto formalmente para la construcción de prototipos, simulando el comportamiento final, pero sin llegar a una implementación técnica esmerada. El código que utilizamos es rápido de crear y fácil de manipular, sustituir i duplicar, permitiéndonos emular y experimentar con la interacción real de una forma efectiva y baja en costes.

(iv) ¿Hasta dónde llegar? En cuanto a formalización, debe ser neutro pero ordenado y bien estructurado, evitando el uso de elementos propios del diseño gráfico. Un wireframe demasiado detallado puede condicionar el trabajo de diseño gráfico, por el contrario, un wireframe poco definido puede ser mal interpretado.

(v) Evaluación e iteración: Durante todo el proceso de conceptualización, y especialmente durante la definición del prototipo, es necesario evaluar las progresivas soluciones que en él se van concretando. Por eso, la comunicación con el cliente y sus usuarios tiene que ser constante y es que cuanto antes se detectan los errores, menor es el coste de corregirlos y mayor será el encaje con las expectativas de sus usuarios.

Para CD, el prototipo es el elemento de referencia hasta el final del proyecto, por este motivo es necesario ir reflejando en él todos los cambios que se produzcan en cualquier de las etapas. De esta manera garantizamos un modelo permanente de referencia para todos los agentes implicados en el proyecto.

5 Conclusiones

Nuestra experiencia nos demuestra que los prototipos navegables y detallados (i) ahorran tiempo y costes en el desarrollo de sistemas para entornos digitales, a la vez que (ii) se consiguen soluciones más cercanas a las expectativas de los usuarios.

- i. Retroceder en el proceso de diseño o desarrollo es complicado y costoso, ya que hay implicados muchos agentes y cualquier cambio puede tener consecuencias drásticas. Nuestros prototipos ofrecen un completo abanico de casuísticas a las que el sistema tiene que dar respuesta, por lo que diseño y desarrollo pueden buscar soluciones conociendo la totalidad del sistema.
- ii. La posibilidad de experimentar directamente la interacción reducen los riesgos de inadecuación de los mismos, consiguiendo unos resultados más en consonancia con las expectativas previas.

El prototipo acaba siendo el documento detallado de requerimientos del sistema.

En www.comunicaciondigital.com/interaccion/prototip.htm están disponibles capturas de pantalla de nuestros prototipos para una mejor comprensión de nuestra metodología.

Caso de estudio: Redefiniendo Justinmind Prototyper

Usolab y Justinmind

Carrer Villà 12 (08172) Sant Cugat del Vallés
contacto@usolab.com

Marie Curie 8-14 (08042) Barcelona
jim.info@justinmind.com

Resumen. En enero de 2008 la startup catalana Justinmind estaba trabajando en el desarrollo de su herramienta de prototipado rápido Justinmind Prototyper. La interfaz de la aplicación no era aún madura, pero la empresa ya empezó a detectar algunos problemas de usabilidad que dificultaban y ralentizaban su uso. Usolab trabajó junto Justinmind analizando, redefiniendo y rediseñando la interfaz de la aplicación, obteniendo resultados inmediatos en la satisfacción de sus clientes y resultando un éxito ante el público general en el último CeBIT, en Hannover, el pasado mes de marzo.

Palabras clave: diseño centrado en el usuario, usabilidad

1 Introducción

En este caso de estudio se presenta el trabajo realizado junto con la empresa Justinmind en la redefinición de su herramienta de prototipado rápido de aplicaciones Justinmind Prototyper. Se trata de un caso interesante desde el punto de vista metodológico, realizado con un enfoque de diseño centrado en el usuario y utilizando técnicas de usabilidad como benchmarkings, análisis expertos, prototipado y tests de usuario.

Justinmind Prototyper es una aplicación de prototipado rápido desarrollada por Justinmind. La herramienta permite hacer prototipos navegables, simulando datos reales, que pueden ser publicados, compartidos y anotados en su servicio web Justinmind On-demand.

El usuario de Justinmind Prototyper puede crear pantallas, indicar cómo se navega por ellas, especificar escenarios funcionales, definir datos, describir diferentes perfiles de usuario y simular la aplicación como si fuera un usuario final.

El objetivo de la aplicación es crear prototipos ricos y funcionales en poco tiempo que permitan a un cliente ver cómo va a quedar su aplicación o su web antes de empezar a construirla.

Es, por encima de todo, una herramienta visual de comunicación entre especialistas de negocio y técnicos, permitiendo saltarse las barreras de lenguaje que se experimentan normalmente entre estos perfiles.

Por su carácter de intermediario comunicador, era fundamental que la herramienta pudiera ser utilizada fácilmente por perfiles de usuario con pocos conocimientos técnicos e, incluso, con poca experiencia realizando prototipos. Además, por tratarse de una aplicación de prototipado rápido, la eficiencia de uso era esencial.

En Justinmind, al iniciar la colaboración con Usolab, tenían clara la importancia clave y la ventaja competitiva que suponía invertir en experiencia de usuario en su producto. Además, eran conscientes que la interfaz en desarrollo tenía ciertas carencias de usabilidad, detectadas principalmente en tests de usuario internos que realizaban informalmente en sus oficinas.

El principal problema se encontraba al dar los primeros pasos con aplicación. Las fases de creación de un primer proyecto con la herramienta, el uso de plantillas y los primeros instantes de interacción se convertían en una barrera insalvable para algunos usuarios, lo que daba una mala primera impresión del producto.

La interacción general, tanto los flujos de pantallas como la creación visual de los prototipos también tenían problemas que, por tratarse de una aplicación soberana de uso intensivo en entornos de trabajo, era importante pulir al máximo.

2 Metodología y enfoque

Se realizaron dos colaboraciones con Justinmind.

2.1 Colaboración inicial

El objetivo de la primera colaboración fue reenfocar la interfaz del producto.

Inicialmente se realizó un análisis de usabilidad de la aplicación para detectar problemas, centrado en la definición visual de prototipos, priorizando la capacidad de la aplicación de ser entendida y aprendida fácilmente por usuarios noveles. Se hizo especial hincapié en mejorar la primera impresión, pero también se analizaron:

- Menús y barras de herramientas
- Herramientas y controles principales
- Lienzo

- Módulos
- Cuadros de diálogo y mensajes de error
- Interacción y comportamiento
- Cuestiones generales de formularios y aspecto visual
- Iconografía

Para ello se realizó una revisión experta, mediante un análisis sistemático y detallado de la interfaz y de las tareas desde la óptica de la usabilidad y la experiencia de usuario.

Se evaluaron las características de las pantallas y las tareas que los usuarios realizaban con la aplicación y cómo la interfaz facilitaba o dificultaba esas tareas, aplicando principios de usabilidad reconocidos y establecidos por la disciplina HCI (Human Computer Interaction) y los conocimientos de los consultores de Usolab.

A partir del análisis se generaron recomendaciones concretas de mejora que serían el punto de partida del rediseño de la interfaz de la aplicación, fruto del esfuerzo de un equipo de cuatro personas que diseñó y definió wireframes para posteriormente crear el diseño visual final.

2.2 Segunda colaboración

Después de la primera colaboración se concretaron junto con Justinmind las principales funcionalidades de definición de lógica de negocio.

El principal objetivo era que el usuario pudiera definir aspectos de comportamiento de su prototipo sin conocer lenguajes de programación. Para abordar el problema se realizó un benchmarking de aplicaciones de todo tipo que resolvían cuestiones de definición de flujos, comportamientos, eventos y acciones. Se estudiaron desde aplicaciones educativas para niños hasta herramientas de desarrollo asistido de videojuegos, pasando por lenguajes de programación declarativos.

A partir del benchmarking se investigaron modelos mentales con los que los usuarios de Justinmind Prototyper podían atacar distintos escenarios planteados por Justinmind. Se definieron así conceptualmente los mecanismos y lenguajes visuales necesarios para definir lógica de negocio y se diseñaron prototipos de interfaz compatibles con estos mecanismos.

Para asegurar la adecuación de la interfaz propuesta se realizaron tests de usuario. Se escogieron usuarios con distintos perfiles y edades que realizaron varias tareas sobre prototipos interactivos de la interfaz. A partir de las observaciones realizadas se iteró y se mejoraron los prototipos.

3 Conclusiones y estado final

Aún sin haber implantado las características definidas en la segunda colaboración, Justinmind Prototyper es una herramienta que pese a su juventud ya cuenta con la confianza de empresas como IntercomGI, Strands, Administració Oberta de Catalunya o Caja Navarra entre otros.

Según declaraciones de Justinmind, después de implantar las recomendaciones fruto de la primera colaboración, la satisfacción de sus clientes se disparó. En la presentación del producto en el último CeBIT fue considerado por varios asistentes, después de interactuar con él, como una herramienta superior a las de la competencia. Además la rapidez en la creación de un prototipo-simulación se ha multiplicado por 10, según las estimaciones de Justinmind con proyectos en sus clientes.

Aplicación de la Usabilidad en el Rediseño de Portales Web Universitarios.

Pedro Villada, Víctor Torres, María L. Villegas, Alexandra Ruiz, Faber Giraldo

Grupo SINFOCI - Universidad del Quindío, Quindío-Colombia.

peanvil1,victoraltor@gmail.com, mlvillegas,aruiz,fdgiraldo@uniquindio.edu.co

Abstract

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos a través de la ejecución del proyecto “Análisis y aplicación de técnicas de la evaluación de la usabilidad para definir un prototipo de rediseño del portal Web de la Universidad del Quindío”, en donde el proceso y los resultados deben ser tenidos en cuenta al crear o rediseñar cualquier tipo de portal universitario. Las Pruebas con usuarios (PU), la Evaluación Heurística (EH) y el Thinking Aloud (TA), fueron los tipos de pruebas que permitieron obtener resultados más concretos.

1. Introducción

En la actualidad las aplicaciones Web permiten garantizar que la información, actividades, procesos y servicios estén al alcance de todas las personas y desde un aspecto más cómodo. Siguiendo este propósito, la Universidad del Quindío ofrece a sus usuarios la página Web Universitaria, en donde se proporciona información, servicios y otras aplicaciones de índole académico-administrativa a todos los usuarios relacionados con la institución (Estudiantes, docentes, administrativos, egresados y futuros estudiantes). Dichos procesos reflejan poca navegabilidad y usualmente los usuarios solicitan ayuda al personal técnico para acceder a la información, problema que es generado por la gran cantidad de información que posee el sitio y con la poca organización con la que cuenta.

Dentro del portal Web de la Universidad del Quindío no solo se han encontrado problemas con la información, sino con la carencia de estándares de calidad en cuanto a accesibilidad y usabilidad además de guías de diseño para el desarrollo de páginas web, restringiendo la interacción y provocando desorientación e insatisfacción por parte de los usuarios.

La aplicación de la usabilidad en el rediseño de portales web universitarios, no solo mejora los problemas anteriormente planteados, sino que además permite hacer una distinción de la Universidad del Quindío ante otras del país, al definir un prototipo a partir de los resultados obtenidos en la aplicación de la inspección de usabilidad y pruebas de evaluación.

2. Método

La ejecución de este proyecto inició con la selección de las pruebas de evaluación de la usabilidad aplicables al portal Web de la Universidad del Quindío, seguidas por el estudio de directrices de accesibilidad establecidas para contenidos Web [2]. Además se investigó información relacionada con la construcción de sitios web y portales universitarios basados en diseño centrado en el usuario, principalmente de [1].

Las pruebas de usabilidad y de inspección seleccionadas para realizar este estudio fueron: evaluación heurística, la selección se debió a que la evaluación se hace por parte de expertos y recoge información de diversos aspectos de usabilidad; test con usuarios, se selecciono al permitir obtener información con respecto a los usuarios, parte vital de la usabilidad, thinking aloud, se selecciono por trabajar en conjunto con el test con usuarios para obtener inconformidades, comentarios y sugerencias; encuesta, entrevistas y validación de accesibilidad. Aquellas que lo requirieron fueron realizadas en el laboratorio de usabilidad de la Universidad del Quindío. Una vez obtenidos los resultados se construyó el rediseño del sitio web bajo la plataforma Joomla, el cual será implantado en la universidad como portal oficial de la institución.

Con respecto a los usuarios, se definieron 5 perfiles los cuales son los tipos de usuarios que manejan y utilizan el portal Web, los perfiles fueron los siguientes: Potenciales Estudiantes, estudiantes, docentes, administrativos y egresados, el número total de usuarios fue de 25, 5 por cada perfil fue. Los evaluadores o Expertos fueron 4 personas pertenecientes al grupo SINFOCI de la Universidad del Quindío los cuales eran: Dos profesores del área de HCI y Usabilidad de la Universidad del Quindío, y dos estudiantes con conocimiento del tema.

3. Análisis de Resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de las técnicas de evaluación seleccionadas.

3.1. Conclusiones de la Evaluación Heurística

De acuerdo a la evaluación realizada por los expertos, se presentan los resultados de la aplicación de las heurísticas definidas para portales web universitarios.

Propósito y objetivo. En general, el portal refleja su propósito y objetivo, ya que muestra información académico-administrativa.

Validación del Estado del Sistema. No existe una convención definida para orientar al usuario en qué sección se encuentra. Además, en algunas secciones no se diferencia los enlaces de los textos de información.

Adecuación al mundo y a los objetos mentales de usuario/lógica de la información. La presentación de los contenidos no es familiar ni comprensible. El sitio está saturado de menús, la información es muy repetitiva y aunque el lenguaje del sitio es familiar a los usuarios, la información está desorganizada. A nivel de iconografía, se presentaron los mismos errores que se detectaron en las pruebas con usuarios. En cuanto al formato de la información, no siempre existe el estándar de títulos viñetas y negritas y no hay un estilo de fuente definido, el tamaño de la letra provoca dificultad para la comprensión de los textos, además que es difícil diferenciarlos de los fondos presentes en el portal. Existen partes dentro del sitio en las cuales el logo y el nombre se ven diferentes, porque se observa borroso y poco claro.

Control y Libertad para el usuario. Existen algunas animaciones en el portal web que requieren de la instalación de plugins adicionales. Es posible guardar la información pero al momento de imprimirla se pierde o el contenido no se visualiza claramente. A nivel de accesibilidad no es posible aumentar o disminuir el tamaño de la letra. Un problema grave presente dentro del portal Web es la cantidad de ventanas emergentes utilizadas para dar información importante.

Consistencias y Estándares. Aunque la información del portal se expresa de manera uniforme, su presentación y organización es muy variada. No se utilizan estándares para diferenciar los vínculos visitados y no visitados, al igual que para las áreas de navegación superior, laterales y controles (botones, radio buttons, entre otros). Los textos no son legibles y no se evidencian fechas de actualización del sitio.

Reconocimiento más que memoria. Debido al exceso de ventanas emergentes que activan los servicios del portal, el usuario debe memorizar más que reconocer. En el caso de archivos PDF, reproducción audio/video u otras aplicaciones, en la mayoría de los casos no cuentan con imágenes que las identifiquen.

Ayuda y Documentación. En general, la página Web de la universidad carece de ayudas online y de un apartado de preguntas frecuentes, de acuerdo a los diferentes tipos de usuarios.

Búsqueda. Según los expertos, la ausencia de una herramienta de búsqueda puede tratarse del problema más grave y evidenciado dentro del portal de la Universidad del Quindío.

Noticias. La forma de presentar las noticias no va acorde con guías de diseño para la publicación de las mismas, debido a que los títulos son muy extensos y no

poseen enlaces, no hay un resumen de la noticia y se utilizan imágenes distorsionadas y muy pequeñas.

Aspecto del Diseño. El portal carece de un mapa Web, lo cual es indispensable debido a la gran cantidad de información que maneja. El sitio está construido bajo diferentes plantillas de diseño.

Arquitectura de la información. Existe redundancia en las opciones ofrecidas para acceder a los datos y los niveles de profundidad de la información son muy altos.

3.2. Conclusiones de la Prueba con Usuarios - Medida de las Prestaciones

3.2.1. Facilidad de Entender y Aprender.

A nivel de **facilidad de entender y de aprender**, los usuarios potenciales y los egresados recordaban la información relevante para ellos, como la oferta académica e inscripciones y eventos e información en general, respectivamente. Los profesores y administrativos diferenciaron las zonas de los menús izquierdo y derecho, pero no recordaban fácilmente las opciones que se ofrecían, al igual que los estudiantes. A pesar de que uno de los objetivos principales de la universidad es ofrecer los diversos programas que existen, en el sitio web esta opción no es intuitiva para el usuario.

En general los iconos no corresponden con la función que representan, se encuentran repetidos o distorsionados. Sin embargo, las opciones fueron reconocidas por los usuarios gracias a los textos que los acompañaban.

A nivel de consistencia, se observó que cada dependencia implementa su propio diseño.

3.2.2. Facilidad de Uso.

A nivel de **facilidad de uso** los diferentes tipos de usuarios expresaron inconformidad con la profundidad de la información, exceso de ventanas emergentes, carencia de herramientas de búsqueda y uso de funcionalidades del navegador para retornar a páginas anteriores.

3.2.3. Estética.

A nivel de estética, los usuarios opinaron que el sitio no es atractivo debido a que las imágenes y los botones se muestran de manera inadecuada, se utiliza una resolución muy pequeña, existe una sobrecarga del color verde y tanto los íconos como los textos que los acompañan son muy pequeños.

3.2.4. Recomendaciones.

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación se presentan las siguientes recomendaciones: 1) informar al usuario sobre su ubicación utilizando por ejemplo, la técnica de migas de pan, 2) ubicar en el portafolio de oferta académica la información detallada y clara de los programas que ofrece la institución, 3) eliminar información repetitiva en diferentes secciones asignándola solo al perfil de su interés, 4) dar más énfasis y dinamismo al ofrecimiento de las carreras, 5) escribir los contenidos en un lenguaje más natural para el usuario, 6) ubicar en partes estratégicas las funcionalidades de los usuarios potenciales, 7) los iconos deben hacer contraste con los colores de fondo y representar el contenido asociado, 8) manejar menú estándar dentro de todo el sitio, 9) poner la opción de biblioteca en el inicio de la página y en servicios académicos, 10) integrar una herramienta de búsqueda, 11) eliminar saturación de enlaces dentro del aplicativo, 12) eliminar la creación innecesaria de ventanas nuevas por acciones dentro del portal, 13) no tener diferentes contenidos de una misma dependencia, 14) manejar otro tipo de colores llamativos para no sobrecargar el verde, 15) que los eventos tengan información precisa y concreta, 16) reubicar la información que se encuentre en espacios poco utilizados, 17) cambiar el color verde de los enlaces debido a que no permiten tener una buena visualización, 18) colocar enlace o botón de regreso a la página principal, 19) incluir una galería de imágenes mostrando toda la infraestructura de la Universidad del Quindío, 20) incluir un historial de eventos, 21) incluir un mapa de acceso a la Universidad del Quindío, 22) incluir información más detallada de postgrados, 23) poner un título grande y visible que identifique que es la página de la Universidad del Quindío, 24) incluir dentro del directorio de la universidad información de correo, facultad, lugar de permanencia, de estudiantes, profesores y administrativos, 25) incluir información referente a servicios que están dentro de la Universidad tales como emisora, observatorio sismológico o proyectos de investigación, 26) actualizar la información periódicamente, 27) evitar el uso de páginas emergentes, 28) aumentar el tamaño de la letra, 29) el enlace de correo debe ser más llamativo al usuario, 30) el tamaño de la página debería ser más grande, porque en la actual se desperdicia espacio, 31) las imágenes deben tener un tamaño adecuado.

3.3. Validación de Estándares

La evaluación de validación de estándares para el portal web, arrojó los siguientes resultados: 1) existen enlaces que no se pueden utilizar, debido a que las imágenes no se visualizan, 2) existen elementos de tipo visual que deberían ser utilizados en hojas de estilo, 3) no se define

el idioma principal del sitio, 4) no se puede visualizar el sitio claramente al utilizar un navegador solo texto, 5) al deshabilitar scripts algunas funcionalidades no se pueden realizar, 6) no se conserva el dominio del sitio en las URLs de los enlaces, 7) no se incluyen atajos de teclado para mapas de imagen y controles de formularios, 8) no se informa al usuario que se va a generar una nueva ventana al usar elementos target, 9) se utilizan elementos de formato desactualizados para las recientes versiones del HTML y del XHTML, 10) no se ofrece la opción multilinguaje y 11) no se tiene un diseño consistente.

4. Diseño propuesto para el portal

4.1. Estructura de Contenido

La Ilustración 1 muestra la estructura general que debe llevar el portal Web de la universidad del Quindío dividida por sectores, según los resultados de las evaluaciones, este prototipo se acerca al diseño debido a apreciaciones de los usuarios al buscar y ver la información.

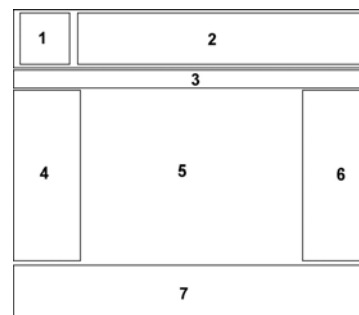


Ilustración 1. Estructura General Portal Web Uniquindio

Sector 1: En esa parte se tendrá la imagen corporativa de la universidad, la posición debe ser igual a como se encuentra en la página actual, tal y como lo manifestaron los usuarios que realizaron la prueba de usabilidad.

Sector 2: Se utilizará como banner animado, en donde se mostrará una transición de imágenes, presentando imágenes de las instalaciones físicas de la Universidad. La transición de estas imágenes se debe hacer por un periodo considerable el cual no ocasione parpadeo en la pantalla, afectando a usuarios que tenga problemas visuales.

Los usuarios expresaron que la posición actual de la animación ocasiona pérdida de espacio, el cual podría ser utilizado para mostrar información importante de la institución.

Sector 3: Este menú contendrá los perfiles de usuario que utilizan el portal Web. Esto es demasiado importante debido a que allí los usuarios pueden encontrar la información con mayor facilidad. Además, este menú

cumple con el patrón de *Tags personalizados*, el cual consiste en adecuar contenido a los diferentes tipos de usuarios que navegan en la Web [3].

Sector 4: Según los usuarios, esta sección debe contener un menú con los enlaces de información institucional, como: *universidad, facultades, dependencias administrativas, así va la u, acreditación y el tour virtual*.

Sector 5: Este sector tendrá tres (3) funcionalidades específicas: 1) En la página principal se utilizará para mostrar los eventos y noticias más importantes relacionadas con la universidad del Quindío. 2) Cuando un usuario seleccione un perfil, se utilizará para mostrar las funcionalidades que puede realizar este tipo de usuario. 3) En las páginas restantes se utilizará para mostrar la información que viene asociada a cada uno de los enlaces utilizados en el sitio Web.

Sector 6: Este menú se utilizará para mostrar los servicios ofrecidos por la universidad y globales para todos los perfiles de usuarios evitando que se encuentre información repetida en la página. Este menú también tendrá una sección dedicada para un buscador.

Sector 7: Esta sección se utilizará para colocar enlaces a aplicativos que son de uso común para la mayoría de usuarios, para mostrar los eventos y noticias más sobresalientes. Con la ubicación de este menú se tendrá la información de uso general tanto en la parte superior como inferior de la página, obteniendo un sitio con alto grado de accesibilidad.

4.2. Criterios de Diseño

La creación del portal se basó en tres aspectos: el contenido, la navegabilidad y el diseño visual, descritas a continuación.

4.2.1. Diseño visual, aspectos mas relevantes

Resolución: El diseño de la página se visualiza bien con cualquier resolución debido a que tiene un diseño líquido.

Menús: Los menús están definidos de acuerdo a perfiles de usuarios y sus necesidades.

Tipo de Fuente: La fuente tiene un tamaño adecuado para su visualización.

Colores: Se sigue manejando el verde institucional, además de la diferenciación de perfiles que poseen su propio color definido en la universidad.

Imágenes: La imagen institucional está ubicada de manera visible. Las imágenes del sitio, noticias y eventos se muestran en una resolución adecuada, un tamaño propio y están relacionadas con la información que representan.

4.2.2. Contenido, aspectos mas relevantes

Estilo de los textos: Se introducen adecuadamente títulos, subtítulos, negritas y viñetas, de acuerdo al contenido de la sección.

Manejo de perfiles: Cada pestaña (perfil) de la página contiene la información propia de su interés.

Eventos y noticias: La descripción de los eventos es concreta y contiene la información necesaria, además de información extra de interés e información turística. Las noticias poseen un resumen corto.

4.2.3. Navegación, aspectos mas relevantes:

Una de las formas de evitar niveles de profundidad muy altos y mejorar la navegación fue el menú de perfiles, donde se encuentra la información y servicios que les corresponden.

Miga de Pan: Se utiliza el patrón miga de pan para orientar al usuario.

Ventanas Emergentes: Sólo se utilizan para servicios que no están dentro del portal.

Buscador: Se incluye un buscador como servicio para encontrar información específica.

Las Ilustraciones 2 y 3 muestran la nueva página principal y la página del perfil de docentes del portal Web de la Universidad del Quindío, respectivamente.

5. Conclusiones

El desarrollo de un portal Universitario basado en técnicas de diseño centrado en el usuario, es una propuesta innovadora, con grandes posibilidades de ser utilizada por la Universidad en procesos misionales de la misma y en programas bajo modalidad virtual. No se conoce en la región un trabajo similar.



Ilustración 2. Página principal del prototipo final



Ilustración 3. Página perfil docentes

La aplicación de conceptos teóricos de las áreas de usabilidad, accesibilidad diseño centrado en el usuario, métricas de satisfacción, eficiencia, efectividad y estándares de acceso web W3C al dominio de portales universitarios, permitieron diseñar un portal web de calidad, teniendo en cuenta normativas como Gobierno en Línea y los lineamientos propios de la institución.

El proyecto ha despertado interés en diferentes dependencias administrativas de la Universidad, lo que permite que sirva como base para la construcción de futuros portales de la institución y directrices de accesibilidad para contenido Web 1.0.

6. References

- [1] Dr. Gonzáles, María Paula. Dr. Lorés, Jesús. Evaluación Heurística de la Iniciativa UsabAIPO mediante Técnicas de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos. Afra Pascual Almenara: Departamento de Informática e Ingeniería Industrial. C/ Jaume II, 69
- [2] Ruiz Gaona, Alexandra. Evaluación de la Usabilidad en Aplicaciones de Comercio Electrónico B2C. [Tesis de maestría]. Bogotá: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 2008. 263 p.
- [3] Nielsen, Jacob. tags, Used Right; 17 de septiembre de 2007. [Página en línea] Disponible desde Internet en: <<http://www.useit.co/alertbox/tags.html>> [con acceso el 02-16-2009].

Evaluación de aspectos afectivos-emocionales en Bankinter

Juan José Rodríguez Soler¹

¹ Departamento de Análisis del Comportamiento y Estudios
Área de Internet, SMS y ATMs de Bankinter
28108 Alcobendas(Madrid). España
jjruezs@bankinter.es

Abstract. El objetivo de esta comunicación es el de ilustrar desde el punto de vista metodológico, cuál ha sido la experiencia de Bankinter, a la hora de implementar un enfoque “complementario” entre técnicas de evaluación de la usabilidad clásicas y técnicas de evaluación del diseño emocional. Para ello, se ha desarrollado un software específico que permite la recogida de datos afectivos de los usuarios, así como la de definir modelos mentales de los usuarios a través del prototipado colaborativo. La metodología ha sido puesta a prueba en el rediseño de tres webs de Bankinter, y los resultados encontrados aportan información sobre la importancia de los aspectos afectivos en el uso de las páginas web.

Keywords: Diseño emocional, Internet, prototipado, metodología, trabajo colaborativo

1 Antecedentes

1.1 Primera parte: Más allá de la ISO 9241:11

No olvidemos que las pequeñas emociones son los capitanes de nuestras vidas y las obedecemos sin siquiera darnos cuenta. - Vincent Van Gogh.

En 1993 la ISO [1] consideró el término de usabilidad sinónimo a la expresión “calidad de uso” y concretó su significado indicando que se refería al grado de efectividad, eficiencia y satisfacción con la que usuarios concretos conseguían metas específicas en ambientes concretos. A partir de esta definición podemos decir que el paradigma de “diseño centrado en el usuario” (User Centered Design) hoy en día es

una realidad puesta en práctica en numerosos ámbitos del sector empresarial, no sólo el informático.

No obstante en los últimos años, numerosas investigaciones se han orientado hacia lo que se viene llamando “diseño emocional” (Emotional Design), en el cual la emoción y los aspectos afectivos de los objetos se sitúan como motores principales del uso.

Sin ánimo de crear debates “filosóficos” sobre las prioridades de lo funcional y lo emocional, parece claro que el estudio de los componentes afectivos está ligado al de la usabilidad, ya que en caso contrario la información sería incompleta, parafraseando a Donald Norman, “no hay duda de que la utilidad y la usabilidad son importantes, pero privados de diversión y placer, de alegría y entusiasmo y, en efecto, también de inquietud y rabia, de miedo e ira, nuestra existencia sería incompleta” (Norman, 2004 [2]).

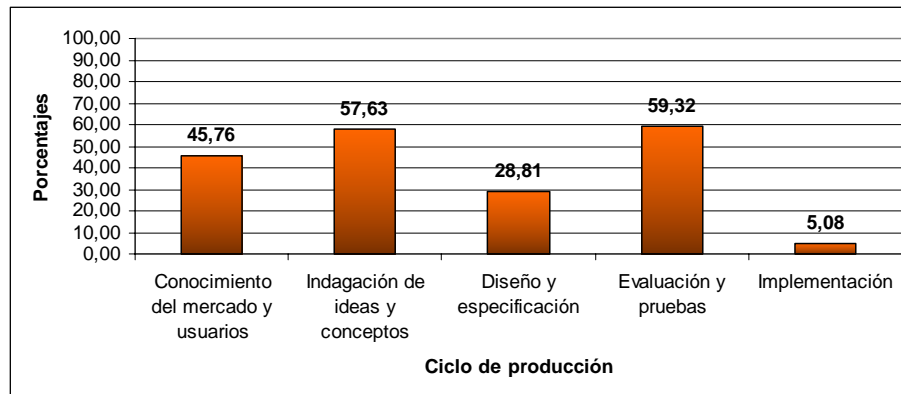


Fig. 1. Distribución de métodos y materiales para la evaluación de aspectos emocionales en los diseños. Fuente de elaboración: Proyecto ENGAGE <http://www.designandemotion.org>

En cuanto a la disponibilidad de materiales y métodos de evaluación emocional, tal como se muestra en la figura 1, las mayores inversiones en éstos recaen sobre fases extremas (tempranas o tardías) del ciclo de producción. Sin embargo, hay una carencia de materiales aplicables a fases medias (diseño y especificación), este dato motivó que en el contexto del presente estudio incluyéramos un apartado para el diseño de nuestros propios métodos y herramientas de evaluación, las cuales también serán discutidas en próximos apartados.

Segunda parte: Valoración del rediseño de Bankinter

En Bankinter por la importancia que tiene la calidad del servicio, el diseño centrado en el usuario no sólo está integrado como parte de la metodología de desarrollo en Internet, sino como parte de la cultura de la entidad.

Por este motivo, y coincidiendo con el rediseño de las webs de Bankinter, particulares (<https://www.bankinter.com>), empresas (<https://empresas.bankinter.com>) y broker (<https://broker.bankinter.com>), nos planteamos 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 de nuestras webs.

El primer reto con el que nos enfrentamos es el propio concepto de “emoción”, debido a la dificultad que entraña su definición. Desde la Psicología, como ciencia que se ocupa del estudio emocional, es comúnmente aceptada la distinción entre una conducta emocional primaria y secundaria. La primera implica excitación del sistema nervioso autónomo y su percepción, mientras que la segunda es un estado que no implica necesariamente excitación del SNA, y que puede ocurrir bajo el supuesto (cognición) no verídico de tal proceso. (Véase Dorsch, 1994[3]).

Este último componente cognitivo, nos ayudó a abordar el estudio emocional desde la interrelación de los diferentes tipos de componentes: (1) *sensoriales*, (2) *emocionales*, y (3) de *significado*.

Procedimiento

Por todo ello nos decantamos por el diseño de sesiones de trabajo con los usuarios en las cuales se pudiera incluir los siguientes análisis:

1. *Medida del impacto emocional*: esta medida la abarcamos desde una doble aproximación: primero, las respuestas más espontáneas, o en términos de Norman “viscerales”[2], para lo cual se desarrolló un programa específico que permitiese la presentación controlada por tiempo de páginas webs, y la recogida de respuestas afectivas en dos dimensiones, (véase por ejemplo Tokuhisa, Inui y Matsumoto, 2008 [4]; Capota, Hout y Geest, 2007 [5]). Y segundo, la interpretación de estas respuestas emocionales mediante la técnica de diferencial semántico.

2. *Análisis perceptivo de componentes de la Interfaz*, con esta segunda medida valoramos el impacto de los elementos de la interfaz la memoria visual (véase Humphreys y Bruce, 1989 [6]). Con la intención de obtener relaciones “por elementos” con las anteriores medidas emocionales.

3. *Extracción de requisitos básicos de usuario*, por último, quisimos recoger el punto de vista de los usuarios de una manera “más visual” de la adecuación de las interfaces evaluadas, para ello empleamos un programa diseñado para el prototipado colaborativo por los usuarios.

En las pruebas participó un total de 32 personas, 24 de ellos fueron clientes de Bankinter distribuidos en grupos de 8 usuarios por cada una de las 3 webs evaluadas. Y en el caso de la web de particulares se incluyó además la participación de 8 potenciales clientes para facilitar las comparaciones entre distintas argumentaciones.

5 Resultados y conclusiones

Las teorías sobre el diseño emocional afirman que durante los primeros segundos, las personas hacen un juicio basado en lo atractivo del sitio web, y más adelante el juicio se basa en como la web es más o menos usable. Con el estudio, podemos afirmar que las primeras impresiones afectan sobre el confort en el manejo de una página web, una página agradable se convierte en una “invitación” a navegar más.

Desde un enfoque de medida basado en la ISO 9241:11 esta afirmación puede “escapar” a los componentes más cuantitativos (eficacia, y eficiencia), sin embargo es evidente su influencia sobre el factor satisfacción. En consecuencia, nuestra mejor apuesta informativa ha sido la de combinar el estudio emocional con el enfoque clásico del estudio de la usabilidad.

Los participantes en el estudio consideran que los sitios financieros son menos agradables, más monótonos y menos creativos que el resto. Las combinaciones de colores, y la distribución de elementos en la interfaz son las claves para influir en el agrado o no de los usuarios.

Los resultados sobre el etiquetado de las emociones muestran que los aspectos de diseño influyen en la decisión de usar o no una página web. Este comportamiento actúa como un “prejuicio infundado”, afectando la percepción de aspectos objetivos como la “seguridad” de una entidad financiera.

6 Referencias

1. ISO 9241-11. (1993). Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)—Part 11: Guidance on Usability.
2. Norman, D. (2004). Emotional Design. Why We Love (or Hate) Everyday Things. Basic Books, New York.
3. Dorsch, F. (1994). Diccionario de Psicología. Editorial Herder. Barcelona.
4. Tokuhisa, R; Inui, K. Y Matsumoto, Y. (2008) Emotion Classification Using Massive Examples Extracted from the Web. Proceedings of the 22nd International Conference on Computational Linguistics (Coling 2008), pp 881–888.
5. Capota, K; Van Hout, M, y Van der Geest, T. (2007). Measuring the emotional impact of websites: a study on combining a dimensional and discrete emotion approach in measuring visual appeal of university websites. Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces (DPPI 2007), pp: 135-147.
6. Humphreys, G.W, Y Bruce, V. (1989). Visual cognition: Computacional, Experimental , and Neuropsychological Perspectivas. Ed. Lawrence Erlbaum Associated. UK.

Caso práctico. DCU (Diseño Centrado en Usuario) para rediseño web

1 Introducción

El caso práctico que explicamos a continuación muestra un estudio de DCU (Diseño Centrado en Usuario) diseñado para establecer los parámetros adecuados de rediseño de una página web.

2 Fases realizadas

Para definir requisitos de rediseño basados en DCU se propone al cliente tres tipos de test de usabilidad que proporcionan información en sí mismos e información aumentada por el hecho de convivir o de interactuar entre ellos: test de expertos, test de *Card Sorting* con usuarios, test de tareas usando tecnología *EyeTracker*. Los test se realizan de forma secuencial en el tiempo.

2.1 Test de expertos

Para el test de expertos se propone la valoración de la página web mediante tres perfiles de diferentes disciplinas (equipo del DTM - Departamento de Tecnologías Media, Área de Usabilidad): ingeniero experto en DCU, psicólogo experto en DCU y diseñador experto en DCU.

Análisis del ingeniero experto en DCU:

- Establecimiento de los objetivos conjuntamente con el cliente.
- Preparación de las plantillas para la evaluación por parte del resto del equipo.
- Realización del test según la perspectiva de la usabilidad, la funcionalidad y la experiencia de uso.
- Realización de un *SUS* (informe de satisfacción).
- Informe libre de evaluación de accesibilidad web indicando parámetros necesarios para obtener la "doble A".
- Coordinación del test.

Análisis del psicólogo experto en DCU:

- Realización del test según la perspectiva de la experiencia de uso (confianza, desconfianza, desorientación, interés, decepción, motivación...).
- Realización de un *SUS* (informe de satisfacción).
- Informe libre de evaluación de las emociones que se podrían percibir en algún punto crítico de la navegación.

Análisis del diseñador experto en DCU:

- Realización del test según la perspectiva del diseño gráfico (consistencia, colores, coherencia en el diseño, coherencia en la estructura gráfica...).

- Realización de un *SUS* (informe de satisfacción).
- Informe libre con la propuesta de la gama de colores adecuada para ayudar al usuario a entender el objetivo principal de la página y la temática en la que se encuentra.

Entrega:

- Único informe de evaluación con los datos de los tres expertos, los informes libres y los resultados del *SUS*.

2.2 Test de Card Sorting

Para iniciar el test de *Card Sorting* se tienen en cuenta los resultados de la **evaluación del test de expertos** ya que hay puntos importantes para el análisis de la arquitectura de información y para la decisión de la muestra de usuarios más adecuada.

Para llevar a cabo los test se realiza la siguiente planificación y metodología:

Análisis de la arquitectura de información.

Creación del informe de plan de test:

- Establecimiento de la muestra de usuarios adecuada:
 - 8 usuarios dedicados a la biología, parques naturales...
 - 8 usuarios sin especial predilección por la naturaleza (3 franjas de edad).
- Planteamiento de las tarjetas a entregar a los usuarios:
 - Arquitectura de la página principal.
 - Arquitectura de la página secundaria más relevante.
 - Guión del facilitador.
 - Guión del observador 1.
 - Guión del observador 2.
- Documentación de test (documentación que se entrega a los usuarios):
 - Acuerdo de confidencialidad (permiso de grabación de los datos).
 - Cuestionario personal previo (definición del perfil).
 - Tarjetas de la página principal (con la codificación de análisis).
 - Tarjetas de la página secundaria (con la codificación de análisis).
 - Preguntas planteadas para la entrevista final del test.

Realización de los test de ordenación de tarjetas:

- 1 usuario por test (16 usuarios en total).
- Facilitador (participa de forma activa para hacer explicar al usuario la estructura de información que va realizando).

- 1 observador (técnico de sala controlando que la grabación sea correcta y que el facilitador siga el guión con corrección).
- 1 observador (observa los datos del test y realiza la recogida de anotaciones y literales).

Entrega del informe de análisis de los datos:

- Recogida de datos.
- Análisis de los datos (junto con las arquitecturas de cada usuario).
- Propuesta de arquitectura por parte de los usuarios (clúster + esquema).

2.3 Test de tareas con usuarios mediante tecnología EyeTracker

El planteamiento del test de tareas se realiza mediante el **análisis de los resultados obtenidos en el test de expertos y en el test de Card Sorting**. Se da énfasis a los puntos más críticos en la usabilidad y la experiencia de uso para definir las partes del test, las áreas de evaluación del dispositivo *EyeTracker* y el enunciado de cada tarea.

Para llevar a cabo los test se realiza la siguiente planificación y metodología:

Análisis de los objetivos del test.

Preparación del *EyeTracker* con las áreas de interés marcadas.

Creación del informe de plan de test:

- Establecimiento de la muestra de usuarios adecuada:
 - 12 usuarios sin diferencia de perfil (3 franjas de edad)
- Planteamiento de las 12 tareas a llevar a cabo.
- Guión del facilitador.
- Guión de los observadores.
- Documentación de test (documentación que se entrega a los usuarios).
 - Acuerdo de confidencialidad (permiso de grabación de los datos).
 - Cuestionario personal previo (definición del perfil).
 - 12 tareas (con datos de análisis predefinidos: rutas, desvíos, éxito, fracaso, falso éxito, falso fracaso, tiempo,...).
 - Preguntas planteadas para la entrevista final del test.

Realización de los test:

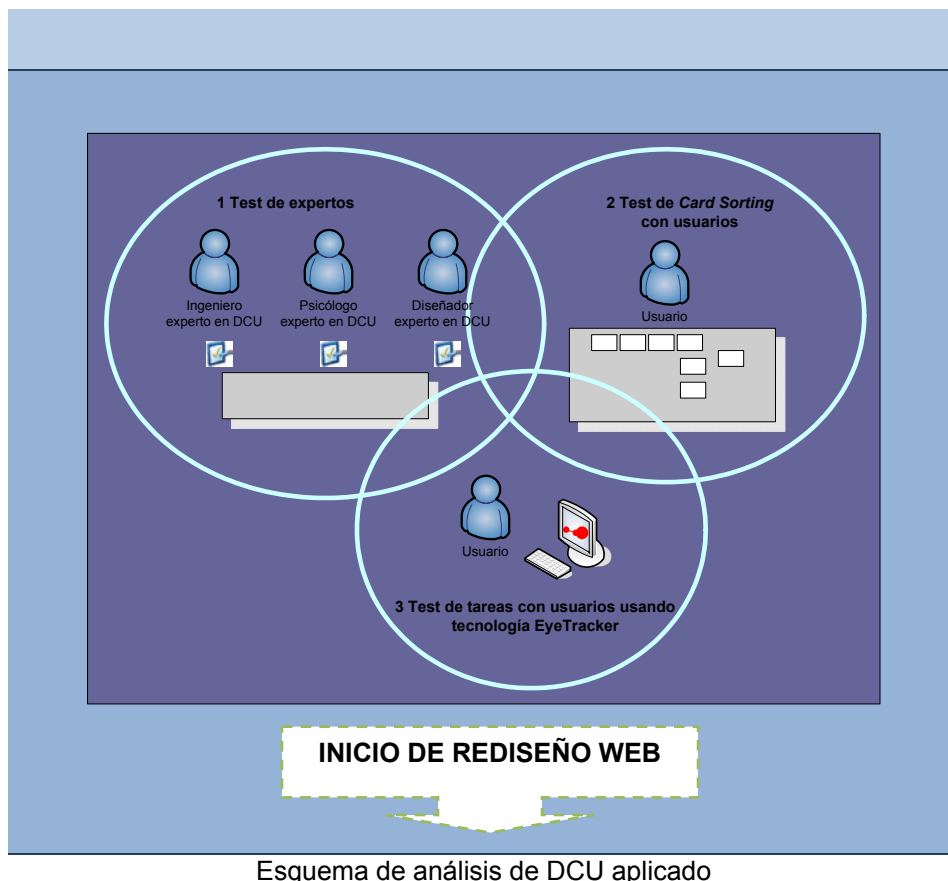
- 1 usuario por test (12 usuarios en total).
- Facilitador (participa de forma activa, *Thinking Aloud*).
- 1 observador (técnico de sala controlando que la grabación sea correcta y que el facilitador siga el guión con corrección).
- 1 observador (observa los datos del test y realiza la recogida de anotaciones y literales).

Entrega del informe de análisis de los datos

- Recogida de datos del test.
- Recogida de datos del EyeTracker (*gazeplots, hotspots*) imágenes y vídeos por tareas.
- Análisis de los datos del test de tareas junto con el análisis de datos de los vídeos de *EyeTracker*.

3 Conclusión

La realización de diferentes test de usabilidad proporcionan información complementaria entre ella (*intersecciones de los círculos*) proporcionando resultados muy fiables para iniciar un rediseño web orientado a una experiencia de uso satisfactoria.



Multitouch Barcelona

The 'Natural Interaction Project' is our attempt to create impacting connections between people and technology.

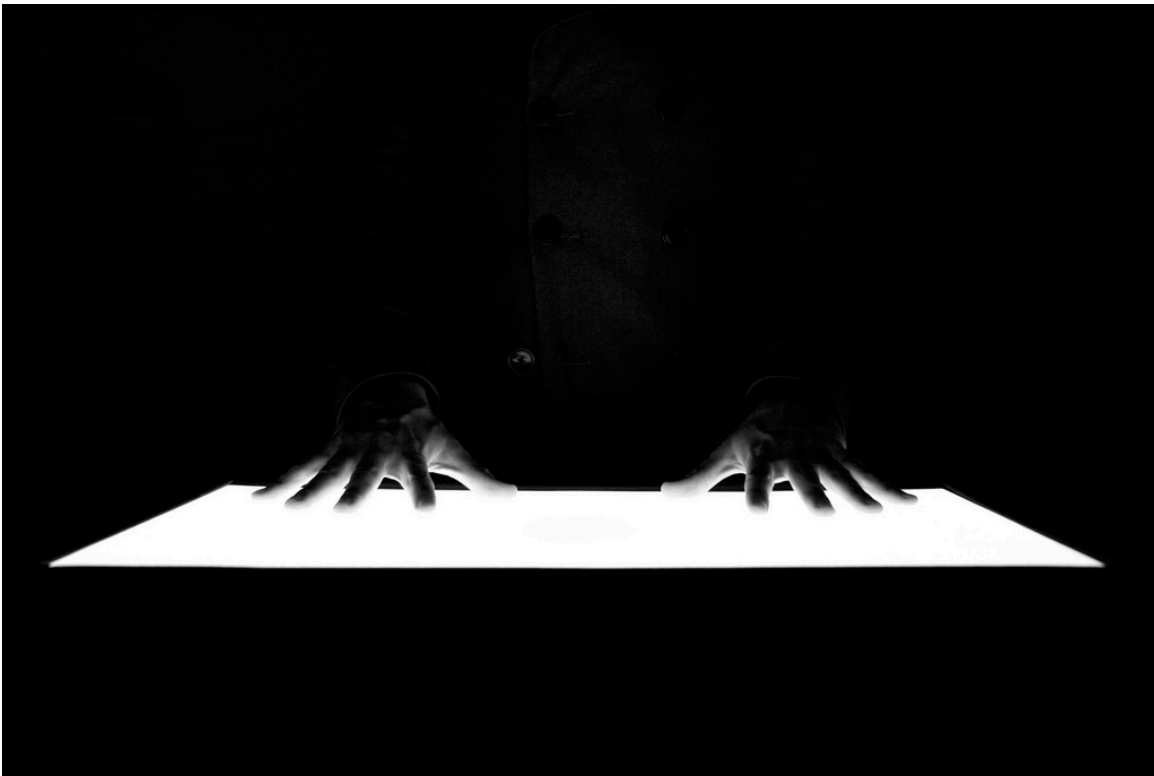
The project began a year ago when, after seeing the amazing stuff that the interaction revolution was bringing out, we decided to build our own multi-touch surface prototype. It was not intended to be neither an artistic project nor a commercial one. We felt like experiencing the power that new interfaces give to users and we thought that maybe we could say something about it.

After the construction phase, we came to realize the possibilities that the whole new paradigm of interaction had in the field of communication. It was then when we shifted from developing simple applications -such as the typical multitouch photo display- to concept-based applications in which we tried to use human capabilities to create unique experiences for the user. The possibilities of this field are enormous but, unfortunately our budget is not so. For now we have survived by developing commercial applications using such technologies in projects in the advertising field -Red Bull Music Academy in September 08 and Toyota recently.

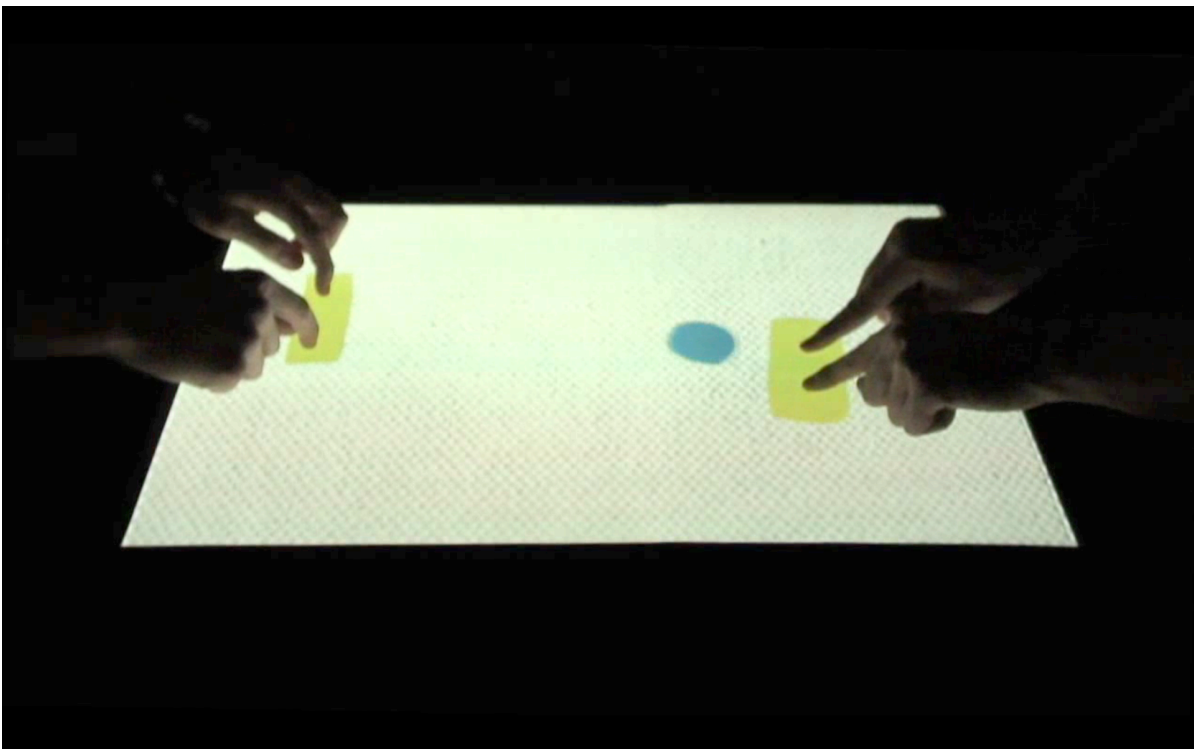
The main point we got out of this project is that there is no better interface -by now- than dealing with another human being. We realized that our interactions should foster relationships between participants instead of looking for individual realization. We believe that this is quite a change of mind in the way interaction is conceived, and so, it is a challenge worth taking. Thus, we want to explore this idea, we want to mess around the concept of humanizing technology -aka AI- and how it is perceived by humans in contraposition with relationships with real world and real people.

Projects

1st Steps



Multitouch Crayon Physics (<http://vimeo.com/980528>)

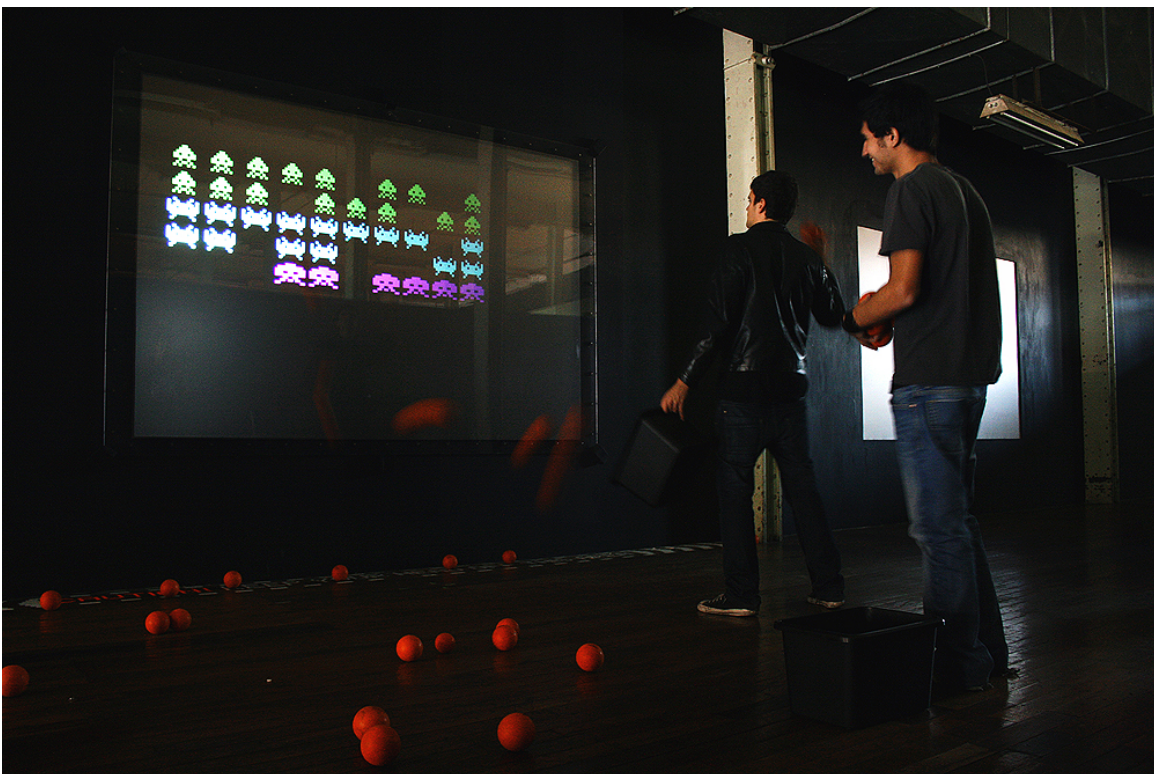


Guten Touch Installation (Red Bull Music Academy)

Natural Paint



Space Invaders



Our projects until the date are:

- First experiences with multi-touch technology: In this part of our project we experienced how new ways of interaction alter perception and how senses can be used as a gateway to emotions.
- Multitouch Crayon Physics: Is the culmination of our experiences with individual multi-touch surfaces. An empty canvas where the user can draw and, each drawn object enters the "physical" world. We like to think of this project as a creative immersive environment.
- Guten Touch Installation: It is our biggest project. We developed it for the Red Bull Music Academy in Barcelona 2008. We wanted it to be a container for evolving interactions in order to teach users how technology could become closer, personal and warmer. The output was not the expected but we learnt a lot of it.
- HI! Human Interface: This is our latest project. It is a provocation. For it we closed a real human being inside an screen an got him working for us. It is a simple example to show our deep reflections on the interaction issue.

For our presentation we would like to explain our evolution in concept and methodology as well as we would like to show videos from our work. We are thrilled to have a chance to show our work to experts in the interaction field and we can wait to see how they will receive our work.

Taller de trabajo - Percival: Herramienta de desarrollo multipropósito para la educación en tecnología.

Laura Becerra Fajardo¹, Manuel Franco Avellaneda¹, Diego Corrales Caro¹, Giovanni Piedrahita¹, Nicolás Malaver² y Juliana Corredor¹

¹Investigación y Desarrollo, Corporación Maloka, Bogotá, Colombia
{lbecerra, mfranco, dcorrales, gpiedrahita, jcorredor }@maloka.org; ²Departamento de Sistemas,
Institución Universitaria Politécnico Granacolombiano, Bogotá, Colombia
nmalaver@poligran.edu.co

Resumen. El propósito de este taller es abrir la discusión acerca del desarrollo de una herramienta tecnológica en el contexto de la educación en tecnología en Colombia. Esta herramienta se presenta como un material didáctico desarrollado en Maloka, un Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología ubicado en Bogotá, Colombia, que propone la exploración de situaciones del contexto local y el desarrollo tecnológico relacionado con la lógica, la programación, la electrónica y el control. Esto se desarrolla en un espacio no-formal de educación en tecnología. El material está desarrollado sobre una interfaz persona-ordenador que reemplaza el uso de código de bajo nivel sin ocultar las estructuras de programación básicas. El origen de este proyecto ocurre en los Clubes de Ciencia y Tecnología de Maloka, un espacio de uso del tiempo libre de niños, niñas y jóvenes en edad escolar que comparten intereses por la exploración y reflexión de lo tecnológico.

Keywords: educación en tecnología, material didáctico, plataforma de desarrollo, interfaz persona-ordenador.

1 Introducción

1. ¿Por qué educar en tecnología?

Educarse en lo tecnológico implica hoy intervenir en otros escenarios (sociales, económicos, culturales, políticos...), y es un proceso que apenas inicia su concepción en los países-regiones al margen del desarrollo tecnológico y social. "La ciencia y la tecnología científica modifican, transforman y condicionan profundamente la

sociedad”[1]. De otro lado, esta educación implica la reflexión frente a nuestra tradición de usuarios tecnológicos, por lo que es importante dirigir esfuerzos hacia la apropiación y la intervención, de manera que se logren cambios significativos en las dinámicas sociales de nuestro país. Diferentes entes de América Latina tienen como responsabilidad hacer accesible este conocimiento, para lograr la identidad e interés propio en la ciencia y la tecnología local. Como lo plantea G. Fourez, debe asociarse la producción del conocimiento científico con la construcción social. Con esto lograremos re-conocer la educación y el desarrollo científico y tecnológico como una herramienta de igualdad y democracia y un instrumento que encarna fuertes componentes políticos que influyen en el crecimiento y el desarrollo humanos.

2. Antecedentes

Maloka es un escenario que une esfuerzos en vía de la apropiación social del conocimiento científico y tecnológico. Con más de 10 años de experiencia en esta labor y como escenario de educación no-formal, Maloka ha trabajado con docentes de áreas relacionadas con la ciencia y la tecnología, en el diseño y ejecución de proyectos educativos y en la investigación pedagógica y didáctica.

Dentro de los proyectos enfocados a la educación en tecnología se destacan el proyecto *Discovery Box en la escuela*, realizado desde 2007 en conjunto con la Fundación Siemens y el programa Pequeños Científicos. Este proyecto aborda los temas de energía y electricidad mediante una propuesta de uso de material didáctico para la enseñanza de las ciencias. También se destacan el proyecto “Maloka, un Laboratorio Pedagógico” desarrollado en el 2006 con la Secretaría de Educación Distrital para el diseño de experiencias de educación en ciencia y tecnología en el marco del proyecto Escuela-Ciudad-Escuela; y el proyecto con el SENA en el Centro de Electricidad y Electrónica de Bogotá, desarrollado en 2005, donde se trabajó en la asesoría de instructores para el uso de nuevas didácticas en la enseñanza de la tecnología

Maloka también trabaja con estudiantes de primaria y secundaria, especialmente en las rutas escolares que trabajan los temas de Telecomunicaciones, Energía, Astronomía, Evolución y Medio Ambiente, y en los Clubes de Ciencia y Tecnología, proyecto dirigido a niñas, niños y jóvenes entre los 4 y los 16 años. Los clubes ofrecidos en la línea de tecnología trabajan las temáticas de Robótica, Energía y Aire y Vuelo y se entienden como un laboratorio pedagógico y didáctico donde a partir de una propuesta metodológica se trabaja en el desarrollo de herramientas que dinamizan la experiencia educativa.

3. Percival: una herramienta para la educación en tecnología

Una de las herramientas didácticas desarrolladas por Maloka para la educación en tecnología ha sido llamada Percival, un sistema de control que puede manejar sensores y actuadores eléctricos y mecánicos para ejecutar diferentes tareas. La herramienta está

compuesta por un hardware electrónico y un software, ambos proponen cierto grado de interacción entre el usuario y la herramienta. Es así como los participantes logran programar sobre una interfaz gráfica sencilla, utilizando instrucciones de ciclos, condiciones y expresiones, y evitando el uso de código de bajo nivel.

Percival es una interfaz que facilita el trabajo de construcción y experimentación, ofreciendo otra manera de explorar la tecnología. El desarrollo fue pensado desde un punto de vista local, adaptándolo al contexto de los participantes del club de robótica colombiano de Maloka. Actualmente se trabaja en un proyecto de rediseño para abrir la plataforma software y los esquemáticos de la tarjeta hardware, buscando que Percival pueda ser fortalecido y distribuido bajo la lógica del trabajo cooperativo y acceso libre.

4. Sobre la metodología del taller

Los proyectos de educación en tecnología desarrollados por Maloka han permitido construir una metodología propia, que trabaja desde el contexto cercano de los participantes y ofrece herramientas para la apropiación de saberes tecnológicos que nos permitan reflexionar y participar en la transformación del contexto que nos rodea. [2]

Esta propuesta metodológica se conoce como *Motivación para la Creación* [3], y trabaja con 3 ejes principales: motivación, creación y reflexión. La propuesta nació de un ejercicio de investigación con los Clubes de Ciencia y Tecnología de Maloka, y en las Salas Interactivas de la institución. El taller trabajará esta metodología para explorar los referentes de los participantes sobre los artefactos y usos tecnológicos y para motivar la experimentación con los materiales y la herramienta presentada en el taller.

2 Taller de trabajo: Percival

1. Datos básicos del taller

Objetivo: Socializar y realimentar el desarrollo de una herramienta didáctica que emplea una interfaz persona-ordenador, diseñada para un proyecto de educación en tecnología con niños, niñas y jóvenes en edad escolar.

Duración aproximada: El taller está diseñado para 3 horas. Este tiempo puede variar según la habilidad de los participantes para utilizar el software y el hardware que compone la herramienta didáctica.

Público objetivo: Participan estudiantes y docentes universitarios con interés especial por la educación en tecnología y el uso de material didáctico.

Espacio de trabajo y requerimientos: Se necesita de un videobeam y computador para el tallerista y un computador con puerto serial o USB. El cupo máximo es de 30 personas, por lo cual se necesitarán 10 mesas de trabajo para cada grupo de 3 participantes y 10 tarjetas de desarrollo Percival. El instalador del Software de Percival se podrá descargar gratuitamente de Maloka.org. Se sugiere que los participantes lleven al taller piezas electrónicas y mecánicas de artefactos en desuso para complementar los materiales utilizados con la tarjeta de desarrollo de Percival.

2. Tabla de contenido - Momentos del Taller

Teniendo en cuenta la metodología de educación *Motivación para la Creación* descrita anteriormente, el taller será dividido en tres momentos:

Motivación. Se explorarán los referentes cotidianos de los participantes. Para esto se harán algunas preguntas de indagación, donde comenzará a plantearse un diálogo de saberes entre el mediador y los participantes de la actividad. Adicionalmente se hará una pequeña reflexión sobre estos referentes.

El diálogo durante esta etapa de la actividad se centrará en las herramientas utilizadas en la educación en tecnología y que cuentan con interfaces persona-ordenador. ¿Conocemos herramientas de este tipo? ¿Cómo pueden ayudarnos para trabajar la apropiación en tecnología? ¿Cómo la educación en tecnología puede afectar positiva o negativamente un país en vía de desarrollo como Colombia?

Creación. Durante esta etapa de la actividad se explorarán los diferentes sensores y actuadores que pueden utilizarse con la tarjeta de desarrollo Percival. Se hará una discusión de lo que puede hacerse con estos materiales en nuestro contexto y de dónde se pueden conseguir, como la basura electrónica, artefactos en desuso, etc. Después procederemos a explorar la interfaz gráfica de Percival y las diferentes funciones del programa, como la construcción de diagramas de flujo, su simulación y programación en microcontrolador. Luego se utilizará el material didáctico para diseñar un robot que cumpla una tarea específica, utilizando los sensores y actuadores de la tarjeta y los que hayan llevado los participantes.

Reflexión. Se propiciará un último diálogo donde se analice lo realizado durante el taller y se reconozca el aprendizaje de los participantes. También se hablará sobre la relación de Percival con la educación en tecnología, el trabajo sobre interfaces persona-ordenador en este tipo de educación, y el papel de la apropiación de la ciencia y la tecnología en la transformación social

3 Experiencias significativas en la realización del taller

1. Seminario Nacional de Educación, Armenia – Quindío.

El 27 y 28 de mayo de 2009 se realizó el taller de Percival en el Seminario Nacional de Educación, en Armenia, Quindío. Cada taller contó con la asistencia de 25 docentes de tecnología y de otras áreas de la educación, y se trabajó con residuos electrónicos entregados por el Colegio Comfenalco Armenia, sede del evento.

La actividad fue piloteada días antes de la realización del Seminario con estudiantes de Licenciatura en Educación Infantil de la Universidad Pedagógica Nacional. En este piloto se observó que el **perfil del público** participante es decisivo para satisfacer los objetivos del taller, ya que las personas tienen diferentes referentes sobre lo tecnológico, específicamente la robótica y la lógica secuencial. La actividad debió entonces adaptarse según el perfil del público participante.

Para los talleres a realizar en el Seminario Nacional de Educación, la actividad se trabajó en grupo, planteando entre todos el artefacto a realizar para lograr el reto establecido por Maloka, diseñando entre todos los participantes la secuencia lógica que gobernaría al artefacto electromecánico, y el diagrama de flujo dentro de la interfaz gráfica de Percival.

El Seminario Nacional de Educación fue uno de los primeros escenarios en que la plataforma multipropósito Percival se utilizó con público adulto. Esto permitió identificar cómo personas no consideradas *nativos digitales* abordaron la herramienta, y lograron superar un reto puramente tecnológico. El taller derivó en diferentes modificaciones al software y al hardware, especialmente en la relación de la herramienta con el usuario.

2. Campus Party 2009 - Área Campus Bot

Entre el 6 y el 12 de julio se realizó en Bogotá, Colombia, el Campus Party 2009. Maloka participó en el Área CampusBot con un taller en el que se utilizó la tarjeta electrónica Percival con residuos electrónicos. Se trabajó una actividad con residuos electrónicos que se ajustara al público del Campus Party: estudiantes universitarios y profesionales inmersos en el mundo de la tecnología.

El taller contó con algo más de 30 participantes, que en aproximadamente 2 horas desarrollaron un robot que salía de un área cercada utilizando 2 motores, un sensor de fin de carrera, y una tarjeta Percival. Cada grupo de participantes debía buscar los materiales para construir el robot, diseñar su estructura física y el diagrama de flujo que se ejecutaría dentro del microcontrolador presente en la tarjeta Percival.

La actividad permitió identificar diferentes elementos a ajustar para fortalecer la plataforma multipropósito, en especial algunos inconvenientes en la comunicación persona – máquina (entiéndase como el hardware y el software de la herramienta).

3. Resultados obtenidos después de la realización de estas actividades

Después de la realización de los talleres con la plataforma multipropósito Percival se encontraron dos elementos importantes para ajustar en los próximos talleres:

1. Perfil del público participante: cuando hay experiencias previas de programación y construcción los participantes trabajan de manera autónoma y avanzan más rápido en el desarrollo del reto. Si esto no ocurre el mediador debe limitar el taller y guiar al grupo durante el desarrollo de toda la actividad, haciendo un diseño conjunto del artefacto electromecánico y del diagrama de flujo de control.
2. Limitantes de usabilidad del software y del hardware: se encontraron dificultades de comunicación entre el software y el hardware de Percival y el usuario. Por esta razón el mediador debe aclarar cómo construir el diagrama de flujo, cómo simular esta representación gráfica, y cómo hacer las conexiones en la tarjeta electrónica de Percival. Está en proceso un plan de rediseño de estos elementos comunicativos.

Cada nueva implementación con la herramienta permite identificar factores de uso, comunicación, funcionalidad y fiabilidad con los que se traza un proceso continuo de fortalecimiento técnico y pedagógico.

4 Algunas modificaciones al software y hardware de Percival y resultados preliminares

1. Sobre la apertura de Percival hacia el trabajo cooperativo y acceso libre

Después de realizados los talleres con la plataforma multipropósito Percival, el público participante manifestó su interés en conocer más de la herramienta y de la posibilidad de utilizarla libremente. Para esto, Maloka está construyendo un espacio virtual, en el que se publicará el software, el PCB y los componentes electrónicos para armar la tarjeta.

Posteriormente, se abrirá tanto el código del software, como el esquemático completo del hardware, para que los interesados puedan adaptar y apropiarse la plataforma multipropósito a sus necesidades y en sus contextos, teniendo en cuenta el licenciamiento que maneja actualmente Percival: Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Colombia.

2. Modificaciones en el software

Maloka ha realizado un trabajo en conjunto con el Politécnico Grancolombiano para el rediseño de la herramienta Percival, teniendo en cuenta que es un material educativo que se apoya en herramientas tecnológicas. En la actualidad se trabaja en el rediseño de la estructura del software proponiendo una estructura abierta y unos módulos de operación básicos más sencillos. Algunos de los cambios planteados se basan en las conclusiones obtenidas en los talleres realizados durante el Seminario Nacional de Educación y el Campus Party 2009, especialmente sobre la usabilidad del software y del hardware.

3. Modificaciones en el hardware

Poco a poco se han realizado cambios en la tarjeta electrónica que utiliza Percival. Actualmente, el problema más grave es la integración del programador con el resto de la tarjeta, y la utilización del puerto USB y no el serial para hacer el proceso de programación del microcontrolador. El área de Producción de Maloka ha trabajado en este tema, pero existen diferentes barreras que impiden el uso del programador por medio del puerto USB. Es común, además, encontrar restricciones importantes del Sistema Operativo de diferentes computadores al utilizar conversores USB-serial convencionales. Se espera que para el próximo año, la tarjeta tenga integrada estas funciones y que pueda ser programado por el puerto USB.

4 Currículum del proponente y ponentes

Laura Becerra Fajardo – Profesional de Tecnología

Ingeniera Electrónica de la Universidad de Nacional e integrante del equipo de Investigación y Conceptualización de Maloka. Coordinadora del Club de Robótica y la Línea de Investigación “Diseño Tecnológico”.

Manuel Franco Avellaneda – Jefe de Investigación y Conceptualización

Magíster en educación, Especialista en Pedagogía, Ingeniero Mecánico, profesor catedrático de la Universidad Pedagógica Nacional. Cuenta con 8 años de experiencia en el diseño de experiencias educativas para educación en ciencia y tecnología. Co-autor de los Clubes de Tecnología de Maloka (Robótica, Energía, Aire y Vuelo).

Giovanny Piedrahita – Jefe de Escenarios Interactivos

Magíster en Electrónica, Ingeniero Electrónico. Cuenta con 8 años de experiencia en el diseño y producción de módulos interactivos, así como en el desarrollo de herramientas didácticas para la enseñanza de tecnología, es co-autor del Club de Robótica de Maloka.

Diego Corrales Caro – Coordinador de Tecnología y Pedagogía

Ingeniero Electrónico de la Universidad Distrital. Ha participado en la consolidación de los Clubes de Ciencia y Tecnología de Maloka como laboratorio pedagógico de una propuesta de educación no-formal.

Nicolás Malaver

Ingeniero de Sistemas, docente del Instituto Universitario Politécnico Granacolombiano, cuenta con 10 años de experiencia en desarrollo de software para fines educativos, así como en el desarrollo de aplicativos interactivos para interface persona-ordenador.

Juliana Corredor – Pasante de Ingeniería Electrónica

Estudiante de décimo semestre de la Universidad Distrital. Tutora del Club de Robótica de Maloka, y Coordinadora del club durante el 2008 y el 2009. Profesional del proyecto Agentes Cooperativos realizado entre Maloka-Universidad Javeriana-Universidad de los Andes.

Referencias

1. Rietti, Sara.: Políticas de Ciencia, Tecnología y Educación para la Democratización del Conocimiento; La perspectiva desde una política para la ciencia y el desarrollo educativo. Jornadas en la Asociación Mutual “Ciencia para Todos” “Educación Permanente: Ciencia y Tecnología para TODOS”, Buenos Aires, septiembre – octubre 1999. <http://www.oei.es>
2. Entrevista Rietti-Massarini: Democratizar el Conocimiento. Realizada por la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires a Sara Rietti y Alicia Massarini. <http://asesoriapedagogica.ffyb.uba.ar>
3. Franco, Manuel., Corrales, Diego., Piedrahita, Giovanni.: La Propuesta Maloka: Motivación para la Creación. (2008)
4. Giordan, André., Sanmartino, Mariana.: Educación Científica y Tecnológica: ¿por qué y para qué? Novedades Educativas. Buenos Aires – México. Año 16, No. 163. (2004). Páginas 6 y 7. – <http://www.noveduc.com>
5. Malaver, Nicolás. Percival Frente a la Propuesta Maloka. (2007)
6. Corrales, Diego.: Formato de Diseño de Actividades. (2008)
7. Corrales, D., Piedrahita, G., Franco, M. y Pérez, B. (2006) "Didactic Material Development for Robotics in Non-Formal Technology Education" En 3rd Latin American Robotics Symposium 2006 IEEE.

Redes de Brainstorming y formación de Equipos Innovadores apoyado por Herramientas Web2.0

Oscar Ardaiz¹, Xabier Nicuesa¹, Oscar Brene¹, María Luisa Sanz de Acedo², María Teresa Sanz de Acedo²

¹Dept. Ingeniería Matemática e Informática, Universidad Pública de Navarra
{oscar.ardaiz,xabier.nicuesa,oscar.brene}@unavarra.es

²Dept. Psicología y Pedagogía, Universidad Pública de Navarra
{mlsa,maite.sanzdeacedo}@unavarra.es

Abstract. Esta investigación tiene como finalidad ofrecer una nueva forma de realización de la técnica brainstorming apoyada en herramientas informáticas Web2.0 para mejorar los procesos innovadores. Estas herramientas permiten la participación de muchas personas en las sesiones de generación y evaluación de ideas formando redes de brainstorming. También permiten la formación de grupos de desarrollo de innovación en base a la afinidad entre participantes por su creatividad y su interés por la implementación de las ideas. Se describen los fundamentos, los participantes, las herramientas y los hallazgos de un estudio llevado a cabo en un curso universitario utilizando el método de instrucción “Pensar activamente en entornos creativos, PAEC”. Los resultados confirman que las redes de brainstorming son efectivas y que los participantes están satisfechos con los grupos de proyecto formados y las ideas a desarrollar.

Keywords: Electronic Brainstorming Systems, Innovation Systems, Team Formation, Social Networks, Web2.0

1. Introducción

La técnica de creatividad brainstorming, creada por Osborn [10] está experimentando cambios positivos con la ayuda de herramientas informáticas. La posibilidad de conectar en red diversos computadores permite crear Electronic Brainstorming Systems, EBS que contribuyen notablemente a la mejora de la comunicación y generación de ideas entre sus miembros haciendo posible que los participantes escriban sus pensamientos y observen en pantalla los de sus compañeros sin conocer quien los formuló (anonimato) [10]. Los grupos EBS pueden producir más ideas que los grupos brainstorming verbal [5] y que los grupos nominales, quienes trabajan al mismo tiempo pero sin intercambiar ideas [4]. Internet ha permitido la creación de herramientas online para grupos distribuidos de generación de ideas sin coincidencia temporal, algunas transformadas directamente en productos comerciales como por ejemplo los Brainstorming Rooms [1]. Las ventajas de las herramientas online son: a) eliminar barreras temporales y espaciales; b) permiten grupos de tamaño

potencialmente ilimitado. Sin embargo, se comprueba que respecto al uso en situaciones de colocación, es necesario establecer ciertas normas para que el proceso tenga éxito. Por otro lado, aunque en la literatura se argumenta que las ganancias potenciales por uso de un EBS incrementarán con el tamaño del grupo [2], también es conocido que hay múltiples factores que provocan pérdidas conforme el tamaño del grupo aumenta, por ejemplo las interferencias cognitivas causadas por la necesidad de prestar atención a las ideas de los demás [3]. De ahí que resulta necesario investigar nuevas formas de organización de las personas y grupos que participan en sesiones brainstorming. En tal sentido, en el presente estudio se puso a prueba una modalidad de brainstorming en red de tal manera que cada participante pueda interactuar con un número lo suficientemente grande de participantes para que surjan nuevas ideas a partir de las ideas de los demás, haya una discusión constructiva de las ideas y una evaluación motivada. Pero siendo el número de participantes que interactúan entre sí no excesivamente grande para que las interferencias cognitivas sean bajas.

En los últimos años todo tipo de empresas han comprendido que necesitan comercializar nuevos productos y servicios para ser competitivos, incluso solicitando la ayuda de sus socios y clientes [6]. Sin embargo las empresas tienen recursos limitados para producir innovaciones y solo un pequeño porcentaje de ideas se pueden transformar en un nuevo producto o proceso. Para conseguir que de todas las ideas que se proponen se acaben eligiendo aquellas que tienen mayor probabilidad de éxito, Toubia [19] propone que los participantes de la sesión de evaluación sean también los participantes de la generación de ideas para mejorar la calidad de las ideas generadas, como por ejemplo se implementa en los mercados de ideas [18]. Pero para un exitoso desarrollo de la innovación West [22] afirma que un factor importante es que los equipos de desarrollo puedan participar en el proceso de selección y elección de ideas. También, parecía interesante probar si con la técnica brainstorming en red se podían permitir que los participantes de las sesiones de generación de ideas participen en la evaluación de las ideas y además se formasen grupos integrados por sujetos que manifiestan un mismo nivel de afinidad hacia ciertas ideas creativas o que tienen una capacidad creativa similar, ya que esta información podría garantizar la realización de proyectos de innovación.

2. Redes de Brainstorming y Formación de Equipos Innovadores apoyado por Herramientas Web2.0

El brainstorming en red y la formación de equipos de innovación necesita de herramientas basadas en tecnologías Web2.0 para su realización. Dos de las tecnologías Web2.0 más importantes son la Wiki y las redes sociales. Las tecnologías Wiki [8] permiten a comunidades muy grandes de usuarios crear y modificar páginas Web en línea simultáneamente siendo todas las versiones guardadas para su posterior visualización. Las tecnologías de redes sociales utilizan algoritmos de grafos y sistemas de filtraje colaborativo [15] para crear conexiones entre participantes [7] y mostrar a cada usuario una vista personalizada de la información. Hemos diseñado e implementado dos herramientas basadas en tecnologías Web2.0 para soportar las redes de brainstorming y equipos de innovación: Wikideas y Creativity Connector.

Wikideas permite realizar sesiones de generación y valoración de ideas en grupos nominales, en grandes grupos o en redes de brainstorming. Wikideas no es tan interactivo como otras herramientas informáticas de brainstorming, sin embargo tiene una serie de ventajas: es muy sencillo de usar ya que cada idea se transforma en una página Wiki que puede contener una descripción detallada de la idea, se pueden realizar tantas revisiones como se necesite, se pueden añadir comentarios a las ideas propuestas, y se puede integrar fácilmente con feeds RSS, REST,.. Wikideas extiende la funcionalidad básica de un Wiki de la siguiente manera:

Espacio de trabajo privado: Wikideas implementa un espacio privado para recoger ideas que posteriormente pueden compartirse con otros participantes. Esta funcionalidad permite la realización de sesiones de grupo nominales.

Ideas y comentarios anónimos. En la mayoría de herramientas informáticas de soporte a la generación de ideas se implementa un modo de entrada de ideas anónimo: este modo de operación se implementa para evitar la “aprensión a la evaluación” [13].

Valoración de ideas. Wikideas incorpora un sistema de valoración que permite a cada participante seleccionar las 5 mejores ideas de cada categoría, y posteriormente ordenarlas entre sí para otorgarles una puntuación entre 1 y 5. Los participantes pueden seleccionar sus propias ideas, pero cada participante solo puede seleccionar un número limitado de ideas. Los resultados de las valoraciones muestran la puntuación total obtenida por cada idea, y la puntuación de cada miembro del grupo.

Creativity Connector utiliza la información generada por los usuarios de Wikideas para crear redes de creatividad para facilitar la generación, discusión, evaluación y elección de ideas de proyecto y la formación de grupos de proyectos. Las principales características de Creativity Connector son:

Creación de redes de creatividad. A partir de un índice de creatividad de los participantes, que se puede calcular a partir del número de ideas que han propuesto y el desarrollo que han realizado de cada idea en una sesión de brainstorming nominal, se conectan a cada participante con los N usuarios que tengan un valor de creatividad similar (en la práctica se conecta a cada usuario con N/2 participantes con índice de creatividad superior y con N/2 participantes con índice de creatividad inferior, excepto a los participantes con creatividad más alta y baja que se conectan con los N participantes con creatividad similar). Esta “red de creatividad” es utilizada para mostrar a cada participante solo las ideas de aquellos participantes con los que tienen un enlace en la red.

