

La interactividad multimodal en la sección de lengua extranjera de la Prueba de Acceso a la Universidad en España

Multimodal Interactivity in the Foreign Language Section of the Spanish University Admission Examination

Teresa Magal-Royo

José Luis Giménez López

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Resumen

En el presente trabajo¹ se muestran las enormes posibilidades que ofrece el concepto de multimodalidad en los entornos digitales interactivos aplicados a las pruebas de selectividad en el área de conocimiento de idiomas y que han sido desarrollados en los últimos años en diferentes proyectos de investigación. Las investigaciones surgidas a partir de la automatización telemática de las pruebas de selectividad, en el ámbito de la gestión, se relacionan con trabajos que tratan de abordar la problemática relativa al acceso online a las pruebas, y que permitirían en el futuro gestionar de manera eficiente la ejecución del propio examen y la organización semiautomática de su corrección por Internet. Paralelamente, se ha abordado el uso de aplicaciones multiplataforma y/o multinavegador, capaces de asumir los retos de la validación técnica y funcional de la accesibilidad que permita su acceso universal. La multimodalidad aplicada a los métodos de navegación durante la realización de la prueba telemá-

¹⁾ Nuestro agradecimiento al Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) por la financiación del Proyecto de Investigación (con cofinanciación FEDER) en el marco del Plan Nacional I+D+I «Orientación, propuestas y enseñanza para la sección de inglés en la Prueba de Acceso a la Universidad». Referencia FFI2011-22442.

Asimismo, parte del presente trabajo se ha desarrollado gracias a las investigaciones llevadas a cabo en el proyecto «Análisis y verificación de la adaptación e interacción multimodal accesible en la realización de exámenes de aprendizaje de idiomas sobre dispositivos móviles», subvencionado por la Universidad Politécnica de Valencia dentro del programa: «Proyectos de nuevas líneas de investigación multidisciplinares. PAID-05-10».

tica es posible gracias a los dispositivos ubicuos que permitirán la interacción simultánea en el proceso de introducción de datos por parte del alumno. La propuesta del presente trabajo consiste en demostrar la viabilidad técnica del proceso de ejecución del examen, en función de las variables tecnológicas y formales de la navegación, considerando el examen disponible en la actualidad, en dispositivos ubicuos que permitirán avanzar en los procesos de aprendizaje de lenguas asistido por ordenador, también llamado CALL (*Computer-Assisted Language Learning*). El desarrollo de la investigación ha permitido la creación de un prototipo que servirá para analizar y validar la funcionalidad de este tipo de tecnologías interactivas adaptadas a la realización de los exámenes de acceso a la universidad.

Palabras clave: aprendizaje de lenguas asistido por ordenador, interfaces multimodales orientadas al usuario, Prueba de Acceso a la Universidad, inglés, interacción multimodal, accesibilidad técnica, usabilidad.

Abstract

This paper shows the enormous potential of the concept of multimodality in interactive digital environments when applied to language tests for university admission exams. Some of these concepts have been dealt with recently in various research projects. Research into the automation of on-line university admission exams has been prompted by the need to efficiently manage on-line tests and handle the task of exam marking semi-automatically. At the same time, we have addressed the use of multi-platform and/or multi-browser applications to handle the technical and functional validation of accessibility issues and to enable universal access. The application of multi-modality to methods of navigation during an examination is made possible by mobile devices that allow simultaneous interaction when students input data. This paper aims to demonstrate the technical feasibility of the implementation process for an examination with respect to the technological and formal variables of navigation in the exam. These variables are currently being handled in mobile devices, and the result is a further advancement in the process of Computer-Assisted Language Learning (CALL). This research has enabled the creation of a prototype that analyzes and validates the functionality of multimodal applications adapted to university admission exams.

Keywords: computer-assisted language learning, user-oriented multimodal computer interfaces, university admission examination, English, multimodal interaction, technical accessibility, usability.

Introducción

En la actualidad existen numerosas aplicaciones telemáticas creadas para el aprendizaje o la adquisición de una lengua extranjera y centradas en el uso de plataformas digitales online que permiten, por una parte, la gestión y control de la información de contenidos digitales de carácter audiovisual y, por otra, personalizar los itinerarios formativos que el alumno desarrollará para adquirir diversas competencias lingüísticas en un idioma. La mayoría de estas plataformas ofrecen la posibilidad de realizar pruebas específicas que permiten que el usuario controle, de forma periódica, el estado de los conocimientos adquiridos, en términos de niveles relacionados con las competencias lingüísticas, como la comprensión lectora, la redacción, la gramática, el vocabulario, etc.

