

DE LA REPRESENTACIÓN A LA EXPERIENCIA. Realidad Aumentada para la interpretación del patrimonio monumental de la Lonja de Valencia

FROM THE REPRESENTATION TO THE EXPERIENCE. Augmented Reality for the interpretation of the monument heritage in “La Lonja” of Valencia

Marina Puyuelo Cazorla, Mónica Val Fiel, José Luís Higón Calvet, Lola Merino Sanjuán

doi: 10.4995/ega.2015.4051



1

La tecnología al servicio de la representación gráfica virtual está en plena expansión a través de múltiples aplicaciones emergentes entre las que destaca la Realidad Aumentada. En ésta convergen factores diversos: los soportes gráficos, las experiencias perceptivas o la naturaleza de los dispositivos para su interacción con las personas.

El proyecto 1 de investigación realizado para el edificio gótico de la Lonja de los Mercaderes en Valencia (patrimonio de la humanidad UNESCO, 1996) ha desarrollado el diseño de una aplicación de Realidad Aumentada con el objetivo de observar y validar su empleo como recurso de accesibilidad a distintos contenidos de este enclave monumental.

Las experiencias “in situ” han permitido constatar aspectos relevantes sobre su aportación en el contexto real como: la necesidad de simplificar los medios para favorecer la accesibilidad y autonomía del usuario o, el rol del diseño de las marcas como soportes de la interacción con los modelos virtuales.

PALABRAS CLAVE: REALIDAD AUMENTADA. MODELOS VIRTUALES, ACCESIBILIDAD. PATRIMONIO MONUMENTAL. INTERACTIVIDAD. DISEÑO E INTERFACE

The technology employed in virtual graphic representation is in full expansion by means of numerous emerging applications among which we highlight Augmented Reality. Diverse factors converge in this process: the graphic supports, the perceptive experiences or the nature of the devices for their interaction with people.

The research 1 project prepared for the Gothic-style Silk Market Building called the “Lonja de los Mercaderes” in Valencia (UNESCO Monument Heritage Site, 1996) has developed the design of an Augmented Reality application with the aim to observe and validate its usability as an accessibility resource to diverse contents of this monumental building complex.

The “in situ” experiences have made it possible to record relevant aspects about their contribution in a real context such as: the need to simplify the means to promote the accessibility and autonomy of the user, or the design role of the marks as interaction supports (interface) with the virtual models.

KEYWORDS: AUGMENTED REALITY. VIRTUAL MODELS, ACCESSIBILITY. MONUMENTAL HERITAGE. INTERACTIVITY. DESIGN AND INTERFACE



1. Esta aplicación se ha experimentado en el salón columnario de la Lonja de Valencia, su espacio más representativo

2. Marcas para la selección de los motivos a ampliar. Su diseño constituye una metáfora gráfica que facilita su selección y utilización

1. This application was implemented in the Columned Hall of the Lonja Building in Valencia, its most representative space

2. Marks for the selection of the motifs to be expanded. Their design constitutes a graphic metaphor which facilitates their selection and use

Introducción

La necesidad de preservar lugares monumentales protegidos e incrementar su accesibilidad precisa de nuevas vías de acercamiento y disfrute que los renueve y ponga en valor. La dificultad de modificar determinadas características de estos lugares como ocurre en esta obra del gótico civil del siglo xv (Fig. 1) y de mostrar algunas de sus peculiaridades a un público cada vez más participativo, demandan la investigación en vías de acercamiento que generen nuevas experiencias de conocimiento para todos los visitantes.

La perspectiva del diseño inclusivo insiste en la importancia de promover y equiparar la visita de todas las personas tanto en lo relativo al tiempo empleado, como en su interpretación y conocimiento. Así pues, la integración progresiva de soportes y dispositivos tecnológicos en lugares patrimoniales proporcionan recursos in situ que facilitan una visita expandida y fomentan un conocimiento intuitivo e inmediato basado en su experiencia y disfrute (Bower et al. 2014).

El proyecto ha tenido como objetivo profundizar en las posibilidades que ofrece esta tecnología de sustrato gráfico, para mejorar la accesibilidad resolviendo cuestiones perceptivas derivadas de la escasa iluminación,





Introduction

The necessity to preserve protected monument sites and increase their accessibility requires new avenues of approach and enjoyment which renews them and enhances the experience. The difficulty to modify specific features of these sites such as what occurs in this 15th Century Civil Gothic monument (fig.1) and displaying several of its peculiar features to an increasingly participative audience, demands research in approach methods which generate new experiences of knowledge for all the visitors.