Formación de Grupos Innovadores. Para formar los grupos innovadores se utiliza los datos de las valoraciones que ha realizado cada participante en la sesión de valoración con Wikideas. Estos datos se utilizan para medir la afinidad entre los participantes, de tal manera que dos participantes que hayan puntuado igual algunas preguntas tendrán un alto índice de afinidad. Estas afinidades a pares se utilizan para establecer afinidades en grupos como la suma de las afinidades a pares entre los componentes del grupo. Las afinidades grupales se utilizan para formar los grupos de desarrollo. Actualmente Creativity Connector permite que los participantes del brainstorming en red sean asignados a un solo grupo de proyecto. Los grupos de proyecto se forman a partir de todas las posibles combinaciones de grupos, se comienza eligiendo el grupo con mayor afinidad entre sus participantes, y se continúa hasta que todos los participantes sean asignados a un grupo. Como los participantes solo han podido valorar las ideas de participantes con índice de creatividad similar, los grupos resultantes serán grupos con creatividad y afinidad similar.

3. Caso de Estudio

Para evaluar la técnica y las herramientas propuestas hemos procedido a realizar un caso de estudio. Utilizaremos las herramientas desarrolladas en una asignatura de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (en el que los alumnos deben de realizar en grupo un proyecto innovador por el que son evaluados). La técnica brainstorming en red puede integrarse a diferentes métodos didácticos, en concreto, al método PAEC elaborado por de Wallace y Adams [21] y adaptado por Sanz de Acedo Lizarraga y Sanz de Acedo Baquedano [16]. El método PAEC consta de las siguientes fases:

1. Reunir y organizar. Explorar conocimientos previos y formularse preguntas.
2. Definición de objetivos: la realización de un proyecto y los criterios de evaluación.
3. Generación y discusión de ideas. Generar ideas de forma individual que sirvan para elaborar un posible proyecto. Las ideas de cada participante se darán a conocer a la clase y después de analizarlas podrá continuar generando nuevas ideas.
4. Valoración, priorización y elección de las mejores ideas para su desarrollo. Valorar las propias ideas y las de los demás y seleccionar, en grupo, la idea más atractiva.
5. Desarrollo del aprendizaje o proyecto. Ejecutar el proyecto en grupo siguiendo un determinado plan propuesto y monitorizar su desarrollo.
6. Evaluación. Evaluar el aprendizaje logrado, los resultados obtenidos con el proyecto y las aportaciones de cada uno tanto a nivel individual como en grupo.
7. Presentación de los trabajos al resto de los grupos..
8. Aprender de la experiencia. Reflexionar sobre cómo podrán transferirse los aprendizajes a otras situaciones académicas, profesionales y personales.

Teniendo en cuenta las ventajas que proporcionan las herramientas Wikideas y Creativity Connector y el método de instrucción PAEC en este estudio nos propusimos: 1. Evaluar la eficacia del brainstorming en red incorporado al método PAEC para generar nuevas ideas y analizar, evaluar y seleccionar las mejores ideas creadas. 2. Evaluar la eficacia del brainstorming en red para formar grupos en base a criterios de creatividad y afinidad en torno a ideas.

Participantes, Procedimiento e Instrumentos de Evaluación

Los sujetos de este estudio fueron 33 alumnos procedentes de la Universidad Pública de Navarra matriculados en la asignatura “Ampliación de Sistemas Operativos” de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión durante en curso académico 2008-2009.

En las dos primeras semanas del curso se realizaron las dos primeras fases del método PAEC para que los alumnos asimilasen los objetivos del curso: la realización del diseño y un prototipo de un producto informático innovador que: “fuera una aplicación distribuida compuesta de al menos cuatro subsistemas diferentes: un recolector, un procesador, un almacén y un servidor”. Antes de comenzar la intervención se realizaron algunos ejercicios de brainstorming para familiarizar a los estudiantes con esta técnica. Se llevaron a cabo cinco sesiones. En la primera (2 horas): generación de ideas en grupos nominales; en la segunda y tercera (4 horas): discusión de ideas y aportación de otras nuevas; en la cuarta sesión (2 horas): valoración de las ideas, y en la quinta sesión (2 horas): elección de las ideas en grupo. Entre las sesiones primera y segunda se creó con la ayuda de la herramienta Creativity

Conector la red de creatividad conectando cada participante con 4 personas con un índice de creatividad similar, y entre las sesiones cuarta y quinta, se midió la afinidad entre los participantes y se formaron los grupos de proyecto compuestos por tres participantes formándose un total de 11 grupos.

La herramienta informática Wikideas permite compilar información sobre cada participante como: número de ideas generadas en cada sesión, número de comentarios producidos y puntuaciones dadas a cada idea en la sesión de valoración de ideas. Después de la formación de los grupos se realizó una entrevista con cada grupo para conocer que idea de proyecto habían elegido y porque. Finalmente se aplicó un cuestionario, que consta de 18 ítems evaluados según una escala tipo Likert con un intervalo que va de uno (puntuación menor) a siete (puntuación máxima).

4. Resultados

En la sesión de generación de ideas en grupo nominal se propusieron un total de 225 ideas: la media de ideas generadas por cada participante fue de 7.5. Los índices de creatividad creados a partir de estas ideas, su valor media fue 10.8. A partir de estos valores se formó la red de creatividad que muestra la figura 1. La red de brainstorming formada permitía a los alumnos ver una media de 27 ideas, habiendo alumnos que podían ver hasta 67 ideas, mientras que varios alumnos veían menos que 5 ideas. En la segunda y tercera sesión de brainstorming en red los participantes podían añadir nuevas ideas o comentar las ideas que estaban observando. Mayoritariamente se dedicaron a hacer comentarios a las ideas de otros participantes. En total se realizaron 279 comentarios y se propusieron 26 nuevas ideas. En la cuarta sesión de evaluación de las ideas los participantes podían seleccionar hasta 20 ideas en 4 categorías, y ordenar las ideas dentro de cada categoría asignándoles entre 1 y 5 puntos. La media de puntos que obtuvieron las ideas fue de 5.2 con una puntuación máxima de 18 puntos. Las puntuaciones de las ideas fueron utilizadas para medir la afinidad entre participantes de tal manera que dos participantes tendrían la máxima afinidad si hubieran asignado la misma puntuación a todas las ideas que hubieran valorado (el máximo valor de afinidad podría ser 72). La afinidad media entre dos participantes fue de 2.3 y la máxima afinidad fue 10.8. En el grafo de la figura 2 se muestra la afinidad entre dos participantes como el grosor de la línea que une a ambos nodos. Si dos participantes no tenían afinidad no hay línea de conexión. Con esos valores de afinidad se procedieron a agrupar los participantes de tres en tres, y se eligió aquella combinación de grupos que maximizaba la suma de las afinidades de todos los grupos. La afinidad media de grupos resultantes fue 9.2. En la figura 2 se muestran los grupos resultante sombreando en gris el triángulo que une a los tres participantes cuando había afinidad entre los 3 pares. En la tabla superior izquierda se muestran los grupos formados ordenados por su afinidad grupal, además se muestran también la suma de los índices de creatividad de los componentes de cada grupo y el número de ideas que habían creado y entre las que tenían que elegir su proyecto innovador. Cuando los grupos se reunieron procedieron a elegir la idea de proyecto que preferían implementar ayudados por las puntuaciones que había obtenido cada idea en la fase de valoración. En general eligieron ideas que habían sido calificadas favorablemente por dos o tres miembros del grupo resultante.

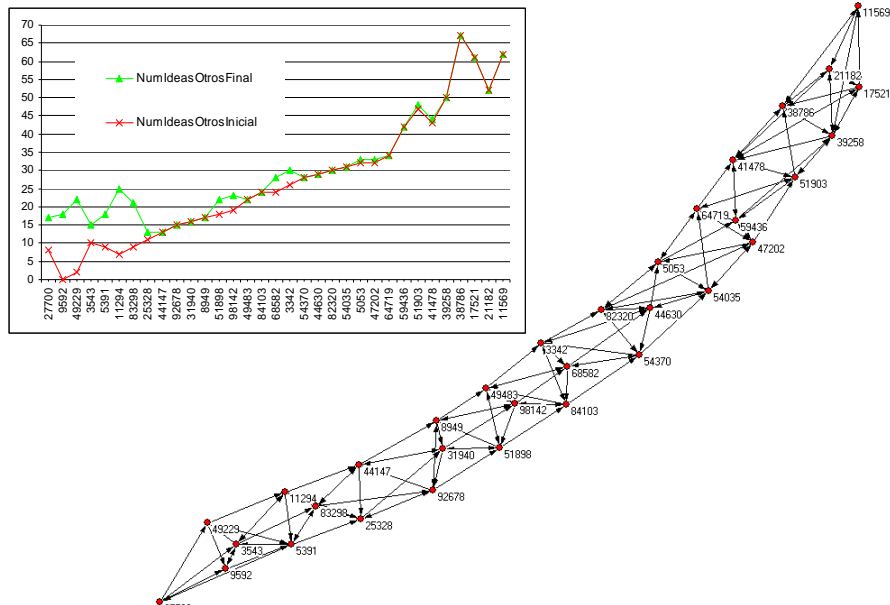


Figura 1. Red de brainstorming. La posición vertical de cada participante es proporcional al índice de creatividad. En la gráfica izquierda superior se muestra el número de ideas que pudieron ver cada participante al comenzar y al finalizar las sesiones de brainstorming en red. El eje x contiene un número que identifica de los participantes.

Group	Members	Affinity	Creativity	Ideas
G1	44630, 54370, 82320	20,6	36,8	22
G2	5391, 49229, 83298	15,6	7,1	17
G3	8949, 49483, 51898	12,0	22,2	13
G4	5053, 54035, 64719	11,4	39,8	23
G5	21182, 39258, 41478	10,4	59,6	46
G6	47202, 51903, 59436	9,0	43,8	26
G7	3542, 11294, 27700	6,4	5,0	12
G8	68582, 84103, 98142	6,0	28,4	20
G9	11569, 17521, 38786	5,4	76,2	47
G10	25328, 31940, 92678	4,8	17,2	10
G11	3342, 9592, 44147	0,0	16,3	14

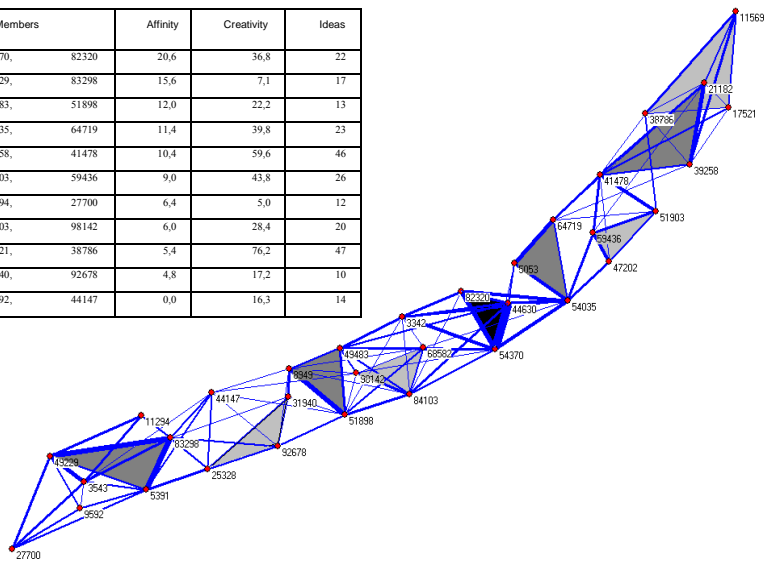


Figura 2. Red de afinidades entre participantes y equipos de proyecto formados. Los participantes se han situado en una posición vertical proporcional a su índice de creatividad. Un grupo está formado por los tres miembros de cada triángulo pintado en gris.

5. Discusión

Para crear la red de brainstorming los participantes en el estudio realizaron una sesión de brainstorming en grupos nominales a partir de la cual se determinaron los índices de creatividad. En esta sesión en grupos nominales los participantes generaron ideas con el mismo objetivo que en el brainstorming en red posterior. Se generaron un promedio de ideas alto ($M=7.5$) aunque, como lo expresaron los estudiantes, la tarea no resultó nada fácil para la mayoría de ellos ($M=4.22$). Un comentario realizado:

- *“En un principio me resulto difícil porque no tenia claro el objetivo del proyecto pero después las ideas llegaban por si solas”*

Puede que en estos resultados influyera el nivel de motivación de los alumnos por aprobar la asignatura, ya que sabían que las ideas que propusieran serían el origen del proyecto a desarrollar durante el curso académico ($M=5.36$). Las ideas generadas en esta sesión sirvieron para asignar a cada participante un índice de creatividad a partir del cual se crea la red de brainstorming. Cada estudiante tuvo acceso a las ideas de un número limitado de compañeros; parece que el criterio utilizado fue adecuado puesto que los estudiantes opinaron que el número de ideas que pudieron leer de otros fue suficiente ($M=4.0$). Pero no opinaron el número de ideas era excesivo ($M=2.7$).

Se esperaba que a partir de las ideas propuestas por los otros participantes se generaran nuevas ideas, sin embargo esto no ocurrió. Solo se propusieron 26 nuevas ideas frente a 217 ideas propuestas en la sesión en grupos nominales. Además 20 de estas nuevas ideas fueron propuestas por los participantes que podían ver menor cantidad de ideas tras formarse las redes de brainstorming. Hay dos posibles explicaciones: en primer lugar suponemos que los participantes prefirieron dedicar sus esfuerzos a intentar comprender las ideas propuestas a intentar generar nuevas ideas, ya que sabían que a continuación tendrían que valorarlas y elegir las como su proyecto de la asignatura. En segundo lugar consideraron que las ideas de sus compañeros no eran muy diferentes a las suyas ($M=3.38$) por lo que no les sirvieron como estímulo para generar nuevas ideas ($M=3.88$). Comentaron:

- *“Había ideas que coincidían”*

Además aunque los participantes se esforzaron en realizar comentarios útiles a las ideas de sus compañeros ($M=4.16$), estos no percibieron los comentarios de sus compañeros como muy útiles ($M=3.55$).

La herramienta Wikideas contenía funcionalidades para ayudar a la realización de un brainstorming en red: los participantes tenían la posibilidad de generar ideas de manera privada para poder hacerlas públicas posteriormente si interesaba. Esta característica no fue muy utilizada por los participantes del estudio ($M=3.47$). La función de la herramienta que permite conectar con los participantes en el anonimato fue bastante bien valorada con una puntuación superior a la media ($M=5.25$) y la de poder hacer comentarios anónimos a las ideas de otros con un valor medio alto ($M=4.97$). Aunque a veces es conveniente que las ideas de los participantes no sean anónimas por ejemplo para prevenir el “disfrute libre” [20], en este caso no ha sido necesario, probablemente debido a que existía una importante motivación por parte de los participantes: las ideas que estaban generando y decidiendo eran el proyecto que tenían que realizar para aprobar la asignatura.

El segundo objetivo del estudio era formar equipos de proyecto con ayuda de la herramienta Creativity Connector. Se configuró la herramienta para que se crearan

grupos de tres personas en base a las redes de creatividad y la afinidad por las ideas propuestas. La afinidad se media en base a la valoración de las ideas recogidas por la herramienta con un interfase que permitía elegir las 5 mejores de cada categoría, los participantes valoraron correctamente la implementación de esta funcionalidad (M=4.16). Los participantes podían ver la valoración recibida por sus ideas, consideran que sus ideas han sido valoradas convenientemente (M=4.33). Aunque las ideas eran anónimas, los participantes realizaron varias sesiones en diferentes días por lo que tuvieron la oportunidad de comentar entre ellos que ideas habían propuesto. Existía la posibilidad de que a la hora de valorar las ideas los participantes fuesen a valorar con una puntuación más alta las ideas de sus amigos, con el objetivo de que ambos formasen parte del mismo grupo de proyecto final. Sin embargo esto no sucedió, los participantes contestaron mayoritariamente en el cuestionario anónimo que no valoraron mejor las ideas de sus amigos (M=1.88). Comentaron que:

-“Me pareció adecuado que las ideas y las valoraciones fuesen anónimas, sino se puede preferir las ideas de los amigos”

La herramienta consiguió crear nueve grupos con afinidad entre todos sus miembros mayor que 0, sin embargo otros dos grupos los integraron personas con un índice de afinidad muy bajo o nulo, ya que fueron formadas a partir de las personas que no habían sido incluidas en ningún grupo. Preguntados los participantes si el grupo al que han sido asignados tenía afinidad con ellos respondieron positivamente (M=4.72). Esta respuesta puede deberse a que consideraron que tenían afinidad en base a la información que podían ver acerca de las valoraciones que habían realizado cada miembro sobre las ideas, ya que como comentaban:

-“Apenas conozco a mis compañeros”

Podemos distinguir entre 4 tipologías de grupos formados clasificables según 2 variables: alta o baja afinidad entre los miembros del grupo, alto o bajo índice de creatividad de los miembros. Una vez formados los grupos se reunía presencialmente y elegía una idea para desarrollar en la fase de implementación del proyecto, para ayudar a esta elección se ha integrado un sistema de recuento de puntuaciones que los participantes han valorado adecuado para permitirles elegir la idea de proyecto (M=3.94). Dependiendo del tipo de grupo la elección de la idea ha sido diferente:

Los grupos con alta afinidad y alto índice de creatividad de sus miembros (G4, G5, G6) tenían muchas ideas entre las que elegir y varias de ellas eran bastante originales, además habían evaluado varias ideas de manera similar. En los grupos G4 y G6 dos de los integrantes del grupo habían mostrado una gran afinidad por una idea que acabaron eligiendo. El grupo G5 tenía muchas ideas entre las que elegir (46) y en varias de ellas habían coincidido en sus valoraciones, inicialmente eligieron una idea no demasiado original por lo que con la ayuda del profesor generaron una nueva idea de proyecto más original a partir de la combinación de dos ideas que les gustaban.

Los grupos con alta afinidad pero bajo índice de creatividad (G1, G2, G3) tenían algunas ideas valoradas de manera similar y eligieron entre ellas aquellas que parecían más originales. En este caso tenían menos ideas para elegir (22, 17 y 13) por lo que la elección fue bastante rápida según se pudo observar.

Se creó un grupo con baja afinidad pero alto índice de creatividad de sus miembros (G9). Este grupo tenía muchas ideas (47), pero pocas de ellas con una valoración similar. Uno de los participantes hizo de líder y una de sus ideas fue aceptada por que ya tenía experiencia en el desarrollo de sistemas como el propuesto.

Los grupos con baja afinidad y bajo índice de creatividad (G7, G8, G10, G11) tenían pocas ideas entre las que elegir (12, 20, 10 y 14). Los grupos G7 y G8 contaban con valoraciones similares en algunas ideas por lo que rápidamente eligieron esas ideas como proyecto a desarrollar. Sin embargo el grupo G10 tenía pocas ideas entre las que elegir y en pocas de ellas coincidían sus valoraciones. Tras hablar con el profesor acordaron que una de esas ideas era bastante original y que deberían de elegirla como proyecto. El grupo 11 se formó con alumnos que no habían podido valorar ninguna idea en común, por lo tanto cuando se formó tuvieron que comenzar por comentar entre ellos las ideas que habían propuesto. Finalmente eligieron una idea no muy original pero que todos comprendieron rápidamente.

La gran mayoría de participantes estaba contento con la idea elegida ($M=5.11$ y solo 2 respuestas < 4). Sin embargo puede apreciarse que algunos grupos han tenido problemas para elegir la innovación a desarrollar. Principalmente los grupos con mayor índice de creatividad se encontraban con un amplio número de ideas entre las que elegir, sin embargo pocas de ellas tenían una valoración diferenciada que les permitiese elegir rápidamente. En el futuro tendremos que modificar el sistema de valoración de tal manera que los participantes con un índice de creatividad mayor puedan valorar más ideas con mayor puntuación para que posteriormente los grupos formados puedan elegir más fácilmente las ideas a desarrollar.

6. Conclusiones y Trabajo futuro

Los resultados de este estudio sugieren que la técnica del brainstorming en red y la formación de grupos de desarrollo en base a la creatividad y las valoraciones de las ideas de los participantes es eficaz, y que los equipos de desarrollo que toman parte en la generación y valoración de las ideas a desarrollar están motivados. Las herramientas que proponemos facilitan notablemente las tareas creativas y las de organización de los grupos para la realización de sus proyectos innovadores. La mayoría de los estudiantes estuvo satisfecho con el método y las ideas elegidas.

Las redes de brainstorming creadas con la herramienta Creativity Connector permitieron celebrar sesiones de generación y valoración de ideas en red. En estas sesiones los participantes se dedicaron mayoritariamente a discutir las otras ideas, debido principalmente a que sabían que esas ideas iban a ser el proyecto que tenían que implementar a continuación. Los valores elegidos para formar las redes de brainstorming fueron adecuados, aunque como trabajo futuro queda realizar estudios para comprobar cual es el efecto de otros valores.

La formación de equipos de proyecto en base a la creatividad y las valoraciones de las ideas por los participantes utilizando la herramienta Creativity Connector ha sido satisfactoria. Los participantes del estudio están muy satisfechos con los equipos de proyecto que se han formado, y consideran que las ideas de proyecto que van a desarrollar es la mejor de entre todas las que habían propuesto. Este resultado confirma la sugerencia de West de que los equipos de desarrollo tienen que tomar parte en la generación y valoración de las innovaciones a desarrollar. Finalmente comentar que la utilización de un método de instrucción que aplica procesos creativos parece ser más efectiva cuando el resultado del proceso creativo tiene que ser implementado en un producto innovador con una funcionalidad real.

Bibliografía

1. Brainreactions Inc (2005). Brainstorming rooms: Idea Generation Platform <http://brainreactions.net>.
2. Dennis, A. R., y Valacich, J.S. (1993). Computer brainstorms: More heads are better than one. *Journal of Applied Psychology*, 78, 531-537.
3. Dennis, A. R., Pinsonneault, A., Hilmer, K. M., Barki, H., Gallupe, R. B., Huber, M., Bellavance, F. "Patterns in Electronic Brain-storming: the Effects of Synergy and Social Loafing on Group Idea Generation", *Int. Jrl. of e-Collaboration*, (1:4), Oct. 2005, 38-57
4. Diehl, M., y Stroebe, W. (1991). Productivity loss in idea-generating groups: Tracking down the blocking effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 392-403.
5. Gallupe, R.B., Dennis, A.R., Cooper, W.H., Valacich, J.S., Bastianutti, L., Nunamaker, J. (1992). Electronic brainstorming and group size. *Academy of Management Journal*, 35, 350-369.
6. Hippel, E. von. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
7. C. Jensen, J. Davis, S. Farnham, Finding others online: reputation systems for social online spaces, Proceedings of SIGCHI conference on Human factors in computing systems, April 20-25, 2002, Minneapolis, Minnesota, USA
8. Leuf, B., y Cunningham, W. (2001). *The Wiki Way: Collaboration and sharing on the internet*. Reading, MA: Addison-Wesley.
9. Lipnack, J., y Stamps, J. (1997). *Virtual teams: Reaching across space, time, and organizations with technology*. New York: Wiley.
10. N. Michinov, C. Primois. Improving productivity and creativity in online groups through social comparison process: New evidence for asynchronous electronic brainstorming, *Computers in Human Behavior*, Volume 21, Issue 1, January 2005, Pages 11-28.
11. Nunamakar, J.F., Dennis, A.R., Valacich, J.S., y Vogel, D.R. (1991). Electronic meeting systems to support group work. *Communications of the ACM*, 34-7, 40-61.
12. Osborn, A.F. *Applied Imagination* (Rev. ed.), Scribner, New York USA, 1957.
13. Paulus, P.B., Yang, H. (2000). Idea generation in Groups: A Basis for Creativity in Organizations. *Jrl. of Org. Behaviour and Human Decision Processes*, 82-1, 76-87
14. Paulus, P.B., y Brown, V.R. (2003). Enhancing Ideational Creativity in Groups: Lessons from Research on Brainstorming. In P.B. Paulus & B.A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity. Innovation Through Collaboration*. Oxford: Oxford University Press.
15. P. Resnick and H. Varian. "Recommender Systems". *Communications of the ACM*, Vol. 40(3): pp 56-58, March 1997.
16. Sanz de Acedo Lizarraga, M. L., y Sanz de Acedo Baquedano, M. T. *Creatividad individual y grupal en la educación*. Madrid: Eiunsa, 2007.
17. Saunders, C.S. (2000). Virtual teams: Piecing together the puzzle. In R. Zmud (Ed.), *Framing the domains of IT management* (pp. 29-50). Cincinnati, OH: Pinnaflex.
18. Soukhoroukova, A., Spann, M., Skiera, B. "Creating and Evaluating New Product Ideas with Idea Markets", *The Wharton School of the University of Pennsylvania, Marketing Department Colloquia*, 2007
19. Toubia O. Idea Generation, Creativity, and Incentives. Vol. 25, No. 5, September–October 2006, pp. 411–425
20. Valacich, J. S., Dennis, J. S., Connolly, T. (1994). Idea Generation in Computer-Based Groups: A New Ending to an Old Story. In the *Journal of Organisational Behaviour & Human Decision Processes*, 57 (2), 448-466.
21. Wallace, B., & Adams, H. B. (1993). *TASC. Thinking actively in a social context*. Bicester, Oxfordshire: A B Academic Publishers.
22. West, M. A. (2003). Innovation implementation in work teams. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity: Innovation Through Collaboration*. New York: Oxford

Un Marco de Trabajo de Soporte a la Integración de Aplicaciones Groupware

Ana Belén Pelegrina, Carlos Rodríguez-Domínguez, José Luis Garrido, María Luisa Rodríguez, María Bermúdez

Dpt. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Granada, E.T.S.I.I.T., C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n, 18071 Granada, España
{abpelegrina, carlosrodriguez, jgarrido, mlra, mbe}@ugr.es

Resumen. Un aspecto fundamental en las organizaciones es dar soporte a la colaboración entre los usuarios de un grupo de trabajo. El creciente uso de aplicaciones groupware requiere dotar a los sistemas colaborativos de los mismos atributos de calidad que tradicionalmente han estado asociados a las aplicaciones mono-usuario. Debido a ciertas dificultades tecnológicas subyacentes en el desarrollo de sistemas distribuidos y a decisiones de diseño, el desarrollo de aplicaciones groupware se simplifica en detrimento de la producción de un software de calidad. El objetivo principal de este trabajo de investigación es dar una solución a este problema a través de un marco de trabajo que muestra como es posible incorporar propiedades de calidad a las aplicaciones groupware a desarrollar haciendo uso de diversas técnicas. En particular, se pretende abordar la integración e interoperatividad de aplicaciones groupware. Para obtener la integración deseada de los diferentes recursos disponibles (documentos, aplicaciones, usuarios, etc.) en un sistema colaborativo, se plantea la combinación de diferentes mecanismos de soporte a conciencia de grupo bajo un mismo espacio de trabajo compartido. La propuesta se muestra a través de un caso de estudio.

Keywords: aplicaciones groupware, trabajo colaborativo, atributos de calidad, espacio de trabajo compartido.

1 Introducción

Las aplicaciones groupware (o software de soporte al trabajo en grupo) están específicamente diseñadas para ayudar a un grupo de personas en la consecución de diversos objetivos comunes mediante la realización de un conjunto de tareas [1]. Hoy en día, aplicaciones tan usuales como los sistemas e-mail, chats, wikis, etc., son, de hecho, herramientas groupware.

Un importante requisito en estas aplicaciones para permitir trabajar en grupo de manera eficiente es la interoperatividad. Se define la interoperatividad como “*la habilidad de dos o más componentes de intercambiar información y usar la información intercambiada*” [2]. En el contexto de los sistemas CSCW (*Trabajo cooperativo soportado por ordenador*) [3], la definición anterior se extiende, entendiéndose como la habilidad de diversos sistemas y organizaciones para trabajar

juntos. Para alcanzar esta capacidad, a nivel tecnológico, se deben establecer definiciones de protocolos, formatos de datos comunes y mecanismos que posibiliten el intercambio de información entre las aplicaciones implicadas.

La interoperatividad permite la integración sólo funcional del software, y por lo tanto se requiere la aplicación de técnicas para una mayor y mejor integración. Se define la integración como la manera de unir, ya sea físicamente o funcionalmente, diversas aplicaciones con distintas capacidades para llegar a un único sistema con capacidades propias más amplias que las de cada una de las partes que lo conforman. En el contexto del software groupware, la integración permite llevar a cabo tareas a un nivel de abstracción mayor, aunque usualmente esto implica un mayor esfuerzo y complejidad de desarrollo.

La comunicación, la coordinación y la colaboración son actividades humanas inherentes a los sistemas CSCW. Estos requisitos funcionales implican que la interoperatividad debe resolver problemas tales como permitir el intercambio de una misma información entre usuarios que utilizan aplicaciones diferentes para comunicarse, por ejemplo, debido a motivos de usabilidad (existencia de diferentes perfiles de usuario, roles que desempeñar, etc.) o por las características propias de los dispositivos que se utilizan (ordenadores de sobremesa, dispositivos móviles, etc.).

Este trabajo de investigación pone de manifiesto las relaciones entre requisitos funcionales (comunicación, coordinación y colaboración) y no funcionales (integración, interoperatividad y usabilidad), así como sus implicaciones en el diseño de espacios de trabajo compartidos para trabajo en grupo. El punto de partida consiste en, no sólo proporcionar un medio para compartir información, por ejemplo documentos organizados de alguna forma, sino un entorno dinámico y adaptable en el cual los usuarios, por ejemplo, pueden estar interesados de partida, o resultarles más fácil, compartir aplicaciones o comunicarse con ciertos usuarios debido al rol que actualmente desempeñan. De esta manera, elementos tales como aplicaciones, usuarios y roles, deben ser tratados como elementos de primera clase y, por tanto, puntos de partida alternativos para iniciar algún tipo de interacción en el sistema. Se abordan cuestiones de diseño y de selección de tecnologías que permitan la construcción de sistemas colaborativos para llevar a cabo tanto actividades de uso frecuente como específicas dentro de un mismo sistema CSCW basado en espacios de trabajo compartidos. Se pretende abordar la integración de forma estructurada y dinámica de la mayoría de los elementos presentes en los sistemas CSCW (tareas, información, roles sociales u organizacionales, etc.) haciendo uso de componentes gráficos colaborativos predefinidos que incluyen cierta funcionalidad básica. El marco de trabajo permite modificar, extender y adaptar el espacio de trabajo fácilmente.

Este artículo detalla las decisiones tomadas a nivel de diseño y desarrollo bajo un marco de trabajo para dar soporte a la integración de aplicaciones groupware con la capacidad de interoperar entre sí y que proporciona, a través de la interoperatividad, el soporte necesario para la comunicación, coordinación y colaboración de los usuarios. La *Sección 2* describe en detalle el marco de trabajo. La *Sección 3* presenta como caso de estudio una aplicación cliente desarrollada siguiendo la propuesta. La *Sección 4* analiza brevemente otras propuestas. Finalmente, en la *Sección 5* se exponen las conclusiones y se comentan los futuros trabajos.

2 Marco de trabajo para el desarrollo integrado de sistemas colaborativos

Se propone un marco de trabajo de diseño y desarrollo basado en elementos extensibles y reusables para desarrollar aplicaciones groupware capaces de interoperar entre sí. El aspecto clave consiste en integración de diferentes elementos en un único sistema, de forma transparente, con alta capacidad de extensión y adaptación a los usuarios y al contexto. Este sistema facilita el trabajo colaborativo en grupo gracias a que se pretende que los usuarios dispongan de diferentes alternativas para iniciar una interacción.

2.1 Arquitectura

La arquitectura general que propone el marco de trabajo se presenta en la *Figura 1*, la cual muestran los principales componentes de la arquitectura y las relaciones entre éstos en base a una arquitectura basada en capas. Cada componente es el encargado de llevar a cabo cierta funcionalidad:

- Espacio de trabajo compartido. Permite que los usuarios interactúen mediante una entidad común. El espacio de trabajo integra aplicaciones, documentos compartidos, usuarios, roles, etc. La integración de nuevas aplicaciones se realiza mediante técnicas de extensión de sistemas software.
- Toolkit de componentes gráficos colaborativos. Es un conjunto de componentes gráficos estándares y especializados que permiten desarrollar nuevas aplicaciones groupware. Además, este conjunto de componentes va a proporcionar conciencia de las intenciones y acciones básicas de manipulación de la interfaz que realizan los usuarios.
- Middleware de coordinación. Posibilita la coordinación para las capas superiores y proporciona mecanismos de abstracción sobre las tecnologías de comunicación subyacentes.



Figura 1. Arquitectura basada en capas para el marco de trabajo.

Estos componentes implementan los requisitos funcionales relacionados con las características principales de los sistemas groupware (coordinación, colaboración, ...), y a su vez busca satisfacer requisitos de calidad, en concreto integración e

interoperatividad, los cuales están en relación directa con otros tales como usabilidad, extensibilidad, etc. Los componentes se describen en detalle en las siguientes subsecciones.

2.2 Espacio de Trabajo Compartido

Un espacio de trabajo compartido debe permitir que los usuarios lleven a cabo las tareas de trabajo en grupo, se simplifique la comunicación sobre los objetos compartidos, se coordinen las actividades por medios visuales y se obtengan conocimiento de las actividades de los otros miembros del grupo [4]. Para ello, proponemos un marco de trabajo compartido y dinámico que consta de los siguientes elementos básicos:

- **Aplicaciones:** Muestra las aplicaciones disponibles que pueden utilizar los usuarios para llevar a cabo las tareas colaborativas. Estas tareas ofrecen información compleja y exhaustiva acerca de las acciones de los usuarios y su contexto. Un ejemplo de las capacidades de estas aplicaciones podría ser un mecanismo de anotación compartida sobre documentos, en el cual cada usuario tendrá conocimiento acerca de las intenciones y propuestas del resto gracias a las propias anotaciones, a la información de contexto de trabajo, al uso de telepunteros, etc. El conocimiento sobre las aplicaciones disponibles, así como quién realiza uso de cada una de ellas, permite que los usuarios se centren en la realización de una tarea completa, en vez de en actividades individuales asociadas a documentos. Así, a los usuarios le pueden resultar más fácil asociar objetos a alcanzar a tareas (aplicaciones) en lugar de a información (documentos).
- **Documentos compartidos:** Permite controlar los documentos compartidos con los que los usuarios pueden trabajar, así como realizar diversas acciones (abrir, imprimir, eliminar, etc.) sobre los documentos, y gestionar la metainformación (nombre, tipo, localización, permisos, etc.). También muestra información sobre la gestión compartida del documento por los diferentes usuarios que tiene permiso para trabajar con él, por ejemplo saber qué documentos están siendo anotados en cada momento, quién realiza las anotaciones, cuándo se realizan, etc. Los documentos compartidos del espacio de trabajo se organizan en carpetas. Cada documento tiene asociado un conjunto de anotaciones.
- **Usuarios:** Muestra la metainformación del sistema groupware (usuarios conectados, roles y permisos sobre aplicaciones, componentes gráficos y documentos). Cada usuario puede desempeñar varios roles distintos, los cuales definen el acceso a las aplicaciones, componentes gráficos y documentos compartidos. También permite gestionar dinámicamente la metainformación, es decir, los cambios que se producen en la estructura del grupo colaborativo como la agregación de nuevos usuarios y roles o el cambio de roles de los usuarios. Cualquier cambio que se produzca en los permisos sobre las aplicaciones, componentes gráficos y documentos se verá reflejado instantáneamente en la visualización del espacio de trabajo compartido, por ejemplo, si estamos anotando un documento y se revoca el

permiso de escritura se deshabilitará el botón correspondiente a la función de guardar el documento.

Las decisiones de diseño adoptadas permiten extender el marco de trabajo compartido con nuevos elementos que proporcionen otras informaciones relevantes para el desarrollo de las tareas colaborativas, por ejemplo todos los usuarios que están utilizando un documento o comparten una misma aplicación.

La conciencia de grupo (*group awareness*), entendido como “[...] las actividades de otros, lo cuál proporciona un contexto para tus propias actividades [...]” [5], se provee mediante información acerca de usuarios conectados, los roles que desempeñan y la manipulación por parte de los usuarios de los documentos y las aplicaciones. Los cambios en el estado de esta información se transmiten hacia cada miembro del grupo (por ejemplo, la conexión de nuevos usuarios, la ejecución de aplicaciones, las comunicaciones en tránsito, etc.). La conciencia de grupo se puede clasificar en básica y avanzada. La conciencia básica se provee mediante los componentes gráficos descritos en la *sección 3.3*: los usuarios pueden conocer las acciones y actividades del resto de usuarios mediante información visual. La conciencia avanzada se da mediante aplicaciones groupware completas, compuestas por la unión de varios de los componentes gráficos que se describen en la siguiente subsección, relacionados funcionalmente para cumplir con objetivos de alto nivel, por ejemplo, usuarios que pueden acceder en un momento dado a un documento que está siendo anotado por otro usuario.


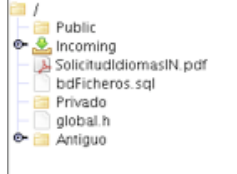
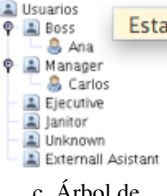
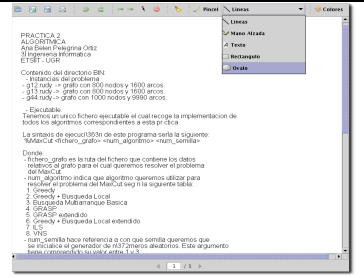
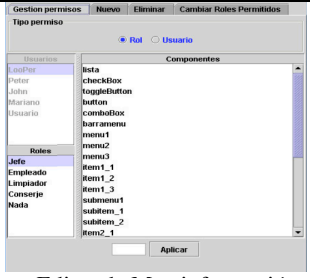
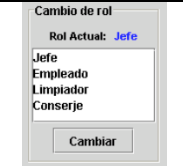
El marco de trabajo es dinámico ya que permite reflejar y resolver los cambios que se producen en la metainformación que se muestra a través de la interfaz del entorno de trabajo, en particular, en los correspondientes componentes, y adaptar el comportamiento del sistema en cada momento.

2.3 Toolkit de Componentes Gráficos

La conciencia de grupo permite anticipar las acciones de los usuarios a partir de la información de contexto y facilita la coordinación efectiva de acciones llevadas a cabo sobre los recursos. Se ha desarrollado un conjunto de componentes gráficos con la intención de simplificar el desarrollo de aplicaciones groupware en base a extensiones de componentes estándares (botones, menús, campos de texto, etc.) y de componentes específicos para aplicaciones groupware (telepunteros, chat, visor de imágenes, árbol de usuarios y roles, modificador de rol, etc.) Los componentes gráficos pueden ser distribuidos o replicados, estos últimos permiten que varios usuarios interactúen con el componente de forma simultánea manteniendo un estado consistente global. Estos componentes se han desarrollado conforme a la especificación JavaBeans [6], de tal forma que son fácilmente integrables en entornos de desarrollo, y permite que se puedan desarrollar fácilmente nuevas aplicaciones groupware o incluso otros componentes gráficos en base a éstos. En la *Tabla 1*, se muestra un conjunto de componentes gráficos específicos para aplicaciones groupware: (a) visor para compartir imágenes; (b) árbol de documentos muestra los documentos compartidos permite abrir los documentos o moverlos de una carpeta a otra arrastrando y soltando; (c) árbol de usuarios y roles que muestra los usuarios conectados clasificados por su rol; (d) anotador de documentos compartidos para anotar y visualizar los documentos; (e) editor de metainformación para asignar

permisos de acceso a los distintos componentes para los distintos usuarios y roles; y (f) modificador de rol que permite a los usuarios cambiar su rol actual por otro de los roles permitidos.

Tabla 1. Algunos componentes gráficos del toolkit.

 <p>a. Visor de imágenes</p>	 <p>b. Árbol de documentos</p>	 <p>c. Árbol de usuarios y roles</p>
 <p>d. Editor de anotaciones sobre documentos compartidos</p>	 <p>e. Editor de Metainformación</p>	 <p>f. Modificador de Rol</p>

Los componentes pueden tener niveles de acceso preasignados para ciertos usuarios y roles. Los cambios en el acceso para lectura y escritura pueden habilitar, deshabilitar u ocultar estos componentes en tiempo de ejecución, pudiendo ser necesario adaptar la interfaz según el caso.

2.4 Middleware de Coordinación

El middleware de coordinación está basado en el modelo propuesto por Linda [7]. Permite dar soporte a la transferencia asíncrona de información entre las diversas aplicaciones para que éstas puedan sincronizarse y coordinarse. Para transferir grandes cantidades de datos (por ejemplo, transferir ficheros o realizar *streaming* de información multimedia para permitir la videoconferencia), se utilizan mecanismos que permiten comunicaciones síncronas. Es también posible combinar ambos enfoques de comunicación en una misma aplicación. Un ejemplo de esto puede ser una aplicación de videoconferencia, donde se envía información de coordinación para iniciar las comunicaciones siguiendo un modelo asíncrono para la comunicación de eventos, y posteriormente, se envía audio y video mediante *streamers* de datos.

3 Caso de Estudio

Se ha desarrollado un entorno de trabajo compartido siguiendo la propuesta, es decir, combinando diversos componentes gráficos para gestionar el estado y los propios elementos del espacio de trabajo: aplicaciones, documentos y usuarios. En particular, la interfaz incluye dos componentes gráficos predefinidos, un árbol de usuarios conectados (en Figura 2, componentes 3A y 3B) y un visor de documentos del espacio de trabajo (componente 2B), y tres nuevos componentes especializados, un árbol de aplicaciones compartidas (componente 1), una barra de herramientas para tareas comunes de gestión del grupo (componente 3C) y otra barra de herramientas para gestión de documentos compartidos (componente 2A).

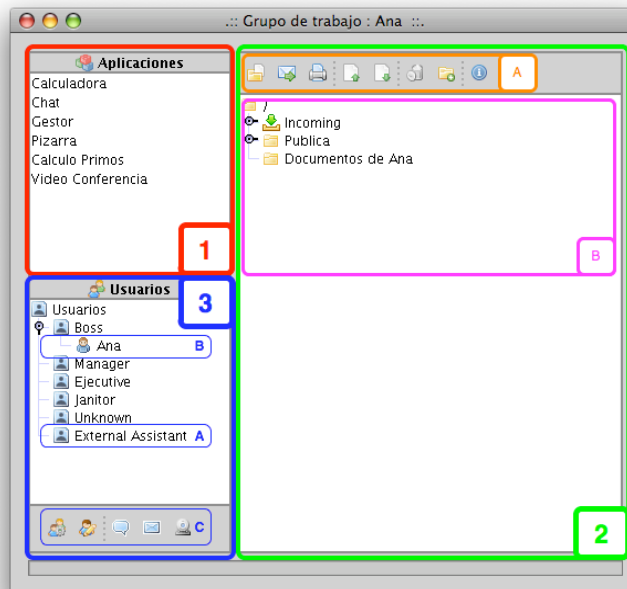


Figura 2. La aplicación cliente desarrollada durante su ejecución.

Un posible escenario donde interviene la interoperatividad entre las aplicaciones del espacio de trabajo se presenta en la Figura 3. El usuario *Ana* (1) selecciona un fichero para subirlo al espacio de trabajo compartido. Este usuario abre el documento desde la aplicación cliente del caso de estudio. El marco de trabajo asocia el tipo del fichero con la aplicación de anotación compartida (2) y comienza su ejecución. Los miembros del grupo de trabajo observan que hay un nuevo documento en el espacio de trabajo y que el usuario *Ana* lo está editando. Inmediatamente inician una conversación de chat (3) con este usuario para resolver sus dudas acerca del documento y ofrecer su colaboración en la actividad que se está llevando a cabo. Durante esta conversación se establece que los usuarios *Carlos* y *José* deberían ayudar al usuario *Ana*. Como resultado, estos usuarios también abren el documento y comienza a realizar anotaciones sobre él (4). Para una comunicación más fluida,

todos los usuarios conectados inician una videoconferencia (5). Al final del proceso, todos los miembros del grupo están envueltos en una conversación a través del chat y los usuarios *Ana*, *Carlos* y *José*, además, realizan anotaciones sobre el documento mientras mantienen dicha videoconferencia.

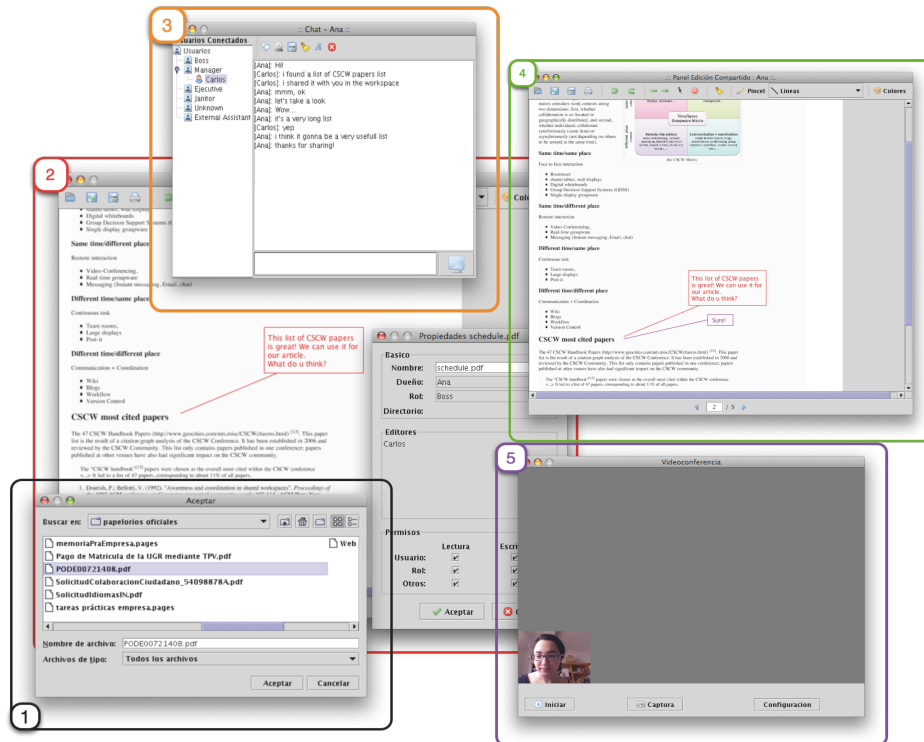


Figura 3. Diversas aplicaciones del espacio de trabajo interoperando entre sí.

En este caso de ejemplo la comunicación entre los miembros del grupo de trabajo se consigue mediante el chat de texto y la videoconferencia que interoperan entre sí para mejorar las comunicaciones. La colaboración entre los usuarios para llevar a cabo las tareas de grupo se ha resuelto en el caso de uso mediante el soporte a anotaciones sobre documentos compartidos. Las anotaciones (2) y (4) en la Figura 3, mantienen información acerca del autor, de la fecha de creación, etc., para que sea posible tener constancia de las actividades de cada uno de los miembros del grupo. Finalmente, los usuarios se coordinan tanto explícitamente (comunicaciones síncronas) con transferencias de información multimedia y ficheros, como implícitamente (comunicaciones asíncronas) a través del uso de anotaciones sobre documentos compartidos.

4 Trabajo Relacionado

Existen diversas propuestas en el marco de CSCW con una filosofía cercana a la expuesta. BSCW [8] es un entorno web basado en espacios de trabajo compartidos.

Posee importantes capacidades en este área: documentos compartidos, versionado de documentos, etc. También proporciona mecanismos de cooperación tales como calendarios o listas de tareas. Sin embargo, no soporta la integración de nuevas aplicaciones en el espacio de trabajo bajo la misma semántica de uso, es decir, como elemento a compartir. En Habanero [9] se integran las aplicaciones a través de una plataforma software. En el marco de trabajo propuesto, se relaciona de una forma más directa a las aplicaciones con los documentos que se les asocian, gracias a que ambos elementos están integrados en el mismo espacio de trabajo.

S. Greenberg et al. [10] define un toolkit de componentes gráficos con el que nuestra propuesta comparte gran parte de funcionalidad. En el toolkit que se propone en este documento, además, se han incorporado componentes gráficos, como el editor de metainformación o el modificador de rol para un usuario, que permiten dar soporte a los cambios que se producen en el entorno de trabajo en grupo.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta presentada en este trabajo pretende abordar la incorporación de atributos de calidad en el desarrollo de sistemas groupware: la integración e interoperatividad de diferentes elementos pertenecientes al mismo espacio de trabajo. Para ello se propone un marco de trabajo para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, permitiendo a los desarrolladores reutilizar funcionalidades con el objetivo de satisfacer estos objetivos

Cualquier nueva aplicación puede ser desarrollada e incorporada al sistema de forma sencilla. Más aún, esta nueva aplicación podrá interoperar con el resto de aplicaciones ya existentes de forma transparente. El soporte que el marco de trabajo proporciona tanto a comunicaciones síncronas como asíncronas, permite a los desarrolladores crear aplicaciones que se comunican y coordinan.

Como caso de estudio se presenta una aplicación cliente desarrollada haciendo uso de un mecanismo de extensión (*plug-in*) que intenta sacar partido de las posibilidades que ofrece el marco de trabajo: integración de aplicaciones y documentos bajo un único espacio de trabajo compartido, mecanismos para la conciencia de grupo y herramientas de comunicación.

Actualmente, se trabaja en la inclusión de diversas mejoras para el marco de trabajo presentado. Uno de los principales objetivos es reemplazar el actual middleware de coordinación por otro con comunicación segura y que garantice la calidad del servicio (*Quality of Service*). Así mismo, se busca la portabilidad proporcionando versiones de éste middleware para diversas plataformas. También se está considerando incorporar un nuevo mecanismo de integración de aplicaciones basado en servicios.

Agradecimientos. Este trabajo está financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, a través de los proyectos TIN2008-05995/TSI y PAC07-0020-5702.

Referencias

1. Rowley, A., Dollimore, J.: Secure Group Communication for Groupware Applications. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 204. Proceedings of the annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on IT research in developing countries. 198-205. (2006).
2. Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York. (1990).
3. Hofte, H., Houtsma, M. A. W., van der Lugt, H. J.: CSCW Infrastructure Research at TRC. ACM SIGOIS Bulletin, vol. 15, issue 3, pp. 18-19. (1995).
4. Gutwin, C., Greenberg, S., Blum, R., Dyck, J., Tee, K., McEwan, G.: Supporting informal collaboration in shared-workspace groupware. Journal of Universal Computer Science, vol. 14, no. 9, pp. 1411-1434 (2008).
5. Dourish, P., Bellotti, V.: Awareness and coordination in shared workspaces. Proceedings of the ACM conference on Computer-supported cooperative work: 107-114. ACM Press New York, NY, USA. (1992).
6. Sun Microsystems. JavaBeans Spec.
<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/javabeans/docs/spec.html>.
7. Carriero, N., Gelernter, D.: Linda in context. Communication of the ACM, vol. 32, issue 4, pp. 444-458 (1989).
8. Appelt, W., Busbach, U.: The BSCW system: a WWW-based application to support cooperation of distributed groups. Proceedings of the 5th Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises. (1996).
9. Chabert, A., Grossman, E., Jackson, L., Petrovicz, S.: NCSA Habanero ® - Synchronous collaborative framework and environment.
10. Greenberg, S., Roseman, M.: Groupware toolkits for synchronous work. Trends in CSCW (1996).
11. Garrido, J.L. et al.: Leveraging the Linda coordination model for a groupware architecture implementation. Lecture Notes in Computer Science (2006).

Reglas de Oportunidad: mejorando las recomendaciones web

Enrique Lazcorreta¹, Federico Botella¹ y Antonio Fernández-Caballero²

¹ Instituto Universitario Centro de Investigación Operativa (CIO),
Universidad Miguel Hernández de Elche
{enrique, federico}@umh.es

¹ Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A),
Universidad de Castilla-La Mancha
caballer@dsi.uclm.es

Resumen. Los sistemas de recomendación web automáticos obtienen parte de información de los datos de uso del portal web. La búsqueda de reglas de asociación entre las páginas del portal a partir de las sesiones de sus usuarios es una de las fuentes más utilizadas para este propósito. El uso de soporte mínimo permite abordar el problema de la búsqueda de reglas de asociación pero impide obtener información sobre una gran cantidad de páginas del portal. En este artículo se introducen las *reglas de oportunidad*, que permiten a los algoritmos de búsqueda de reglas de asociación encontrar simultáneamente información sobre las páginas que no superen el soporte mínimo, con un consumo mínimo de recursos.

Keywords: Reglas de Asociación, Apriori, Sistemas de Recomendación, Minería de Uso de la Web.

1 Introducción

La búsqueda de reglas de asociación en grandes bases de datos, introducida en 1993 en [1] y abundantemente estudiada hasta la fecha [2, 3, 4, 5, 6], es fuente de información para los sistemas de recomendación de páginas web, artículos de comercio y contenido educativo, entre otros, propuestos en [2, 6, 7].

Con la búsqueda de reglas de asociación aplicada a los datos de uso de un portal web se pretende encontrar patrones de comportamiento que permitan mejorar la navegación a través del portal. Si un usuario solicita una página web se le puede sugerir que también visite otras páginas que los propios usuarios han visitado junto a la solicitada. De este modo son los propios usuarios quienes asocian las páginas que visita en una misma sesión, como si las estuvieran agrupando por tener algo en común.

Cuando son muchos los usuarios que agrupan las mismas páginas web podemos pensar que debe haber algún motivo para ello, pero cuando son pocos los que lo hacen podríamos llegar a pensar que la agrupación se ha hecho al azar, sin que exista una relación real entre las páginas agrupadas. De esta idea surge el concepto de soporte, el

número de veces que aparece repetido un grupo de páginas web. Si este número es pequeño, con respecto a cierto umbral fijado por el analista, no se generará una regla de asociación entre esas páginas según el enfoque clásico de la búsqueda de reglas de asociación.

En un sistema de recomendación de páginas web el uso del soporte penaliza a las páginas web que han sido visitadas pocas veces, entre otras las páginas web de reciente incorporación, pues no tienen suficiente soporte para formar parte de una regla de asociación que genere una sugerencia. Y conforme funciona el sistema de recomendación el problema puede seguir creciendo pues los enlaces sugeridos son siempre de páginas web que ya tienen suficiente soporte.

Los primeros trabajos en plantear el llamado *problema del ítem raro* proponían separar la base de datos en grupos de ítems con frecuencias homogéneas y estudiar cada grupo independientemente [8] o bien agrupar varios ítems infrecuentes en uno solo de modo que se incremente su frecuencia [9]. En el primer caso no se encuentran reglas que relacionen ítems dispuestos en diferentes grupos y en el segundo no se obtiene información referida a los ítems particulares que forman el ítem compuesto estudiado.

En [10,11,12] se propone utilizar múltiples umbrales. Si queremos facilitar la asociación de una página web con el resto podemos asignarle un umbral bajo. Sin embargo esta información adicional no se obtiene del uso real del sitio web. [10] presenta una modificación del algoritmo Apriori, MSApriori, en que cada ítem tiene su propio soporte mínimo, para obtenerlo primero comprueban el soporte observado en la base de datos y si un ítem no supera el soporte mínimo general se le asigna un soporte mínimo particular calculado como una fracción del soporte real del ítem. Una vez determinados los soportes mínimos de cada ítem ordenan los ítems en base a su soporte particular y después proceden con el algoritmo haciendo comparaciones con cada uno de los soportes involucrados en cada k -itemset. En [11] proponen el algoritmo CFP-growth basado en la estructura FP-tree. La mejora de la propuesta respecto a [10] está en la escalabilidad del algoritmo ya que en la primera propuesta un simple cambio de soporte mínimo aplicado a un ítem conlleva la re-lectura de toda la base de datos para obtener las nuevas reglas de asociación. En [12] se plantea el minado de reglas de asociación generalizadas bajo la influencia de una taxonomía.

Sin un coste computacional excesivo se puede modificar el algoritmo Apriori para que encuentre reglas interesantes sobre ítems que no son frecuentes.

En la sección 2 se expone el problema, en la sección 3 se propone una solución y en la sección 4 los resultados experimentales obtenidos.

2 Descripción del problema

Parte de la información que procesan los sistemas automáticos de recomendación web provienen de los algoritmos de búsqueda de reglas de asociación, que permiten extraer información de uso real del portal web. Entre otros algoritmos, Apriori contempla el soporte (porcentaje de sesiones que contienen cada página web visitada) y la confianza (porcentaje de sesiones que, teniendo el antecedente de la regla, también tienen su consecuente) para descubrir las reglas de asociación que contienen

los datos de uso del portal web. La idea esencial de Apriori consiste en generar un árbol L en que se guardarán las co-ocurrencias de páginas web en una misma sesión, usando inicialmente un conjunto de candidatos (C_k) para poder anotar el recuento de las páginas web que pueden ser de interés en cada nivel de L. Este árbol se crea siguiendo el siguiente esquema:

1. Generar el primer nivel del árbol extrayendo del repositorio de sesiones el número de veces que aparece cada una de las páginas visitadas (C_0).
2. Eliminar de C_0 aquellas páginas que no superen el umbral de soporte mínimo (L_0).
3. Generar el segundo nivel de candidatos (C_1) añadiendo a cada página de L_0 una rama por cada una de las restantes páginas del portal guardadas en L_0 . De este modo no tendremos páginas candidatas que no superen el soporte mínimo fijado en el estudio.
4. Hacer sobre C_1 el recuento de los pares de páginas que aparecen en el repositorio de sesiones. Una vez anotadas todas las co-ocurrencias de páginas frecuentes en C_1 se eliminan todas aquellas que no superen el umbral fijado (L_1).
5. Se sigue el proceso $C_k \rightarrow L_k$ hasta que no se puedan generar nuevos candidatos.
6. Una vez tenemos L se extraen las reglas de asociación que superen el umbral de confianza mínima.

Esto da muy poco juego a las páginas nuevas que se incorporan al portal y a aquellas que son menos frecuentes, lo que no garantiza que sean de menor interés. Algunos estudios proponen incorporar al análisis la ponderación de las páginas web del portal de modo que se pueda forzar su incorporación al árbol L, sin embargo esto implica introducir (y mantener) información al análisis que no procede de los datos obtenidos a partir del uso del portal web. Nosotros proponemos que de nuevo sean los datos procedentes de los usuarios quienes nos den esta información adicional. Imaginemos la siguiente información al construir L con Apriori con 10 sesiones, un soporte mínimo del 30% y una confianza mínima del 50%: la página A aparece en 9 sesiones, en 2 de las cuales también está la página B (que aparece en 3 ocasiones en total).

L_0	C_1
A(9)	B(2)
B(3)	

La regla $A \rightarrow B$ no se descubrirá porque el soporte observado (del 20%) hace que desaparezca de C_1 la página B al construir L_1 por lo que no será analizada como regla.

Veamos otra situación:

L_0	C_1
A(9)	B(3)
B(3)	

En este segundo caso sí que se mantiene B en L_1 pero la regla $A \rightarrow B$ no supera la confianza mínima (se observa un 33.3% de confianza) y no la registraremos.

Sin embargo cabe destacar que en el primer caso el 66.7% de veces que aparece B lo hace en una transacción en la que está A. Y en el segundo caso ocurre el 100% de

las veces. Con el planteamiento clásico de Apriori no obtenemos ninguna regla que tenga como antecedente la página A. Sin embargo hemos notado que en el uso del portal existe una relación entre la existencia de A y de B en la misma sesión:

Si en una transacción está el ítem A no tenemos ni soporte ni confianza para decir que es probable que también aparezca el ítem B (de ahí que Apriori no nos advierta de nada) pero *si queremos sugerir B éste es uno de los mejores momentos para anunciarlo.*

Esta medida puede ser útil en otras ocasiones. Supongamos que tenemos 15 transacciones y un soporte mínimo del 20%, si observamos

L ₀	L ₁
A(10)	B(5) C(3)
B(10)	
C(3)	

En este caso la confianza de $A \rightarrow B$ es del 50%, muy superior al 30% de confianza que proporciona la regla $A \rightarrow C$. Sin embargo la página B sólo se solicita conjuntamente con A el 50% de las veces que es visitada, frente al 100% que muestra C. Si sólo pudiéramos recomendar un enlace al usuario que ya ha solicitado la página A, el enfoque clásico de Apriori proporciona la página B como idónea, aunque se trate de un buen momento para sugerir la visita a la página C pues siempre se ha visitado conjuntamente con A.

Los umbrales de soporte y confianza mínimos surgen en el estudio de búsqueda de reglas de asociación debido a la gran cantidad de datos que deben manejarse. Aunque teóricamente se pueden encontrar todas las relaciones existentes en un gran repositorio de sesiones, en la práctica el número de relaciones es tan elevado que no puede ser tratado por un computador. Estos umbrales no permiten el análisis de las páginas que son visitadas con menor frecuencia (lo que ocurre a todas las páginas nuevas incorporadas al portal), lo que hace que sólo se trabaje con un porcentaje de las páginas del portal web y se ignoren por completo el resto de páginas.

En la siguiente sección se formaliza una nueva medida y un método que permite descubrir asociaciones interesantes entre las páginas de un portal web sin tener que renunciar a las relaciones expuestas en esta sección y con un coste computacional asumible por cualquier computador.

3 Reglas de oportunidad

El uso de soporte mínimo en la búsqueda de reglas de asociación, aunque es necesario para evitar que sea inabordable el estudio mediante computadores provoca la pérdida de información sobre un gran número de páginas del portal en estudio. La consecuencia más directa cuando se usa para alimentar un sistema de recomendación automático de enlaces es que sólo se sugiere visitar las páginas que ya son frecuentes con lo que su frecuencia crece y decrece la frecuencia relativa de las visitas a las páginas menos frecuentes. Si queremos ser capaces de recomendar cualquier página

del portal web a partir de sus datos de uso hemos de ser más flexibles con el uso del soporte mínimo.

Las *reglas de asociación* se generan sobre las páginas visitadas más frecuentemente en función de la confianza que ofrecen:

- Si al menos el 50% de los usuarios que visitan la página A también visitan en la misma sesión la página B se genera la regla $A \rightarrow B$, sugiriendo al usuario que está visitando la página A que también debería visitar la página B.

Nosotros proponemos el uso de *reglas de oportunidad* sobre las páginas visitadas con menos frecuencia:

- Si al menos el 50% de los usuarios que visitan la página B (poco frecuente) también visitan en la misma sesión la página A se genera la regla $A \rightarrow B$, sugiriendo al usuario que está visitando la página A que también debería visitar la página B. La regla inversa ($B \rightarrow A$) sería una regla de asociación, pero no se genera pues no tiene soporte mínimo. El objetivo de las reglas de oportunidad es generar reglas cuyo consecuente no tenga soporte mínimo por lo que es poco probable que un usuario visite por sí mismo el consecuente y tendría poca utilidad si se planteara como antecedente.

Con esta nueva medida proponemos un nuevo algoritmo que es capaz de detectar este nuevo tipo de reglas incrementando considerablemente el porcentaje de ítems sobre el que tenemos información para el sistema de recomendación y sin incrementar apenas el uso de recursos del computador que realiza el análisis.

- En primer lugar debe ser capaz de recoger información de ítems que no superen el soporte mínimo. Si no consideráramos el soporte mínimo obtendríamos un árbol L extremadamente grande y con información irrelevante que desaparecería al obtener las reglas con confianza mínima. El soporte mínimo debe tener cierta flexibilidad.
- Las reglas de oportunidad con más de un antecedente no aportan mayor información al sistema de recomendación y generan muchos datos a almacenar por lo que se ignorarán. La explicación está en que si seguimos escribiendo en L_i , $i > 1$, la frecuencia del ítem “no frecuente” puede que la confianza de la regla clásica generada crezca pero nunca crecerá la oportunidad del ítem pues es una medida decreciente al avanzar por L.
- Debe informar de un nuevo tipo de reglas que pueden o no superar la confianza mínima.

Las modificaciones que proponemos sobre el algoritmo Apriori se reflejan en el siguiente algoritmo:

```
//En el primer nivel se recogen todos los ítems
while (quedan transacciones)
  lee_transaccion
  foreach (ítem en transacción)
    L_0[ítem]++
//Ya tenemos L_0 pues no consideramos soporte mínimo
```

```

//Generamos C_1
while (quedan transacciones)
  lee_transaccion
  foreach (2-itemset en transacción)
    L_0[item1]->C_1[item2]++

//Extraemos las reglas de oportunidad
foreach (item1 en L_0)
  foreach (item2 en L_0[item1]->C_1)
    if (L_0[item1]->C_1[item2] / L_0[item2] >= oportunidadMinima)
      añadir_regla_oportunidad(item1 → item2)

//Purgar L_0 y L_1 y seguir con el algoritmo clásico
...
end

```

4 Pruebas realizadas

Se han procesado datos sintéticos (T10I4D100K.dat y T40I10D100K.dat) y reales (BMS-POS.dat) para observar la incidencia de la obtención de reglas de oportunidad sobre datos de diversa procedencia, obteniendo resultados similares en todos los casos por lo que expondremos sólo los del primer repositorio.

El objetivo que tiene la introducción de reglas de oportunidad es el de obtener relaciones que cubran el mayor número de ítems computacionalmente posible. Queremos tener reglas que permitan, a un sistema de recomendación que se alimente de ellas, hacer inferencia sobre la idoneidad de sugerir cualquier ítem del repositorio. Según el enfoque clásico esto supone reducir el soporte mínimo a 0, con lo que aparecerá información sobre todos los ítems, pero los repositorios grandes o con un gran número de ítems distintos generan tal cantidad de información que desbordan la capacidad de las computadoras con que estamos trabajando. Sin embargo añadiendo las reglas de oportunidad sí podemos realizar el análisis.

El tiempo necesario para obtener las reglas de oportunidad es tan pequeño que no afecta al tiempo total necesario para buscar las reglas de asociación presentes en un repositorio. Si consideramos, sin embargo, la diferencia de tiempo necesaria para ejecutar el algoritmo con distintos soportes mínimos, para lograr información sobre un gran número de ítems del repositorio es notablemente más rápido trabajar con un soporte mínimo “grande” y añadir las reglas de oportunidad que trabajar sólo con reglas de asociación con un soporte mínimo más pequeño. Estas diferencias se han constatado al realizar los experimentos pero no se han tomado los datos de tiempo de ejecución pues no se buscaba dicha mejora en la experiencia realizada.

El menor de los repositorios puestos a prueba es T10I4D100K.dat. Contiene 870 ítems distintos en 100.000 transacciones de 10 ítems de promedio, con un total de 1.010.228 ítems. En la siguiente tabla se puede observar que al reducir el soporte mínimo con el enfoque clásico se obtiene información sobre un número mayor de ítems con un aumento exponencial del número de reglas encontradas, lo que dificulta enormemente su análisis.

Tabla 1. T10I4D100K con un 50% de confianza y oportunidad mínimas.

Soporte mínimo (%)	Reglas de asociación		Reglas de oportunidad		Ítems cubiertos por ambas (%)	Mejora aportada por las RO (%)
	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)		
1,000	7	0,6	1.125	83,4	83,6	99,3
0,500	1.145	7,5	1.071	81,1	83,6	91,1
0,400	4.861	16,7	990	77,8	83,6	80,1
0,300	20.775	32,6	800	70,2	83,6	60,9
0,200	176.883	50,3	560	55,1	83,6	39,8
0,100	333.757	66,0	339	36,7	83,6	21,0
0,050	761.644	76,9	141	17,8	83,6	8,0
0,010	3.611.429	82,9	20	2,9	83,6	0,8
0,005	17.590.740	83,4	6	0,8	83,6	0,1
0,003	107.561.757	83,4	6	0,8	83,6	0,1
0,001	-	100,0	0	0,0	83,6	0,0

Para obtener información sobre un número mayor de ítems hemos de reducir los umbrales de confianza y oportunidad mínima. En la tabla 2 se observa este efecto y se comprueba que la mejora aportada por las reglas de oportunidad es ligeramente menor pero aún importante.

Tabla 2. T10I4D100K con un 25% de confianza y oportunidad mínimas.

Soporte mínimo (%)	Reglas de asociación		Reglas de oportunidad		Ítems cubiertos por ambas (%)	Mejora aportada por las RO (%)
	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)		
1,000	17	1,4	2.913	99,9	99,9	98,6
0,500	1.535	21,0	2.710	99,0	99,9	78,9
0,400	5.923	34,0	2.482	97,7	99,9	65,9
0,300	23.199	53,8	2.004	93,3	99,9	46,1
0,200	189.205	72,8	1.328	81,4	99,9	27,2
0,100	354.998	88,7	596	53,2	99,9	11,2
0,050	808.183	95,5	217	24,8	99,9	4,4
0,010	3.895.609	99,4	25	3,3	99,9	0,5
0,005	19.642.125	99,8	10	1,5	99,9	0,1
0,003	126.446.840	99,8	10	1,5	99,9	0,1
0,001	-	99,9	0	0,0	99,9	0,0

5 Conclusiones y trabajo futuro

Los resultados obtenidos muestran que es posible obtener automáticamente información de uso de las páginas web nuevas o poco frecuentes. Al aplicarlo a un sistema de recomendación es de esperar que dé mayor “publicidad” a esas páginas y con ello que se incorporen antes al uso “frecuente” en el portal.

Descubrir patrones sobre ítems poco frecuentes puede ser útil en otras áreas como en la detección temprana de fraudes en tarjetas o seguros, en bioestadística o medicina para la inclusión automática de características poco frecuentes en el estudio de enfermedades...

Actualmente estamos estudiando una modificación del algoritmo que pueda decidir por sí mismo, en base a los datos analizados, qué niveles de soporte, confianza y oportunidad mínimos son los más adecuados para obtener reglas representativas de todos los ítems del repositorio.

6 Agradecimientos

Este trabajo está financiado en parte por el proyecto nacional CICYT TIN2008-06596-C02-01

References

- 1 Agrawal, R.; Imielinski, T. & Swami, A. Mining association rules between sets of items in large databases. Proc. of the 1993 ACM SIGMOD International Conference on Management of data, 207-216 (1993)
- 2 Kouris, I. N.; Makris, C. H. & Tsakalidis, A. K.: Using information retrieval techniques for supporting data mining. Data & Knowledge Engineering, Elsevier Science Publishers B. V., 52, 353-383 (2005)
- 3 Rozenberg, B. & Gudes, E.: Association rules mining in vertically partitioned databases. Data & Knowledge Engineering, Elsevier Science Publishers B. V., 59, 378-396 (2006)
- 4 Palshikar, G. K.; Kale, M. S. & Apte, M. M.: Association rules mining using heavy itemsets. Data & Knowledge Engineering, Elsevier Science Publishers B. V., 61, 93-113 (2007)
- 5 Tseng, M.-C. & Lin, W.-Y.: Efficient mining of generalized association rules with non-uniform minimum support. Data & Knowledge Engineering, 62, 41-64 (2007)
- 6 Lazcorreta, E.; Botella, F. & Fernández-Caballero, A.: Towards personalized recommendation by two-step modified Apriori data mining algorithm. Expert Systems with Applications, 35, 1422-1429 (2008)
- 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 Lee, W & Stolfo, S.J. & Mok, K.W.: *Mining audit data to build intrusion detection models*. Procs. of the 4th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, (1998)
- 9 Han, J. & Fu, Y.: *Discovery of multi-level association rules from large databases*. Procs. of the International Conference on Very Large Data Bases, 420-431, (1995)
- 10 Liu, B. & Hsu, W. & Ma, Y.: *Mining association rules with multiple minimum supports*. Proc. of the fifth ACM SICKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 337-341 (1999)
- 11 Hu, Y.-H. & Chen, Y.-L.: *Mining association rules with multiple minimum supports: a new mining algorithm and a support tuning mechanism*. Decision Support Systems, Elsevier Science Publishers B. V., 42, 1-24 (2006)
- 12 Tseng, M.-C. & Lin, W.-Y.: *Efficient Mining of generalized association rules with non-uniform minimum support*. Data & Knowledge Engineering, 62, 41-64 (2007)

Puede la interacción humano-máquina dar lugar a una Biogénesis?

Dra. Anna Pujadas

Facultat d'Humanitats UPF, Ramon Trias Fargas, 25-27, 08005 Barcelona
anna.pujadas@upf.edu

Abstract. El ensayo se plantea, a un nivel teórico, si la interacción entre humano-máquina puede dar lugar a una Biogénesis, o sea, si puede producirse la generación de un nuevo modo de existencia. Documentos y diseños recientes de ingenieros informáticos y analistas de sistemas cognitivos parecen dar la pauta en este sentido. Partiendo de teorías filosóficas, biológicas y estéticas se elabora un discurso que busca reflexionar sobre los efectos de la interacción en el ser humano y su entorno.

Keywords: Interacción, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, TIC, Biología

1. Introducción. La transformación ontológica.

Un Cyborg es un organismo cibernético, un híbrido de partes mecánicas y partes orgánicas. Resulta más inquietante que el androide, sobre todo porque quizá nosotros lo somos. No hay que ir a la ciencia ficción a un "Blade Runner" (1982) de Ridley Scott o a una "eXistenZ" (1999) de David Cronenberg, para pensar en un Cyborg. Una persona con un marcapasos o con una bomba de insulina no puede vivir sin esta prótesis mecánica, esta persona ya es un Cyborg. Algunos consideran que usar lentillas, cascos auditivos o guantes nos convierte también en Cyborgs. Muchos de los objetos que llevamos encima (relojes, agendas, teléfonos...) contienen microprocesadores incorporados que se conectan entre ellos y se reconocen a través de la tecnología "Bluetooth". En el futuro se podrían traspasar ficheros de información de una red corporal a otra simplemente chocando las manos. Los 90s están repletos de experimentos con aparatos para vestir y redes corporales que amplificaban las capacidades perceptivas del ser humano.

Está claro que cuando los teóricos de la virtualidad se quejan del alejamiento de la realidad que supone la digitalización, cuando afirman la sustitución de un mundo real por un mundo técnicamente falso, no lo hacen en virtud de un petición de principio, demasiado ingenua, sino que lo perpetran en defensa de la presencia de "la carne y el hueso" de la que hablaba Merleau-Ponty. Como hemos dicho la asimilación de lo virtual a la falsificación es una petición de principio. Es una absorción que parte de un supuesto de oposición dialéctica entre lo real (auténtico, existente, material) y lo virtual (ficticio, inexistente, inmaterial) que convierte el término "realidad virtual" en un oxímoron (realidad no real) y que, siguiendo el cuento de Jorge Luís Borges, nos

sumerge en una "circularidad ruinosa": el ordenador nos hace ver y escuchar cosas que "parecen reales, pero no lo son", lo virtual es peligroso porque imbuye al individuo en una "falsa" realidad que no le permite distinguir la "realidad efectiva", lo digital toma gradualmente "el lugar de lo real" en un proceso de "des-realización" que culminará en la disolución del objeto.

Por "objeto" hay que entender una cosa bien específica: no el contenido de la conciencia o de la imaginación, no la representación de cosas ilusorias o visionarias, sino el objeto puro y duro, sólido; esta "cosa" contra la que podemos toparnos de frente. Lo que verdaderamente asusta de lo virtual es la pérdida de la piel, las venas, la sangre, del cuerpo, de la condición humana: *"El mismo deseo de escapar de la Tierra se manifiesta en el intento de crear vida en un tubo de ensayo (...) Este humano futuro que los científicos fabricarán antes de un siglo (...) parece estar poseído por una rebelión en contra de la existencia humana tal y como se nos ha dado. (. ..) No hay ninguna razón para dudar de nuestra capacidad de lograr semejante cambio (...) La única cuestión que se plantea es si queremos o no usar nuestros conocimientos científicos y técnicos en este sentido."*¹ En el pensamiento mitológico la realidad virtual no tendría estatuto material porque no es "mater" que significa en latín "matriz", "útero" al mismo tiempo que "materia". La realidad virtual es una "nata no-nata". Desde un punto de vista mitológico se trataría de "un nacimiento en la muerte", que es el tipo de nacimiento que en los mitos se considera místico.

2. Desarrollo. Lo virtual como diálogo entre lo que podría ser y lo que es.

De todos los interrogantes que la realidad virtual obliga a ponerse a la humanidad, el ontológico es el más difícil: la pregunta sobre el ser, la de la existencia, la de la naturaleza de lo real. Está claro que cambiando la manera como interactuamos con el mundo, se transforma el concepto que tenemos de mundo, de nosotros, del otro. Es una cuestión metafísica la que se plantea, cosmológica.

En las definiciones pre-tecnológicas, "virtual" viene de "virtus" (fuerza, virilidad, virtud). Este sentido sobrevive en la expresión "en virtud de" (fuerza, poder). En el latín escolástico "virtual" designa lo que es potencial, lo que hay en el poder ("virtus") de la fuerza. Clara distinción aristotélica entre existencia "in potentia" en oposición a "in actu". En la filosofía escolástica "actual" y "virtual" existen en relación dialéctica más que en oposición radical: lo virtual no es lo que está privado de existencia, sino lo que posee el potencial o la fuerza de desarrollarse hasta convertirse en existencia actual.

Visto así la virtualidad es una manera de jugar "el juego de los posibles". Este es el título de un libro de François Jacob, profesor de genética celular en el Collège de France y premio Nobel de Medicina en 1965. Comienza el libro hablándonos de los

¹ Arendt, Hannah: La condición humana. Ediciones Paidós, Barcelona-Buenos Aires-México, (1993), p. 15

híbridos monstruosos de las ilustraciones de las obras del s. XVI consagradas a la zoología con grabados de animales que pueblan la tierra como perros con cabeza de pescado o humanos con patas de pollo. Nosotros también tenemos nuestros seres de ciencia ficción. No obstante, lo que desconcierta es que estas criaturas antiguamente no pertenecían al mundo de la imaginación, sino al de la realidad. Numerosas personas se las habían encontrado y podían hacer un retrato detallado. Toda vida humana establece un diálogo continuo entre lo que podría ser y lo que es. Este diálogo es una mezcla de saber, creencia e imaginación que construye ante nuestros ojos la imagen sin parar de lo posible. Es con esta imagen que nosotros confrontamos nuestros deseos. Es sobre este posible que nosotros modelamos nuestro comportamiento y nuestras acciones.

3. Conclusión. Con las TIC los bits serán tangibles.

Hay un lugar donde la vida de los átomos y los bits coinciden: *"Allí donde el mar se encuentra con la tierra, la vida brota en una miríada de formas únicas en la turbulencia del agua, la arena y el viento. En otra playa, entre la tierra de los átomos y el mar de los bits, estamos ahora enfrentándose al reto de reconciliar nuestra doble ciudadanía en los mundos físico y digital."*² El proyecto "Bits tangibles" (2000) de Hiroshi Ishii, investigador japonés que forma parte del profesorado del Media Lab del MIT tiene la finalidad de realizar interfaces entre ser humanos, información digital y entorno físico. Para ello busca dar forma física a la información digital, haciendo que los bits sean directamente manipulables y perceptibles.

Actualmente las ventanas al mundo digital son pantallas rectangulares planas con píxeles o "bits pintados". Desgraciadamente, no se puede sentir y confirmar la existencia virtual de la información digital a través del propio cuerpo. Podemos "mirar" la pantalla del ordenador y extraer información de ella pero no podemos "entrar". Las máquinas manipulan el mundo digital directamente. "Bits Tangibles" es un sistema inmersivo que trabaja para deshacer los límites entre los cuerpos y el ciberespacio para convertir el espacio arquitectónico en una interfaz. Las proyecciones murales de vídeo se pueden fusionar prácticamente sin solución de continuidad con la realidad. Surge así una arquitectura híbrida, aquella en la que los objetos virtuales en tres dimensiones se mezclan con los físicos para generar un espacio de realidad aumentada o realidad mixta. En el futuro iremos "vestidos de bits", más aún, todo el hábitat humano serán paneles en suspensión de información gráfica y textual. Construiremos espacios inteligentes extendidos a partir de conjuntos de objetos en interacción. Llegaremos a ser verdaderos habitantes en entornos electrónicos, en lugar de simples usuarios de artefactos informáticos. Las ciudades serán "e-topias", servidas electrónicamente y conectadas globalmente.