En el ámbito del Aprendizaje de Lenguas Asistido por Ordenador, o *Computer-Assisted Language Learning* (CALL), las pruebas de acceso a la universidad española están siendo objeto de investigación para determinar la efectividad funcional de la implantación de un sistema telemático que permita, en el futuro, realizar las pruebas por Internet. Proyectos como PAULEX Universitat (García-Laborda, Magal-Royo y Bakieva, 2009; García-Laborda, Magal-Royo y Enríquez Carrasco, 2010), de la Universidad Politécnica de Valencia, han permitido crear una plataforma online específica para la gestión y creación de exámenes, siguiendo las pautas formales de las PAU, que ha ayudado a analizar el impacto de su uso por parte de profesores y alumnos de Enseñanza secundaria (García-Laborda et ál., 2010). Paralelamente, y debido a los avances tecnológicos surgidos en el ámbito de los dispositivos móviles, actualmente existen también investigaciones, desarrolladas en entornos de la web móvil, que han permitido validar la viabilidad técnica y formal de la adaptación del examen de inglés de las PAU (Gimenez-López et ál., 2010; Gimenez-López et ál., 2009). Las investigaciones tratadas en este trabajo se centran precisamente en el aspecto de la mejora de la navegabilidad en el acceso de información por parte del usuario, ofreciéndole diferentes métodos de interacción, tanto en la entrada como en la salida de datos.

Los avances tecnológicos aportados por los dispositivos ubicuos y diversos métodos de interacción disponibles en la actualidad (Magal-Royo et ál., 2007) son el punto de partida para analizar las posibilidades que podrían tener dichos dispositivos en la preparación y realización de exámenes de lenguas para las PAU por parte de los alumnos, teniendo en cuenta, por una parte, el acceso a la información del examen y, por otra parte, la introducción de datos mediante el uso de diversos canales de

comunicación e interacción simultáneos (Fuster-Duran, 1996). El objetivo del proyecto es ampliar los niveles de acceso a la información, según las necesidades funcionales de cada usuario, ofreciéndole, al menos, tres vías de comunicación simultánea (por ejemplo: teclado, táctil y voz), en función del tipo de prueba a realizar (Ingle y Deshpande, 2010; Campillo, 2010).

La adaptación funcional del tipo de examen que actualmente se utiliza en las PAU ha sido el punto de partida para desarrollar un prototipo interactivo multimodal, teniendo en cuenta las condiciones tecnológicas (Chittaro, 2010; König, Rädle y Reiterer, 2010) que ofrecen dispositivos como las PDA, desde la perspectiva de la interactividad con el usuario. Por ello, en el presente trabajo describiremos el concepto de multimodalidad interactiva desde un punto de vista general, mostraremos el método aplicado para determinar los aspectos técnicos relevantes (Dumas, Lalanne y Oviatt, 2009; Alseid y Rigas, 2008) que han sido utilizados para la creación final del prototipo, y analizaremos los problemas de adaptación, en lo que se refiere a la navegación y el acceso a la información del examen creado. Finalmente, se mostrará la plataforma creada, que será validada en el futuro por usuarios reales.

En el desarrollo de interfaces de comunicación para la consecución de una tarea específica, observamos que, actualmente, se sigue la pauta convencional de entrada de datos (teclado-ratón) y de salida de datos (pantalla-impresora), para la mayoría de las aplicaciones informáticas disponibles (Tan y Nijholt, 2010). En el caso del desarrollo de pruebas o exámenes de aprendizaje de idiomas, este tipo de pauta convencional de entrada y salida de datos es la más utilizada en todo el mundo, junto a la utilización de medios audiovisuales que permiten un mayor afianzamiento de los conocimientos lingüísticos (Mcgee-Lennon, Nigay y Gray, 2010; Alseid y Rigas, 2008).