The inclusive design perspective insists on the importance of promoting and equipping the visit for all people both in relation to the time used as well as in their interpretation and knowledge. Thus the progressive integration of supports and technological devices in heritage sites provide on-site resources which facilitate an enhanced visit and encourages intuitive and immediate knowledge based on their experience and enjoyment (Bower et al. 2014). The aim of the project was to explore the options which this graphic substratum technology offers, to thus improve the accessibility by resolving the perception issues derived from the poor lighting, distance of the details, approximation, etc. The selection of Augmented Reality (AR) characterised by the combination of real and virtual elements in an

3. Marca de la tracería del ventanal, representaciones gráficas y empleo de la misma en sus dos niveles de detalle. El visitante maneja la aplicación de modo lúdico e intuitivo

lejanía a detalles, aproximación, etc. La elección de la Realidad Aumentada (RA) caracterizada por la combinación de elementos reales y virtuales de modo interactivo y simultáneo en tiempo y espacio (Azuma, 1997), se ha fundamentado en que es una aplicación poco intrusiva que permite la manipulación directa por el usuario, de modelos virtuales de distinta complejidad en ambientes del espacio real (Schmalstieg, 2010).

Se parte de dos hipótesis: la primera, la necesidad de experimentar con esta tecnología en contextos monumentales reafirmando el concepto del *aprendizaje situado* (Scribner, 1986) que asume que éste ocurre más eficazmente en un contexto real. La segunda, comprobar la viabilidad de realizar una aplicación que resultara lo suficientemente sencilla e intuitiva para que el visitante la utilice directamente de modo autónomo y eficaz (Jaramillo et al. 2010).

El prototipo creado, propone una representación virtual manejable, mediadora en la construcción de nuevas

3. Mark of the window tracery, graphic representations and its use in its two levels of detail. The visitor handles the application in a recreational and intuitive way

formas de interacción, útiles tanto para el conocimiento como para la accesibilidad. Esta herramienta permite acceder a percepciones simuladas que contribuyen a superar los límites comunes de accesibilidad visual en este lugar, derivados de la distancia o la iluminación, o bien inherentes a los usuarios visitantes: imposibilidad de desplazamiento o aproximación a detalles, disminución de sus capacidades de discriminación e identificación visual, etc.

Dadas las características de este patrimonio, se planteaba como requisito incorporar los mínimos elementos para no interceptar la visión global del monumento, valorizando la experiencia tanto personal como colectiva con esta tecnología. Se ha evitado el empleo de dispositivos de uso individualizado por sus características operativas no inclusivas ni colaborativas.

El proyecto de investigación ha permitido validar la usabilidad ² de este prototipo de RA a través de técnicas cualitativas –la observación directa de la interacción de los visitantes con el





4. Marca del arranque de los nervios de la bóveda, representaciones gráficas y obtención de dos modelos descriptivos diferenciados

4. Start mark of the vault ribs, graphic representations and obtainment of two differentiated descriptive models

sistema en este ambiente real— y los resultados, obtenidos de las encuestas cumplimentadas por ellos una vez utilizada la aplicación, como complemento a su visita.

Con el fin de centrar el contenido del artículo al carácter de esta publicación, se presentan los aspectos fundamentales y los criterios establecidos para el diseño de los componentes gráficos de la aplicación de RA desarrollada. En la primera parte se exponen brevemente algunos antecedentes de este tipo de representaciones en la interpretación cultural. El núcleo del artículo presenta la metodología, los requisitos y el diseño de los componentes gráficos del sistema (Fantini, 2012), (Bergig et al., 2011), con los que, el visitante visualiza algunos elementos del edificio de distinto impacto y complejidad, utilizando unas marcas (Fig. 2) fácilmente manejables como únicas interfaces de uso. Finalmente, las conclusiones resumen información cualitativa de la puesta en escena con los participantes.

Antecedentes

La comprensión de un bien patrimonial, ya sea un monumento, un yacimiento arqueológico o más claramente todavía en los casos de patrimonio inmaterial puede verse aumentado y reconocido a través de representaciones que proporcionan información complementaria, facilitan su percepción y proporcionan otros niveles de interactividad.