4. Cuestiones y / o consideraciones para el debate. Se puede dar lugar a una Biogénesis?

² Ishii, Hiroshi: Tangible Bits. Art Futura, Barcelona (2005)
<http://www.artfutura.org/v2/artthought.php?idcontent=10&idcreation=31&mb=6>

El choque entre los átomos y los bits podría ser una colisión que diera lugar a una Biogénesis? La biología moderna nos puede decir cómo se forma un ser vivo: por la ejecución de un programa inscrito dentro de sus cromosomas. También nos puede explicar cómo los seres vivos pueden sobrevivir, crecer y multiplicarse: gracias a un flujo incesante de materia, energía e información. Sin embargo, sigue sin poder dar cuenta del origen de la vida, la Biogénesis. Dada la "Zoé", la ciencia nos relata todo de la animación de una "bios", pero la "Zoé" en sí, se mantiene en el enigma. Nos explica el mitólogo Kerény que en su lengua cotidiana los griegos tenían dos palabras poseedoras de la misma raíz que "vita", pero diferentes la una de la otra en cuanto a la forma fonética: "Zoé" y "bios". "Zoé" es la vida de todos los seres vivos. La "bios" es una vida concreta, los perfiles que distinguen una existencia de otra. La "Zoé" es el hilo en el que cada "bios" individual se engarza como una perla y que, contrariamente a la "bios", sólo se puede pensar como algo infinito. La "Zoé", pues, es el principio vital en sí mismo.

La espiral como decoración preferida de las paredes minoicas debe interpretarse en relación con la "Zoé" que todo lo impregna y que no admite interrupción. Se creó así una representación clásica que en su origen conducía a través de círculos concéntricos y giros sorprendentes hasta el giro decisivo en el centro, en el punto justo del que había que dar una vuelta sobre el propio eje para proseguir el movimiento circular. La figura de líneas rectas era más sencilla de tal manera que lo redondo pronto se volvió rectangular y se convirtió en el meandro, la clásica greca que estructura los laberintos. Este giro en el centro es básico y explica que un laberinto no es un lugar donde uno se pueda extraviar, sino un lugar que te devuelve allí de donde has venido. El laberinto es un camino difícil de seguir y desconcertante de recorrer sin ayuda de un hilo. Sin embargo, las vueltas y los giros conducen siempre al punto de partida, excepto, claro está, cuando acaba uno engullido por el centro.

El lugar donde los átomos y los bits se encuentran, el "Aleph" de Borges, tiene forma laberíntica, se sale por allí donde se entra: el cuerpo. Mientras controlemos las condiciones de entrada y salida, mientras todavía seamos conscientes de que nos podemos quitar y poner las interfaces, podremos separar los dos mundos. Ya que el enlace que hay entre ellos será nuestro cuerpo, y no la tecnología. Aunque pudiéramos vivir experiencias sensoriales idénticas en los dos espacios, la conciencia de nuestro cuerpo nos indicaría en cuál de los dos ámbitos nos encontramos. Sin embargo, quizás algún día seremos engullidos por el centro.

Bibliografía

- AADD: Jornadas Realidad y ficción. Fundació EINA, Barcelona (2005)
- AADD: Un mòbil a la pastera. Consorci de Museus, València (2001)
- Arendt, Hannah: La condición humana. Ediciones Paidós, Barcelona-Buenos Aires (1993)
- Jacob, François: Le jeu des possibles. Fayard, París (1981)
- Kerény, Karl: Dionisios. Herder, Barcelona (1998)
- Sánchez-Mesa, Domingo (ed.): Literatura y cibercultura. Arco/Libros, Madrid (2004)
- Marchán, Simón (ed.): Real/Virtual en la estética, Paidós, Barcelona (2006)
- Mitchel, William J.: E-topía. Gustavo Gili, Barcelona (2001)

Aplicación de la Técnica Personas como un Puente para acercar las Disciplinas de IPO e IS

John Wilmar Castro¹, Silvia T. Acuña¹, José Antonio Macías¹

¹Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Autónoma de Madrid,
Avda. Tomás y Valiente 11, 28049 Madrid

John.Castro@estudiante.uam.es, Silvia.Acunna@uam.es, J.Macias@uam.es

Resumen. En el desarrollo de sistemas software usables intervienen las comunidades de Interacción Persona-Ordenador (IPO) e Ingeniería del Software (IS), ambas desempeñando responsabilidades importantes. La comunidad IPO incluye un conjunto de actividades y técnicas que tienen como objetivo incrementar el nivel de usabilidad del producto software. Dentro de estas técnicas se encuentra la técnica Personas de la actividad de análisis de usuarios de la IPO, que permite recolectar, analizar y sintetizar la información relacionada con los usuarios que interactúan con el sistema software y, por tanto, ayuda a centrar el análisis y diseño de software en las características y objetivos del usuario final del producto. Nuestro trabajo presenta una modificación de la técnica Personas, denominada PersonaSE, que alcanza los estándares de sistematización de la IS, y asimismo aplicar la técnica PersonaSE propuesta en un caso de estudio. La ventaja obtenida consiste en que la técnica PersonaSE ayuda a construir una comprensión de las personas que interactúan con el sistema, comprensión que tradicionalmente es menos tratada en la IS.

Palabras Claves: Metodologías para el Estudio de la Interacción, Usabilidad.

1 Introducción

Las comunidades de la IPO y la IS desempeñan un rol decisivo en el desarrollo de sistemas software usables. Por un lado, la IPO tiene el conocimiento sobre los aspectos relacionados con el proceso de interacción, mientras que la comunidad de IS posee conocimiento consensuado sobre el desarrollo de sistemas software.

En las últimas décadas, la comunidad de IPO ha desarrollado una variedad de técnicas con el objetivo de mejorar la usabilidad de los sistemas software, pero estas técnicas no están demasiado extendidas en la IS [17]. A su vez, los desarrolladores de software sólo reciben capacitación básica en usabilidad [11] por lo que normalmente no tienen el conocimiento necesario para construir software usable.

Dos procesos separados para construir sistemas interactivos usables -uno desde la IS para el desarrollo del sistema y el otro desde la IPO para mejorar la usabilidad- no son fácilmente gestionables. No es posible controlar y sincronizar el desarrollo de software y el diseño de la usabilidad de forma separada. Además, debido al probable

solapamiento de actividades entre los dos procesos, se disminuiría la eficiencia y se incrementarían los costes. Milewski [14] afirma que, aunque han mejorado las sinergias entre IS e IPO, subsisten todavía problemas de comunicación y eficiencia que requieren de mayor investigación. Una de las dificultades que todavía permanece en el modo de cooperación entre IPO e IS radica en el uso de un vocabulario diferente y a veces la misma palabra representa distintos artefactos. Por ejemplo, la palabra “diseño” puede ser usado de modo diferente en ambas comunidades: para referirse a la actividad de modelado del software (en IS) y al *look & feel* final del producto (en IPO).

En este artículo se hace una propuesta para que las técnicas IPO alcancen los estándares de sistematización de la IS para su incorporación en los desarrollos habituales de software. Este camino beneficia a ambas disciplinas, pues facilita al ingeniero el diseño de las interfaces entre las actividades y técnicas de la IS y la IPO involucradas en un esfuerzo de desarrollo de software. En ese sentido, la técnica Personas puede ser usada para recolectar, analizar y sintetizar la información relacionada con los usuarios (*personas*) que interactúan con el sistema software. Por lo tanto, ayuda a centrar el análisis y diseño de software en las características y objetivos del usuario final del producto [6, 19]. Las *personas* son descripciones de usuarios ficticios, haciendo énfasis en sus características, objetivos y tareas. Sólo las identidades de las *personas* son inventadas, sus características y objetivos están basados en una investigación de los usuarios finales reales. Los datos cuantitativos y cualitativos que se recolectan, analizan y sintetizan sobre los usuarios pueden ser empleados como *background* para las *personas* [9]. Seleccionamos la técnica Personas, por tratarse de una técnica de uso habitual por parte de expertos en usabilidad, a pesar de su reciente aparición (la primera cita en la literatura IPO data de 1999 [4]). Además, se han reportado prometedores resultados del uso de la técnica Personas en el desarrollo de software [2, 6, 10]. Su empleo se encuentra especialmente extendido en el desarrollo para la Web, aunque puede usarse en el diseño de cualquier tipo de software [4]. No obstante, la técnica Personas no presenta una definición detallada de los elementos más influyentes del proceso: actividad y producto, que permita su introducción en el proceso de desarrollo de la IS para enriquecer la actividad de análisis de requisitos del proceso software tal como se propone en este trabajo. En ese sentido, el objetivo de este artículo es, por tanto, analizar las carencias de la técnica Personas desde la perspectiva de la IS y realizar propuestas de mejora para alcanzar los estándares de sistematización de la IS. Además, se propone una modificación de la técnica Personas, denominada PersonaSE, que facilita su incorporación en la IS. Por último, a su vez, se aplica la técnica PersonaSE propuesta en [3] para que el ingeniero del software pueda centrar tal análisis en las *personas* involucradas en el uso del sistema software.

Este artículo se ha estructurado del siguiente modo. En el apartado 2 se describe la técnica Personas. En el apartado 3, se presenta la técnica PersonaSE propuesta junto con el análisis de las críticas a la última versión de Personas de Cooper y las propuestas de mejora realizadas. Asimismo, se muestran algunos documentos resultado de aplicar la técnica PersonaSE a un caso de estudio. Este caso de estudio consiste en el diseño de un Sistema de Reserva de Billetes Aéreos. Por último, en el apartado 4, se abordan las conclusiones.

2 Técnica Personas

La técnica Personas permite una comprensión del usuario del sistema, en términos de sus características, necesidades y metas para poder diseñar e implementar un sistema usable. Este método es atribuido a Alan Cooper [6], quien posteriormente realizó actualizaciones al método en [5] y [7]. Sobre esta base se han propuesto diferentes métodos para la creación exitosa de *personas* [9, 10, 18, 20]. Para que las consideraciones del usuario sean el centro de atención en el diseño, este método no tiene en cuenta a los usuarios reales en la participación del proceso de diseño, sino que crea usuarios ficticios llamados *personas*, que representan al usuario objetivo. Los esfuerzos de desarrollo están centrados en estas *personas*.

La técnica Personas esta basada en un estudio de los usuarios que puede ser usado para acoplar características y objetivos importantes de las *personas* a los datos del usuario. Goodwin [9], cuando trabajaba para la compañía Cooper Interactive, sugirió que las *personas* deben principalmente estar basadas en datos cualitativos, que son reunidos a través de entrevistas y observaciones. Cooper y Reimann [5] comparten la visión de Goodwin y proporcionan mayor detalle sobre los métodos de investigación social que recomiendan. Estos métodos se centran en las metas del usuario más que en sus tareas, y tienen en cuenta los dominios del consumidor.

Los datos recolectados de las observaciones y las entrevistas se mapean a variables de comportamiento. El mapeo no necesita estar en una escala precisa, lo importante es que el mapeo de los diferentes entrevistados sea correcto. Un conjunto de entrevistados que se agrupa en un grupo de variables de comportamiento forma un modelo conductual. Un modelo conductual constituye la base de una *persona*. Al adicionar detalles de los datos al modelo conductual, éste pasa a ser la *persona*. Una vez que las *personas* han sido creadas, éstas se documentan y comunican a los miembros del equipo. Pruitt y Grudin [16] identifican la comunicación de *personas* como un factor central para el éxito de un proyecto software. En un esfuerzo fallido de la técnica Personas, reportado por Blomquist y Arvola [1], la falta de comunicación, que se identificó como la principal razón para su fracaso. Para prevenirlo, Cooper y Reimann [5] mencionan dos entregables básicos para cada *persona* creada: una lista de sus características centrales y una narrativa escrita en tercera persona sobre la misma. Estos autores enfatizan en la importancia de que la *persona* tenga un nombre y una fotografía, para hacerla más real. La narrativa es de una a dos páginas de longitud y no cubre todos los detalles observados, pues, idealmente, los miembros del equipo han participado en la fase de investigación y la gente fuera del equipo no necesita conocer los detalles de la investigación [6]. Cuando la documentación de las *personas* está terminada, se debe organizar una reunión con el equipo de desarrollo para introducir y presentar a las *personas* [16].

3 Adaptación de Personas para su Incorporación a la IS

Para poder incorporar Personas a los desarrollos habituales de software, se requiere que Personas siga las pautas de sistematización y definición de los dos elementos principales del proceso software de la IS: actividades y productos asociados a cada

actividad. Para ello, analizaremos las críticas realizadas a la última versión de la técnica de Cooper et al. [7], y propondremos mejoras asequibles para incorporar a la técnica. Por otra parte, presentaremos la técnica adaptada para su incorporación a la IS. Se ha seleccionado la última versión expuesta por Cooper et al. [7], en primer lugar porque Cooper elaboró la propuesta inicial, en segundo lugar, porque ha sido la base para que otros autores escriban sobre ella, y, por último, porque ha sido usada con éxito en diferentes proyectos de desarrollo de software [2, 8, 10, 20].

3.1 Críticas y Mejoras de la Técnica Personas

En la Tabla 1 se consideran dos criterios: la Definición del Procedimiento y Formalización del Producto, con sus características asociadas para analizar la técnica Personas de Cooper et al. [7]. El criterio Definición del Procedimiento tiene como características: a) *¿Qué se hace?* para la realización de cada paso siendo los posibles valores *Implícito*, *Semiexplícito* y *Explícito*; y b) *¿Cómo se hace?* para la realización de cada paso, mediante la prescripción de técnicas y/o procedimientos, con los valores posibles de *Indefinido*, *Semidefinido* y *Definido*. El criterio Formalización del Producto consta también de dos características: a) Contenido del Producto, siendo los posibles valores *Indefinido*, *Semidefinido* y *Definido*; y b) Estructura del Producto con sus valores de *Informal*, *Semiformal* y *Formal*.

Tabla 1. Resumen de las Críticas de la Técnica Personas.

Pasos de la Técnica Personas (7)	Criterio Característica	Definición del Procedimiento		Formalización del Producto	
		¿Qué se hace?	¿Cómo se hace?	Contenido del Producto	Estructura del Producto
Paso 1: Identificación de Variables Conductuales.		Semiexplícito	Semidefinido	Semidefinido	Semiformal
Paso 2: Mapeo de Sujetos Entrevistados a Variables Conductuales.		Explícito	Indefinido	Semidefinido	Informal
Paso 3: Identificación de Patrones de Comportamiento Significativos.		Semiexplícito	Semidefinido	Indefinido	Informal
Paso 4: Síntesis de las Características y los Objetivos Relevantes.		Explícito	Semidefinido	Semidefinido	Informal
Paso 5: Chequeo de Completitud y Redundancia.		Explícito	Semidefinido	N/A	N/A
Paso 6: Expansión de la Descripción de Atributos y Comportamientos.		Explícito	Definido	Definido	Semiformal
Paso 7: Designación de Tipos de Personas.		Explícito	Definido	Semidefinido	Informal

En base a estos criterios, en la Tabla 1 se sintetizan los valores de las características asignados a cada paso de la técnica Personas [7] para cada criterio analizado. Como puede apreciarse, solamente la característica *¿Qué se hace?* toma el valor de *Explícito* para casi todos los pasos del procedimiento asociado a Personas. Es decir, el procedimiento es declarativo, e indica qué se hace en la mayoría de sus pasos. Si analizamos el criterio *¿Cómo se hace?* se observa que más del 70% de los pasos de la técnica Personas de Cooper alcanza sólo los valores *Indefinido* y *Semidefinido*. Por tanto, esta característica procedimental no está definida completamente en la mayoría de los pasos de Personas.

La característica *Contenido del Producto* toma el valor de *Semidefinido* en casi el 70% de los pasos de la técnica Personas, reflejando, como en la característica anterior, carencias en este aspecto. La característica *Estructura del Producto* es la que peor valoración recibe, pues casi el 60% de los pasos de la técnica Personas adquiere la valoración más baja, *Informal*, para esta característica, y ninguno de los pasos tiene formalmente definida la estructura del producto. Esto refleja el hecho de que en el criterio Formalización del Producto se deben realizar el mayor número de mejoras. También se debe adaptar Personas respecto a cómo se realiza cada paso para que alcance los estándares de sistematización exigidos por la IS.

Por ejemplo, Cooper, en el Paso 1 -Identificación de Variables Conductuales- asume que ya se ha completado la investigación de los usuarios y se ha desarrollado una organización rápida de los datos recopilados. Este es un paso implícito, que debería ser un paso inicial de la técnica. Para mejorar este aspecto, nosotros proponemos la inclusión de una actividad inicial en el proceso de construcción de las *personas*, denominada Elaborar Hipótesis. Esta actividad nueva pretende la formulación de hipótesis iniciales de *personas*, y la recolección de datos necesarios sobre los posibles futuros usuarios, para que en la actividad posterior se identifiquen las variables conductuales mediante técnicas que propicien la creatividad y que han sido propuestas en este trabajo (ver Tabla 2). Adicionalmente, definimos dos nuevos documentos que consisten de una Lista de Hipótesis de Personas y una Lista de Variables Conductuales, respectivamente (ver Tabla 2). En el Paso 5 -Chequeo de Completud y Redundancia-, Cooper no especifica ningún producto asociado a este paso, por ello se valora como N/A (ver Tabla 1), es decir No Aplica. En nuestra adaptación de la técnica Personas se propone la realización de reuniones participativas de evaluación de los modelos obtenidos anteriormente y su registro en un Documento de Validación.

Se ha realizado un análisis similar para los restantes pasos de la técnica Personas de Cooper et al. [6]. Este análisis no se ha incluido por razones de espacio, aunque puede consultarse en <http://arantxa.ii.uam.es/~sacuna/PersonaSE/modificacion.pdf>.

A través de la técnica Personas se pretende conocer a los futuros usuarios del sistema, sin embargo, esta técnica no incorpora en ninguno de sus pasos los mecanismos de usabilidad (por ejemplo, proporcionar *undos*, alertas, *wizards*, *feedbacks*, etc.) según las *personas* definidas. En nuestro trabajo, hemos identificado los mecanismos de usabilidad (*undo*, *cancel*, etc.), importados de [12, 13], que los diferentes tipos de *personas* necesitarán de acuerdo a sus objetivos, necesidades, características, y lo que esperan del sistema software. Siguiendo esta línea, en la que se pretende considerar la usabilidad en las etapas tempranas del proceso de desarrollo de software, se ha planteado la incorporación de actividades adicionales en la técnica Personas que ayuden a tal fin. Estas nuevas actividades son: a) Relacionar los Patrones de Comportamiento con los Mecanismos de Usabilidad; b) Elaborar Casos de Uso; y c) Elaborar Maquetas. Los Casos de Uso y las Maquetas deben incluir los mecanismos seleccionados para cada *persona* creada.

Para cada una de las críticas realizadas se ha planteado una mejora asequible a incorporar a la técnica Personas. Estas mejoras se incluyen en nuestra propuesta de la técnica Personas que está basada en la de Cooper et al. [7], pero que cubre las carencias especificadas en la Tabla 1. Esta nueva propuesta se denomina técnica PersonaSE y se describe en el apartado siguiente.

Tabla 2. Descripción de las Actividades de la Técnica PersonaSE.

ACTIVIDADES		OBJETIVOS	TÉCNICAS	PRODUCTOS
Actividad 1: Elaborar Hipótesis	Actividad 1.1: Identificar Posibles Personas	Formular hipótesis iniciales acerca de las posibles <i>personas</i> que serán creadas.	Basado en la información obtenida del cliente, la naturaleza del dominio de la aplicación y de la documentación organizacional que se recolecta en una reunión previa con el cliente, los desarrolladores plantean hipótesis de las <i>personas</i> . Esto se realiza a través de la técnica de <i>brainstorming</i> junto con una votación final para determinar las hipótesis más creativas y factibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de Hipótesis de Personas
	Actividad 1.2: Realizar Entrevistas Etnográficas	Realizar una investigación de los posibles usuarios, para conocer sus motivaciones y comportamientos, obteniendo datos conductuales.	Las entrevistas para cada hipótesis se realizan con base en el conocimiento del dominio del negocio, y a través de la plantilla de entrevista etnográfica propuesta.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas Transcritas
Actividad 2: Identificar Variables Conductuales	Actividad 2.1: Listar Variables Conductuales	Sintetizar las respuestas de todas las entrevistas realizadas.	Analizar los resultados de la investigación realizada en la actividad 1, para lo cual se debe realizar un procesamiento de todas las respuestas a las preguntas de las entrevistas transcritas, mediante el software Atlas.ti, obteniendo las variables conductuales.	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de Variables Conductuales
	Actividad 2.2: Sintetizar las Respuestas de las Entrevistas	Obtener la lista completa de variables conductuales.	Seleccionar las variables conductuales mediante una reunión participativa. Luego, comparar estas variables con las hipótesis de personas, para así validar estas hipótesis.	<ul style="list-style-type: none"> • Síntesis de las Entrevistas
Actividad 3: Mapear los Sujetos Entrevistados a las Variables Conductuales	Actividad 3.1: Identificar los Rangos de las Variables Conductuales	Para cada una de las variables conductuales encontradas identificar su rango de valores posibles.	Analizar la síntesis de las entrevistas realizadas mediante una reunión participativa buscando identificar los rangos de cada una de las variables conductuales.	<ul style="list-style-type: none"> • Rangos de Variables Conductuales
	Actividad 3.2: Mapear los Sujetos Entrevistados	Representar exactamente la forma en que múltiples sujetos se agrupan con respecto a cada una de las variables conductuales significativas.	El mapeo se realiza con base en la percepción de las observaciones del sujeto y en las respuestas de las entrevistas realizadas. Para ello, ubicar cada uno de los sujetos entrevistados en los distintos rangos correspondientes, para cada una de las variables conductuales identificadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo de Sujetos Entrevistados
Actividad 4: Identificar Patrones de Conductas Significativos		Identificar agrupamientos de sujetos particulares, que ocurren en múltiples rangos o variables.	Observar los mapeos de los sujetos entrevistados de la actividad 3, y elaborar una tabla donde se observe el porcentaje de entrevistados que tiene cada uno de los valores de los rangos de las variables conductuales. Los agrupamientos de los porcentajes más altos se corresponden con los patrones de conductas significativos. Nacen las personas, a las cuales se les asigna un nombre y una fotografía.	<ul style="list-style-type: none"> • Patrones de Conductas Significativos • Tabla de Porcentaje de Agrupamientos
Actividad 5: Sintetizar Características y Objetivos Relevantes		Sintetizar las características y objetivos relevantes. Describir las personalidades de las <i>personas</i> .	Sintetizar los datos para cada <i>persona</i> identificada en la actividad 4, especificando breves aspectos sobre las características de los comportamientos identificados en las síntesis de las entrevistas (actividad 2).	<ul style="list-style-type: none"> • Documento Fundación de Personas

Tabla 2. Descripción de las Actividades de la Técnica PersonaSE (Continuación).

ACTIVIDADES		OBJETIVOS	TÉCNICAS	PRODUCTOS
Actividad 6: Comprobar la Redundancia y la Completitud		Comprobar los mapeos, características de las personas y sus objetivos.	Validar que los aspectos importantes identificados se encuentren completamente definidos en las <i>personas</i> creadas y modelos elaborados, mediante reuniones participativas de revisión.	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de Validación
Actividad 7: Expandir la Descripción de Atributos y Conductas		Transmitir las actitudes de las <i>personas</i> , su personalidad, necesidades, y problemas a otros miembros del equipo.	Analizar los datos recolectados y los Documentos Fundación de Personas (actividad 5), y sintetizar el perfil personal y un día típico en la vida de cada <i>persona</i> . Para cada una de las <i>personas</i> creadas desarrollar una narrativa en tercera persona.	<ul style="list-style-type: none"> • Narrativa
Actividad 8: Relacionar Patrones de Comportamiento con Mecanismos de Usabilidad		Relacionar cada patrón de comportamiento con los mecanismos de usabilidad.	Analizar las relaciones entre los patrones de comportamiento con los mecanismos de usabilidad, importados de [10], con base en la información de los valores de las variables conductuales para cada <i>persona</i> identificada, y en las respuestas de las entrevistas realizadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de Relación de Patrones con Mecanismos de Usabilidad
Actividad 9: Designar Tipos de Personas	Actividad 9.1: Seleccionar Representantes de Personas para Educar Requisitos	Priorizar las <i>personas</i> creadas para determinar quién debe ser el objetivo de diseño primario, es decir encontrar una sola <i>persona</i> primaria del conjunto cuyas necesidades y objetivos pueden ser completa y felizmente satisfechos por una sola interfaz.	Con base en la descripción de cada uno de los tipos de personas y en todos los análisis realizados a lo largo del proceso de creación de <i>personas</i> , se determinan los tipos de <i>personas</i> (primaria, secundaria). A cada una de las <i>personas</i> creadas se le asocia un tipo de <i>personas</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación del Tipo de Persona.
	Actividad 9.2: Enriquecer el Sistema con Personas Secundarias	Determinar que necesidades de la <i>persona</i> secundaria pueden enriquecer el sistema.	Analizar los documentos de Fundación y Narrativa de la <i>persona</i> secundaria y buscar funcionalidades que no manifestó la <i>persona</i> primaria y que sean útiles para el sistema.	
Actividad 10: Elaborar Casos de Uso		Reflejar en los casos de uso los mecanismos de usabilidad que se relacionaron en la actividad 8.	Se elabora inicialmente el conjunto de casos de uso normal sin incluir los mecanismos de usabilidad, y luego se incluyen los mismos, teniendo en cuenta la relación de los patrones de comportamiento con dichos mecanismos, y la información recolectada en el Documento Fundación de Personas.	<ul style="list-style-type: none"> • Casos de Uso (con los mecanismos de usabilidad)
Actividad 11: Elaborar Maquetas	Actividad 11.1: Realizar Maquetas	Elaborar maquetas incluyendo mecanismos de usabilidad.	A partir de los casos de uso desarrollados en la actividad anterior, y del análisis de la relación de los mecanismos de usabilidad con las <i>personas</i> creadas, se elaboran y validan las maquetas.	<ul style="list-style-type: none"> • Maquetas
	Actividad 11.2: Evaluar Maquetas	Validar las maquetas.	Validar las maquetas mediante reuniones participativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Documento de Evaluación de las Maquetas

3.2 Técnica PersonaSE Propuesta

La técnica PersonaSE propuesta consiste en una serie de actividades que en conjunto llevan a la creación exitosa de Personas, y facilita la incorporación de los mecanismos de usabilidad desde las actividades de análisis de requisitos de la IS, contribuyendo así a la mejora de la usabilidad del sistema software que se pretende desarrollar. En la Tabla 2 se presentan todas las actividades que conforman la técnica PersonaSE. Para cada actividad se exponen sus objetivos, técnicas y productos asociados. Con fondo gris se denotan las actividades nuevas que hemos propuesto. Un caso de estudio de la técnica Personas usado para el diseño de un Sistema de Reserva de Vuelos basado en Web, disponible en <http://arantxa.ii.uam.es/~sacuna/PersonaSE/aplicacion.pdf>, da un mejor entendimiento de cómo trabaja la técnica.

En la actividad inicial -Elaborar Hipótesis- se plantea el Listado de Hipótesis de Personas iniciales de las posibles *personas* que serán creadas, se desarrollan y realizan entrevistas a los futuros usuarios del sistema, obteniendo las Entrevistas Completadas, para así recolectar la información necesaria para llevar a cabo las demás actividades. En la actividad 2 -Identificar Variables Conductuales- se identifica la Lista de Variables Conductuales completa sobre la base de la Síntesis de las Entrevistas realizadas. Tras la actividad 3-Mapear los Sujetos Entrevistados a las Variables Conductuales- se obtienen los Rangos de Valores de Variables Conductuales y el Mapeo de Sujetos Entrevistados. Estos productos entran en la actividad 4 -Identificar Patrones de Conductas Significativos-, donde se identifican los Patrones de Conductas Significativos y se genera la Tabla de Porcentaje de Agrupamientos de *personas*; es aquí donde nacen realmente las *personas*.

La Figura 1 muestra el resultado de la identificación de dos patrones de conducta significativos. Estos patrones se identifican por dos óvalos, uno con línea continua y el otro con línea punteada, respectivamente. Los patrones fueron identificados del mapeo de sujetos entrevistados en la actividad 3. El óvalo con línea continua corresponde a la *persona* Irene García, mientras que el óvalo con línea discontinua representa a José Pérez. Durante la actividad 5 -Sintetizar Características y Objetivos Relevantes- se elabora el Documento Fundación de Personas que contiene la definición completa de una *persona* dada. La actividad 6 -Comprobar la Redundancia y la Completud- se realiza para buscar lagunas de información y conocimientos que sea necesario cubrir, para lo cual es posible que se requiera de una investigación adicional, que puede llevar a encontrar conductas que no se encuentran en los ejes conductuales, y esto impactaría en todas las demás actividades.

En la actividad 7 -Expandir la Descripción de Atributos y Conductas-, se obtiene para cada una de las *personas* creadas una Narrativa, es decir un documento de una página de longitud que describe a la *persona* y un día típico de trabajo en su vida. En la actividad 8 -Relacionar Patrones de Comportamiento con Mecanismos de Usabilidad- se relacionan los patrones de comportamiento o *personas* creadas con los diferentes mecanismos de usabilidad, y se justifican estas relaciones obteniendo el Documento de Relación de Patrones con Mecanismos de Usabilidad. Con toda la información recolectada a través de todas las actividades anteriores se procede con la Asociación del Tipo de Persona para cada *persona* creada, en la actividad 9 -Designar Tipos de Personas-.

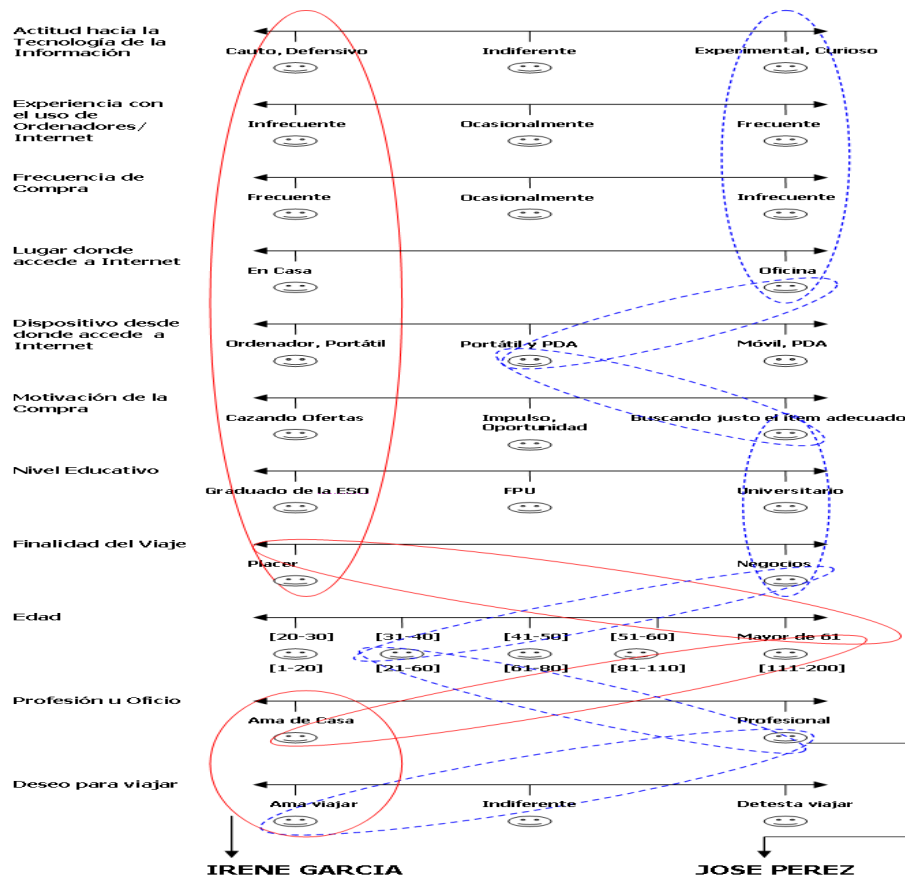


Fig. 1. Agrupamiento de Variables Conductuales.

En la actividad 10 -Elaborar Casos de Uso- se elaboran los Diagramas y Especificación de Casos de Uso teniendo en cuenta la relación de patrones con los mecanismos de usabilidad [15]. Finalmente en la actividad 11 -Elaborar Maquetas- se construyen las Maquetas y el Documento de Evaluación de las Maquetas, teniendo igualmente en cuenta los mecanismos de usabilidad por cada *persona* creada.

4 Conclusiones

Este trabajo contribuye a la incorporación del conocimiento de la IPO en la práctica habitual de la IS. Para ello, hemos modificado la técnica Personas de la IPO para que alcance los estándares de sistematización de la IS. PersonaSE ha permitido educir las características de los usuarios reales para crear *personas* ficticias sobre la comprensión de tales usuarios, y modelar estas *personas* en las actividades tradicionales de análisis de requisitos. Hemos presentado las mejoras propuestas para

las actividades, haciendo énfasis en el aseguramiento de la usabilidad dentro de las actividades desarrolladas. Nuestro objetivo a corto-medio plazo es el perfeccionamiento de la técnica, aplicando la misma en la construcción real de un desarrollo software, del cual se evaluará el grado final de usabilidad alcanzado.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada en el marco del proyecto titulado “METEORIC: Meta-Tool Environments for Model-Oriented Collaborative Web Applications”, Código: TIN2008-02081/TIN, por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

Bibliografía

1. Blomquist, A., Arvola, M. “Personas in Action: Ethnography in an Interaction Design Team”. Proceedings of NordiCHI, pp 197-200 (2002)
2. Calde, S., Goodwin, K., Reimann, R. “SHS Orcas: The First Integrated Information System for Long-Term Healthcare Facility Management”. American Institute of Graphic Arts. Proceedings of the CHI’02/AIGA Experience Design Forum. NY, pp 2-16 (2002)
3. Castro, J., Acuña, S.T., Juristo, N. Enriching Requirements Analysis with the Personas Technique. Proceedings of the International Workshop on “Interplay between Usability Evaluation and Software Development” (IUSED’08). Pisa (Italia), pp 13-18 (2008)
4. Cooper, A. “The Inmates are Running the Asylum”. Macmillan, Indianápolis (1999)
5. Cooper, A., Reimann, R. “About Face 2.0: The Essentials of Interaction Design”. Wiley Publishing, Indianápolis (2003)
6. Cooper, A. The Origin of Personas”. [online] Available: http://www.cooper.com/insights/journal_of_design/articles/the_origin_of_personas_1.html (2003)
7. Cooper, A., Reimann, R., Cronnin, D. “About Face 3.0: The Essentials of Interaction Design”. Wiley Publishing, Indianápolis (2007)
8. Dong, J., Kelkar, K., Braun, K. Getting the Most Out of Personas for Product Usability Enhancements. Proceeding of the UI-HCII, pp 291-296 (2007)
9. Goodwin, K. “Getting from Research to Personas: Harnessing the Power of Data”. [online] Available: http://www.cooper.com/content/insights/newsletters/2002_11/getting_from_research_to_personas.asp (2002)
10. Grudin, J., Pruitt, J. “Personas, Participatory Design and Product Development: An Infrastructure for Engagement”. Proceedings of the Participatory Design Conference (PDC’02), Computer Professionals for Social Responsibility. <http://www.research.microsoft.com/research/coet/Grudin/Personas/Grudin-Pruitt.pdf> (2002)
11. Holzinger, A. “Usability Engineering Methods for Software Developers”. Communications of the ACM 48(1), pp 71-74 (2005)
12. Juristo, N., Moreno, A., Sánchez, M. “Analysing the Impact of Usability on Software Design”. Journal of Systems and Software 80(9). Elsevier Science. NY, pp 1506-1516 (2007)
13. Juristo, N., Moreno, A., Sánchez, M. “Guidelines for Eliciting Usability Functionalities”. IEEE Transactions on Software Engineering 33(11), pp 744-758 (2007)
14. Milewski, A. “Software Engineers and HCI Practitioners Learning to Work Together: A Preliminary Look at Expectations”. Proceedings of the 17th Conference on Software Engineering Education and Training CSEET’04, pp 45-49 (2004)
15. Miller, G., Williams, L. “Personas: Moving Beyond Role-Based Requirements Engineering”. [online] Available: <http://agile.csc.ncsu.edu/SEMaterials/Personas.pdf> (2006)
16. Pruitt, J., Grudin, J. “Personas: Practice and Theory”. Proceedings of the Designing for User Experience (DUX’03), pp 1-15 (2003)
17. Seffah, A., Metzker, E. “The Obstacles and Myths of Usability and Software Engineering”. Communications of the ACM 47(12), pp 71-76 (2004)
18. Shackel, B. “Usability - Context, Framework, Definition, Design and Evaluation”. Proceedings of the Human Factors for Informatics Usability. NY, pp 21-37 (1991)
19. Tidwell, J. “Designing Interfaces. Patterns for Effective Internation Design”. O’Reilly, California (2005)
20. Vasara, K. “Introducing Personas in a Software Project”. Master’s thesis, Helsinki University of Technology, Helsinki (2003)

Ayuda a la Toma de Decisiones en la Evaluación de la Usabilidad Mediante Simulación

Nuria Hurtado Rodríguez¹, Mercedes Ruiz Carreira¹ y Jesús Torres Valderrama²

¹ Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Cádiz
C/ Chile nº1 - 11003 – Cádiz (España)
{nuria.hurtado, mercedes.ruiz}@uca.es

² Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
ETS Ingeniería Informática
Universidad de Sevilla
Avda. Reina Mercedes s/n - 41012 - Sevilla (España)
jtorres@lsi.us.es

Resumen. En este artículo se plantea el uso de un modelo de simulación del proceso de evaluación de la usabilidad como herramienta de ayuda a la toma de decisiones. Para ello, se ha desarrollado un modelo que simula el proceso de detección de problemas de usabilidad durante una evaluación heurística, teniendo en cuenta como principales parámetros de entrada el número, la experiencia y la dedicación de los evaluadores que se utilicen. Se plantean distintos casos de uso que ilustran el uso del modelo como herramienta para la toma de decisiones, mostrando los resultados de la simulación para cada caso sobre los principales factores clave: tiempo, coste y calidad. Una de las principales ventajas que aporta la simulación del modelo es la posibilidad de obtener visibilidad sobre el proceso en el transcurso del tiempo, además de los valores finales de las variables de salida. Los gestores y directores de proyectos podrán hacer uso del modelo para poder analizar y comparar los resultados de diferentes decisiones respecto a los valores de entrada, que podrán además ser modificados durante el transcurso de la simulación.

Palabras Clave: Evaluación de la usabilidad, evaluación heurística, toma de decisiones, modelado y simulación.

1 Introducción

En el ámbito de la evaluación de la usabilidad, Nielsen y Landauer [17] plantean un modelo matemático a partir del cual se puede estimar la cantidad de problemas que es posible encontrar en una evaluación heurística en función del número de evaluadores que se utilicen. Utilizando las conclusiones de dichos autores, se realizó un modelo dinámico que simula el comportamiento del proceso de detección de problemas en una evaluación heurística, teniendo como principales parámetros de entrada el número y la experiencia de los evaluadores [7]. Este modelo aporta las siguientes ventajas:

- Añade visibilidad al proceso permitiendo conocer la evolución del mismo a lo largo del tiempo.
- Permite experimentar diferentes configuraciones respecto al número y experiencia de los evaluadores y observar los resultados sobre la calidad (efectividad), coste y tiempo que genera el proceso de evaluación.

El modelo ha sido depurado y mejorado haciendo posible variar además la dedicación en el tiempo que tienen los diferentes evaluadores, permitiendo mezclar evaluadores con diferente experiencia y diferente dedicación en una simulación. Esto convierte al modelo en una herramienta valiosa de ayuda a la toma de decisiones para los gestores y directores de proyecto.

En este artículo se plantean varios casos de uso del modelo que ilustran su aplicación en el ámbito de la toma de decisiones. Cada caso de uso es descrito detalladamente, planteando los diferentes escenarios de simulación utilizados y comentando los resultados obtenidos.

En el apartado 2 se comentan los antecedentes y trabajos relacionados. En el apartado 3 se resumen los detalles esenciales del modelo de simulación que sirve de base al presente trabajo, así como aspectos relacionados con su evaluación. En el apartado 4 se presentan los diferentes casos de uso producto de la simulación del modelo, se describen los experimentos realizados detallando para cada uno los diferentes escenarios utilizados, comentando los resultados obtenidos para cada experimento o caso de uso. En el apartado 5 se detallan las principales conclusiones del trabajo realizado así como las líneas de trabajo futuro que se pretenden continuar desarrollando en este ámbito.

2 Antecedentes y Trabajos Relacionados

Las técnicas de modelado y simulación se han aplicado desde principios de los 90 para dar respuesta a distintas cuestiones relacionadas con el proceso software, considerándose herramientas valiosas en las tareas de gestión y de toma de decisiones. La principal ventaja que ofrecen los modelos de simulación es la posibilidad de experimentar diferentes decisiones y analizar sus resultados sin necesidad de asumir los riesgos y costes que acarrearía una experimentación real [9].

En el ámbito del proceso de desarrollo de software tiene gran importancia el modelo de Madachy [11] que es, junto con el modelo original de Abdel-Hamid's [1], uno de los modelos que representa con mayor detalle el proceso completo de desarrollo de software. En [12] es posible encontrar una importante colección de modelos de simulación del proceso software, entre ellos algunos ejemplos de la aplicación de estas técnicas en el ámbito de la toma de decisiones en distintos aspectos de la ingeniería del software. Las referencias más actualizadas se pueden encontrar en las actas de la conferencia Internacional del Proceso Software (ICSP) [8].

En el ámbito del modelado y simulación aplicado a la Ingeniería de la Usabilidad, se han realizado modelos de simulación continuos del proceso de Diseño Centrado en el Usuario [5][6] así como del proceso de evaluación de la usabilidad, utilizando la evaluación heurística [7]. Este último es el modelo que ha sido mejorado y ha servido como base al presente trabajo.

Los modelos de simulación continuos permiten:

- 1.- Obtener una visión del proceso simulación como un sistema de control. Los gestores y directores de proyectos pueden controlar el proceso variando las entradas y observando los efectos de los cambios en las salidas del proceso. De este modo obtienen una herramienta de gran utilidad en el proceso de toma de decisiones.
- 2.- Mostrar cómo evolucionan las variables clave de un proceso a lo largo del tiempo. De este modo es posible, no solo obtener los valores finales de las principales variables del proceso, sino también conocer su comportamiento a lo largo del tiempo. Esto permite la adopción de medidas preventivas y/o correctoras.

3 Modelo de Simulación del Proceso de Evaluación de la Usabilidad

Para desarrollar el modelo de simulación del proceso de evaluación de la usabilidad se eligió el método de evaluación heurística o evaluación de expertos por ser uno de los más conocidos y utilizados [2], siendo posible encontrar en la literatura numerosas referencias, tanto sobre el

método en sí, como sobre el proceso a seguir para llevarlo a cabo [3][4][10][16][18]. El método fue desarrollado originalmente por Nielsen y Molich [13][14] y consiste en analizar la conformidad de la interfaz con unos principios reconocidos de usabilidad denominados "heurísticas", mediante la inspección de varios evaluadores expertos.

El proceso a seguir para llevarlo a cabo consta fundamentalmente de tres fases: planificación, ejecución y análisis y realización del informe final. Dentro de la fase de ejecución se realiza una sesión previa a la evaluación y posteriormente tienen lugar las sesiones de evaluación en las que los evaluadores examinan la interfaz para detectar los problemas de usabilidad. Esta última, es la fase que ha sido modelada [16][18].

3.1 Conceptualización del modelo

El desarrollo del modelo de simulación, ámbito, propósito, parámetros de entrada, variables resultado y proceso de abstracción se encuentra ampliamente explicado en [7] pero a continuación realizaremos una breve descripción de la conceptualización del mismo. La figura 1 muestra el diagrama causal del modelo de simulación desarrollado. En este diagrama se representan las principales relaciones causa-efecto del proceso de evaluación heurística de la usabilidad. Las relaciones están representadas por flechas etiquetadas con un signo, positivo o negativo. Un enlace positivo significa que las dos variables conectadas se mueven en la misma dirección. Los enlaces negativos son aquellos en los cuales las variables cambian en direcciones opuestas (un incremento causa un decremento en la otra variable, o un decremento causa un incremento en la otra variable).

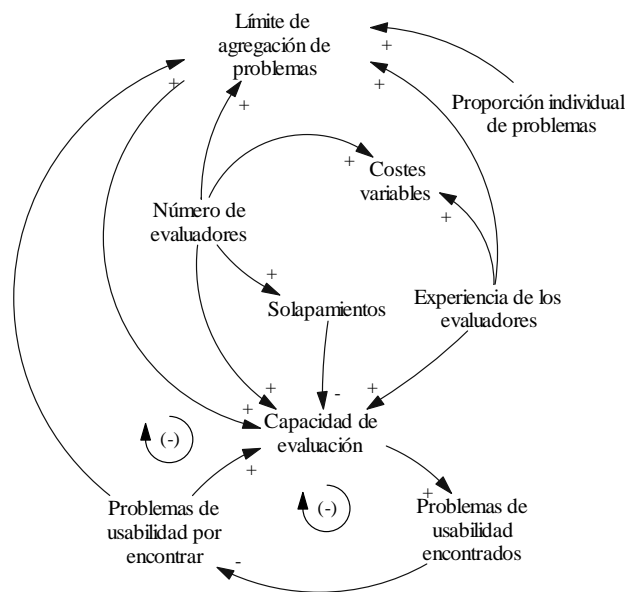


Fig. 1. Diagrama causal del modelo

El diagrama de la figura 1 incluye dos lazos de realimentación negativos o de "búsqueda de objetivos" que gobiernan la evolución de la detección de problemas de usabilidad durante la fase de ejecución de la evaluación heurística. Uno de estos lazos modela la transformación de *problemas de usabilidad por encontrar* en *problemas de usabilidad encontrados* a través de la aplicación de una determinada *capacidad de evaluación*. La *capacidad de evaluación* se obtiene como suma de las *capacidades individuales*, es decir, del número de problemas por hora que es

capaz de resolver cada evaluador dependiendo de su *nivel de experiencia* y que será un parámetro de entrada al modelo. Esta *capacidad de evaluación* dependerá, por tanto, del *número y experiencia de los evaluadores* que serán los parámetros de entrada que se variarán en las diferentes simulaciones para observar sus efectos en el proceso. Al mismo tiempo, esta capacidad también se verá afectada por los *solapamientos* que aparecen a medida que los diferentes evaluadores van encontrando problemas. Durante las sesiones de evaluación, un observador analiza los problemas eliminando los solapamientos y construyendo una única lista de problemas finales [18].

El *límite de agregación de problemas* determina la cantidad de problemas que es posible encontrar de acuerdo con el número de evaluadores, su experiencia así como con la *proporción individual de problemas* que es capaz de encontrar un solo evaluador. Para establecer su valor, en el modelo final se han utilizado las conclusiones del modelo matemático de Nielsen y Landauer [17]. Este límite determina el final del proceso de evaluación cerrando así el segundo lazo de realimentación negativo. El número y experiencia de los evaluadores también afecta a los *costes variables* del proceso a medida que este avanza en el tiempo. Estos *costes variables* dependen del *coste variable individual* asignado a cada nivel de experiencia (euros /hora), y también es un parámetro de entrada al modelo.

Resumiendo, los principales parámetros de entrada que serán variados en este estudio serán el *número y experiencia de los evaluadores*, considerando tres niveles de experiencia: 1 para evaluadores noveles, 2 para evaluadores expertos en usabilidad y 3 para evaluadores expertos en usabilidad y en el dominio de la aplicación, de acuerdo con [15]. Estos cambios tendrán efecto sobre las principales variables resultado que serán el *número de problemas encontrados* y el *coste variable acumulado*. Variando los parámetros de entrada será posible obtener el comportamiento en el tiempo de las variables resultado, así como los valores finales de calidad (número de problemas encontrados), coste y tiempo. Esto permitirá a los gestores y directores de proyecto experimentar diferentes decisiones sobre los valores de entrada. Además, la mejora realizada al modelo inicial permite también modificar la dedicación de los evaluadores durante la evaluación. Es decir, durante la simulación del modelo es posible alterar la configuración del equipo de evaluadores en cualquier momento. Esto permite jugar con el modelo y realizar todos los experimentos que se estimen oportunos para ayudar a tomar una decisión sobre la mejor configuración del equipo de evaluadores, en función de los objetivos que se pretendan cumplir, así como de las características y limitaciones del proyecto concreto.

3.2 Evaluación del modelo

Para llevar a cabo la evaluación de un modelo de simulación se deben tener en cuenta dos aspectos: verificación y validación [19]. La verificación del modelo evalúa que su implementación esté libre de errores y que sea una representación correcta del comportamiento lógico del sistema concreto. La validación del modelo evalúa que el modelo ayuda a resolver problemas al usuario final dentro del contexto de estudio. Se han realizado las siguientes pruebas sobre el modelo propuesto con resultados satisfactorios:

- Verificación:
 - Verificación de la estructura: pruebas de consistencia dimensional, pruebas de condiciones extremas y pruebas de fronteras.
 - Verificación del comportamiento: Se ha comprobado que el comportamiento del modelo es sensible a variaciones razonables en los parámetros y estructuras alternativas.
- Validación:
 - Validación de la estructura: Para aquellas personas familiarizadas con la evaluación heurística de la usabilidad, la estructura del modelo simboliza el proceso real.
 - Validación del comportamiento: Considerando que el objetivo del modelo es proporcionar ayuda en la toma de decisiones, los resultados del modelo reproducen, desde un punto de vista cualitativo, la tendencias del modelo de referencia [7][15].

4 Simulación del modelo

En primer lugar se establecerán los valores para los parámetros de entrada al modelo: número estimado de problemas iniciales de usabilidad, proporción individual de problemas para cada nivel de experiencia, capacidad individual para cada nivel de experiencia (problemas/hora) y coste variable individual para cada nivel de experiencia (euros/hora) descritos en [7]. Posteriormente, para ilustrar los resultados de la simulación del modelo como herramienta para la toma de decisiones, se establecerán tres experimentos o casos de uso diferentes, variando la composición del equipo de evaluadores utilizado en cada caso.

4.1 Establecimiento de los valores para los parámetros de entrada

Para inicializar los parámetros de entrada se han utilizado datos relativos a diferentes proyectos recogidos en la literatura relacionada [2][15][18]. Los valores de los parámetros de entrada variarán en cada caso particular, dependiendo de la organización y de los objetivos del experimento concreto. La tabla 1 muestra los valores para los parámetros de entrada al modelo.

Tabla 1. Parámetros de entrada para el caso base

Problemas de usabilidad de la Interfaz	Parámetro	Nivel de experiencia		
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
100	Proporción individual de problemas	0.2	0.4	0.6
	Capacidad individual	2	4	6
	Coste variable individual	50	100	150

4.2 Caso 1

Descripción del Caso

En el primer caso se pretende observar el comportamiento de las variables resultado para diferente número de evaluadores con el mismo nivel de experiencia. Tomando como referencia el nivel 2, correspondiente a evaluadores con un nivel de experiencia medio, se variará el parámetro número de evaluadores. En la tabla 2 se pueden observar los valores de los diferentes escenarios planteados para el caso 1, cada escenario corresponde a una simulación diferente del modelo.

Resultados de la Simulación

En la figura 2 se muestran los resultados de la simulación para el caso 1 a través de dos gráficas en las que es posible observar la evolución en el tiempo de las variables resultado número de problemas encontrados y coste variable acumulado para cada uno de los escenarios de simulación planteados. Estos resultados pueden servir para tomar decisiones sobre el tiempo que debemos emplear para completar una evaluación u obtener unos resultados determinados, o bien para tomar decisiones sobre cuál será el tamaño del equipo de evaluadores, de nivel 2 de experiencia, idóneo en función de la calidad que se pretenda conseguir y de los costes que sea posible asumir.

Tabla 2. Descripción de escenarios para el Caso 1

Número de evaluadores	Nivel de experiencia	Nombre de escenario
1	2	Sc1
4	2	Sc2
8	2	Sc3
12	2	Sc4

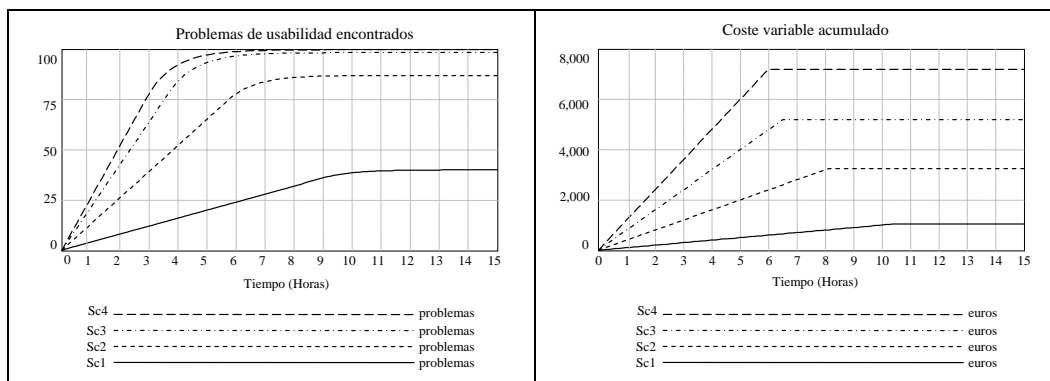


Fig. 2. Gráficas de las variables resultado para el Caso 1.

Las gráficas de resultados de evolución en el tiempo se pueden complementar usando una representación que sirva para comparar entre sí los resultados de los factores clave en los diferentes escenarios de un caso en una sola vista. Para ello, utilizaremos un tipo de representación en forma de triángulo donde cada eje representa un factor clave: coste, tiempo y calidad (respecto al número de problemas encontrados). Los valores finales han sido normalizados entre 0 y 1 con respecto a los resultados de cada caso de estudio para facilitar la comparación entre los diferentes escenarios. La figura 3 representa el triángulo de valores finales normalizados para el caso 1.

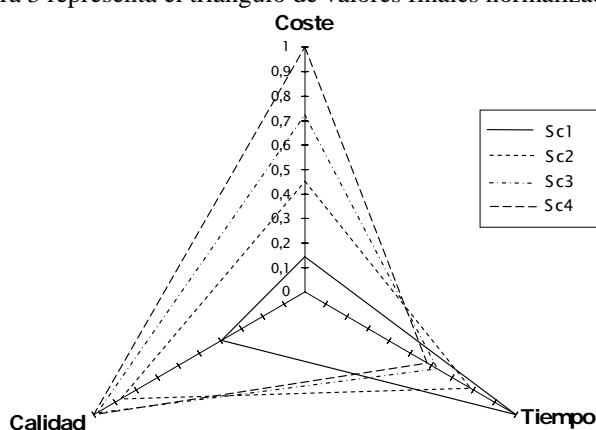


Fig. 3. Comparación de valores finales normalizados para el Caso 1.

La calidad o efectividad del método en el escenario Sc2 con respecto al Sc1 aumenta aproximadamente un 45%, disminuyendo un 20% el tiempo necesario. Se puede observar cómo para los dos últimos escenarios el único factor que sufre cambios significativos es el coste que aumenta en un 30% aproximadamente entre un escenario y otro. En este caso, la decisión de la organización descartaría el Sc4. La configuración final del equipo estaría determinada por los objetivos y restricciones de la organización o el proyecto concretos.

4.3 Caso 2

Descripción del Caso

El segundo caso se plantea suponiendo una organización que deseara incorporar evaluaciones de usabilidad en su proceso de desarrollo sin asumir costes elevados. Para ello se compararán los tres

niveles de experiencia en usabilidad utilizando el menor número de evaluadores posible para proporcionar unos resultados similares de calidad. En la tabla 3 se describen los escenarios de simulación.

Tabla 3. Descripción de escenarios para el Caso 2

Número de evaluadores	Nivel de experiencia	Nombre del escenario
4	1	Sc1
2	2	Sc2
1	3	Sc3

Resultados de la Simulación

En la figura 4 se muestran los resultados, respecto al tiempo, para las variables *problemas de usabilidad encontrados* y *coste variable acumulado* en el Caso 2. Podemos observar que no existen diferencias significativas en la variable de salida número de problemas encontrados. En el coste variable acumulado el escenario mejor sería el Sc3.

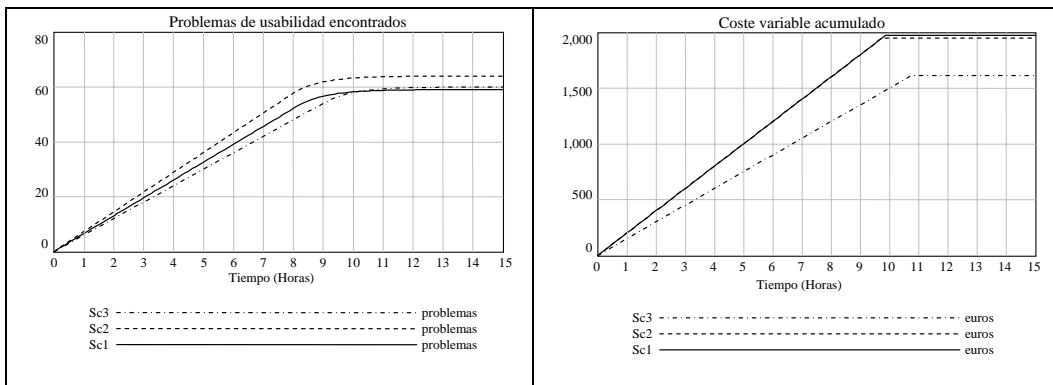


Fig. 4. Gráficas de las variables resultado para el Caso 2

En la figura 5 se puede observar el triángulo de valores normalizados para el caso 2.

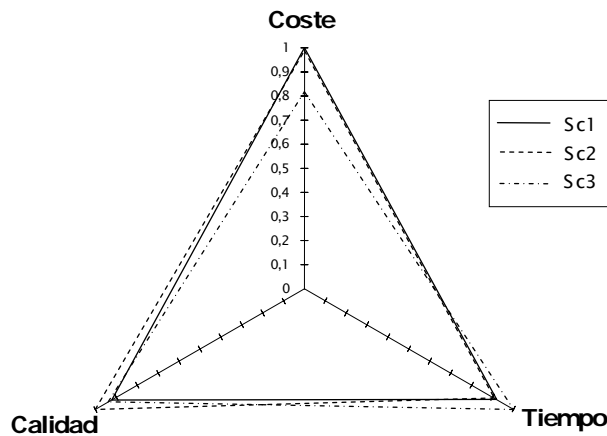


Fig. 5. Comparación de valores finales normalizados para el Caso 2.

Esta figura permite observar con más detalle que el escenario Sc3 mejora en un 20% los resultados para el coste respecto a los otros dos escenarios. Sin embargo, el escenario Sc2 mejora

en un 10% los factores calidad y tiempo. En función de aquellos factores que la organización considere más importantes la decisión estaría entre los escenarios Sc2 y Sc3.

4.4 Caso 3

Descripción del Caso

En el último caso supondremos una organización que va a realizar una evaluación de usabilidad utilizando un número fijo de evaluadores noveles y desea conocer el comportamiento del proceso, así como los resultados finales, si se incorporara un evaluador experto durante la evaluación. Para ello se realizarán diferentes simulaciones usando en todas 5 evaluadores noveles y en cada una se introducirá un evaluador experto con diferente dedicación. Utilizaremos 5 evaluadores noveles como número fijo por ser esta la cantidad de evaluadores recomendada en muchos de los estudios sobre el método de evaluación heurística de la usabilidad [16][18][20]. En la tabla 4 se describen los escenarios de simulación.

Tabla 4. Descripción de escenarios para el Caso 3

Nº evaluadores-Nivel 1	Nº evaluadores-Nivel 3	Dedicación - Nivel 3	Nombre del escenario
5	0	0	Sc1
5	1	1 horas	Sc2
5	1	2 horas	Sc3
5	1	3 horas	Sc4
5	1	total	Sc5

Resultados de la Simulación

En la figura 6 se muestran los resultados, respecto al tiempo, para las variables *problemas de usabilidad encontrados* y *coste variable acumulado* en el Caso 3. Observamos cómo se puede apreciar en los escenarios Sc2, Sc3 y Sc4 la introducción del evaluador experto en la tercera hora del proceso y cómo va variando el comportamiento de las variables resultado.

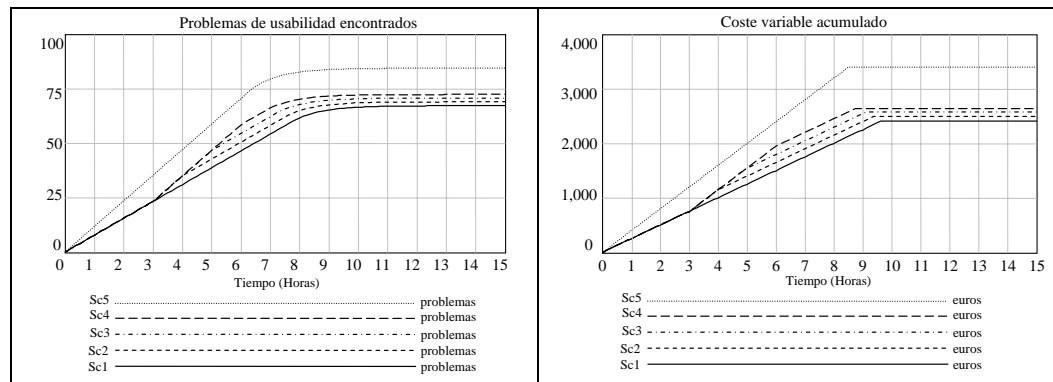


Fig. 6. Gráficas de las variables resultado para el Caso 3

En la figura 7 se puede observar el triángulo de valores normalizados para el caso 3. Los cambios en coste y calidad son pequeños, alrededor de un 2 ó 3%. El factor tiempo mejora casi un 20% entre el escenario Sc1 y el Sc4. La decisión, una vez más, dependerá de las circunstancias de la organización y el proyecto concretos.

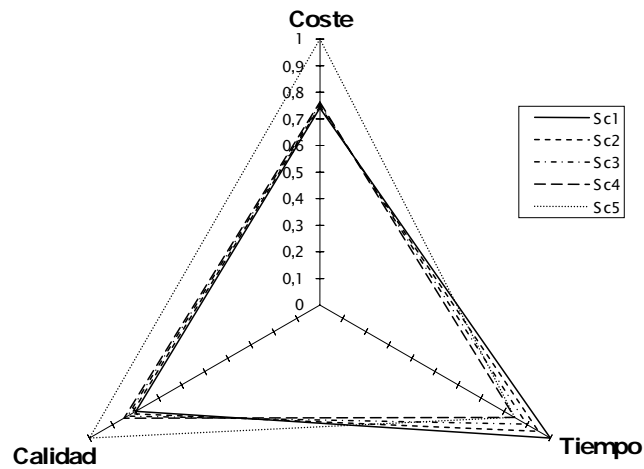


Fig. 7. Comparación de valores finales normalizados para el Caso 3.

5 Conclusiones

El presente trabajo ilustra la aportación que representan las técnicas de modelado y simulación para la ayuda a la toma de decisiones en la evaluación de la usabilidad. Para ello, se ha presentado la conceptualización de un modelo de simulación desarrollado previamente [7]. Dicho modelo ha sido depurado y mejorado para su uso como herramienta de ayuda a la toma de decisiones. El modelo representa la fase de detección de problemas en el proceso de evaluación de la usabilidad particularizado para la técnica de evaluación heurística o evaluación de expertos. Para ello se han usado las conclusiones de Nielsen y Landauer [17] respecto a la influencia del número y experiencia de los evaluadores en el número de problemas de usabilidad que es posible encontrar. El modelo de simulación desarrollado añade a estas conclusiones la posibilidad de proporcionar visibilidad en el proceso y experimentar diferentes políticas de gestión del mismo que ayuden a la toma de decisiones.

Se han planteado tres casos de uso de tres posibles supuestos que podrían darse en una organización que deseara aplicar evaluaciones de usabilidad en su proceso de desarrollo. Se han presentado las gráficas de resultados de evolución temporal de las variables así como de valores finales comentando los resultados obtenidos.

A continuación concluimos las aportaciones del modelo desarrollado en el ámbito de la toma de decisiones:

- Proporciona *visibilidad* en el proceso de evaluación de la usabilidad.
- Permite visualizar el efecto que los cambios en el número, experiencia y dedicación de los evaluadores tienen sobre los resultados de coste, tiempo y calidad del proceso.
- Permite mezclar evaluadores con diferente experiencia y diferente dedicación.
- Permite introducir cambios en los parámetros de entrada *durante* la simulación.
- El modelo es parametrizable siendo posible plantear cualquier otro caso de estudio situado en el dominio del modelo.

Como trabajo futuro se pretenden complementar las aportaciones en el ámbito de la evaluación de la usabilidad con el desarrollo de modelos de simulación de otros métodos de evaluación.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno de España y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) la subvención parcial de esta investigación a través de los proyectos TIN2007-67843-C06-04 y TIN2007-67843-C06-03.

Referencias

1. Abdel-Hamid, T., Madnick, S.: *Software Project Dynamics: An Integrated Approach*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ (1991)
2. Bias, R.G., Mayhew, D.J. (Eds.): *Cost-Justifying Usability. An Update for the Internet Age*, Morgan Kaufmann, San Francisco (2005)
3. Daly-Jones, O., Bevan, N., Thomas, C.: *Handbook of User Centered Design. IE2016 INUSE Deliverable D6.2.1 Version 1.31*. Serco Usability Services, National Physical Laboratory, Teddington, Middx, UK (2001)
4. Dumas, J.S., Redish, J.C.: *A Practical Guide to Usability Testing*. Rev. ed. Exeter, England, Portland, Or. , Intellect Books, c1999 (1999)
5. Hurtado, N., Ruiz, M., Torres, J.: *Modelado y Simulación como Herramienta para la Mejora de la Usabilidad*. En: *Actas de Interacción 2005*. Celebrado junto con el I Congreso Español de Informática, CEDI 2005, pp.385—389. Granada (2005)
6. Hurtado, N., Ruiz, M., Torres, J.: *Towards Interactive System Usability through Simulation Modeling*. In: *Proceedings of the 6th International Workshop on Software Process Simulation and Modeling, ProSim 2005*. Co-located with ICSE 2005. St. Louis, MO, USA (2005)
7. Hurtado, N., Ruiz, M., Torres, J.: *Modelado y Simulación de la Evaluación Heurística de la Usabilidad*. En: *Actas de las XI Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD 06*. pp 193--202. Sitges, Barcelona (2006)
8. Wang, Q., Pfahl, D., Raffo, D.M. (eds.) *Making Globally Distributed Software Development a Success Story*. *Proceedings of the International Conference on Software Process*. (co-located with ICSE 2008), *Lecture Notes on Computer Science*, Vol. 5007. Leipzig, Germany (2008)
9. Kellner, M.I., Madachy, R.J., Raffo, D.M.: *Software Process Simulation Modeling: Why? What? How?*. In: *The Journal of Systems and Software*, (46: 2), pp. 91--105 (1999)
10. Lindgaard, G.: *Usability Testing and System Evaluation*. London: Chapman & Hall (1994)
11. Madachy, R.J.: *A Software Project Dynamics Model for Process Cost, Schedule and Risk Assessment*. Ph.D. Dissertation. University of Southern California, Los Angeles, CA (1994)
12. Madachy, R.J.: *Software Process Dynamics*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, USA (2008)
13. Molich, R., Nielsen, J.: *Improving a Human-Computer Dialogue*. In: *Communications of the ACM*, (33:3), pp. 338--348. (1990)
14. Nielsen, J., Molich, R.: *Heuristic Evaluation of User Interfaces*. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. pp. 249--256. Seattle, WA, USA (1990)
15. Nielsen, J.: *Finding Usability Problems through Heuristic Evaluation*. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM CHI'92*. pp. 373--380. Monterey, CA, USA (1992)
16. Nielsen, J.: *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann (1993)
17. Nielsen, J., Landauer, T.K.: *A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems*. In: *Proceedings of the ACM INTERCHI'93 Conference*. Amsterdam, the Netherlands, pp. 206--213 (1993)
18. Nielsen, J.: *Heuristic Evaluation*. In *Usability Inspection Methods*. Nielsen, J. and Mack, R.L. (eds). John Wiley & Sons, New York, NY, pp. 25--62 (1994)
19. Sterman, J.D.: *Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill, (2000)
20. Virzi, R.A.: *Refining the Test Phase of Usability Evaluation: How Many Subjects is Enough?* In: *Human Factors*, (34:4), pp. 457--468 (1992)

Observación de Campo Colaborativo: Una Visión Colaborativa para la Evaluación de Usabilidad de Software

Carlos Fabián Parra¹, Andrés Fernando Solano¹, Yenny A Méndez¹ y César A Collazos¹

¹Grupo IDIS, Universidad del Cauca-Colombia, {cparra, afsolano, ymendal, ccollazo}@unicauca.edu.co

Abstract. La Usabilidad es definida como el grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso. En esta definición se puede identificar que se relaciona la usabilidad de un sistema a usuarios, necesidades y condiciones específicas. Con frecuencia las aplicaciones no han sido desarrolladas pensando en el usuario al cual va dirigida la aplicación. El problema radica en el desarrollo del producto, haciendo énfasis en la tecnología, en lugar del usuario, la persona para la cual está hecho el producto software. Existen muchos métodos para evaluar usabilidad, la ejecución de estos métodos permite introducir mejoras en la usabilidad de un producto software, prototipo o una versión definitiva de un sitio Web. El problema de estos métodos radica en que la mayoría se han diseñado para ser ejecutados en ambientes de trabajo individual. Este artículo presenta uno de los métodos de indagación para evaluar usabilidad de software, el método *Observación de Campo*, el cual se ha estructurado de forma colaborativa, con el fin de involucrar varias personas de diferentes áreas de experticia en su ejecución y mejorar significativamente la usabilidad del producto final.

Keywords: usabilidad, métodos de indagación, observación de campo, trabajo colaborativo, patrones de colaboración, thinklet.

1 Introducción

El software ocupa un lugar muy importante en diferentes aspectos de los personas, en sectores académicos, empresariales y demás lugares en los cuales la tecnología está inmersa. Existe gran cantidad de productos software con diferentes propósitos y “uno de los más relevantes indicadores que impiden el éxito de dichos productos se refiere a los problemas de usabilidad” [1]; esta situación puede presentarse debido a la incompatibilidad física y/o mental en la interacción entre el usuario y el sistema.

En muchas organizaciones, el proceso de desarrollo de software incluye personas de diversas áreas de experticia, tales como: arquitectos de software, diseñadores, desarrolladores, auditores, entre otros. La evaluación del software debería realizarse de manera similar e incluir un grupo de evaluadores interdisciplinarios, por ejemplo: expertos en usabilidad, arquitectos de información, diseñadores gráficos, psicólogos, etc. Realizar la evaluación de usabilidad es muy difícil sin la colaboración de otras personas, debido a que constantemente nos encontramos con actividades más complejas que requieren la experiencia de diversas personas.

Existen muchos métodos para evaluar la usabilidad de software, el gran inconveniente radica en que la mayoría de estos, han sido diseñados para ser utilizados en un ambiente de trabajo individual. Desde esta perspectiva, el artículo presenta una descripción del método de indagación: *Observación de Campo*, el cual se ha adaptado para que sea ejecutado de forma colaborativa, intentando que el proceso de evaluación de usabilidad de software se lleve a cabo de una forma más acertada.

El presente artículo se basa en el trabajo de grado: Métodos de Indagación Colaborativos para la Evaluación de Usabilidad de Software. El método de indagación: *Observación de Campo* se estructura de forma colaborativa (a través de la *Metodología para el diseño de procesos colaborativos*, propuesta en Ingeniería de Colaboración) con el objetivo de que se involucre varias personas durante su ejecución, buscando que se lleve a cabo su realización exitosa, para poder garantizar productos software usables por los usuarios.

En las secciones posteriores se presentan los resultados más representativos de la construcción del método *observación de campo colaborativo*, si se requiere de mayor detalle o complementar la información aquí presentada, se puede visitar el blog: <http://mindacola.blogspot.com>; en el cual se encuentra información detallada de método y del trabajo de grado mencionado anteriormente.

2 Desarrollo de la Metodología

Existen algunas metodologías que permiten el desarrollo de herramientas colaborativas y de proyectos colaborativos en educación [2]. Otras propenden por la interacción y la colaboración entre alumnos y tutores, a través del diseño efectivo de entornos de aprendizaje colaborativos; facilitando el intercambio de experiencias, los trabajos en grupo y las relaciones entre los participantes [2]. Sin embargo, son muy escasas las metodologías que permiten el diseño de procesos colaborativos.

Para estructurar el método *observación de campo* de manera colaborativa se adaptaron las diferentes fases de la *Metodología para el Desarrollo de Procesos Colaborativos* (citado en [3] tomado de [4]). Esta metodología se seleccionó debido a que ya se ha utilizado en el desarrollo de proyectos locales (en trabajos de grado del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca) e internacionales de gran impacto, además se puede adaptar de manera adecuada a las necesidades específicas del proyecto. Las fases de la metodología son las siguientes: Diagnóstico de los métodos de evaluación de usabilidad, Evaluación de la actividad, Descomposición de la actividad, Relación de thinklets, Documentación del diseño y Validación del diseño [5]. A continuación se describe cada una de las fases que componen la metodología.

En la Figura 1 se da una visión general de la metodología. Las cajas en gris ubicadas en la parte superior, son las entradas que se requieren en cada una de las fases y las cajas en azul ubicadas en la parte inferior, describen los entregables de cada fase.

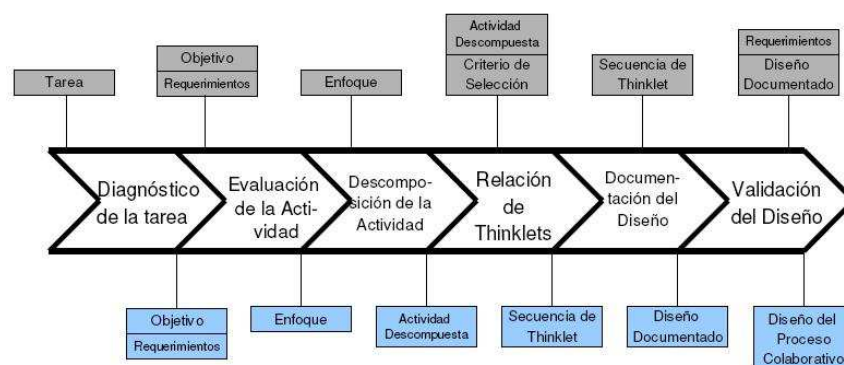


Figura 1. Metodología para el Desarrollo de Procesos Colaborativos (citado en [3] tomado de [4])

A continuación se presenta una descripción del procedimiento y la información sobre los resultados que se obtienen al finalizar cada una de ellas. Cabe mencionar que para efectos de presentación del artículo, en cada fase se dan a conocer algunos resultados representativos y en otros casos un ejemplo de los entregables obtenidos durante la investigación, específicamente los generados al trabajar con el método *Observación de campo*.

2.1 Fase 1. Diagnóstico de los métodos de evaluación de la usabilidad

En esta fase se identifican los objetivos, entregables y requerimientos de los métodos de evaluación de la usabilidad objeto de estudio para el presente proyecto. Los productos que se obtienen en esta fase son:

- Listado de algunos métodos de evaluación de la usabilidad que serán objeto de estudio.
- Descripción detallada de cada uno de los métodos de evaluación de la usabilidad de software.

En esta fase se obtuvo el listado de métodos que serán objeto de estudio: para ello, según el análisis de resultados de los cuestionarios aplicados a expertos (cuestionarios realizados con el fin de identificar cuales métodos de indagación son los más utilizados en la actualidad), se seleccionó el método *observación de campo*.

En la descripción detallada de cada uno de los métodos objeto de estudio, se incluyen los objetivos, entregables, requerimientos y demás características relevantes. En la Tabla 1 se presenta la descripción detallada del método *Observación de Campo*:

Tabla 1. Descripción detallada del método Observación de campo

Método: Observación de campo
<p>Objetivos</p> <p>Este método de evaluación tiene como principal objetivo entender cómo los usuarios de los sistemas interactivos realizan sus tareas y más concretamente conocer todas las acciones que éstos llevan a cabo durante la ejecución de las mismas [6]. Con ello se pretende capturar toda la información relacionada con las tareas y el contexto de su realización así como entender los diferentes modelos mentales que de las mismas tienen los usuarios [7].</p> <p>Entregables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lista de tareas sobre algunas funcionalidades del sistema. A cada una de las tareas se les describen los requerimientos para su ejecución, usuarios encargados de ejecutarlas, cómo y en qué condiciones las hacen. • Análisis de tareas a través de la experiencia global de los usuarios del sistema. <p>Requerimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuarios representativos del sistema. • Prototipos o sistema final. <p>Recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica o de vídeo. • Block de notas. <p>Etapas del proceso de desarrollo</p> <p>El momento más apropiado para realizar este método es durante el <i>Análisis de Requisitos</i>, ya que en esta etapa es necesario conocer los usuarios, las tareas y la forma cómo las ejecutan, el entorno de trabajo, la organización donde se utiliza el sistema objeto de estudio, etc. Además de ejecutar el método en la fase de <i>Análisis de Requisitos</i>, se podría realizar una vez el sistema se encuentre funcionando en la organización. La observación va a permitir hacer una evaluación de su funcionamiento real.</p> <p>Equipo de trabajo y roles</p> <p>Se sugiere que el equipo de trabajo responsable de la ejecución del método este formado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observadores expertos: son las personas encargadas de ejecutar el método y analizar la información recolectada. Además son quienes tienen el conocimiento y experiencia en la evaluación de usabilidad de software. • Usuarios potenciales del sistema. • Representante de la organización: persona de la organización que tiene conocimiento sobre la ejecución del método y formara parte durante el proceso.

2.2 Fase 2. Evaluación de la actividad

En esta fase se identifican las actividades generales que componen el método de evaluación de la usabilidad objeto de estudio. Esta fase tiene el siguiente producto:

- Secuencia de actividades generales que componen la ejecución del método de evaluación de la usabilidad.

Las actividades generales que componen el método *Observación de campo*, se han clasificado en tres fases que son: planeación, observación y análisis de resultados. La fase de planeación, incluye las actividades que se realizan antes de ejecutar la observación; la fase de observación se compone de las actividades que se realizan una vez el grupo de observadores se encuentra en el lugar donde se ejecutará el método; la fase de análisis de resultados incluye las actividades que se realizan posteriores a la observación. En las Tablas 2 a 4 se listan las actividades generales que componen cada fase. Cabe mencionar que el número asociado a cada una de las actividades identificadas en cada fase es sólo un identificador, no necesariamente indica la secuencia de ejecución de las actividades.

Tabla 2. Actividades de la fase de planeación

Fase de planeación	
Nº	Actividades/Descripción
1	Determinar con el representante de la organización cuál es el sistema a evaluar.
2	Identificar las funcionalidades del sistema que presentan mayor número de problemas de uso.
3	Seleccionar los lugares físicos de la organización en los cuales se podría llevar a cabo la observación a los usuarios mientras interactúan con el sistema.
4	Escoger usuarios representativos del sistema (de diversos lugares de trabajo).
5	Determinar fecha y hora de las observaciones.
6	Realizar una observación previa en la organización que guíe u oriente al grupo de observadores.
7	Elaborar las fichas de observación en las cuales, durante la fase de ejecución, se anotará en detalle todo cuanto acontece en el lugar de la acción.
8	Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados del lugar de la observación.
Integrantes del equipo de trabajo:	
<ul style="list-style-type: none"> • Observadores expertos. 	

Fase de planeación	
Nº	Actividades/Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> Representante de la organización.

Tabla 3. Actividades de la fase de observación

Fase de observación	
Nº	Actividades/Descripción
9	Tomar fotografías de las pantallas del sistema, del lugar de la observación y de los detalles que se estimen interesantes.
10	Desarrollo de la observación a los usuarios mientras interactúan con el sistema.
11	Preguntar o entrevistar a los usuarios acerca del uso del sistema para complementar la información recolectada durante la observación.
Integrantes del equipo de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> Observadores expertos. Representante de la organización. Usuarios potenciales del sistema. 	

Tabla 4. Actividades de la fase de análisis de resultados

Fase de análisis de resultados	
Nº	Actividades/Descripción
12	Análisis de los datos obtenidos y conclusiones.
Integrantes del equipo de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> Observadores expertos. Representante de la organización. 	