Existen ciertas investigaciones relativas al uso de diferentes métodos de interacción (Alwan et ál., 2007) para la mejora de las competencias básicas en inglés, como el fomento de destrezas lectoras, aunque no existe ningún proyecto o investigación específica que evalúe significativamente el uso de la multimodalidad dentro del examen de la prueba de Acceso a la Universidad. De hecho, tampoco se han demostrado las posibles incidencias de su implantación en la realización de exámenes informatizados sobre dispositivos móviles. El uso de la multimodalidad, en el caso de las pruebas de acceso a la universidad, permitirá mejorar las posibilidades de comunicación del usuario y le abrirá las puertas a un manejo más natural de los contenidos digitales de los ejercicios que han sido creados para este propósito.

La multimodalidad interactiva

La multimodalidad (Oviatt y Larson, 2003) es un aspecto tecnológico y funcional, relacionado con la navegación interactiva dentro de una aplicación informática online que permite el acceso secuencial y/o simultáneo a la información desde diferentes tipos de mecanismos de comunicación (teclado, lápiz, pantalla táctil, etc.) (Coppock y Mazlack, 2004). De hecho, en la comunicación humana no se utiliza un único canal de comunicación, sino que se usan varios canales simultáneamente. Por ejemplo, en la comunicación verbal, el conjunto simultáneo de las percepciones obtenidas de la vista, el oído, los gestos, etc. nos permite tener una idea de la situación, del contexto en el que se habla, así como reconocer al interlocutor y responder al mensaje recibido (Oviatt y Cohen, 2000).

La multimodalidad aplicada a entornos de comunicación digital es un campo de investigación en el que se ha trabajado de manera aislada desde los años setenta, época en que la tecnología informática no estaba suficientemente desarrollada. De hecho, las primeras investigaciones surgen paralelamente al desarrollo de nuevos dispositivos de entrada de datos, como el ratón, el teclado, etc., teniendo en cuenta la premisa inicial de la simulación de entornos de comunicación convencional del ser humano, lo cual se entendía como multimodal (Oviatt, 1996).

Los estudios desarrollados durante esos años se centraron en la evaluación de la efectividad en el uso multimodal de dispositivos de entrada que permitieran mejorar la comunicación digital en la búsqueda de información, a través de una navegación gráfica más natural (Oviatt, 1999; Bangalore y Johnston, 2000). También se desarrollaron investigaciones sobre las preferencias del usuario en el manejo de ciertos dispositivos frente a otros (Oviatt, 1996; Nishimoto et ál., 1995; Hauptmann, 1989). La comprobación de la efectividad del uso multimodal en el ámbito del desarrollo de interfaces orientados hacia el usuario demostró con el tiempo su viabilidad en la actualidad, gracias al avance de nuevos métodos de interacción con el ordenador (Tan y Nijholt, 2010).

En lo que respecta a los dispositivos ubicuos, la multimodalidad es un proceso en el cual los dispositivos y el usuario son capaces de entrar en una interacción conjunta -ya sea auditiva, visual, táctil o gestual- desde cualquier sitio, en cualquier momento (Kvale y Warakagoda, 2010).

El usuario puede determinar el modo o modos de interacción que quiere utilizar para acceder a la información, a través de diferentes tipos de introducción de datos, como el teclado, el ratón, el lápiz, la pantalla táctil, la voz, etc. sobre un interfaz desarrollado especialmente para ello. Los tipos de comunicación multimodal, según el

consorcio World Wide Web (W3C, 2010), se centran en tres tipos de canales de comunicación (Oviatt, 2006; Sharma, Pavlovi y Huang, 1998; Sharma, Huang y Pavlovi, 1996) implicados en la entrada de datos, basados en:

- La multimodalidad secuencial. Admite el uso de múltiples modalidades de comunicación de entrada y/o de salida, pero solamente puede usarse una cada vez.
- La multimodalidad simultánea. Admite el uso de múltiples modalidades de comunicación, cada una de ellas tratada de forma separada, a través de un flujo común de procesamiento a través de sus componentes.
- La multimodalidad compuesta. Admite el uso de múltiples modalidades de comunicación, dentro de una única contribución realizada por el usuario (entrada de datos) o por el sistema (salida de datos).