En el caso del patrimonio cultural y el ámbito museístico en particular, el empleo de sistemas de Realidad Virtual (VR, Virtual Reality) constituye una tendencia consolidada: Mostrar reconstrucciones históricas imposibles de visitar, mostrar su cronológica y proyectos gráficos de reconstrucciones destinadas a la docencia, son algunas de sus aplicaciones más conocidas (Puyuelo et al., 2011).

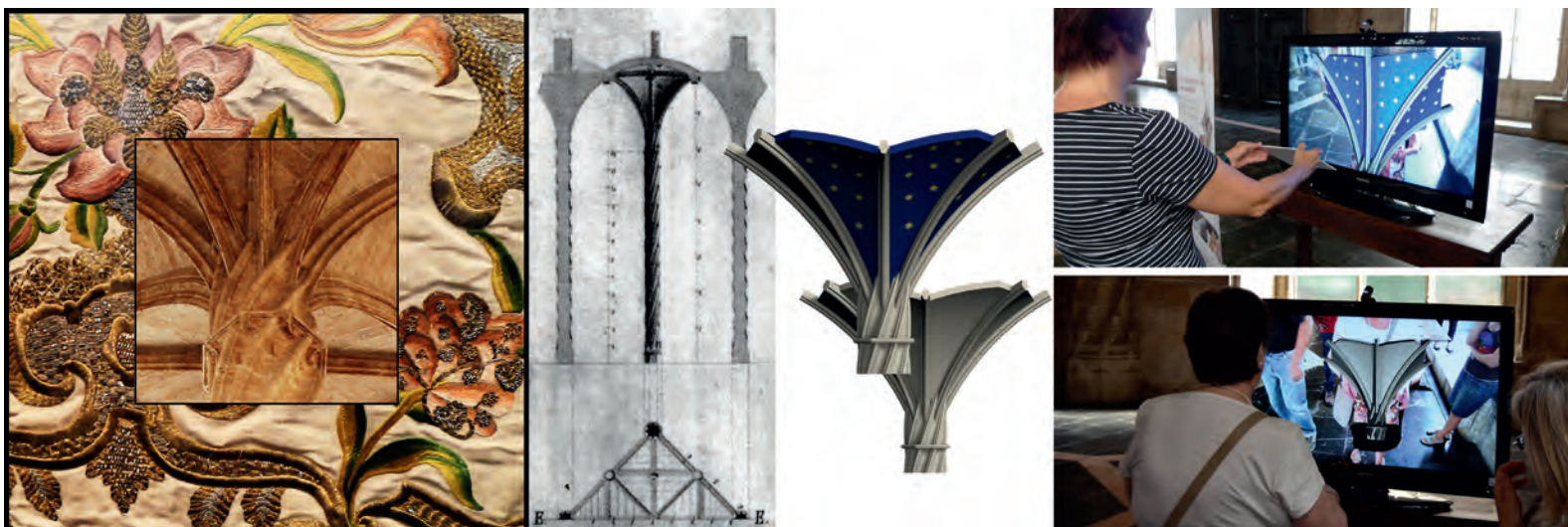
La Realidad Aumentada (AR, Augmented Reality) se centra en la intersección entre las dos realidades: física y virtual con las que el usuario interactúa en tiempo real (Brett et al., 2014)

interactive and simultaneous mode in space and time (Azuma, 1997), has been based on the fact that it is a low-level intrusive application which permits the direct handling by the user, of virtual models with varied complexity in real space settings (Schmalstieg, 2010).

It is based on two hypotheses: the first is the need to experiment with this technology in monumental contexts reaffirming the concept of *situated learning* (Scribner, 1986) which assumes that this occurs most efficiently in a real context. The second verifies the viability of preparing an application which would be sufficiently user-friendly and intuitive so that the visitor directly uses it in an autonomous and efficient way (Jaramillo et al. 2010).

The created prototype proposes a manageable virtual representation, which mediates in the construction of new forms of interaction, useful for both knowledge and accessibility. This tool permits access to simulated perceptions which help to overcome the common limits of visual accessibility in this site, derived from the distance or the lighting, as well as those inherent to the visiting users: impossibility to move or approach the details, reduction of their discrimination and visual identification abilities, etc.

Given the features of this heritage site, we planned the requirement to incorporate minimum elements in order not to intercept





the overall vision of the monument, assessing both the personal and collective experience with this technology. The use of slides with an individualised use was prevented due to their non-inclusive and non-collaborative operating features.