2.3 Fase 3. Descomposición de la actividad

Para realizar las actividades identificadas en la fase anterior, se estructuran los pasos que las componen en un conjunto de subactividades, las subactividades podrían requerir o no de trabajo colaborativo para su ejecución. Luego de obtener las subactividades se determinan cuales se realizarían de forma colaborativa, y “a cada subactividad definida como colaborativa se le asocia un patrón de colaboración” [4]. Adicionalmente, para cada una de las actividades colaborativas es necesario identificar los siguientes aspectos que se consideran útiles para su ejecución:

- Descripción: resumen general de la actividad.
- Entradas: recursos necesarios para ejecutar la actividad.
- Resultados esperados: lo que se pretende obtener una vez finalizada la actividad.
- Observaciones: aclaraciones o anotaciones para la ejecución de la actividad.
- Grupo: se describe el grupo de personas que va a realizar la actividad.
- Listado de patrones de colaboración con su respectiva justificación.

Productos de la fase:

- Lista de subactividades que componen las actividades generales.
- Justificación relacionada a la determinación si se puede o no ejecutar una actividad de manera colaborativa.
- Patrones de colaboración asociados a las actividades y la respectiva justificación de su selección.

Debido a la falta de criterios que permiten determinar si una actividad se puede realizar de manera colaborativa, se realizó una encuesta a los expertos con el fin de identificar que actividades del método *Observación de Campo* requieren trabajo colaborativo para su ejecución.

A partir de los resultados de la encuesta se determinó que actividades requieren trabajo colaborativo y se identificó un conjunto de *criterios para determinar si una actividad se puede realizar de manera colaborativa*. Adicional a los criterios que se obtuvieron mediante la encuesta, se identificaron otros, a partir de los *componentes esenciales del trabajo colaborativo* [5].

¹ Los patrones de colaboración definen la manera como los participantes de una actividad grupal van de un estado inicial a un estado final [8].

Observación de Campo Colaborativo: Una Visión Colaborativa para la Evaluación de Usabilidad de Software 5
 En las Tablas 5 a 7 se presentan las actividades de la fase de planeación que requieren trabajo colaborativo, posteriormente en la Tabla 8 se presentan las actividades de la fase de análisis de resultados que requieren trabajo colaborativo:

Tabla 5. Descomposición de la actividad: *Determinar fecha y hora de las observaciones.*

Nombre actividad: Determinar fecha y hora de las observaciones.		
Nº	Actividades/Descripción	Colaborativa
5.1	Fijar la fecha y hora de las observaciones.	SI
Participantes: Representante de la organización y observadores expertos.		
Tiempo de duración estimado: 30 minutos.		

Tabla 6. Descomposición de la actividad: *Realizar una observación previa en la organización que guíe u oriente al grupo de observadores.*

Nombre actividad: Realizar una observación previa en la organización que guíe u oriente al grupo de observadores.		
Nº	Actividades/Descripción	Colaborativa
6.1	Listar los objetos físicos ² y afloramientos ³ identificados en el lugar donde se realizará la observación.	NO
6.2	Determinar dónde situarse, cómo vestirse durante las observaciones (recordar que los observadores deben pasar desapercibidos) y cómo dirigirse a los usuarios cuando sea necesario.	NO
6.3	Determinar la lista mínima de ítems que se deben anotar en cada observación.	SI
6.4	Determinar si se necesitará algún tipo de material extra en las siguientes observaciones, por ejemplo: videocámaras, bloc adicional para notas complementarias, etc.	NO
Participantes: Observadores expertos.		
Tiempo de duración estimado: 160 minutos.		

Tabla 7. Descomposición de la actividad: *Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados del lugar de la observación.*

Nombre actividad: Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados del lugar de la observación.		
Nº	Actividades/Descripción	Colaborativa
8.1	Elaborar una lista de preguntas para hacer la entrevista.	SI
Participantes: Representante de la organización y observadores expertos.		
Tiempo de duración estimado: 70 minutos.		

Tabla 8. Descomposición de la actividad: *Análisis de los datos obtenidos y conclusiones.*

Nombre actividad: Análisis de los datos obtenidos y conclusiones.		
Nº	Actividades/Descripción	Colaborativa
12.1	Analizar la lista de tareas que realizan los usuarios sobre las funcionalidades del sistema que presentan mayor número de problemas de uso.	SI
12.2	Identificar problemas de usabilidad presentes en las funcionalidades del sistema.	SI
12.3	Generar recomendaciones para el rediseño de las funcionalidades del sistema que presentan problemas de usabilidad.	SI
12.4	Realizar conclusiones.	SI
Participantes: Representante de la organización y observadores expertos.		
Tiempo de duración estimado: 335 minutos.		

Posterior a la determinación, si las actividades requiere o no que se realicen de manera colaborativas, a cada una de estas actividades colaborativas se les asocia un (os) patrón (es) de colaboración. Para la selección del patrón de colaboración se tendrán en cuenta los subpatrones de cada uno de estos, los cuales se pueden relacionar con la actividad colaborativa en cuestión. Si la naturaleza de la actividad colaborativa tiene correspondencia con un subpatron, entonces se considera apropiada la asociación al patrón de colaboración que contiene dicho subpatron. Es importante recordar que a una actividad colaborativa compleja se le pueden asociar varios patrones de colaboración.

Ejemplo de asociación de patrones a una actividad colaborativa:

Actividad: Elaborar una lista de preguntas para hacer la entrevista.

² Los objetos físicos se refiere a objetos que están en uso en el lugar donde se llevará a cabo la observación, como por ejemplo: blocs de notas, formularios, informes, espacios, paredes, mesas, sillas, etc.

³ Los afloramientos se refiere a rasgos físicamente identificables que marcan o caracterizan el sitio, como por ejemplo el tamaño de los cubículos, tamaño de las pizarras y qué es lo que está escrito en ellas, tipos de uniformes, iluminación, etc.

6 Grupo IDIS, Universidad del Cauca-Colombia, {cparra, afsolano, ymendal, ccollazo}@unicauca.edu.co

- Realizar una lluvia de ideas para elaborar una lista de preguntas para entrevistar a los empleados del lugar de la observación. Aquí es necesario producir y compartir las preguntas que aportan los diferentes integrantes del grupo. Se establece que la asociación más pertinente es con el subpatrón de colaboración *Crear* del patrón *Generación*.

A partir del patrón *Generación* el grupo crea contenido, consiste en pasar de tener pocos a muchos conceptos que son compartidos por el grupo. El subpatrón *Crear* pertenece al patrón *Generación*, se entiende por producir y compartir nuevas ideas que no fueron previamente conocidas por los miembros del grupo [5].

- Eliminar la información redundante de la lista anterior. Aquí se requiere tener la esencia de los conceptos y eliminar redundancias. Se establece que la asociación más pertinente es con el subpatrón de colaboración *Resumir* del patrón *Reducción*.

A partir del patrón *Reducción* el cual permite mantener sólo la información que cumple con un determinado criterio o criterios, consiste en pasar de tener muchos conceptos a unos pocos que el grupo considere que requieren mayor atención. El subpatrón *Resumir* pertenece al patrón *Reducción*, captura la esencia de los conceptos sin eliminar conceptos únicos [5].

Tabla 9. Asociación de patrones a la actividad: *Elaborar una lista de preguntas para hacer la entrevista.*

Nombre actividad: Elaborar una lista de preguntas para hacer la entrevista.	
Actividades relacionadas: Ninguna.	
Descripción: Esta actividad consiste en elaborar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados del lugar de la observación que tratan con los usuarios observados o a los mismos usuarios.	
Entradas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Información detallada del prototipo o sistema a evaluar. • Información detallada de los empleados y usuarios a quienes se les realizara la entrevista. 	
Resultados esperados:	
<ul style="list-style-type: none"> • Lista de preguntas que permitan la recolección de información adicional y no redundante con respecto a problemas de usabilidad que se encuentren durante la observación. 	
Participantes: Observadores expertos y representante de la organización.	
Patrones	Justificación
Generación	Los observadores realizan una lluvia de ideas para elaborar una lista de preguntas la cual será compartida por el grupo.
Reducción	Generar un conjunto de preguntas que el grupo de observadores considere son las más importantes.

2.4 Fase 4. Relación de Thinklets

En esta fase se identifican los diferentes thinklets⁴ que ofrece cada patrón de colaboración. Luego de asignar los patrones de colaboración a las actividades colaborativas, se requiere asociar a cada patrón seleccionado un thinklet que se adecue a los procesos que conforman dicha actividad. Estos thinklets deben adecuarse a los recursos, al grupo y a las habilidades de las personas que ejecutaran las actividades colaborativas [9]. Esta fase tiene los siguientes productos:

- Lista de asociación de las actividades colaborativas con su respectivo thinklet.
- Justificación relacionada a la asociación del thinklet con la actividad colaborativa.

A continuación se presenta el procedimiento y un ejemplo representativo de la ejecución de esta fase.

La selección de un thinklet es una tarea difícil, pero se puede reducir la complejidad teniendo en cuenta los siguientes *aspectos para seleccionar los thinklets*.

⁴ Un thinklet constituye la unidad más pequeña del capital intelectual necesario para crear un patrón de la colaboración repetible y predecible entre las personas que trabajan hacia un objetivo [10].

Los thinklets se detallan completamente y son modificables. Pueden usarse para construir nuevos grupos de procesos, son recetas creadas para ser utilizadas por novatos, ya que son fácilmente aprendidos, recordados y pueden adaptarse fácilmente a un diseño de proceso (citado en [3] tomado de [11]).

- Criterios para decidir cuándo usar o no el Thinklet.
- Pasos que conforman el Thinklet.
- Mapa de selección [8].

En la Tabla 10 se presenta la relación de thinklets de la actividad colaborativa: *Elaborar una lista de preguntas para hacer la entrevista*. En esta tabla se muestra el número y nombre de la actividad colaborativa; una breve descripción de la actividad; los patrones de colaboración asignados; los thinklets relacionados a cada patrón con su respectiva justificación, teniendo en cuenta los *aspectos para seleccionar los thinklets*.

Tabla 10. Relación de Thinklets de la actividad: *Elaborar una lista de preguntas para hacer la entrevista*.

Nombre actividad: Elaborar una lista de preguntas para hacer la entrevista.		
Descripción: Esta actividad consiste en elaborar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados del lugar de la observación que tratan con los usuarios observados o a los mismos usuarios.		
Patrones	Thinklet	Justificación de selección del Thinklet
Generación	FreeBrainstorm	<ul style="list-style-type: none"> • Este thinklet permite a un grupo heterogéneo conocer y compartir rápidamente el conjunto de preguntas. • Los pasos de este thinklet se ajustan de forma adecuada al proceso que conforma la actividad.
Reducción	FastFocus	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de este thinklet permite obtener un listado de preguntas que el grupo considera más importantes, a partir de una actividad de lluvia de ideas. • Los pasos propuestos por este thinklet se ajustan adecuadamente al proceso que conforma la actividad. • La combinación de este thinklet con el anterior (freebrainstorm) es pertinente ya que en el mapa de selección el tipo de relación entre estos dos Thinklets se ha establecido como excelente.

2.5 Fase 5. Documentación del diseño

A partir de la información obtenida en las fases anteriores, se generan los elementos definidos en Ingeniería de Colaboración: Descripción del Proceso, Modelo de Facilitación del Proceso y Agenda Detallada [4].

2.5.1 Descripción del Proceso

Es un documento que presenta la información general relacionada con el proceso de diseño colaborativo generado. En la Tabla 11 se presenta la descripción del proceso para la actividad: *Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados en el lugar de la observación*.

Tabla 11. Descripción del proceso de la actividad: *Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados en el lugar de la observación*

Nombre actividad: Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados en el lugar de la observación.	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener información adicional con respecto a problemas de usabilidad que se identifiquen durante la observación.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de preguntas que permitan la recolección de información adicional y no redundante con respecto a problemas de usabilidad que se encuentren durante la observación.
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Información detallada del prototipo o sistema a evaluar. • Información detallada de los empleados y usuarios a quienes se les realizará la entrevista.
Visión General	Los responsables de ejecutar esta actividad son los observadores expertos y el representante de la organización. El representante de la organización proporciona la información correspondiente a los observadores para que estos elaboren la lista de preguntas.

2.5.2 Agenda Detallada

Es un documento que contiene parámetros, los cuales deben definirse para cada una de las actividades que forman parte del proceso diseñado, la agenda debe especificar toda la información relacionada con los thinklets identificados en el proceso diseñado. En la Tabla 12 se presenta la agenda detallada de la actividad: *Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados en el lugar de la observación*.

Tabla 12. Agenda detallada de la actividad: *Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados en el lugar de la observación*

Paso	Actividad	Entregable	Pregunta/Asignación	Thinklet y Patrón	Proceso Colaborativo	Tiempo Estimado
1	Elaborar una lista general de preguntas que permitan la recolección de información adicional y no redundante con respecto a problemas de usabilidad que se encuentren durante la observación.	Lista general de preguntas.	¿Qué preguntas se deberían realizar para recolectar información adicional?	FreeBrainstorm (Generación)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comunicar a cada uno de los observadores que tiene un espacio disponible en el cual puede adicionar preguntas que considere deben formar parte de la lista. 2. Motivarlos a que una vez hayan terminado de escribir las preguntas, envíen esta información a los demás integrantes del grupo. 3. Pedir que observen las preguntas identificadas por los demás observadores. Mientras las leen puede suceder lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar algún comentario respecto a la pregunta. • Estar inspirado para contribuir con una nueva pregunta. Si este es el caso, se les sugiere que al escribirla, la den a conocer al grupo. 4. Continuar moderando la actividad hasta que se llegue al límite de tiempo previamente determinado o hasta que ya no se tengan más comentarios. 	40 minutos
2	Seleccionar las preguntas más importantes para recolectar información adicional.	Lista de preguntas más importantes.	De la lista general de preguntas, seleccionar aquellas de mayor importancia.	FastFocus (Reducción)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informar que cada observador tiene un listado de preguntas (generado en el paso 1). 2. Invitarlos a que a partir de la información anterior, escojan aquellas que consideren son más importantes, esta información será ubicada en una lista pública. 3. Motivar a los observadores para que cada uno de ellos explique la pregunta en la menor cantidad de palabras como sea posible. 4. Una vez todos los observadores han realizado sus contribuciones, se propone: <ul style="list-style-type: none"> • Intercambiar las preguntas entre todos los observadores. • Que cada uno lea la nueva información e identifique si hay alguna pregunta que sea importante y no esté en la lista pública. • Generar una discusión respecto a las nuevas preguntas y en caso de ser necesario incluirlas en la lista pública. • Intercambiar nuevamente las preguntas, e invitar a los observadores a que observen si en la lista pública hace falta alguna pregunta. 5. Continuar el intercambio de preguntas hasta que las encontradas no resulten importantes para adicionarlas a la lista pública. 	30 minutos
Duración total estimada de la actividad						70
Observaciones generales:						
<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere que las preguntas realizadas por los observadores a los usuarios del sistema sean abiertas para complementar la información obtenida durante la observación, dichas preguntas serán formuladas para resolver dudas (preguntar sobre cómo realizan las tareas, y, al respecto: ¿esa forma es efectiva y funciona?, ¿otros lo hacen de una forma diferente?, ¿porqué?, etc.). • El número de entrevistados después de la observación será criterio de los observadores. 						

Es una representación gráfica que se utiliza para mostrar el flujo del proceso de manera más sencilla y simple, en el cual se ubican los diferentes elementos de las actividades que conforman el proceso diseñado (Ver Figura 2). En el Modelo de Facilitación se representa cada actividad en un rectángulo que se divide en cinco campos. En la parte superior izquierda se indica el número de secuencia, correspondiente con la agenda. El campo más grande contiene la descripción de la actividad. El campo a la izquierda tiene el nombre del patrón de colaboración asociado a la actividad. El nombre del thinklet se ubica en el campo superior y en la esquina superior derecha se ubica el tiempo estimado para realizar la actividad (citado en [3] tomado de [4]). En un MFP que tiene varias actividades, estas se conectan por medio de flechas, las cuales indican la dirección del desarrollo del proceso.

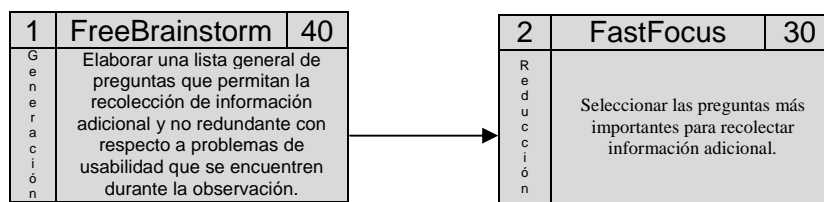


Figura 2. Modelo de facilitación del proceso de la actividad: *Preparar la lista de preguntas para entrevistar a los empleados en el lugar de la observación.*

2.6 Fase validación del diseño

A pesar que los thinklets tienen un resultado previsible, e incluso aunque se conoce el resultado de algunas combinaciones efectivas de thinklets, se hace necesario validar el método colaborativo diseñado. Cuando se realiza el diseño existen aspectos muy importantes que deben ser validados; entre ellos, la lógica de la secuencia de los thinklets, además es fundamental comprobar si el diseño reunirá todos los requisitos como el tiempo estimado. Por este motivo es importante realizar pruebas y validar el método diseñado. Se tienen cuatro formas para validar el diseño, las cuales son [4]:

- Prueba piloto: Se ejecutan los métodos de evaluación de la usabilidad colaborativos diseñados, como resultado de esta ejecución se debe evaluar la efectividad del proceso. El objetivo es verificar si la ejecución de los métodos se puede llevar a cabo en el tiempo estimado y con los recursos definidos.
- Recorrido: Con algunos de los participantes en la ejecución de los métodos de evaluación de la usabilidad colaborativos, se realiza la evaluación de los mismos, para identificar falencias y dificultades durante la ejecución.
- Simulación: El equipo de trabajo que diseñó los métodos de evaluación de la usabilidad colaborativos da respuesta a una serie de preguntas ¿Estos pasos son suficientes? ¿Está toda la información disponible? Esta validación prueba la lógica del diseño y si a cada paso se le creará verdaderamente el entregable requerido. Las respuestas servirán de referente para realizarle las mejoras respectivas.
- Revisión: Se genera discusión entre el equipo de trabajo y los potenciales usuarios que ejecutarán los métodos de evaluación de la usabilidad sobre los diseños realizados. Discutir el diseño con los colegas revelará diferentes perspectivas y métodos para el diseño, esto ayuda a identificar partes del diseño ineficientes.

Para la validación de este método inicialmente se aplicó la forma de validación: *simulación* puesto que permite al interior del grupo de diseñadores del método colaborativo realizar una serie de preguntas para probar la lógica del diseño y verificar que efectivamente se generen los entregables durante la ejecución paso. Actualmente se está realizando la *prueba piloto*, esta permite al equipo de diseñadores ejecutar el método colaborativo desarrollado, aunque dicha ejecución se realiza a una pequeña escala el equipo podrá identificar problemas en el diseño. Por lo anterior se tomó la decisión de no utilizar más formas de validación, puesto que en la discusión que propone la *revisión*, se podría pasar por alto asuntos importantes, y en el *recorrido* aunque son considerados los participantes relacionados con la ejecución del método, estos no ejecutan realmente el método diseñado. Los autores no pretenden elegir un método de validación sobre otro, simplemente se considera que con las dos formas de validación seleccionadas es suficiente para validar de forma correcta el método colaborativo diseñado.

3 Trabajo Futuro

El diseño del método *observación de campo colaborativo* está enmarcado en el desarrollo del trabajo de grado: Métodos de Indagación Colaborativos para la Evaluación de Usabilidad de Software, este proyecto pretende diseñar tres métodos de indagación de la usabilidad de forma colaborativa, estos son: *observación de campo*, *entrevista* y *grupo de discusión dirigido*. Como trabajo futuro se pretende diseñar de forma colaborativa los dos métodos restantes, con el fin de ofrecer a la comunidad herramientas adicionales que permitan el desarrollo de software más usable para los usuarios finales. También se pretende culminar la realización de la *prueba piloto* como forma de validación del método *observación de campo colaborativo*. Esta validación se realizará mediante la evaluación de usabilidad de un sitio Web, buscando formar un grupo de trabajo interdisciplinario para ejecutar la misma. Por último, y no menos importante, también se pretende la difusión de los métodos colaborativos diseñados.

4 Conclusiones

El método *observación de campo colaborativo* contribuirá en el desarrollo de software más usable para los usuarios finales. Dado que este método hace especial énfasis en el trabajo colaborativo, en dar la posibilidad de que varias personas participen durante la evaluación de la usabilidad de un producto software, esto genera ventajas sobre los métodos convencionales de la evaluación de la usabilidad al integrar la experiencia de diversas personas en el momento de realizar la misma. Al definir procesos colaborativos inmersos en las actividades que conforman el método de indagación para la evaluación de usabilidad de software, se espera que el método brinde las ventajas del trabajo colaborativo como: el desarrollo de conocimiento compartido, la aceleración de los flujos de información, la coordinación de los flujos de recursos para producir economías de costos y tiempos.

5 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; REVVIS Código 507AC0326 de CYTED; Health Education Network, financiado por el Conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro No. 490528/2007-4 y por LACCIR (Latin American and Caribbean Collaborative ICT Research federation) Grant R0308LAC001.

6 Referencias

- [1] Granollers, T., Llorens, J.: La ingeniería de la Usabilidad aplicada al diseño y Desarrollo de Entornos Web. Universidad de Lleida (2004)
- [2] Reina, L., Arévalo, M.: Metodología para la implementación de proyectos E-Learning. Universidad de Carabobo.
- [3] Jiménez, J., Méndez, Y.: 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 Pregrado Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad del Cauca (2007)
- [4] Kolfschoten, G.L., Vreede, G.J., Chakrapani, A.P., Koneri, P.: The Collaboration Engineering Approach for Designing Collaboration Processes. Proceedings of the 39 Hawaii International Conference on System Sciences. Delft University of Technology, University of Arizona (2006)
- [5] Solano, A.F., Parra, C.F., Collazos, C.A., Méndez, Y.A.: Generación de Métodos de Indagación Colaborativos para Evaluar Usabilidad de Software. Cuarto Congreso Colombiano de Computación 4CCC, Universidad Nacional Autónoma de Bucaramanga UNAB (2009)
- [6] Nielsen, J.: Usability Engineering. Mountain view. California (1993)
- [7] Objetivos del método de Observación de Campo, <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/introduccion.htm>
- [8] Kolfschoten, G.L., Vreede, G.J.: Thinklet Design Support Booklet (2006)
- [9] Kolfschoten, G.L., Briggs, R.O., Vreede, G.J.: Definitions in collaboration engineering. Proceedings of the 39 Hawaii International Conference on System Sciences. Delft University of Technology. University of Arizona (2006)
- [10] Chatterjee, S., Fuller, M.A., Sarker, S.: An Ethical Design Theory for ThinkLet-based Collaboration. Washington State University (2007)
- [11] Vreede, G.J., Briggs, R.O.: Collaboration Engineering: Designing Repeatable Processes for HighValue Co. Proceedings of the 38 Hawaii International Conference on System Sciences. Delft University of Technology. University of Arizona

Colaboratorio de Usabilidad: Un mecanismo para evaluación colaborativa de la usabilidad

César A. Collazos¹, William Giraldo², Maria L. Villegas², Alexandra Ruiz², Toni Granollers³, Yenny Méndez¹

¹Grupo IDIS, Universidad del Cauca-Colombia, {collazo,ymendal}@unicauca.edu.co,

²Grupo SINFOCI, Universidad del Quindío-Colombia,

{wjgiraldo,mvillegas,aruiz}@uniquindio.edu.co,¹

³Grupo GRIHO, Universidad de Lleida-España, tonig@diei.udl.cat

Abstract

La evaluación de la usabilidad de software es un proceso multidisciplinario. Gracias a la tecnología, es posible crear espacios en los cuales se pueda llevar a cabo este proceso de manera colaborativa, independientemente de la ubicación geográfica de los actores. En el presente artículo se da a conocer la propuesta sobre el desarrollo de un colaboratorio de usabilidad, en el cual se integran los recursos, los artefactos y las personas necesarias para llevar a cabo dichos procesos de evaluación colaborativa de forma distribuida.

Keywords: colaboratorio, evaluación colaborativa de la usabilidad, procesos colaborativos

1 Introducción

La evaluación de la usabilidad es un proceso crucial dentro del desarrollo de los proyectos software [8]. Existen algunas iniciativas particulares para desarrollar test de usabilidad, principalmente por parte de empresas desarrolladoras de software e instituciones que cuentan con los recursos requeridos para realizar este tipo de actividades. Sin embargo, para realizar la evaluación de la usabilidad de software se requiere de la participación de varias personas [5], por ejemplo: profesionales en Interacción Persona Ordenador (IPO) ó Interacción Humano Computador (HCI, por sus siglas en inglés *Human Computer Interaction*), diseñadores, expertos en usabilidad, arquitectos de información, expertos en diseño centrado en usuarios, etc. En la mayoría de los casos, estos expertos no se encuentran en la misma zona geográfica. El hecho de no contar con este recurso humano puede hacer que los resultados de las evaluaciones sean poco acertados o incompletos y además que exista poca retroalimentación desde la perspectiva de las diferentes disciplinas.

Si bien es importante contar con los recursos hardware y software requeridos por los laboratorios de usabilidad, también lo es el hecho de especificar roles, recursos,

artefactos, manuales y herramientas software que soporten la administración y ejecución de los procedimientos, evaluaciones y flujos de procesos llevados a cabo en los laboratorios de usabilidad. Estos elementos deben ser integrados en un framework, el cual soporte todos los procesos y actividades involucradas en esta dimensión de la calidad del software.

De igual forma, es importante anotar que existen diversas técnicas para evaluar la usabilidad de un producto software y cada institución utiliza diversos mecanismos para realizar dichas evaluaciones [1]. Es a través de un entorno de trabajo colaborativo que el proceso pueda ser realizado de forma más adecuada, intentando aunar las experiencias y conocimiento de cada uno de los actores. Es por esta razón que se plantea la creación de un colaboratorio que defina y permita administrar las herramientas, artefactos y mecanismos que soportan los procesos de evaluación de la Usabilidad de Aplicaciones Software.

El término colaboratorio fue propuesto inicialmente por William Wulf, resulta de la combinación de “colaboración” y “laboratorio” y describe un “centro sin paredes” en el cual los investigadores pueden realizar sus investigaciones sin tener en cuenta la ubicación geográfica, interactuando con sus colegas, accediendo a instrumentación, compartiendo información y recursos computacionales y accediendo a información en librerías digitales (citado en [12] tomado de [13]). Es un centro de investigación o un laboratorio distribuido, en el cual, a partir de las posibilidades que se presentan con las tecnologías de la información y las comunicaciones, los científicos que se encuentran a grandes distancias puedan trabajar en conjunto en un mismo proyecto [9]. El fundamento central de un colaboratorio es que cualquiera que esté interesado puede aportar sus conocimientos, experiencia o puntos de vista, independientemente del lugar donde se encuentren las personas, ya que lo que interesa es la construcción de mapas de conocimiento colectivo en permanente desarrollo.

La siguiente sección describe la importancia de la creación de colaboratorios. Posteriormente, se describe el modelo de integración propuesto para formar el primer colaboratorio de usabilidad en el Sur Occidente Colombiano, con la participación de un grupo de Investigación Internacional. Finalmente se presentan algunas conclusiones y trabajo futuro.

2 Importancia de los Colaboratorios

Actualmente, los colaboratorios están emergiendo como una nueva opción para organizar la actividad científica, tal y como se expresa en los diferentes proyectos exitosos realizados por la Universidad de Michigan [2]. La implantación y funcionamiento de los colaboratorios permiten compartir el acceso a instrumentos e información relacionados con diferentes fenómenos y temas estudiados por los investigadores involucrados, sin tener en cuenta su localización geográfica. Esto es posible gracias a que el software utilizado para tal fin ha proporcionado a los investigadores la capacidad y facilidad de estar en la red e interactuar con otros investigadores; además, los colaboratorios facilitan que los investigadores ahorren tiempo y esfuerzo, simplificando la forma en la que se recopila la información [3] y con ello, conseguir resultados mejores y más eficientes.

Debido a su éxito, varias organizaciones se han mostrado interesadas y están planteando proyectos para su desarrollo y financiación, con el fin de avanzar más rápido en el tema de estudio [3].

Según [3] y [4] el trabajo colaborativo a través de redes de alta velocidad que involucran laboratorios, ha comenzado a ser un desafío para la forma en que los científicos hacen investigación, ya que la interacción entre los involucrados hace que este proceso de trabajo sea notoriamente distinto a la investigación científica realizada en el pasado. En cualquier caso, es evidente que el futuro de la investigación científica dependerá cada vez más de la interrelación entre laboratorios y la computación en rejilla (*grids*). En este sentido, se pueden observar muchos proyectos, los cuales han aportado resultados interesantes y que involucran *grids* para procesamiento de datos [4].

En la mayoría de los casos, la evaluación de la usabilidad integra el trabajo de personas con diferentes perfiles, las cuales usualmente se encuentran dispersas geográficamente. Teniendo en cuenta esta situación problemática es posible aplicar el concepto de lo que es un laboratorio a los procesos relacionados con la evaluación de la usabilidad, con el fin de presentar resultados más eficientes.

3 Descripción del Laboratorio de Usabilidad Propuesto

La ejecución de este proyecto permitirá la creación de un laboratorio de usabilidad a partir de los recursos tanto humanos como físicos que aportarán y compartirán los nodos involucrados, los cuales utilizarán las redes RENATA (Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada), CLARA (Cooperación Latino Americana de Redes Avanzada) y GEANT (Red Europea Avanzadas) como medio de comunicación y de enlace de los recursos disponibles. Estos recursos estarán distribuidos geográficamente, permitiendo así, realizar evaluaciones de forma remota desde cualquiera de los nodos.

Adicionalmente, se construirá un framework para la evaluación de la usabilidad de aplicaciones software que esté soportado en este laboratorio. A través del framework se podrán evaluar de forma colaborativa diferentes aplicaciones software definidas para un dominio específico. De igual forma, el laboratorio contará con los componentes necesarios para aplicar este tipo de técnicas al dominio de aplicaciones especificado. Finalmente, el framework permitirá especificar e integrar roles, recursos, artefactos, manuales y herramientas software que soporten la administración y ejecución de los procedimientos, evaluaciones y flujos de procesos llevados a cabo en el laboratorio de usabilidad, además de ser una guía en el "Qué Hacer" del mismo.

Dado que el desarrollo del proyecto está basado en el trabajo colaborativo, se busca fortalecer los procesos de evaluación de la usabilidad de software donde la colaboración tiene especial importancia. Con ella se busca coordinar toda una serie de actividades que propendan por la comunicación, la coordinación y la negociación, con el fin de aumentar la productividad, de esta manera, el trabajo colaborativo tiende a "maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo y de información" [11].

3.1 Modelo de integración del Laboratorio de Usabilidad

Para el desarrollo del laboratorio de usabilidad, se propone un modelo de integración, en el cual se define una infraestructura arquitectónica común para la evaluación de la usabilidad de las aplicaciones software, además de diseñar e implementar técnicas de evaluación colaborativas [6].

El laboratorio de usabilidad propuesto, tiene una estructura básica formada por tres nodos, que para este caso específico son los grupos de investigación SINFOCI de la Universidad del Quindío, IDIS de la Universidad del Cauca y GRIHO de la Universidad de Lleida (Cataluña, España). Adicionalmente, se cuenta con las redes CLARA y GEANT que proporcionarían la conectividad adecuada entre las instituciones participantes. En la figura 1 se presenta la estructura básica del laboratorio de usabilidad propuesto.

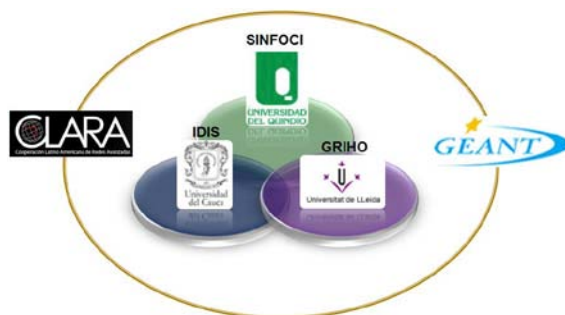


Figura 1. Estructura básica del laboratorio de usabilidad

3.2 Nodos del laboratorio

Un laboratorio debe formarse necesariamente por personas que trabajen en busca de objetivos comunes, como es el caso del laboratorio de usabilidad propuesto, en el cual los grupos de investigación que forman parte, tienen por objetivo realizar evaluaciones colaborativas de usabilidad, con la característica especial de que los integrantes se encuentran geográficamente en lugares diferentes.

Cada nodo participante cuenta con recursos físicos y humanos, que al ser integrados al laboratorio, se pueden potencializar mediante la ejecución de los procesos inmersos en el mismo. Por ejemplo, la Universidad del Quindío cuenta con un laboratorio de usabilidad consolidado, el cual ha dado soporte a la definición de asignaturas electivas, así como a la ejecución de proyectos de investigación y consultorías empresariales en el área de IPO. La universidad del Cauca ha desarrollado una serie de modelos de evaluación colaborativas y cuenta con experiencia en la evaluación de usabilidad. El grupo GRIHO de la Universidad de Lleida cuenta con un amplio conocimiento en metodologías de evaluación de usabilidad, una metodología propia de diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario [5], y dispone desde hace unos años de su propio laboratorio de usabilidad equipado con software y hardware de última generación.

3.3 Redes de comunicación

Con el surgimiento de Internet comercial y su crecimiento explosivo se ha creado la necesidad de evolucionar a diferentes tipos de redes para ser usadas específicamente por las comunidades académicas y de investigación en cada país, a fin de permitir que docentes e investigadores tengan la posibilidad de colaborar en aplicaciones altamente demandantes de ancho de banda (por ejemplo: educación a distancia, transferencia de gran cantidad de información, acceso a equipos remotos, telemedicina, etc.), sin competir por este recurso con las aplicaciones de carácter comercial.

Esto ha llevado a generar redes avanzadas de participación regional que permiten enfrentar los desafíos del avance científico y tecnológico y su aplicación en el desarrollo industrial mediante la coordinación de científicos y técnicos distribuidos en más de una nación y también con empresas e industrias demandantes de nuevos conocimientos para la aplicación de los mismos en su ámbito. Actualmente las universidades colombianas que hacen parte de este proyecto (Universidad del Quindío y Universidad del Cauca), pertenecen a *RENATA*, gracias a esta red, es posible hacer uso de la Red CLARA con el fin de establecer conexión con la Universidad de Lleida a través de la Red Europea GEANT de tal forma que se pueda integrar la infraestructura de cada sitio y aprovechar los beneficios que brindan las redes académicas de alta velocidad, para que se garantice la ejecución de las actividades tanto globales como individuales.

3.4 Áreas de énfasis del Colaboratorio

La implantación del colaboratorio estará basada en las siguientes áreas de énfasis:

Procesos de desarrollo centrados en el usuario: Se pretende a través de esta área, hacer una definición colaborativa de las metodologías existentes más relevantes para el desarrollo de aplicaciones con el carácter usable. Entre ellas encontramos las siguientes:

- **Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad (MPIU+a) [5]:** Este modelo integra la ingeniería del software, la Interacción Persona Ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinarios. Se presenta un marco de desarrollo de sistemas interactivos que integra los procesos y métodos de la Ingeniería del Software con las bases de la Ingeniería de la Usabilidad, el conocimiento de la Interacción Persona Ordenador y las bases actuales del desarrollo de aplicaciones accesibles. El objetivo de este modelo del proceso es ofrecer una metodología concisa para que los equipos de desarrollo multidisciplinarios sean capaces de implementar sistemas usables y accesibles para todas las personas.
- **Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo de software [14]:** Este marco de integración permite al equipo de desarrollo de software acceder a una selección de técnicas de evaluación de la usabilidad estructuradas adecuadamente, para que sean integradas en el proceso de una organización con escasa o nula experiencia previa en el tratamiento de la usabilidad. El único requisito para el proceso de desarrollo en el que se

quisiera integrar la usabilidad es que tenga un carácter iterativo. Este trabajo aporta una recopilación de técnicas y actividades relacionadas a la IPO de tal manera que sea posible integrarlas en el proceso de desarrollo de software.

Evaluación colaborativa de usabilidad de software: Esta área está enfocada a definir y estructurar las técnicas de evaluación de la usabilidad más comunes de forma colaborativa. El laboratorio contará con una serie de herramientas para la gestión de los artefactos utilizados en las pruebas y con otras herramientas para dar soporte a la realización de las mismas. Para lograr esto, se hace necesario la definición de estrategias para la colaboración, que permitan redefinir las técnicas de evaluación de usabilidad existentes, de tal forma que se puedan aplicar en ambientes colaborativos. Actualmente, en la Universidad del Cauca se están definiendo las pruebas de indagación de forma colaborativa y en la Universidad del Quindío se están definiendo las pruebas de inspección y test de forma colaborativa; es necesario entonces implementar mecanismos para la integración de los resultados de estos trabajos de tal forma que puedan hacer parte de la estructura conceptual del laboratorio.

Gestión y administración del laboratorio: Se definirán una serie de mecanismos administrativos orientados a soportar los servicios ofrecidos por el laboratorio de tal forma que éste funcione correctamente. Esta área de énfasis es importante y necesaria para que posteriormente se pueda optimizar el modelo del laboratorio y se plantee como fuente de conocimiento que pueda ser socializado.

4 Propuesta de Framework para el Laboratorio

El Laboratorio de Usabilidad estará soportado por un framework, el cual permitirá definir de una forma transversal la administración de las herramientas, artefactos y mecanismos relacionados a los procesos del laboratorio. Este framework tiene dos componentes, uno conceptual y otro tecnológico, el componente conceptual tiene como elementos la definición de las técnicas colaborativas de evaluación de la usabilidad y los aspectos relacionados a la gestión y administración propios del laboratorio. Los elementos que conforman el componente tecnológico son las herramientas software requeridas para llevar a cabo las técnicas colaborativas de evaluación de la usabilidad, herramientas para la administración y gestión del laboratorio. En la figura 2 se presentan los componentes y sus respectivos elementos. Como elemento transversal estarán los Procesos de Desarrollo Centrados en el Usuario.



Figura 2. Componentes del framework que soporta el colaboratorio

4.1 Componente Conceptual

Definición de técnicas colaborativas de evaluación de la usabilidad. Para la definición de las técnicas colaborativas de evaluación de la usabilidad, la metodología seleccionada es la Metodología para el Desarrollo de Procesos Colaborativos propuesta por los investigadores de Ingeniería de Colaboración [7]. La metodología se ha adaptado a las necesidades específicas del proyecto y se compone de las siguientes fases [7]:

- a) Diagnóstico de las técnicas métodos de evaluación de usabilidad: Se identifican los objetivos, entregables y requerimientos de las técnicas.
- b) Evaluación de la actividad: Se identifican y evalúan cada una de las actividades que conforman la técnica. La evaluación consiste en determinar si la técnica propone una forma de realizar las actividades, en caso de ser así, se determina si las actividades se pueden llevar a cabo de manera colaborativa.
- c) Descomposición de la actividad: En esta fase se generan las Actividades Colaborativas a partir de las actividades identificadas en la fase anterior. Las Actividades Colaborativas se descomponen, a través de la asociación con patrones de colaboración a cada una de las subactividades que la conforman. Los patrones de colaboración se han establecido en la Ingeniería de Colaboración, a partir de las investigaciones realizadas a los grupos de trabajo, sobre los comportamientos similares que se dan entre los integrantes, cuando trabajan juntos para alcanzar objetivos comunes [10]. Adicionalmente, en esta fase se establecen diferentes aspectos útiles para el desarrollo de las actividades, entre ellos se encuentran la descripción, los recursos necesarios para el desarrollo, los productos obtenidos, aclaraciones o anotaciones para la ejecución en caso de que sea necesario y el grupo de personas responsables de realizarla
- d) Fase relación de thinklets: Se identifican los *thinklets* que guían al equipo de trabajo en la ejecución de las actividades que componen la técnica de evaluación de la usabilidad. Los *thinklets* se han creado a partir de la necesidad de identificar la forma en que los patrones de colaboración establecidos, deben ejecutarse.

- e) *Fase documentación del diseño*: Se documenta la información obtenida en las fases anteriores, en los elementos definidos en la Ingeniería de Colaboración: Descripción del Proceso, Modelo de Facilitación del Proceso y Agenda Detallada [7].
- f) *Fase validación del diseño*: Las técnicas colaborativas de evaluación de usabilidad se validaran en el laboratorio.

Definición de procesos administrativos. Está orientado a definir una serie de mecanismos administrativos para dar soporte a la realización de pruebas de evaluación de usabilidad, entre los cuales podemos mencionar: configuración del entorno para cada tipo de prueba, el cual comprende, entre otros aspectos asegurar que las instalaciones sean accesibles, preparar los materiales para las pruebas, instalar y probar la configuración que necesitan los participantes, familiarizarse con la tecnología de apoyo y realizar pruebas piloto; coordinación del trabajo realizado por los diferentes actores involucrados en la evaluación, mantenimiento de la infraestructura tecnológica y física del laboratorio.

Especificación de mecanismos de administración para los artefactos generados en el proceso de desarrollo centrado en el usuario para aplicaciones software. Durante el proceso de desarrollo de software es necesario definir mecanismos que permitan que los recursos sean óptimamente utilizados. Dichos mecanismos contemplan la definición de un sistema de procedimientos, prácticas, tecnologías y conocimientos del tema que permiten la planificación, organización, designación de personal, dirección y control necesarios, para manejar con éxito un proyecto de ingeniería de software. Este elemento del componente conceptual del framework del laboratorio está diseñado entre otros objetivos, para establecer políticas de administración de los recursos críticos que se requieran utilizar en el momento de realizar las pruebas entre los grupos participantes.

4.2 Componente Tecnológico

Herramientas software colaborativas para tipos de prueba. Este tipo de herramientas permitirán soportar el proceso de evaluación colaborativa, de tal forma que su ejecución pueda ser realizada de forma automática y rápida y a través de su uso se puedan implementar las técnicas colaborativas de evaluación de usabilidad diseñadas. Dada la importancia de que en los proyectos de software se incorporen y se tengan en cuenta aspectos de usabilidad, surge la necesidad de crear estrategias y herramientas para llevar estas prácticas a entornos colaborativos de modo que se facilite la aplicación de este tipo de pruebas.

Herramienta software colaborativa para la administración de los artefactos generados en el proceso de desarrollo centrado en el usuario y de los recursos que harán parte del laboratorio de usabilidad. Esta herramienta permitirá la gestión de la documentación, recursos, pruebas con usuarios, prototipos y la administración del recurso humano. Como complemento a lo anteriormente mencionado, permitirá la administración de tiempos y tareas, a través de Diagramas de Gantt y Pert, generar informes de alerta en posibles retrasos de tiempo o abuso de los recursos estimados, de acuerdo a una línea base originalmente planteada en el proceso de desarrollo. Esta herramienta soporta el elemento del componente

conceptual en el cual se especifican los mecanismos de administración para los artefactos generados en el proceso de desarrollo centrado en el usuario para aplicaciones software.

Plataforma de integración parte conceptual y desarrollo tecnológico. Una vez generados los componentes conceptuales y tecnológicos, se integrarán en una plataforma que se constituye en el marco de trabajo, a partir del cual se desarrollarán todas las actividades propias del laboratorio. Esta plataforma permitirá difundir los resultados de la investigación, a su vez servirá como guía de implementación para otros laboratorios y para dar apoyo a las actividades propias de los laboratorios de usabilidad.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

El artículo describe una propuesta concreta de creación de un laboratorio para el ámbito de la usabilidad en entornos colaborativos. En el laboratorio de usabilidad se realizarán pruebas soportadas en una infraestructura tecnológica de hardware, software y recursos humanos. En el laboratorio convergen una serie de actores comprometidos, entre otras cosas, con la generación y difusión de conocimiento en el área de HCI con un alto impacto social, debido a la búsqueda continua de estrategias que promuevan un trabajo colaborativo efectivo entre los actores, utilizando la infraestructura del laboratorio, que dé soporte a las empresas, en la implantación de laboratorios o en realización de este tipo de pruebas y a grupos de investigación en el desarrollo del conocimiento de la ingeniería de la colaboración.

La implantación del laboratorio de usabilidad es un punto de partida para la definición de proyectos que impulsen la consolidación de una red de investigadores que trabajen sobre temáticas relacionadas a la colaboración y su aplicación en la Interacción Humano Computador y que permitan desarrollar una cultura en la comunidad académica y empresarial, basada en el Diseño Centrado en el Usuario, donde la usabilidad sea un elemento esencial del proceso de desarrollo de los productos software. Se espera que la creación de este laboratorio permita generar un espacio de intercambio, reflexión y creación colectiva en torno a los temas de usabilidad.

Con la ejecución de este proyecto se espera contribuir con la integración de otros laboratorios de usabilidad existentes a nivel nacional e internacional, y brindando acceso a su infraestructura física y de recurso humano. De esta manera se fortalecerá la línea de investigación de ingeniería de software específicamente el área de usabilidad y se fomentará la formación de expertos en dicha área a nivel regional, nacional e internacional, además de fortalecer las alianzas entre los grupos de investigación participantes y ser un punto de partida para la formulación de nuevos proyectos de investigación en el área y para consolidar el primer laboratorio de usabilidad del Sur Occidente Colombiano.

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 Colaboratorio de usabilidad, código 111345221103 de Colciencias; REVVIS Código 507AC0326 de CYTED; Health Education Network, financiado por el Conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro No. 490528/2007-4.

Referencias

- [1]. Claros, I., Collazos, C., Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web: Experiencia Colombiana, Interacción 2006, pp. 159-167, Nov. 2006.
- [2]. Gary M., Olson, S. T., Matthew, J., Bietz, AND Derrick, L. Collaboratories to Support Distributed Science: The Example of International HIV/AIDS Research. Proceedings of SAICSIT, University of Michigan, 2002.
- [3]. Machal-Cajigas, A. El colaboratorio: Un nuevo enfoque hacia la investigación científica., Abril, 2004.
- [4]. Ortiz, D. H. B. and L. A. F. Bocanegra. De Arpanet a la red universal digital. Manizales, Seminario de formación de docentes de ACOFI, 2007.
- [5]. Granollers, T., 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, Tesis Doctoral, Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, Universitat de Lleida, 2004.
- [6]. Solano, A., Parra, C., Collazos, C., Méndez, Y., Generación de Métodos de Indagación Colaborativos para Evaluar Usabilidad de Software, IV Congreso Colombiano de Computación, Abril, 2009.
- [7]. Kolfshoten, G.L.; Vreede, G.J.; Chakrapani, A. P.; Koneri, P. The Collaboration Engineering Approach for Designing Collaboration Processes. Proceedings of the 39 Hawaii International Conference on System Sciences. Delft University of Technology, University of Arizona. 2006.
- [8]. Nielsen, J., Usability Engineering, Academic Press, 1993.
- [9]. Hacia las sociedades del conocimiento. ISBN 92-3-304000-3, 2005.
- [10]. Vreede, G.J., and Briggs, R.O., Collaboration Engineering: Designing Repeatable Processes for High Value Co. Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences, Delft University of Technology, University of Arizona, 2005.
- [11]. Lucero, M.M. Revista Iberoamericana de Educación, Entre el Trabajo Colaborativo y el Aprendizaje Colaborativo. Facultad de Ciencias Físico-matemáticas y Naturales, 2004.
- [12]. Kouzes, Richard T, Myers, James D., Wulf, William A. Collaboratories: Doing science on the Internet, IEEE Computer, 1996.
- [13]. V.G. Cerf et al., National Collaboratories: Applying Information Technologies for Scientific Resear, National Academy Press, Washington, D.C., 1993.
- [14]. Ferré G. X. Tesis doctoral Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo de software. Universidad Politécnica de Madrid, 2005.

Análisis y monitoreo de la interacción en entornos colaborativos mediante el uso de SNA

Freymam A. Vallejo[§], César A. Collazos[§], Natalia Padilla Zea[‡], Jorge Ortiz Romo[§]

[§] Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca. Colombia.

[‡] Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada. España.

fvallejocruero@unicauca.edu.co, ccollazo@unicauca.edu.co,
npadilla@ugr.es, jorgeortiz@unicauca.edu.co

Abstract.

El Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador (CSCL, Computer Supported Collaborative Learning), aunque muy útil, aún enfrenta muchos problemas que no pueden ser ignorados. Desarrolladores, investigadores y docentes están tratando de contribuir a resolver estos problemas y buscando alcanzar los desafíos que siempre están presentes en el diseño e implementación de entornos CSCL. El Análisis de Redes Sociales (SNA) brinda herramientas para el análisis y monitoreo de actividades de CSCL, ya que estas implican interacciones sociales entre los actores de la actividad de aprendizaje y los métodos formales de SNA ofrecen formas más fáciles de analizar las dinámicas de interacción. Teniendo la información correcta, producto del Análisis de las Interacciones obtenida mediante métodos de SNA, mejoraría las posibilidades de identificación de situaciones donde se puedan resolver problemas o mejorar procesos colaborativos, ya sea haciendo uso de la reflexión de los resultados, la reasignación de tareas o presentando sugerencias y recomendaciones a los actores. Teniendo en cuenta lo anterior, proponemos el uso de métodos de SNA para la definición de indicadores y métricas que permitan evaluar las interacciones en los ambientes CSCL buscando al final mejorar el proceso de colaboración.

Keywords: *Análisis de Redes Sociales (SNA), Análisis de Interacciones (IA), Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador (CSCL), Mejora de la colaboración.*

1 Introducción.

CSCL puede ser definido como un trabajo en conjunto, basado en la sinergia de los participantes, para alcanzar objetivos comunes de aprendizaje por medio del computador, siendo así un proceso complejo de planificar y ejecutar [1][2]. CSCL involucra en sí mismo distintas áreas del conocimiento como la pedagogía, la informática, las comunicaciones, la sociología y la estadística, por mencionar algunas. Por otro lado, surgen nuevas áreas de investigación que convergen entre sí, como es el caso del Análisis de las Redes Sociales (SNA, Social Network Analysis) y el Análisis de la Interacción (IA, Interaction Analysis).

Cada vez son más las actividades en las que individuos o grupos geográficamente dispersos deben enfrentarse a objetivos comunes [3]. En este ámbito, el análisis y monitoreo del proceso de aprendizaje colaborativo toma gran importancia [4][5], ya que se presenta como un mecanismo para identificar problemas y planear los ajustes necesarios para lograr el éxito de este tipo de actividades.

El aprendizaje colaborativo por sí mismo se constituye como un tema bastante complejo de estudio. La complejidad aumenta aún más al adicionar entornos computacionales y ambientes dispersos geográficamente, ya que aspectos como el grado de entendimiento mutuo (grounding) entre los participantes, la colaboración y el aprendizaje en sí mismos o los mecanismos de comunicación, entre otros, aparecen en escena [2].

Teniendo en cuenta las necesidades y factores mencionados en los párrafos anteriores, IA se constituye en una posible herramienta para afrontar el problema de monitoreo y evaluación del proceso llevado a cabo en actividades CSCL en busca del mejoramiento de la colaboración que presentan los actores [4][6][7], y de esta forma aportar un enfoque diferente de evaluación del proceso colaborativo durante el mismo [5]. Este artículo presenta la propuesta de creación de un modelo basado en SNA para analizar y monitorear el proceso de colaboración.

2 Hipótesis y propuesta de trabajo.

Se plantea la hipótesis, que de ser posible recolectar datos y proveer realimentación de las dinámicas internas de interacción de los miembros de un grupo en una actividad CSCL, existiría mayor probabilidad de controlar y mejorar ciertos aspectos del proceso colaborativo. Para proveer realimentación se emplearían mecanismos de monitoreo y presentación de la información obtenida haciendo uso de SNA (lo cual es denominado reflexión [7]). Las dinámicas de interacción hacen referencia al comportamiento de los miembros de un grupo: el intercambio dinámico de roles [6][7], la formación de subgrupos o grupos autónomos [8], o incluso, la caracterización de los actores, identificando a los más emisores o receptores de información, los más influenciadores o poderosos o los más predecibles en su conducta. SNA combate la complejidad presente en los procesos sociales mediante el uso de métodos formales sustentados en teorías de grafos y matrices [8][9]. Además, brinda información de conteos y medidas un poco más elaboradas, como son las dinámicas de participación e interacción [10], que pueden ser utilizadas en la definición de indicadores de desempeño grupal. Debido a lo anterior, se plantea la definición de un conjunto de indicadores y sus métricas y la implementación de una herramienta software para el *análisis y monitoreo de las interacciones de los actores en entornos CSCL basados en la aplicación de métodos formales de SNA*. Los principales aportes de esta propuesta son:

- La definición de un conjunto de indicadores basados en la estructura de una actividad de aprendizaje colaborativo, con sus respectivas métricas para analizar y monitorear las dinámicas de interacción en ambientes CSCL, mediante el uso de índices de SNA.
- Crear un prototipo software que proporcione un *mecanismo automático de recomendaciones* basado en los resultados del análisis con SNA, pretendiendo de esta forma generar información de fácil interpretación para los actores, buscando mejorar una de las falencias de la mayoría de las herramientas de IA como lo es el bajo valor interpretativo de los datos producidos [11].
- Información obtenida mediante SNA que pueda ser usada para la implementación de mecanismos de Awareness de auto-regulación o auto-evaluación a nivel de grupo e individual.

3 Justificación.

La creación de herramientas para el análisis y monitoreo de la interacción en entornos CSCL mediante SNA posibilitaría la integración de esta área de investigación con IA y, de una manera más global, ofrecería beneficios a entornos CSCL en base al uso de la información relevante producida sobre los integrantes de la actividad. Dichos ambientes deberían preocuparse únicamente por proporcionar las entradas al módulo de IA en un formato específico [6]. La información que podría ser útil para el sistema de CSCL se emplearía para ofrecer mecanismos de Awareness en auto-regulación o auto-evaluación a nivel de grupo e individual [6][7][10], o en mecanismos de evaluación.

Existen actualmente estudios y resultados de investigaciones orientados a definir formatos de datos estándar para las entradas y salidas de módulos de IA e incluso herramientas como SAMSA [6] que calcula métodos de SNA, pero que aún no ha asociado los índices obtenidos a indicadores y métricas para evaluar la colaboración en entornos CSCL. Por otro lado, los sistemas de recomendaciones basados en información de SNA son aún nichos de trabajo poco explorados [10]. Los sistemas de recomendaciones pueden ser usados para intervenir o estimular procesos de actividades de aprendizaje colaborativo, con el objetivo de mejorar al final los resultados de tal actividad [12].

4 Aportes de los conceptos y métodos de SNA e IA aplicables a CSCL.

SNA se define como un conjunto de teorías, modelos y aplicaciones matemáticas basados en el análisis de las relaciones y flujos entre actores tales como personas, grupos, organizaciones u otras entidades procesadoras de información y/o conocimiento [13]. Sus características básicas son: 1) Los actores y sus acciones son interdependientes y no independientes ni autónomos; 2) Los vínculos o relaciones son canales de flujo o transferencia; 3) Los modelos de redes se centran en cómo un individuo percibe su ambiente con oportunidades y restricciones, las cuales son de máxima importancia para los instructores y los mismos individuos ya que al identificarlas podrán reaccionar positivamente ante ellas [14]. El enfoque de SNA emplea métodos matemáticos basados en la representación matricial y de grafos de las redes, de tal forma que su interpretación y análisis sea más rápida, precisa y exhaustiva para encontrar patrones de comportamiento o detalles con mayor facilidad. De esta forma, es posible definir una gran cantidad de

métricas e indicadores útiles para la extracción de patrones de interacción entre las personas, los cuales para muchos investigadores son considerados como factores de éxito o fracaso de sociedades y organizaciones [12]. SNA genera información que fácilmente los participantes de procesos de aprendizaje colaborativo no identificarían. Preguntas como ¿Qué tan comprometidos están los estudiantes ante una actividad en línea? ¿Cuáles son los estudiantes más influyentes, los más 'poderosos' o los aislados? ¿Cómo se subdivide la red? ¿Hay presencia de enlaces o estudiantes indispensables que aislarían la red? [8] [15], pueden ser más fácilmente respondidas con la información provista por herramientas de SNA.

5 Construcción de un módulo de IA y uno de recomendaciones para entornos CSCL usando SNA.

Se propone la construcción de un módulo de IA y uno de recomendaciones basados en la información provista por un conjunto de métodos formales de SNA. Estos módulos recibirían los datos de entrada en un formato predefinido y efectuarían los análisis correspondientes desarrollando los indicadores y métricas programados en el módulo y entregando las salidas en formato XML. Los usuarios directos de la herramienta (estudiantes, docentes u observadores) tendrían acceso a los resultados tanto del módulo de IA como al de recomendaciones.

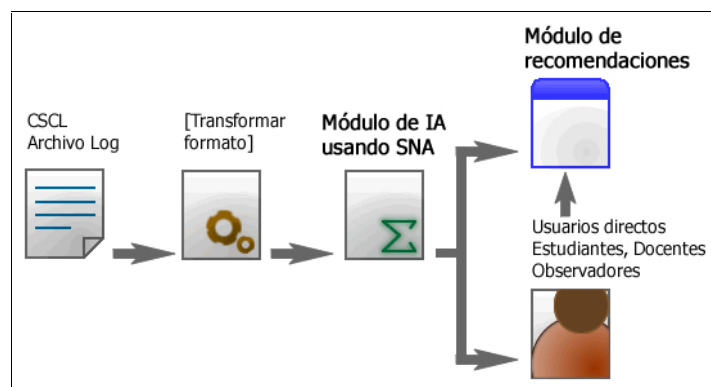


Figura 1. Visión general de los módulos.

Son pocos los trabajos enfocados en ofrecer recomendaciones a los usuarios de los entornos CSCL basados en los resultados de los módulos de IA. La hipótesis detrás de este tipo de trabajos es que brindando mecanismos de auto-reflexión y reflexión de grupo, los miembros del grupo pueden tomar medidas durante el proceso para mejorarlo y al final mejorar los resultados esperados con la actividad colaborativa. Con el módulo de recomendaciones se buscaría entonces ofrecer información de interacción personal y grupal a los actores de la actividad colaborativa con el fin de que estos mejoren algunos aspectos que puedan ser deficientes o que el tutor de la actividad fomente el proceso de comunicación entre los actores o, en general, las dinámicas de interacción. Con la construcción de los módulos software, se pretende aportar al campo de CSCL herramientas que generen información de fácil interpretación para los actores, con el fin de mejorar una de las falencias de la mayoría de las herramientas de IA como lo es el bajo valor interpretativo de los datos producidos [10], y en general, *mejorar las dinámicas de interacción durante el proceso de la actividad CSCL.*

La evaluación del impacto, producto de la utilización del prototipo, se llevaría a cabo aplicándolo en una actividad CSCL previamente diseñada. Se asume que el formato de datos de escritura del archivo de registro de la herramienta de CSCL escogido, se afianzará aún más dentro de la comunidad, con el incremento de servicios o módulos independientes disponibles, que utilicen tal formato.

6 Conclusiones y trabajo futuro

En éste artículo se plantea la integración de conceptos de IA con los métodos de SNA en función de analizar, monitorear y finalmente ayudar a fortalecer las dinámicas de interacción presentes en actividades CSCL. El mayor aporte de este proyecto se enfoca en la utilización de los métodos formales de SNA para la definición de indicadores y métricas en la evaluación de la interacción en entornos CSCL. Y queriendo ir un poco más allá, proporcionando un mecanismo automático de recomendaciones basado en los resultados del análisis con SNA.

SNA es considerado en el proyecto por su potencial para el análisis de datos sustentado en métodos matemáticos y porque nos permite distinguir más claramente algunas características importantes que normalmente pasarían desapercibidas en los procesos de enseñanza, permitiéndonos responder más fácilmente preguntas como ¿Qué tan comprometidos están los estudiantes ante una actividad en línea? ¿Cuáles son los estudiantes más influyentes, los más 'poderosos' o los aislados? ¿Cómo se subdivide la red? ¿Hay presencia de enlaces o estudiantes indispensables que aislarían la red?

Para trabajos futuros se propone la adición incremental de más métodos e indicadores a implementar en el módulo software, para darle mayor capacidad de inferencia en las recomendaciones, producto de las adiciones. Finalmente se sugiere que la información producida por los indicadores definidos, podría ser usada para la implementación de mecanismos de Awareness de auto-regulación o auto-evaluación a nivel de grupo e individual en entornos CSCL.

Agradecimientos.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto Implementación de un Framework para la evaluación de la Usabilidad de aplicaciones software soportado en la creación de un Colaboratorio de usabilidad, código 111345221103 de Colciencias, por el proyecto CICYT es TIN2008-06596-C02-2 y por el programa FPU del Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

Referencias.

- [1] Collazos, C. A.: Una metodología para el apoyo computacional de la evaluación y monitoreo en ambientes de aprendizaje colaborativo. Tesis Doctoral, Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas escuela de postgrado. (2003)
- [2] Baker, M., Hansen, T., Joiner, R., Traum, D.: The role of grounding in collaborative learning tasks. Collaborative learning: Cognitive and computational (1999)
- [3] Coronado, J.M., Hernandez, U.: Criterios de Usabilidad para la Construcción y Evaluación de Aplicaciones Groupware sobre la Web. Revista Enlace Informático (2003)
- [4] Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., O'Malley, C.: The evolution of research on collaborative learning. Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science (1996)
- [5] Collazos, C., Guerrero, L., Pino, J., and Ochoa, S. "Evaluating Collaborative Learning Processes". Proceedings of the 8th International Workshop on Groupware (CRIWG'2002), Springer Verlag LNCS, 2440, Heidelberg, Germany, September, (2002)
- [6] Marcos, J.A., Martínez, A., Dimitriadis, Y., Anguita, R.: A Role Framework For Interactions Analysis-Based Support Of Collaborative Learning Activities. 12th International Workshop on Groupware: Design, Implementation, and Use, CRIWG (2006)
- [7] Marcos, J.A., Martínez, A., Dimitriadis, Y., Rodríguez, M.J.: Role-AdaptIA: A role-based adaptive tool for interaction analysis. International Conference of the Learning Sciences ICLS (2008)
- [8] Hanneman, R.A., Riddle, M.: Introduction to social network methods. University of California Riverside, Riverside, CA (2005)
- [9] Catebiel, V., Castro, G., Hernandez, U.: El Análisis de Redes Sociales en Procesos de Formación Avanzada: El caso de IeRed. Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea] 1 (2006)
- [10] Martinez, A., Dimitriadis, Y., Tardajos, J., Velloso, O., Villacorta, M.B.: Integration of SNA in a mixed evaluation approach for the study of participatory aspects of collaboration. Analysis to Design: Social Networks (2003)
- [11] Dimitrakopoulou, A., Petrou, A., Martinez, A., Marcos, J.A., Kollias, V., Jermann, P., Harrer, A., Dimitriadis, Y., Bollen, L.: State of the art of interaction analysis for Metacognitive Support & Diagnosis. IA JEIRP -Kaleidoscope NoE (2006)
- [12] Ogata, H., Yano, Y., Furugori, N., Jin, Q.: Computer supported social networking for augmenting cooperation. Computer Supported Cooperative Work (CSCW) (2001)
- [13] Sánchez, L.A.N., Fernández, J.P.S.: Análisis de redes sociales aplicado a redes de investigación en ciencia y tecnología. mingaonline.uach.cl 3 (2007)
- [14] Gretzel, U.: Social network analysis: Introduction and resources. November, 2001 [cited Marzo 25, 2009]; Available from: <http://lrs.ed.uiuc.edu/tse-portal/analysis/social-network-analysis/>. (2001)
- [15] Willging, P.A.: Técnicas para el análisis y visualización de interacciones en ambientes virtuales. REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales 14 (2008).

Jugabilidad como Calidad de la Experiencia del Jugador en Videojuegos¹

J. L. González Sánchez¹, N. Padilla Zea¹, F. L. Gutiérrez¹, F. Montero²

¹ Universidad de Granada - España

² Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete – España

¹{jose Luisgs, npadilla, fguiter}@ugr.es, ²fmontero@dsi.uclm.es

Resumen. La calidad del software es un objetivo al que todo sistema interactivo debe aspirar, pero el logro de esa calidad presenta múltiples desafíos y requiere de una caracterización previa para poder constatarla. Algunos estándares internacionales contribuyen en esa dirección, pero, hay tipos de software que presentan unos requisitos de calidad especiales. En este artículo nos centramos en un tipo de sistemas altamente interactivos, los videojuegos. La dimensión adicional de calidad que presentan los videojuegos viene denominándose *jugabilidad*. En este artículo introducimos un modelo de calidad centrado en la jugabilidad, orientado al proceso y compatible con los estándares internacionales disponibles de calidad del software.

Keywords: calidad, sistemas interactivos, videojuegos, jugabilidad, Usabilidad, calidad de uso, experiencia de usuario.

1 Introducción

Los videojuegos son el sistema de ocio y entretenimiento preferido por una amplia comunidad de personas. La Asociación Española de Distribuidores y Editores de Software de Entretenimiento (aDeSe) desveló que en 2008 los videojuegos engloban el 57% de los ingresos del total del ocio audiovisual, situándose por encima de otros mercados como el cine, la música o las películas de video [1]. Este interés por los videojuegos, y este volumen de negocio, justifica la necesidad de preguntarse qué se entiende por calidad en lo que a estos productos software se refiere y si esa calidad es diferente a la definición de la misma disponible para productos software en general.

En este artículo utilizaremos el concepto de *jugabilidad* para hacer referencia a la caracterización de la calidad de videojuegos, justificando que otros conceptos como los de usabilidad o calidad de uso no son suficientes cuando de videojuegos se trata. Por ello, justificaremos la necesidad de considerar características, atributos o facetas y métricas adicionales para este tipo de software.

¹ Agradecimientos. Este trabajo está financiado: Comisión Internacional para la Ciencia y la Tecnología (CICYT) dentro del Proyecto DESACO (TIN2008-06596- C02, subproyecto 1 y 2); y el programa F.P.U del Ministerio de Ciencia e Innovación, España.

2 La Calidad de un Videojuego y la Jugabilidad

Un videojuego es un sistema interactivo “especial”, pues está concebido para divertir y entretener. No está desarrollado para resolver una tarea diaria con un objetivo funcional determinado, como por ejemplo un procesador de textos. Un videojuego nace con un objetivo específico muy concreto: *hacer sentir bien al jugador mientras lo usa*, un objetivo mucho más difuso y subjetivo que el de un producto software de aplicación general. Otra característica distintiva de los juegos está en sus principios de diseño, véase, por ejemplo, Rouse [8].

En [2], se propuso la caracterización de la experiencia del jugador ante un videojuego en base a la jugabilidad, identificando qué atributos y propiedades de éstos eran necesarios para analizar la “experiencia de juego”. A la vez se proponía un marco conceptual, denominado *facetas de la Jugabilidad*, el cual estaba basado en distintas dimensiones de la jugabilidad. Cada una de las facetas nos permitía identificar más fácilmente los distintos atributos de la jugabilidad y su relación con los elementos más relevantes de un videojuego [6]. Las facetas de la jugabilidad que identificamos son las siguientes: *intrínseca, mecánica, interactiva, intrapersonal e interpersonal*. Nuestra intención ahora es complementar la aportación previa analizando la jugabilidad desde el punto de vista del proceso.

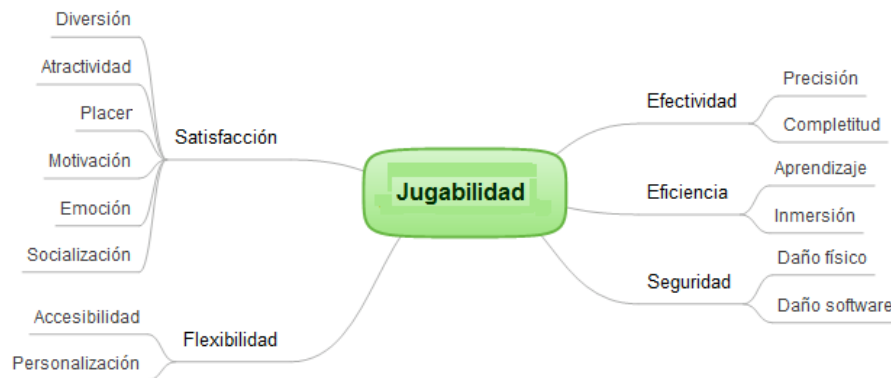


Fig. 1. La jugabilidad como extensión de la calidad en uso en videojuegos

3 Jugabilidad como Calidad de la Experiencia del Jugador

En este artículo, para completar el análisis de la jugabilidad en su vertiente más dinámica, revisaremos la definición de jugabilidad utilizando para ello estándares internacionales, concretamente [3, 4, 5]. Una versión simplificada del modelo de calidad que proponemos para la jugabilidad es el que anticipamos en la Fig. 1.

A la hora de caracterizar la calidad de la experiencia del jugador ante un videojuego no podemos fijarnos únicamente en sus características estáticas y dependientes del producto. Se hace necesario disponer de un modelo de calidad

centrado en la jugabilidad y orientado al proceso que complemente al punto de vista anterior. Para abordar esta labor hemos tomado como punto de partida los estándares internacionales más relacionados, es decir aquellos relacionados con conceptos como la usabilidad o la calidad en uso, véanse [3, 4, 5], ya que entendemos que son los más consensuados, completos y aproximados.

Así, en [2] se define 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.*

	Nombre de la Métrica	Propósito	Fórmula	Interpretación
Efectividad	Efectividad en la meta	¿Qué porcentaje de metas se han alcanzado correctamente?	$M1 = 1 - \sum A_i$ A _i Valor proporcional de cada acción incorrecta	M1 ∈ [0, 1], mayor si cercano 1
	Complejidad de la meta	¿Qué porcentaje de metas y retos se han completado?	$X = A/B$ A = n. de metas completadas B = n. total de metas intentadas	M1 ∈ [0, 1], mayor cercano 1
	Frecuencia de Intentos por meta	¿Cuál ha sido la frecuencia de intentos?	$X = A/T$ A = n. de intentos realizados por jugador T = número de metas	Jugador experto cercano a 0. Inicialmente > 0
Eficiencia	Tiempo de meta	¿Cuánto tiempo requiere el jugador para logra una meta?	$X = T$	Jugadores novatos necesitan más tiempo
	Eficiencia de meta	¿Cómo de eficiente es el usuario?	$X = M1/T$	X ∈ [0, 1], cercano a valores intermedios
	Eficiencia Relativa al Nivel del Usuario	¿Cómo de eficiente es un jugador experto frente a un jugador nuevo?	$X = A/B$ A = eficiencia del jugador normal B = eficiencia del jugador experto	M1 ∈ [0, 1], cercano 1, lo mejor

Tabla 1. Algunas métricas asociadas a los atributos de la jugabilidad

Entendemos que el análisis de un videojuego es un proceso lo suficientemente complejo como para necesitar realizarlo a través de un proceso de descomposición donde se consideren 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 propuesto, basado en *facetas de la jugabilidad*, y complementamos dicho marco con métricas. El modelo de jugabilidad propuesto con anterioridad (Fig. 1) se complementa con la identificación y asociación de métricas a los factores y atributos

identificados. Para abordar esta tarea hemos seguido considerando los estándares internacionales y hemos tratado de adaptar las métricas que en ellos se proponen y ver su utilidad para la evaluación de los videojuegos. En la Tabla 1 se recogen algunas de las métricas que proponemos, concretamente las relacionadas con la eficiencia y la efectividad.

En la actualidad estamos trabajando en la validación de las métricas presentadas y otras adicionales, utilizando para ello test con usuarios de distintos rangos de edad y elaborando cuestionarios idóneos para la evaluación de los atributos identificados en el modelo de calidad.

4 Conclusiones

A lo largo de este artículo hemos presentado un refinamiento, de propuestas previas [2, 3] y centrado en el proceso, de un modelo de jugabilidad. Esta propuesta es útil para caracterizar la experiencia del jugador ante un videojuego. La necesidad de este modelo de jugabilidad está justificada en función de las diferencias que existen entre productos software generales y los videojuegos. Estas diferencias también se han puesto en evidencia a través de distintos principios de diseño encontrados en la literatura asociada a unos y otros productos software.

El modelo de jugabilidad como calidad de la experiencia del jugador en videojuegos propuesto está basado en estándares internacionales de calidad, especialmente en el más recientemente presentado en [5], y se completa con métricas. En estas métricas también queda constancia de la distinta interpretación que las mismas pueden ofrecer cuando se trata de aplicaciones generales y videojuegos.

Referencias

1. Adese. Resultados del Sector Videojuegos en 2008. <http://www.adese.es>. (2009).
2. González Sánchez, J. L.; Padilla Zea, N.; Gutiérrez, F. L.; Cabrera, C.: De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador, Actas de Interacción 2008, pp. 99-109. (2008).
3. ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 11: Guidance on Usability. (1998).
4. ISO 9126-1: Software engineering – Product quality - Part 1: Quality model. (2001).
5. ISO 25010-3: Systems and software engineering: Software product quality and system quality in use models. (2009).
6. Järvién, A., Heliö, S., Mäyrä, F.: Communication and Community in Digital Entertainment Services. Prestudy Research Report. Hypermedia Lab. University of Tampere (2002).
7. Rouse III, R. Game Design: Theory and practice. Wordware game developer's library. (2001).

Propuesta Metodológica para Especificar Escenarios de Interacción a partir de Modos de Interacción

P. G. Villanueva, J. A. Gallud, R. Tesoriero, M. Lozano, S. Molina, A. Navarrete

Universidad de Castilla-La Mancha

pedrogovi@gmail.com, {Jose.Gallud, Ricardo.Tesoriero}@uclm.es

Abstract. Los avances tecnológicos favorecen cada vez más, el uso de nuevos modos de interacción persona-ordenador que aumente las posibilidades de interacción del usuario más allá de la consolidada terna pantalla-teclado-ratón. Además, el uso de nuevos modos de interacción, crea la necesidad de utilizar metáforas de interacción acertadas para conseguir que el usuario se familiarice con el sistema. En este artículo se propone una metodología para definir y especificar escenarios de interacción a partir de la definición e identificación de modos de interacción. Además de la propuesta realizada se muestran resultados obtenidos al realizar su evaluación.

Keywords: Interacción persona-ordenador, modos de interacción, metáforas de interacción, escenarios de interacción.

1 Introducción

La identificación de metáforas sobre cualquier sistema que se está desarrollando es una tarea esencial, debido a que la aceptación del producto por el usuario final dependerá en gran medida de la impresión que provoque en él. Si para el usuario resulta complicado de manipular y la funcionalidad no le es familiar con otros sistemas que él ya conoce, va a crear en él cierto rechazo a utilizar el producto.

Además con los nuevos avances tecnológicos, aparecen gran diversidad de técnicas y modos de interacción que resultan totalmente nuevos para los usuarios que utilizarán los productos basados en esas tecnologías. Esto hace que se necesite aumentar el esfuerzo de identificar metáforas de interacción.

En este artículo se propone una metodología para la identificación de nuevos modos de interacción aplicables a productos que se puedan estar desarrollando, identificación de nuevas metáforas de interacción que puedan enriquecer en gran medida esos modos de interacción previamente identificados y todo ello partiendo de un escenario de aplicación. Para la identificación de metáforas se recomienda hacer uso las siguientes metodologías: Metodología de Szabó [3], Metodología basada en problemas funcionales [2] y Metodología basada en la comparación [2].

En el campo de la HCI ha surgido un nuevo nivel de complejidad gracias a cinco cambios que se han manifestado en nuestra relación con la tecnología según Harper [1]. El primero de ellos es el final de la estabilidad de las interfaces. Los ordenadores

ya no están definidos únicamente con una interfaz sino que pueden estar definidos por varias interfaces e incluso por ninguna. El segundo es el crecimiento de la dependencia tecnológica. Los cambios en nuestra forma de vivir utilizando cada vez más las nuevas tecnologías, ha dado lugar a un aumento de nuestra dependencia por la tecnología. El crecimiento en hiper-conectividad y el almacenamiento del histórico de las personas son los factores tercero y cuarto.

Para tener una base de la que poder partir a la hora de identificar modos de interacción, se ha realizado un estudio de los modos de interacción que se pueden encontrar actualmente. A continuación se ofrece una lista de ejemplos de modos de interacción: Modos de interacción **gestuales** como aproximación de la mano, aproximación del cuerpo, movimiento de cabeza, lenguajes de signos, movimientos de ratón, teclado, táctil, trazos naturales, movimientos de objetos, etc; Modos de interacción **posicionales** como posicionarse sobre una determinada superficie, orientación hacia una determinada dirección, etc; Modos de interacción **biométricos** como ritmo cardiaco, temperatura corporal, actividad cerebral, sombras, etc; Modos de interacción **sonoros** como ordenes por voz, reproducción de audio, DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency), cambios del sonido ambiente, etc.; Modos de interacción **visuales** como marcadores, pantallas, hologramas, cambios de intensidad de luz, etc; Modos de interacción **olfativos** como percepción de olores, etc.

2 Propuesta para especificar escenarios de interacción

En esta sección se propone una metodología que nos guía en la implementación de escenarios de interacción. De modo que partiendo de la definición del escenario podamos llegar a obtener modos de interacción que intervienen y metáforas de interacción que ayudan a comprender esos modos de interacción por parte del usuario.

Los pasos que se proponen en esta metodología son los siguientes:

1. **Descripción del escenario y análisis preliminar:** Partimos de la descripción textual del escenario que necesitamos implementar.
2. **Identificación de intervenciones:** Dentro de cada escenario se pueden apreciar una serie de intervenciones que el usuario puede realizar sobre el sistema.
3. **Identificación de modos de interacción:** A partir de las intervenciones identificadas en el paso anterior, identificaremos posibles modos de interacción que pueden implementar esas intervenciones.
4. **Enriquecer la interacción con metáforas:** Una vez que se han identificado los modos de interacción que intervienen en el escenario definido, debemos buscar las metáforas de interacción más adecuadas.

El resultado de la metodología se puede recoger en una plantilla, donde se relaciona la intervención con los modos de interacción y las metáforas (Tabla 1).

Escenario	"Escriba aquí el nombre o identificador del escenario asociado."
Intervención	"Escriba aquí el nombre o identificador de la intervención asociada."
Modos de interacción	"Lista de modos de interacción."
Metáforas	"Lista de metáforas."
Parte visual	"Añadir aquí imágenes que puedan ayudar a la comprensión."

Tabla 1: Plantilla propuesta para la metodología descrita.

A continuación se presenta un caso práctico de la metodología que sirve para ilustrar su funcionamiento.

La primera fase de la metodología nos indica que se debe realizar una descripción de los escenarios que queremos implementar. Para ello se ha escogido el siguiente escenario: "Un alumno de instituto llamado Luis decide, un sábado por la mañana, visitar el museo de arte para ampliar el temario de su próximo examen sobre la vida de Goya. Luis se encuentra parado junto a la obra "**Los fusilamientos del 3 de Mayo**" y su interés es obtener información de la obra (fecha de creación, condiciones sociales de la época, etc.) de forma no verbal".

La segunda fase de la metodología trata de identificar intervenciones que el usuario podría realizar dentro del escenario descrito para comunicarse con el sistema y poder llevar a cabo sus necesidades. En esta fase el ingeniero o responsable debe dar una solución al escenario descrito en la fase anterior. En este ejemplo daremos una:

Solución 1: Bajo la obra pictórica existe una superficie parecida a una mesa pero de dimensiones más reducidas. Dicha superficie es una representación de la obra y sobre ella hay un objeto parecido a un peón de ajedrez. A medida que Luis mueve el objeto sobre la superficie comprueba que, en su dispositivo móvil, aparece información referente a los personajes o figuras de la obra de arte justo en el lugar donde está situado el objeto.

La tercera fase de la metodología propuesta se centra en la identificación de modos de interacción que se pueden abstraer de las intervenciones identificadas en la fase anterior.

Para la solución dada podemos ver claramente tres modos de interacción, por un lado tenemos el de **movimiento de objetos** (modo de interacción posicional), en este caso el objeto que el usuario mueve es el peón situado sobre la superficie asociada bajo la obra; por otro lado tenemos el modo de interacción de **pantalla** (modo de interacción gráfico), que en este ejemplo se utiliza para mostrar información en la pantalla del dispositivo de Luis; y finalmente el modo de interacción de reproducción de sonido (modo de interacción sonoro).

Finalmente la cuarta fase de la metodología trata de enriquecer esas intervenciones y modos de interacción, que se han identificado en las fases anteriores, con metáforas.

Por un lado necesitamos transmitirle al usuario, que necesita colocar el peón que se encuentra sobre la superficie sobre algún personaje, objeto o zona de la obra. Para ello se podría colocar un círculo parpadeante sobre los elementos en los que el usuario puede colocar el peón y a cerca de los cuales podrá obtener cierta información en su dispositivo móvil. Aparte, en torno al peón se puede colocar un conjunto de flechas

indicando la dirección en la que puede mover el peón para situarlo en esas zonas destacadas con círculos.