En lo que respecta a la adaptación del examen de lengua extranjera de las PAU, tal y como lo conocemos en la actualidad en la Comunidad Valenciana, se considera que la opción más efectiva de comunicación es la multimodalidad secuencial, debido, entre otras razones, a la necesidad de implementar una navegabilidad dirigida en la ejecución de la prueba misma. Este aspecto es crucial para ayudar al alumno en el aprendizaje del uso de la aplicación, ya que, independientemente del modo de interacción que pueda ofrecer el dispositivo, el alumno debe ser capaz de acceder a la información de una manera clara y directa que le permita el acceso guiado a cada uno de los ejercicios de la prueba. Un ejemplo lo encontramos en los aspectos relacionados con la lectura del texto, para la realización de los ejercicios de comprensión lectora, ya que es necesaria una navegación dirigida que ayude visualmente al alumno a ubicarse dentro de la prueba, permitiendo tanto la posibilidad de releer el texto como de confirmar o modificar las respuestas tantas veces como se desee, dentro del tiempo establecido para la prueba.

Lenguajes de programación adaptados a la multimodalidad

Una de las premisas fundamentales relacionadas con la accesibilidad es la independencia del dispositivo, según la cual, independientemente del dispositivo o dispositivos usados para acceder a la información, esta va a estar siempre disponible y accesible para el usuario (W3C, 2003). El concepto de la web universal y accesible para cualquier persona, en cualquier sitio, en cualquier momento y usando cualquier dispositivo, intenta evitar la fragmentación de la red en espacios accesibles para dispo-

sitivos específicos. Las tendencias actuales, en relación con este concepto, se centran en desarrollar aplicaciones que tienen en cuenta el punto de vista del usuario, lo cual implica el acceso universal, y el punto de vista del desarrollador, lo que supone un único desarrollo con multitud de aplicaciones (W3C, 2009).

El reto actual de la mayoría de las aplicaciones es ofrecer contenidos accesibles mediante un número cada vez mayor de dispositivos, con diferentes pantallas de visualización, diversos métodos de interacción y lenguajes de programación también desiguales (Larson, 2010). Todo ello enfatiza la necesidad de establecer pruebas y validaciones sobre entornos de aprendizaje enfocados al usuario que puedan serle útiles en la adquisición de conocimientos (Zander et ál., 2010).

En el ámbito de los lenguajes informáticos de desarrollo, el término multimodal se ha revitalizado en los últimos años, debido a las posibilidades tecnológicas que ofrecen la mayoría de los dispositivos de comunicación, como los teléfonos móviles, la televisión digital, los ordenadores, etc. El consorcio W3C está generando la información más detallada existente en la actualidad sobre este tema, mediante la creación de grupos de trabajo. Estos grupos elaboran, día a día, los informes y las pautas tecnológicas que deben seguirse en el uso de los códigos y lenguajes de programación necesarios para facilitar la integración conjunta a través del oído, la vista y el tacto, en lenguajes de programación como VoicexML o HXHTML, todo ello bajo un protocolo que actúa como mecanismo de comunicación dentro de un sistema multimodal (W3C, 2009). El lenguaje de Anotación Multimodal Extensible EMMA (*Extensible MultiModal Annotation language*) (W3C, 2009) es un lenguaje de protocolo utilizado para el intercambio de datos en sistemas de administración de interacción multimodal que permite la comunicación entre componentes de un sistema multimodal (Moran et ál., 1998). El objetivo de este tipo de lenguaje de protocolo es integrar la entrada de datos procedente de los usuarios desde diferentes recursos, y darles forma para su procesamiento en una representación única, que será, a su vez, tratada por componentes avanzados de procesamiento de información (Oviatt, DeAngeli y Khun, 1997).

Método de creación

El método de desarrollo del prototipo para la presente investigación partió de la necesidad de validar las posibilidades técnicas y funcionalidades de la adaptación multimodal de las pruebas de acceso a la universidad en materia de idiomas, más

concretamente en el idioma inglés, sobre dispositivos ubicuos. Para ello se partió de las siguientes premisas:

- Validar tecnológicamente un entorno multimodal de comunicación con el usuario, en la creación de pruebas de conocimientos de idiomas.
- Aplicar los conceptos de accesibilidad técnica en la creación del interfaz de comunicación con el usuario final.
- Crear un interfaz multimodal para la realización de pruebas de conocimientos de idiomas, en base a una serie de tareas, en un entorno de web móvil que pueda ser exportable a diferentes dispositivos móviles.