The research project made it possible to validate the usability 2 of this AR prototype by means of qualitative techniques –the direct observation of the visitors’ interaction with the system in this real setting– and the results, obtained from the surveys completed by them after they had used the application, as an accessory for their visit.

With the aim to focus the paper’s contents on the nature of this publication, the essential aspects and established criteria are presented for the design of the graphic components of the developed AR application. In the first section, we briefly explain the background of these types of representations in cultural interpretation. The core of the article presents the methodology, the requirements and the design of the system’s graphic components (Fantini, 2012), (Bergig et al. 2011), with which, the visitor views several elements of the building with distinct impact and complexity, using several easy-to-handle marks (fig.2) as the sole use interfaces. Finally, the conclusions summarise the qualitative information about the on-site implementation with the participants.

Background

The understanding of a heritage asset, an archaeological site or even more clearly in the cases of intangible heritage assets can be viewed in an augmented way and recognised by means of representations which provide complementary information, facilitate their perception and provide other levels of interactivity.

In the case of the cultural heritage and museum sector in particular, the use of Virtual Reality systems (VR) represents an established trend: to display historical reconstructions that are impossible to visit, show their historical time line and the graphic reconstruction projects aimed at teaching are several examples of its most well-known applications (Puyuelo et al., 2011).

Augmented Reality (AR) is focused on the intersection between two realities: physical

distinguen dos tipos de técnicas: las que aumentan el contenido disponible a través de una pantalla de cualquier dispositivo (tablets, gafas, LCD, etc.) y las que amplían el propio espacio con imágenes integradas directamente sobre el mismo (Bimber y Raskar, 2005). Es el caso de las proyecciones tridimensionales simuladas en tiempo real, conocidas como “projection mapping”, “video mapping” etc. (Mine et al. 2012) y que implican una experiencia colectiva.

La aplicación de técnicas de escaneado ha dado lugar a representaciones en detalle cada vez más precisas que permiten interactuar con ellas y preservar los vestigios. Algunas aplicaciones de visualización novedosas como la “Revealing flashlight” combinan la reproducción de los restos arqueológicos deteriorados con la propia proyección tridimensional de aspecto original sobre su propio volumen (Brett et al., 2014).

Estas aplicaciones de RA en ambientes reales y las formas en las que el usuario entabla relación con el sistema y la información aumentada del entorno, han abierto un campo de investigación sobre la interacción sensorial y perceptiva de los usuarios con los dispositivos a medida que éstos van adquiriendo mayor aceptación (Bruder et al., 2013).

Diseño del prototipo de RA para la Lonja. Materiales y métodos

Esta aplicación de RA aumenta la información sobre este lugar activando de modo individualizado una serie de modelos virtuales que se visualizan en una pantalla instalada a tal efecto. Los ocho modelos elaborados son: La columna helicoidal con la

5. Basa de la columna helicoidal en distintas representaciones correlacionadas en la generación de este prototipo de RA

5. Spiral column base in different correlated representations in the generation of this AR prototype

basa y el módulo del fuste, escalera de caracol que activa la visualización de los peldaños independientes y su composición en la caja de escalera, arranque de los nervios de la bóveda con imagen descriptiva de la plementería coloreada, artesonado de la sala del tribunal, tracería de ventanal y detalle superior, clave de una de las bóvedas del salón columnario, motivo del pavimento *trompe l’oeil* y detalles de la puerta superior del Consulado del Mar.

El usuario utiliza como dispositivos de uso unas marcas que al mostrarlas a la webcam, permiten visualizar sobre ellas los modelos en pantalla. El modo en que se establece la relación con el espacio aumentado es dinámico desde la selección de los modelos hasta su visualización en manos del visitante. (Figs. 2, 3 y 4)

El diseño y desarrollo de este prototipo se ha dividido en dos etapas: la primera, relativa a la creación de los modelos visuales en 3D de los elementos seleccionados y la segunda, relativa al proceso de creación de las marcas que constituyen la interface básica de uso para ampliar los motivos seleccionados.

El equipamiento técnico utilizado se compone de: mesa soporte, pantalla televisión de 23” con *webcam*, ordenador portátil i7, panel de presentación y las marcas impresas en mate sobre forex con los elementos a visualizar.

Con los cuatro primeros modelos en 3D se realizó una experiencia piloto con 45 visitantes, que permitió ajustar características de los componentes, (agarre, posición del modelo visualizado en la pantalla, etc.) para adecuarlos a un público diverso. También permitió determinar la distancia límite de lectura de la webcam y el margen de movimiento del usuario para la obten-



5

ción del modelo sobre la marca. Según las condiciones de iluminación media de este escenario y la posible oclusión parcial de la misma, ésta se determinó entre 0,75 y 1,20 m.