3 Conclusiones y trabajo futuro

Gracias a la taxonomía propuesta en el artículo y haciendo uso de los ejemplos de modos de interacción enumerados se incrementa la facilidad a la hora de identificar interacciones en los escenarios de interacción que se plantean a día de hoy.

La metodología propuesta en este artículo, como se ha demostrado con el ejemplo de aplicación, nos permite fácilmente especificar escenarios de interacción gracias a las intervenciones y los modos y metáforas de interacción.

En el ejemplo de aplicación que se ha presentado se refleja claramente algunos de los cambios que han surgido en relación con las personas y la tecnología y que se han comentado en la sección de introducción. Por un lado se aprecia el crecimiento de la dependencia tecnológica. Luis utiliza su dispositivo móvil para numerosas actividades (ver su correo, hablar vía telefónica con su gente, ver su agenda, etc.) en su día a día. Por otro lado, en el sistema se almacena el histórico de Luis sobre otras visitas que ha realizado.

Una posible ampliación sería ampliar las fases de la metodología actual propuesta para identificar a partir de los modos de interacción una serie de requisitos tecnológicos inherentes a dichos modos de interacción.

Agradecimientos. Este trabajo de investigación ha sido subvencionado por el CDTI, proyecto CENIT-2008-1019 y el proyecto CICYT TIN2008-06596-C02-01.

4 Referencias

- [1] Harper, R., Rodden, T., Rogers, Y., and Sellen, A. *Being Human: Human-Computer Interaction in the Year 2020*. Microsoft Research, Cambridge, U.K., 2008.
- [2] *Libro de la IPO*. Capítulo 2. Disponible en <http://griho.udl.es/ipo/ipo/doc/03Metafo.doc>.
- [3] Katalin Szabó. *Metaphors and the user interface*. 1995.

Mobile Synface: Talking head interface for mobile VoIP telephone calls

Fernando López-Colino¹, Jonas Beskow² and José Colás¹

¹ Universidad Autónoma de Madrid, Department of Computer Science
[fj.lopez, jose.colas]@uam.es

² KTH, Speech Music and Hearing
beskow@speech.kth.se

Abstract. This paper presents the first version of the Mobile Synface application, which aims to provide a multimodal interface for telephone calls on mobile devices. The Mobile Synface application uses a talking head; it will simulate realistic lip movement for incoming voice. This application works as a complement for mobile VoIP applications without modifying their code or their functionality. The main purpose of this application is to improve the accessibility of mobile VoIP applications for hard of hearing people.

Key words: Hearing Disability, Visual Speech, Lip-reading Support, Telephone Aid

1 Introduction

Hard of hearing people is handicapped in mobile telephone use because of the lack of visual information; what's more, mobile telephones are usually used in noisy environments and this makes communication even more difficult. Projects like Synface [1] give partial solution to the problem because it provides a visual interface for telephone calls. The interface is based on a talking head [2] whose lips speak the callers' words. In order to achieve this feature, the speech is recognized at phoneme level, and the corresponding Facial Animation Parameters (FAPs) are generated.

Nowadays, wired communications are being replaced by wireless solutions [3]. People have wireless phone terminals in their houses so they can move freely while talking on the telephone. The proliferation of mobile phones shows that people do not want to be restricted to a fixed place when talking on the telephone. The Synface project was developed for desktop computers, so any person using the application cannot move freely because they have to be in front of their computer. The Mobile Synface application aims to compensate for this disadvantage.

2 Description of the Application

The Synface application manages the whole process including speech recognition, viseme generation and face rendering. Mobile device resources cannot manage all

the required processes, so the solution implied a distributed architecture limiting the mobile device processes to the essential ones. For this reason, only the face rendering process is performed on the PDA, while speech recognition and viseme generation should be processed on a server.

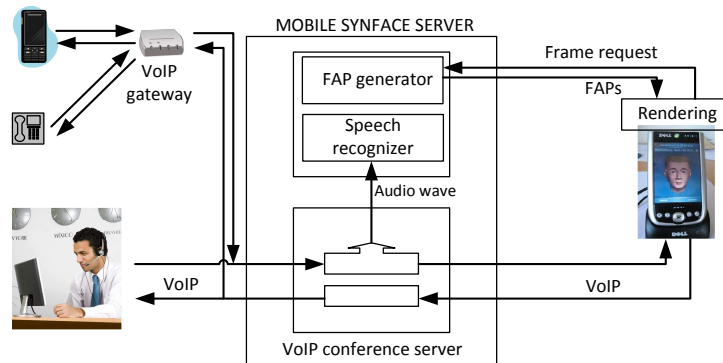


Fig. 1. Schematic of the call and data flow when using the Mobile Synface application.

The new requirements and limitations implied an important change in system's architecture. The diagram of Fig. 1 shows how the different processes are distributed between the mobile device and the server. As it was stated before, the speech recognition engine is located on the server, so voice should be routed through it. This new requirement implied the development of a conference server which allowed to manage both VoIP calls, the call between a non-handicapped user and the server, and the call between the server and the mobile device of the handicapped user. The VoIP conference server was developed using the PJSIP project [4], an open source SIP stack. This server receives an incoming call from a user, and after creating a new call to the mobile device, it connects both of them. When the connection is successful, the incoming audio from the first user, is also redirected to the speech recognizer.

One of the main objectives of the application is to be complete independent of the VoIP application. This is an advantage because the Mobile Synface application would work with most of VoIP applications as long as the VoIP conference server is prepared to manage their protocols. But it also implies that voice-lip synchronization cannot use any information provided by those applications. For this reason, a synchronization protocol has been introduced between the mobile application and the server. This protocol sets a common time stamp on both server and device which is used as reference when requesting a frame and processing that request on the server. In addition to this, the mobile application estimates the network delay for every frame request. Using this data, the application tries to compensate this delay in order to maximize speech-lip synchrony. The resulting relation between lip movement and speech is shown in Fig. 2, when comparing audio wave and the jaw opening parameter.

The communication between the mobile device and the server uses both TCP and UDP protocols. Each rendered frame is defined by corresponding FAPs provided by the server. That information is generated in real time, so when a frame is going to be rendered that information should be requested. In order to minimize the network delay in the request-response process short UDP packages are used for this task. Only synchronization commands, because of their critical importance, use TCP messages. This protocol requires a low bandwidth, approximate value of 2kbps, so the VoIP application can use most of the available bandwidth.

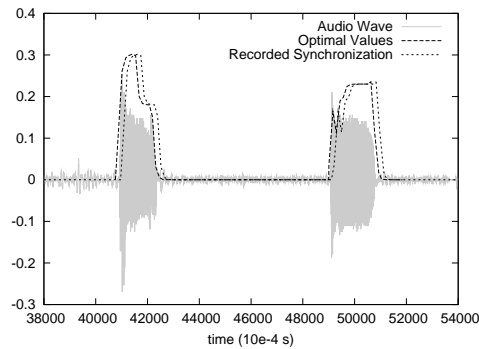
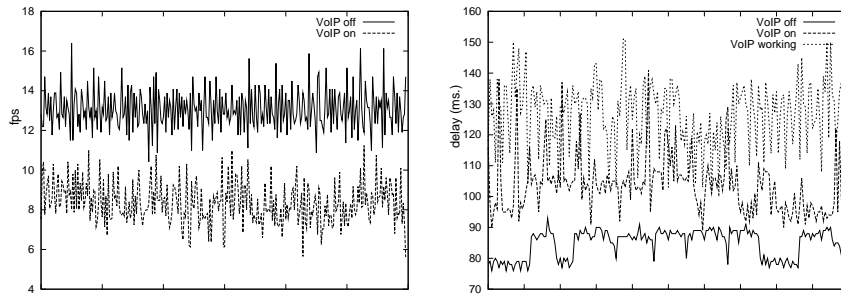


Fig. 2. This image shows voice-lip synchronization. Audio wave is shown with the value of FAP0, which controls mouth opening.

The application is resource demanding for the mobile device. For the first development the chosen device was a Dell Axim X51v PDA, its CPU is an Intel PXA270, 624MHz. This PDA incorporates the Intel 2700G graphics chip and a stunning 16MB of video memory. All these graphic resources are needed in order to accelerate the rendering process, which is hardware demanding.

As it has been stated before, rendering time depends on the network delay and the mobile device hardware resources. It has been also mentioned that the Mobile Synface application complements the usability of a third party VoIP application. This VoIP application also requires network and processing resources, so the Mobile Synface application performance deteriorates, which can be observed in Figs. 3(a) and 3(b).

Results shown on Fig. 3(b) illustrate the influence of the VoIP application over the Mobile Synface application performance. The mobile version of the PJSIP project SIP agent has been used for call management. This simple application manages VoIP calls using the SIP protocol. In order to improve global performance and decreasing network usage, the VoIP application was configured with a low audio quality setting, audio was sampled at an 8MHz. rate. The codec chosen for the test was the G.722 (PCMU), which provided good balance between CPU usage and network load.



(a) This image shows the time delay between sending a frame request and receiving server's answer. (b) This image shows the fps rate per realization when the VoIP application is working.

Fig. 3. Influence of the VoIP application over the Mobile Synface application.

3 Evaluation

Evaluations to date have been laboratory based, and focused on objective measurements of the application's performance. These experiments have been focused on testing voice and lip synchronization, and measuring animation frame rate. The obtained results show that the delay between speech wave and lip movement is lower than 90 ms, which is within acceptable values. The observed frame rate when the complete system is working (an average value of 9-10 fps) does not provide a desirable smooth animation. However, the final result does not show flickering.

Acknowledgements

Authors would like to appreciate the FPU-UAM research fellowship and for its financial support and the Hearing at Home project (EU IST-045089).

References

- [1] Beskow, J., Kewley, I.K.J., Salvi, G.: Synface - a talking head telephone for the hearing-impaired. In Klaus, J., Miesenberger, K., Burger, D., Zagler, W., eds.: Proc. of the 9th International Conference, ICCHP 2004, Paris (France), Springer-Verlag New York, Inc. (July 2004) 1178 – 1186
- [2] Gjermani, T.: Integration of an animated talking face model in a portable device for multimodal speech synthesis. Technical report, Mater thesis, KTH (2008)
- [3] Beskow, J., Granström, B., Nordqvist, P., Moubayed, S.A., Salvi, G., Herzke, T.: Hearing at home communication support in home environments for hearing impaired persons. In: Proc. of Interspeech. (September 2008) 2203 – 2206
- [4] Prijono, B.: Pjsip project. On web

Acceso Web por Voz: Un enfoque orientado al Diálogo

Héctor Parajón Sánchez, María del Puerto Paule Ruiz, Víctor Manuel Álvarez
García, Juan Ramón Pérez Pérez,

Universidad de Oviedo
{UO1387, paule, victoralvarez, jrpp}@uniovi.es

Resumen. La revolución de los dispositivos móviles ha propiciado la aparición de multitud de escenarios donde un acceso visual a la información Web no es el más adecuado. Pero las soluciones de interacción por voz para navegación Web parecen estar excesivamente ligadas a la especificación HTML, que siempre ha estado orientada a una presentación visual de la información. Desde nuestro punto de vista, si queremos conseguir una navegación Web por voz cómoda y eficiente, es fundamental partir de la base de que un despliegue visual de la información y el realizado auditivamente, se estructuran sobre dos dimensiones bien distintas: el espacio visual de una pantalla y el diálogo de voz. Este artículo analiza las soluciones actuales en la navegación Web por voz y propone el desarrollo de una solución basada en el análisis estructural y semántico de la Web para crear diálogos VoiceXML.

Palabras Clave: Navegación Web, Diálogo de Voz, VoiceXML, Accesibilidad Web, Multimodalidad

1 Introducción

Acceder a la información a través de la Web se ha convertido en algo cotidiano en nuestras vidas, pero la forma de realizarse este acceso ha cambiado. La evolución de la tecnología está permitiendo el acceso desde cualquier sitio y en cualquier momento. Un área donde se percibe la evolución de manera significativa es el mundo del dispositivo móvil. El mercado del móvil ha crecido exponencialmente, y en un país como España, donde la población es aproximadamente 42 millones de habitantes, existe una penetración del 100%¹, es decir, cada ciudadano debería de poseer al menos un dispositivo móvil atendiendo a las cifras.

La interacción del usuario con los dispositivos móviles, para consultar información en la Web, se realiza de manera visual, sin embargo, esta forma de interactuar no es siempre la más adecuada; pueden darse situaciones o escenarios en los que sea preciso utilizar otros canales de comunicación que ofrezcan una interacción más adaptada al contexto en el cual se encuentra el usuario [1]. Un buen ejemplo sería el de aquel conductor que desea conocer las noticias de la versión on-line de un periódico pero no puede hacerlo pues tiene la vista en la carretera y las manos al volante.

¹ Sección del Navegante de la versión on-line del periódico “El Mundo”, disponible en <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/03/25/navegante/1237973859.html>

Otro escenario que obliga a una interacción diferente a la visual es el acceso a la Web de personas con discapacidades visuales. Actualmente existen en el mundo, aproximadamente, 124 millones de personas con deficiencias visuales, 37 millones de personas con deficiencias visuales severas y se estima que esta última cifra aumentará hasta llegar a los 75 millones en el año 2020 [2].

Surge, por lo tanto, a partir de las situaciones anteriores, la necesidad de un acceso a los contenidos Web de una manera no-visual. Ante esta necesidad, hoy en día existen soluciones distribuidas en dos enfoques diferentes: lectores de pantalla y navegadores de voz. Algunas de estas herramientas simplemente leen las páginas en voz alta de la misma forma que leeríamos un libro, de arriba abajo y de izquierda a derecha, mientras que otras tratan de sintetizar o extraer, a partir de documentos HTML (Hipertexto Markup Language), estructuras que puedan ayudar a los usuarios a comprender mejor cómo está presentada y organizada la información [3]. Pero desde nuestro punto de vista, estas soluciones acaban ofreciendo al usuario una interacción más bien pobre, ya que la estructura de la información a la que se accede de forma visual, donde una pantalla impone los límites, es muy diferente a aquella a la que se accede mediante interacción por voz, donde el diálogo desplegado en el tiempo representa el único punto de contacto entre usuario y navegador. Por lo tanto, consideramos necesaria una navegación Web puramente enfocada al diálogo, y para conseguirlo, entendemos fundamental la generación y procesamiento de documentos VoiceXML (Voice Extensible Markup Language), estándar del W3C (World Wide Web Consortium) para la especificación de diálogos interactivos y que permite su portabilidad entre diferentes plataformas.

2 Trabajos Relacionados

2.1 Lectores de Pantalla

Existen varios lectores de pantalla que pueden trabajar integrándose con un navegador Web. Su funcionamiento básico radica en la lectura de páginas de arriba a abajo y de izquierda a derecha, y también presentan otros métodos más sofisticados como la lectura de textos seleccionados por los usuarios o el movimiento a través de elementos de marcado especiales como podrían ser cabeceras o enlaces. Cinco de las aplicaciones más representativas en este campo son Jaws (<http://freedomscientific.com/>), Windows Eyes (<http://www.gwmicro.com/Window-Eyes>), Hal (<http://yourdolphin.com/>) y NVDA (<http://nvda-project.org>), para sistemas operativos Microsoft Windows, y Orca (<http://live.gnome.org/Orca>) para GNU/Linux. Para Mac OS cabe destacar el novedoso VoiceOver (<http://www.apple.com/accessibility/voiceover/>). Todas estas herramientas presentan síntesis de voz multilingüe, así como salida braille. NVDA y Orca son gratis y de código abierto, lo cual nos permite conocer más detalles acerca su funcionamiento interno, así la primera utiliza SAPI (Speech Application Programming Interface desarrollado por Microsoft) para proveer la salida de voz, mientras que Orca utiliza Festival (<http://www.cstr.ed.ac.uk/projects/festival>).

Otros tres lectores de pantalla, más centrados en la navegación Web, son WebAnywhere (<http://Webanywhere.cs.washington.edu>), VozMe (<http://vozme.com>) y ReadSpeaker (www.readspeaker.com). WebAnywhere es un lector de pantalla incorporado al sitio Web wa.cs.washington.edu, desde donde podemos redirigirnos a aquellos otros sitios que queramos visitar y el sintetizador de voz de Festival instalado en el servidor nos irá leyendo las páginas. VozMe añade un botón al navegador y cuando queremos escuchar un texto simplemente tenemos que subrayarlo y presionar el botón. Y por último, ReadSpeaker consiste en un servicio que podemos añadir a nuestras páginas Web para que los usuarios que la visiten puedan escuchar la información en vez de leerla sin necesidad de instalaciones o software adicional, puesto que todo el software necesario corre sobre los servidores de ReadSpeaker.

2.2 Navegadores Web por Voz

Los navegadores Web por voz son aquellos navegadores Web que presentan características de voz o que pueden incorporar extensiones de interacción por voz. Probablemente la herramienta más completa en este contexto sea Opera (<http://opera.com>), la cual cubre tanto la síntesis de voz como el reconocimiento (a través de sencillos comandos). Este navegador, que no presenta coste alguno para los usuarios, basa su implementación de la interacción por voz en la especificación XHTML + VoiceXML (X+V). Las páginas X+V son páginas XHTML (eXtensible Hypertext Language) con VoiceXML embebido en la cabecera. Respecto a la síntesis ofrece dos formas diferentes de leer los documentos: automáticamente si están escritos en X+V o manualmente si queremos que lea algún fragmento subrayado, pero en ambos casos sólo en un idioma, inglés.

Otros navegadores Web como Firefox (<http://mozilla-europe.org/es/firefox/>), presentan características de voz a través de dos extensiones: Firefox Tadpole X+V (<http://alphaworks.ibm.com/tech/tadpole>) y Fire Vox (<http://firevox.clcworld.net/>). La primera utiliza las librerías de IBM Embedded ViaVoice, y al igual que Opera, implementa la especificación X+V. FireVox, por su lado, presenta otras funciones interesantes, como por ejemplo, el soporte de marcado WAI-ARIA (Web Accessibility Initiative – Accessible Rich Internet Applications). El lenguaje de síntesis es inglés y es ampliable mediante paquetes comerciales. Por último, nos gustaría destacar Hersay (<http://cs.sunysb.edu/~hearsay/>), extensión para Mozilla que está siendo desarrollada en la Universidad de Stony Brook, NY (USA) y cuyo funcionamiento se basa en el análisis estructural y semántico de documentos HTML para la obtención de diálogos de voz en VoiceXML.

3 Requisitos Necesarios en Navegadores Web por Voz

Característica esencial de este tipo de navegadores ha de ser su correcta adaptación, a través de una adecuada usabilidad y accesibilidad [4] [5], a aquellos escenarios donde no es posible una interacción visual. Ligada a esta característica estará también la capacidad del navegador de trabajar sobre diferentes plataformas, y será necesario tener muy en cuenta las limitaciones que presentan los diferentes sistemas operativos

de los dispositivos móviles. Actualmente, los más utilizados son WindowsCE (Windows Embedded Compact) y sus derivados, Windows Mobile y Automotive.

Respecto a la interacción, la síntesis y reconocimiento de voz, a través de varios idiomas, son características indispensables, sobre todo en aquellos escenarios donde el usuario, además de no poder ver la información, tampoco puede interaccionar manualmente con el dispositivo. Para incorporar estas funciones se puede hacer uso de herramientas externas: gratuitas como Festival o Sphinx (<http://sphinxsearch.com>), para síntesis y reconocimiento respectivamente, o comerciales, como la popular Loquendo (<http://loquendo.com>), con productos en ambos frentes.

El funcionamiento interno del navegador, ha de basarse en la generación e interpretación de documentos VoiceXML, estándar que aunque fue diseñado principalmente para describir menús en sistemas telefónicos [6], puede ser también utilizado para permitir la navegación Web por voz desde dispositivos diferentes a un teléfono. El módulo de generación nos permitirá analizar semánticamente el contenido de páginas HTML y obtener diálogos VoiceXML con un contenido mucho más rico que el obtenido mediante un análisis sintáctico donde se sobrecarga al usuario de información no relevante. El módulo de síntesis nos permitirá procesar estos diálogos. Actualmente existen varios intérpretes gratuitos como Open VXI y JVoiceXML y también soluciones comerciales como Loquendo.

4 Conclusión

Nuestro trabajo tiene como objetivo contribuir a hacer una Web más accesible en escenarios donde una consulta visual de la información no es la más conveniente. Para ello, consideramos clave, desde el punto de vista de la accesibilidad y la usabilidad, que las soluciones de navegación Web por voz presenten una estructura puramente enfocada al diálogo, ya que la forma en que desplegamos la información en una pantalla es muy diferente del modo en que lo hacemos cuando la línea del tiempo representa el único punto de contacto entre usuario y navegador.

Referencias

1. Kondratova, I.: Voice and Multimodal Technology for the Mobile Worker. ITcon, Special Issue on Mobile Computing in Construction, vol 9, NRC 47423, pp. 345--353 (2004)
2. World Health Organization. Prevention of Blindness and Deafness. Global Initiative for the Elimination of Avoidable Blindness (2000)
3. Leporini, B., Paternò F.: Increasing Usability When Interacting Through Screen Readers. Springer Berlin / Heidelberg, Universal Access in the Information Society, 1615-5289 (Print) 1615-5297 (Online), 10.1007/s10209-003-0076-4, pp. 57--70 (2004)
4. Drug, S.: No Me Hagas Pensar: Una Aproximación a la Usabilidad en la Web. Prentice Hall, Madrid (2006)
5. Nielsen, J., <http://www.alertbox.com>
6. Borodin, Y.: A Flexible VXML Interpreter for Non-Visual Web Access. In: 8th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ISBN: 1-59593-290-9, pp. 301--302 (2006)

Implementación de Capacidades Predictivas en un Teclado Virtual

Tomàs Pallejà¹, Daniel Val¹, Marcel Tresanchez¹, Mercè Teixidó¹, Alicia Fernández del Viso², Carlos Rebate² y Jordi Palacín¹

¹Departamento de Informática e Ingeniería Industrial,
Universitat de Lleida, C/Jaume II, 69
25001 Lleida, España.
{tpalleja, robotica, mtresanchez, mteixido, palacin}@diei.udl.cat

²eInclusion Unit-Indra, C/ Acanto 11,
28045 Madrid, España
{afernandezde, crebate}@indra.es

Abstract. En este trabajo se presenta la implementación de capacidades predictivas en un teclado virtual. Estas capacidades han sido diseñadas pensando específicamente en personas con algún tipo de discapacidad motriz que les impida utilizar un teclado convencional. Se propone un sistema de predicción con capacidad de aprendizaje de nuevas palabras y del estilo de escritura del usuario. Se propone realizar la predicción de la palabra actual a partir de las teclas pulsadas y de la palabra siguiente una vez completada la palabra actual. Todo ello con el objetivo de minimizar el número de pulsaciones de teclas necesario para escribir un texto mediante un teclado virtual. Los resultados obtenidos muestran que un 21% de las palabras se pueden escribir con una única pulsación y que dos pulsaciones son suficientes para escribir otro 37%; lo que permite ahorrar hasta un 42% de pulsaciones al escribir un texto en estilo literario.

1 Introducción

Un teclado virtual es un dispositivo no físico, normalmente representado en una pantalla tipo LCD, cuya función es emular el funcionamiento de un teclado convencional. En un primer momento, la función del teclado virtual se limitó a la representación de un conjunto de caracteres distintos a los disponibles en el teclado físico [1] aunque su desarrollo se acentuó con la aparición en el mercado de dispositivos móviles dotados de pantallas táctiles [2] y de otros equipos que no pueden disponer de un teclado convencional como los cajeros automáticos [3] o los menús de videoconsolas y DVD grabadores. Alternativamente, existen otras versiones de teclados virtuales que no utilizan ninguna representación en pantalla, por ejemplo, en [4] se utiliza un haz láser para generar una imagen del teclado sobre cualquier superficie plana.

Las funciones más interesantes de los teclados virtuales consisten en su capacidad de mejora de accesibilidad a los dispositivos y en su capacidad para permitir que una persona con algún tipo de discapacidad que la impida utilizar un teclado convencional pueda acceder a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Normalmente el proceso de escritura en un teclado virtual se realiza mediante la pulsación simulada de teclas mediante un dispositivo apuntador. En el caso de personas discapacitadas se intenta convertir cualquier tipo de movimiento voluntario del usuario en un desplazamiento del dispositivo apuntador. Aparte del ratón informático estándar se puede utilizar un ratón informático adaptado [5], un ratón virtual controlado con los movimientos de la cabeza [6, 7, 8] o incluso con los movimientos de la lengua [9]. El hecho de usar un teclado virtual implica una disminución notable de la velocidad de escritura debido a la gran distancia que separa las teclas del teclado estándar QWERTY y a que se pasa de una utilización teórica de 10 dedos (o dispositivos apuntadores) a un único dispositivo apuntador [10]. A modo de ejemplo, la tabla 1 compara las pulsaciones por minuto obtenidas por 4 estudiantes universitarios familiarizados con el uso de ordenadores al escribir un texto de 100 palabras mediante un teclado estándar y el teclado virtual incorporado por el sistema operativo Windows®. La velocidad de escritura se reduce en un 66% al utilizar el teclado virtual mientras que el tiempo necesario para escribir el texto se incrementa en un 200%. Existen dos alternativas que permitirían aumentar la velocidad de escritura: mejorar la distribución de las teclas [11] y dotar el teclado con algún sistema de predicción [12] ya sea completando la palabra actualmente escrita por el usuario o prediciendo la palabra siguiente a partir de la última palabra escrita en el teclado. En [13] se llegó a la conclusión de que funciones de predicción estadísticas permitirían obtener una reducción del número de pulsaciones del 54% aunque aplicado a una escritura no formal que acostumbra a utilizar un juego muy limitado de palabras y con estructuras muy repetidas. Se ha realizado una búsqueda de teclados virtuales que declaran incorporar funciones de predicción aunque no se han encontrado datos o ensayos de evaluación de su capacidad de ahorro en pulsaciones necesarias para escribir un texto determinado. Esto es así debido a la dificultad del proceso experimental de evaluación de la ganancia de tiempo y de número de pulsaciones realizadas [14] combinada con la gran variedad de algoritmos de predicción disponibles que dificultan la comparación de sistemas [15].

Tabla 1. Pulsaciones por segundo obtenidas en un teclado QWERTY.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Media
Teclado Físico	5.81	3.90	5.95	4.46	5.03
Teclado Virtual	1.66	1.95	1.47	1.66	1.68

En este trabajo se propone la incorporación de funciones de predicción de palabra actual y palabra siguiente a un teclado virtual con una configuración estándar QWERTY (fig. 1) y se realiza una evaluación de su capacidad de predicción en el caso de un estilo de escritura literario con una riqueza lingüística muy elevada por tratarse del peor caso al que puede aplicarse un sistema de predicción. El teclado virtual utilizado incorpora 6 botones especiales en donde se ofrecen las palabras

propuestas por los algoritmos de predicción, dichos botones se denominan en este trabajo como botones de predicción (fig. 1).

La estructura del trabajo es la siguiente: en la Sección 2 se describen los algoritmos de predicción propuestos. En la Sección 3 se muestra la validación del sistema para la lengua castellana y un estilo de escritura literario. Finalmente, en la Sección 4 se presentan las conclusiones obtenidas.

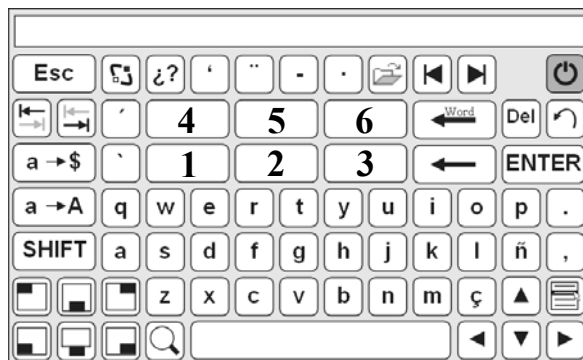


Fig. 1. Imagen del teclado virtual. Los botones de predicción y su orden se han indicado mediante un número.

2 Algoritmos de predicción

La aceleración del proceso de escritura en un teclado virtual requiere de algoritmos con capacidad de completar la palabra actual a partir de la secuencia de teclas pulsadas por el usuario y, una vez terminada la escritura de una palabra, de proponer una serie de palabras siguientes antes de que el usuario pulse ninguna tecla.

2.1 Predicción de palabra actual

El sistema de predicción de palabra actual (PA) se basa en proponer un conjunto de palabras que comiencen con la misma secuencia de letras tecleada por el usuario pero con un número de letras superior. El conjunto de palabras propuestos se obtiene mediante la consulta de una tabla de PA (TPA) formada por binomios $\langle p, fr \rangle$, donde p es una palabra y fr su frecuencia de repetición, entendiéndose como tal el número de veces que se ha escrito dicha palabra usando el teclado virtual. La consulta permite obtener las palabras que comienzan con la secuencia de letras actual que se ordena a partir de su frecuencia de repetición. Tras cada nueva palabra escrita P_i se realiza una nueva consulta a la tabla; si la palabra no existe, se realiza una inserción con el binomio $\langle P_i, 1 \rangle$; si la palabra existe se incrementa su frecuencia de repetición.

La tabla 2 muestra un ejemplo de TPA. El diseño del teclado virtual permite utilizar una TPA vacía, por lo que las capacidades de predicción pueden aplicarse teóricamente a cualquier idioma.

Tabla 2. Ejemplo de binomios incluidos en la TPA.

Palabra	de	la	que	por	...	líquido
Fr. repetición	65545	41148	30688	29953	...	89

2.2 Predicción de palabra siguiente

El sistema de predicción de palabra siguiente (PS) se basa en proponer un conjunto de palabras que históricamente se han tecleado con posterioridad a la última palabra escrita. El conjunto de palabras propuestas se obtiene mediante la consulta de una tabla de PS (TPS) formada por tripletas $\langle p, p_s, fr \rangle$, donde p es la palabra actual, p_s la palabra siguiente y fr su frecuencia de repetición, entendiéndose como tal el número de veces que se ha escrito p_s tras p en el teclado virtual. La consulta permite obtener una lista de palabras candidatas ordenadas a partir de su frecuencia de repetición. Tras cada nueva palabra escrita P_i se realiza una nueva consulta a la tabla buscando el binomio $\langle P_{i-1}, P_i \rangle$; si el binomio no existe, se realiza una inserción con la tripleta $\langle P_{i-1}, P_i, 1 \rangle$; si el binomio existe se incrementa su frecuencia de repetición asociada.

La tabla 3 muestra un ejemplo de TPS. La TPS está vinculada a una TPA; en un principio está vacía y se va rellenando aprendiendo del estilo de escritura del usuario, por lo que la capacidad de predicción de PS también puede aplicarse teóricamente a cualquier idioma que no esté inicialmente disponible. Tanto la TPA como la TPS se almacenan en un mismo fichero por lo que, cambiando de fichero, se consigue que el teclado aprenda estilos de escritura diferentes en una misma lengua, como el literario o el coloquial. Hay bastantes casos especiales que se deben tratar individualmente como, por ejemplo, el inicio de una frase, que se trata como si tuviese entidad de palabra escrita para poder aprender y proponer las palabras más utilizadas al inicio de las frases. Finalmente, la TPS no contiene realmente las palabras sino índices a las palabras existentes en la TPA para así acelerar las búsquedas y reducir el tamaño de los ficheros utilizados.

Tabla 3. Ejemplo de tripletas incluidas en la TPS.

Palabra	casa	perro	la	casa	...	perro
Palabra siguiente	grande	lobo	mujer	roja	...	flaco
Fr. repetición	30	46	94	12	...	62

2.3 Lista de palabras más utilizadas

Existen algunos casos especiales como, por ejemplo, cuando se escribe una palabra no existente en la TPA en los que los métodos de predicción PA y PS no son capaces de sugerir un suficiente número de palabras para rellenar los botones de predicción disponibles. En este caso, la lista de palabras sugeridas en los botones se completa con las palabras más utilizadas (PMU) por el usuario que acostumbran a ser artículos y conjunciones.

2.5 Estudio previo

Se ha realizado un estudio previo para evaluar la influencia del número de botones de predicción utilizados en la capacidad de predicción del sistema. Para ello, se ha simulado el proceso de escritura y el de predicción PA y PS aplicado a un texto literario de 10.000 palabras. Al aumentar el número de botones de predicción aumentará la probabilidad de que una de las palabras propuestas sea la deseada por el usuario, pero también será mayor el esfuerzo visual y cognitivo necesario para analizar todas las palabras propuestas, lo que podría afectar negativamente al proceso de escritura. Los resultados presentados en este apartado deben ser considerados como una simple referencia ya que no sufren de ningún tipo de limitación de implementación ni de ejecución.

La figura 2 muestra el porcentaje promedio de aciertos obtenidos exclusivamente al aplicar la predicción PA en función del número de teclas pulsadas y del número de botones de predicción considerados. El mayor incremento en la capacidad de predicción se obtiene en el rango de 1 a 5 botones. En el caso de utilizar 6 botones de predicción se obtiene un acierto cercano al 45% en las palabras propuestas tras pulsar una única tecla; con tres teclas pulsadas el acierto es del 55% lo que demuestra la capacidad de predicción del sistema de PA propuesto.

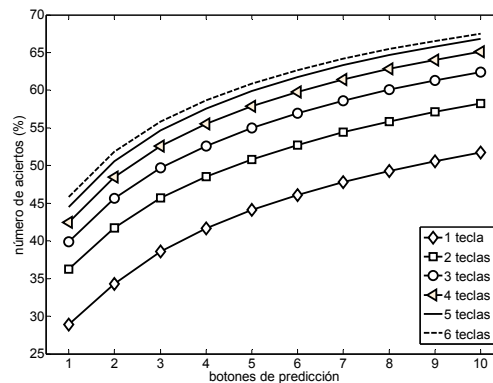


Fig. 2. Porcentaje de aciertos en la predicción PA en función del número de botones de predicción utilizados y la cantidad de teclas pulsadas.

La figura 3 muestra el porcentaje promedio de aciertos obtenidos exclusivamente al aplicar la predicción PS sin ninguna tecla pulsada en función del número de botones de predicción disponibles. Se observa que con seis botones de predicción el acierto es del 31% mientras que con 10 botones el acierto alcanza el 36%.

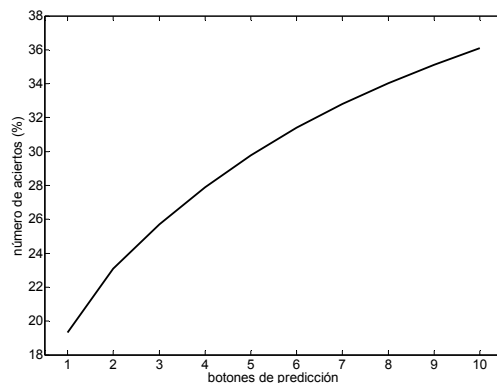


Fig. 3. Porcentaje de aciertos en la predicción PS en función del número de botones de predicción utilizados.

2.4 Implementación del sistema de predicción

La implementación unificada de los algoritmos de predicción PA, PS y PMU tiene un número muy elevado de casos especiales por lo que resulta extraordinariamente más compleja de lo que podría esperarse de un sistema basado en la creación de tablas mediante análisis estadístico. El objetivo final es que la acción combinada de los distintos algoritmos de predicción incremente la capacidad de acierto del sistema cuyas reglas básicas de implementación son las siguientes:

- Se aplica predicción PS siempre y cuando no se disponga de ninguna letra de la nueva palabra que se desea escribir.
- Una vez se disponga de alguna letra de la palabra que se desea escribir se busca en la TPS las palabras que comiencen con dichas letras. En caso de no disponer de suficientes palabras se busca en la TPA las palabras que comiencen con dichas letras.
- En caso de no disponer de suficientes palabras se completa la lista de palabras de los botones de predicción con las PMU.
- En cada etapa de predicción se descartan todas aquellas palabras que ya han sido propuestas con anterioridad.

La dificultad de implementación de estas reglas radica principalmente en la dificultad y particularidades idiomáticas, por ejemplo, en el caso del castellano existen palabras que comparten las mismas vocales y consonantes pero difieren en los acentos; en el caso del catalán existen los apóstrofes que enlazan artículos y palabras y los guiones que enlazan verbos con pronombres y que deben de considerarse todos ellos de forma independiente. Finalmente, a partir de los datos obtenidos en el apartado anterior se ha optado por utilizar una estructura de teclado virtual que ofrece espacio para 6 botones de predicción por considerar que es un tamaño que permite la

lectura simultánea de todos los botones sin requerir un esfuerzo visual adicional (ver fig. 1).

3 Validación del sistema de predicción

Para realizar la validación del sistema se ha dotado al teclado virtual de un agente con capacidad de simular la pulsación secuencial de las letras existentes en un fichero de texto y con capacidad de evaluación del acierto de los botones de predicción durante la escritura de una palabra, diferenciando además el algoritmo responsable de dicho acierto. Todo este esfuerzo se ha realizado para validar el teclado con un conjunto de palabras lo suficientemente extenso como para poder obtener resultados con validez estadística.

La validación del sistema se ha realizado simulando la escritura de un texto literario de 20.000 palabras por tratarse del peor caso posible (tabla 4) debido a su gran riqueza de vocabulario, lo que previsiblemente va a dificultar la tarea de predicción por su alta probabilidad de utilizar palabras desconocidas para el sistema. Además, se han eludido los diccionarios de frecuencias; el proceso de escritura se ha iniciado como si de un idioma desconocido se tratase, es decir, se ha partido de un archivo de diccionario con la TPA y la TPS sin ninguna palabra ni aprendizaje previo para poner a prueba también la capacidad de aprendizaje.

Tabla 4. Tamaño de la base de datos (TPA+TPS) en función de su genesis.

Diccionario creado a partir de:	TPA	TPS	Tamaño (KBytes)
Vacío	no	no	0
Conjunto de mails escritos por la misma persona	si	si	4
Primeras 5000 palabras de un diccionario de frecuencias	si	no	140
Libro estilo literario con 60.328 palabras.	si	si	1.279

En primer lugar, la figura 4 muestra la evolución del porcentaje de uso de cada uno de los botones de predicción en bloques de 5.000 palabras: el valor 0 indica que en la escritura de la palabra no se ha utilizado ningún botón de predicción mientras que los números del 1 al 6 indican el número del botón de predicción utilizado (las posiciones se corresponden con la prioridad propuesta por los algoritmos de predicción). En la figura 4 se observa que en el primer bloque hay un 40% de palabras que no han podido ser predichas por el sistema y han tenido que ser tecleadas en su totalidad aunque sí que se ha acertado en el 60% restante. De esta forma, sólo con una escritura de 1.000 palabras ya se ponen de manifiesto las ventajas de una utilización conjunta de los algoritmos de predicción PA y PS. La figura 4 también permite observar que la utilización de los botones de predicción se corresponde con el orden de prioridad de las palabras propuestas y que el nivel de acierto va incrementándose conforme aumenta el número de palabras escritas en el teclado.

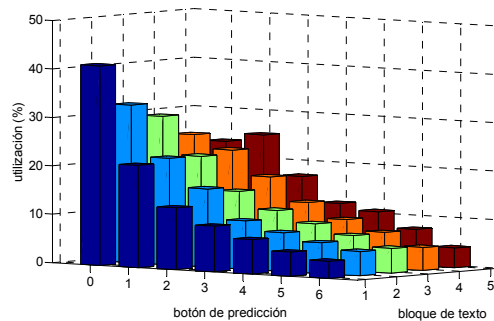


Fig. 4. Frecuencia de utilización de los botones de predicción en función del número de palabras escritas.

La figura 5 muestra la evolución del acierto en el sistema de predicción evaluada en bloques de 1.000 palabras. Se observa una tendencia incremental en el acierto en la predicción a pesar de que el estilo de escritura literario no se basa en la repetición de estructuras gramaticales.

La figura 6 muestra la evolución del porcentaje de teclas pulsadas al escribir el texto en estilo literario en el teclado virtual sin entrenamiento previo. Se observa que el primer bloque de 1.000 palabras el porcentaje de teclas pulsadas es del 77% y que dicho porcentaje va disminuyendo conforme el sistema de predicción aprende del estilo de escritura del usuario hasta llegar a un 58% para un texto de 20.000 palabras; lo que implica una notable reducción en el número de pulsaciones requeridas.

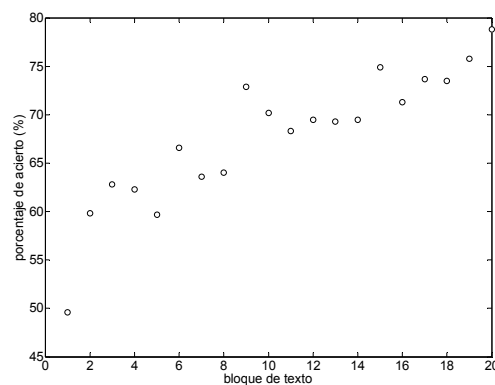


Fig. 5. Porcentaje de acierto en función del número de palabras escritas.

Finalmente, la figura 7 muestra la distribución del número de teclas pulsadas por palabra escrita (incluyendo los botones de predicción). Se observa que un sistema sin predicción requiere un mínimo de dos pulsaciones para definir una palabra (letra, por ejemplo “a”, seguida de espacio) mientras que al utilizar los botones de predicción el espacio se añade automáticamente al final de la palabra con lo que una única pulsación es realmente suficiente para escribir una palabra de longitud variable. La

figura 7 muestra que un 21% de las palabras se escriben con una única pulsación y que dos pulsaciones bastan en 37% de las palabras restantes.

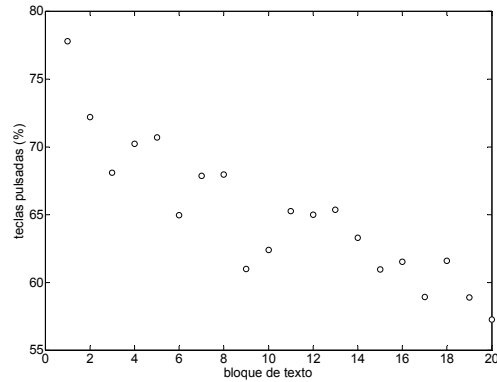


Fig. 6. Porcentaje de teclas pulsadas en función del número de palabras escritas.

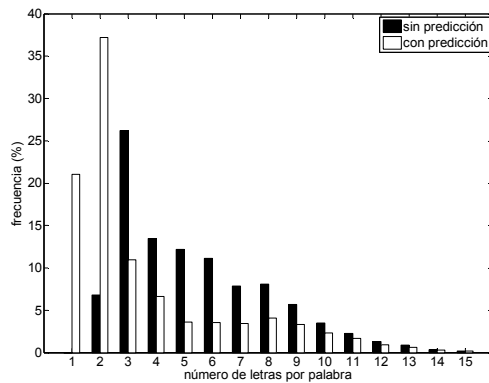


Fig. 7. Número de letras a pulsar por palabra escrita.

4 Conclusiones

En este trabajo se presenta la implementación de capacidades de predicción en un teclado virtual diseñado específicamente para ser utilizado por personas con algún tipo de discapacidad motriz que les impida utilizar un teclado convencional. El sistema se basa en dos tipos de predicciones: palabra actualmente escrita y palabra siguiente a la actual. El sistema propuesto dispone de capacidad de aprendizaje de nuevas palabras y del estilo de escritura del usuario con el objetivo de aumentar el grado de éxito de las predicciones y minimizar el número de pulsaciones de teclas

necesario para escribir un texto mediante un teclado virtual. Los resultados obtenidos muestran que un 21% de las palabras se pueden escribir con una única pulsación y que dos pulsaciones bastan para escribir el 37%, lo que permite ahorrar hasta un 42% de las pulsaciones necesarias para escribir un texto en estilo literario en un sistema predictivo sin entreno previo. Los resultados obtenidos indican que la implementación de capacidades predictivas en un teclado virtual facilita la labor de escritura y que el sistema propuesto está suficientemente evolucionado como para evaluarse con usuarios finales.

Referencias

- [1] Berg O., "Keyboard replica image for a computer display screen," *Time/System International ApS*. Patent number: D299142, Denmark, 3 Dec 1985.
- [2] Poupyrev, I., Maruyama, S., "Tactile interfaces for small touch screens," *In proceedings of ACM UIST 2003*, pp. 217-220, Vancouver 2003.
- [3] Shneiderman, B., "Touch screens now offer compelling uses," *Software, IEEE*, vol.8, no.2, pp.93-94, 107, Mar 1991
- [4] VKB Ltd. <http://www.lumio.com/>
- [5] Sjostrom, C., "Designing haptic computer interfaces for blind people," *Signal Processing and its Applications, Sixth International, Symposium on*, vol.1, no., pp.68-71, 2001
- [6] Evans D.G.; Drew, R.; Blenkhorn, P., "Controlling mouse pointer position using an infrared head-operated joystick," *Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*, vol.8, no.1, pp.107-117, Mar 2000.
- [7] Betke M., Gips J., Fleming P., "The Camera Mouse: Visual Tracking of Body Features to Provide Computer Access for People With Severe Disabilities". *In: IEEE Trans. On Neuronal Systems and Rehabilitation Engineering*, vol 10, no. 1, pp. 1-10, March 2002
- [8] Palleja T., Rubion E., Teixido M., Tresanchez M., Fernandez del Viso A., Rebate C., Palacin J., "Using the Optical Flow to Implement a Relative Virtual Mouse Controlled by Head Movements". *Journal of Universal Computer Science*, vol. 14, no. 19, pp. 3127-3141, February 2009.
- [9] Xueliang, H., Jia W., Maysam G., "A Wireless Tongue-Computer Interface Using Stereo Differential Magnetic Field Measurement". *Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS*. Lyon (France), August 23-26, 2007.
- [10] James R. Lewis: "Input rates and user preference for three small-screen input methods: standard keyboard, predictive keyboard, and handwriting," *proceeding of the human factors and ergonomics society 43rd annual meeting*, 1999.
- [11] Mackenzie S., Zhang S.X., William R.: "Text entry using soft keyboards", *Behaviour & information technology*, vol. 18, no. 4, pp. 235-244, 1999.
- [12] Peter E., "Virtual keyboard with scanning and augmented by prediction". *Proc. 2nd Euro. Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech.*, Skövde, Sweden, 1998.
- [13] Berard, C.; Niemeijer, D., "Evaluating effort reduction through different word prediction systems," *Systems, Man and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference on*, vol.3, no., pp. 2658-2663 vol.3, 10-13 Oct. 2004
- [14] Keith Trnka and Kathleen F. McCoy, "Evaluating Word Prediction: Framing Keystroke Savings", *Proceedings of ACL-08: HLT*, Short Papers (Companion Volume), pp. 261-264, Columbus,
- [15] Garay-Vitoria N., Abascal J. Text Prediction Systems: A survey. *Universal Access in the Information Society (UAIS)*. vol. 4, No. 3. pp. 188-203, 2006

Una propuesta para la Interacción, Consulta y Visualización en Esquemas de Almacenes de Datos

Clemente R. Borges y José A. Macías

Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid,
28049 Madrid, España
{Clemente.Borges, J.Macias}@uam.es

Resumen. En general, existen ciertas dificultades en la interacción entre usuarios no expertos y los sistemas de bases de datos. Las causas principales radican en la representación de los datos y en la complejidad de los mecanismos para interactuar con ellos. En este sentido, los esquemas de almacenes de datos proveen una alternativa para reducir la complejidad y la cantidad de relaciones de un modelo, facilitando la vista y la interacción con el usuario final. Por otro lado, el apoyo de herramientas visuales e interactivas es también necesario para evitar la exigencia de conocimientos específicos en lenguajes de programación. En este artículo, presentamos una herramienta visual para la visualización y consulta de esquemas de almacenes de datos. El sistema proporciona una manera interactiva de representar los *hechos* y las *dimensiones* para la creación de consultas, y muestra los resultados en tiempo real. Además, presentamos un enfoque para la visualización de operaciones basadas en conjuntos y consultas anidadas, aspectos no abordados comúnmente por otras aplicaciones similares.

Palabras clave: Visualización de la Información, Desarrollo por el Usuario Final, Interfaces Web, Almacenes de Datos (Data Warehouse).

1 Introducción

Hoy en día, el avance de la tecnología informática ha permitido que sea posible almacenar grandes volúmenes de información con distintos propósitos. Sin embargo, el hecho de que se pueda almacenar tal cantidad de información no implica necesariamente que se pueda acceder a ella fácil y rápidamente para propósitos analíticos. Es necesario procesar y disponer de la información de tal forma que ésta pueda ser mostrada y entendida por usuarios de distinta índole.

En base a esta problemática, los almacenes de datos (Data Warehouse o DW) surgen como estructuras de datos especializadas para el acceso fácil a distintos tipos de información relevante del *negocio*, y sirven de base para mejorar la toma de decisiones. A la colección de tablas de un DW se le llama esquema. Un esquema comúnmente está compuesto por una tabla de *hechos*, y varias tablas de *dimensión* que están relacionadas con la tabla de *hechos*. La tabla de hechos representa las *medidas del negocio* (valores numéricos), mientras que las tablas de dimensión

contienen los atributos dimensionales que describen los hechos (descripciones textuales). Este tipo de estructura es conocida comúnmente como *esquema estrella*, y una de las características más importantes es su simplicidad. Los usuarios que utilizan un esquema de este tipo salen beneficiados, debido a que los datos son más fáciles de comprender, navegar y consultar [2].

Sin embargo, a pesar de que es posible reducir la complejidad del modelo de datos en general, resulta imprescindible a la larga el uso herramientas que permitan extraer y visualizar los datos. Muchas de las herramientas de construcción de consultas existentes carecen de expresividad y/o facilidad de uso. Esta falta de expresividad, a veces implica que algunas de las capacidades en la construcción de consultas más complejas sean obviadas, o difícilmente alcanzables por usuarios no expertos.

Con el objetivo de superar estos inconvenientes, proponemos una herramienta visual de consultas llamada VISQUE (VISual Star-scheme QUery by Example), que tiene como propósito la creación de consultas por *demonstración* enfocadas a almacenes de datos, permitiendo a usuarios de bases de datos, no expertos en SQL, construir consultas de una forma visual, y con menos limitaciones de expresividad. La herramienta utiliza distintas técnicas de visualización, y proporciona expresividad para construir consultas complejas que incluyen operaciones de conjuntos, consultas anidadas, y operaciones de agregación. Nuestro enfoque se basa en el concepto de *Desarrollo por el Usuario Final* (End-User Development o EUD) [4], que comprende métodos, técnicas, y herramientas que permite a los usuarios de sistemas software, que actúan como desarrolladores de software de alguna forma, crear, modificar, o extender en cierta forma un artefacto software. En nuestro caso, este paradigma se aplica a la construcción de consultas de almacenes de datos de forma interactiva.

2 Trabajo Relacionado

En los últimos años se han propuesto diferentes herramientas visuales para ayudar al usuario en la creación de consultas. Query by Example (QBE) [8] ha sido la línea base para el desarrollo de casi la mayoría de herramientas visuales de creación de consultas. No obstante, QBE utiliza un enfoque basado en tablas para la creación de las consultas, lo que limita la expresividad al no ser posible tratar con operaciones de conjuntos u operaciones anidadas de una forma visual. Utilizando otro enfoque distinto, la herramienta Web Spago BI QbE Enterprise Scope¹ propone la creación de consultas a partir de una secuencia de pasos fijos, careciendo de variedad de tipos de operación para consultas relacionales. Existen otras herramientas de código abierto como Eclipse Birt Project², que también proporciona facilidades para creación de consultas, aunque carece de cierta expresividad y no es apta para usuarios inexpertos. Adicionalmente, Tableau Desktop³ es una herramienta orientada a almacenes de datos. Sin embargo, utiliza un método de clasificación de medidas y dimensiones que se basa simplemente en el tipo de dato de los campos. En contraposición, VISQUE analiza la estructura del modelo para crear una visualización del mismo.

¹ Spago BI QbE Enterprise Scope, <http://www.spagobi.org/>

² Eclipse Birt Project, <http://www.eclipse.org/birt/>

³ Tableau Desktop, <http://www.tableausoftware.com/products/desktop>

El objetivo principal de los lenguajes visuales es facilitar el uso de conceptos predefinidos de un dominio utilizando para ello representaciones visuales, de tal forma que se minimice el nivel de abstracción [5]. Este tipo de técnicas son comúnmente utilizadas dentro del paradigma de la *Programación por Demostración* (PBD) [3], en donde el usuario se abstrae de lenguajes específicos, y se proporcionan mecanismos que permiten crear consultas de manera intuitiva. En un ambiente PBD, un usuario simplemente construye la tabla de resultados, y el sistema infiere la consulta que produce dicha tabla de resultados [7]. Nuestro enfoque intenta complementar otras herramientas visuales existentes, agregando una novedosa representación visual de esquemas de almacenes de datos, e incluyendo representaciones visuales para operaciones de conjuntos y consultas anidadas, así como técnicas basadas en la PBD para disminuir la curva de aprendizaje.

3 Descripción de la Herramienta

En la Fig. 1 se muestra un esquema contextual en el que se presenta VISQUE, una herramienta Web que aporta un conjunto de técnicas novedosas de visualización de información para la consulta de esquemas de almacenes de datos. VISQUE toma la información de conexión de una base de datos relacional e infiere el esquema de datos correspondiente mediante un algoritmo que analiza la estructura de las tablas y determina cuál es la tabla de hechos y cuáles son las tablas de dimensiones. Esta información se almacena en un fichero XML, que sirve como descriptor del esquema y proporciona información a otros componentes de la herramienta.

A partir del componente visual para la interacción con el esquema, el usuario puede construir una consulta visualmente. Posteriormente, el sistema utiliza un intérprete de consultas, y apoyándose en el descriptor del esquema, genera una sentencia SQL a ser ejecutada en el Sistema Gestor de Bases de Datos para visualizar los resultados. Cuando la consulta en cuestión implica una operación sobre conjuntos o existen consultas anidadas, el sistema es capaz de generar visualizaciones para mostrar dichas operaciones. Para ello, se genera automáticamente otro fichero XML (Descriptor de Visualización de operaciones) a partir de los datos que posee la aplicación acerca de la consulta, que posteriormente se representará en el navegador Web del usuario.

Una de las características más importantes de VISQUE es su componente de visualización e interacción sobre el esquema, basado en una mejora Web del ya clásico MVC (Modelo-Vista-Controlador). Este componente está basado en el modelo *Spacetree* de la librería JIT⁴ para visualización de información, que es un componente interactivo que expande y colapsa elementos de una forma visual y sencilla, y que permite al usuario observar los hechos y atributos dimensionales, así como operar con dichos elementos para la construcción de una consulta de extracción de datos. El componente de visualización del esquema se crea a partir de una estructura JSON⁵

⁴ JavaScript Information Visualization Toolkit (JIT), <http://blog.thejit.org/javascript-information-visualization-toolkit-jit/>

⁵ JavaScript Object Notation (JSON), <http://www.json.org/>

(JavaScript Object Notation), que se genera dinámicamente a partir del fichero XML que describe el esquema de datos, y que posteriormente se despliega en el navegador.

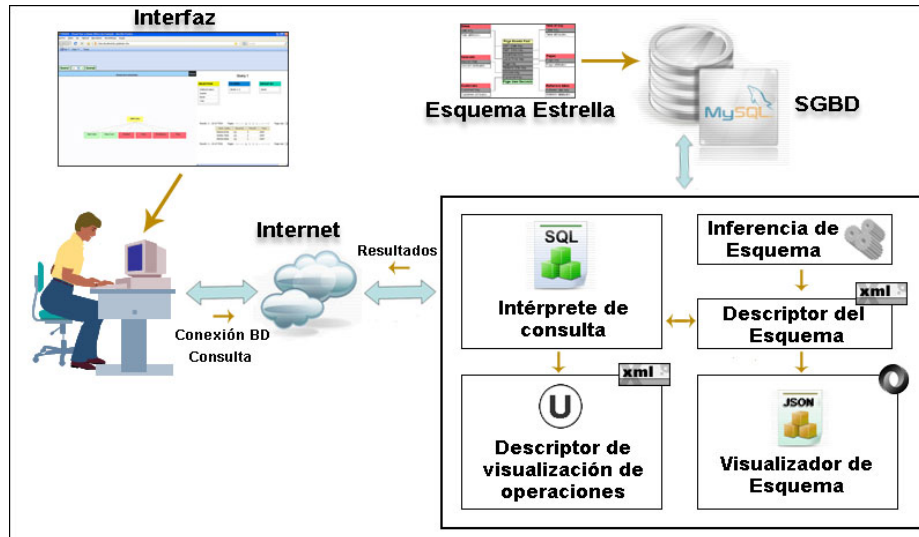


Fig. 1. Esquema contextual de la herramienta VISQUE en su entorno de utilización.

3.1 Descripción general de la Interfaz

La interfaz Web de VISQUE incluye varias secciones que comprenden distintas funcionalidades del sistema. En la Fig. 2 se puede observar la pantalla principal de la herramienta, en la cual se muestran 6 regiones (cada una de ellas señalada con una flecha numerada). La primera (1) muestra el esquema de interacción y visualización, anteriormente comentado, sobre el esquema de almacenes de datos, y la manera en la cual el usuario puede manipular los campos, seleccionándolos desde dicha estructura jerárquica que muestra una clara diferencia entre las medidas (rectángulos verdes) y las dimensiones (rectángulos rojos), así como las operaciones que se pueden aplicar a cada uno de los elementos del esquema (expandiendo cada uno de los nodos). Cuando se expande un elemento hasta el último nivel, se muestran todas las operaciones posibles sobre un determinado campo, bien sea una medida o un atributo dimensional.

Entre estas operaciones, cabe mencionar la selección, el filtrado, los criterios de ordenamiento y agrupamiento. La segunda región (2), es una representación de los elementos para la consulta que han sido seleccionados desde la estructura jerárquica mencionada de la región 1. Cada uno de dichos elementos se muestra en cajas con distintos colores, y especifican distintas partes de la cláusula SQL inferida. Una de las principales características de la herramienta es la habilidad de representar visualmente operaciones tales como UNION, INTERSECTION, IN y NOT IN, que no son muy comunes en otras herramientas de consultas visuales. La tercera región (3),

comprende un área tabular que representa independientemente cada una de las subconsultas que pueden generarse dentro de la consulta global, indicando las operaciones correspondientes entre las distintas consultas, y permitiendo al usuario observar los elementos de la operación resultante de forma visual. Más adelante, nos adentraremos en un ejemplo que muestra la creación de subconsultas.

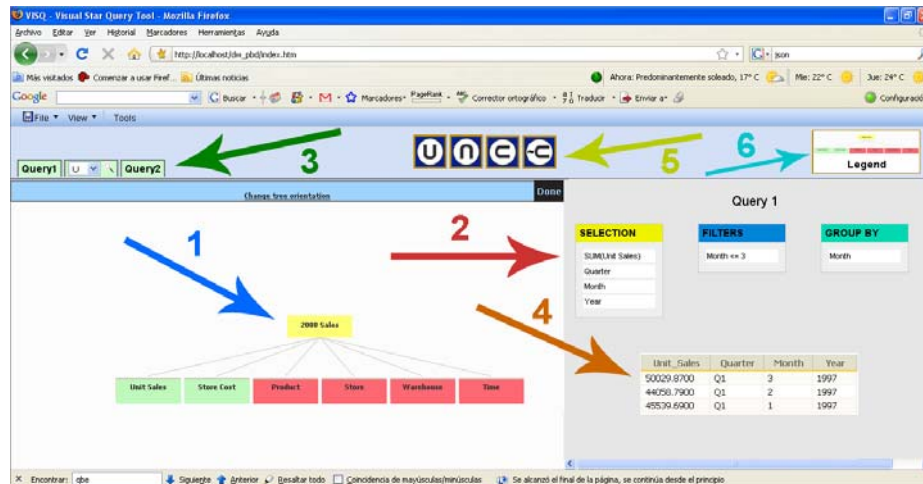


Fig. 2. Interfaz de usuario para la manipulación de consultas visuales en VISQUE.

La cuarta región (4) se actualiza automáticamente para cada subconsulta independiente, y muestra los resultados (datos) en tiempo real. La quinta región (5) muestra un conjunto de botones que se utilizan para incluir nuevas subconsultas en función de una operación determinada, y que se describirá dentro un escenario de uso en la sección siguiente. Por último, la sexta región (6) muestra una imagen que indica la leyenda del esquema de datos; al hacer clic sobre esta, proporciona una ayuda al usuario para entender la correspondencia entre colores, metáforas y elementos del esquema en caso de que el usuario lo necesite en cualquier momento.

3.2 Escenario de Uso

A continuación, vamos a introducir un caso de uso para describir resumidamente el proceso de construcción de una consulta con VISQUE. Para ello, se muestra un esquema de datos de ejemplo (ver Fig. 3), que incluye una tabla de hechos representando las ventas de productos para el año 2008 (2008_SALES), y cuatro tablas de dimensión que representan los productos (PRODUCT), la fecha (TIME) y la tienda en que fueron vendidos (STORE), así como el depósito del que provienen los productos (DEPOT). Cada fila en la tabla de hechos (2008_SALES) representa una determinada cantidad de productos vendidos (unit_sales), así como su coste (store_cost). Las tablas de dimensión se utilizan para mostrar en distintas perspectivas las unidades vendidas.

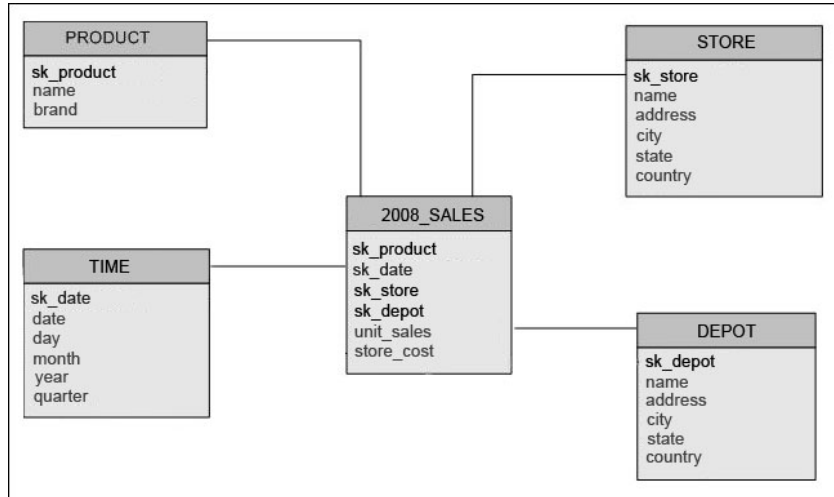


Fig. 3. Esquema físico de datos. Esquema *estrella* para el caso de uso.

Supongamos que el usuario desea realizar una consulta que devuelva la cantidad de productos vendidos en los tres primeros meses del año, junto con aquellos vendidos durante los últimos tres meses del año también. Para ello, se pueden crear dos subconsultas, unidas mediante una operación de unión, una para cada trimestre.



Fig. 4. Metáforas visuales para la representación de operaciones en VISQUE.

Las opciones que se pueden realizar sobre cada campo en las distintas subconsultas se representan mediante metáforas que determinan una operación concreta (ver Fig. 4). La metáfora numerada con 1 corresponde a la selección simple de campos (cláusula SELECT), La metáfora 2, concierne a la aplicación de filtros o condiciones sobre campos (cláusula WHERE). La metáfora 3 permite el ordenamiento del resultado final (cláusula ORDER BY). Por último, la metáfora número 4 permite llevar a cabo agrupamientos de filas, también denominados rupturas de secuencia (cláusula GROUP BY). Cuando el usuario desliza el puntero sobre cualquiera de las metáforas, se indica textualmente la acción que se puede aplicar mediante la visualización de un *tooltip*, con el fin de disminuir la carga cognitiva.

En la Fig. 5 se muestra la secuencia de pasos para crear la primera subconsulta. En primer lugar, se debe seleccionar el campo que corresponde a las unidades vendidas, *unit_sales*, haciendo clic sobre el rectángulo verde correspondiente, y expandiendo las opciones para dicho campo. Se debe hacer clic sobre la metáfora que indica la selección simple de campos (1), lo que queda reflejado en la caja de selección de la derecha (2). Por defecto, la herramienta aplica la función de

agregación “SUM” cuando se agregan hechos como parte de la selección de campos. No obstante, se puede modificar e incluir cualquier otra función cuando se hace doble clic sobre el nombre del campo en la caja de selección. Posteriormente, la herramienta infiere la consulta que el usuario está creando, y construye una tabla de resultados (3). Éstos, se actualizan automáticamente en tiempo real, quedando visibles en la caja de resultados ubicada en la esquina inferior derecha, donde se muestra un solo registro correspondiente a la suma total de unidades vendidas.

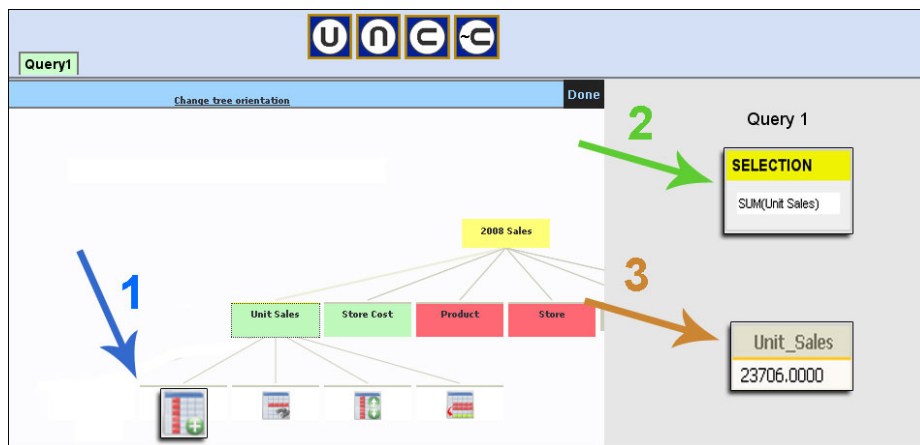


Fig. 5. Selección de campos.

Una vez seleccionado dicho campo, podemos agregar los atributos dimensionales por los cuales queremos observar los hechos. En el caso de la consulta que estamos construyendo, agregamos los campos correspondientes al trimestre (*quarter*), también al mes (*month*) y al año (*year*). Todos estos campos provienen de la tabla *TIME*, siguiendo el mismo esquema de selección mostrado anteriormente. Posteriormente, debemos indicar el filtro correspondiente para que se incluyan únicamente los resultados de los tres primeros meses del año (ver Fig. 6). Para ello, se debe hacer clic sobre el atributo dimensional *month* de la tabla de dimensión *TIME*, y posteriormente seleccionar la metáfora correspondiente a los filtros (1), que inmediatamente agrega el campo a la caja de filtros y activa la selección de condiciones y valores para dicho filtro, sugiriendo los posibles valores que el usuario puede seleccionar para el campo en cuestión (2), en donde debe indicar “ ≤ 3 ”. Por último, es necesario seleccionar el campo de agrupamiento para realizar las sumas (cláusula *GROUP BY*). En este caso agrupamos por mes, seleccionando la metáfora correspondiente dentro de las opciones del campo *month* (3).

Mediante el proceso descrito, se completa la primera subconsulta: unidades vendidas en los primeros tres meses del año, cuyos datos aparecen en la parte de resultados (4). En un segundo paso, se crearía una segunda subconsulta para tener en cuenta las unidades vendidas en los últimos tres meses del año (ver Fig. 7).

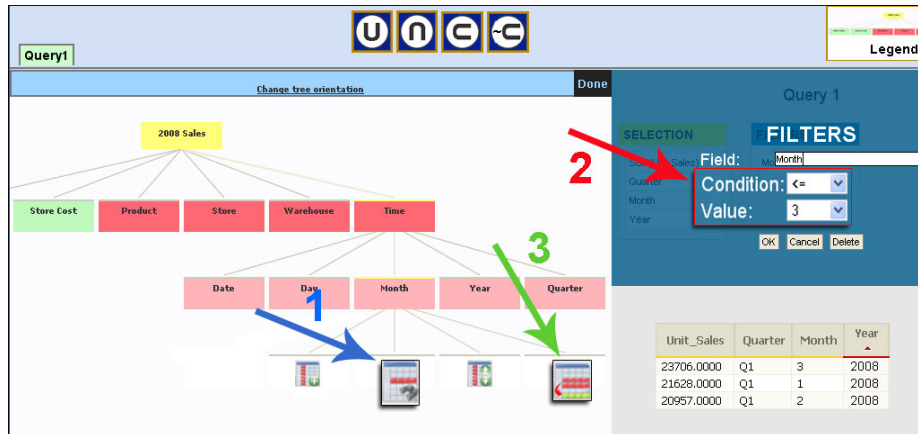


Fig. 6. Establecimiento de condiciones de filtrado y agrupamiento. Primera subconsulta

Para la segunda subconsulta, hacemos clic sobre el icono que representa la operación de UNION (1), que permite la agregación de una nueva subconsulta (2), y que por defecto incluye las mismas selecciones que realizó el usuario en la consulta anterior. Posteriormente, se debe modificar el filtro existente cambiando la condición y el valor correspondientes a los últimos tres meses del año (“Month >= 10”). Para ello, el usuario sólo debe hacer doble clic sobre la única condición existente en la caja “Filters” (3). Una vez modificada la condición, los resultados de la segunda subconsulta aparecen las unidades vendidas en los últimos tres meses del año, lo que puede comprobarse en la caja de resultados (4). Finalmente, para ver el resultado de la unión de ambas consultas, se debe hacer clic sobre el icono con la lupa que se encuentra entre las pestañas de la subconsultas uno y dos (5).

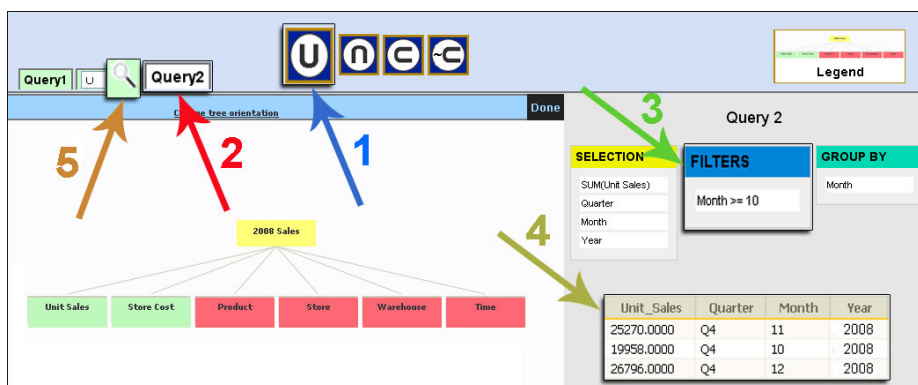


Fig. 7. Creación de nueva subconsulta para realizar la operación de unión con la primera

Por último, en la Fig. 8 se pueden observar visualmente ambas consultas y la operación de unión resultante. De cada subconsulta, parten las metáforas que indican

las operaciones que fueron seleccionadas y, a su vez, de cada metáfora salen los campos que se utilizan para cada operación seleccionada, mostrando la función que fue aplicada en la selección, las condiciones y los valores por el cual se realiza el filtrado de información, así como el campo por el cual se realiza el agrupamiento. Adicionalmente, se muestra la tabla de resultados final, producto de la operación de unión entre ambas consultas (parte inferior de la figura), en la que se listan las unidades vendidas para el primer y último trimestre del año de forma conjunta.

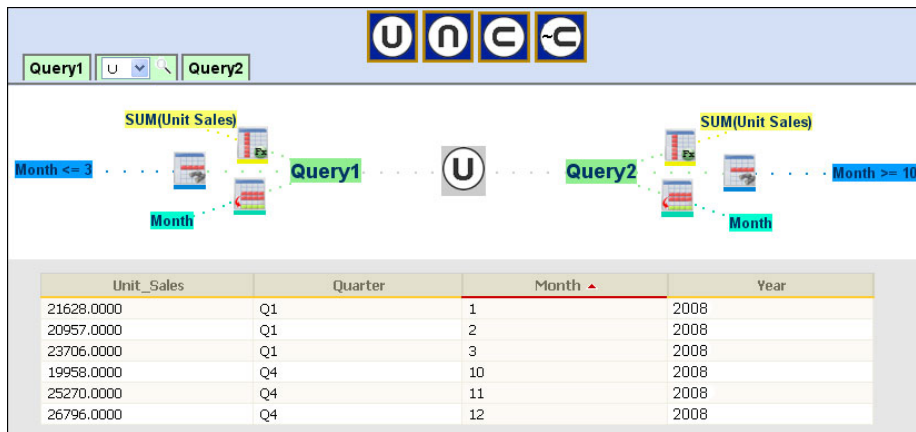


Fig. 8. Visualización de la operación de unión y de los resultados finales de la consulta global

4 Conclusiones

El enfoque propuesto, intenta abordar distintos problemas de visualización de datos y de consultas sobre esquemas de almacenes de datos, intentando establecer un compromiso aceptable entre expresividad y facilidad de comprensión y uso. En los últimos años, ha habido un avance notable en el campo de las bases de datos en términos de desempeño y capacidad. Sin embargo, la *usabilidad* de un sistema de base de datos es tan importante como la capacidad de la base de datos en sí [1]. Los esquemas de almacenes de datos ayudan a reducir relaciones complejas en los modelos, simplificando el modelo mental del usuario sobre los datos. Adicionalmente, las representaciones visuales reducen drásticamente el nivel de abstracción y apoyan la interacción con el usuario de una forma más sencilla. La solución propuesta es una combinación de técnicas de *Desarrollo por el Usuario Final* (como la *Programación por Demostración*), así como de diseño de interfaces de usuario y modelado de datos, para conformar un ambiente interactivo llamado VISQUE. De esta forma, se trata de que el usuario final, que conoce el entorno de bases de datos, pero que no es experto en SQL, pueda crear consultas fácilmente sin depender de lenguajes de programación o complejas especificaciones y abstracciones de datos.

La idea de herramientas visuales para interactuar con bases de datos no es nueva. No obstante, hemos encontrado deficiencias en aplicaciones existentes, que han sido identificadas utilizando una evaluación heurística parcial de la *usabilidad* [6] sobre varias herramientas, con el fin de analizar la carga cognitiva y la secuencia de pasos necesarias en la que generalmente se construyen las consultas sobre almacenes de datos. En este sentido, nuestro enfoque intenta mejorar estos problemas, proporcionando una forma expresiva e interactiva de representar esquemas de almacenes de datos, incluyendo representaciones visuales para operaciones de conjuntos y consultas anidadas, así como incluyendo ciertas mejoras como la habilidad de sugerir posibles valores en cláusulas condicionales, inferencia automática de ciertas operaciones, etc. La herramienta es ideal para la representación y la consulta sobre almacenes de datos, específicamente sobre esquemas de tipo estrella.

Actualmente, se cuenta con un prototipo funcional de VISQUE, aunque continuamos estudiando distintas posibilidades de visualización para otras operaciones de consulta que no se incluyen comúnmente en herramientas existentes, intentando mejorar la expresividad a partir de metáforas visuales más apropiadas. Finalmente, está planificado realizar algunos experimentos con usuarios reales para validar la *usabilidad* global y evaluar la satisfacción del usuario, así como para realizar mejoras en base a los resultados que arrojen las pruebas.

Agradecimientos

El trabajo que se describe en este artículo ha sido subvencionado por el MEC en el Programa Nacional de Tecnologías Informáticas, proyecto TIN2008-02081/TIN.

Referencias

1. Jagadish, H.V., Chapman, A., Elkiss, A., Jayapandian, M., Li, Y., Nandi, A., Yu, C.: Making database systems usable. In: Proceedings of the 2007 ACM SIGMOD international conference on Management of data, pp. 13 – 24, Beijing, China (2007)
2. Kimball, R., Ross, M.: The Datawarehouse Toolkit: Second Edition. John Wiley and Sons Inc., Hoboken (2002)
3. Lieberman, H., Your Wish is My Command – Programming by Example, Editores Morgan Kaufmann, 2001.
4. Lieberman, H., Paternò, F., and Wulf, V. (eds). End-User Development. Human Computer Interaction Series. Springer Verlag. (2006)
5. Moya, D., Macías, J.A.: Semantic Web Query Authoring for End-Users. M. A. Redondo, C. Bravo and M. Ortega (eds.). Engineering the User Interface: From Research to Practice. Pp. 147-160. Springer. (2009)
6. Nielsen, J.: Usability Engineering. Morgan Kaufmann Publishers. (1993)
7. Sugiura, A., Koseki, Y., Creating Database Queries by Demonstration. Proceedings of the 11th International IEEE Symposium on Visual Languages, pp. 164. 1995.
8. Zloof, M.M.: Query by example. In: Proc. National Computer Conference, Vol. 44, pp. 431-438, AFIPS Press. (1975)

Diseño ergonómico e ingeniería de la usabilidad aplicados a centros de control

Pere Ponsa¹, Toni Granollers², Ramon Vilanova³, David Batlle⁴,

¹ Grupo Investigación GREC Ingeniería del Conocimiento, EPSEVG UPC Av. Victor Balaguer s/n 08800, Vilanova i la Geltrú, {pedro.ponsa}@upc.edu

² Grupo Investigación GRIHO, Universitat de Lleida, Campus Cappedat 25001, Lleida {tonig}@diei.udl.net

³ Departamento Telecomunicaciones e Ingeniería de sistemas, ETSE, 08913, Universitat Autònoma de Barcelona UAB, Bellaterra {ramon.vilanova}@uab.cat

⁴ Departamento ESAII, EPSEVG Av. Victor Balaguer s/n 08800, Vilanova i la Geltrú Universitat Politècnica Catalunya UPC {davidbatlle}@gmail.com

Abstract. En este trabajo se aborda la aplicación de la interacción persona ordenador en el ámbito de la automatización industrial. En concreto en los aspectos de diseño ergonómico e ingeniería de la usabilidad. Con la sinergia entre disciplinas se persigue la mejora de los sistemas interactivos automatizados centrados en la persona.

Keywords: evaluación de sistemas interactivos, ergonomía, usabilidad, diseño.

1 Introducción

En los actuales sistemas de control distribuido el operario en la sala de control se integra dentro de un grupo de trabajo especializado en la tarea de supervisión. Los ámbitos de aplicación en sala de control son muy diversos: control de tráfico aéreo, control de transporte metropolitano o ferroviario, control de plantas nucleares o el control de plantas industriales [1]. Expertos como Sheridan y Parasuraman acuñan un nuevo término relacionado con la interacción entre personas y subsistemas automatizados (*human-automation interaction*) [2].

El objetivo principal de las tareas que se están desarrollando por componentes de tres Universidades estatales es acercar el diseño ergonómico y la ingeniería de la usabilidad a la tarea de control y supervisión que se lleva a cabo en el ámbito de la automatización industrial. Los autores consideran que el modelo MPIu+a puede ser usado en este contexto [3]. La importancia de este planteamiento radica en que la aplicación de la disciplina interacción persona ordenador al ámbito de la automatización industrial puede aportar pautas y metodologías que sirvan para la mejora de la calidad de los sistemas persona-máquina.

2 Desarrollo

De forma resumida abordamos las fases del trabajo que se está efectuando en estos momentos. Uno de los ejes principales es el Proyecto SAF, proyecto llevado a cabo mediante la relación entre Universidad y Empresa. En el marco de este proyecto práctico de cooperación se analizan las tareas actuales de supervisión y mantenimiento y se propone una mejora de la coordinación entre ambas, además de presentar una propuesta de diseño de centro de control donde ubicar estas tareas. Otra de las tareas importantes que se están realizando es el seguimiento de la tarea llevada a cabo por los supervisores sobre la interfaz gráfica de monitorización; para ello se lleva a cabo la aplicación de la metodología MPIu+a, y en concreto se realiza una entrevista y se procede a obtener información mediante un cuestionario de satisfacción sobre los responsables de mantenimiento y soporte informático del proyecto. A continuación es importante centrar la temática en la evaluación de la usabilidad mediante el método de inspección, y en concreto la evaluación heurística. Tres evaluadores proceden a aplicar la guía GEDIS sobre la interfaz gráfica de monitorización para indicar posibles mejoras en la calidad de la interfaz.

