

AmICog – Tecnologías móviles para la asistencia global a personas con discapacidad cognitiva en el entorno laboral

Javier Gómez, Xavier Alamán, Germán Montoro, Adalberto Plaza, and Juan Carlos Torrado

Universidad Autónoma de Madrid

{jg.escribano,xavier.alaman,german.montoro,adalberto.plaza,juancarlos.torrado}@uam.es

<http://amilab.ii.uam.es>

Abstract. En este artículo se presenta el sistema AmICog, diseñado específicamente para asistir a personas con discapacidad cognitiva en el entorno laboral. Para ello se emplean teléfonos móviles para mostrar guías interactivas adaptadas al usuario, tarea y contexto, así como un mecanismo de localización y guiado en entornos interiores.

Keywords: Tecnologías para la asistencia, discapacidad cognitiva, actividades de la vida diaria, guías interactivas, desplazamientos interiores, dispositivos móviles

1 Introducción

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan las personas con discapacidad cognitiva es la falta de autonomía personal. Incluso en personas cuya discapacidad no es acusada -y en principio podrían gozar de un grado de independencia similar al de personas sin discapacidad-, la dificultad de encontrar y mantener un trabajo impide su independencia real, ya que la plena autonomía personal de una persona con discapacidad cognitiva pasa necesariamente por su inserción laboral [1]. Alrededor de esta problemática existen multitud de cuestiones, como la productividad, capacidad de ejecución y planificación, etc. Si bien, algunos de estos escollos pueden ser aliviados mediante el empleo tecnologías para la asistencia (AT) que, como define el ISO9999 [2], “son cualquier dispositivo, equipo, instrumento, tecnología o software producido para prevenir, compensar, monitorizar, mitigar o neutralizar disfunciones en las estructuras y funcionalidades corporales, restricciones en actividades y problemas en la participación social”.

El sistema presentado en este artículo, AmICog, se puede englobar bajo esta categoría y pretende proveer soporte a personas con discapacidad intelectual para poder desarrollar más eficaz y eficientemente su trabajo. Para ello, se hace uso de dispositivos móviles como elementos de asistencia para la localización y empleo de recursos en el lugar de trabajo.

Si bien las herramientas provistas se han diseñado para ser usadas durante la vida laboral, se consideran especialmente útiles durante el periodo de entrenamiento que se produce en la incorporación al puesto de trabajo, así como en el desempeño de nuevas tareas para las cuales el usuario no haya sido entrenado. Un valor añadido del sistema es compaginar la asistencia con el entrenamiento, teniendo como objetivo final lograr que el usuario termine no dependiendo del sistema. Así, la asistencia virtual irá gradualmente adaptándose a sus habilidades. A medida que éste vaya ganando experiencia y confianza en la tarea, se le irá proveyendo menor asistencia hasta, si fuera posible, desaparecer por completo.

De esta forma, el sistema cuenta con dos módulos diferenciados pero, a su vez, relacionados. Por un lado, el módulo AssisT-Task es el encargado de proveer guías interactivas para el manejo de recursos y la realización de tareas. Por otro lado, AssisT-In orienta al usuario en sus desplazamientos por el entorno laboral (oficina, edificio, etc.) Así, se dispone de un sistema integral para ayudar a la inserción laboral de personas con discapacidad cognitiva.

El artículo está organizado como sigue: tras una revisión del trabajo relacionado, se presenta el sistema completo, describiendo de forma detallada cada uno de los módulos. Finalmente, tras extraer las conclusiones más importantes del trabajo, se enumeran algunas líneas de trabajo futuro.

2 Trabajo relacionado

Como se ha introducido en la sección anterior, el trabajo aquí presentado se enmarca dentro de las tecnologías para la asistencia. El hecho de emplear tecnologías para ayudar a personas con discapacidad cognitiva viene respaldado por estándares y leyes, lo que ha ayudado al creciente interés de la comunidad científica en esta área, como destacan Carmien et al. en [3].

Uno de los aspectos más interesantes del área es la relación entre las discapacidades cognitivas y la Interacción Persona – Ordenador. En concreto, en el trabajo de LoPresti et al. [4] se enumeran una serie de requisitos que deben cumplir las “Tecnologías para la Asistencia Cognitiva (TAC)” para adaptarse a la discapacidad, como son la presentación de información en diversos modos (gráficos, vídeo, audio, etc.), lo más simple posible y de forma secuencial. Además, los autores apuntan que, por lo general, las personas con algún tipo de discapacidad cognitiva suelen presentar también discapacidades físicas y sensoriales (vista, oído, coordinación, etc.) Con esto, lo que sugieren es la inclusión del usuario en la etapa de diseño y el uso de modelos de usuario en las TAC.