Definición de los soportes gráficos

1. Los modelos 3D

Los elementos seleccionados para desarrollar los modelos virtuales corresponden a dos tipos diferenciados en función de su volumetría: los elementos constructivos tridimensionales completamente volumétricos, como columnas, capiteles y escaleras; y los dependientes del plano, tales como puertas, artesanado y pavimentos.

A partir de esta selección se plantean los modelos virtuales con capacidad de representación suficiente, pero ágiles en su presentación y regeneración como RA.

Dado que sobre este edificio existe una gran cantidad de información

gráfica descriptiva de los elementos a modelar (planimetrías generales y de detalle, documentos originales, publicaciones y Tesis Doctorales con modelos tridimensionales) se plantea abordar el modelado geométrico de los elementos sobre esta documentación. Además, dadas las características constructivas de algunos de ellos (escalera, y artesanado fundamentalmente) la tecnología del Laser-Scanner quedaba descartada puesto que limita la adquisición de datos exclusivamente a las superficies 'vistas'. Otra consideración fue que, en alguno de los casos, la intención no era tanto mostrar la forma del objeto de modo descriptivo, sino su relación constructiva con otros elementos del edificio. Los modelos así obtenidos presentan una baja carga triangular que, en el caso de la basa de la columna se limita a 23500 triángulos (Fig. 5).

Respecto a la definición de la apariencia de las superficies del modelo, se ha realizado un precálculo de sombras que posteriormente se ha mapeado

and virtual fields with which the user interacts in real time. Brett et al. (2014) distinguish two types of techniques: those which increase the available contents by means of the screen of any device (tablets, glasses, LCD, etc.) and those which enhance the space itself with images directly integrated on the same (Bimber and Raskar, 2005). This is the case of the simulated 3-D projections in real time, known as "projection mapping", "video mapping" etc. (Mine et al. 2012) and which involve a collective experience.

The application of scanned techniques has given rise to increasingly accurate detailed representations which facilitate the interaction with them and preserve the ruins. Several innovative display applications, such as the "Revealing flashlight", combine the reproduction of deteriorated archaeological remains with a specific 3-D projection of the original appearance on its own volume (Brett et al., 2014).

These AR applications in real environments and the forms in which the user establishes a relation with the system and the enhanced information of the site has inaugurated a field of research about the sensory and perceptive interaction of users with the devices in the degree that they become increasingly more accepted (Bruder et al.2013).

6. El sistema de reconocimiento identifica la textura en imágenes planas que contienen un gran número de keypoints

6. The recognition system identifies the texture in the flat images which contain a large number of keypoints



6

Design of the AR prototype for the Lonja. Material and Methods

This AR application enhances the information about this site by individually activating a series of virtual models which are displayed on a screen installed for this purpose. The eight prepared models are: The spiral column with the base and shaft module, spiral stairway which activates the display of the independent steps and their composition in the staircase, the start of the vault ribs with the descriptive image of the coloured webbing, coffered woodwork of the court room, the window tracery and upper details, keystone of one of the vaults of the Columned Hall, the motif

como material sobre el modelado. No pretende una imitación de la textura de los objetos, sino conceptualizar los distintos materiales.

El resultado obtenido, tanto en lo referido a la geometría de los modelos como a sus texturas, resulta representativo y dinámico para mostrar los aspectos relevantes de la forma en su utilización.

2. Diseño de las marcas

Las marcas son los soportes básicos de interacción que se toman con una o dos manos para controlar la

aplicación mostrándolos a la cámara. Un sencillo y natural movimiento de aproximación muestra, en algunos modelos, información adicional del mismo elemento.

En su diseño se prescindió de los comunes esquemas binarios optando por la utilización de referentes figurativos familiares a los usuarios y relacionados con los elementos que muestran. La elección de metáforas gráficas ayuda al usuario a comprender mejor la funcionalidad de la interfaz, mejorando la accesibilidad y su capacidad de funcionamiento práctico (Nielsen et al. 1993). El resultado es una com-



posición centrada sobre un cuadrado, combinando imágenes fotográficas de alto valor icónico y representativo. En el centro se sitúa la imagen identificativa del elemento, enmarcada por otra imagen fotográfica que remite a la época. Este marco exterior aporta a la marca la textura necesaria para su lectura ³ por la webcam, y fueron testados en sus proporciones, tamaño y formato para que resulten robustas en su reconocimiento, obteniendo niveles óptimos de 4 y 5 en su evaluación de tracking (Fig. 6). Esta aplicación de RA ha utilizado las librerías de LabHuman basadas en los trabajos de Wagner et al. (2010) y Kim et al. (2010).