El interfaz creado, por tanto, utiliza tres sistemas generales de navegación e introducción de datos (pantalla táctil, teclado y voz), mediante los cuales el usuario puede interactuar de manera secuencial, y para cuya elección se han tenido en cuenta las posibilidades que ofrece el terminal móvil seleccionado. El dispositivo es un terminal HTC Desire, con pantalla táctil y con una resolución de pantalla de 480 x 800 píxeles, que dispone de un sistema operativo Android 2.1, brújula digital, SMS, MMS, correo electrónico, IM Radio FM estéreo con RDS Java, aplicaciones Google, reproductor multimedia, grabación de voz, acelerómetro *multi-touch*, sensor de proximidad y *trackball* óptico.

Para el desarrollo del prototipo final, se aplicaron, además del protocolo de comunicación EMMA, los siguientes lenguajes de programación:

- VoicexML para los registros de voz, ya que permite un amplio abanico de posibilidades de utilización.
- XHTML para los tratamientos de datos por teclado.
- InkML para los registros de entradas con lápiz digital.

La elección de estos tres sistemas de comunicación se basó en un estudio previo de las características de las PAU, ya que era necesario, por una parte, establecer un método de navegación multimodal coherente con las fases o apartados de realización de la prueba (lectura, comprensión escrita, redacción, gramática y expresión oral) y, por otra parte, desarrollar un método de introducción de datos inequívoco y unidireccional que permitiera al sistema la recogida de datos posterior, y proporcionara la corrección automática de la prueba, así como la obtención de una puntuación parcial y/o global del resultado obtenido. La necesidad de una recogida de datos coherente y

eficaz implica la adaptación de algunos de los ejercicios de la prueba, como por ejemplo la comprensión lectora y la redacción.

En el caso de la comprensión lectora, es necesaria la lectura previa de un texto para poder contestar posteriormente una serie de preguntas. Por ello, y teniendo en cuenta las características técnicas que ofrece el dispositivo, una pantalla de dimensiones reducidas, fue necesario establecer una secuencialidad en las pantallas requeridas para leer el texto, y, posteriormente, pasar a cada una de las preguntas creadas en pantallas independientes y secuencializadas. El sistema cuenta con una navegación de avance y retroceso sobre las pantallas, lo cual permite leer el texto tantas veces como se desee, y contestar y verificar las preguntas las veces que sea necesario, en función del tiempo establecido para la prueba de manera oficial. Para la verificación final de esta parte de la prueba, así como para el resto, se ha creado una pantalla final de verificación del estado de resolución de todas las partes de la prueba, que permite comprobar la ejecución final de cada apartado y su validación global final, para su corrección y puntuación.

En el caso concreto de la prueba específica de redacción, dentro del examen global, se consideró inadecuado que el alumno escribiera, dada una limitación de tiempo tan ajustada, mediante un teclado tan pequeño, y se consideró que, para la implementación de este tipo de ejercicio, se necesitaría por lo menos un teclado virtual extendido. Por ello, se realizó una adaptación técnica en el modo de interacción de dicha prueba, con la selección por parte del usuario de una palabra, una frase, un tiempo verbal, etc., a través de un sistema de selección múltiple que permita contextualizar y dar coherencia a un texto determinado (Herrera y García Laborda, 2005).