En la literatura encontramos diversas recopilaciones y clasificaciones de sistemas para la asistencia en la realización de tareas, pero cabe destacar la propuesta por Tsui y Yanco en [5], donde encontramos una revisión del estado del arte de las TAC. En concreto, el artículo se centra en dispositivos para la ayuda de realización de tareas secuenciales. Esta revisión aporta una muy buena visión general ya que, además de clasificar los diferentes proyectos, presenta evalua-

ciones de algunos de ellos. Las autoras del artículo dividen las herramientas en dos grandes grupos: las que usan nuevas tecnologías y las que no.

Con respecto a los sistemas que sí usan tecnología, por un lado, encontramos sistemas capaces de mostrar actividades en forma de secuencias lineales. Estos proyectos, orientados a dispositivos móviles, permiten la representación de secuencias de imágenes y texto para la realización de actividades. Es decir, se muestra una guía paso a paso con las tareas a realizar para completar la actividad. Entre ellos encontramos iPrompts [6] o The Jogger [7].

Por otro lado, Tsui y Yanco clasifican en otra categoría los sistemas capaces de mostrar secuencias con saltos. En este caso, las secuencias representadas pueden variar según el contexto en el que se encuentre el usuario o las respuestas que dé ante ciertas preguntas. De esta forma, la secuencia de pasos se adaptará a la situación en la que se encuentre el usuario. Algunos proyectos relevantes de este tipo son Visual Assistant [8], Planning and Execution AssisTant (PEAT) [9], VICAID [10] y Memory Aiding Prompting System (MAPS) [11].

Finalmente, en el artículo se presentan dos proyectos clasificados como inteligentes, dado que son capaces de detectar el progreso del usuario y mostrar el paso siguiente de forma automática, sin que éste se lo indique. Los proyectos presentados son General User Interface for Disorders of Execution (GUIDE) [12] y COACH [13].

Por otro lado, otra de las áreas en las que el AmICog ofrece asistencia es la navegación en entornos interiores. Para este proyecto, como concluyó Benson en [14], hay que considerar que las personas con Síndrome de Down cometen más errores y tardan más tiempo en realizar una navegación en un entorno virtual que otras personas con un desarrollo espacial comparable (personas con otro tipo de discapacidad intelectual y niños). Estos peores resultados se mantienen a pesar de que se produzca un entrenamiento previo. Según su investigación, la principal causa de este déficit se debe a la disfunción en el hipocampo asociada a las personas con Síndrome de Down.

Por otro lado, Lemoncello et al. evaluaron tres sistemas de orientación diferentes para la navegación: puntos conocidos/destacados y calles con puntos cardinales e izquierda – derecha [15]. De su análisis concluyeron que lo mejor era emplear puntos conocidos. Otro trabajo interesante es el realizado por Fickas et al. [16] acerca de cuál es la mejor forma de asistir a un usuario cuando se pierde durante la ruta. Su estudio consistió en la evaluación de dos grupos de personas (con discapacidad intelectual y sin ella) que requieren asistencia cuando realizan un camino con unas indicaciones intencionadamente erróneas. Entre otras cosas concluyeron que las personas con discapacidad intelectual tienen más dificultades a la hora de expresar su posición a un asistente encargado de volver a situarles en ruta. Además requieren más indicaciones para volver a retomar el camino correcto, verificaciones constantes e intervenciones más frecuentes.

Con respecto a la forma de proporcionar la información se deben tener en consideración los trabajos de Liu et al. [17] y de Chang y Wang [18]. Según sus estudios, de los primeros sobre el desarrollo de una interfaz funcional para

personas con discapacidad intelectual, cada usuario tiene sus preferencias a la hora de recibir instrucciones imágenes, audio y texto.

Otro trabajo interesante de este área es el propuesto por Liu et al. en [19], donde discuten sobre otros elementos que pueden estar presentes en una aplicación de movilidad. Hablan de la utilidad de incluir nombres de sitios cuando se suministran las indicaciones, se propone la posibilidad de introducir indicaciones compuestas y, por último, se habla sobre la personalización de rutas. Es decir, que la ruta entre dos puntos no sea la misma, si no que dependa de las características del usuario (por ejemplo, evitar escaleras si el usuario tiene problemas de movilidad).