Conclusiones

Dado que el objetivo del proyecto ha sido validar la tecnología RA como recurso de accesibilidad, se fomentaba la participación de un perfil de visitante, adultos y personas mayores principalmente, que han mostrado su efectividad de modo autónomo (Fig. 7).

El empleo de la RA confirma las hipótesis establecidas sobre su aportación en el contexto de un *aprendizaje situado*, revalorizando y activando la visita al contexto real. También confirma la necesidad de simplificación en la materialización de la experiencia y el valor estético de las marcas como gráficos de uso.

La experiencia realizada permite afirmar que:

- Se genera una mayor interacción con el patrimonio proporcionando una experimentación intuitiva individual que adquiere proyección colectiva y proporciona un contacto con esta tecnología.
- Partiendo de la iniciativa del propio visitante, sus intereses y habilidades se facilita un aprendizaje individual

y colectivo. Ver sus propias manos en la pantalla, hace que de modo inmediato experimente y sepa lo que hay que hacer: rápidamente recuerda y puede encontrar las posiciones y las formas que desea. Ello obedece al concepto de “propriocepción” (Mine et al., 1999) que se constata en ésta y otras experiencias inmersivas.

- Se estimula el interés por la información adicional intrínseca a contenidos particulares del lugar a través de modelos explicativos, tanto constructivos como descriptivos. También por revisitar y reconocer lo visto.
- La RA permite aumentar la dedicación del visitante hacia los contenidos mostrados, contribuyendo a su apreciación y conocimiento. Se incrementa la duración de esta visita en términos de accesibilidad; en particular para aquellos visitantes que no pueden acceder por condicionantes físicos (intrínsecos o externos) a determinadas zonas y elementos del edificio.

Además, esta investigación en la Lonja ha trascendido sus objetivos, favoreciendo una imagen renovada del monumento y la receptividad de grupos de usuarios ajenos al empleo de este tipo de tecnologías. ■

Notas

- 1 / Nuevas Líneas de Investigación Multidisciplinares PAID 2012 “Nuevas Aplicaciones de las Tecnologías Gráficas para la Mejora de la Sostenibilidad, el Conocimiento y la Accesibilidad al Patrimonio” (Ref. 2786).
 2 / La norma ISO 9241-11 define la usabilidad como el alcance en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso.
 3 / Tecnología RA markerless

Referencias

- AZUMA R. 1997. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, nº 4, pp. 355-385.

of the *trompe l’oeil* flooring, details of the upper door of the “Consulado del Mar” (Sea Consulate) Hall.

The user uses a device which employs marks which are displayed on the webcam which makes it possible to view the on-screen models on them. The mode which establishes the relation with the enhanced space is dynamic ranging from the selection of the models until their visual display in the visitor’s hands. (figs. 2, 3 and 4)

The design and development of this prototype has been divided into two stages: the first in relation to the creation of the visual 3D models of the selected elements and the second, in relation to the creation process of the marks which constitute the basic user interface to expand the selected motifs.

The technical equipment used is comprised of: support table, 23” TV screen with *webcam*, i7 laptop, presentation panel and the matt print marks on forex with the elements to be viewed. With the first four 3D models, we carried out a pilot experience with 45 visitors, which permitted the adjustment of the component features (grip, position of the model viewed on screen, etc.) to adapt them to a diverse audience. It also permitted determining the reading distance limit of the webcam and the user’s margin of movement to situate the model on the mark. According to the average lighting conditions of this scenario and its potential partial occlusion; this was determined between 0.75 and 1.20 m.

Definition of the graphic supports

1. The 3D models

The elements selected to develop the virtual models correspond to two differentiated types based on their volumetry: the completely volumetric 3D construction elements, such as columns, capitals and stairways; and those depending on the plane, such as doors, coffered woodwork and the floors.

Based on this selection, the virtual models were planned with sufficient representation capacity and also versatile in their presentation and regeneration as AR.