3 Conclusiones

La colaboración entre los gestores de la empresa de mantenimiento del Servicio de Actividad Física SAF y los ingenieros en informática de la UAB permite cruzar el marco académico hacia la realidad industrial. Este punto de partida es el que permite que investigadores de tres universidades, UAB, UdL y UPC puedan aportar respectivamente sus conocimientos en ingeniería de control, ingeniería de la usabilidad y diseño ergonómico al servicio de la aplicación de la disciplina Interacción Persona Ordenador en automatización industrial. La metodología presentada en el artículo es exportable a otras salas o centros de control industriales. Hasta donde se ha presentado en este artículo, se refleja que la sinergia entre disciplinas y expertos pueden mejorar la eficacia de los sistemas interactivos automatizados. Como continuación a este trabajo, conviene definir en un futuro test de usabilidad sobre los operarios de supervisión, así como definir métricas de usabilidad (eficiencia, eficacia, satisfacción) específicas para estos sistemas críticos.

Agradecimientos. Con el soporte económico del programa CICYT DPI2007-63356.

Referencias

1. Noyes, J., Bransby, M.: People in control: human factors in control room design. IEE Control Engineering Series (60), (2001)
2. Sheridan, T.B., Parasuraman, R.: Human automation interaction. *Reviews of Human Factors and Ergonomics*, 1, pp. 89—129, (2006)
3. Granollers, T.: User centred design process model. Integration of usability engineering and software engineering. *Proceedings of INTERACT 2003*, Zurich, Suiza, (2003)

CLAYMOBILE. Acceso a contenidos formativos a través de iPhone.

Nazareth Álvarez¹, Miguel A. Conde², Francisco J. García²

¹Clay Formación Internacional, Plaza Diego Hurtado de Mendoza, nº9, 37006, Salamanca
n.alvarez@clayformacion.com

²Universidad de Salamanca, Plaza de los caídos S/N. 37008, Salamanca
{mconde, fgarcia}@usal.es

Abstract. *ClayMobile* para *iPhone* es una aplicación que ofrece una visualización de la plataforma *Moodle*. Permite navegar por la jerarquía de carpetas de las plataformas en las que un usuario está matriculado, visualizar los recursos soportados y su descarga al dispositivo móvil.

Keywords: *iPhone, e-learning, m-learning, Moodle.*

1 Introducción

Es evidente que las TIC, en la sociedad actual, tienen cada vez más importancia en los procesos educativos. Su evolución ha sido vertiginosa y ello ha propiciado el que dispositivos tecnológicos cada vez más avanzados y potentes se hayan puesto a disposición de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por este motivo la formación en red es conocida como *e-formación* o *e-learning*, entendiéndose este como el uso de las TIC aplicadas a la formación. La evolución del *e-learning* hacia los dispositivos móviles, con todas las prestaciones, y también nuevos escenarios y problemas a resolver, se conocen en la actualidad como *mobile-learning* o *m-learning*. [1]

En este artículo se plantea un sistema para acceder a contenidos formativos a través de uno de los últimos dispositivos móviles creados por la compañía Apple llamado *iPhone*. Este dispositivo está teniendo una gran aceptación debido a su adaptabilidad, flexibilidad y facilidad de uso debido a su pantalla táctil y sus funcionalidades (p.ej. *multitouch*). La finalidad de *ClayMobile* es permitir a un determinado usuario navegar por las distintas plataformas moodle en las que está matriculado, con el fin de poder interactuar con los diversos contenidos formativos de los distintos cursos que componen. Esto es, poder visualizar y/o descargar todos los recursos de la plataforma en el *iPhone*. Esta aplicación adapta los contenidos formativos a las características técnicas del móvil para obtener una correcta visualización de los recursos en el dispositivo (características específicas de color y pantalla) y consigue que el consumo de esos contenidos suponga una transferencia mínima. Esta adaptación consiste en cambiar un archivo a un formato más simple y conocido para el *iPhone*, siempre que las características del mismo lo permitan. Estos archivos formativos pueden ser de cuatro tipos: texto, audio, vídeo e imagen.

2 ClayMobile para iPhone

Los antecedentes de *ClayMobile* para *iPhone* surgieron de un primer sistema *ClayMobile* para dispositivos J2ME. Este sistema usaba *portlets* (JSR-168) para relacionarse con una base de datos propia llamada *ClayNet*¹. Permitía a los usuarios acceder e interactuar con los contenidos de la plataforma *ClayNet* a través de un dispositivo con soporte a la tecnología J2ME [2].

Los avances tecnológicos y las nuevas necesidades del mercado han desencadenado la creación de una nueva aplicación *ClayMobile* especialmente construida para el dispositivo móvil *iPhone*. Esta aplicación, *ClayMobile*, se ha diseñado y programado con la finalidad de facilitar la formación *on-line* a personas de distintos niveles tecnológicos. Como consecuencia de esto la aplicación se ha desarrollado con una interfaz gráfica que busca como características principales la sencillez y la versatilidad en el manejo. De este modo, pretende servir de referencia en el mundo del *m-learning*.

Debido a la popularidad del LMS *Moodle* se propone como estudio para este nuevo desarrollo, dejando a un lado la plataforma propietaria *ClayNet* por los motivos siguientes: es un sistema software libre de fuentes abiertas y tiene una comunidad de miembros muy amplia debido a la cantidad de servidores que posee distribuidos por todo el mundo. [3]

El sistema *ClayMobile* visualiza y descarga los archivos formativos que se encuentran en los cursos de una plataforma *Moodle*. Siempre que sea posible los adapta a las características técnicas del *iPhone*. También permite al usuario navegar por la jerarquía de las distintas plataformas existentes e interactuar con todos sus recursos.

La aplicación se fundamenta en una arquitectura cliente-servidor. El cliente es la aplicación para *iPhone* que permite al usuario navegar por los distintos niveles de las plataformas *Moodle* y que es capaz de acceder a sus recursos con el fin de poder visualizarlos y en su caso de descargarlos al dispositivo móvil. El servidor es un conjunto de servicios web que acceden a diferentes bases de datos disponibles para obtener la información requerida por la aplicación *ClayMobile* cliente y que realizan la adaptación de contenidos con las características técnicas del *iPhone*. Para que *ClayMobile* funcione sólo hace falta tener *ClayMobile* instalado en el *iPhone* y que el conjunto de servicios estén en ejecución.

3 Presentación e Interacción con los contenidos

En la Fig.1 se detalla un ejemplo de cómo interactuaría el usuario con la aplicación y cómo respondería ésta en el caso de acceder y visualizar un recurso de audio. Las etapas serían: 1) Vista inicial de la aplicación a modo de pequeña introducción. Se pulsa “entrar” para continuar. 2) Vista con un pequeño formulario donde se piden los datos del usuario (email, contraseña y el servidor donde está el conjunto de servicios

¹ *ClayNet* es una base de datos creada por la empresa Clay Formación Internacional para sus tareas de formación *on-line*.

web) para el acceso al sistema. Al “Aceptar” los datos introducidos se validan con el conjunto de servicios web. Si son correctos se va a mostrar las distintas plataformas visibles para el usuario y si no son correctos se vuelve a la ventana inicial



Fig. 1. Ejemplo paso a paso de reproducción de un sonido en formato mp3.

3) Vista con el listado de las distintas plataformas en las que el usuario está matriculado de algún curso. Se observa que seleccionando en el nombre de la plataforma nos sale un texto (arriba a la derecha) donde se especifica qué tipo de contenido es y el lugar que ocupa en la lista que se está mostrando. En la parte inferior hay dos botones, uno para retroceder en las distintas vistas y el otro para salirse de la sesión. Se debe seleccionar una de las flechas azules situadas en la parte derecha de cada elemento listado para listar el contenido de dicho elemento. Por tanto se presiona la flecha de la plataforma “ClayMobile” para acceder a su contenido. 4) Vista con el listado de las distintas categorías que pertenecen a la plataforma “ClayMobile”. Pulsamos en la flecha de la categoría “Prueba” para acceder a su contenido. 5) Vista con el listado de los distintos cursos en los que el usuario está matriculado y que están contenidos en la categoría “Prueba”. Pulsamos en la flecha del curso “p” para acceder a su contenido. 6) Vista con el listado de los recursos visibles que tiene el curso “Prueba”. Para proceder a visualizar alguno de los recursos mostrados basta con seleccionar la flecha correspondiente al recurso que se quiera visualizar. En el caso del ejemplo pulsamos la flecha del recurso de audio en formato mp3. 7) Vista con la reproducción del archivo mp3 en la cual nos muestra una barra de progreso con la duración del archivo que se está reproduciendo (en la parte superior). Una vez que se haya reproducido del todo o que el usuario haya parado la reproducción (presionando el botón “Done”, situado en la zona superior de la pantalla) podrá elegir entre tres opciones: una de ellas es volver al listado de recursos que contiene el curso, otra es volver a reproducir el recurso seleccionado y la última

es la descarga del recurso al propio móvil *iPhone*. Si se elige la opción de descargar se listarían los directorios que contiene el teléfono, se navegaría a través de ellos hasta encontrar la ruta deseada para dejar el archivo y se pulsa la opción de guardar. Una vez guardado retorna al listado de recursos.

Si las características del recurso fueran de otro tipo (un texto, una imagen o un video) se mostrarían con la aplicación o reproductor correspondiente (visualizador de texto, visualizador de imagen o reproductor de video)

4 Conclusiones

El campo de los dispositivos móviles sufre grandes avances tecnológicos que desencadenan la creación de dispositivos más pequeños, más ligeros y con un uso cada vez más sencillo. De manera paralela a estos avances en el hardware, las técnicas de teleformación utilizan este tipo de dispositivos deben avanzar de la misma manera para no quedar obsoletas y desaparecer.

El proyecto ClayMobile es un proyecto puntero en cuanto a tecnología en *m-learning* debido a que tanto el dispositivo (*iPhone*), como el entorno simulador de pruebas (*iPhone SDK*, <http://developer.apple.com/iPhone/program/>) han sido lanzados al mercado recientemente.

ClayMobile es una aplicación potente, con una interfaz gráfica adecuada para todo tipo de niveles tecnológicos. Se pueden citar dos objetivos fundamentales que pueden dar un toque de distinción y calidad al proyecto dentro del mundo del *m-learning*. El primer objetivo a destacar es la adaptación de los contenidos de los cursos a las características técnicas del *iPhone*. Este es un tema con mucha importancia porque la aplicación modifica los contenidos haciéndolos más pequeños en tamaño. De este modo aumenta la fiabilidad de la descarga reduciéndose el tiempo de espera y el tiempo de conexión a Internet. Hay ocasiones en las que no se puede realizar la adaptación de recursos. Se debe a que el *iPhone* no soporta el formato del recurso en cuestión. En estos casos la aplicación *ClayMobile* ayuda al usuario a descargarse el recurso a su dispositivo móvil con el fin de que lo pueda visualizar o reproducir con otros aplicativos. Por otro lado el segundo objetivo a destacar es la sincronización de contenido formativo entre el cliente y el servidor. Esta comunicación debe ser transparente para usuario. *ClayMobile* se ocupará de además de la transparencia de que la comunicación realizada sea clara, sencilla y concisa para que sea lo más efectiva posible.

5 Referencias

1. Sharples, M. Arnedillo, I. Milrad, M. Vavoula, G.: MOBILE LEARNING Small devices, Big issues. Telelearn. (2006).
2. Velasco, A. Carabias, J. Conde, M. Á. and García, F. J.: CLAYNET:Content Adaptation in M-learning. IADIS International Conference Mobile Learning 2007.
3. Cole, J. Foster, H.: "Using Moodle (2ª Ed.)". O'Really. (2008).
4. Kochan, S.: "Programming in Objective-C 2.0 (2ª Ed.)". Sams Publishing. (2009)
5. Duncan, A.: "Objective-C Pocket Reference". O'Reilly. (2003)

Definición de un Marco Conceptual para la Evaluación de la Usabilidad en Entornos CSCL.

Jenny Solarte Diaz¹, Mauro Andrés Sánchez¹

¹IDIS Investigación y Desarrollo en Ingeniería del Software, Línea de Investigación: Ingeniería de Colaboración, Interacción Humano Computador, Departamento de Sistemas, La FIET, Universidad del Cauca, Colombia
{jjsolarte, msanchezmunoz}@unicauca.edu.co

Abstract. Los entornos de Aprendizaje Colaborativo asistidos por computador CSCL han ido evolucionando paulatinamente con ayuda de todas las investigaciones realizadas al respecto, dada la importancia de estos entornos se plantea una propuesta cuyo objetivo está en definir un marco conceptual para la evaluación de la usabilidad en este tipo de entornos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: La usabilidad utilizando los estándares internacionales, factores o criterios que se consideren necesarios; los modelos para el proceso de desarrollo de software; y las características atribuibles al software CSCL.

Keywords: CSCL, usabilidad, métricas, marco conceptual

1 INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de software para el Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computador CSCL, constituye un elemento clave para la realización de prácticas que conllevan a la construcción de conocimiento en el contexto de una actividad conjunta [1]. Uno de los requisitos que se imponen en la actualidad y que se ha ido implementando en el desarrollo de este tipo software es el hecho de construirlo pensando en el usuario, en sus necesidades; en otras palabras en lo que a él realmente le interesa. Es por esto que ya se encuentran usuarios que no gastan tiempo tratando de entender la aplicación sino que por el contrario centran sus esfuerzos en la tarea que están realizando sobre esta [2]. Hasta este momento se ha conseguido un avance significativo en el interés de construir software usable capaz de soportar las actividades de trabajo colaborativo, pero es necesario que se consigan aportes contundentes que hagan de la usabilidad un factor necesario en todo proceso de desarrollo de software colaborativo. La evaluación siempre se ha considerado como una actividad compleja, costosa y que incrementa el tiempo de desarrollo del software y más aun para entornos CSCL. Lo anterior es debido a que las metodologías y técnicas existentes que evalúan la usabilidad están enfocadas a la valoración sobre ambientes de trabajo individual [3]. Por esta razón se presenta un marco conceptual para la evaluación de la usabilidad en entornos CSCL que contribuirá a mejorar la calidad en el proceso de desarrollo software.

2 PROPUESTA MARCO CONCEPTUAL

No existen muchos antecedentes que se ocupen de la evaluación de entornos CSCL, por lo que resulta conveniente proponer un marco conceptual aplicable a estos entornos, por ello a continuación presentamos el marco conceptual de nuestra propuesta. Este consta de tres dimensiones que permitirán evaluar la usabilidad en entornos CSCL donde cada uno de sus ejes se caracterizan por que evalúan diferentes elementos como: La usabilidad utilizando los estándares internacionales, factores o criterios que se consideren necesarios; los modelos para el proceso de desarrollo de software; y las características atribuibles al software CSCL, estos elementos facilitan la asociación de métricas [5] que estarán asociadas a las tuplas de las distintas dimensiones que son la base de evaluación.

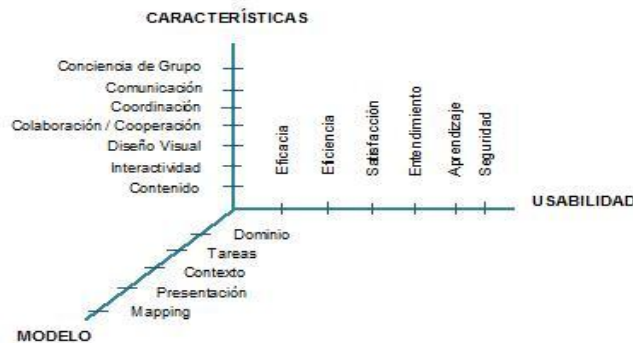


Fig. 1. Propuesta: Dimensiones para la Evaluación de la usabilidad en entornos CSCL.

En la primera dimensión se encuentran las características que son identificadas como elementos propios y representativos de un sistema colaborativo [4], la segunda dimensión toma estándares internacionales, y factores o criterios que se consideren necesarios para caracterizar la usabilidad de acuerdo con el contexto del uso del software; por último el tercer componente especifica aquellos modelos más habituales en el proceso de desarrollo de software basado en modelos [6], al considerar los modelos y no las fases trabajamos con elementos más tangibles que servirán de base y facilitarán la asociación de métricas al marco conceptual propuesto.

3 CONCLUSIONES.

El desarrollo de este proyecto fortalecerá la evaluación de la usabilidad en entornos CSCL enfocándose en aspectos como la comunicación, coordinación y cooperación y el funcionamiento del grupo, y aquellos que contemplan la usabilidad en función de la eficiencia, eficacia y satisfacción de los miembros que hacen parte del aprendizaje colaborativo.

Referencias

1. G. Stahl, T. Koschmann and D. Suthers based on a chapter in: R. K. Sawyer (Ed.). (2006). *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge, extraído el 4 de Febrero de 2009. <http://www.ischool.drexel.edu/faculty/gerry/cscl/index.html>
2. L. María Margarita, “Entre El Trabajo Colaborativo y El Aprendizaje Colaborativo,” en *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible: Re *Revista Iberoamericana de Educación*, http://www.rieoei.org/tec_edu18.htm. [Accedido: Enero 10, 2009].
3. Granollers, T. 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. Tesis Doctoral, Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad de Lleida, 2004.
4. M. Tobarra, F. Montero, y J. Gallud. “Usabilidad Colaborativa: Caracterizando la usabilidad en Entornos Colaborativos.” en *Interacción 2008 IX Congreso Internacional de Interacción Persona – Ordenador*. pps 61 – 70.
5. Calero, C., Ruiz, J., Piattini, M. A Web Metrics Survey Using WQM. ICWE 2004.
6. Montero, F. Integrando calidad y experiencia en el desarrollo de interfaces de usuario dirigido por modelos. Tesis Doctoral UCLM. 2005.

La Usabilidad en Buscadores Semánticos

Cristhy Jiménez¹, Cristian Rusu¹, Silvana Roncagliolo¹, Christian Riquelme¹

¹ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
cristhyjimenez@yahoo.es, {cristian.rusu, silvana}@ucv.cl, ch.riquelme@gmail.com

Resumen. Los sistemas de búsqueda web evolucionan a diario. Se ha difundido una nueva tendencia, los buscadores semánticos, que poseen características avanzadas de procesamiento y gestión de resultados, pero que no siempre son fáciles de utilizar. Se presenta un estudio de usabilidad realizado sobre buscadores semánticos y buscadores tradicionales, a través de cuatro casos de estudio.

Palabras Clave: Usabilidad, Buscador Semántico, Evaluaciones de Usabilidad.

1 Introducción

Como producto de la constante evolución de la web y el crecimiento caótico de los recursos que contiene, la búsqueda de información en la web es una de las tareas más habituales, que se ha convertido a la vez en uno de los mayores problemas que tienen que enfrentar los usuarios. El desarrollo de buscadores semánticos pretende ser la solución a este problema. Sin embargo, estas herramientas deben ser fáciles de entender y utilizar, ya que la utilidad de un sistema de búsqueda semántica no sólo puede ser determinada por aspectos tecnológicos de procesamiento, sino también por la aceptación de los usuarios que trabajan con él [2].

2 Evaluaciones de usabilidad

El estudio de usabilidad realizado se ha centrado en la facilidad de uso y aceptación de los usuarios ante las opciones de manipulación semántica de resultados. Se han utilizado tanto métodos de inspección, como métodos de prueba. Las *evaluaciones heurísticas* se han realizado siguiendo el protocolo propuesto por Nielsen, y utilizando las heurísticas del mismo autor [1]. En cada evaluación ha participado un grupo compuesto por tres evaluadores. Las *pruebas con usuarios* se han realizado con la participación de un grupo de cuatro usuarios, por cada buscador semántico. Ninguno de los usuarios tenía experiencias previas en el uso de buscadores semánticos.

El estudio de usabilidad fue realizado sobre cuatro casos de estudio: dos buscadores semánticos (*Clusty* - www.clusty.com y *Cluuz* - www.cluuz.com) y dos buscadores tradicionales (*Google* - www.google.com y *AltaVista* -

www.altavista.com). Se han incluido en el estudio tanto buscadores semánticos como buscadores tradicionales con el propósito de determinar características de los buscadores tradicionales que los semánticos deberían incluir en su diseño, para lograr un mayor grado de usabilidad.

2.2 Problemas de usabilidad encontrados en buscadores semánticos

Se lista a continuación los mayores problemas de usabilidad identificados en los dos buscadores semánticos analizados:

- *Opciones de visualización y/o manipulación semántica complican la búsqueda.*
- *Ayuda insuficiente, inadecuada y poco visible.*
- *Falta de orientación y retroalimentación para el usuario.*
- *El Idioma utilizado no apoya a todo el posible espectro de usuarios.*
- *Página de resultados sobrecargada.*
- *Metáforas gráficas inapropiadas.*

En cuanto a los dos buscadores tradicionales analizados, se han encontrado pocos y no mayores problemas de usabilidad. La mayor parte de ellos se relacionaban con aspectos de inconsistencia en la estructura de la interfaz y mecanismos de orientación al usuario.

El elemento más importante, característico para los buscadores tradicionales e incorporado en los buscadores semánticos, es la interfaz principal de consulta de diseño sencillo, basado en caja de texto y un botón que ejecuta la búsqueda.

3 Conclusiones

El desarrollo de buscadores semánticos usables constituye un importante desafío. El estudio realizado ha permitido identificar un conjunto de problemas de usabilidad presentes en los buscadores semánticos, cuya solución podría significar un aumento en el nivel de usabilidad de este novedoso, pero a la vez complicado sistema de búsqueda.

Los resultados obtenidos no pueden ser extrapolados. Es necesario realizar más evaluaciones, a un mayor número de casos de estudio que incluyan, diferentes características semánticas.

Referencias (selectivas)

1. Nielsen, J. et al.: Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, 1994.
2. Perdrix, F., García, R., Gil, R., Oliva, M., Macías, J., Moya, D.: Interfaces basados en la Web Semántica para la Gestión de Contenidos Multimedia, 2007. <http://nets.ii.uam.es/~s5t/publications/interaccion07-perdrix.pdf>

Propuesta de un Marco de Referencia para el Diseño Transcultural de GUI's en Portales Web Educativos

Lida E. Iles¹, Marly S. Quiñones¹, César A. Collazos¹

¹ Dpto. de Ingeniería de Sistemas, Universidad del Cauca,

¹ Grupo IDIS, Universidad del Cauca, Colombia

¹{liles, mquinones, ccollazo}@unicauca.edu.co

Resumen. La globalización ha incrementado el acceso a Internet y las visitas a los portales Web de diferentes lugares del mundo, es por esto que las empresas de productos software deben tener en cuenta el usuario y su diversidad cultural en sus procesos de desarrollo, logrando así ser competitivos en el mercado internacional, esto es importante dado que los productos y las interfaces diseñadas para una cultura no pueden encajar en su totalidad en otra

Palabras Clave: Transculturalidad, Portales Web Educativos, Usabilidad, Sitios Web, Diversidad Cultural, Modelos Culturales.

1 Introducción

Dado que los productos software y en particular las aplicaciones Web son usadas con mayor frecuencia por personas de culturas para las cuales no fueron diseñadas [1] y que el objetivo de las empresas es conseguir que sus productos y servicios lleguen a mercados internacionales, los diseñadores de sitios Web, en la construcción de sus interfaces, deben incluir elementos como: colores, gráficos, texto, etc. que necesitan ser modificados para adaptarlos a diversas culturas [2]. Son pocos los estudios para averiguar influencias culturales en la usabilidad de productos software usados globalmente [1] y en algunos se resalta problemas como el desconocimiento del impacto de diferencias culturales en el diseño [3], necesidad de una base teórica para diseño Web transcultural [4] y falta de guías de diseño, creación y evaluación de sitios Web para el uso multicultural [5]. Considerando que hay pocos estudios sobre diseño transcultural y en particular portales Web educativos, se presenta una propuesta para el diseño transcultural de interfaces gráficas de usuario en portales Web educativos.

2 Propuesta de Modelo para el Diseño Transcultural MDTC

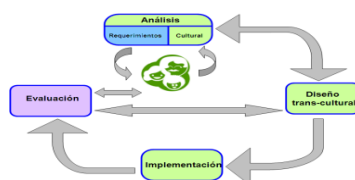


Fig. 1. Modelo Diseño Transcultural MDTC

2.1 Fases del Modelo

2.1.1 Análisis. Consta de 2 subfases: análisis de requerimientos y análisis cultural. En la primera se definen requerimientos funcionales y no funcionales, en la segunda se estudia las características culturales de los usuarios, considerando algunas variables culturales como: concepción temporal, lenguaje, entre otras, resultado de un estudio de modelos culturales [6]. Estas variables permitirán determinar aspectos culturales como: lenguaje, colores, etc. a tener en cuenta en el diseño transcultural de interfaces.

2.1.2 Diseño Transcultural de Interfaces. Con los aspectos culturales obtenidos en la fase anterior, se eligen los mas acordes a las características culturales de los usuarios objetivo y se crea un prototipo de diseño transcultural de la GUI.

2.1.3 Implementación. Aquí se realiza la codificación del prototipo diseñado en la fase anterior teniendo en cuenta los resultados de evaluaciones realizadas a usuarios.

2.1.4 Evaluación. En esta fase, se realiza y aplica al prototipo un test de usabilidad desde la perspectiva multicultural, con el fin de corregir errores y mejorar las GUI's.

3 Conclusiones

La globalización es uno de los aspectos que conduce directa o indirectamente a una amplia interacción entre diversas culturas. Las diferencias culturales son uno de los aspectos más importantes en el diseño de la interfaz de usuario. La transculturalidad es un aspecto que los diseñadores y desarrolladores no le han dado la importancia que amerita en el proceso de diseño Web, en especial en el de portales Web educativos.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto código 111345221103 de Colciencias.

Referencias

1. Ford, G., Gelderblom, H.: The Effects of Culture on Perfomance Achieved the use of HCI. ACM International Conference Proceeding Series. 47, 218 - - 230 (2003)
2. Valero, P.: Internacionalización. In: Lorés, J. (ed.) La Interacción Persona Ordenador, pp. 1- - 14. AIPO, Asociación Interacción Persona Ordenador (2001)
3. Smith, M.J., Salvendy, G.: Cross-Cultural User-Interface Design. Proceedings Human-Computer Interface Internat. (HCII). 2, 502- -505 (2001)
4. Faiola, A., Matei, S.A.: Cultural cognitive style and web design. Journal of Computer-Mediated Communication. 11, Vol 18 (2005)
5. Fitzgerald, W.: Models for Cross-Cultural Communications for Cross- Cultural Website Design. National Research Council Canada, 1- -11 (2004)
6. The cultural variables for development of model of culture, <http://www.tulips.tsukuba.ac.jp/limedia/dlam/B16/B1698740/5.pdf>

Entorno Computacional para el Entrenamiento de Personas con Discapacidad (Inclusión Laboral y Educativa)

Jovani A. Jiménez B.^{1,2}, Gabriel H. Uribe R.¹, Juan F. Ramírez P.¹

¹Comisión Pedagógica Facultad de Minas

²Grupo de Investigación Inteligencia Artificial en Educación Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia

Cra. 80 Nro. 65-223, Bloque M8A, Oficina 309, Medellín, Colombia

{jajimen1, ghuribe, jframirp}@unal.edu.co

Resumen. Este trabajo presenta la necesidad de cambiar el enfoque que se tiene hacia los discapacitados, específicamente aquellos quienes no poseen brazos o movilidad en ellos, para lo cual se propone un desarrollo computacional mediante el que es posible ofrecerles una oportunidad de inclusión social permitiéndoles el uso de dicha herramienta para su formación y posibilidad de acceder a una fuente de empleo.

Palabras clave: TICs, inclusión social, discapacidad, educación virtual, diversidad, rehabilitación, globalización.

1 Introducción

Las personas con discapacidad tienen condiciones especiales para satisfacer necesidades comunes, como por ejemplo: trabajar, estudiar, divertirse o pasear. Para estas personas su cuerpo en la situación de discapacidad se convierte en un “*nudo*”. En ocasiones necesitan tecnologías de apoyo para escribir, leer, comunicarse, dibujar, producir, entre otras; gracias a las cuales muchas personas salvan obstáculos que de otro modo les sería imposible superar [1, 2]. En la actualidad, según la Organización Mundial para la Salud, [3] un 10% de la población mundial sufre algún tipo de discapacidad [4]. En este trabajo se pretende presentar un entorno computacional mediante el cual las personas con discapacidad, específicamente aquellas que no tengan brazos o movilidad en los mismos (parálisis total o parcial) o que presenten trastornos de movimiento; puedan usar los aplicativos de software para realizar diversas actividades. Lo novedoso de nuestra propuesta, es que para el uso del entorno, el computador no requiere dispositivos especiales de hardware. Además, después del entrenamiento inicial, la persona con discapacidad no requiere de otra persona que la apoye en el uso del computador.

2 El Entorno

Nuestro modelo se fundamenta en el uso de herramientas de uso genérico; es decir, el software y hardware que una persona sin discapacidad puede utilizar (figura 1); sin importar el sistema operativo que utilice. Lo único adicional son los aplicativos de barrido de pantalla y movimiento del mouse. Estos aplicativos funcionan a partir de los silbidos que percibe a través del micrófono.

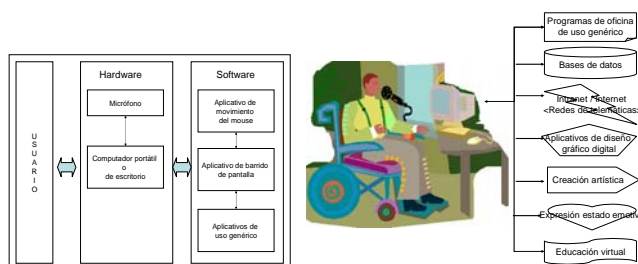


Fig. 1. Arquitectura del entorno. **Fig. 2.** Recreación gráfica del modelo.

El aplicativo de movimiento del mouse permite mover este dispositivo en 4 direcciones dentro de las ventanas de la pantalla. Cuenta con un botón que cumple la misma función del clic. El segundo aplicativo permite realizar las funciones permitidas en los diferentes programas; como por ejemplo: ejecutar el programa, abrir un archivo, cambiar el tamaño de la fuente, entre muchas otras. Este aplicativo cuenta además con una ventana que contiene todas las teclas que se van iluminando de manera consecutiva. Cuando una persona con discapacidad desea seleccionar una tecla, simplemente sopla (silba) a través del micrófono (figura 2).

3 Conclusiones

La exclusión social de individuos con algún tipo de limitación es cada vez mayor, con lo cual los costos sociales para un país en vía de desarrollo como Colombia son muy elevados [1]. Es necesario fortalecer las políticas gubernamentales relativas a la inclusión social de individuos con algún grado de limitación. El desarrollo de sistemas como el aquí propuesto permiten ofrecer una oportunidad de desarrollo personal y de inclusión social para una población tradicionalmente excluida. Se puede concluir que con esfuerzo, entrenamiento continuo y paciencia, las personas que presentan la discapacidad mencionada, pueden incluirse laboralmente (p.e. administrando una base de datos, atendiendo a usuarios, programar computadores, entre otras) o podrían educarse (bajo la modalidad virtual). También podrían realizar actividades artísticas o simplemente entretenerse con la Internet [3, 5].

Referencias

[4] Banco Interamericano de Desarrollo (2006). http://www.iadb.org/sds/soc/site_6215_s.htm, consultado en agosto de 2006.

- [2] Desmond D.; Maclachlan M. (2005) Factor Structure of the Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales (TAPES) with Individuals with Acquired Upper Limb Amputations. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. Vol. 84, No. 7, 2005.
- [1] Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. www.dane.gov.co. Visitado en marzo de 2009. Colombia.
- [3] Disability and Rehabilitation WHO Action Plan 2006 – 2011 en http://www.who.int/disabilities/publications/dar_action_plan_2006to2011.pdf. Visitado en marzo de 2009.
- [5] Smith D. (2007). Introduction to upper limb prosthetics: Part 1. *inMotion*. Vol. 17, Issue 2, march/april 2007.

Interacción Basada en la Posición: Mapa de Conceptos y Escenarios de Aplicación

S. Molina, O. Caro, P. González, J. A. Gallud, R. Tesoriero, G. Sebastián, A. Navarrete

Grupo de investigación INDEVOL y Grupo de investigación LoUISE
Universidad de Castilla-La Mancha

{sy.molina,jose.gallud,ricardo.tesoriero}@uclm.es

Abstract. Las nuevas formas de interacción que se proponen hoy en día destacan, entre otros, por estos dos aspectos: no se ven limitadas por las interfaces gráficas (GUI), y se basan en la posición del usuario. En este artículo se presenta una concepción novedosa de la interacción basada en la posición y se presentan algunas consecuencias prácticas. Del análisis del concepto de *Posición*, se obtiene su redefinición como el compendio de otros tres conceptos interrelacionados: *Ubicación*, *Intervención* y *History* (o *Trazabilidad*). Estas complejas relaciones las expresamos en un mapa conceptual, en él se plasman los conceptos con sus líneas comunicantes, con sus respectivos elementos parametrizables. Finalmente, cada combinación de valores de todos los parámetros da como resultado un escenario concreto. Esta multiplicidad de identificación de escenarios, abre nuevos horizontes a la identificación de nuevas formas de interacción basada en la posición.

Keywords: Posición, ubicación, sensibilidad al contexto, interacción, mapa conceptual, escenarios de interacción, interfaces.

1 Introducción

Los sistemas interactivos están experimentando profundos cambios como consecuencia del desarrollo tecnológico. Hasta hace poco tiempo, todo el esfuerzo se focalizaba en el desarrollo de interfaces gráficas de usuario (GUI) donde en el mejor de los casos, se imponían criterios de diseño centrado en el usuario (DCU). Sin embargo, el concepto de interfaz se ha expandido más allá de los límites impuestos por las interfaces GUI dando paso a lo que denominaremos interfaces HUI (Human User Interface) [1].

La complejidad de las tecnologías que ahora se utilizan en el campo de la *Interacción Persona-Ordenador*, puede atribuirse a las grandes transformaciones que han redefinido nuestra relación con la tecnología. Todas estas transformaciones nos han motivado en nuestro deseo de poder identificar escenarios –y más concretamente escenarios novedosos– en cualquier aplicación con dispositivos sensibles a la posición del usuario en relación a los objetos que intervienen en la misma.

En este artículo se proporcionan herramientas conceptuales para comprender la complejidad de la interacción en los sistemas actuales. En particular, proponemos la ampliación del concepto *Posición* como la suma de otros tres conceptos: *Ubicación*, *Intervención* y *History* (o *Trazabilidad*). Estos conceptos, desglosados en parámetros que confluyen como vasos comunicantes albergados en un mapa conceptual, nos expresan la imposibilidad de poder abordar el uno sin tomar en cuenta al otro.

La propuesta en sí abarca la forma de sistematizar una multiplicidad de escenarios posibles en base a la estructuración de los conceptos (mapas conceptuales) que los definen (*Ubicación*, *Intervención* y *History*), para a continuación parametrizar estos elementos (tablas de parámetros) en un método de ampliación de la información entre la información básica presentada y el usuario contextualizado en dichos escenarios.

El resto del artículo se organiza como sigue. En la sección 2 veremos algunos trabajos relacionados, que nos servirán para apreciar diversas formas de entender la interacción en aplicaciones basadas en la posición. En la sección 3 presentamos nuestro estudio del concepto de interacción basada en la posición y su plasmación en un mapa conceptual. En las secciones 4 y 5 presentamos el resultado combinatorio de los parámetros de los conceptos albergados en el mapa conceptual y –mediante una ejemplificación– mostraremos cómo identificar nuevos escenarios y nuevos modos de interacción. Finalmente se presentan las conclusiones y el trabajo futuro que ambos grupos de investigación de la Universidad de Castilla la Mancha estamos abordando.

2 Trabajos relacionados

Uno de los problemas tradicionales de la sensibilidad al contexto se basa en la sensibilidad a la ubicación. Aprovechando la movilidad del usuario, tenemos la posibilidad de crear nuevas interfaces con las que éste interactúe de forma natural y humana con el medio físico, y viceversa; esto es, que el entorno interactúe (se reestructure) en base al usuario.

Algunas aplicaciones de guías turísticas como Cyberguide [2] permitían al turista obtener información en función de su posición y orientación. El sistema se basaba en un GPS para obtener dicha información. Por otro lado, GUIDE [3] era un sistema mixto que permitía obtener información por medio de diferentes sistemas de ubicación, dependiendo el entorno que se tratase (interior o exterior). En el caso de entornos interiores, utilizaba WaveLan y en caso de exteriores GPS. El Smart Sight Tourist Assistant, [4] brindaba información al usuario basado en un GPS. Sin embargo, también podía utilizar marcas para identificar los objetos. Con estas marcas y la ubicación se conseguía la información asociada con el espacio físico. Además, permitía compartir la información entre los turistas. En [5] se expone un sistema de exploración física mediante RFID para ubicar al usuario. Basado en esta propuesta [6] se propuso el uso de RFID como medio para recuperar información con estas etiquetas RFID pasivas.

Presentamos ahora algunas aportaciones recientes relacionadas con la interacción basada en la posición. La referencia más interesante la encontramos en Sellen et al. [7], donde se exploran cinco transformaciones que caracterizan los cambios que se experimentan en el ámbito de la interacción persona-ordenador. Para los objetivos de esta investigación, destacamos la primera de ellas –el final de la estabilidad de las interfaces– que tiene que ver con cómo los ordenadores ya no pueden ser definidos en

referencia a una única interfaz, sino más bien por diferentes interfaces o, incluso, por ninguna en absoluto.

Para cada una de estas transformaciones es posible encontrar ejemplos de interacción novedosa que sirven además para ilustrar la propuesta que se realiza en este artículo, y que se presentan a continuación. En Sekai Camera [8] se muestra un prototipo de Realidad Aumentada con el iPhone, concretamente se trata de un paseo utilizando el móvil para obtener más información comercial de espacios urbanos. En la página web de Nintendo [9] se muestra el producto “Camina conmigo”, que viene acompañado de dos podómetros o “medidores de actividad” diseñados especialmente para la Nintendo DS, que miden tus pasos diarios minuto a minuto. En Wikeye [10] se muestra el prototipo de un ejemplo de Realidad Aumentada en un dispositivo móvil que podría utilizarse en aplicaciones de GPS con móviles. En Tesoriero et al. [11] se presenta el sistema Paneles Ecológicos Interactivos basados en RFID, que utiliza dispositivos móviles y RFID para implementar un tipo de interacción basada en la posición. GPS NAVI [12] es un producto basado en iPhone que se utiliza en aplicaciones de GPS con móviles. El producto Wikitude [13] se trata de una guía de viajes con realidad aumentada. Otro sistema que emplea dispositivos móviles es MobiDiCShopfinder [14], que ayuda al usuario a localizar tiendas.

3 Estudio del concepto de Interacción basada en la Posición: Mapa conceptual

En esta sección se describe en qué consiste nuestra propuesta de interacción basada en la posición como la suma de otros tres conceptos: *Ubicación*, *Intervención* y *History*.

Entendemos por UBICACIÓN (o Contexto), el acto y efecto de ubicar; es el lugar donde está situado algo o alguien. Con el término INTERVENCIÓN (o Interacción) nos referimos a una acción recíproca entre dos o más objetos con una o más propiedades homólogas. Dicha intervención es siempre bidireccional (del usuario/s a la información y de ésta al usuario/s). Finalmente, el concepto HISTORY (o Trazabilidad) engloba los procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria ya sea de una persona como de un objeto. Es el antes y el después del usuario y de su interrelación con la información. No podemos definir un escenario (por ejemplo un museo) en base a una intención (ver una obra pictórica) si no sabemos de dónde viene el visitante y adónde va; cuáles son sus intereses y la información previa que tiene (si acaba de llegar al museo, si ha visto más obras o incluso si viene de otro museo), y qué va hacer (le podemos hacer un seguimiento para su próxima visita, ya sea en la web del museo o en el mismo museo).

En este estudio, el objetivo principal es la búsqueda de todos los conceptos que influyen en la definición del concepto clave (*Posición*) y en qué medida están relacionados entre sí. Además, desglosaremos estos conceptos en parámetros y los relacionaremos entre sí.

Para expresar la ampliación del concepto *Posición*, nos servimos de la creación de un mapa conceptual creado a partir del concepto Posicionamiento. Para su elaboración partimos de una tormenta de ideas, procesada; realizamos una maraña de conceptos unidos, ligados y desligados de nuestras ideas relacionadas de alguna manera con dicho concepto Posicionamiento. Usamos este mapa para la creación de

un árbol de conceptos, de un rizoma que nos lleva a diferentes posibilidades y ramificaciones a otros conceptos, y donde veremos que no existen conceptos, situaciones, parámetros o contextos que pueden definirse de forma individual desligada del resto. El mapa conceptual propuesto del Posicionamiento se muestra a continuación (Fig. 1).

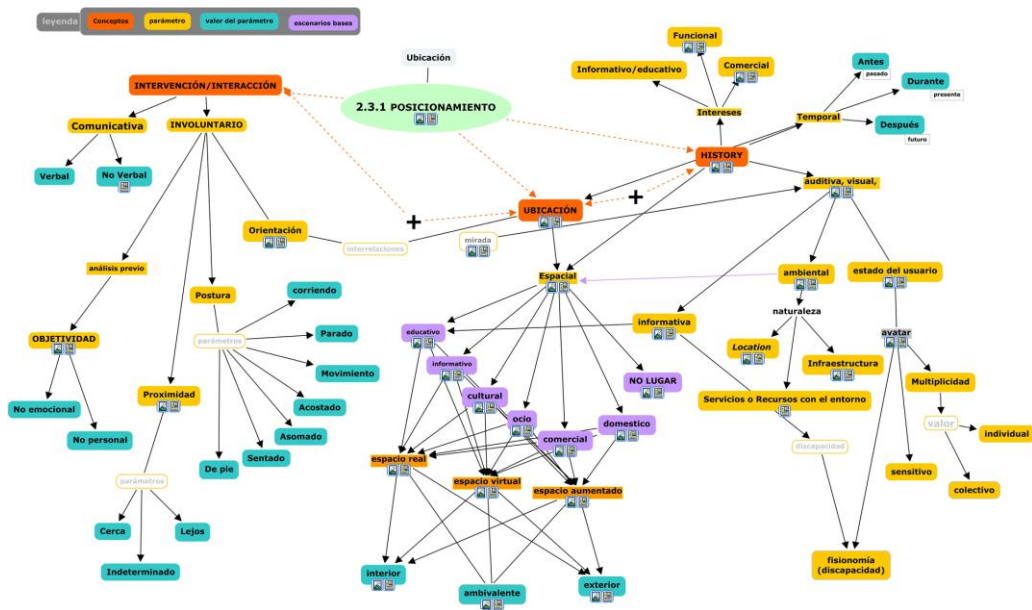


Fig. 1. Mapa conceptual del Posicionamiento

Bajaremos ahora el nivel de abstracción para pasar de un nivel conceptual, a casos concretos a partir de la combinación de los parámetros estudiados en ese nivel conceptual. Para ello vamos a presentar los conceptos que aparecen en el mapa como tres tablas, que nos ayudarán a analizar todas las posibles combinaciones. En particular se presentan las tablas de *Contextos o Ubicación*, *Intervención o Interacción* y *History o Trazabilidad*. La combinación no debe entenderse como las filas y columnas como orden común a ellas, sino como capas de información permutable entre ellas, donde la combinatoria es de una elevada multiplicidad para generar numerosos escenarios.

Una persona que viene del contexto Educativo, es un profesor (Fig 2, fila 1), va a un espacio Real interior (columna 1, celda a), por ejemplo un museo. Siguiendo la lógica planteada en nuestra metodología, el siguiente elemento a parametrizar es la intervención. Dichos parámetros pueden ser sumatorios, así, definimos que el usuario tiene una postura, involuntaria, Parada (columna 2, celda b) y su proximidad intermedia (3ª columna, celda b). La variación de uno de los parámetros puede implicar un escenario diferente con respecto a lo que abordaremos a continuación: los métodos de interacción y sus metáforas cuyo ejemplo nos servirá como introducción. Así, nos encontramos con el tercer elemento a tener en cuenta: el history.

CON TEX TOS	EDUCATIVO	INFORMATIVO	CULTURAL	OCIO	COMERCIAL	DOMÉSTICO	NO LUGAR
	E. REAL	ESCUELA	METRO	MUSEO	CINE	CENTRO COMERCIAL	CASA
CINE		ESTACIÓN TREN	TEATRO	FESTIVALES	TIENDAS	GARAGE	ESTACIÓN TREN
PARQUE		CALLE	MIMOS	DEPORTES	RASTRO	JARDÍN	GASOLINERA
E. VIRTUAL	ELEARNING	BUSCADORES DE TRABAJO	TURISMO ON-LINE	MAGAZINES, PELIS, ...	TIENDAS ON-LINE		FAQS
	UNED	PRENSA EN MOVIL	MUSEO	CIBERS	VIDEO CONFERENCIAS	INTERNET WIFI	FLICKR
	ENCUENTROS EN SECONDLIFE	PUBLICIDAD EN LA CALLE	RADIO ON-LINE	JUEGOS EN RED	MARKETING ON-LINE		CREATIVE COMMONS
E. MIXTO	MUSEO		GALERIAS	CINE	CENTRO COMERCIAL	NEVERA	
	PLANETARIO	ESTACIONES DE TREN	MUSEOS	FESTIVALES	CHIPS RDIF EN TIENDAS	BIBLIOTECA	
	BOTÁNICO	CÓDIGO QR	RUINAS ARQUEOLÓGICAS	DEPORTES	RASTRO	JARDÍN	

INTERIOR
 AMBIVALENTE
 EXTERIOR

Fig. 2. Tabla de Contextos o UBICACIÓN

INTER VEN CIÓN	ORIENTACIÓN	POSTURA/ SITUACIÓN	PROXIMIDAD
	INVOLUNTARIA	<input type="checkbox"/> MULTIDIRECCIONAL	<input type="checkbox"/> MOVIMIENTO
<input type="checkbox"/> UNIDIRECCIONAL		<input type="checkbox"/> PARADO	<input type="checkbox"/> INTERMEDIO
			<input type="checkbox"/> LEJOS

COMUNICACIÓN VERBAL
 COMUNICACIÓN NO VERBAL

Fig. 3. Tabla Intervención o INTERACCIÓN

HIS TORY		INTERESES	TEMPORAL	AUDITIVA/ VISUAL
		FUNCIONAL	Le interesa arquitectura ya que es arquitecto	Su trazabilidad le dará experiencia
	COMERCIAL	Puede que compre algún libro de arquitectura en la librería	Lo que compre en la tienda le servirá como recordatorio	Hará negocios con una agencia para promocionarse
	INFORMATIVA/ EDUCATIVA	Un directorio de librerías de su zona	La info que obtenga servirá para el futuro en sus clases	Puntos de información en la ciudad
	ANTES	Le gustaba desde muy joven	Su educación ha sido de grado superior	Tiene memoria visual
	DURANTE	Le gusta o no la visita	Es una persona actualizada a los acontecimientos	Visualiza en el momento información
	DESPUÉS	Comunicará sus conocimientos	Sus referentes habrán cambiado	Crearé conclusiones en base a lo que ha visto
ESTADO DE USUARIO	SENSITIVO	Se emociona	Es vulnerable	Le aturde el sonido del centro
	INDIVIDUAL	Suele asistir sólo	En el futuro irá acompañado	
	COLECTIVO	Suele ir en grupo	Suele ir acompañado por su familia	Se comunican via sms
	FISIONOMÍA (discapacidad...)	El usuario padece una minusvalía	Utiliza silla de ruedas temporalmente por un accidente	La señalética le informa donde puede aparcar
AMBIENTAL	LOCATION	El centro está bien situado	Cuando regrese a su origen comunicará su experiencia	Se encuentra en una zona de negocios
	INFRAESTRUCTURA	Está preparado para discapacidades	Ha pasado un año y su librería/café ha sido remodelada	Está rodeado de edificios altos
	SERVICIOS O RECURSOS CON EL ENTORNO	Se encuentra en una zona donde hay todo tipo de servicios	Han surgido muchos comercios al rededor de su casa	No hay zonas verdes cercanas
INFORMATIVO	EDUCATIVO	El contenido informativo puede ser educativo	La educación se moderniza con las nuevas tecnologías	

Fig. 4. Tabla History

En un primer escenario (descrito en la sección 5), nos encontramos con Intereses Educativos (primera columna, tercera fila) que temporalmente antes viene de un colegio (segunda columna, cuarta fila) y va con todos los de su clase (1ª columna, séptima fila, celda C). En este escenario, podemos dibujar a un alumno que va al

museo con su grupo de clase y por tanto acompañado de un profesor. Es importante definir el perfil, pero daremos por válido un alumno de 12 años. Este perfil nos dice que maneja asiduamente las tecnologías, que el profesor les ha acercado a la web del museo y que tienen prohibido el uso del móvil en jornada escolar. Por tanto, la información extra que han de recibir en la visita implicará que su modo de interacción sea público. Podrán obtener información impresa que muchos desearán a no ser que sea útil para el examen, pero no tirarán el *pen drive* de regalo del museo en el que han podido ‘descargarse’ la información específica que luego entrará en el examen. Los audiovisuales serán cortos y amenos, sin datos que no pueden ser captados por este medio. El alumno estará encantado de ‘ponerse las gafas de realidad aumentada que entregarán en la puerta’ en donde podrán visualizar y oír la información extra según los códigos que el profesor estime oportuno y que podrán grabar en su ‘pen’ para su consulta a posteriori.

Si cambiamos el parámetro de History, esto es, el alumno no procede de un colegio sino de un aeropuerto, sólo este parámetro nos implica un escenario completamente distinto porque no tenemos la seguridad que haya visto la web del museo guiada por un profesor como el caso anterior y porque no sabemos con exactitud su edad por tanto si queremos saber más del perfil de este usuario, deberemos crear dispositivos que informen al sistema de su perfil para, a posteriori, optimizar los métodos de interacción y sus metáforas. Además, se supone que tiene móvil pero, si es extranjero, a lo mejor no tiene cobertura, luego el móvil nos asegura su conexión mediante *bluetooth* y por tanto su consentimiento o no a recibir esa información. También el ‘pen’ lo puede comprar y descargar información desde puestos informativos dispuestos a tal efecto, utilizar una audio-guía tradicional, pero –sin embargo– con unas gafas de realidad aumentada recibirían información desestructurada.

4 Cuantificación de los parámetros del mapa

Detallaremos en primer lugar la identificación y posibles valores de cada uno de los parámetros de las tablas de la sección anterior, y después explicaremos un ejemplo de combinación de parámetros que nos llevará a la identificación de 3 escenarios. Mostraremos, de manera sistemática, a partir de la combinación de los parámetros de las tablas de Ubicación, Intervención y de History, cómo se pueden obtener escenarios novedosos o inusuales.

Para la identificación de los posibles valores de los parámetros de cada tabla, será necesario establecer si los parámetros de cada categoría son excluyentes entre sí, y el rango o conjunto de valores que pueden tomar. Los parámetros de las tablas originales que vamos a combinar son los siguientes (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3):

UBICACIÓN												
ESCENARIO BASE							ÁMBITO			ESPACIO		
EDUCATIVO	INFORMATIVO	CULTURAL	OCIO	COMERCIAL	DOMÉSTICO	NO LUGAR	REAL	VIRTUAL	MIXTO	INTERIOR	AMBIVALENTE	EXTERIOR

Tabla 1. Parámetros de la tabla Ubicación.

Escenario Base: los parámetros no son excluyentes, es decir, que en un escenario concreto podrían darse más de un escenario base a la vez, por lo tanto cada parámetro tomaría indistintamente un valor binario (0 ó 1, sí o no). Un ejemplo podría ser una persona que está viendo la televisión en el salón de su casa. En este caso tendríamos dos escenarios base, el de ocio y el doméstico con valor 1.

Ámbito: los parámetros real, virtual y mixto son excluyentes considerando que mixto abarca lo real y virtual. Por tanto, estos parámetros pueden tomar un valor binario (0 ó 1, sí o no) pero de forma excluyente (uno y sólo uno de ellos puede tomar valor 1).

Espacio: los parámetros interior, ambivalente y exterior son excluyentes considerando que ambivalente abarca interior y exterior. Por tanto, estos parámetros pueden tomar un valor binario (0 ó 1, sí o no) pero de forma excluyente (uno y sólo uno de ellos puede tomar valor 1).

INTERVENCIÓN								
ORIENTACIÓN		POSTURA/SITUACIÓN		PROXIMIDAD			COMUNICATIVA	
UNIDIREC.	MULTIDIREC.	MOVIMIENTO	PARADO	CERCA	INTERMEDIO	LEJOS	VERBAL	NO VERBAL

Tabla 2. Parámetros de la tabla Intervención.

Orientación: los parámetros unidireccional y multidireccional son excluyentes. Por tanto, estos parámetros pueden tomar un valor binario (0 ó 1, sí o no) pero de forma excluyente (uno y sólo uno de ellos puede tomar valor 1).

Postura/Situación: los parámetros movimiento y parado son excluyentes. Por tanto, estos parámetros pueden tomar un valor binario (0 ó 1, sí o no) pero de forma excluyente (uno y sólo uno de ellos puede tomar valor 1).

Proximidad: los parámetros cerca, intermedio y lejos son excluyentes. Por tanto, estos parámetros pueden tomar un valor binario (0 ó 1, sí o no) pero de forma excluyente (uno y sólo uno de ellos puede tomar valor 1).

Comunicativa: los parámetros verbal y no verbal son excluyentes. Por tanto, estos parámetros pueden tomar un valor binario (0 ó 1, sí o no) pero de forma excluyente (uno y sólo uno de ellos puede tomar valor 1).

HISTORY												
INTERESES			TEMPORAL			AUDITIVA/VISUAL						
						ESTADO DEL USUARIO			AMBIENTAL		INFORMATIVO	
FUNCIONAL	COMERCIAL	INFORMATIVA	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	SENSITIVO	MULTIPLICIDAD	FISIONOMÍA	LOCATION	INFRASTRUCT.	SERVICIOS	EDUCATIVO

Tabla 3. Parámetros de la tabla History.

Intereses: Los parámetros funcional, comercial e informativo utilizarán un valor descriptivo. **Funcional:** la funcionalidad en la que está el usuario interesado. Por

ejemplo, si lo que está realizando le servirá para posteriormente dar clases. **Comercial:** el usuario puede estar interesado en comprar algo. Por ejemplo, comprar alguna litografía o serigrafía de las obras que ha visto. **Informativo:** es artista, profesor, viene de otras salas de arte, etc.

Temporal: los parámetros de antes, durante y después están muy relacionados con los intereses. Tendrán un valor descriptivo, indicando, por ejemplo, de dónde viene, que ha estado haciendo, si ha visitado la web del museo previamente o por contra acaba de llegar al aeropuerto y no conoce la ciudad, etc. (antes); por otro lado, la dedicación a la obra indica el interés por la misma (durante); y finalmente, podemos aprovechar con SMS a su móvil, envíos a su correo electrónico o perfil personalizado en la web cuando vuelva a visitarla, por ejemplo, enviar un SMS que indique que las visitas que está realizando las puede hacer con un abono de museos y utilizando las siguientes líneas de metro, etc. (después).

Estado del usuario: **Sensitivo:** Lo sensitivo se refiere a la personalidad directa del usuario, cómo de sensible es, qué grado de moral o ética tiene, qué siente, cómo se deja influir por medio de los sentimientos. Los valores que puede tomar estarán dentro de un rango de 0-10. Nada sensitivo = 0, normal = 5 y muy sensitivo = 10. **Multiplicidad:** Este parámetro puede tomar los valores de individual o colectivo indicando si actúa un único usuario o si es en grupo. **Fisonomía:** La fisonomía indica si el usuario tiene algún tipo de discapacidad y el valor que puede tomar es descriptivo, reflejando si el usuario es ciego, sordo, cojo, etc.

Ambiental: Los valores para los parámetros location, infraestructura y servicios serán valores descriptivos. **Location:** Localización. Por ejemplo, me interesa ir al centro porque está bien situado y tengo disponible una serie de medios de transporte para desplazarme rápidamente al lugar. **Infraestructura:** Por ejemplo, si el museo está preparado para personas discapacitadas permitiendo que yo, que no puedo andar, pueda visitar el museo. **Servicios:** Por ejemplo, el museo está situado en una zona donde puede encontrar en las proximidades una serie de servicios como galerías, comercios, restaurantes, etc.

Informativo: El valor de este parámetro será descriptivo indicando los recursos informativos que el usuario puede encontrar, podría ser el caso de las audio-guías.

5 Combinación de los parámetros de la tabla para especificar escenarios de interacción

Utilizaremos ahora como referencia las tablas de *Contextos o Ubicación, Intervención o Interacción* y *History o Trazabilidad* de las figuras 2, 3 y 4. A continuación hacemos una muestra de dichas tablas basadas en el ejemplo del “Museo”. Para simplificar la tabla y facilitar su lectura, se fijarán los parámetros de dos de las tablas y se permutarán parámetros de la tercera tabla, y este proceso se repetirá dos veces más para conseguir permutar los parámetros de las tres tablas. En esta presentación ejemplificaremos sólo una de las 3 iteraciones de fijación y permutación de parámetros, concretamente fijaremos los parámetros de las tablas de Ubicación y de History, y permutaremos los parámetros de la tabla de Intervención. Nos centraremos en el caso de un museo de arte y generaremos 3 escenarios:

Ubicación: **Escenario base:** Educativo=1, el resto de escenarios base tendrán valor de (0). **Ámbito:** Real=1. **Espacio:** Interior=1. History: **Intereses:** **Funcional:** realizar

el próximo examen. **Comercial:** comprar algún artículo de la vida de Goya. **Informativa:** es estudiante. **Temporal:** Antes. Ha visitado el museo otras veces. Durante. Interesado en los cuadros de Goya. Después. Tiene un examen de Goya. **Auditiva/Visual:** Estado del usuario: Sensitivo (3, poco sensible), Multiplicidad (Individual), Fisonomía (Sin discapacidades). **Ambiental:** Localización (situado en el centro de la ciudad), Infraestructura (adaptado a discapacitados), Servicios (cerca hay situado un gran centro comercial, un teatro y un parque). **Informativa:** El museo está provisto de una audio-guía y carteles junto a la puerta a modo de señalética informativa de las exposiciones, etc.

Al fijar estos parámetros estamos filtrando gran cantidad de escenarios posibles. Especificamos que en el escenario participa un solo usuario, en el ámbito educativo, que está interesado en obtener información en el ámbito real y en el interior del museo. También sabemos que el usuario ha visitado otras veces el museo, que está interesado en los cuadros de Goya y que próximamente tiene un examen del artista Goya. También está interesado en obtener información para realizar su próximo examen, comprar algún artículo donde se recoja información del artista y sabemos que es estudiante. El usuario es poco sensible y no es discapacitado. Por otro lado la información que tenemos del museo es que está situado en el centro de la ciudad, que está adaptado a los discapacitados y que tiene junto a él otros servicios como un centro comercial, un teatro y un parque.

Una vez fijados los parámetros de las tablas de Ubicación y de *History* pasaremos a permutar los de la tabla de Intervención para obtener tres escenarios de los más destacados:

Escenario E1: Un alumno de instituto llamado Luis decide un sábado por la mañana visitar el museo de arte para ampliar el temario de su próximo examen sobre la vida de Goya. Luis se encuentra parado junto a la obra "*Los fusilamientos del 3 de Mayo*" y su interés es obtener información de la obra (fecha de creación, condiciones sociales de la época, etc.) de forma no verbal. De este modo estamos estableciendo que el parámetro orientación tiene el valor activo de multidireccional, el de postura tiene activo el valor de parado, la proximidad tiene activo el de cerca y finalmente comunicativa tiene activo el valor no verbal.

Escenario E2: Luis se encuentra caminado por el centro del pasillo de una de las salas del museo y su interés es obtener información de cuáles son las obras de Goya que puede encontrar en esa sala, la interacción se realiza de forma verbal. De este modo estamos estableciendo que el parámetro orientación tiene el valor activo de multidireccional, el de postura tiene activo el valor de movimiento, la proximidad tiene activo el de intermedio y finalmente comunicativa tiene activo el valor verbal.

Escenario E3: Luis se encuentra parado junto a la puerta del museo pero dentro del mismo y su interés es obtener información de cuáles son las obras de Goya que va a poder encontrar, la interacción se realiza de forma no verbal. De este modo estamos estableciendo que el parámetro orientación tiene el valor activo de multidireccional, el de postura tiene activo el valor de parado, la proximidad tiene activo el de lejos y finalmente comunicativa tiene activo el valor no verbal.

6 Conclusiones y trabajo futuro

El trabajo presentado se presta a ser utilizado como definición de contenidos de posicionamiento tanto a nivel teórico, como práctico (ejemplificación de múltiples

escenarios en la permutación de sus distintos fragmentos o parámetros). Los escenarios que podemos identificar, tienen implicaciones múltiples en el área tecnológica: nuevas metáforas y nuevos modos de interacción que implican nuevos dispositivos y sus interrelaciones. Hemos ilustrado nuestro trabajo partiendo del entorno del Museo de Arte; pero podríamos ensayar esta nueva metodología en otros entornos. Así mismo –con los conceptos, herramientas y técnicas descritas en esta presentación– es posible plantearse el reto de definir nuevos modos de interacción basados en la posición, así como describir metáforas de interacción que enriquezcan la captación intuitiva de esas nuevas formas de interacción.

Agradecimientos. Este trabajo de investigación ha sido financiado por el CDTI, proyecto CENIT-2008-1019.

Bibliografía

1. Molina, S.: HUI o Gestos Tangibles. Comunicaciones del IX Congreso Internacional Interacción Persona-Ordenador 2008, pp. 325-340.
2. Long, S., et al. (1996): Rapid Prototyping of Mobile Context-aware Applications: The Cyberguide Case Study. 2nd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'96) 1996 November 10-12, 1996.
3. Davies, N., Mitchell, K., Cheverest, K., Blair, G. (1998): Developing a Context Sensitive Tourist Guide. First Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, GIST Technical Report G98-1.
4. Yang, J., Yang, W., Denecke, M., Waibel, A. (1999): Smart sight: a tourist assistant system. 3rd International Symposium on Wearable Computers, San Francisco, California, 18-19 October, 1999, pp. 73-78.
5. Valkkynen, P., Korhonen, I., Plomp, J., Tuomisto, T., Cluitmans, L., Ailisto, H., Seppä H. (2003): A User Interaction Paradigm for Physical Browsing and Near-object Control Based on Tags. Physical Interaction '03 – Workshop on Real World User Interfaces, in conjunction with Mobile HCI'03.
6. Paternò, F., Santoro, C. (2007): Exploiting mobile devices to support museum visits through multi-modal interfaces and multi-device games. In Proceedings WebIST 2007. March 5, 2007. Barcelona, Spain.
7. Sellen, A., Rogers, Y., Harper, R., Rodden, T.: Reflecting Human Values in the Digital Age. Communications of the acm, march 2009 vol. 52 no.3.
8. RA con el Iphone Sekai Camera_Tonchidot.
<http://www.techcrunch.com/2008/09/17/tonchidot-madness-the-video/>
9. Camina conmigo (Wii Fit).
http://www.nintendo.es/NOE/es_ES/games/nds/camina_conmigo_conoce_el_ritmo_de_vida_de_tu_familia_10465.html
10. Wikeye. http://www.youtube.com/watch?v=5Z_D5JNcfuQ&NR=1
11. Tesoriero, R., Tébar, R., Gallud, J. A., Penichet, V. M. R., Lozano, M.: Interactive EcoPanels: Paneles Ecológicos Interactivos basados en RFID. Comunicaciones del IX Congreso Internacional Interacción Persona-Ordenador 2008. Páginas 155-165.
12. iPhone Gps Navi. <http://www.youtube.com/watch?v=S5BVUJaOBVk&NR=1>
13. Wikitude. <http://www.youtube.com/watch?v=8EA8xlicmT8&feature=related>
14. MobiDiCSshopfinder. <http://www.youtube.com/watch?v=qgGvginWg0A>

Sistema Interactivo para la Gestión de Documentos Georeferenciados basado en RFID

S. Romero, R. Tesoriero, P. G. Villanueva, J. A. Gallud, V. M. R. Penichet

Grupo de investigación LoUISE, Universidad de Castilla-La Mancha
Campus universitario s/n, 02071 Albacete
{jose.gallud, ricardo.tesoriero}@uclm.es

Abstract. El uso de dispositivos móviles en nuestra sociedad sigue creciendo, y ante esta demanda, la computación móvil y las aplicaciones sensibles al contexto están creciendo también. Pero la temática que se va a exponer en este documento es el diseño de soluciones interactivas móviles sensibles al contexto para extender la funcionalidad de aplicaciones existentes, como es el caso de los servicios de mapas. En este artículo se describe una solución basada en la unión del software social, software de mapas y la sensibilidad al contexto, ofreciendo una aplicación colaborativa donde los usuarios pueden compartir mediante gestos naturales e intuitivos sus opiniones e ideas acerca de asuntos relacionados con determinadas zonas de un mapa, así como consultar en sus dispositivos móviles partes del mapa y poder interactuar con él. De esta forma aprovechando el gran número de dispositivos móviles actuales y la gran cantidad de mapas de todo tipo que podemos encontrar en entornos urbanos y no urbanos, utilizando la tecnología RFID, se tratará de extender los conceptos de software sobre mapas, que actualmente encontramos en internet, a espacios públicos.

Keywords: sensibilidad al contexto, interacción natural, dispositivos móviles, RFID, documentos georeferenciados, mapas, software social.

1 Introducción

El número de usuarios de dispositivos móviles crece cada año, lo que aumenta la demanda de aplicaciones móviles con nuevas exigencias de interacción, de modo que cada vez integren más funcionalidades para que el usuario pueda llevar en su bolsillo un solo dispositivo para todo tipo de actividades: tomar fotografías, escuchar música, llamar por teléfono, guardar datos, leer libros, etc. Los medios de conexión que necesitan para acceder a internet como las redes WiFi y la tecnología 3G, está llegando cada vez a más terminales móviles. Y todo esto unido provoca que las soluciones software basadas en movilidad estén cada vez más a la orden del día.

Con lo descrito anteriormente se comprende el actual crecimiento de aplicaciones sensibles al contexto en las que el usuario puede interactuar con su entorno de forma bidireccional. Es más, con la filosofía un dispositivo para todo, tendríamos que poder

utilizar el dispositivo móvil como elemento canalizador de la comunicación e interacción entre el usuario y su entorno más próximo.

En este artículo se presenta una solución para extender la funcionalidad de los mapas físicos que encontramos en diversos entornos de nuestra vida cotidiana, mediante la tecnología actual. El usuario tendrá la posibilidad de compartir experiencias acerca de lugares visitados anteriormente o la posibilidad de consultar la información referente a una zona que se quiere visitar consultando un mapa mediante el uso de su dispositivo móvil. Así pues tendremos una ampliación de la funcionalidad actual de los servicios de mapas que podemos encontrar en internet actualmente.

Ayuntamientos, diputaciones, institutos, paradas de autobús, metro, museos, el ejército, etc., utilizan mapas para presentar al público, o para gestionar emergencias o recursos, diversas zonas o lugares, y utilizan una gran variedad de aplicaciones que emplean mapas, ya sean en soporte papel -la mayoría- o en formato digital.

La única opción que tiene el usuario con respecto a estos mapas, es la de buscar determinados lugares o determinada información en el mapa de forma estática. En algunos lugares también se dispone la opción de consultar mapas de forma interactiva mediante un ordenador que se encuentre en el lugar. La solución que proponemos, basada en RFID y dispositivos móviles, no necesita estos ordenadores en cada lugar que se quiera consultar un mapa, ya que será el dispositivo móvil del usuario donde la información será mostrada y a través del cual se interactuará con el mapa.

En este artículo se presenta una interfaz sencilla, natural, simple e intuitiva que permite tanto la obtención de información como la posible participación de los usuarios en cuestiones relacionadas con los mapas.

Por tanto para hacer que el usuario perciba de manera sencilla y vistosa los mapas que le rodean se propone el uso de una interacción natural basándonos en el uso de tecnología RFID, mediante la interfaz gestual que se presenta en este artículo.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 repasa aplicaciones relacionadas. La sección 3 describe el objetivo y funcionamiento del sistema. La sección 4 presenta aspectos de la arquitectura del sistema. En la sección 5 se realiza una primera evaluación del sistema. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

2 Aplicaciones relacionadas, contextuales, interactivas y gestuales

Los aspectos que se presentan a continuación son los pilares básicos sobre los que se trabaja en el sistema que se propone en este artículo. A continuación se expondrán los conceptos de aplicación basada en: software social, sensibilidad al contexto e interacción gestual. Presentando además en cada uno de los siguientes puntos los trabajos relacionados con este artículo.

Antes de introducir el concepto de interacción basado en RFID conviene introducir la tecnología NFC [16] (Near Field Communication). NFC es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance y alta frecuencia que tiene un funcionamiento similar que RFID, extendiendo sus posibilidades. Con esta tecnología los dispositivos móviles pueden intercambiar datos entre ellos y además pueden

Sistema Interactivo para la Gestión de Documentos Georeferenciados basado en RFID

interactuar con su entorno (mediante tags NFC). NFC combina una smartcard y un lector en el dispositivo. Actualmente está integrada en los siguientes dispositivos móviles: Nokia 6212, Nokia 6131, Nokia 3220 + NFC Shell, Samsung SGH-X700 NFC, Samsung D500E, SAGEM my700X Contactless, LG 600V contactless, Benq T80 etc.

En este artículo se continua con el trabajo descrito en [14] y [6], sistemas ambos muy relacionados, ya que se trabaja con tecnología RFID y dispositivos móviles. En cuanto a [14] el sistema es aplicado a paneles para abordar problemas ecológicos de nuestro entorno y que el usuario pueda opinar e interactuar. El sistema propuesto en [5] es más estático que el de [14] y el usuario recibe la información seleccionada por él en un museo.

Según [13] las aplicaciones sensibles al contexto son aquellos sistemas que usan el contexto para proveer información relevante y/o servicios al usuario, donde la relevancia depende de la tarea del usuario.

La aplicación de referencia de sensibilidad a la ubicación es la confección de guías museísticas. Estas guías permiten al visitante de entornos culturales obtener información de los usuarios en función de su ubicación dentro del espacio cultural (museo, exposición de arte, etc.). Los ejemplos más notables de estas guías se aprecian en las siguientes publicaciones [1, 2, 3, 5, 12]. La principal limitación de los sistemas anteriormente citados es que sólo operan en entornos cerrados (interiores).

Algunas aplicaciones de guías turísticas como Cyberguide [8] permitían al turista obtener información en función de su posición y orientación. El sistema se basaba en un GPS para obtener dicha información. Por otro lado, GUIDE [4] era un sistema mixto que permitía obtener información por medio de diferentes sistemas de posicionamiento, dependiendo el entorno que se tratase (interior o exterior). En el caso de entornos interiores, utilizaba WaveLan y en caso de exteriores GPS. El Smart Sight Tourist Assistant, [20] brindaba información al usuario basado en un GPS. Sin embargo, también podía utilizar marcas para identificar los objetos. Con éstas marcas y el posicionamiento se conseguía la información asociada con el espacio físico. Además, permitía compartir la información entre los turistas.

Las soluciones anteriores pueden ser buenas si la exactitud necesaria es mayor a 10 metros. Sin embargo, los sistemas basados en GPS permiten conocer la posición del usuario, pero no los gestos que éste puede hacer.

En [19] se expone un sistema de exploración física mediante RFID para posicionar al usuario. Basado en esta propuesta [13] se propuso el uso de RFID como medio para recuperar información con estas etiquetas RFID pasivas. Una particularidad de esta aplicación, con respecto al resto, es que permite la colaboración entre los visitantes del museo a través de juegos. Sin embargo este tipo de participación es sincrónica y puntual, no provee la capacidad de mantener la colaboración a largo plazo, ya que la arquitectura no está preparada para ello.

Finalmente, en [18] se propuso el uso de tecnología RFID, pero en esta ocasión se valen de la combinación de tecnologías RFID (pasiva y activa) para la recuperación de información. Aunque el sistema no proveía forma de colaboración entre los participantes, la arquitectura distribuida planteada en [5] estaba preparada para extenderse en ese sentido. Así, la arquitectura planteada en el sistema se basa en una adaptación de la planteada en [5].

En cuanto a las aplicaciones gestuales, cercanas a nuestra aproximación se encuentran [13] y [15]. Estos sistemas permitían la recuperación de información a través de etiquetas RFID.

La principal diferencia que existe entre nuestra propuesta y las anteriormente mencionadas es que tanto [13] como [18] sólo permiten un solo tipo de comando (recuperar información de una pieza determinada). Además, con nuestra propuesta es posible modelar comandos basadas en gestos.

3 Sistema Interactivo de gestión de documentos Georeferenciados basado en RFID

A continuación se detallará la implementación del sistema propuesto. Primero se describirá el concepto de funcionamiento, posteriormente se presenta el diseño que se ha seguido para modelar la interacción.

Los requisitos previos con los que debe contar un usuario para interactuar con el sistema son los siguientes: disponer de un dispositivo móvil equipado con tecnología NFC o RFID (lector), instalar la aplicación para interactuar con los mapas y disponer de conexión a internet (a través de su operador de telefonía móvil o de algún tipo de red pública que pueda tener asociada el mapa).

Los elementos fundamentales del sistema son los siguientes:

- Un mapa “sensorizado”: El mapa es el medio por el cual el usuario interactúa con el sistema. Básicamente define “zonas calientes” donde, si el usuario acerca el dispositivo móvil puede seleccionar una acción a realizar sobre una parte del mapa (por ejemplo, hacer zoom) y seleccionar una zona concreta del mapa. También existen comandos sin parámetros que permiten ejecutar directamente un comando (por ejemplo el cambio de vista), en el caso del zoom el parámetro es la zona seleccionada previamente.
- Un dispositivo móvil: El dispositivo móvil es la herramienta que permite al usuario interactuar con el mapa. Llamando a los servicios del sistema dependiendo de las elecciones del usuario durante la interacción con el sistema.
- Un proveedor de servicios: El proveedor de servicios recibirá peticiones por parte de los dispositivos móviles de los usuarios y responderá a estas peticiones con lo solicitado por el usuario.
- Los documentos que el usuario puede consultar y compartir son una de las partes más importantes del sistema, ya que los usuarios pueden obtener documentos del mapa físico y pueden compartir sus propios documentos relacionados con la zona seleccionada (mapa físico). Al subir un documento el sistema realiza un chequeo con objeto de garantizar cierta seguridad. Los documentos son guardados y organizados en el sistema mediante sus coordenadas UTM (tomada automáticamente por el sistema cuando el usuario comparte el documento sobre una determinada parte del mapa físico) y su tema. Cuando un usuario está interactuando con el mapa físico puede recuperar o añadir información sobre una determinada área y el sistema internamente trabajará con las coordenadas UTM de esa área del mapa.

Sistema Interactivo para la Gestión de Documentos Georeferenciados basado en RFID

Aunque el sistema puede ser fácilmente extendido, actualmente soporta la recuperación y reproducción de contenido multimedia (audio, texto, video, etc.) y se puede añadir y recuperar por parte del usuario información sobre el mapa.

Mediante estas herramientas un conjunto de personas podrán interactuar entre ellas a través de los mapas, siendo accesible no solo la información multimedia preestablecida sino también la incluida por otros usuarios del sistema.

Un ejemplo concreto de la utilización de este sistema sería la de consultar la información referente a una zona que se quiere visitar. Un mapa típico podría ser uno como el que se muestra en la Fig. 1. El panel puede estar en el vestíbulo de entrada de un edificio público (Ayuntamiento, Diputación...), en una parada de autobuses, en una oficina de turismo etc.

En particular, en este mapa tenemos la península ibérica, pero se podría trabajar con mapas de ciudades, zonas naturales específicas, zonas más amplias como puede ser el continente europeo, simplemente cambiando las coordenadas de referencia del sistema. Además, dispone de un conjunto de comandos que permiten interactuar con el mapa. Por ejemplo al acercar el dispositivo al símbolo de Añadir (Fig. 1 esquina superior izquierda) se puede añadir información sobre la zona que estamos trabajando en ese momento.

Como último ejemplo presentaremos la interacción por comandos, en este caso en particular, podríamos primero seleccionar la parte del mapa que nos interesa, acercando nuestro dispositivo móvil a esta, y posteriormente realizar zoom sobre ella, representado por una lupa (Fig. 1). Teniendo la posibilidad de hacer zoom positivo o negativo es decir ampliando o acotando la zona del mapa que queremos visualizar.

Toda esta interacción se lleva a cabo en la vía pública sin necesidad de utilizar punteros (físicos o virtuales), todo a través de gestos como los descritos anteriormente que señalan los comandos y parámetros correspondientes. La excepción se da en el caso de la entrada de texto.



Fig. 1. Mapa con tecnología RFID

El sistema puede trabajar con información georeferenciada de cualquier tipo. El usuario tendrá la opción de añadir información de forma compartida (para todos los usuarios) o de forma privada (para los administradores) sobre una determinada zona del mapa. El sistema se encargará de guardar esta información con las coordenadas UTM (longitud y latitud) con las que el usuario estaba trabajando cuando decide

añadir esta información. La figura del administrador del sistema que controle y valide la información añadida por los usuarios al sistema es de vital importancia para su correcto uso.

Así, se ve claramente como la misma aplicación se puede modificar de tal forma que cualquier actividad en la que se pueda usar un mapa pueda ser adaptada al sistema aquí presentado.

Hay dos posibilidades a la hora de interactuar con el mapa, la primera es la descrita en la Fig 2, y cuyos pasos se detallan a continuación. La segunda forma de interacción es utilizar la aplicación y sus comandos en el propio dispositivo móvil sin necesidad de tener que recurrir al mapa físico. Este último tipo de interacción es muy útil para situaciones en las que mucha gente interactúa con el mapa al mismo tiempo.



Fig. 2. Estilo de interacción “approach&remove”

La interacción con el sistema (Fig. 2) se realizará usando el dispositivo móvil mediante gestos naturales del usuario, procesando el sistema esta sería de eventos como comandos o acciones que tiene que ejecutar. Esta interpretación del sistema de los gestos se realiza de la siguiente forma:

1. El usuario acerca el dispositivo móvil a la parte del mapa que quiere ver o a el comando/acción que quiere ejecutar.
2. El lector RFID del dispositivo móvil lee la etiqueta correspondiente al gesto que ha realizado el usuario.
3. Se envía lo leído al servidor que la procesará y reenviará al dispositivo móvil la información o el resultado de la acción solicitada.
4. Se muestra en el dispositivo móvil el resultado del gesto.

Para su implementación se ha usado una arquitectura MVC (modelo-vista-controlador), realizando el proceso descrito anteriormente en las diferentes partes de esta arquitectura. El esquema de la arquitectura es muy similar al utilizado en [14].

El sistema propuesto va un poco más allá que los servicios de mapas, ya que los usuarios pueden interactuar con mapas físicos situados en su entorno, obteniendo una información mucho más completa y además teniendo la oportunidad de compartir documentos para uso de futuros usuarios de ese mapa. Por ejemplo en el mapa de una parque o zona verde, los servicios de mapas actuales no reflejan de forma completa los detalles y opciones de cada zona, sin embargo con el sistema propuesto en este artículo serían los propios usuarios del parque o los encargados de su cuidado, o los que podrían añadir una información más detallada.

4 Aspectos de implementación del sistema

En este punto se presentará el hardware y la arquitectura software del sistema.

Mediante una arquitectura basada en servicios, el usuario podrá recibir cualquier recurso multimedia en su dispositivo móvil, así como desde cualquier lugar podrá aportar y compartir su opinión y experiencias sobre las zonas de los mapas. Y también ver la información publicada por otras personas o instituciones.

Tal como se explica en la Fig. 3, en un primer paso, el usuario realizará un simple gesto de acercamiento de su dispositivo móvil hacia el mapa, excitando mediante el campo magnético del lector RFID del dispositivo móvil a alguna de las etiquetas, obteniendo como resultado un identificador único. Inmediatamente después, el dispositivo móvil enviará dicho identificador al servicio Web correspondiente. La petición será procesada por un servidor, el cual interpretará este identificador como un comando y generará la respuesta asociada. La respuesta puede dar como resultado la transferencia de un recurso ó información almacenada en la base de datos del sistema (por ejemplo mensajes de otros usuarios sobre determinadas zonas). De este modo, el usuario finalmente percibe en su dispositivo móvil la interacción creada entre este y el mapa, además el usuario tiene la opción de compartir la información de manera georeferenciada con los demás usuarios del mapa.