Finalmente, un trabajo muy interesante es WADER (Wayfinding System with Deviation Recovery), realizado por Tsai [20]. Se trata de una aplicación para la movilidad en interiores que emplea una PDA y códigos QR para realizar las rutas.

Tan importante como la personalización y adaptación de las herramientas son los análisis de los resultados por parte de los educadores y cuidadores de estas personas, como señalan Hidalgo et al. en [21], que plantean un sistema que aprovecha los registros de salida de un sistema de planificación de tareas y evaluación informatizada de los resultados para, mediante aprendizaje automático, aportar recomendaciones para la planificación de las futuras tareas.

3 AmICog

El proyecto AmICog se enmarca en el ámbito de las tecnologías para la asistencia y su objetivo principal es proporcionar recursos que faciliten la interacción con el entorno físico y social de las personas con discapacidad cognitiva. En concreto, AmICog, proporciona asistencia de carácter global en el entorno laboral de una persona, con el fin de que adquiera un mayor nivel de independencia y autonomía.

Como ya se ha comentado anteriormente, el sistema se compone de dos módulos: AssisT-Task y AssisT-In, orientados a la asistencia en la realización de tareas de la vida diaria y el guiado en interiores, respectivamente.

3.1 AssisT-Task

Obtener y mantener un empleo es una tarea fundamental a la hora de adquirir independencia. Sin embargo las personas con discapacidad cognitiva presentan una serie de limitaciones que les puede impedir trabajar con normalidad. Si bien el marco legal vigente en España obliga a las empresas a contratar a personas con diversidad funcional, en el caso de la discapacidad cognitiva se presentan una serie de impedimentos que limitan estos contratos, como son la falta de autonomía, el tiempo de aprendizaje de las tareas laborales, la necesidad de supervisión, etc.

Con el objetivo de subsanar algunos de estos impedimentos, se ha diseñado AssisT-Task, un sistema que, gracias al uso de teléfonos inteligentes (smart-

phones) y códigos QR¹, presenta al usuario guías interactivas adaptadas para la realización de actividades en forma de secuencias de instrucciones que ayudan al trabajador a realizar su tarea.

En concreto, este trabajo parte del proyecto “aQRdate”, presentado en [22], si bien se han desarrollado una serie de mejoras a la hora de adaptar la secuencia al contexto del usuario. En el proyecto del que se parte, la adaptación se producía a dos niveles: por un lado, el tutor podía eliminar gradualmente la asistencia a medida que el usuario avanzaba hasta, si fuese posible, hacerla desaparecer. Por otro lado, tanto las interfaces como la interacción se diseñaron específicamente para colectivos con discapacidad cognitiva, atendiendo a sus necesidades especiales.

Como resultado de la evaluación realizada, se concluyó que el sistema ayudaba al aprendizaje de tareas cotidianas (como preparar un desayuno) y, mediante las entrevistas realizadas a familiares, se comprobó que el sistema también aportó confianza y motivación a los usuarios. Por contra, existía una limitación que AssisT-Task pretende cubrir: proporcionar mayor adaptación al contexto en el que se encuentra el usuario.

Para ello, se plantea la posibilidad de que el usuario aporte información contextual que permita adaptar la secuencia de pasos a seguir. Así, las actividades podrían ser no lineales, es decir, que dependiendo de las necesidades puntuales del usuario, los pasos a seguir difieran de la secuencia genérica planteada por el cuidador. Para ello, se diferencian dos casos: las repeticiones y las bifurcaciones.

Por un lado, dependiendo de qué casos, el usuario tendrá que repetir varias veces alguno de los pasos de la actividad. Para ello, se propone un mecanismo doble por el cual el tutor puede especificar el número de veces que se repetirá el paso o tarea, o bien, si en el momento de la descripción aún no sabe el número de repeticiones, el sistema preguntará al usuario durante la ejecución. Un ejemplo de este tipo de repeticiones surge a la hora de hacer fotocopias. Aunque un usuario más avanzado probablemente configuraría la fotocopidora para que hiciera el número de copias requerida, quizás para un usuario con capacidades más restringidas, sea más fácil hacer que repita la acción “pulsar el botón de hacer copia” tantas veces como la actividad lo requiera.