Given that this building possesses a large amount of descriptive graphic information of the



elements to be modelled (general planimetry and detail views, original documents, publications and Ph.D. thesis with 3D models), we planned the geometric modelling of the elements based on this documentation. Likewise, given the building features of several of them (basically, the stairway and coffered woodwork), the Laser-Scanner technology was discarded since it limits the data acquisition exclusively to the surface 'views'. Another consideration was that in several cases, the intention was not to merely display the shape of the objective in a descriptive way but also its constructive relation with other elements of the building. The obtained models also have a low triangular load, which, in the case of the column base, is limited to 23500 triangles (fig. 5). With regards to the appearance of the model surfaces, we have carried out a preliminary shadow calculation which was subsequently mapped as material on the modelling. The aim is not the imitation of the texture of the objects but to conceptualize the different materials. The obtained result, both in reference to the geometry of the models and their textures proved to be representative and dynamic to display the most relevant aspects of the form in its usage.

2. Marks design

The marks are the basic supports of the interaction which are used with one or two hands to control the application to show them to the camera. In some models, a simple and natural approach displays additional information of the same element. Its design has discarded the common binary diagrams, choosing the use of figurative references familiar to the users and related to the elements which they display. The selection of graphic metaphors helps the user to understand the functionality of the interface better, improving the accessibility and its practical functioning capacity (Nielsen et al.1993). The result is a composition centred on a square, which combines photographic images with a major iconic and representative value. The identification image of the element is situated in the centre, framed by another photographic image which refers to the time period. This exterior frame provides the mark with the texture required for its reading 3 by

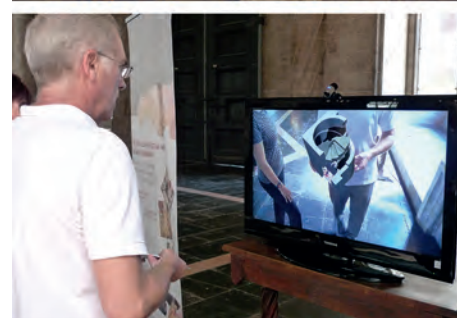
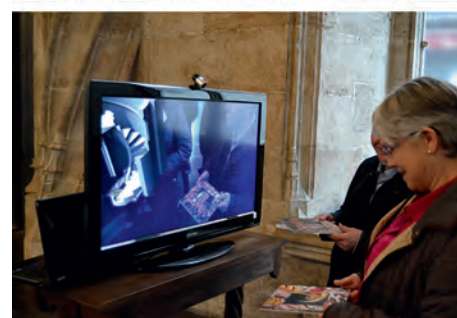
- BERGIG O, HAGBI H., EL-SANA J, et al. 2011. In-Place Augmented Reality. *Virtual Reality*, Vol. 15, nº 2-3, pp 201-212.
- BIMBER O., RASKAR R. 2005. Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds. A. K. Peters, Ltd., Natick, MA (USA).
- BOWER M., HOWE C., McCredie N., et al. 2014. Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51:1, 1-15.
- BURDER G., STEINICKE F. y STURZLINGER W. 2013. To touch or not to touch?: comparing 2D touch and 3D mid-air interaction on stereoscopic tabletop surfaces. *1st Symposium on Spatial User Interaction (SUI'13)*. ACM, New York, NY, 9–16.
- FANTINI F., 2012. Variable level of Detail in Archaeological 3d Models obtained through a Digital Survey. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, nº 19. Pp 306-317.
- MISTRY P., MAES P. y CHANG L. 2009. WUW-wear Ur world: A wearable gestural interface. *CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, pp. 4111–4116.
- MILGRAM P., KISHINO A.F. 1994. Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays”, en *IETC Transactions on Information Systems*. Vol. E77-D, nº.12
- PUYUELO M., MERINO L. VAL FIEL M. et al. 2010. Access to World Heritage Sites: Design Products that Transform Sites into Collective Spaces for Enjoyment and Interactive, *Design Principles and Practices: An International Journal*, en Champaign, Illinois, USA by Common Ground Publishing LLC.
- RIDEL B., REUTER P., LAVIOLE J. 2014. The Revealing Flashlight: Interactive Spatial Augmented Reality for Detail Exploration of Cultural Heritage Artifacts. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, Vol. 7, nº 2, Art. 6, p. 5.
- SCHMALSTIEG D., FUHRMANN A., HESIMA G., et al. 2002. The Studierstube Augmented Reality Project, *Presence*, Vol. 11, nº 1, pp. 33–54.
- SCRIBNER S. 1986. “Thinking in action: Some characteristics of practical thought” en *Practical intelligence: Nature and origins of competence in the everyday World*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 13-30.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido realizado por el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica de la Universitat Politècnica de València en colaboración con Labhuman, financiado por el Programa de Investigación PAID0511 (Ref. 2786). Asimismo, agradecemos al Ayuntamiento de Valencia haber facilitado estas experiencias en este Monumento.