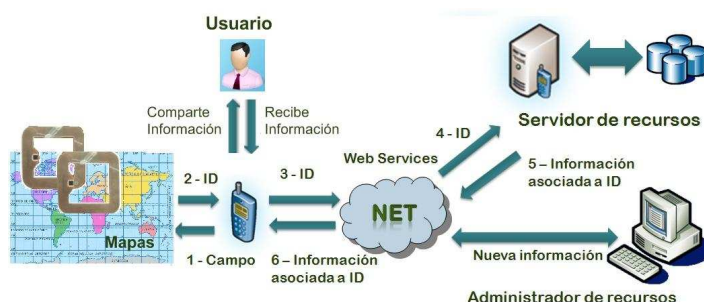


Fig. 3. Arquitectura software del sistema

Con la expansión en los últimos años de la tecnología RFID, los costes se han reducido muchísimo, encontrándonos dispositivos móviles habituales que incorporan lectores de estas etiquetas (por ejemplo los terminales. Nokia 3220 [9], 5140 [10], EcoSensor [11], etc.). En nuestro caso, hemos utilizado un Pocket PC, acoplándole un lector externo en el puerto compact flash.

Por otro lado, hemos tomado un mapa como el que pudiera encontrarse en parques, instituciones, paradas de metro, paradas de autobús, ayuntamientos, etc. y lo hemos enriquecido en su parte posterior con etiquetas RFID pasivas. El resultado de haber aplicado el procedimiento puede observarse en la parte inferior derecha de la Fig. 1. Una de las características de este sistema es que el precio de las etiquetas RFID pasivas es de escasos céntimos y no necesitan de mantenimiento, ya que funcionan sin alimentación. Así la expansión e integración en la vida cotidiana de potentes tecnologías como RFID, nos permiten plantear nuevas formas de interfaz basándonos en una interacción de gestos naturales e intuitivos.

5 Evaluación del sistema y resultados

Se han realizado una serie de pruebas para ver las ventajas e inconvenientes que presenta el sistema actual y así poder mejorar los puntos débiles y potenciar los puntos fuertes. Estas pruebas se han realizado con personas con un background tecnológico medio-alto, obteniendo así el punto crítico de usuarios que están acostumbrados a trabajar con dispositivos móviles y las nuevas tecnologías. El número total de participantes en esta prueba orientativa ante posibles fallos y trabajo futuro ha sido de 10 personas, con rangos de edad comprendidos entre 23 y 36 años.

La prueba que dura unos 10 minutos, consiste en una pequeña explicación de un minuto sobre el sistema y su uso, tres tareas de interacción con el sistema, preguntas sobre beneficios y posibles usos del sistema y finalmente un pequeño cuestionario extraído de las preguntas que se proponen en el estándar SUMI [17] para medir la usabilidad del sistema, siguiendo las recomendaciones de [7]. Las tres tareas propuestas en las pruebas eran las siguientes: Localizar un lugar que eligiese el usuario, consultar y añadir información de una determinada zona geográfica y por último interacción libre.

El grado de satisfacción por parte del usuario tiene 3 niveles, siendo estos niveles los siguientes: De acuerdo, indeciso y no de acuerdo. Teniendo en cuenta esto, se han obtenido los siguientes resultados totales: 85% de respuestas Usable, 5% Indeciso y un 10% No Usable.

Las conclusiones que se pueden sacar de estos gráficos son las siguientes. Las preguntas en las que mayor índice de indecisión o no usabilidad se ha tenido son los puntos débiles del sistema y se deberá trabajar para su mejora. En cuanto a los puntos del sistema en los cuales han tenido resultados positivos son los puntos fuertes del sistema, algunos de los cuales son: Aprender a utilizar el sistema no es problemático, el trabajo realizado tiene resultado satisfactorio para el usuario, no hay que leer demasiado antes de usarlo, las tareas se realizan de forma directa y sin complicaciones, no es fácil olvidar como realizar las tareas en este sistema etc.

Además de estos datos meramente numéricos, los usuarios se inclinan por el uso de este tipo de sistemas en los sectores turismo y servicios.

Otras ventajas destacadas del sistema propuesto:

- Dinamismo en cuanto al contenido, la información que se dé a través del mapa puede ser actualizada, añadida o reemplazada de forma rápida, sencilla y eficaz.
- Se extiende una funcionalidad que los usuarios están acostumbrados a usar a otro entorno, por lo que el usuario tendrá unos conocimientos previos.
- Se puede añadir tanto contenido como se quiera sobre el mapa, además de forma dinámica y colaborativa, tanto por parte del usuario como por la parte del distribuidor o dueño del mapa. Esto se debe a la comunicación mediante servicios web que usa el sistema como se puede ver en la Fig. 4.
- Se podrá dotar al mapa con el número de idiomas que sea necesario.
- Se podrán incorporar características de accesibilidad, como por ejemplo el audio-texto, que permitiría a los invidentes utilizar el mapa que de otra forma perdería gran parte de su contenido informativo y facilidad de uso para ellos.
- Económico de implementar, los dispositivos móviles incorporarán esta tecnología en el corto plazo, y las etiquetas RFID pasivas son de muy bajo costo.

6 Conclusiones y trabajo futuro

El sistema presentado en este artículo extiende las funcionalidades actuales de servicios de mapas y los mapas físicos que encontramos en nuestro entorno. Permite combinar mapas convencionales con los actuales mapas multimedia, añadiéndoles además sensibilidad al contexto, ofrece a los usuarios la posibilidad de interactuar con estos mapas mediante gestos naturales e intuitivos. Los usuarios podrán consultar información y dar sus opiniones de forma dinámica acerca de determinados lugares de los mapas con los que interactúan.

Esta propuesta presenta un sistema sensible al contexto que permite la participación de la sociedad en el enriquecimiento de la información dada por los mapas tradicionales, permitiendo compartir experiencias de forma sencilla. Por tanto el sistema permite a los ciudadanos tanto recuperar información como expresar sus opiniones a través de canales de comunicación existentes como los mapas que encontramos en plazas, estaciones de metro, autobús, tren, etc. También se debe destacar el bajo costo de la infraestructura necesaria para este tipo de sistemas, su capacidad de adaptación y la no necesidad de cableado ya que no sería necesaria la alimentación eléctrica de los mapas sensorizados.

En cuanto al trabajo futuro, se contempla la posibilidad de desplegar la aplicación en un entorno real para comprobar el uso y aceptación por parte de usuarios reales. Además se está ampliando la funcionalidad del sistema de modo que los usuarios puedan realizar un mayor número de operaciones sobre mapas. Para ello se está trabajando en la integración con sistemas de información geográfica que aporten capas de información al mapa sobre el que se esté realizando la interacción. Otra extensión natural del sistema consiste en utilizar marcas visuales (QR-codes) junto con tags RFID, para que los usuarios cuyos dispositivos móviles no tuvieran tecnología NFC o RFID también pudieran interactuar con el sistema.

Agradecimientos. Este trabajo de investigación ha sido parcialmente subvencionado por el CDTI, proyecto CENIT-2008-1019 y el proyecto CICYT TIN2008-06596-C02-01.

Referencias

1. Butz, A., Baus, J., Kruger, A.: Augmenting buildings with infrared information. In Proceedings of the International Symposium on Augmented Reality ISAR 2000, 2000, IEEE Computer Society Press.
2. Ciavarella, Carmine and Paternò, Fabio. Design Criteria for Location-aware, Indoor, PDA Applications. Proceedings Mobile HCI 2003, pp.131-144, LNCS 2795, Springer Verlag.
3. Ciavarella, Carmine and Paternò, Fabio (2004): The design of a handheld, location-aware guide for indoor environments. Personal Ubiquitous Computing 2004. Volume 8. Pages 82–91. Published: 27 April 2004. Springer-Verlag London Limited 2004.

4. Davies, N.; Mitchell, K.; Cheverest, K. and Blair, G. (1998): Developing a Context Sensitive Tourist Guide. First Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, GIST Technical Report G98-1.
5. Derek Reilly; Malcolm Rodgers; Ritchie Argue; Mike Nunes; Kori Inkpen: Marked-up maps: combining paper maps and electronic information resources, 23 September 2005 Springer-Verlag London Limited 2005
6. Gallud, José Antonio; Tesoriero, Ricardo; Lozano, María Dolores and Penichet, Víctor Manuel Ruiz (2007). A Mobile Software Developed for Art Museums: Conceptual Model and Architecture. In proceedings Special Session WebIST 2007. March 6, 2007. Barcelona, Spain
7. ISO/IEC TR 9126-4 First edition 2004-04-01 Part 4: Quality in use metrics.
8. Long, S., et al. (1996). Rapid Prototyping of Mobile Context-aware Applications: The Cyberguide Case Study. 2nd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'96) 1996 November 10-12, 1996.
9. Nokia 5140. Marzo 2004.
URL= http://www.rfidbuzz.com/news/2004/nokia_mobile_rfid_kit.html.
10. Nokia 3220 NFC. Diciembre 2005.
URL= <http://mobilementalism.com/2005/12/12/prototype-nokia-3220-nfc-rfid-phone-could-reshape-society/>.
11. Nokia EcoSensor. Diciembre 2007.
URL= <http://www.nokia.com/A4707477>
12. Oppermann, R. and Specht, M. (2000): A Context-Sensitive Nomadic Exhibition Guide. In the Proceedings of Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, p.p. 127 -142, LNCS 1927, 2000, Springer Verlag.
13. Paternò, Fabio and Santoro, C. (2007): Exploiting mobile devices to support museum visits through multi-modal interfaces and multi-device games. In Proceedings WebIST 2007. March 5, 2007. Barcelona, Spain.
14. R. Tesoriero, R. Tébar, J. A. Gallud, Victor M. R. Penichet, M. Lozano 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
15. Schmidt, A.; Beigl, M. and Gellersen H. W. (1999): *There is more to context than location*. Computers and Graphics. Volumen 23. Number 6. Páginas 893-901.
16. Standard ECMA-340 Near Field Communication Interface and Protocol, <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-340.htm>
17. SUMI (Software Usability Measurement Inventory) de facto industry standard evaluation questionnaire for assessing quality of use of software by end users.
URL= <http://sumi.ucc.ie/>
18. 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. Publicado por IEEE/CS Press del congreso IARIA-ICAS 2008. Páginas 76 - 81. 2008
19. Valkkynen, P.; Korhonen, I.; Plomp, J.; Tuomisto, T.; Cluitmans, L.; Ailisto, H. and Seppä H. (2003): A User Interaction Paradigm for Physical Browsing and Near-object Control Based on Tags. Physical Interaction '03 – Workshop on Real World User Interfaces, in conjunction with Mobile HCI'03.
20. Yang, Jie; Yang, Weiyi; Denecke, M. and Waibel, A. (1999): Smart sight: a tourist assistant system. 3rd International Symposium on Wearable Computers, San Francisco, California, 18-19 October, 1999, pp. 73-78.

Estudio sobre las preferencias y percepciones del uso de Internet en el móvil

Mariona Estrada¹, Angélica Nández¹, Raquel Navarro-Prieto¹, Pablo Rebaque¹,

¹Barcelona Media, Centre d'Innovació, Av. Diagonal 177 08017 Barcelona, España

Resumen. El objetivo de este artículo es mostrar los resultados de un estudio sobre los hábitos de uso de internet en el móvil y las percepciones asociadas a este uso, así como las barreras que lo impiden. A través de metodologías cualitativas y cuantitativas encontramos que el uso de Internet en el móvil no es una práctica extendida entre los usuarios y su uso está asociado a solucionar una necesidad puntual e inmediata, cuando no hay otra opción de conexión disponible y siempre que esta conexión en el móvil implique brevedad. Identificamos cuatro barreras principales que frenan el uso: el precio de la conexión, el estado actual de la tecnología, las características del terminal móvil y la comparación con el PC. Este estudio estuvo enmarcado dentro del proyecto i3Media, cuyo principal objetivo es investigar sobre la creación y manejo de contenido audiovisual inteligente.

Palabras clave: internet móvil, percepciones, barreras, hábitos, usuarios, servicios móviles etnografía, encuestas online, diarios.

1 Introducción

En este artículo vamos a mostrar los principales resultados de un reciente estudio sobre el uso de Internet en el móvil por parte de la población española. Este estudio está enmarcado dentro del proyecto de investigación y desarrollo denominado i3Media, cuyo principal objetivo es investigar sobre la creación y manejo de contenido audiovisual inteligente. Uno de los propósitos del proyecto es personalizar contenido de acuerdo al consumidor, y poder ofrecerle este contenido a través de diferentes formatos y dispositivos.

Este estudio en concreto, realizado para Mobext¹ se trató de un estudio exploratorio para conocer cuáles son las preferencias de los usuarios a la hora de interactuar con en móvil, en general, y a la hora de acceder a los servicios de Internet que se ofrecen por el móvil. Así pues, los objetivos que nos marcamos para llevar a cabo este estudio fueron los siguientes:

¹ <http://www.mobext.com/index.php>

- a) Estudiar los hábitos y preferencias de los usuarios a la hora de usar e interactuar con el teléfono móvil.
- b) Estudiar los hábitos y preferencias de los usuarios en el uso e interacción con la información disponible en Internet a través de su móvil.
- c) Conocer las principales percepciones sobre el servicio de Internet en móvil actual.

Sobre el uso de Internet en el móvil, tenemos datos del año 2008 [1] en los que se puede apreciar que la penetración del móvil con 3G en el mercado europeo está siendo lenta y más bien baja si la comparamos con la media de Estados Unidos. De todas maneras, estos datos también revelan que la penetración en España durante el pasado año (37,2%) fue bastante más alta que en el resto de Europa (28,3%).

Por otro lado, cuando observamos no solo el nivel de consumo de terminales móviles con 3G sino su uso para navegar por Internet, vemos que los datos no son tan altos. Como ejemplo, solo un 3,2% de los usuarios de móvil 3G utilizaba el móvil para consultar mapas, en mayo del 2008, y solo un 0,8% para conectarse a redes sociales.

En lo que se refiere a estudios cualitativos del uso del móvil o de Internet en el móvil, cabe destacar el estudio llevado a cabo el año 2007 por la consultora Buongiorno [2] sobre el uso del móvil por parte de los jóvenes británicos. En este estudio mostraron cuatro “estados de necesidad” según los cuales los usuarios acceden al uso de Internet en el móvil:

- Diversión*: Internet en el móvil sirve para matar el tiempo
- Conexión*: Internet en el móvil sirve para estar en contacto con los amigos
- ¡Ya!*: Internet en el móvil sirve para poder acceder a informaciones de manera inmediata cuando las necesitas
- Disfrutarlo todo*: Internet en el móvil convierte el tiempo muerto en tiempo útil

También encontraron dos actitudes clave en relación al uso de Internet en el móvil y en base a ellas se agrupan dos tipos diferenciados de usuarios: partidarios y pragmáticos. Los partidarios consideran al móvil como un “amigo”. Navegan a todas horas a través del móvil y, por tanto, sus estados de necesidad son los cuatro descritos anteriormente: “diversión”, “conexión”, “ya” y “disfrutarlo todo”. Por el contrario, los pragmáticos consideran al móvil como un instrumento. Pasan poco tiempo conectados, solo para satisfacer dos estados de necesidad: “ya” y “disfrutarlo todo”.

A pesar de la gran cantidad de información de tipo cuantitativo de la que se dispone sobre el acceso a dispositivos 3G y el porcentaje de conexiones a Internet, no se encuentran muchos estudios de tipo más cualitativo que exploren además las actitudes y percepciones de los usuarios frente a este servicio. Así pues, después de la revisión del estado del arte, podemos concluir de forma general que:

- La penetración de Internet móvil es bastante baja en el estado español.
- Se le ha prestado mucha atención al mercado joven, pero no tanto a otros sectores de la población general

- Se han realizado algunos estudios de tipo cualitativo que resultan útiles para entender el fenómeno, pero respecto al mercado español no sabemos exactamente la utilización actual de Internet en el móvil y, más importante aún, no sabemos con exactitud qué quisieran hacer los potenciales usuarios con Internet en el móvil.

Basándonos, por un lado, en esta revisión del estado del arte y, por el otro, en el conocimiento acumulado en investigaciones previas realizadas por Barcelona Media en torno al uso del móvil y las tecnologías digitales en general, decidimos organizar nuestras preguntas de investigación en cinco ámbitos que responden a distintas *necesidades de uso*: Comunicación, Entretenimiento, Información, Compartir y Comprar. De esta forma, podíamos obtener información de los hábitos y percepciones de los usuarios en cada área, por ejemplo, sus comportamientos más habituales de comunicación, y a la vez sus percepciones, creencias y actitudes en torno a la comunicación en general. En base a esta clasificación surgieron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los hábitos y percepciones del móvil como medio de comunicación?
- ¿Cuáles son los hábitos y percepciones del móvil como medio de entretenimiento?
- ¿Cuáles son los hábitos y percepciones del móvil como medio de información?
- ¿Cuáles son los hábitos y percepciones del móvil como medio para compartir contenidos?
- ¿Cuáles son los hábitos y percepciones del móvil como medio para comprar?

2 Metodología

La recogida de información se llevó a cabo mediante una combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas. Para un análisis más detallado, los usos de Internet en el móvil se clasificaron en cinco opciones: comunicación, entretenimiento, información, compartir y comprar, basándonos en nuestras preguntas de investigación. En cada una de estas opciones se indagaba por un lado, sobre los hábitos y las conductas y por el otro, sobre las percepciones y motivaciones. Las técnicas de recogida de información utilizadas fueron:

Diario: consiste en un registro detallado y exhaustivo por parte del usuario de los usos del móvil y de otras tecnologías de la comunicación. Este registro se utilizó como base para la recogida de datos en las entrevistas.

Acompañamiento: consiste en acompañar a un usuario durante un tiempo breve (entre 30 y 45 minutos) en alguna actividad cotidiana en la que haga uso del móvil y observar cómo es el uso que hace y para qué. Este registro se utilizó como base para la recogida de datos en las entrevistas en contexto.

Entrevista semi-estructurada en contexto: entrevistas en profundidad a usuarios con edades entre 14 y 45 años (33% 14-24 años, 33% 25-34 años, 33% 35-44 años, 10% +45) en un contexto habitual de utilización del móvil, tanto en la propia casa del

usuario como fuera de ella. Se realizaron 30 entrevistas en profundidad en Barcelona. De las 30 entrevistas, 18 se realizaron con usuarios que previamente habían rellenado un diario durante una semana y 12 con usuarios a los cuales se les había hecho un acompañamiento.

Observaciones de contexto: consistió en observar y registrar en un diario de campo de una forma no intrusiva las prácticas de uso del móvil por parte de personas que se encuentran un contexto habitual de uso del móvil en un espacio público. Los espacios observados fueron un trayecto en FGC, un punto de encuentro habitual (“bar Zurich”, delante de El Corte Inglés de Plaza Catalunya) y el Aeropuerto del Prat.

Etnografía virtual: Consistió en participar como uno más de la comunidad en algunas redes sociales y foros on-line relacionados con el tema de móviles y del uso de Internet en el móvil y observar y registrar las relaciones, actividades y opiniones significativas que se forjan entre los usuarios/as que participan en estos espacios virtuales. Estos espacios fueron: www.meristation.com, www.configurarequipo.com, www.elforro.com, www.sumovil.com, <http://hispanp3.yes.fm>, www.psicofxp.com

Encuesta on-line: Consistió en una encuesta por Internet en la cual los usuarios rellenaban sus respuestas en una aplicación on-line específica para ello. La encuesta se basó en el guión de la entrevista semi estructurada y el objetivo era complementar la información cualitativa obtenida a través de las otras técnicas con información cuantitativa sobre la utilización de Internet móvil entre los cibernautas. El número de encuestados fue de 518 sujetos, 54 % de ellos mujeres, 46% hombres, 28 % con edades entre 15 y 24 años, 29% entre 25 y 34 años, 28% entre 35 y 44 años y 15% mayores de 44 años.

3 Uso actual de Internet en el móvil: hábitos y conductas más frecuentes

A través de las metodologías detalladas en el anterior apartado, obtuvimos unos datos muy interesantes tanto del uso, en general, del móvil, como del uso de Internet en el móvil. Como muestra la gráfica, obtenida a través de las respuestas de la encuesta online, el envío de SMS es una de las prácticas más extendidas (a parte de las llamadas) así como la captura y el envío de fotografías. En menor medida aparece el uso del móvil para jugar y para escuchar música. En lo que se refiere al uso de Internet a través del móvil, vemos que no es uno de los servicios más consumidos pero aún así, un 42% de la población consultada afirma usarlo habitualmente, como muestra la figura 1:

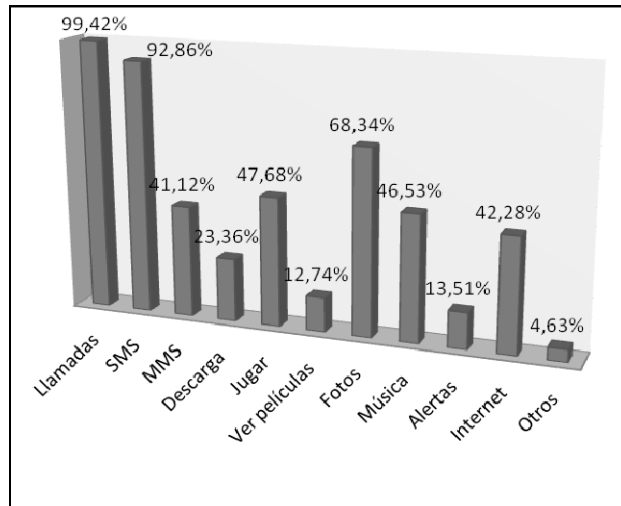


Fig. 1. Usos más frecuentes del móvil por parte de la población consultada

A través de las metodologías cualitativas pudimos ver, además, *cómo* se da este uso de Internet a través del móvil, objetivo principal de nuestro estudio. Así pues, cómo resultado general del uso de Internet en el móvil podemos decir que el uso actual de este servicio está asociado a una **conexión puntual y breve, para resolver una necesidad inmediata o cuando no hay otra opción de conexión disponible**.

A continuación, presentamos los principales resultados de los hábitos de uso relacionados con los cinco necesidades de uso previamente definidas, es decir, cómo se utiliza el móvil cuando el objetivo es comunicarse, informarse, entretenerse, compartir y comprar. Dentro de cada uno de estos apartados, vamos a ver también los hábitos y preferencias a la hora de utilizar el servicio de Internet en el móvil.

3.1 ¿Cómo se usa el móvil para estar comunicados?

“En casos puntuales... si tengo que responder un email importante y sé que luego voy a llegar a un sitio y no voy a tener ordenador lo envío a través del móvil”

Hemos podido observar que las llamadas a través del móvil es el medio que más se usa a la hora de estar en contacto con la familia y amigos. También se usa, pero en menor medida, el envío de SMS, sobre todo entre la gente más joven. En lo que se refiere al uso de Internet en el móvil para estar en contacto con la familia y amigos, observamos por el contrario que no se usa mucho: sólo la mitad de los sujetos entrevistados utilizan este servicio para comunicarse, básicamente mediante la consulta o envío de mail. Sin embargo, los entrevistados usan más habitualmente los modos tradicionales de comunicarse en el móvil, es decir, llamadas y SMS. Esto

parece indicar que los sujetos entrevistados aún no ven el Internet en el móvil como una herramienta eficaz de comunicación. Lo cual se confirma cuando vemos los datos de la encuesta pues vemos que las aplicaciones de Internet en el móvil se usan poco en todas los grupos de edad por igual.

Observando el uso por razones comunicativas del móvil e Internet en el móvil, se aprecia cómo, en ambas modalidades, la mayoría de los sujetos no tienen un momento específico para usarlo, ni se usa con algún fin en concreto. Más bien depende de las necesidades que surjan durante el día para comunicarse. De esta manera, podemos decir que **el uso de Internet en el móvil por necesidad comunicativa se da función de la situación en la que se encuentra el usuario**, como por ejemplo en los trayectos, en lugares públicos que no disponen de conexión a través del PC, en ratos libres, etc, **generalmente de modo puntual y breve.**

3.2 ¿Cómo se utiliza el móvil para el entretenimiento?

“Me bajo alguna canción o algún juego si estoy por ahí, aunque me cueste más”

En general, casi todos los sujetos entrevistados utilizan de algún modo el móvil para entretenerse o pasar el rato. Sin embargo, muy pocos utilizan Internet en el móvil para entretenerse.

Cuando observamos la manera en que se dan estos usos, vemos que las personas que utilizan los juegos y escuchan música, tanto con conexión como sin conexión, lo suelen hacer en momentos en los que tienen que esperar o en tiempos muertos. Probablemente, el motivo de esto tiene que ver con que lo que se hace en el móvil para entretenerse siempre se considera como una cosa puntual para ocupar el tiempo muerto y no como una finalidad en sí mismo. Es decir, entretenerse en el móvil no tiene, en general, un ‘valor’ en sí mismo, no es algo que se busque, sino que **es algo útil, que se hace porque se quiere matar el tiempo muerto o se está esperando**, y por eso no siempre se considera una actividad de ocio general. La mayoría de usuarios consultados aprovechan que se tiene el móvil para entretenerse de forma puntual y con una duración que se sabe corta, incluso los usuarios que acostumbran a jugar online a través del PC.

3.3 ¿Cómo se utiliza el móvil para estar informados?

“Miro el ‘Mundo Deportivo’... y mapas si estoy en el coche. Para casos urgentes o si no me ha dado tiempo de mirarlo antes”

A través de los datos observados en nuestro estudio, podemos afirmar que Internet en el móvil no aparece como una herramienta habitual para búsqueda de información ni para estar informados en general. De todas maneras, sí que aparece como un medio

más o menos utilizado en situaciones puntuales y para búsquedas muy concretas, en las cuales no hay disponible otra opción.

Las informaciones relativas al ocio, como carteleras, restaurantes o música, son unos de los contenidos más buscados desde el móvil. También la búsqueda de informaciones relativas al tiempo, a mapas y callejeros y a actividades de ocio parece ser más apropiado y útil Internet en el móvil que en el PC, lo cual corrobora el modelo mental que venimos constatando con los datos que atribuye a Internet en el móvil un uso puntual, inmediato y de oportunidad. También nos indica que la búsqueda de información a través de Internet en el móvil, a pesar de no ser un hábito cotidiano, **es un uso frecuente que los usuarios le dan al móvil y que consideran cómo más útil a la hora de resolver una necesidad puntual.**

3.4 ¿Cómo se utiliza el móvil para compartir contenidos?

“Todos mis amigos están en el Facebook, así que envió allí las fotos que hago con el móvil”

De acuerdo a lo encontrado en las entrevistas, podemos afirmar que Internet en el móvil no es visto por los usuarios como una vía para compartir contenidos digitales, pues la mayoría de usuarios no suele usarlo para esto.

Los contenidos digitales mediante Internet se comparten principalmente desde el PC, usando e-mail o alguna red social. Notamos que el uso de estas últimas está creciendo rápidamente, especialmente de Facebook. Los contenidos digitales que la gente principalmente almacena son fotografías y música, y cuando ya se trata de compartir, **principalmente comparten fotos, actividad muy generalizada entre la gente** y que gusta mucho, independientemente de la edad o el sexo.

El móvil en general no es muy usado para compartir contenidos digitales, pero cuando se usa se hace principalmente por bluetooth, herramienta que gusta mucho a los usuarios.

3.5 ¿Cómo se usa el móvil para comprar?

“A lo mejor lo hago cuando esté más rodado y sepa mejor cómo va el tema...”

A pesar de que los sujetos compran habitualmente online, en general no utilizan el móvil o Internet en el móvil para comprar. La compra online sigue muy asociada al PC y principalmente para la compra de productos y servicios relacionados con viajes. Los hábitos que aparecen más frecuentemente a la hora de usar Internet en el móvil para comprar también van **muy asociados a una conexión breve y puntual que se debe hacer al momento**, como, por ejemplo, la compra de entradas para cine y espectáculos.

Como balance general de los hábitos y conductas de los usuarios de nuestro estudio podemos concluir que Internet en el móvil es aún muy poco usado y su uso está asociado a solucionar una necesidad puntual que implique una conexión breve como, por ejemplo, el envío de un e-mail o la consulta de mapas o noticias en un momento dado (ver figura 2)

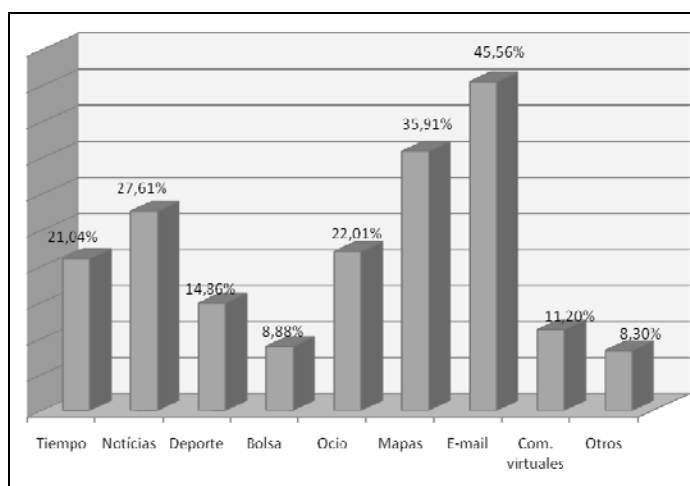


Fig. 2. Contenidos online que les gusta o gustaría consultar a través del móvil

4 Creencias y percepciones: principales barreras para el uso de Internet en el móvil

En general los usuarios no perciben que disponer de conexión a Internet en el móvil sea de gran utilidad. Encontramos que los usuarios ven más útil Internet en el móvil para informarse y en menor medida para comunicare. En cambio, para entretenerse, comprar y compartir, Internet en el móvil no es visto como algo tan útil.

Estos resultados están asociados a una serie de barreras reales y subjetivas que impiden o dificultan el uso de Internet en el móvil. Cada una de estas barreras se presenta en los sujetos con diferente grado de intensidad. Estas diferencias entre sujetos obedecen a factores intrínsecos o propios de cada uno, como son la edad, contexto social, tipo de trabajo o nivel educativo, que hacen que una barrera esté más presente que otra. Teniendo en cuenta estas diferencias, podemos decir que las cuatro principales barreras para el uso de Internet en el móvil son:

El precio de la conexión: Es una de las barreras más extendida entre los usuarios que tiene un carácter real y subjetivo. La barrera de la tarifa es algo tan extendido que incluso los sujetos no saben que ya existen tarifas planas, hasta el punto de decir que

estarían dispuestos a pagar una cantidad de dinero que actualmente ya existe en el mercado. La 'fama' de caro de internet en el móvil de algún modo impide que los sujetos comprueben por ellos mismos si ciertamente es tan caro.

La conexión a internet en el móvil también salía perjudicada cuando se comparaba con la tarifa plana que normalmente se paga en el hogar, del tipo "todo incluido", que es el modelo mental de tarifa más extendido. Resultó también destacable que algunos sujetos dijeran no entender cómo es que aún no han sacado una promoción para conectarse a internet en el móvil del tipo todo incluido, plana y barata, porque consideran que de este modo mucha gente, incluidos ellos, se conectarían y quedaría de algún modo enganchados. Por lo tanto, si las tarifas fuesen baratas y planas, mucha gente estaría todo el día conectada.

El estado actual de la tecnología: La barrera de la tecnología tiene que ver con diferentes aspectos. Primero está la dificultad de conectarse de forma rápida, es decir que para conectarse a internet desde el móvil es necesario realizar muchos pasos hasta lograrlo, cosa que no sucede cuando la conexión se realiza desde el PC, que con un solo clic te puedes conectar. El segundo aspecto es la velocidad de conexión y de navegación, que al resultar tan lento, para muchos sujetos no merece la pena ni conectarse ya que cuando lleguen a casa lo pueden hacer desde el PC. Por último, en general los sujetos se quejan de que las páginas webs no se les "carguen" bien al conectarse a internet en el móvil, es decir, que no aparezcan o aparezcan distorsionados íconos, imágenes, informaciones, etc, sabiendo que en el ordenador sí aparecen bien. Estos tres aspectos desmotivan mucho a los usuarios para conectarse a Internet en el móvil.

El terminal móvil: La facilidad de uso y la comodidad se revelan como aspectos fundamentales para los usuarios a la hora de conectarse a Internet en el móvil, y como consecuencia, dado que la mayoría de usuarios no dispone de un móvil que le permita una conexión fácil y cómoda, desisten de conectarse. Los usuarios destacaban que se conectarían más a Internet en el móvil si tuviera una pantalla más grande, una pantalla táctil o si tuvieran "uno como el i-phone". En esta barrera de nuevo aparece la comparación con el PC, en donde la pantalla grande, el teclado y otras características propias del ordenador resultan siempre mucho mejores que las características de uso del móvil.

Comparación con el PC: Es una barrera que siempre surge asociada a las barreras de precio, tecnología y terminal. En este caso, los sujetos comparan siempre el móvil con el PC desde el punto de vista de la tarifa, la facilidad y comodidad de uso (tamaño de la pantalla y teclado), la velocidad de navegación, el formato de las páginas, etc. De esta comparación, la mayoría de veces sale perdiendo el móvil. De este modo, el PC es un punto de referencia desde el cual los sujetos miran el resto de tecnologías (en este caso el móvil) que posibilitan conectarse a internet, y teniendo en cuenta el grado de penetración del PC en todos los ámbitos de los sujetos, ya sea físico como en el hogar, la facultad, el trabajo, los cibercafé, ya sea de uso, es decir, comunicarse, informarse, entretenerse, compartir y comprar, el PC emerge como un 'gran medio' para conectarse a internet, es decir, es el principal competidor del móvil.

La comparación entre móvil y PC se reduce cuando el uso de internet en el móvil es para algo muy puntual, es decir si necesitan comunicarse o informarse de algo con urgencia, o si necesitan conectarse para algo muy concreto como comprar una entrada y no tienen otro medio disponible, los sujetos tienen menos barreras para este tipo de conexión puntual. Es decir, no sobresalen tanto las barreras de precio, tecnología y terminal.

5 Conclusiones

De acuerdo a la información recogida con las diferentes metodologías podemos afirmar que el uso de Internet en el móvil no es en lo absoluto una práctica extendida entre los usuarios y su uso está asociado a solucionar una necesidad puntual e inmediata, cuando no hay otra opción de conexión disponible y siempre que esta conexión en el móvil implique brevedad.

Este escaso uso de Internet en el móvil se observa por igual en las cinco áreas del estudio, es decir, Internet en el móvil se usa muy poco tanto para comunicarse, como para informarse, entretenerse, compartir contenidos y comprar, pese a que si suele usar mucho el móvil, sin conexión a Internet, especialmente para comunicarse y también, en menor medida, para entretenerse.

Estos resultados que indican un escaso uso de Internet en el móvil y una baja disposición de los usuarios para usarlo están asociados a una serie de barreras reales y subjetivas que impiden o dificultan este uso. Al observar y analizar los diferentes hábitos de uso del móvil en función de las diferentes necesidades y las percepciones asociadas a estos hábitos y necesidades, hemos podido identificar cuatro barreras principales que frenan un uso más extendido de este servicio: el precio de la conexión, el estado actual de la tecnología, las características del terminal móvil y la comparación con el PC.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto i3Media (CDTI 2007-2010) parcialmente financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), dentro de la iniciativa Ingenio 2010.

Referencias

1. (ComScore, Inc., 2008) Comscore Reports that the U.S. Catches Up with Western Europe in Adoption of 3G Mobile Devices Web. Consultado: 25 de

setiembre del 2008. Disponible en:

<http://www.comscore.com/press/release.asp?press=2434>

2. Cellsurfing2008. Consultado: 25 de septiembre. Disponible en <http://www.cellsurfing2008.com/>

Evaluación de la multiculturalidad e internacionalización en interfaces web.

Llúcia Masip¹, Rosa Gil^{1,2}, Toni Granollers^{1,2}, César A. Collazos³

¹ GRIHO, Universidad de Lleida,
lmasip@griho.net,

² Departamento de Ingeniería Industrial e Informática,
Universitat de Lleida. C/Jaume II 69, 25001, Lleida
{rgil,tonig}@diei.udl.cat

³ Grupo IDIS, Universidad del Cauca-Colombia,
ccollazo@unicauca.edu.co

Abstract. En el mundo actual existen distintas culturas que cada vez más deben convivir en un mismo lugar geográfico. Además, Internet ha provocado que la información llegué a todo el mundo independientemente del lugar dónde se esté, presentando oportunidades pero también problemas. Concretamente, serán analizados los problemas que se refieren a la multiculturalidad en el ámbito de las interfaces web. Para conseguir dicho objetivo, se muestra la definición de un conjunto de reglas heurísticas que tienen en cuenta aspectos relacionados con la multiculturalidad e internacionalización; con el objetivo de evaluar un prototipo que engloba distintas características culturales que diferencian la cultura española de la latino-americana y poder demostrar que un mismo aspecto tiene repercusiones distintas dependiendo de la cultura que interactué con dicho prototipo. Para diferenciar las distintas culturas se ha elegido la clasificación dependiendo del contexto. Por una parte existen las culturas de alto contexto en las cuales la mayor parte de la información se encuentra en el contexto y no es necesario transmitirla. Por otra parte aparecen las culturas de bajo contexto, las cuales necesitan toda la información explicitada para evitar posibles confusiones en la interpretación del contenido.

Keywords: Multiculturalidad, internacionalización, heurísticas, interfaces, web.

1 Introducción

Desde siempre, la comunicación interpersonal se sirve de una variedad de medios como iconos, música, color, artes, lenguaje, protocolos, relaciones sociales, etc., para expresar sentimientos, identidades, afectos y acciones. Aun así, desde la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (IPO), las características multiculturales raramente son tenidas en cuenta en el diseño de los productos con los cuales interactuamos. Sin embargo, el diseño de las interfaces debería estar acorde a cada entorno cultural y estar diseñado de tal forma que se adapte a las características de cada región. La culturización utiliza recomendaciones reglas y estándares, los cuales sin embargo en muchos casos no han tenido los resultados esperados [6], dado que no garantizan

sistemas bien diseñados y en muchos casos son generalizaciones no adecuadas al contexto de aplicación y por lo tanto su utilización a largo plazo es cuestionable. Diversos aspectos deben ser considerados como su lenguaje, diferencias de poder, contexto, moneda, etc... Los productos software en general, y las aplicaciones Web en particular, son usadas con mayor frecuencia por personas de culturas para las cuales no fueron diseñadas inicialmente, pero aún solo pocas investigaciones han sido llevadas a cabo para averiguar las influencias culturales en la usabilidad de los productos software usados globalmente [2]; en algunos de esos estudios se resaltan muchos problemas de la cultura que deben ser considerados, entendiendo cómo las diferencias culturales podrían impactar en el diseño de la interfaz de usuario [8]; se plantea la necesidad de considerar una nueva base teórica para el diseño Web transcultural donde se tenga una relación más explícita entre cultura y diseño Web y de tener guías o modelos que ayuden al diseño, creación y evaluación de sitios web para el uso multicultural [18]. Como menciona Hall [4], por ejemplo hay diversos modelos culturales que determinan el contexto. Por una parte existen las culturas denominadas de alto contexto (AC) como Japón y China, en las cuales la mayor parte de la información se encuentra en el contexto y no es necesario transmitirla. Por otra parte aparecen las culturas de bajo contexto (BC), como Alemania, las cuales necesitan toda la información explicitada para evitar posibles distorsiones en su significado.

Existen estudios dónde se han definido un conjunto de cuestiones a plantearse cuando se decide realizar un diseño web transcultural [9], aun así en este artículo se describe un método para evaluar la multiculturalidad e internacionalización de software a través de la definición de heurísticas para culturas AC que tienen en cuenta estos dos aspectos y la realización de pruebas con usuarios finales en distintas culturas de un prototipo de papel que contiene un conjunto de aspectos que diferencian la cultura latinoamericana de la española. La siguiente sección describe las heurísticas que hemos adaptado para evaluar la usabilidad de un sitio desde una perspectiva cultural. Posteriormente se describe la experiencia realizada. Luego algunos resultados son presentados y analizados y, finalmente, se plantean algunas conclusiones y trabajo futuro.

2 Heurísticas de evaluación

El espectro de métodos de evaluación de la usabilidad es suficientemente amplio como para que pueda escogerse el más adecuado en función del tipo de prototipo o sistema disponible. Estos, además, pueden clasificarse de diferentes maneras, tales como inspección, indagación y test [13], dependiendo de las características de realización. La ejecución de estos métodos permite introducir mejoras en el uso de un sistema software, prototipo o una versión definitiva de un sitio Web. Una de las técnicas más utilizada se refiere en particular a la evaluación a través de heurísticas, siendo las propuestas por autores como J. Nielsen [12], B. Scheiderman [15] o B. Tognazzini [16] las más consolidadas o comúnmente aceptadas.

En nuestro trabajo, partimos de la lista de J. Nielsen, las cuales se han modificado para que tuvieran en cuenta la multiculturalidad y la internacionalización, a la vez que corresponden al grupo de heurísticas iniciadas durante la realización del proyecto

UsabAIPO [3][7][14] y que se clasifican en 4 categorías distintas: diseño, navegación, contenido y búsqueda.

La siguiente tabla presenta la adaptación que hemos realizado de las heurísticas de Nielsen incorporando, como aspecto novedoso, aspectos multiculturales.

Tabla 1. Tabla con las 12 heurísticas adaptadas a la evaluación de aspectos multiculturales de Nielsen clasificadas en 4 categorías

Categoría 1: Diseño
<p>1. <i>¿Tiene el sitio Web una interfaz amigable, con colores uniformes en la mayoría de las páginas?</i></p> <p>Adaptación contexto multicultural: La imagen de un sitio Web de AC puede ser más llamativa que una de BC.</p>
<p>2. <i>¿El sitio Web ofrece una interfaz limpia, sin ruido visual y con un uso correcto del espacio visual, sin elementos molestos y en general una interfaz agradable?</i></p> <p>Adaptación contexto multicultural: En culturas AC esta pregunta debería analizar un número mayor de tipos de páginas que en culturas BC, donde predominaría una página web más clara y limpia.</p>
<p>3. <i>Para facilitar la lectura ¿Tiene el texto un diseño sencillo, con suficiente contraste entre el fondo y el texto, limitando el estilo de fuente y otros formatos de texto?</i></p> <p>Adaptación contexto multicultural: El texto debe ser claro y sencillo de leer siempre aunque en países de AC tenga un diseño más recargado que en países de BC.</p>
<p>4. <i>¿Existen imágenes o elementos animados en el sitio Web?</i></p> <p>Adaptación contexto multicultural: En los países de AC los elementos en movimiento pueden considerarse más aceptables que en países de BC.</p>
Categoría 2: Navegación
<p>5. <i>En menús de navegación, ¿Se ha controlado el número de elementos y de términos por elemento para no producir sobrecarga memorística?</i></p> <p>Adaptación contexto multicultural: En países de AC seguramente no consideraran este criterio por que acostumbran a poner muchos elementos en cada nivel de navegación. En los países de BC se debe seguir.</p>
<p>6. <i>¿Existe un Mapa Web en el sitio Web?</i></p> <p>Adaptación contexto multicultural: Depende del país analizado esta estructura puede ser más jerárquica o menos.</p>
<p>7. <i>¿Indican los enlaces claramente hacia dónde apuntan con un título apropiado para que el usuario puede predecir la respuesta del sistema ante su acción?</i></p> <p>Adaptación contexto multicultural: En países de AC, los hipervínculos no se podrán identificar tan claramente (con imágenes identificativas, con poco texto, información más concreta). En países de BC puede que estén más explicitados.</p>

Categoría 3: Contenido

8. *¿Es fácil acceder a la información de las distintas áreas de la web, y hay información clara de los datos para contactar con el departamento en particular (teléfono, mail, dirección)?*

Adaptación contexto multicultural: En países de BC la información identificativa aparece en lugares más claramente identificables que en países de AC. De nuevo se debe vigilar con la semántica de cada país, pues puede variar dependiendo de su cultura.

9. *¿Aparecen las noticias en un sitio destacado del sitio Web, con vínculo a la noticia en el titular, y un claro resumen del contenido de la noticia?*

Adaptación contexto multicultural: En países de AC la primera información de una noticia puede estar más explicitada que en países de BC y más individualistas.

Categoría 4: Búsqueda

10. *¿Es fácil iniciar una búsqueda, el cuadro de texto para introducir términos a buscar en el sitio Web se encuentra en la página de inicio y es fácilmente accesible desde cualquier lugar del sitio Web?*

Adaptación contexto multicultural: en países de BC la búsqueda no es tan complicada como en webs que de países de AC donde debe ser fácil y rápido encontrarla.

11. *¿Existe la opción de "búsqueda avanzada" en el sitio Web y se ofrecen opciones suficientes para realizar una búsqueda suficientemente acotada?*

Adaptación contexto multicultural: Es más importante en países de AC para poder definir una búsqueda más exacta.

12. *¿Asiste al usuario en caso de no poder ofrecer resultados para una consultada dada?*

Adaptación contexto multicultural: En países de AC se ofrecen más ayudas que en países de BC.

La siguiente sección describe la experiencia realizada en la cual nos proponemos evaluar un prototipo que engloba distintas características culturales que diferencian la cultura española de la latino-americana teniendo en cuenta que a nivel de lenguaje está demostrado que si el test lo realiza una persona con el mismo lenguaje nativo que el que muestra el web, la usabilidad conseguida es mayor que si realiza el test un usuario utilizando el web traducido a otro idioma [11] y, con ello, demostrar que un mismo aspecto tiene repercusiones distintas dependiendo de la cultura que interactúe con dicho prototipo para validar los aspectos multiculturales incluidos en las heurísticas, donde para afinar más hemos cogido dos culturas del mismo contexto, en este caso alto contexto.

3 Realización del test de usuarios

Para la realización del test de usuarios, se plantea el siguiente contexto concreto:

Un vinícola español decide ampliar la cuota de mercado de su empresa expandiendo su negocio al mercado Latinoamericano, para lo cual decide diseñar una web que le facilite su expansión comercial. La empresa que contratan para el desarrollo del sitio web es natural de Colombia.

El vinícola español aunque no tiene un nivel alto de conocimientos informáticos impone una serie de características que debe cumplir su nueva web:

- El uso de los colores violetas y marrones debido al objetivo del web que es vender vino.
- Utilización del término “tinto” para referenciar el producto que se pretende vender.
- El eslogan de la empresa es el siguiente: “Tenemos tu mejor tinto”.
- Ofrecer como regalo de la oferta principal de la web una chaqueta.

El equipo de desarrollo realiza un primer prototipo que deciden enseñar tanto a gente de Latinoamérica como a gente de España, pues será el portal de entrada para ambas comunidades, para poder determinar algunos aspectos específicos a determinar según su criterio.

Teniendo en cuenta las premisas marcadas por el cliente, la empresa latinoamericana diseñadora del web propone en el prototipo el siguiente texto para cada página:

- Página principal: Tenemos tu mejor tinto! En Todo Tintos le ofrecemos la posibilidad de elegir entre nuestra gran variedad de tintos selectos y disfrutar del placer de beber un buen tinto.
- Página de ofertas: Adquiriendo nuestro pack especial de Navidad le regalamos este fantástico saco.
- Página de empleo: ¿Tienes ganas de trabajar y ganar boletos? Llama al 973 76 85 90 o envía tu CV al correo todotintos@todotintos.com.
- Página de localización: En coche→ Llegando por la N II estamos en ctra de Barcelona s/n. En metro→ Coger la línea azul LM 3 y saltar en la parada “Carretera de Barcelona A”. En guagua→Subir a la LB 7 y parar en la estación “Carretera de Barcelona B”.
- Página de compra: El proceso de compra presenta una página inicial con los productos que vende el web entre los cuales aparece vino y café. El resto de páginas del proceso de compra corresponden con la ejecución típica de una compra por internet.

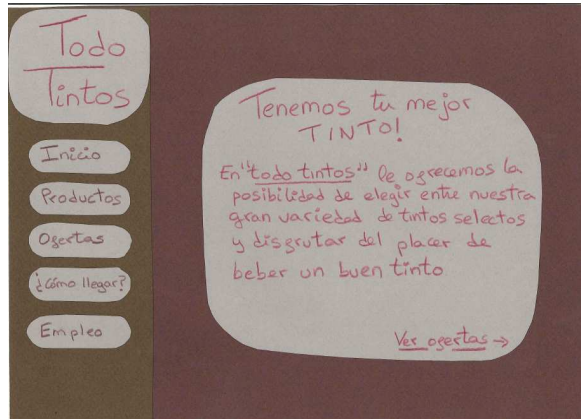


Fig. 1. Página principal del prototipo de papel dónde se puede ver el objetivo principal de la web: Vender tintos.

El diseño del prototipo engloba una serie de características que, como se presentará en la sección de resultados, dan lugar a reacciones y/o interpretaciones distintas dependiendo de la cultura del usuario que evalúa dicho prototipo.

Los perfiles de usuario que han evaluado el prototipo son los siguientes:

Hombre o mujer de entre 20 y 50 años con un nivel de estudios secundario o superior que residen en Colombia o en España y que se conectan a internet al menos algunas veces por semana.

El test se ha realizado a 17 personas con nacionalidad colombiana y a 17 personas con nacionalidad española.

Con todo se obtiene un mismo portal web diseñado para dos culturas de alto contexto. El objetivo principal del test es determinar si aun teniendo en cuenta la clasificación de Hall, existen diferencias entre culturas de un mismo nivel. En este estudio, si se obtienen resultados que evidencian diferencias culturales ante un mismo prototipo para dos culturas de alto contexto.

4 Resultados del test

De acuerdo con cada una de las heurísticas definidas obtenemos los siguientes resultados presentados en la Tabla 2:

Tabla 2. Resultados del test con usuarios (la columna de la izquierda corresponde a las respuestas correspondientes a la cultura latinoamericana y las de la derecha a la cultura española).

Heurística 1: *¿Tiene el sitio Web una interfaz amigable, con colores uniformes en la mayoría de las páginas?*

El 65% opina que les agrada el color porque se relacionan con el producto ofrecido.	El 47% de los usuarios comentan que les son familiares al producto que ofrecen.
---	---

Heurística 2: ¿El sitio Web ofrece una interfaz limpia, sin ruido visual y con un uso correcto del espacio visual, sin elementos molestos y en general una interfaz agradable?

Al 71% le parece correcto el aspecto estético del prototipo de acuerdo con el producto que vende. Al 59% le parece correcto el aspecto estético del prototipo de acuerdo con el producto que vende.

Heurística 3. Para facilitar la lectura ¿Tiene el texto un diseño sencillo, con suficiente contraste entre el fondo y el texto, limitando el estilo de fuente y otros formatos de texto (tamaño, color, ancho de línea, etc.)?

El 65% opinan que se deberían utilizar colores más fuertes. El 53% piensas que los colores son demasiado oscuros.

Heurística 5. En menús de navegación, ¿Se ha controlado el número de elementos y de términos por elemento para no producir sobrecarga memorística?

El 12% volverían a visitar el web porque es sencillo y fácil de utilizar. El 24% volverían a visitar el web por su sencillez y facilidad de uso.

Heurística 7. ¿Indican los enlaces claramente hacia dónde apuntan con un título apropiado para que el usuario puede predecir la respuesta del sistema ante su acción?

En la realización de una compra, el 35% lo harían siguiendo los pasos de compra del sitio web. El 23% no tiene claro como hacer la compra. En la realización de una compra, el 100% de los usuarios realizarían la compra por internet

Heurística 8. ¿Es fácil acceder a la información de las distintas áreas de la web, y hay información clara de los datos para contactar con el departamento en particular (teléfono, mail, dirección)?

El 76% considera que es debido al lenguaje utilizado o a la utilización de términos no tan conocidos o escuchados o que está dirigido a un grupo de personas en especial. El 35% consideran que el lenguaje utilizado es propio de Sud América y no de España. El 18% reconocen no entender nada. El 6% cree que es debido a la multiculturalidad

Todas las heurísticas que no se han considerado en los resultados corresponden a características que deben ser implementadas y que no se pueden evaluar con un prototipo de papel.

Además de los resultados conseguidos para cada una de las heurísticas, han surgido aspectos comunes entre usuarios de una misma cultura y opuestos o distintos con los participantes de la otra. Se pueden remarcar los siguientes:

- El 100% de los participantes de la cultura latino americana cree que la web vende café o derivados del café. Por el contrario, el 100% de los usuarios con cultura española han afirmado que el web ofrece vinos.
- En referencia a la aparición de dudas en el lenguaje utilizado en el prototipo durante la realización del test, en la cultura latinoamericana el 76% consideran que es debido al lenguaje utilizado o a la utilización de términos no tan conocidos o escuchados o que está dirigido a un grupo de personas en especial. El 24% dicen que no les ha surgido duda alguna.

- Por lo referente a los usuarios de la cultura española, el 35% consideran que el lenguaje utilizado es propio de Sud América y no de España. El 29% opinan que el lenguaje utilizado es inadecuado para el público que desconoce el mundo del los vinos. El 18% reconocen no entender nada. El 6% cree que es debido a la multiculturalidad.
- La mayoría de los participantes con cultura latinoamericana volverían a visitar el sitio web porque les parece un portal de una empresa cercana a su entorno. En cambio, la mayoría de los usuarios de la cultura española volvería a visitar el portal ya que les ha parecido fácil y sencillo de utilizar.
- Las impresiones para la página del prototipo que se muestra en la figura que aparece a continuación son las siguientes:
 - o En la cultura hispana: El 65% creen que el regalo es bueno o interesante. El 35% consideran que el regalo no llena las expectativas de tipo de consumidor o que no tiene que ver con el producto ofrecido. En la cultura española: El 94% de los usuarios demuestran su claro desagrado hacia el regalo debido a su poca valía. El 6% confiesa que vale más un regalo que nada.

Cabe decir que el significado que se interpreta en cada caso es diferente. En el caso de la cultura latino-americana, un saco representa una chaqueta. En España, un saco se refiere a una bolsa de ropa o plástico.

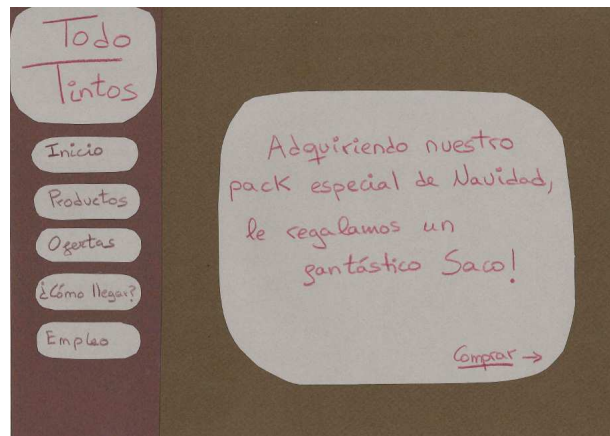


Fig. 2. Página que representa las ofertas que ofrece TodoTintos.

Como se puede apreciar, aun presentando un mismo prototipo a dos culturas del mismo nivel (AC), podemos constatar que las reacciones, impresiones e interpretaciones hacia el prototipo han divergido entre ambas culturas.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

En el mundo en el que vivimos existe una mezcla cultural relevante y, es por está razón, que no se debe dejar de lado la multiculturalidad e internacionalización de

cualquier producto y, si se habla de internet, ya debe ser un requisito imprescindible en el momento en que se diseña un sistema Web o simplemente un prototipo del mismo.

Los resultados de los test con usuarios han sido los esperados. Cada usuario dependiendo de su cultura ha interpretado las distintas características del test de acuerdo con su entorno cultural y se ha puesto de manifiesto las diferencias que se producen delante de un mismo contenido si no se tiene en cuenta la multiculturalidad e internacionalización en el diseño de interfaces web.

Referente al hipotético caso real planteado, se puede concluir que el hecho de considerar la multiculturalidad e internacionalización en el proceso productivo tanto del vinícola como de la empresa del diseño web conlleva ventajas competitivas adicionales para cada parte. En el caso del vinícola abarcar una cuota de mercado superior y en el caso de la empresa informática, aumentar la satisfacción de los clientes y como consecuencia también aumentan los beneficios.

En la elección de las culturas que evaluarían en prototipo se han escogido dos culturas de alto contexto para comprobar las diferencias que se presentan aun escogiendo para la evaluación usuarios que pertenecen a culturas del mismo tipo.

Es por esta razón que a la hora de tener en cuenta la multiculturalidad en interfaces web o en cualquier otro producto uno no debe basarse en clasificaciones estándares sino que debe tener en cuenta que incluso dentro de un mismo país pueden existir distintas culturas dependiendo del territorio de donde una persona es originaria.

Para realizar una interfaz web multicultural se debe tener en cuenta además de aspectos estéticos como pueden ser los colores o la posición de la información, todo lo relacionado con características concretas de cada país como pueden ser la moneda, el sistema de medida, el lenguaje, la historia del país, los iconos, entre muchos más aspectos. Todos estos factores contribuyen a que una misma interfaz sea entendida de la misma manera para todo el mundo, dejando de lado posibles confusiones o malentendidos que puedan surgir y conducir al abandono por parte del usuario final de la web que está visitando. Nuestro esquema de evaluación ha utilizado heurísticas, sin embargo es importante que puedan usarse diversas técnicas de evaluación de usabilidad, adaptándolas al contexto cultural del producto evaluado.

Finalmente, se puede constatar que la clasificación de cultura de alto contexto y bajo contexto comprende una clasificación demasiado genérica cuando se habla de multiculturalidad en interfaces web. Por ello consideramos que determinar una clasificación basada en lugar de origen para cada una de las culturas sería más apropiado.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto “Implementación de un Framework para la evaluación de la Usabilidad de aplicaciones software soportado en la creación de un Colaboratorio de usabilidad”, código 111345221103 de Colciencias (Colombia) y por el proyecto “Plataforma Abierta para la Gestión de la Distribución Multicanal de Contenidos”, TIN2008-06228/TSI del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).

Referencias

- [1]. Collazos, C.; González, M. P.; Neyem, A.; Sturm, C. (2007). *Guidelines to develop Emotional Awareness Devices from a cultural-perspective: A Latinoamerican Example*. Lecture Notes in Computer Science (LNCS). Ediciones Springer-Verlag, ISSN 0302-9743. Proceedings del 12th International Conference on Human-Computer Interaction HCII'07. Beijing, China, 22 al 27 de julio del 2007, LNCS 4560, p. 314-323
- [2]. Gabrielle, F.; Helene, G. (2003). *The Effects of Culture on Performance Achieved through the use of Human Computer Interaction*. ACM International Conference roceeding Series, vol. 47, pp. 218 - 230.
- [3]. González, Paula; Lores, Jesus; Pascual, Afra. (2002) *Evaluación Heurística*. -Capítulo del libro "La interacción persona-ordenador", libro electrónico de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO). ISBN: 84-607-2255-4. Disponible en la dirección web: http://www.aipo.es/libro/libroe.php#evaluacion_heuristica
- [4]. Hall, Edward (1965). *The Hidden Dimension*, TBD.
- [5]. ISO Standards No. 9241-11: *Guidance on usability*. Geneva, Switzerland: ISO, (1998).
- [6]. Lansdale, M.; Ormerod, T. (1994). *Understanding Interfaces, A Handbook of Human-Computer Dialogue*, Academic Press, San Diego, CA.
- [7]. Lorés, Jesús; González, M. Paula; Pascual, Afra; (2005). *Primera fase de análisis del Proyecto UsabAIPO*. In Proceeding VI Congreso Español de Interacción Persona Ordenador (INTERACCIÓN'2005). I Congreso Español de Informática CEDI 2005. Universidad de Granada, Spain. 13-16 September, 2005. ISBN 84-9732-436-6, pp. 217-221.
- [8]. Marcus, A. (Agosto 2001). *Cross-Cultural User-Interface Design*, Proceedings, vol. 2, Human-Computer Interface Internat. (HCII), pp. 502-505.
- [9]. Marcus, A.; West, Emilie; (Agosto 2000). *Crosscurrents Cultural dimensions and global web user-interface design*, Interactions. William Withehurst, The stock market.
- [10]. Michalewicz, Z. (1996). *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. 3rd ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- [11]. Nantel, J; Glaser, E. (2008). *The impact of language and culture on perceived website usability*. Journal Eng. Technology Management pp. 112-122.
- [12]. Nielsen, J (Ed. 1990). *Designing User Interfaces for International Use*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- [13]. Norman, D. A.; Draper, S. W. (Eds.) (1986). *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [14]. Proyecto UsabAIPO. 2006 Disponible en la página web: <http://griho2.udl.es/usabilidad/4NovaUsabPagWeb/paginas/>
- [15]. Schneiderman, B. (1998). *Designing the user interface*. Third edition. Addison-Wesley
- [16]. Tognazzini, B. (2003). *First principles of interaction design*. <http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html>
- [17]. Van Leeuwen, J. (1995). *Computer Science Today. Recent Trends and Developments*. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1000. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
- [18]. Will, F Abril (2004). *Models for Cross-Cultural Communications for Cross-Cultural Website Design*. National Research Council Canada, pp. 1-11.

TANGIBLE: Una plataforma de laboratorio para el ensayo de interfaces tangibles y multimodales

Guillermo Frías Marín, 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
{498156, 314910, seron, platorre}@unizar.es

Resumen. El artículo describe el proyecto TANGIBLE, en concreto el desarrollo de una plataforma de laboratorio para la experimentación con interfaces colaborativas, tangibles y multimodales. La plataforma integra la visualización de escenas tridimensionales sobre una pantalla orientable estereoscópica con elementos de manipulación directa estáticos y dinámicos. Los objetos físicos se localizan espacialmente mediante un sistema óptico de localización *reactIVision*. Para construir objetos estáticos y dinámicos se han utilizado conjuntos de bajo coste *LEGO® Technic* y *Mindstorms* que permiten la construcción de diferentes modelos y embarcar unidades base (“ladrillos”) NXT y un extenso conjunto de sensores, la fácil comunicación mediante red Bluetooth y la interacción mutua para aplicaciones colaborativas.

Palabras clave: Interfaces tangibles, interfaces multimodales, humano virtual

1 Introducción

El concepto de Ambiente Inteligente muestra una visión de la sociedad de la información en la que se enfatiza la facilidad de uso, el soporte eficiente de los servicios y la posibilidad de obtener interacciones naturales con el ser humano. En este contexto las nuevas interfaces de usuario [1] [2] se basan en la multimodalidad (voz, gestos), la personalización (preferencias, contexto) y la interacción social. Una gran parte de la investigación en interfaces sociales se está centrando en la utilización de humanos virtuales, o agentes corpóreos. Dichos agentes pueden consistir en simples caras animadas dotadas de habilidades conversacionales o en representaciones 3D realistas dotadas de complejos movimientos corporales. A este entorno puede sumarse la interacción del usuario mediante interfaces tangibles, que son aquellas que asocian determinados objetos físicos (representaciones físicas) a cierta información digital, empleando estos objetos a la vez como representaciones y como controles de la información (en realidad del sustrato computacional de la misma) a la que representan.

En esta sección se presenta el proyecto TANGIBLE, el entorno de trabajo en el que se está desarrollando y sus objetivos. A continuación se describen las plataformas de trabajo que se están desarrollando, los problemas y soluciones ensayadas y propuestas para la comunicación ordenador-objetos, objetos-ordenador y objeto-objeto y se formulan las conclusiones y futuras ampliaciones y mejoras.

Se recalca que el objetivo del artículo es describir la plataforma desarrollada y un ejemplo de uso todavía parcial, dejando la integración y la elección, implementación y validación de aplicaciones para el próximo futuro.

1.1 El proyecto TANGIBLE

El objetivo del proyecto, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, es la generación de humanos virtuales realistas, tanto desde el punto de vista visual como de comportamiento, que soporten la interacción natural y emocional con el usuario. Dentro de la necesaria multimodalidad de la interacción se desea avanzar en el estudio de la utilización de interfaces tangibles como nueva forma de interacción natural especialmente indicada para el desarrollo aplicaciones en entornos de formación y entretenimiento.

Se desea avanzar en tres ámbitos:

1. La generación de un humano virtual visualmente realista: se desea investigar en aquellos aspectos relacionados con la simulación de la piel humana bajo distintas condiciones de iluminación, en especial simulación facial, buscando una representación realista en tiempos interactivos.

2. El comportamiento del humano virtual: en concreto en todos los aspectos relacionados con su individualización y, en particular, con el modelado de emociones y personalidad. El objetivo principal consiste en lograr que la interacción del usuario con el carácter virtual sea natural, no sólo multimodal sino “emotiva” o “afectiva”.

3. La interacción con el usuario: Se desea enriquecer la interacción humano virtual-usuario con la utilización de interfaces tangibles que impliquen la manipulación directa de objetos físicos.

Dentro del proyecto este artículo se centra en el punto tercero; en concreto, el desarrollo de un entorno de laboratorio para la experimentación con interfaces en ambientes inteligentes con dispositivos para la interacción tangible.

1.2 Interfaces tangibles y multimodales

Se llaman Interfaces tangibles [3] a aquellas que asocian determinados objetos físicos (representaciones físicas) a cierta información digital, empleando estos objetos a la vez como representaciones y como controles de la información (en realidad del sustrato computacional de la misma) a la que representan. El término, acuñado por Ishii [4], se refiere a un nuevo paradigma de interacción que modifica (o elimina) la tradicional separación funcional entre entradas y salidas de la interfaz de un sistema informático.

Las interfaces tangibles (ITU) dan forma física a la información digital, empleando

artefactos físicos que sirven al sistema informático a la vez como representaciones y controles [5]. La interfaz tradicional sigue el modelo MVC (Model-View Controller), separando la representación digital o vista, mediada por la pantalla, del control, mediado por el teclado y ratón. En su lugar, la interfaz tangible sigue el modelo MCRpd (Model-control-representation (physical and digital), que difumina la separación vista-control y en su lugar separa la vista en dos tipos de elementos: los citados objetos reales que permiten la manipulación directa (representación física), junto con dispositivos como pantallas, pantalla orientable estereoscópica, altavoces, etc. que permiten visualizar o escuchar información digital sin que medie ningún objeto real manipulable (representación digital).

Las ITU proporcionan una gran variedad de asociaciones entre objetos físicos e información digital [6]. Los objetos físicos a menudo incluyen detectores o sensores embebidos y tienden a seleccionar e interpretar los sistemas de objetos físicos según alguna de las tres categorías siguientes: con base en relaciones espaciales, con base en relaciones abstractas entre objetos o con base constructiva, o bien con base mixta, ya que la clasificación anterior no es excluyente.

Las interfaces multimodales están relacionadas en este proyecto con el trabajo con humanos virtuales, que no es un tópico nuevo en Informática Gráfica o animación por ordenador [7] [8]. Si embargo, en contraposición a los métodos *off-line* usados tradicionalmente por los animadores, estos nuevos humanos virtuales han de ser capaces de interactuar en tiempo real con el usuario. Ello hace necesario por un lado, el desarrollo de nuevos métodos de generación y, por otro lado, un gran esfuerzo de integración [9], ya que se ven involucradas áreas de investigación tan diversas como el rendering fotorrealista, la animación corporal y facial de figuras humanas, el procesamiento de lenguaje natural, el reconocimiento y la síntesis de voz y la comunicación no verbal.

2 La plataforma desarrollada

La ITU desarrollada no pretende ser una tal interfaz, sino un entorno de laboratorio en el que se pueda experimentar con la interacción con el humano virtual a través de la manipulación de prototipos de diferentes objetos activos –el usuario manipula el objeto, el sistema lo detecta y ordena un cambio del estado del objeto y éste lleva a cabo las órdenes- y pasivos, que son manipulados por el usuario y detectados por el sistema pero no son susceptibles de efectuar ninguna acción por sí mismos.

Empezar desde cero, desarrollando dispositivos electromecánicos que tengan una funcionalidad determinada es algo que queda fuera del ámbito del proyecto. Por este motivo se ha explorado el mercado y escogido una plataforma de coste reducido, que dispone de elementos ya desarrollados y que pueden integrarse entre sí y con otros de otros orígenes, para formar prototipos de laboratorio y explorar sus posibilidades, dejando para estadios posteriores el diseño a medida. También se han utilizado entornos de visualización disponibles en nuestro laboratorio.

En esta sección se van a describir la plataforma elegida: los objetos físicos y sus posibles funcionalidades, los sistemas de detección y actuación de los mismos, los

sistemas de visualización e interacción y un esquema de la plataforma desde el punto de vista de la interacción.

2.1 Los objetos físicos activos y pasivos: la plataforma LEGO® Mindstorms

La plataforma LEGO® Mindstorms [10] es un juego educativo de construcción de robots que permite el desarrollo de modelos de objetos más o menos realistas que pueden incorporar un buen número de detectores y de actuadores basados en motores paso a paso controlados por el ladrillo inteligente NXT. Este sistema es extremadamente versátil aunque su precisión es limitada. La parte mecánica es compatible con la serie Technics, que dispone de un gran número de piezas que pueden combinarse para formar modelos de objetos y máquinas [11].

El sistema dispone de un lenguaje de programación basado en elementos gráficos [12]. Existen librerías para Mindstorms como Robot-C [13], LEJOS [14] –que es la que hemos elegido– y otras. Los objetos pueden controlarse desde un ladrillo adicional NXT o directamente desde el ordenador vía USB o BlueTooth.

En nuestro desarrollo los objetos pasivos son (no exclusivamente) modelos desarrollados con piezas Lego Technics, y los objetos activos añaden los elementos Mindstorms necesarios para las funcionalidades requeridas y para la interacción (ver fig. 1, izquierda).

En esta primera fase se han explorado las cuestiones ligadas al diseño y programación de los elementos mecánicos y las funcionalidades ligadas al movimiento de los objetos en el plano (cálculo de trayectorias) y a la determinación de la posición y orientación (control de los servomotores y visión). Se ha experimentado con tres tipos de robots móviles.

2.2 Detección de la posición y orientación de los objetos físicos: el sistema de visión reacTIVision

En esta primera fase la interacción con los objetos activos y pasivos se reduce a controlar su posición y orientación en el interior de una superficie de trabajo. Por un lado el usuario manipula los objetos y el sistema lo percibe, y por otra el sistema ordena el movimiento u otra acción de un objeto (activo) y éste lo ejecuta.

El primer intento se ha realizado utilizando el control de los servomotores. Esta estrategia se ha demostrado muy poco precisa por problemas puramente electromecánicos: deslizamiento o exceso de fricción de las ruedas, agotamiento parcial de la batería, etc. Otra posibilidad hubiera sido utilizar diferentes sensores de la serie Lego Mindstorms pero la integración y utilización de las señales tiene en parte los mismos problemas de precisión además de la limitación de memoria del ladrillo.

Por este motivo se ha optado por utilizar un sistema formado por una webcam y el sistema reacTIVision. La webcam es de resolución media (2 Mpixels es suficiente para un área aproximada de 3-4 m²), se coloca cenitalmente sobre el área de trabajo y captura imágenes del área donde se encuentran los objetos señalados con marcadores del sistema reacTIVision. Estos marcadores permiten identificar cada uno de los

objetos y determinar su posición y orientación. para seguir la situación y el movimiento de los objetos (ver fig. 1, derecha).

ReacTIVision [15] es un entorno multiplataforma open source de visión por computador que permite el seguimiento robusto y rápido de marcadores fijados a objetos físicos y que se diseñó para dar soporte al desarrollo rápido de aplicaciones de interfaces de usuario tangibles basados en mesa de trabajo (TUI) y para superficies multitouch interactivas por Martin Kaltenbrunner y Ross Bencina en la Universitat Pompeu Fabra en Barcelona.

En nuestro desarrollo los marcadores se emplean para distinguir objetos pasivos y activos, adhiriendo un marcador diferente a cada uno de ellos. Los módulos de ReacTIVision proporcionan su identificación, posición y orientación en cada momento. También se usan marcadores para delimitar el espacio de trabajo.

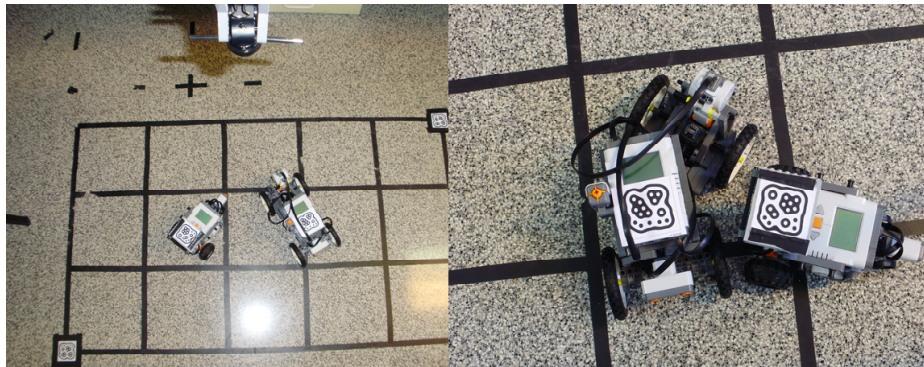


Fig. 1. El sistema LEGO Mindstorms. Izquierda: Dos robots en el área de trabajo. La cámara se observa en primer plano (arriba). Derecha: detalle de los dos robots con los marcadores de reacTIVision.

2.3 Sistema de visualización y control interactivo

Para integrar la visualización estereoscópica de escenas de síntesis en las que interviene el humano virtual con imagen real y los propios objetos físicos (en lo posible) se utiliza una pantalla orientable estereoscópica. Un banco de trabajo virtual o virtual workbench (VW) [16] es un entorno no inmersivo que permite a los usuarios visualizar e interactuar con objetos tridimensionales en un espacio de trabajo similar a una mesa de trabajo. La VW es un entorno ideal para trabajo colaborativo alrededor de la cual varias personas pueden reunirse para trabajar sobre los objetos virtuales 3D (ver fig. 2, derecha).

Nuestra pantalla orientable estereoscópica es un sistema mecánico articulado (similar a las workbench) que permite regular la inclinación del espejo y de la mesa-pantalla teniendo los dos proyectores fijos. Los observadores, dotados de gafas

polarizadas pasivas, observan la escena desde el frente y trabajan sobre la misma mesa-pantalla.

El control interactivo se lleva a cabo mediante un dispositivo eBeam Projection [17]. Este sistema se puede fijar sobre cualquier superficie plana y permite localizar la posición y contacto de un puntero, y se maneja del mismo modo que un ratón se maneja sobre una pantalla convencional (ver figura 2, izquierda).

En una configuración ideal los objetos físicos se colocarían sobre la pantalla orientable estereoscópica y permitirían una interacción 3D multimodal y tangible. Sin embargo, existe un inconveniente estructural para utilizar nuestra pantalla orientable estereoscópica de esta forma: el tablero no se puede colocar totalmente horizontal. Otra alternativa que se ha desarrollado es NIKVision (véase sección 3), aunque ésta tiene dimensiones muy inferiores y no permite estereoscopía.

Por otra parte, el entorno actual podría permitir 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 avatar Maxine.

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.



Fig. 2. Izquierda: El sistema eBeam (emisor, borrador, punteros). Derecha: La pantalla orientable estereoscópica de nuestro laboratorio.

2.4 Esquema de interacción

La figura 3 esquematiza los modos de interacción entre el usuario, los objetos físicos y el sistema y, dentro de éste, se explica el flujo de información entre los diversos bloques funcionales.

El usuario recibe información visual (y eventualmente la voz) desde el sistema mediante la proyección sobre la pantalla orientable estereoscópica o sobre la tabletop NIKVision de la escena 3D 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 la tradicional teclado-ratón, que no se incluye en el esquema) que son recibidos y procesados aparentemente por Maxine, cuya estructura interna no se describe en este artículo.

Una vez realizada la integración, el sistema recibirá la información de la posición y orientación de los objetos mediante el módulo reacTIVision y la pasará a Maxine, que la procesará y en su caso ordenará al módulo de control de los objetos activos que los mueva a sus nuevas posiciones y orientaciones.

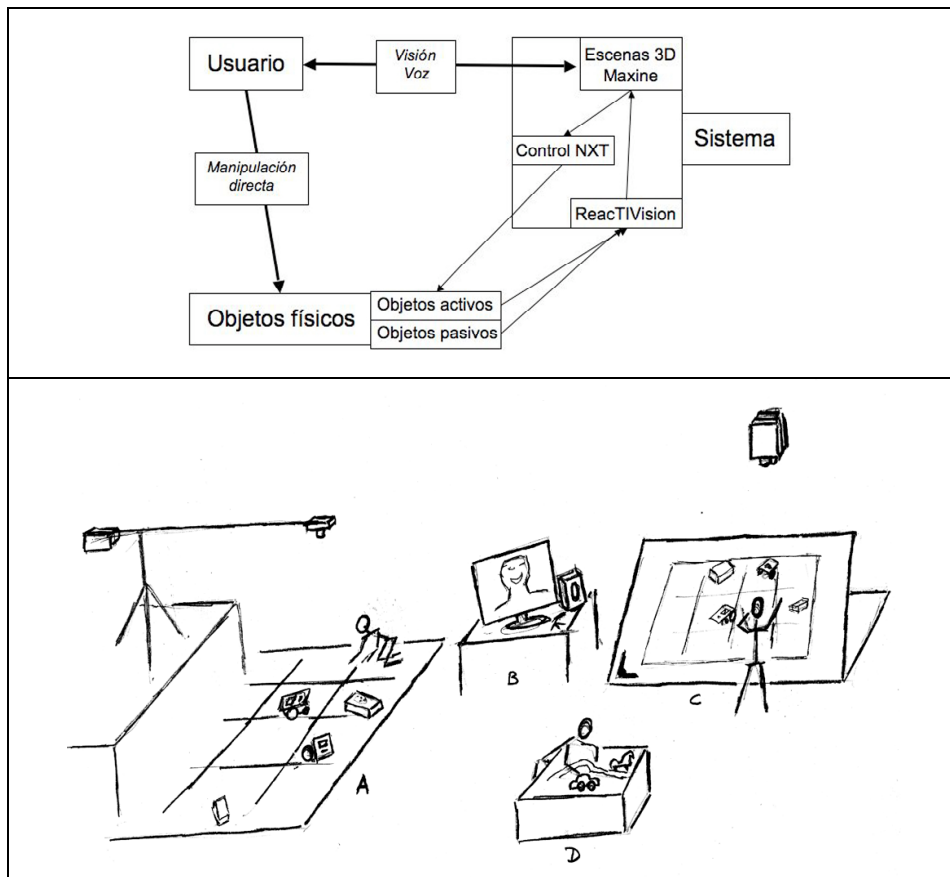


Fig. 3. Arriba: Esquema de interacción. Abajo: (A) Sistema de Interacción tangible Mindstorms con objetos activos y pasivos y detección ReacTIVision; (B) S. I. multimodal (imagen y voz) con el agente Maxine; (C) Sist. de visualización 3D (banco de trabajo virtual) y control interactivo eBeam; (D) S. I. tipo tabletop con objetos pasivos NIKVision.

3 Aplicación: Simulación de tráfico en un juego infantil

Como ejemplo de uso de los objetos activos Mindstorm y de las capacidades que se han descrito en el punto 2.1, se ha iniciado su aplicación en la plataforma NIKVision [18], [19] desarrollada también dentro del proyecto TANGIBLE. Se trata de una instalación lúdica para niños de 3 a 6 años en forma de tabletop, en la que los niños interactúan con los juegos por manipulación de juguetes sobre una mesa (fig. 4).

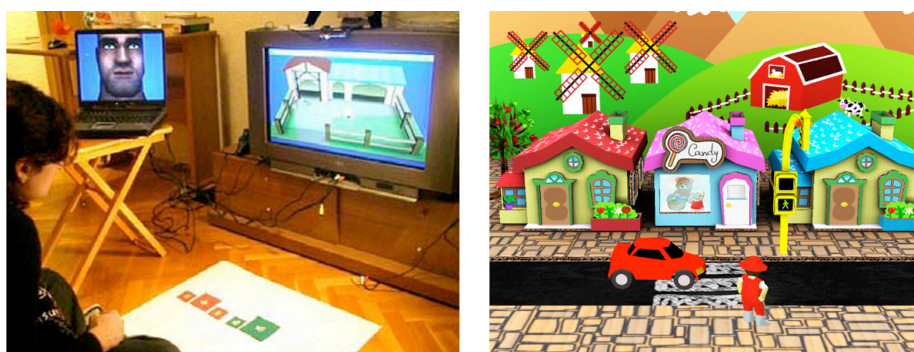


Fig. 4. (Izquierda) Pruebas iniciales con NIKVision. El agente Maxine es en este caso el rostro que se observa arriba a la izquierda. (Derecha) El juego de educación vial

Con los objetos activos Mindstorms se pueden implementar juguetes con forma de coche u otros (ver fig. 1), que podrían tanto ser manipulados por los niños como comportarse de forma autónoma, circulando por la calzada y respetando los semáforos, e interactuando con los juguetes pasivos movidos por los niños.