Por otro lado, en ciertas ocasiones, una misma actividad puede estar compuesta de diferentes pasos dependiendo del objetivo final del usuario. Volviendo al ejemplo de hacer fotocopias, los pasos a seguir serán diferentes dependiendo si el usuario tiene que hacer fotocopias manuales o automáticas, si son a una o dos caras, etc. La actividad “hacer fotocopias” es única, si bien los pasos que se mostrarán al usuario dependerán de sus necesidades puntuales y su contexto. Así, el tutor puede definir bifurcaciones o puntos de decisión basados en preguntas con respuesta múltiple y cerrada. Es decir, en los pasos que así lo requieran, se preguntará al usuario por qué dirección tomar mediante un mensaje con respuesta múltiple, de forma que los pasos que componen el manual se adaptarán para completar la actividad de acuerdo a ese contexto.

¹ QR Code is registered trademark of DENSO WAVE INCORPORATED.

Para ello, gracias a la flexibilidad que ofrece el middleware sobre el que se describen los manuales [23], es posible modelar las actividades y cada uno de los pasos que las componen, así como las relaciones de secuenciación (anterior/siguiente), las repeticiones y las bifurcaciones. El modelado de estas dos nuevas opciones se ha realizado mediante el uso de nuevas capacidades. Estas capacidades representan las propiedades funcionales de los elementos que las poseen y, a su vez, pueden estar compuestas por propiedades intrínsecas (que no representan funcionalidad).

En la Figura 1 se muestran las capturas de pantalla correspondientes a: (a) selección del número de copias a realizar. (b) Paso a repetir 3 veces; el contador que aparece se decrementará conforme el usuario pulse en el botón siguiente. (c) Tarea en la que se solicita información al usuario; éste debe aportar información contextual, seleccionando el modo de copia (una o dos caras).



Fig. 1. Capturas de pantalla de AssisT-Task para (a) selección de número de repeticiones; (b) tarea que se debe repetir; y (c) solicitud de información contextual al usuario

3.2 AssisT-In

El módulo AssisT-In es el encargado de proporcionar asistencia al usuario con discapacidad cognitiva a la hora de realizar desplazamientos en entornos interiores. Esta ayuda resulta particularmente interesante en entornos desconocidos por el usuario, como puede ser el espacio de trabajo tras la incorporación a la empresa.

A menudo los sistemas de guiado y navegación hacen uso de la localización mediante GPS que, si bien la precisión puede llegar a ser razonable (unos 5m), sólo es válido en entornos exteriores y preferiblemente abiertos. Por lo tanto, para entornos interiores se deben utilizar otros mecanismos.

En concreto, gracias nuevamente al uso de los códigos QR, se puede etiquetar y modelar el entorno de forma que el usuario pueda escanear uno de estos códigos y el sistema reconozca automáticamente su posición y pueda ofrecerle el guiado en el desplazamiento.

Para ello el sistema debe, por un lado, reconocer al usuario para ofrecerle la ayuda lo más adaptada posible. Dadas las limitaciones de los usuarios a los que va destinado este sistema, en lugar de solicitar un registro basado en nombre y contraseña, se muestra una lista de nombres con fotografías, de forma que los usuarios se puedan reconocer fácilmente. Tras esto, se pregunta al usuario por el destino al que quiere llegar presentándole una lista. Una vez selecciona uno de los puntos, el único dato que le falta al sistema por conocer es la ubicación del usuario. Para ello, se le solicita que escanee el código QR más cercano y, una vez lo hace, el sistema calcula la ruta desde ese punto al destino final.

A la hora de dar las indicaciones, en lugar de usar órdenes del estilo gira a la izquierda/derecha, continúa recto o sube las escaleras se presentan fotografías reales de la “vista” que debe buscar, resaltando la posición de la siguiente pista. Por lo tanto, uno de los requisitos del sistema es que, a la hora de desplegar los códigos QR, debe haber visión directa entre ellos.

Por cada punto de la ruta (o pista) el usuario recibe tres instrucciones: primero se le muestra una vista de donde está el siguiente código QR y se le indica que se dirija allí. Una vez llega, debe pulsar el botón para escanear la pista y, finalmente, se le muestra el resultado (código correcto, fuera de ruta, anterior o posterior). En cualquiera de los casos, tras aportarle ese feedback, el sistema recalcula la ruta (en caso de ser necesario) y le muestra la siguiente pista, hasta llegar a la última.