Resultados

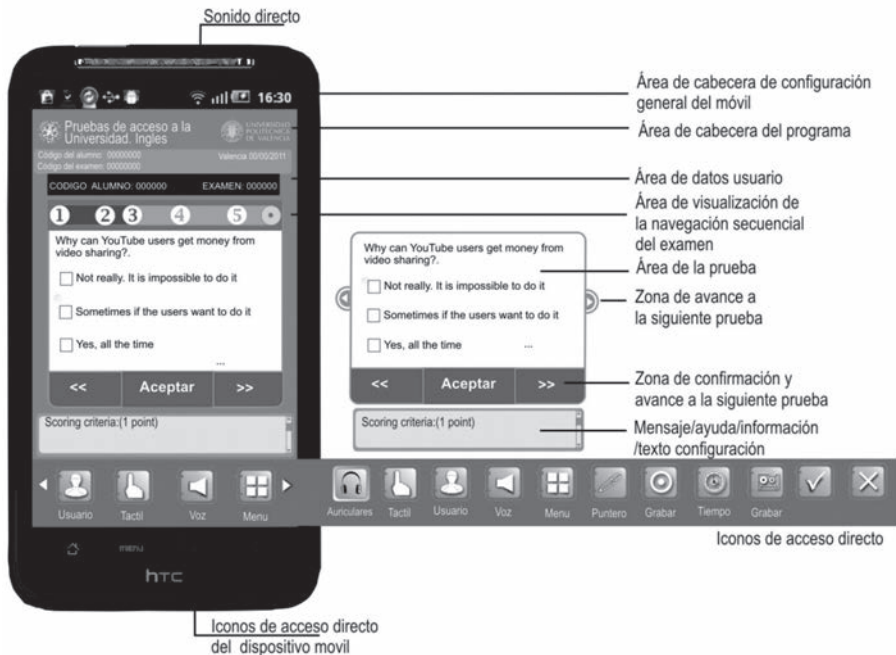
Los resultados obtenidos hasta ahora consisten en la validación del prototipo creado por parte de usuarios expertos de diferentes disciplinas relacionadas con el ámbito de estudio, que permitirá una posterior validación con alumnos, en la fase final del proyecto (Figura 1). La valoración previa, llevada a cabo por investigadores adscritos al proyecto, ha sido positiva y se ha basado en sistemas de evaluación conocidos como métodos de evaluación de la usabilidad (Magal-Royo et ál., 2007), que permiten validar su funcionamiento desde un punto de vista técnico y funcional (Duarte, 2008). El siguiente paso es

el diseño y la elaboración de una encuesta específica, orientada a evaluar tres aspectos considerados como cruciales a la hora de analizar el posible impacto de su uso por parte de alumnos de Secundaria. Se trata de los siguientes aspectos:

- El conocimiento del medio por parte de los estudiantes al usar dispositivos móviles, en base a las características previstas por la aplicación.
- Análisis de la funcionalidad de cada uno de los apartados previstos, en función de la navegabilidad prevista.
- Nivel de satisfacción en la realización de la prueba por parte del usuario.

El pase de encuestas que se llevará a cabo en la última fase del proyecto determinará el impacto en los usuarios finales y, por tanto, la viabilidad técnica y funcional de la aplicación, de cara a su implantación futura.

FIGURA I. Prototipo multimodal del examen de Inglés de las PAU



Conclusiones

Las conclusiones obtenidas hasta el momento apuntan a la potencialidad que ofrecen los dispositivos móviles para el futuro desarrollo de aplicaciones que permitan la realización de la PAU mediante estos dispositivos. Dicho desarrollo, relacionado con la realización de la PAU, afecta directamente al ámbito de las investigaciones relacionadas con los procesos de aprendizaje de lenguas asistidos por ordenador.

La necesidad de conocer pautas técnicas y funcionales con el objeto de establecer criterios futuros en la creación de aplicaciones orientadas a la PAU en España se convierte en una apuesta a favor de los avances tecnológicos que se esperan en los años futuros y que afectarán directamente al uso de nuevos dispositivos y tecnologías ubicuas dentro de los entornos de aprendizaje y validación de competencias específicas del idioma inglés, fundamental en la mayoría de las carreras tecnológicas universitarias en España.

Referencias bibliográficas

- ALSEID, M. & RIGAS, D. (2008). An empirical Investigation into the use of multimodal E-learning interfaces. En I. MAURTUA (Ed.), *Human-Computer Interaction* (pp. 85-100). InTech.
- BANGALORE, S. & JOHNSTON, M. (2000). Integrating Multimodal Language Processing with Speech Recognition. *Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing*, Beijing, China.
- CHITTARO, L. (2010). Distinctive Aspects of Mobile Interaction and their Implications for the Design of Multimodal Interfaces. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 3 (3), 157-165.
- DUMAS, B., LALANNE, D. & OVIATT, S. (2009). Multimodal Interfaces: a Survey of Principles, Models and Frameworks. En D. LALANNE & J. KOHLAS (Eds.), *Human Machine Interaction* (pp. 3-26). Berlin: Springer-Verlag.
- FUSTER-DURAN, A. (1996). Perception of Conflicting Audio-visual Speech: an Examination across Spanish and German. En D. G. STORK & M. E. HENNECKE (Eds.), *Speech reading by Humans and Machines: Models, Systems and Applications* (pp. 135-143). New York: Springer-Verlag.