En este momento la circulación controlada del cochecito se realiza sobre el suelo y la visualización del juego sobre pantalla.

4 Conclusiones y trabajo futuro

Se han desarrollado los elementos para una plataforma para el ensayo de interfaces tangibles multimodales en laboratorio, integrando elementos físicos activos basados en arquitectura LEGO Mindstorms y LEGO Technic con diferentes sistemas de visualización como la pantalla orientable estereoscópica y la *tabletop* NIKVision y dispositivos de localización basados en visión con reactIVision.

El conjunto permite desarrollar prototipos de aplicaciones que permiten la interacción con el usuario mediante el uso de elementos físicos activos y pasivos localizados en el plano y representaciones visuales 2D y 3D.

En cuanto al trabajo futuro este entorno abre un gran número de líneas de trabajo. Fundamentalmente, quedan pendientes dos cuestiones: la integración de la manipulación de los objetos activos y pasivos con la visualización de la escena virtual sobre la propia escena física y en su caso la interacción con el avatar (que ya se pueden testear por separado en este estadio de desarrollo) y explotar sus posibilidades como entorno colaborativo. Además, otros aspectos pendientes 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.
- Desarrollo de una aplicación demostrativa que integre el entorno tangible descrito con el resto de elementos del proyecto TANGIBLE
- Evaluación de las interfaces y de las aplicaciones, y adopción de las medidas de mejora subsiguientes. Para ello se utilizarán metodologías bien fundamentadas en la literatura. Por poner un ejemplo, NIKVision ya se ha evaluado siguiendo los métodos citados en [20], [21], [22].

Agradecimientos. Este artículo ha sido financiado por el proyecto TIN2007-63025/ titulado Tangible: Humanos realistas e interacción natural y tangible.

Referencias

1. Canny, J.: The future of human-computer interaction. ACM Queue, Vol. 4, Nº 6, July/August 2006
2. Pelachaud, C., Poggi, I.: Multimodal embodied agents Source. The Knowledge Engineering vol. 17(2), 181 – 196, 2002
3. 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
4. Ishii, H., and Ullmer, B. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms. In *Proceedings of CHI'97*234-241 (2007)
5. Holmquist L.E., Schmidt A., Ullmer B.: Tangible interfaces in perspective. Personal and Ubiquitous Computing. Springer (2004)
6. Ullmer B., Ishii, H. Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. IBM Systems Journal, v39, n3-4, 915-931 (2000)
7. 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)
8. Magnenat-Thalmann, N., Thalmann, D.: Virtual humans: thirty years of research, what next?. Visual Computer, Vol. 21, 997-1015 (2005)
9. 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)
10. Astolfo, D., Ferrari, M., Ferrari, G.: Building Robots with LEGO Mindstorms NXT. ISBN-13:9781597491525. Syngress Publishing – Elsevier (2007)
11. Sánchez Miralles, A., Meléndez Pardo, R.: Constructopedia de robots móviles basados en LEGO. ISBN 84-689-0472-4. Sánchez, Meléndez eds. (2004)
12. Software LEGO Mindstorms NXT versión 1.1.
http://mindstorms.lego.com/overview/NXT_Software.aspx (2007)
13. Entorno de programación RobotC. http://www.robotc.net/content/lego_over/lego_over.html (2006)

14. Biblioteca para la programación de Lego NXT LEJOS. <http://lejos.sourceforge.net/> (2006)
15. 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)
16. Obeysekare, 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)
17. Sistema de captura eBeam. <http://www.e-beam.com/products/>
18. Marco, J., Cerezo E., Baldassarri S.: NIKVision. Natural Interaction for Kids. IADIS Multiconference on Computer Science and Information Systems. International Conference Interfaces and Human Computer Interaction. Amsterdam. Holanda. (25-27 julio 2008). Proceedings on Interfaces and Human Computer Interaction.
19. Marco, J, Cerezo, E., Baldassarri, S. Mazzonne, E. Read, J. Bringing Tabletop Technologies to Kindergarten Children. 23rd BCS Conference on Human computer Interaction. Cambridge University. Conference Proceedings, 2009.
20. Baauw, E., Bekker, M. M., and Markopoulos, P. 2006. Assessing the applicability of the structured expert evaluation method (SEEM) for a wider age group. In Proceedings of the 2006 Conference on interaction Design and Children (Tampere, Finland, June 07 - 09, 2006). IDC '06.
21. Read, J. C. and MacFarlane, S. 2006. Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in child computer interaction. In Proceedings of the 2006 Conference on interaction Design and Children (Tampere, Finland, June 07 - 09, 2006). IDC '06.
22. Pardo, S., Vetere, F., and Howard, S. 2005. Broadening stakeholder involvement in UCD: designers' perspectives on child-centred design. In Proceedings of the 17th Australia Conference on Computer-Human interaction: Citizens online: Considerations For Today and the Future (Canberra, Australia, November 21 - 25, 2005). OZCHI, vol. 122. Computer-Human Interaction Special Interest Group (CHISIG) of Australia, Narrabundah, Australia, 1-9.

La Usabilidad en Weblogs

Christian Riquelme¹, Cristian Rusu¹, Silvana Roncagliolo¹, Cristhy Jiménez¹

¹ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
ch.riquelme@gmail.com, {cristian.rusu, silvana}@ucv.cl, cristhyjimenez@yahoo.es

Resumen. Los weblogs han creado más espacios participativos en la web, permitiendo que cualquier persona en el mundo pueda tener su propio sitio. Con el tiempo han dejado de ser un producto usado solamente por personas comunes, siendo utilizado ahora por diarios digitales, políticos o gobiernos. Los weblogs representan hoy en día incluso una forma de hacer negocios. Ante tal cantidad de weblogs en el mundo, triunfarán aquellos que, además de ofrecer información interesante al usuario, posean buena usabilidad. El trabajo presenta un estudio de usabilidad realizado sobre tres weblogs dedicados a la tecnología.

Palabras clave: Usabilidad, Weblog, Inspecciones de usabilidad, Evaluaciones heurísticas.

1 Introducción

Un *Weblog* (*blog* o *bitácora*) se define como una página web con anotaciones (post) ordenadas, de forma cronológica inversa [1]. Los weblogs permiten que cualquier persona del mundo pueda tener un sitio web, sin necesidad de conocimientos específicos sobre tecnologías para construir sitios web. Se cuenta con herramientas que permiten simplificar al máximo el desarrollo de un sitio web, como son los sistemas de gestión de contenido (*Content Management System - CMS*). Jakob Nielsen pone en evidencia que la simplicidad de crear un weblog ha aumentado notablemente la presencia de la gente en la web [2]. *Technorati*, un buscador dedicado a weblogs, ha indexado 133 millones de weblogs hasta el año 2008 [5].

Los weblogs no son usados solamente por usuarios comunes. Es posible ver weblogs dentro de los más afamados diarios digitales, como *The New York Times* (EEUU), *El País* (España) o bien *El Mercurio* (Chile). También son utilizados como una forma para hacer negocios, vendiendo el producto de forma directa (weblogs de agencias de viajes), o de forma indirecta (ganando por concepto de publicidad).

Ante tal cantidad de weblogs en el mundo, se hace necesario empezar a analizar la usabilidad de éstos. Sobre todo porque los creadores de weblogs (*bloggers*) están muchas veces demasiado enfocados hacia preferencias personales, ignorando cuestiones claves de usabilidad [2].

Se podría pensar que sólo aplicando guías de usabilidad para el desarrollo de sitios web bastaría para solucionar los problemas de usabilidad presentes en los weblogs. Según Jakob Nielsen, los weblogs son un tipo especial de página web, sobre las

cuales podrían aplicarse las guías de usabilidad destinadas al desarrollo de sitios web. Sin embargo, el autor reconoce que los weblogs tienen características propias y problemas de usabilidad particulares [2].

Todos éstos han sido argumentos que han motivado la realización de un estudio sobre la usabilidad en weblogs. El estudio realizado sobre un conjunto de tres weblogs y sus conclusiones se presentan a continuación.

2 Casos de estudio

Los casos de estudio se han elegido principalmente dentro de los más populares en diferentes *rankings*. No por casualidad, los tres casos de estudio abarcan el ámbito de la tecnología. Al parecer la tecnología es un tema dominante dentro de los weblogs en español.

Microsiervos [6], un weblog sobre tecnología, es el más popular de habla hispana, según *www.wikio.es* durante abril del 2008. Durante esa fecha fue ubicado en el puesto No. 52 en *Technorati* [5], entre 113 millones de weblogs analizados y de acuerdo a estadísticas del propio sitio, fue visitado por 1,1 millones de usuarios.

ArturoGoga [7], ha sido el weblog más popular según *Blogalaxia* durante abril del 2008. Esta entidad establece *rankings* enfocados en el público latinoamericano.

FayerWayer [8], es el weblog chileno más popular según *www.orbitando.com* durante abril del 2008. También es un weblog dedicado a la tecnología.

3 Evaluaciones de usabilidad sobre weblogs

El estudio de usabilidad realizado sobre los casos de estudio mencionados en la sección previa ha incluido:

- Inspecciones de usabilidad realizadas por un evaluador, bajo las guías de usabilidad de Nielsen, específicas para weblogs [2],
- Evaluaciones heurísticas, según la técnica y las heurísticas generales propuestos por Nielsen [4],
- Pruebas formales de usabilidad, con usuarios.

Las inspecciones de usabilidad han comprobado, en términos generales, un buen grado de cumplimiento con las guías de Nielsen.

Por razones logísticas (disponibilidad de los evaluadores), se han hecho dos evaluaciones heurísticas sobre el weblog *ArturoGoga* y una sobre el weblog *Fayerwayer*. No se ha evaluado formalmente el weblog *Microsiervos*, debido a que no tenía habilitado el sistema de comentarios, lo cual limita bastante las opciones de interacción de los usuarios.

Las evaluaciones heurísticas sobre el weblog *ArturoGoga* se han realizado con dos grupos distintos de evaluadores, cada uno con cuatro integrantes. Uno de los grupos ha sido constituido por evaluadores de mayor experiencia. Dicho grupo entregó una mayor cantidad de problemas de usabilidad, mejor fundamentados. Además entregaron una lista de aspectos positivos presentes en el weblog.

Las pruebas de usabilidad se han realizado solamente sobre el weblog *ArturoGoga*. Se trabajó con cuatro usuarios, siendo todos al menos lectores ocasionales de weblogs. Las 10 tareas a realizar han sido diseñadas en base a los problemas de usabilidad detectados en las evaluaciones heurísticas. Las tareas estaban enfocadas en actividades cotidianas de un weblog: realizar comentarios, utilizar la búsqueda, identificar categorías del *post* o usar la navegación lateral (uso de *widgets*).

4 Problemas recurrentes de usabilidad

Se presentan a continuación los problemas más recurrentes encontrados durante las evaluaciones de usabilidad sobre los tres casos de estudio. El orden de presentación es acorde a la frecuencia de los problemas, en orden descendente.

Inadecuado sistema de búsqueda. Si bien los weblogs implementan un sistema de búsqueda, los resultados arrojados son generalmente de mala calidad. Los usuarios están acostumbrados a emplear buscadores tradicionales como *Google*, *Yahoo* o *Live Search*. Si los resultados entregados por los sistemas de búsqueda de los weblogs no se operan de una forma que ellos conozcan, los usuarios no quedarán satisfechos.

Publicidad molesta que se confunde con el contenido mismo. Sobre todo en las pruebas de usabilidad, los usuarios confundieron la publicidad con la información misma del sitio (el contenido útil). Los usuarios se sentían engañados por esta publicidad “no ética”. Si bien con esta práctica el dueño del weblog puede ganar dinero por concepto de *clicks*, a la larga el usuario castigará la acción [3].

Extensión muy larga de la página. Por tener demasiados *post* en portada, algunos weblogs llegan a tener páginas demasiadas largas, que requieren un molesto desplazamiento para la visualización.

Los post no se delimitan adecuadamente. Sobre todo en las pruebas de usabilidad, los usuarios han tenido problemas para diferenciar los *post*.

Uso de traductores automáticos. Muchos *bloggers* ofrecen en la navegación lateral un *widget* que permite traducir automáticamente el contenido del weblog. La traducción automática puede dar (¡eventualmente!) una idea general sobre el contenido, sin embargo no son recomendables para una buena lectura.

5 Elementos positivos en los weblogs analizados

Durante el estudio de usabilidad, especialmente a través de las inspecciones de usabilidad bajo las guías de Nielsen y de las evaluaciones heurísticas, se han evidenciado no sólo problemas de usabilidad, pero también unas buenas prácticas. Se presentan a continuación los más destacados.

Cada post es apoyado con una imagen y/o video. El apoyo adicional en elementos visuales mejora la experiencia del usuario.

El usuario siente la necesidad de hacer comentarios. Los mecanismos que incentivan a los usuarios a hacer comentarios son, habitualmente, la presentación de los comentarios más recientes, los *post* más comentados o la lista de los usuarios que más participaban con comentarios.

Los weblogs buscan una forma de rescatar sus antiguas publicaciones. Dada su naturaleza, los *post* se van apilando. Si no se promocionan los *post* antiguos, es difícil que estos se vuelvan a leer, salvo que el usuario llegue a éstos mediante un buscador o *link* externo.

Tener una biografía. Es importante saber quién es el autor de un weblog. Los weblogs especializados tienden a colocar la biografía del autor en un afán de dar peso a la información mostrada ahí. A veces el weblog mismo no ofrecen datos biográficos del autor, pero si un *link* a su página personal.

Dar la opción de participar del weblog como bloggers. Además de incitar los comentarios, los weblogs comúnmente tienen una sección en que invitan al usuario a cooperar, de al menos dos formas: como *blogger* permanente del weblog, o bien enviando noticias a través de un formulario presente en el weblog.

6 Conclusiones

Los weblogs ya no son una novedad, sino un producto arraigado en la web. Estos han llegado a todo tipo de usuarios de la web, desde un aficionado al cine que le gusta comentar el último estreno que vio ayer, hasta grandes compañías como Microsoft o Google que quieren contar sus últimas novedades al mundo.

Si bien el *blogger* tiene total libertad al hacer su weblog, él está escribiendo para que otros lo lean. Puede ser el mensaje más interesante, la noticia que cambiará al mundo, pero un weblog que no es usable quedará oculto en la inmensidad de la web.

El estudio realizado puede dar una señal de alerta sobre los posibles problemas que podría enfrentar un *blogger* al momento de desarrollar su weblog. Como primer paso para la solución al dicho problema, se invita al *blogger* a seguir las guías para weblogs establecidas por Nielsen [2].

Los resultados del estudio realizado son, por supuesto, limitados. Futuros análisis deberían incluir más casos de estudio, agrupados por categorías, temática, estructura. Soluciones específicas para los problemas recurrentes evidenciados se esperan formalizar en trabajos futuros.

Referencias

1. Macías C. "La revolución de los blogs, de José Luis Orihuela", UOC Papers, ISSN 1885-1541, 2007, [Online]. Available: <http://www.uoc.edu/uocpapers/5/dt/esp/macias.pdf>.
2. Nielsen J. "Weblog Usability: The Top Ten Design Mistakes", 17 Octubre 2005, [Online]. Available: <http://www.useit.com/alertbox/weblogs.html>.
3. Nielsen J. "Banner Blindness: Old and New Findings", 2007, [Online]. Available: <http://www.useit.com/alertbox/banner-blindness.html>.
4. Nielsen, J. et al. "Usability Inspection Methods", John Wiley & Sons, New York, 1994.
5. Technorati. State of the Blogosphere 2008. <http://technorati.com/blogging/state-of-the-blogosphere/>, consultado en Marzo de 2009.
6. Microsiervos, weblog de tecnología. <http://www.microsiervos.com/>.
7. ArturoGoga, weblog de tecnología. <http://www.arturogoga.com/>.
8. Fayerwayer, weblog de tecnología. <http://www.fayerwayer.com/>.

Aumentando la Interacción con la Visualización de Algoritmos Recursivos

J. Ángel Velázquez-Iturbide¹, Antonio Pérez-Carrasco¹

¹ Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I,
Universidad Rey Juan Carlos,
C/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid (Spain)
{angel.velazquez, antonio.perez.carrasco}@urjc.es

Resumen. Las animaciones educativas de algoritmos normalmente ayudan en tareas de comprensión, pero también podrían ayudar en tareas educativas más complejas. En concreto, el análisis de algoritmos necesita animaciones más flexibles. Esta comunicación muestra una aportación al campo de la visualización del software, consistente en sistematizar el apoyo al análisis de programas mediante un aumento de la interacción con el usuario. Las diversas interacciones se han implementado en una nueva versión del sistema SRec, para la visualización de algoritmos recursivos.

Palabras Clave: Visualización del Software; Animación de Programas; Recursividad; Interacción Persona-Ordenador.

1 Introducción

La recursividad es un concepto recurrente en la enseñanza de la Informática en general, y en las asignaturas de algoritmia en particular. Su papel varía de asignatura en asignatura: es uno de los conceptos que se aprenden en una asignatura de introducción a la programación mientras que en una asignatura de algoritmia es una construcción de programación que puede utilizarse. Por tanto, un sistema de animación de la recursividad puede ser una herramienta valiosa para cualquier asignatura en la que la recursividad juegue un papel importante, como es el caso de asignaturas de algoritmia.

Las animaciones suelen ayudar a comprender algoritmos, pero también podrían ayudar a su análisis. No utilizamos la palabra “análisis” en ningún sentido restrictivo (p.ej. “análisis de complejidad”), sino en el sentido más general de Bloom [1]:

“El alumno debe ser capaz de distinguir, clasificar y relacionar hipótesis y evidencias sobre la información dada, así como descomponer un problema en sus partes.”

En concreto, estamos interesados en utilizar las animaciones para ayudar al análisis del comportamiento de los algoritmos recursivos: en otras palabras, buscamos una especie de “osciloscopio del *software*” [2] para la recursividad.

Somos conscientes de que el apoyo al análisis de algoritmos recursivos no es sencillo: normalmente lo proporcionan los depuradores, que son sistemas muy complejos. Por tanto, no debe sorprender que un estudio [13] haya concluido que las

facilidades de visualización e interacción de los sistemas educativos de animación de la recursividad son muy limitadas.

En esta comunicación nos centramos en las nuevas facilidades de interacción integradas en un sistema de animación para un análisis flexible de los algoritmos recursivos. La sección 2 presenta diversas visualizaciones de la recursividad. En la sección tercera describimos el método utilizado para nuestra propuesta. La sección cuarta contiene el núcleo de nuestra aportación, ya que muestra diversas formas de interacción para el análisis del comportamiento de algoritmos recursivos. Todas estas secciones se ilustran con visualizaciones generadas automáticamente por el sistema SRec para algoritmos escritos en Java. Finalmente, presentamos otros trabajos relacionados, una breve discusión y nuestras conclusiones.

2 Visualizaciones de la Recursividad

No hay una única representación gráfica (es decir, visualización) de la recursividad. En la bibliografía puede encontrarse un pequeño número de representaciones generales, como rastros (“trazas”), la pila de control y árboles de recursión [6]. Otra representación corriente es la conocida como “copias múltiples” (p.ej. [15]), que muestra una copia distinta del código o de los datos para cada llamada recursiva.

También encontramos otras representaciones gráficas o variantes de las anteriores para ciertas clases de algoritmos recursivos. Stern y Naish [11] proponen tres representaciones para distintas operaciones recursivas. Su principal característica es que combinan control y datos. Otras propuestas [10, p. 158][14] son variantes de los rastros o de los árboles de recursión adaptados a una clase importante de algoritmos recursivos, los algoritmos de divide-y-vencerás. Como elemento distintivo, destacan la parte relevante de la estructura de datos principal para cada llamada recursiva.

Esta comunicación muestra las facilidades de interacción que se han implementado en el sistema SRec para distintas representaciones de la recursividad. La versión 1.0 de SRec [13] era capaz de mostrar tres visualizaciones estáticas de la recursividad (véase Fig. 1): rastros, la pila de control y árboles de recursión. Presentan distintas representaciones gráficas del mismo estado, pero coordinadas (es decir, “múltiples vistas”). La versión 1.1 ha aumentado la flexibilidad y funciones de interacción del usuario. Por último, la versión 1.2 incorpora tres representaciones adicionales para algoritmos de divide-y-vencerás [14]: árbol de recursión para divide-y-vencerás, estructura de datos coloreada y secuencia de visualizaciones de la estructura de datos. Esta comunicación presenta características novedosas de estas dos últimas versiones.

Ninguna representación es suficiente por sí misma para visualizar algoritmos recursivos no triviales. Cada representación es más adecuada para ciertos fines:

- Pila de control. Es adecuada para mostrar el comportamiento en tiempo de ejecución de la recursividad lineal, así como su coste en memoria.
- Rastro y árbol de recursión. Son adecuadas para mostrar el comportamiento en tiempo de ejecución de cualquier recursividad, así como su coste en tiempo.
- Árbol de recursión para divide-y-vencerás. Es adecuada para mostrar el comportamiento en tiempo de ejecución de algoritmos de divide-y-vencerás, así como su coste en tiempo.

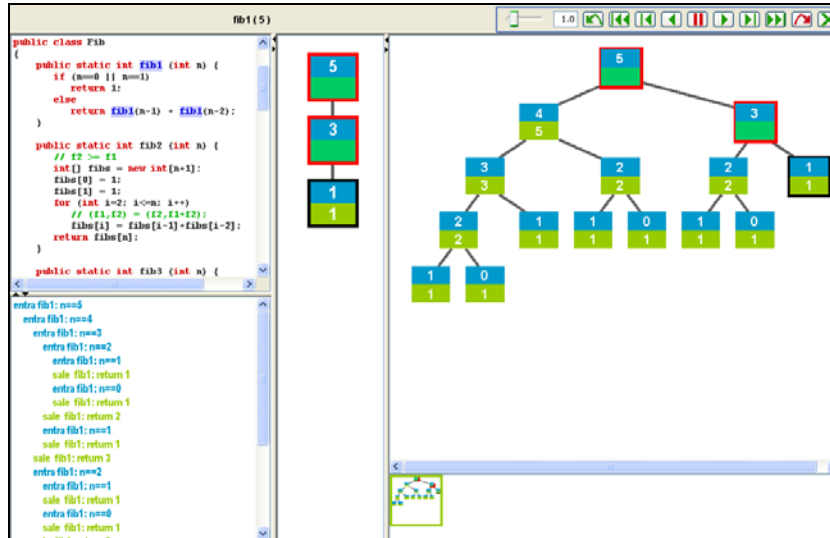


Fig. 1. Tres vistas alternativas de la recursividad para $fib(5)$ con SRec.

- Estructura de datos coloreada. Son adecuadas para mostrar el comportamiento en tiempo de ejecución de algoritmos de divide-y-vencerás, pero no su coste.
- Secuencia de visualizaciones de la estructura de datos. Es adecuada para mostrar la definición inductiva o el comportamiento en tiempo de ejecución de algoritmos de divide-y-vencerás, pero no su coste.

No disponemos de espacio para mostrar todas las posibilidades de interacción con las 6 representaciones gráficas anteriores. Por tanto, la comunicación presenta mayoritariamente ejemplos de interacción sobre la representación más conocida y útil: los árboles de recursión.

3 Método de Trabajo

Revisamos en esta sección el método de trabajo utilizado para la identificación de las distintas tareas de interacción.

SRec se ha sometido a diversas formas de evaluación de su usabilidad:

- Evaluaciones de experto. El experto ha sido un profesor de una asignatura de “Diseño y análisis de algoritmos” (el primer autor). Estas evaluaciones han permitido identificar carencias para ilustrar de forma eficaz distintos algoritmos recursivos. Cabe destacar dos clases de algoritmos recursivos: redundantes (p.ej. la serie de Fibonacci) o de divide-y-vencerás (p.ej. ordenación por mezcla).
- Evaluaciones de usuario. Se han realizado en sesiones cerradas, aprovechando sesiones de prácticas. Estas sesiones han permitido identificar carencias o dificultades de uso de SRec. A su vez, estas sesiones son de dos clases:
 - Una sesión de observación.
 - Dos sesiones de experimentación controlada.

Pueden consultarse las evaluaciones anteriores con más detalle en otras publicaciones [9], [13]. Como resultado de estas evaluaciones, hemos ido detectando carencias y oportunidades de mejora que hemos ido incorporando a SRec. Como hemos comentado en la sección 2, buena parte de estas mejoras son de interacción.

Un ejemplo puede ser útil para que el lector comprenda mejor algunas necesidades de interacción. El ejemplo muestra cambios en la visualización de un algoritmo. La Fig. 2 muestra diversas variantes del árbol de recursión resultante al ordenar por mezcla el array {0,4,9,6,8,3}. El estado mostrado está cerca de la terminación de la ejecución. Los nodos enmarcados en rojo representan llamadas recursivas pendientes, mientras que el enmarcado en negro es la llamada activa.

Para comprender mejor la información mostrada en las visualizaciones, incluimos a continuación las cabeceras de los métodos. El método principal (*sort*) realiza una llamada inicial a un método recursivo de divide-y-vencerás (*msort*), que a su vez utiliza un método auxiliar para partir cada subproblema (*merge*).

```
public static void sort (int[] v)
public static void msort (int[] v, int l, int h)
public static void merge (int[] v, int l, int mid, int h)
```

Veamos cada parte de la figura en detalle. La Fig. 2(a) podría usarla el profesor para dar una idea general del funcionamiento del algoritmo. Por tanto, muestra todas las llamadas realizadas. Puede observarse la llamada inicial al método principal (en la figura, *s* como abreviatura de *sort*) y llamadas al método recursivo de divide-y-vencerás (*ms* de *msort*) y al método auxiliar (*me* de *merge*). En el método principal se muestra el array por ordenar y en los otros métodos, los índices del subarray en proceso.

La Fig. 2(b) es parecida a la anterior, pero se centra en el método *msort*. La figura muestra los índices que delimitan la parte del array a ordenar en cada llamada.

La Fig. 2(c) completa la figura anterior mostrando, aparte de los índices delimitadores, el valor de entrada del vector por ordenar. Dado que el método *msort* no devuelve ningún resultado, el usuario puede elegir entre no mostrar nada o mostrar el valor de salida de algún parámetro. En esta figura, se ha optado por mostrar el valor de salida del vector, para así apreciar cómo se va ordenando.

La Fig. 2(d) es equivalente a Fig. 2(c). La diferencia entre ambas figuras reside en que la Fig. 2(c) es un árbol de recursión normal, mientras que la Fig. 2(d) es un árbol de recursión de divide-y-vencerás. Puede observarse que, en cada llamada, solamente se muestra la parte del vector delimitada por los índices.

En el apartado siguiente presentamos las tareas de interacción que soporta SRec. Para presentarlas de una forma sistemática, no hemos encontrado ningún marco adecuado dentro de la disciplina de visualización del *software*. Sin embargo, hemos encontrado varios marcos candidatos en visualización de la información. Se trata de un campo mucho más exigente en interacción que el de visualización del *software*, salvo en la animación en el que éste último destaca. Hemos seleccionado el trabajo de Yi y otros [17] por ser reciente y mejorar las propuestas de otros marcos anteriores.

El uso de un marco general no solamente nos permitió clasificar las distintas mejoras ya identificadas, sino que también nos permitió analizar sistemáticamente las necesidades de interacción y proponer nuevas formas de la misma.

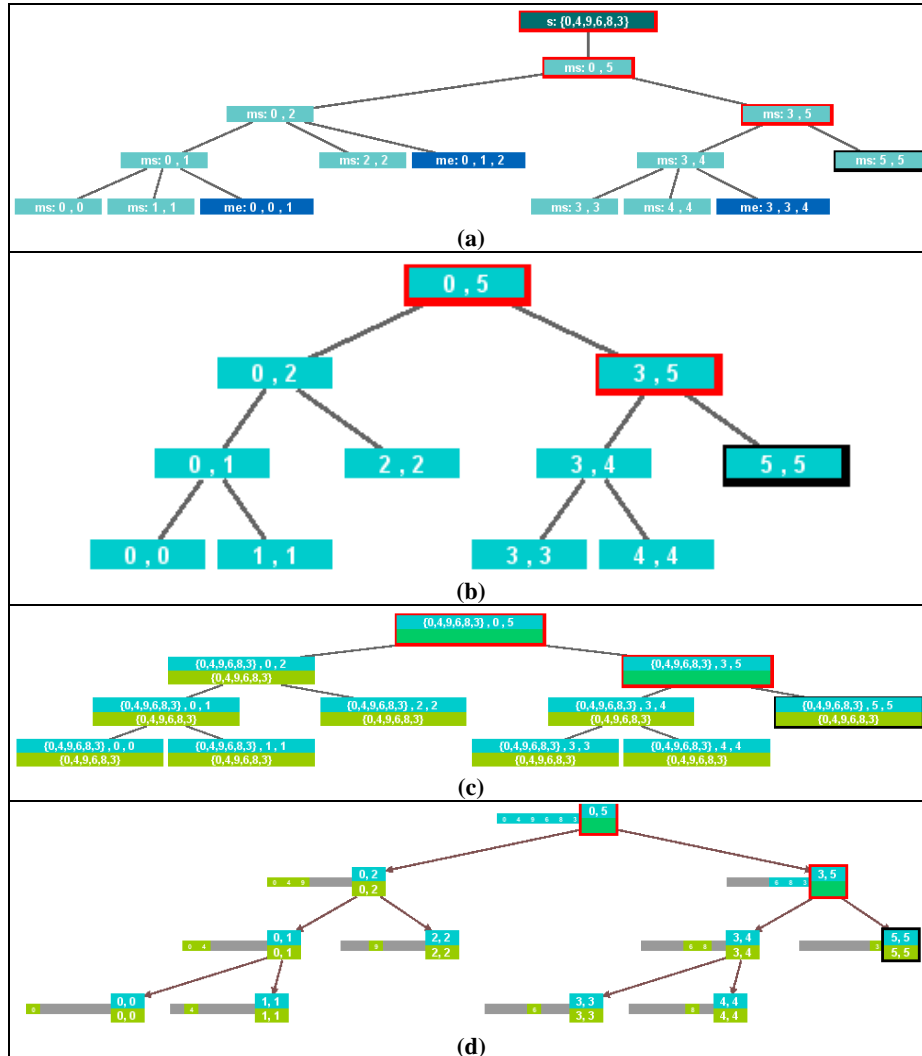


Fig. 2. Variantes del árbol de recursión para $msort(\{0,4,9,6,8,3\})$.

4 Interacción con Visualizaciones de la Recursividad

Analizar algoritmos de forma eficaz exige no sólo que se muestren visualizaciones estáticas, sino interactuar con las mismas. En visualización del *software*, se proporciona una interacción potente, la animación. Sin embargo, aparte de la interacción en el tiempo, también conviene permitir la interacción sobre el espacio, es decir, sobre cada visualización estática.

Podemos enumerar las actividades de interacción que hemos considerado útiles:

1. Cambiar de una vista a otra.
2. Esconder/mostrar/cambiar el tamaño de una vista.
3. Cambiar las propiedades gráficas de los elementos visualizados.
4. Esconder/mostrar métodos.
5. Esconder/mostrar parámetros o resultados de llamadas recursivas.
6. Esconder/mostrar la entrada/salida de llamadas recursivas.
7. Esconder/mostrar/difuminar llamadas recursivas terminadas.
8. Esconder/mostrar/difuminar llamadas descendientes de una llamada.
9. Zoom geométrico sobre una vista.
10. Zoom semántico sobre una llamada recursiva.
11. Reconfigurar el *layout* de la variante de traza.
12. Hacer activa/resaltar una llamada recursiva en tiempo/espacio.
13. Navegar en tiempo con los controles de animación.
14. Navegar en espacio mediante barra de desplazamiento o global+detalle.

Como hemos comentado, presentamos las tareas de interacción en un marco general [17]. Los autores del mismo distinguen siete categorías de interacción. En el resto de esta sección, presentamos cada categoría mediante una cita literal que resume su significado seguida de las técnicas de dicha categoría que hemos diseñado para interactuar con algoritmos recursivos.

La mayor parte de las categorías se ilustran con un árbol de recursión correspondiente a la conocida función *fib* que define los números de Fibonacci. La Fig. 3(a) muestra un estado en el que la mayor parte de las llamadas recursivas han acabado, salvo la llamada activa *fib*(1) y las llamadas pendientes *fib*(3) y *fib*(5).

4.1 ‘Encode’ – Representar

“‘Encode’ interaction techniques enable users to alter the fundamental visual representation of the data including visual appearance (e.g. color, size, and shape).”

Según esta definición, la forma más directa de alteración es el cambio de la apariencia visual, tal como se muestra en Fig. 3(b). Obsérvese que, al estar coordinadas las vistas, un cambio puede afectar a otras vistas.

Una variación mayor consiste en cambiar de representación gráfica de la misma información, es decir, cambiar de vista. En la Sección 2 hemos señalado varias representaciones. La Fig. 1 muestra tres vistas en los paneles inferior izquierdo, central y derecho de SRec, una de las cuales vuelve a mostrarse en la Fig. 3. Corresponden respectivamente a un rastro, la pila de control y un árbol de recursión.

4.2 ‘Connect’ – Conectar

“‘Connect’ refers to interaction techniques that are used to (1) highlight associations and relationships between data items that are already represented and (2) show hidden data items that are relevant to a specified item.”

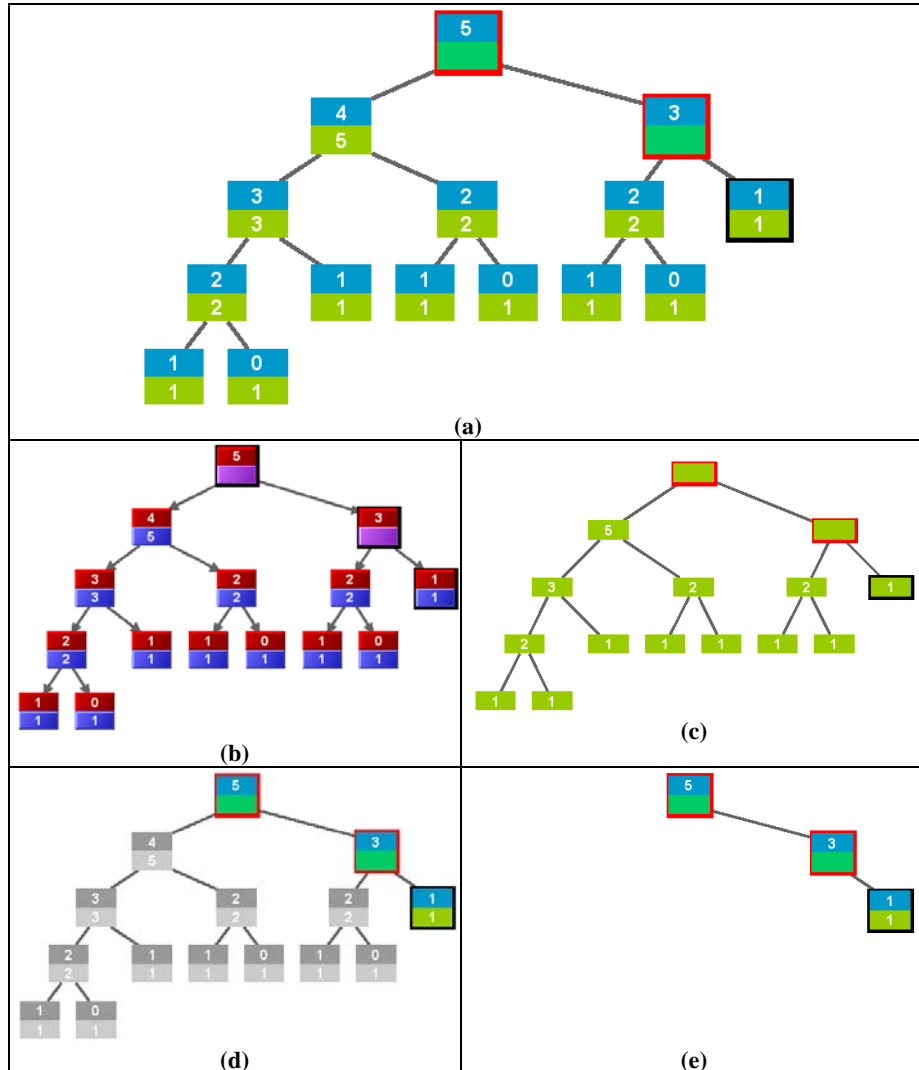


Fig. 3. Árbol de recursión para $fib(5)$: (a) visualización básica, y (b-e) variantes.

La principal relación en la recursividad conecta la invocación recursiva llamante y las llamadas. Esta relación aparece explícitamente en los árboles de recursión como ramas (véase Fig. 1), por lo que no parecen necesarias consideraciones adicionales.

Las vistas múltiples no son independientes. Pueden estar conectadas de dos formas. Primero, sincronizando la información mostrada en cada paso de la animación. Segundo, compartiendo convenios visuales para representar los mismos objetos en las distintas vistas. Las tres vistas de la Fig. 1 muestran el mismo estado de cálculo y comparten convenios de color. También son iguales la orientación de la pila de control y el árbol de recursión.

4.3 ‘Filter’ – Filtrar

“‘Filter’ interaction techniques enable users to change the set of data items being presented based on some specific conditions.”

Los árboles de recursión pueden filtrarse de varias formas. Primero, pueden filtrarse los métodos o parámetros o valores de salida a visualizar. Esto es importante cuando se dispone de varios métodos, varios parámetros, o parámetros o valores de salida de tamaño grande.

Segundo, podemos omitir todos los valores de entrada o de salida. Visualizar la entrada da información sobre la estructura recursiva del algoritmo, y visualizar también la salida muestra los valores calculados. Aunque es menos usual, dejar visible sólo la salida puede ser útil para ejercicios de predicción. Por ejemplo, la Fig. 3(c) se obtiene de la Fig. 3(a) omitiendo la entrada. Obsérvese que las dos llamadas pendientes, encuadradas en rojo, no contienen ningún valor.

Puede hacerse una última distinción entre las llamadas terminadas, las pendientes y la activa. Al visualizar todos los nodos, se muestra la historia completa del algoritmo. Mostrar únicamente los nodos pendientes y activo produce una visualización del estado actual de cómputo. Una visualización intermedia consiste en difuminar las llamadas terminadas. Las Fig. 3(e) y Fig. 3(d) muestran las dos últimas posibilidades. Obsérvese que la última figura es isomórfica con la pila de control (véase la Fig. 1).

4.4 ‘Abstract’/‘Elaborate’ – Abstraer/Detallar

“‘Abstract/elaborate’ interaction techniques provide users with the ability to change the level of abstraction of a data representation.”

Podemos aplicar esta técnica de interacción de dos formas. Primero, el zoom geométrico cambia la escala y por tanto la cantidad de información que cabe en la pantalla. Segundo, puede aplicarse zoom semántico para obtener información completa sobre un nodo. Al colocar el ratón sobre el nodo y presionar el botón izquierdo, se muestra el valor de todos sus parámetros y resultados en una pequeña ventana flotante.

4.5 ‘Explore’ – Explorar

“‘Explore’ interaction techniques enable users to examine a different subset of data cases.”

Hay varias formas de seleccionar un subconjunto de información recursiva:

- Animación. La barra de animación controla el estado que se muestra de la ejecución del algoritmo. Según avanza la animación, se generan nuevos nodos recursivos. Las llamadas terminadas pueden mantenerse o desaparecer de la visualización, según las características de la vista o las preferencias del usuario.
- *Panning+scrolling*. Cuando la visualización no cabe en un panel, la barra de desplazamiento permite al usuario seleccionar la parte que quiere enfocar.

- Global+detalle. *Panning+scrolling* permite navegar, pero si la visualización es mucho más grande que el tamaño del panel, el usuario puede perderse. Una interfaz de global+detalle alivia este problema con dos vistas complementarias.

La Fig. 1 contiene algunas pistas para la exploración. La animación se controla con la barra disponible en la esquina superior izquierda. Los paneles de rastro y de árbol de recursión tienen sus barras de desplazamiento activadas. Finalmente, el panel del árbol de recursión está partido en dos partes, proporcionando una interfaz global+detalle.

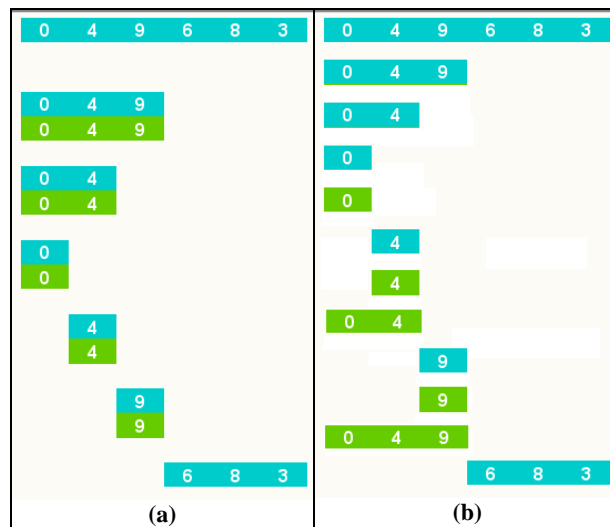


Fig. 4. Dos reordenaciones de una secuencia de estados de array para $msort(\{0,4,9,6,8,3\})$.

4.6 ‘Reconfigure’ – Reconfigurar

“‘Reconfigure’ interaction techniques provide users with different perspectives onto the data set by changing the spatial arrangement of representations.”

Los árboles de recursión no son adecuados para ser reconfigurados. Su formato gráfico está bien definido y cualquier modificación puede confundir a los alumnos. Sin embargo, la reconfiguración puede aplicarse con éxito a otras representaciones menos conocidas.

La Fig. 4 muestra dos secuencias cronológicas [14] de los valores de entrada y salida de los subarrays de {0,4,9,6,8,3} sobre los que se centra cada llamada recursiva de *msort*. La Fig. 4(a) mantiene unidos los valores de entrada y de salida de cada llamada, mientras que en la Fig. 4(b) están separados y mostrados en estricto orden cronológico. El primer reordenamiento permite observar el efecto de cada llamada sobre la estructura de datos, mientras que el segundo es más adecuado para examinar el orden de ejecución.

4.7 ‘Select’ – Seleccionar

“‘Select’ interaction techniques provide users with the ability to mark a data item of interest to keep track of it.”

El uso principal de esta técnica para la recursividad es resaltar múltiples apariciones de un nodo dado en algoritmos redundantes, como Fibonacci.

5 Trabajos Relacionados

Los entornos de programación soportan el análisis de la ejecución, pero apenas dan apoyo al análisis específico de la recursividad. Queremos destacar ETV [12], una herramienta que permite visualizar la ejecución de un programa en C++ a partir de un rastro generado en tiempo de ejecución.

Algunos sistemas se han diseñado específicamente para aprender la recursividad. La mayoría se basan en el “modelo de copias” de la recursividad, es decir, muestran una copia distinta del código o de los datos para cada llamada recursiva. Podemos citar *Recursion Animator* [15], SimRECUR [16], Function Visualizer [3] y EROSI [4]. Flopex 2 [4] es una extensión de Excel para programación visual.

Hemos comparado SRec con estos sistemas con respecto a sus características de visualización y animación, a partir de la descripción disponible en la bibliografía. SRec es el que da más flexibilidad o variedad en diversas características de visualización, como número de vistas, tipos o valores de datos de entrada válidos, o selección de los métodos a visualizar. También es el que ofrece mayor número de controles de animación.

6 Conclusiones

La contribución principal de la comunicación consiste en mostrar cómo dar apoyo visual al análisis de programas mediante mejores funciones de interacción. Lo hemos ilustrado mediante la visualización de algoritmos recursivos en una nueva versión del sistema SRec.

En los últimos años, se ha dedicado mucho esfuerzo al estudio del uso educativo de las animaciones de algoritmos. Se han destacado los siguientes inconvenientes para su uso generalizado [8]:

- Falta de evidencia de su eficacia educativa.
- Gran carga de trabajo para los constructores de animaciones (normalmente, los profesores).

En cierto modo, ambos problemas resultan afectados por nuestra contribución. Por un lado, se ha conjeturado [7][8] que la eficacia educativa de las animaciones aumenta con una mayor implicación de los alumnos. Nuestra propuesta proporciona herramientas visuales atractivas a los alumnos para implicarles en tareas de análisis. Por otro lado, el esfuerzo de construcción de animaciones es mínimo. SRec genera

una representación intermedia de la recursividad que luego es usada por el sistema de animación para generar animaciones.

Agradecimientos. Este trabajo está financiado con el proyecto TIN2008-04103 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Referencias

1. Bloom, B., Furst, E., Hill, W. and Krathwohl, D. R. 1959. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I, The Cognitive Domain*. Addison-Wesley.
2. Böcker, H.-D., Fisher, G., and Nieper, H. 1986. The enhancement of understanding through visual representations. In *Proc. ACM SIGCHI'86 Conf. on Human Factors in Computing*. 44-50.
3. Dershem, H.L., Parker, D.E., and Weinhold, R. 1999. A Java function visualizer. *Journal of Computing in Small Colleges* 15, 1 (1999), 220-230.
4. Eskola, J., and Tarhio, J. On visualization of recursion with Excel. 2002. In *Proc. Second Program Visualization Workshop. PVW'02*. University of Aarhus, Denmark, 45-51.
5. George, C.E. 2000. EROSI – Visualizing recursion and discovering new errors. In *Proc. 31st SIGCSE Technical Symp. Computer Science Education. SIGCSE'00*. 305-309.
6. Haynes, S.M. 1995. Explaining recursion to the unsophisticated. *SIGCSE Bulletin* 27, 3 (Sept.), 3-6 and 14.
7. Hundhausen, C., Douglas, S., and Stasko, J. 2002. A meta-study of algorithm visualization effectiveness. *J. Visual Languages and Computing* 13, 3, 259–290.
8. Naps, T., Roessling, G., Almstrum, V., Dann, W., Fleischer, R., Hundhausen, C., Korhonen, A., Malmi, L., McNally, M., Rodger, S., and Velázquez-Iturbide, J.Á. 2003. Exploring the role of visualization and engagement in computer science education. *SIGCSE Bulletin* 35, 2 (June 2003), 131-152.
9. Pérez-Carrasco, A., and Velázquez-Iturbide, J.Á. 2009. Evaluaciones de usabilidad de SRec. *Serie de Informes Técnicos DLSII-URJC*, Universidad Rey Juan Carlos, en preparación
10. Stasko, J.T., Domingue, J., Brown, M.H., and Price, B.A. (eds.). 1998. *Software Visualization*. MIT Press.
11. Stern, L., and Naish, L. 2002. Visual representations for recursive algorithms. In *Proc. 33th SIGCSE Technical Symp. Computer Science Education, SIGCSE 2002*. 196-200.
12. Terada, M. 2005. ETV: A program trace player for students. In *Proc. 10th Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE 2005*. 118-122.
13. Velázquez-Iturbide, J.Á., Pérez-Carrasco, A., and Urquiza-Fuentes, J. 2008. SRec: An animation system of recursion for algorithm courses. In *Proc. 13th Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE 2008*. 225-229.
14. Velázquez-Iturbide, J.Á., Pérez-Carrasco, A., and Urquiza-Fuentes, J. 2009. A design of automatic visualizations for divide-and-conquer algorithms. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 224 (January 2009), 113-120.
15. Wilcocks, D., and Sanders, I. 1994. Animating recursion as an aid to instruction. *Computers & Education* 23, 3, 221-226.
16. Wu, C.-C., Lin, J. M.-C., and Hsu, I. Y.-W. 1997. Closed laboratories using SimLIST and SimRECUR. *Computers & Education* 28, 1, 55-64.
17. Yi, J.S., Kang, Y.a., Stasko, J.T., and Jacko, J.A. 2007. Toward a deeper understanding of the role of interaction in information visualization. *IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics* 13, 6 (Nov./Dec. 2007), 1,224-1,231.

Implementación de una herramienta para la evaluación de la usabilidad de ambientes virtuales desarrollados en Java3D

Johan S. Arias Castrillón¹, Alexandra Granados Martínez¹, Martha J. Guzmán Lopez¹, Maria L. Villegas¹, Alexandra Ruiz¹

¹ Grupo SINFOCI, Universidad del Quindío-Armenia-Quindío-Colombia, {kimerasoft.alexagm86.julizan86@hotmail.com, mlvillegas.aruiz@uniquindio.edu.co}

Abstract

El diseño de entornos virtuales y aplicaciones de realidad virtual es una tarea difícil, por ello la evaluación de la usabilidad ha evolucionado iterativamente desde un primer tipo basado en la adaptación y mejora de las técnicas de evaluación 2D y otro sobre los métodos de evaluación de usabilidad para la evaluación de todo tipo de interfaces, creando un tercer tipo de evaluación dirigida a entornos virtuales 3D. En el presente artículo se resume la investigación llevada a cabo para determinar las entradas de la herramienta a desarrollar: las técnicas, los recursos y la adaptación a Entorno Virtuales. Esta herramienta ayudará en los procesos de evaluación de Entorno Virtuales en laboratorios de usabilidad.

Keywords: usabilidad en entornos virtuales, entornos virtuales, usabilidad, modelos de evaluación en entornos virtuales.

1 Introducción

El diseño de entornos virtuales y aplicaciones de realidad virtual es una tarea difícil, ya que mientras las interfaces 2D pueden ser construidas mediante la experiencia adquirida con la creación y uso de otras interfaces de usuario y la construcción y aplicación de un modelo mental adecuado, en los entornos virtuales se cuenta con un diseño diferente para cada representación de la realidad, tanto la experiencia como el modelo mental varían de acuerdo a las reglas aplicables para el diseño y construcción de interfaces 3D y el esquema de interacción, visualización y navegación cambian de significado de un ambiente virtual a otro.

La evaluación de la usabilidad ha evolucionado iterativamente desde un primer tipo basado en la adaptación y mejora de las técnicas de evaluación 2D y otro sobre los métodos de evaluación de usabilidad para la evaluación de todo tipo de interfaces, creando un tercer tipo de evaluación dirigida a entornos virtuales 3D. La evaluación de la usabilidad de ambientes virtuales se ha desarrollado en respuesta a diferencias percibidas entre la evaluación de Entornos Virtuales y la evaluación de interfaces de

usuario tradicionales tales como GUIs. Muchos de los conceptos y de las metas fundamentales son similares, pero su uso en el contexto de Entornos Virtuales es distinto.

Se hace necesario evaluar estos entornos debido a que hoy en día su aplicación se ha intensificado sobre varios contextos, por ejemplo, la formación, la visualización de datos, diseño asistido por computador, el turismo, arte, juegos, etc. [1].

A partir de conocimientos básicos, la experiencia de expertos en usabilidad y documentos de investigaciones relacionadas, se ha obtenido información que conduce a describir algunas técnicas de usabilidad aplicadas a entornos virtuales. Estas técnicas están definidas bajo la idea de construir una herramienta software que apoye el proceso de evaluación de entornos virtuales en laboratorios de usabilidad, para lo cual se definieron seis recursos de soporte a la evaluación, los cuales apoyan las siete técnicas de usabilidad que fueron adaptadas a entornos virtuales, como se describe en este artículo. La adaptación de las técnicas de evaluación y recursos propuestos estarán basadas en tres principios relacionados con modelos mentales, el aspecto visual y las tareas de usuario.

2 Principios de Evaluación sobre entornos virtuales

Para la adaptación de las técnicas de evaluación y recursos propuestos se tendrá como base principios de evaluación sobre entornos virtuales, definidos en las siguientes secciones.

2.1 El modelo conceptual de las aplicaciones 3D debe estar basado en los modelos mentales de los usuarios

Las personas se forman una idea de cómo son y cómo funcionan los sistemas cuando interactuamos con ellos, ya sean computadores u otros dispositivos. No se trata de una imagen exacta de la realidad, tan sólo es una idea imprecisa que nos ayuda a que estos funcionen. Esta idea mental recibe el nombre de “modelo mental”. Definido formalmente en [3], al momento de intentar explicar cómo funciona el mundo real, nos da la claridad que el modelo mental se construye en base a reglas que rigen el funcionamiento de todo sistema, permitiendo fácilmente la transición de las acciones reales a una acción virtual sobre cualquier sistema.

El modelo mental constituye una abstracción del conocimiento interno que el usuario posee del sistema (medida real de lo que éste conoce o piensa), lo que a su vez es un modelo conceptual de lo que el usuario piensa acerca del sistema [6].

Ahora bien, luego de tener explicado el concepto de modelo mental, definiremos el modelo conceptual, el cual refleja un modelo cognitivo que permite que el usuario sumergido dentro de un Entorno Virtual interactúe con él de forma intuitiva basado en las experiencias obtenidas en el mundo real. El modelo mental da sentido real a los objetos que componen el entorno y a las acciones que se pueden hacer sobre dichos objetos, lo cual conforma el modelo conceptual del sistema, permitiendo que el Entorno Virtual responda de forma similar a las acciones que son realizadas en el mundo real.

El modelo conceptual moldea los actos, acciones e interacciones que el usuario puede ejecutar dentro del entorno, permitiendo variedad de situaciones en las cuales se trata de reflejar las acciones y cambios representados en el mundo real. Igualmente el modelo conceptual del sistema debe basarse en las motivaciones de las personas y en sus procesos de pensamiento, además de ver el estado emocional y fisiológico en el que los usuarios se encuentran al momento de explorar y realizar tareas dentro del Entorno Virtual. La aplicación de este principio de evaluación permitirá que el usuario experimente de forma transparente la percepción, navegación, exploración e interacciones, y de respuesta de forma inconsciente a las siguientes preguntas:

- ¿Dónde estoy ahora?
- ¿Cuál es mi posición actual y mi orientación?
- ¿Dónde quiero ir?
- ¿Cómo puedo ir allí?
- ¿Cómo puedo interactuar con los objetos?
- ¿Qué espero obtener como resultado luego de interactuar con un objeto?
- ¿Entiendo la información que me llega como respuesta a alguna interacción?
- ¿Los objetos 3D representan de forma familiar su equivalente en la realidad?

2.2 El aspecto visual del Entorno Virtual debe asemejar la realidad

La idea de crear entornos virtuales surge de la sensación de crear diseños tecnológicos más familiares y novedosos para los usuarios, representando diferentes diseños de fácil comprensión y aprendizaje. Por ejemplo, el modelado 3D que se pueda hacer para representar un fenómeno natural o una construcción de edificaciones e incluso el modelado de órganos, indispensables para el avance de la medicina. Por tal razón, los entornos virtuales se han convertido en una necesidad para las personas y todo tipo de profesionales.

Este principio trata de explicar cómo debe lucir el Entorno Virtual, tanto los componentes como las características que debe cumplir para la interacción, percepción, navegación y manipulación. Según este principio, el comportamiento de los objetos deben actuar conforme a su parentesco con la realidad. Los aspectos a tener en cuenta al momento de construir un Entorno Virtual son:

- Se debe de tener una asimilación precisa de la realidad, para plasmarla en el Entorno Virtual, así se generará una mayor claridad sobre lo que se quiera hacer, además facilitará la construcción del diseño del entorno.
- Tener una definición detallada de los objetos que contendrá el Entorno Virtual, con el fin de construir un modelo mental sobre lo que sería el entorno.
- El diseño del Entorno Virtual debe acogerse a las reglas del mundo real. Estas reglas son tan sencillas que pasan desapercibidas; la dureza de los objetos, la ubicación, colores y texturas, la iluminación natural o artificial y el tamaño de los objetos hacen parte de estas reglas. De esta forma la construcción del diseño del Entorno Virtual estará definido por estos aspectos, por ejemplo los objetos 3D deben modelarse a escala, es decir, tener en cuenta la medida de los objetos reales para luego pasarlos a una

medida más pequeña, haciendo que tenga relación en tamaño con otros objetos del entorno y permitiendo más similitud con el mundo real.

- El usuario tendrá el control total de la navegación, proporcionando libertad y de esta forma simular el mundo real. Además el Entorno Virtual debe poseer un contenido adecuado y conveniente, no debe sobrecargarse de objetos ya que estos harán más difícil su navegación. Estos aspectos facilitarán que el entorno sea un ambiente sumergible.
- Desarrollar el Entorno Virtual, teniendo en cuenta a los diferentes usuarios como los roles principales.
 - Características, especificaciones y sugerencias dirigidas a los usuarios[9]:
 - Los usuarios no tienen el mismo nivel de experiencia.
 - Apoyo a los usuarios con diversos grados de dominio de conocimiento.
 - Todos los usuarios no tendrán el mismo perfil, pues lo que se pretende es que el entorno vaya dirigido a personas que se diferencien en edad, sexo, experiencia y conocimiento. Obligando a que el entorno sea mucho más natural para que el usuario no se sienta incomodo con la aplicación, al ser forzado a actuar diferente a como actúa en el mundo real.

2.3 Definir y analizar las tareas de acuerdo al usuario

Dentro de los procesos más importantes que se deben tener en cuenta en la evaluación de usabilidad es el análisis de tareas, que tiene como finalidad obtener descripciones de lo que las personas hacen, representar estas descripciones, predecir dificultades y evaluar los sistemas contra requisitos de usabilidad o funcionales. En resumen, se ocupa de lo que las personas hacen para llevar a cabo las tareas que le son asignadas [2]. Un análisis de tareas proporciona las bases para diseñar en términos de lo que el usuario debe ser capaz de hacer en la aplicación de realidad virtual o ambiente virtual.

El análisis de tareas del usuario muestra escenarios de sus tareas representativas por definir, ordenar y clasificar, en flujo de tareas. La exactitud e integridad de un análisis de tareas del usuario afecta directamente la calidad posterior de las evaluaciones formativas y sumativas, ya que estos métodos no revelan los problemas relacionados con la usabilidad específica de la interacción dentro de la aplicación, a menos que se incluya en el escenario de la tarea de usuario.

Los escenarios de las tareas representativas de los usuarios debe incluir más que simples tareas a nivel atómicas, mecánico o física, sino que también debería incluir de alto nivel cognitivo, importante en ambientes virtuales, donde las tareas de usuario generalmente son intrínsecamente más complejas, difíciles y poco comunes, que en otras GUIs.

El resultado del análisis de tareas es muy importante como punto de partida en todas las técnicas de evaluación, que tienen como objetivo establecer unas pautas para el diseño de las funciones que el sistema va a ofrecer. Este análisis genera, entre otros recursos, una lista detallada de las descripciones de tareas, secuencias, relaciones, trabajo del usuario y flujo de información.

3 Estructura de aplicación de los principios

En todas las aplicaciones software una de las mayores preocupaciones debe ser la manera como los usuarios interactúan con sus componentes, y si al interactuar se hace entendible y amigable para ellos. En un Entorno Virtual esta preocupación se hace aún más grande debido que está basado en objetos que tratan de proporcionarle al usuario un realismo, aspecto que se hace complejo de llevar a cabo.

La forma como se plantea la disminución de la complejidad de construir interfaces de usuarios en entornos virtuales, es a partir de la aplicación de los principios, teniendo como punto de partida o protagonista al usuario, tal como se muestra en la figura 1.

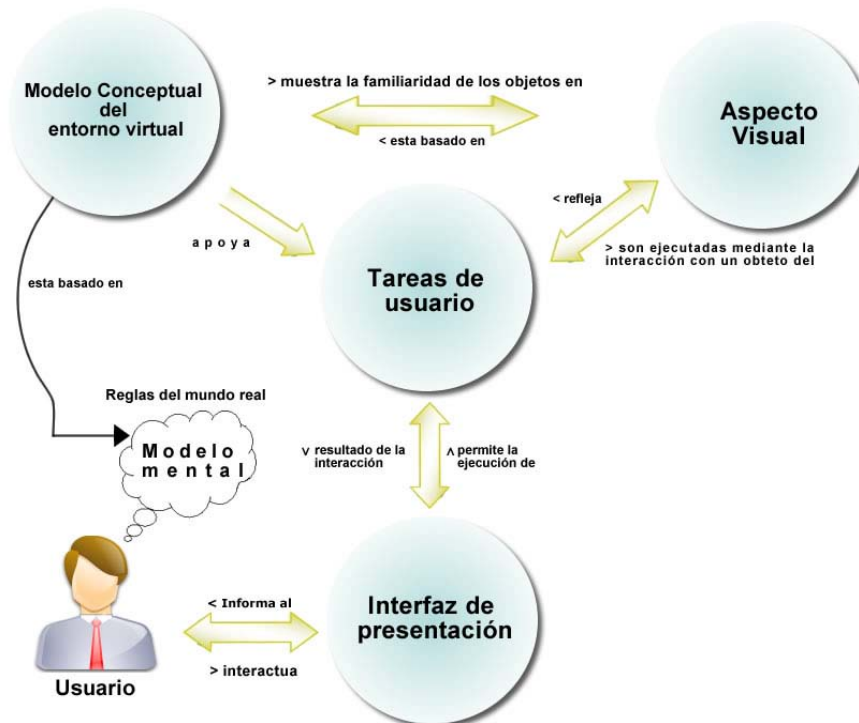


Figura 1. Estructura de la aplicación de los principios.

Esta estructura plantea el flujo de la ejecución de una tarea sobre un Entorno Virtual teniendo como componentes principales el modelo conceptual, modelo mental, el aspecto visual, las tareas de usuario y la interfaz de presentación. El usuario interactúa con los objetos y componentes del Entorno Virtual, estos objetos representan la ejecución de una tarea de un usuario, tareas basadas en el modelo mental del usuario y representadas por el modelo conceptual del Entorno Virtual. Los objetos modelan la realidad, actúan y reaccionan conforme a ella, tanto en apariencia, tamaño, ubicación e interacción.

La aplicación de los principios dependerá de un prototipo funcional del Entorno Virtual, sobre el cual se pueda seguir una estructura de evaluación, mediante las técnicas especificadas más adelante.

Estos principios pasaran por pruebas de aceptabilidad mediante la herramienta una vez este implementada, teniendo en cuenta que la estructura de la aplicación de los principios es una adaptación de los modelos usados para la evaluación de GUI de escritorio, lo cual conlleva a que los principios propuestos tengan cierto grado de aceptabilidad y se apliquen para todo tipo de entorno GUI, teniendo en cuenta las restricciones y características que se encuentran sobre dicho entorno.

4 Descripción de la Herramienta de evaluación de usabilidad de ambientes virtuales

El propósito de la herramienta es evaluar la usabilidad de un Entorno Virtual mediante técnicas que se enfocan en diferentes aspectos del entorno. Por esta razón requiere una serie de recursos de soporte a la evaluación que facilite a los usuarios del sistema, tanto expertos como observadores, realizar las pruebas sin dificultad.

Los recursos de soporte que ofrecerá la herramienta son: **1-** Audio, **2-** Video, **3-** Preguntas / Respuestas, **4-** Coordenadas 3D de errores de usabilidad, **5-** Valoración de las tareas programadas para el usuario durante la prueba y **6-** Reportes de evaluaciones anteriores.

El desarrollo de la herramienta se hará de forma modular, serán divididos en cuatro módulos, cada uno de estos tendrá una finalidad fundamental cumpliendo con los requerimientos del sistema, además de permitir dividir el desarrollo de cada módulo en recursos los cuales fueron definidos según la necesidad de las técnicas y evaluadores en el momento de ejecutar y evaluar las pruebas.

Modulo Configuración de Prueba (CP): Este módulo permite la configuración de la prueba a realizar por el usuario, los recursos de soporte que necesitará la prueba, técnica a emplear y las métricas a evaluar así como los involucrados en la prueba. Igualmente se especifican los datos básicos de almacenamiento de la prueba a realizar.

Módulo Cargador del Entorno Virtual (CEV): Este modulo permite cargar el Entorno Virtual desarrollado en java 3D. Realiza la conexión con el 'Modulo Observador de Prueba' para enviar las entradas generadas por el usuario.

Modulo Observador de Prueba (OP): Este modulo se encarga de recibir las acciones ejecutadas por el usuario y mostrarlas en otro computador diferente al que se ejecuta el Entorno Virtual, controlando y supervisando la evaluación, además de hacer aportes o comentarios de errores encontrados durante la prueba por un experto evaluador. Igualmente permite aplicar las métricas seleccionadas para la prueba.

Modulo Análisis de Prueba (AP): Este modulo se encarga de ejecutar el Entorno Virtual visualizando los errores encontrados durante la prueba, esto es posible ya que la herramienta proporciona los recursos necesarios para que la prueba sea guardada en audio y video, o a través de cuestionarios resueltos, además de mostrar los aportes hechos por los observadores.

4.1 Técnicas seleccionadas para la herramienta y adaptadas a Entornos Virtuales

Mediante una amplia búsqueda bibliográfica se han identificado tres principios de evaluación, explicados anteriormente, que combinados con las características de un Entorno Virtual y los resultados obtenidos de la aplicación de una encuesta a expertos en usabilidad, nos permitió definir seis recursos de soporte, ya mencionados, y siete técnicas que la herramienta podrá ejecutar una vez desarrollada, así como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Técnicas de evaluación seleccionadas y sus recursos de soporte.

Tipo de evaluación	Técnica	Recurso
Métodos de Inspección	Recorrido cognitivo con usuarios.	Pregunta / Respuesta Video
	Inspección de estándares.	Pregunta / Respuesta
	Heurística	Pregunta / Respuesta
Métodos de indagación	Cuestionarios.	Pregunta / Respuesta
	Grabación del uso	Audio / Video
Test	Pensando en voz alta	Pregunta / Respuesta Audio
	Test retrospectivo	Video

Al momento de ser aplicada alguna de las técnicas, estas pueden aplicar el principio de definición y análisis de tareas de usuario, para definir una estructura de pasos en la evaluación, y sobre sus resultados se aplican el análisis adecuado. Los recursos que no están directamente relacionados con las técnicas, serán recursos dispuesto para la evaluación por parte de los expertos o harán parte del historial de análisis de resultados obtenidos anteriormente.

Una vez expuestas las relaciones entre la herramienta a desarrollar y las técnicas, a continuación se definen las técnicas seleccionadas:

Recorrido cognitivo con usuarios. El recorrido cognitivo es una técnica que se encarga de evaluar, en el diseño del Entorno Virtual, la facilidad de aprendizaje y su navegabilidad, por medio de tareas que son realizadas por un usuario que no necesita de una motivación previa. Esta técnica permite capturar información de su experiencia de interacción.

Inspección de estándares. Es una técnica basada en el cumplimiento de reglas o estándares para los entornos virtuales, los cuales se crean para hacer más fácil el desarrollo de dicho entorno. Para la realización de esta prueba se requiere de un experto en usabilidad que inspeccione el Entorno Virtual e identifique fácilmente las irregularidades dentro de este, además de verificar si cumple con todos los estándares.

Heurística. Basados la teoría de Bowman (1998) sobre las diez reglas heurísticas aplicadas a interfaces de usuario comunes, se adaptaron estas reglas de tal forma que se puedan aplicar a entornos virtuales. Estas heurísticas son definidas para aplicarlas a los tipos de tareas básicas dentro de un Entorno Virtual, las cuales se agrupan en tres categorías: traslación, selección de objetos y manipulación de objetos. La traslación es la tarea de mover interactivamente el punto de vista con el entorno. La selección de objetos es la tarea de seleccionar uno o más objetos en el entorno. La manipulación de objetos es la habilidad para interactuar sobre los objetos seleccionados [10].

Cuestionarios. El cuestionario es una técnica que mide la satisfacción de un Entorno Virtual a través de preguntas planteadas a los usuarios para saber si este entorno se ha desarrollado de acuerdo a las expectativas y modelo mental esperado por el usuario.

Grabación del uso. La técnica grabación de uso, más conocida como análisis de logs o simplemente logging, se basa en "grabar" o "recoger" todas las actividades realizadas por el usuario en el Entorno Virtual para su posterior análisis, de forma que se pueda observar la ejecución de las tareas, la interacción con los objetos y la navegación del usuario.

Pensando en voz alta. En este método de evaluación conocido como "thinking aloud" descrito por Nielsen se pide a los usuarios y de forma individual que expresen en voz alta y libremente sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre cualquier aspecto del entorno (diseño o funcionalidad) mientras que interactúan y manipulan los objetos y navegan en el entorno. Resulta ser un método altamente eficaz para capturar aspectos relacionados con las actividades cognitivas de los usuarios, mejorando así el modelo mental presentado al usuario.

Test retrospectivo. Este método, que adopta su nombre del mundo de la psicología y el psicoanálisis, consiste en la revisión de los registros realizados durante el Test. Frecuentemente, dicho test se habrá grabado en vídeo y se revisará la grabación, preferiblemente en compañía de los usuarios participantes. Así, esta técnica aparece en combinación con otras, especialmente en aquellas en las que la interacción entre usuarios y conductores de test es limitada. Para ello es preciso de una aplicación que realice automáticamente esta labor que pase, además, totalmente desapercibida por el usuario. Para lograr esto usaremos JVLC (*Java VideoLAN Client*) o QTJ (*Plugin Java QuickTime*).

4.2 Métricas aplicadas a la evaluación de tareas en la herramienta

Antes de realizar una evaluación es importante saber qué clase de datos tendrá que ser recolectados. Un objetivo importante de una evaluación es que recoja datos que se relacionan con la interacción y el estado de la simulación. Mucha de la información se puede extraer con cálculos simples: tiempos de reacción, estado latente de la tarea, áreas de interacción y de navegación intensa, colisiones excesivas, ergonomía (ej. problemas con alcanzar objetos), áreas y tareas que tensionan al usuario.

Las siguientes métricas podrán ser usadas al momento de aplicar una técnica a través de la herramienta, cada una de las cuales está enfocada a evaluar los objetivos de la usabilidad: efectividad, eficiencia y satisfacción [7].

Efectividad:

- Porcentaje de tareas realizadas a cabalidad
- Porcentaje de usuarios que realizan una tarea satisfactoriamente
- Frecuencia del error
- Completitud de la tarea

Eficiencia:

- Documentación o frecuencia de uso de la ayuda
- Número de llamadas a asesoría
- Tiempo en llevar a cabo la tarea
- Número de repeticiones de comandos fallidos

Satisfacción

- Número de características buenas y malas recordadas por los usuarios
- Porcentaje de comentarios favorables y desfavorables por parte de los usuarios
- Número de veces que el usuario expresa frustración
- Escala de calificación para la satisfacción de los usuarios con las funciones
- Tiempo para aprenderlo
- Terminología
- Retroalimentación del sistema (system feedback)
- Factores de aprendizaje

Finalmente a través de la herramienta para la evaluación de entornos virtuales, el experto podrá asistir el proceso de evaluación de usabilidad para este tipo de ambiente, logrando integrar principios, técnicas, recursos y métricas.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Debido a la complejidad en el desarrollo de entornos virtuales y a su alto grado de aplicación en diferentes contextos, este tipo de entornos deben ser altamente usables.

Una vez desarrollada la herramienta descrita en este artículo se podrá soportar la evaluación de usabilidad de este tipo de entornos, entre ellos, el ambiente virtual colaborativo desarrollado por el grupo de investigación SINFOCI para el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación [7] o entornos virtuales de aprendizaje [1]. La evaluación de la usabilidad en estos entornos es de gran importancia para que los usuarios que interactúen con esta clase de aplicaciones puedan sentirse cómodos y confiados al momento de interactuar y navegar los entornos.

En conclusión se espera que la investigación y desarrollo de la herramienta que mida la usabilidad en los entornos virtuales sea de gran aporte a esta área, al igual que las métricas y técnicas establecidas por la investigación. Además este proyecto contribuirá en un futuro a la creación de nuevas técnicas o la adaptación de técnicas comunes a Entorno Virtuales, de forma que la herramienta pueda ser escalable a nivel de técnicas y nuevos recursos disponibles.

6 Referencias

- [1]. Bach & D. L. Scapin. Adaptation of Ergonomic Criteria to Human-Virtual Environments Interactions.C..
- [2]. Bowman, D.A., Gabbard, J.L., and Hix, D. A Survey of Usability Evaluation in Virtual Environments: Classification and Comparison of Methods. (2002)
- [3]. Georges-Henri Luquet: "Children's Drawings", Free Association Books, 2001, ISBN 1-85343-516-3. Definición de Modelo Mental.
- [4]. Norman, D., The Psychology of Everyday things, Basic Books, 1988
- [5]. Landay, J. Conceptual Models & Interface Metaphors. 2002.
- [6]. Granollers T., 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, Tesis Doctoral, Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, Universitat de Lleida, 2004. Chaper Diseño, Modelo Mental y Modelo Conceptual.
- [7]. Villegas, M. L., Hernández Alvarado, Hamilton Andrés. Giraldo Orozco, William Joseph. Implementación De Un Ambiente Virtual Colaborativo – Especificación De Un Metamodelo De Usabilidad. Junio 2008.
- [8]. Malanbo, A., Garcia, A.M Diseño de un marco conceptual para la administración del laboratorio de usabilidad de la Universidad del Quindío. Tesis de grado, Universidad del Quindío, Ingeniería de sistemas y Computación. Abril 2009
- [9]. Gabbard J. L. (1997). A Taxonomy of Usability Characteristics for Virtual Environments. Tesis de maestria. Department of Computer Science, Virginia Tech.
- [10]. Kent Swartz, Umesh Thakkar, Deborah Hix, Rachael Brady. Evaluating the Usability of Crumbs: A Case Study of VE Usability Engineering.
- [11]. Rebelo, I., Barcia, R., Merino, E., Da Luz, E., Evaluation of VR Systems: More Usable Interactions.

Kernel-Based Visualization of Large Collections of Medical Images Involving Domain Knowledge

Jorge Camargo, Juan Caicedo, Fabio González

Bioingenium Research Group
National University of Colombia
{jecamargom, jcaicedoru, fagonzalezo}@unal.edu.co

Abstract. This paper presents a strategy for involving domain knowledge in the visualization of large collections of medical images. The strategy is based on the use of a kernel alignment approximation in order to incorporate medical domain knowledge in the similarity function computation. Experimental results show that visualization is improved with respect to traditional visualization based only on low-level features. The approach is tested in a dataset of histopathology images and its performance is evaluated.

1 Introduction

The huge amount of visual and multimedia data is growing exponentially thanks to the development of Internet and to the easiness of producing and publishing multimedia data. This generates problems like how to find efficiently and effectively the information needed, and how to extract knowledge from the data. These problems have been mainly addressed from the Information Retrieval perspective, and this approach has been very useful dealing with textual data [2]. However, there still is a huge amount of work to do in non-textual data, such as images. Information visualization techniques offer ways to reveal hidden information in a visual representation and allow users to seek information in a more efficient way. One of the main challenges is how to find simple representations that faithfully represent the complete dataset and the relationships among images. In the medical field, many digital images are produced for diagnosis and therapy. The Radiology Department of the University Hospital of Geneva generated more than 12,000 images per day in 2002, which requires Terabytes of storage per year [3]. The present paper proposes a strategy for involving domain knowledge in the computation of the similarity function that then is used in the visualization. This is achieved by using a kernel alignment framework that allows to optimally combine a set of individual base kernels in order to involve domain knowledge.

2 Kernel-based Medical Image Collection Visualization

We aim to generate a 2D visual representation of the image collection that faithfully represents the semantic relationships among images. The main phases of

our proposed strategy are: first, to calculate an image kernel function (similarity function) related to several visual features; second, to combine individual base kernels in an unique kernel that reflects the similarity notion of expert pathologists; and third, to apply a projection method to reduce the dimensionality of the original image representation for visualizing purposes.

The kernel function approximates the similarity notion used by experts. In this work, we use the histogram intersection kernel function [5] that allows us to compare images based on its visual features like gray, color (RGB), texture (Tamura and Invariant) and edges (Sobel). Histogram intersection kernel function is applied to two histograms of the same feature, which are modeled as discrete probability distribution functions (histograms). For instance, the kernel function applied to RGB feature is able to indicate whether two images have similar color distributions. We aim to design a kernel function that provides a better notion of image similarity according to experts criteria. We construct a new kernel function using a linear combination of kernel functions associated to individual features. The most simple combination is obtained by assigning equal weights to all base kernel functions (*all features kernel*), so the new kernel induces a representation space with all visual features. However, depending on the particular image pattern, some features may have more or less importance. Herein we use the kernel alignment framework [4] proposed by Cristianini to combine in an optimal way these visual features in one kernel that reflects the semantic relatedness among images (*knowledge kernel*). In the alignment process, we build a new function by using the a priori information (class labels) to align the linear combination of the base kernels to a target kernel that incorporates the class information of the training images. As result of the alignment, we obtain the weights of the linear combination. Finally, we reduce the image dimensionality in 2 dimensions that are then used to project in a 2D coordinates system.

3 Experimental Evaluation

We use a histopathology collection that has been used to diagnose a kind of skin cancer (*basal-cell carcinoma*). It is composed of 5,995 images from which a subset of 1,502 images was studied and annotated by a pathologist to describe its histopathology concepts. The annotation process and the complete description of the dataset is detailed in [1]. The pathologist has determined that in this collection there are examples of 18 histopathology concepts (classes).

3.1 Performance evaluation

Assume that a class is a group of images that share the same histopathology concept. The ideal visualization organizes the images in a compact region if they belong to the same class. So, the pathologist will find a set of semantically related images on a localized region of the visualization. A good visualization of an image collection maps semantically related images to close positions on the projection

space. In order to objectively measure the quality of the visualization, we propose a performance measure herein called *visualization dispersion*, for measuring the representation sparseness of all classes in the projected space. This measure is defined as $D = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C} \sum_{j=1}^{C_i} d_{i,j}$, where N is the number of classes, C_i is the number of images in the class i , C is the total number of images and d is the Euclidean distance between images i and j . A high value of D means that the images for each class are sparsely represented in the projected space while smaller values indicate that images in the same class are projected to close positions in the representation space.

3.2 Experimental results

Table 1 shows the *visualization dispersion* for each visual feature using MDS [7] and ISOMAP [6] methods. In MDS visualization with invariant texture fea-

Table 1. *Visualization dispersion d* for each strategy

Feature/Combination	MDS	ISOMAP
Gray	147.48	133.93
Invariant	160.57	121.10
RGB	151.05	122.39
Sobel	138.91	129.58
Tamura	154.08	130.61
<i>All features kernel</i>	144.80	116.03
<i>Knowledge-based kernel</i>	107.79	114.82

ture, the highest dispersion (160.57) was obtained, it means that classes are more sparse in the projected space. The best visualization dispersion (107.79), the lowest, was obtained with *knowledge-based kernel* using MDS, it means that classes in this visualization are more compact. A visualization of the image collection is shown in Figure 1. Both projection methods work fine with Sobel feature due to histopathology images have edges that provide important information about the presence or absence of pathologies. It is clear that with both methods, the visualization improves when domain knowledge is involved: visualization dispersion of 107.79 for MDS and 114.82 for ISOMAP. In general, the experimental results show that the proposed approach is able to improve the quality of the visualization in terms of the representation compactness of each class by using the available domain knowledge.

4 Conclusion

We have presented a method for involving domain knowledge in visualization of large collections of medical images. Experimental results show how the quality of the visualization is improved independent of the projection method. The



Fig. 1. Visualization of the histopathology dataset using knowledge-based kernel and MDS

proposed strategy is based on a supervised machine learning technique called kernel alignment, which allows us to tune up the image similarity measure used by the projection method, using expert domain knowledge represented as image labels. The training phase produces an optimized similarity function that can be applied to new unlabeled images. The *visualization dispersion* performance measure proposed here allowed us to objectively evaluate the improvement of the visualization.

References

1. Juan Caicedo. A prototype system to archive and retrieve histopathology images by content. Master's thesis, National University of Colombia, 2008.
2. A. Del Bimbo. A perspective view on visual information retrieval systems. *Content-Based Access of Image and Video Libraries, 1998. Proceedings. IEEE Workshop on*, pages 108–109, Jun 1998.
3. Henning Muller, Nicolas Michoux, David Bandon, and Antoine Geissbuhler. A review of content-based image retrieval systems in medical applications—clinical benefits and future directions. *International Journal of Medical Informatics*, 73(1):1–23, February 2004.
4. J. Shawe Taylor and N. Cristianini. *Kernel Methods for Pattern Analysis*. Cambridge University Press, 2004.
5. M. J. Swain and D. H. Ballard. Color indexing. *IJCV*, 7(1):11–32, 1991.
6. V. Tenenbaum, J. B. de Silva and J. C. Langford. A global geometric framework for nonlinear dimensionality reduction. *Science*, 260:2319–2323, 2000.
7. MS Torgerson. Multidimensional scaling: I. theory and method. *Psychometrika*, 17(4):401–419, 1958.