Tanto la interfaz como la interacción se han adaptado a las necesidades de los usuarios, presentando interfaces limpias y sencillas y textos claros. También se ha decidido añadir una mascota que les ayude ya que, según Schroeder y Axelsson [24], el uso de asistentes virtuales contribuye a la motivación de los usuarios. Además, la expresión del asistente varía en función del tipo de mensaje que transmite.

Una de las ventajas de este mecanismo es que el usuario debe prestar mayor atención al entorno, promocionando el aprendizaje y la localización de puntos de referencia. Además, desde el punto de vista del usuario, las órdenes son mucho más simples de entender y son siempre iguales (busca la vista que se muestra en la fotografía y escanea la pista)

En la Figura 2 se muestran tres capturas de pantalla de la aplicación móvil. La imagen (a) se corresponde con la selección del usuario (se ha distorsionado la fotografía para garantizar el anonimato). Como se puede ver en la captura, el usuario no tiene que introducir ningún tipo de texto, tan solo recorrer la lista de nombres/fotografías usando los botones izquierda/derecha y, una vez se encuentre, pulsar la tecla OK. En (b) se muestra la captura de búsqueda de la siguiente pista. Como se aprecia en la imagen, las fotografías del entorno son reales y se han tomado desde una pista, mirando hacia la siguiente. Además, en este caso, se ha resaltado la posición del código QR ya que no se apreciaba

debido a la perspectiva. Finalmente, en (c) se muestra el mensaje final, indicando al usuario que ya ha llegado a su destino.



Fig. 2. Capturas de pantalla de AssisT-In. (a) Pantalla de selección de usuario. (b) Pantalla de búsqueda de pista. (c) Mensaje de acierto (se ha alcanzado el final de la ruta)

4 Conclusiones

El proyecto AmICog pretende asistir a personas con discapacidad cognitiva en sus tareas de la vida diaria, gracias al empleo de tecnologías provenientes de la Inteligencia Ambiental y la computación ubicua. En concreto, se hace uso de teléfonos móviles que, en combinación con códigos QR nos permiten reconocer el contexto del usuario y así facilitarle la asistencia.

AmICog se compone de dos módulos, AssisT-Task y AssisT-In. El primero de ellos provee manuales adaptados para la realización de tareas de la vida diaria. Los códigos QR nos permiten codificar la información necesaria para reconocer la tarea que el usuario desea realizar de forma única. Una vez escaneados con el teléfono, el sistema facilita el manual asociado a la actividad de forma adaptada tanto a la tarea, como al usuario y a su contexto. Este módulo parte de un trabajo previo, si bien se ha ampliado su flexibilidad gracias a que ahora las tareas no tienen por qué ser lineales, si no que se pueden tomar diferentes caminos dependiendo del contexto concreto del usuario, gracias a que se ha incluido la posibilidad de añadir preguntas de selección múltiple y especificar que una tarea se debe repetir o bien un número específico de veces o bien determinado por las necesidades puntuales del usuario.

Por otro lado, AssisT-In proporciona guiado en entornos interiores para la localización de recursos. En este caso también se emplean códigos QR para localizar al usuario. Esto se debe a que, previamente, se ha modelado el entorno y etiquetado con los códigos de forma que, cuando el usuario lo escanea, podemos conocer su ubicación y facilitarle las indicaciones pertinentes para que llegue a su destino.

5 Trabajo Futuro

Llegados a este punto, la principal línea sobre la que se debe trabajar es la evaluación de las herramientas desarrolladas con usuarios pertenecientes a grupos con discapacidad cognitiva y en situación de inserción laboral.

De esta forma, se podrá llegar a obtener una cierta medida sobre la idoneidad de estas herramientas, así como detectar posibles conflictos y profundizar sobre la adaptación gradual de la asistencia conforme el usuario adquiera conocimientos.

6 Agradecimientos

Este proyecto se ha desarrollado bajo la Cátedra UAM-Indra de Inteligencia Ambiental para la Discapacidad Cognitiva.