- GARCÍA LABORDA, J., MAGAL-ROYO, T. Y BAKIEVA, M. (2009). Cuatro años de la versión computerizada del examen de inglés como segunda lengua (TOEFL). *Encuentro: Revista de investigación e innovación en la clase de idiomas*, 18, 23-28.
- GARCÍA LABORDA, J., MAGAL-ROYO, T. & ENRÍQUEZ CARRASCO, E. V. (2010). Teachers' Trialing Procedures for Computer Assisted Language Testing Implementation. *Eurasian Journal of Educational Research*, 39, 161-174.
- GARCÍA LABORDA, J., MAGAL-ROYO, T., DA ROCHA SIQUEIRA, J. M. & FERNÁNDEZ ÁLVAREZ, M. (2010). Ergonomics Factors in English as a Foreign Language Testing: the case of PLEVALEX. *Computers & Education*, 54 (2), 384-391.
- GIMÉNEZ-LÓPEZ, J. L., MAGAL-ROYO, T. GARCÍA LABORDA, J. & GARDE CALVO, F. (2010). Methods of Adapting Digital Content for the Learning Process Via Mobile Devices. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1, 2673-2677.
- GIMÉNEZ-LÓPEZ J. L., MAGAL-ROYO T., GARDE CALVO, F. & PREFASI GOMAR, S. (2009). The Adaptation of Contents for the Creation of Foreign Language Learning Exams for Mobile Devices. *IMCL2009. International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 3, Special Issue.
- HERRERA SOLER, H. Y GARCÍA LABORDA, J. (Eds.). (2005). Estudios y criterios para una Selectividad de calidad en el examen de Inglés. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- HAUPTMANN, A. G. (1989). Speech and Gestures for Graphic Image Manipulation. *Computer Human Interface*, CHI 89, 241-245.
- INGLE, V. & DESHPANDE, A. (2010). Online Multimodal Interaction for Speech Interpretation. *International Journal of Computer Applications*, 1 (19), 81-85.
- KVALE, K. & WARAKAGODA, N. D. (2010). Multimodal Interfaces to Mobile Terminals-A Design-for-all-approach. En R. MÁTRAI (Ed.), *User interfaces* (pp. 207-228). InTech.
- MAGAL-ROYO, T., GARCÍA LABORDA, J., PERIS-FAJARNES, G. & SPACHTHOLZ, P. (2007). Visual Learning Through Guided Iconography in Wireless Scenarios. *Proceedings of ECEL 2007. The 6th European Conference on e-learning*. 415-418.
- MAGAL-ROYO, T., PERIS-FAJARNES, G., TORTAJADA MONTAÑANA, I. & DEFEEZ GARCIA, B. (2007). Evaluation Methods on Usability of M-Learning Environments. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 1 (1).
- MORAN, D. B., CHEYER, A. J., LUC, J., MARTIN, D. L. & PARK, S. (1998). Multimodal User Interfaces in the Open Agent Architecture. *Intelligent User Interfaces. Knowledge-Based Systems*, 10 (5), 295-303.
- NISHIMOTO, T., SHIDA, N., KOBAYASHI, T. & SHIRAI, K. (1995). Improving Human Interface in Drawing Tool Using Speech, Mouse, and Key-board. *Proceedings of 4th IEEE*

- International Workshop on Robot and Human Communication*, ROMAN'95. 107-112.
- OVIATT, S. (1996). Multimodal Interfaces for Dynamic Interactive Maps. *Computer Human Interface*. CHI '96. 95-102
- (1999): Ten Myths of Multimodal Interaction. *Communication at the ACM*. ACM Press, 42 (11), 74-81.
- (2006). Multimodal Interaction with Mobile Devices: Fusing a broad Spectrum of Modality Combinations. *IOS Press*. 246.
- OVIATT, S. & COHEN, P. (2000). Multimodal Interfaces that Process what Comes Naturally. *Communications of the ACM*, 43 (3), 45-53.
- OVIATT, S. & LARSON, J. A. (2003). Principles for Multimodal User Interface Design. *Workshop*. CHI 2003: *New Horizons*. Florida, USA. 1058-1059.
- OVIATT, S., DEANGELI, A. & KUHN, K. (1997). Integration and Synchronization of Input Modes during Multimodal Human-Computer Interaction. *Proceedings of Conference Human Factors in Computing Systems*, CHI'97, Atlanta, 415-422.
- SHARMA, R., PAVLOVIC, V. I. & HUANG, T. S. (1998). Toward Multimodal Human-Computer Interface. *Invited paper at Proceedings of the IEEE*, 86 (5) 853-869.
- SHARMA, R., HUANG T. S. & PAVLOVIC, V. I. (1996). A Multimodal Framework for Interacting with virtual environments. En C. A. NTUEN, E. H. PARK & J. H. KIM (Eds.), *Human Interaction with Complex Systems*, (pp. 53-71). Norwell: Kluwer.

Fuentes electrónicas

- ALWAN, A., YIJIAN BAI, BLACK, M. ET AL. (2007). A System for Technology Based Assessment of Language and Literacy in Young Children: the Role of Multiple Information Sources *IEEE 9th Workshop on Multimedia Signal Processing*, 26-30. Recuperado el 15 de junio de 2011, de http://diana.icsl.ucla.edu/Tball/publications/tball_mmsp07.pdf
- CAMPILLO LLANOS, L. (2010). Tecnologías del habla y análisis de la voz. Aplicaciones en la enseñanza de la lengua. *Revista Dialogo de la lengua*. Recuperado el 2 de junio de 2011, de http://www.dialogodelalengua.com/articulo/pdf/2/1_campillos_DL_2010.pdf
- COPPOCK, S. & MAZLACK, L. J. (2004). Multi-modal Data Fusion: a Description. Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems. *Lecture Notes in*

- Computer Science*. (3214) 1136-1142. Recuperado el 12 de junio de 2011, de DOI: 10.1007/978-3-540-30133-2_151
- DUARTE, C. (2008). Design and Evaluation of Adaptive Multimodal Systems. Doctoral Theses. Departamento de Informática. Universidad de Lisboa. Recuperado el 12 de febrero de 2011, de <http://hdl.handle.net/10455/3123>
- KÖNIG, W. A., RÄDLE, R. & REITERER, H. (2010). Interactive Design of Multimodal User Interfaces. Reducing Technical and Visual Complexity. *Journal on Multimodal User Interfaces*. SpringerLink Ed. (3), 3.197-213. Recuperado el 12 de febrero de 2011, de <http://hci.uni-konstanz.de/intehrdis/koenig-Squidy-JMUI-2010.pdf>
- LARSON, J. A. (2010) Standard Languages for Developing Multimodal Applications. Recuperado el 12 de junio de 2011, de www.larson-tech.com/Writings/multimodal.pdf.
- MCGEE-LENNON, M., NIGAY, L. & GRAY, P. (2010). The Challenges of Engineering Multimodal Interaction. *Journal on Multimodal User Interfaces*. SpringerLink Ed. Vol. 3, (3) 155-156, Recuperado el 2 de junio de 2011, de www.springerlink.com/index/y55w472191907011.pdf
- TAN, D. & NIJHOLT, A. (2010). Brain-Computer Interfaces and Human-Computer Interaction. Brain-Computer Interfaces. *Human-Computer Interaction Series*, Vol. 0 (1), 3-19. Recuperado el 12 de junio de 2011, de DOI: 10.1007/978-1-84996-272-8_1.
- WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. W3C (2003). Device Independence Principles. Recuperado el 12 de junio de 2011, de <http://www.w3.org/TR/2003/NOTE-di-princ-20030901>
- (2009). EMMA: Extensible MultiModal Annotation Markup Language. Recuperado el 12 de junio de 2011 de <http://www.w3.org/TR/2009/REC-emma-20090210>
- (2009a). Guía Breve de Interacción Multimodal. Oficina Española del W3C. Recuperado el 15 de junio de 2011, de <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/Multimodalidad>
- (2009b). Multimodal Architecture and Interfaces. Recuperado el 12 de junio de 2011, de <http://www.w3.org/TR/2009/WD-mmi-arch-20091201>
- ZANDER, T. O., KOTHE, C., JATZEV, S. & GAERTNER, M. (2010) Enhancing Human-Computer Interaction with Input from Active and Passive Brain-Computer Interfaces. *Human-Computer Interaction Series*, 0 (3), 181-199. Recuperado el 12 de junio de 2011, de DOI: 10.1007/978-1-84996-272-8_11.

Dirección de contacto: Teresa Magal-Royo. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. E-mail: tmagal@degi.upv.es