References

- [1] de Urries, F. J., Verdugo, M. and Benito, M. Influence of social welfare and the pensions system in work and access to employment by people with disabilities. *Journal of Vocational Rehabilitation*. 37, 99-108 (2012)
- [2] ISO9999: Assistive products for persons with disability – Classification and terminology ISO (2007)
- [3] Carmien, S., DePaula, R., Gorman, A. and Kintsch, A. Increasing workplace independence for people with cognitive disabilities by leveraging distributed cognition among caregivers and clients. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*. 13, 443-470 (2004)
- [4] LoPresti, E., Mihailidis, A. and Kirsch, N. Assistive technology for cognitive rehabilitation: State of the art. *Neuropsychological Rehabilitation*. 14, 5-39 (2004)
- [5] Tsui, K. and Yanco, H. Prompting Devices: A Survey of Memory Aids for Task Sequencing. *QoLT International Symposium: Intelligent Systems for Better Living* (2010)
- [6] Handhold Adaptive. iPrompts. *Advance for Speech-Language Pathologists and Audiologists Journal*. 20(15), (2010)
- [7] Independent Concept Inc. The Jogger. U.S. Patent No. 5836304 (1998)
- [8] Davies, D., Stock, S. and Wehmeyer, M. Enhancing independent task performance for individuals with mental retardation through use of a handheld self-directed visual and audio prompting system. *Education and Training in Mental Retardation and Developmental Disabilities*. 37, 209-221 (2002)
- [9] Levinson, R. Peat—the planning and execution assistant and trainer. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*. 769, 85-91 (1997)

- [10] Furniss, F., Lancioni, G., Rocha, N., Cunha, B., Seedhouse, P., Morato, P. and O'Reilly, M. VICAID: Development and evaluation of a palmtop-based job aid for workers with severe developmental disabilities. *British Journal of Educational Technology*. 32, 277-287 (2001)
- [11] Carmien, S. Task support for people with cognitive impairments and their caregivers. *American Journal of Occupational Therapy*. 14, 1-4 (2004)
- [12] O'Neill, B. and Gillespie, A. Simulating naturalistic instruction: the case for a voice mediated interface for assistive technology for cognition. *Journal of Assistive Technologies*. 2, 22-31 (2008)
- [13] Mihailidis, A., Fernie, G. and Cleghorn, W. The development of a computerized cueing device to help people with dementia to be more independent. *Technology and Disability*. 13, 23-40 (2000)
- [14] Benson, M. J. The Effects of Landmark Instruction on Wayfinding in Persons with Down Syndrome. PhD. Thesis. The University of Alabama TUSCALOOSA (2010)
- [15] Lemoncello, R., Moore Sohlberg, M. and Fickas, S. How best to orient travellers with acquired brain injury: A comparison of three directional prompts. *Brain Injury*. 24, 541-549 (2010)
- [16] Fickas, S., Sohlberg, M. and Hung, P.-F. Route-following assistance for travelers with cognitive impairments: A comparison of four prompt modes *International Journal of Human-Computer Studies*. 66, 876-888 (2008)
- [17] Liu, A., Hile, H., Kautz, H., Borriello, G., Brown, P., Harniss, M. and Johnson, K. Indoor wayfinding: developing a functional interface for individuals with cognitive impairments. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 3, 69-81 (2008)
- [18] Chang, Y. and Wang, T. Comparing picture and video prompting in autonomous indoor wayfinding for individuals with cognitive impairments. *Personal and Ubiquitous Computing*. 14, 737-747 (2010)
- [19] Liu, A. L., Hile, H., Borriello, G., Brown, P. A., Harniss, M., Kautz, H. and Johnson, K. Customizing directions in an automated wayfinding system for individuals with cognitive impairment. *Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (2009)
- [20] Tsai, S.-K. Wader: a novel wayfinding system with deviation recovery for individuals with cognitive impairments. *Proceedings of the 9th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (2007)
- [21] Hidalgo, E., Castillo, L., Madrid, R., Garcia-Pérez, Ó., Cabello, M. and Fdez-Olivares, J. ATHENA: Smart Process Management for Daily Activity Planning for Cognitive Impairment. *Ambient Assisted Living* (2011)
- [22] Gómez, J., Montoro, G., Haya, P. A., Alamán, X., Alves, S. and Martínez, M. Adaptive manuals as assistive technology to support and train people with acquired brain injury in their daily life activities. *Personal and Ubiquitous Computing*. (2012)
- [23] Gómez, J., Montoro, G., Haya, P. A., Garcia-Herranz, M. and Alamán, X. Distributed Schema-Based Middleware for Ambient Intelligence Environments. *Ubiquitous Developments in Ambient Computing and Intelligence: Human-Centered Applications*. (2011)
- [24] Schroeder, R. and Axelsson, A.-S. Avatars at work and play: Collaboration and interaction in shared virtual environments (2006)