7. Usuarios utilizando este prototipo de RA

7. Users handling this AR prototype





the webcam, and they were tested in their proportions, sizes and formats which were robust in their recognition, obtaining the optimum levels of 4 and 5 in their tracking evaluation (fig.6). This AR application used the LabHuman libraries based on the works of Wagner et al. (2010) and Kim et al. (2010).

Conclusions

Given that the project's objective was to validate the AR technology as an accessibility resource, it promoted the participation of the visitor profile, primarily adults and senior citizens, which demonstrated its effectiveness in an autonomous way (fig.7).

The use of AR confirms the hypothesis established about its contribution in the context of *situated learning*, reappraising and activating the visit to the real context. It also confirms the need for simplification in the execution of the experience and the aesthetic value of the marks as use graphics.

The performed experience makes it possible to affirm:

- A greater interaction with the heritage site is generated by facilitating an individual intuitive experimentation which acquires a collective projection and provides contact with this technology.
- Based on the initiative of the individual visitor, their interests and skills, it provides an individual and collective learning opportunity. Viewing their own hands on the screen, allows them to immediately experience and quickly know what they must do: the user quickly remembers and can find the positions and forms which he/she desires. This obeys the concept of "proprioception" (Mine et al., 1999) which was recorded in this and other immersion experiences.

- It stimulates the interest in additional information intrinsic to the particular contents of the site by means of the explanatory models, both the constructive and descriptive formats. Likewise in order to revisit and recognize what they have seen.
- The AR enhances the visitor's dedication towards the displayed contents, which contributes to their appreciation and knowledge. The duration of this visit is increased in terms of accessibility; specifically for the visitors who cannot access specific zones and elements of the building due to physical condition (intrinsic or external) factors.

Likewise, this research in the Lonja building has transcended its objectives, stimulating a renewed image of the monument and the receptivity of the user groups not familiar with the use of these types of technologies. ■

Notes

1 / New Lines of Multi-disciplinary Research PAID 2012 "New Applications of Graphic Technologies for the Improvement of Sustainability, Knowledge and Accessibility to Heritage" (Ref. 2786).

2 / The ISO 9241-11 standard defines usability as the scope in which a product can be used by specific users to achieve specific goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specific use context.

3 / Markerless AR technology

References

- AZUMA R. 1997. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, nº 4, pp. 355-385.
- BERGIG O, HAGBI H., EL-SANA J, et al. 2011. In-Place Augmented Reality. *Virtual Reality*, Vol. 15, nº 2-3, pp 201-212.
- BIMBER O., RASKAR R. 2005. Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds. A. K. Peters, Ltd., Natick, MA (USA).

- BOWER M., HOWE C., McCredie N., et al. 2014. Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51:1, 1-15.
- BURDER G., STEINICKE F. and STURZLINGER W. 2013. To touch or not to touch?: comparing 2D touch and 3D mid-air interaction on stereoscopic tabletop surfaces. *1st Symposium on Spatial User Interaction (SUI'13)*. ACM, New York, NY, 9–16.
- FANTINI F., 2012. Variable level of Detail in Archaeological 3d Models obtained through a Digital Survey. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, nº 19. Pp 306-317.
- MISTRY P., MAES P. y CHANG L. 2009. WUW-wear Ur world: A wearable gestural interface. *CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, pp. 4111–4116.
- MILGRAM P., KISHINO A.F. 1994. Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays", en *IEICE Transactions on Information Systems*. Vol. E77-D, nº.12
- PUYUELO M., MERINO L. VAL FIEL M. et al. 2010. Access to World Heritage Sites: Design Products that Transform Sites into Collective Spaces for Enjoyment and Interactive, *Design Principles and Practices: An International Journal*, en Champaign, Illinois, USA by Common Ground Publishing LLC.
- RIDEL B., REUTER P., LAVIOLE J. 2014. The Revealing Flashlight: Interactive Spatial Augmented Reality for Detail Exploration of Cultural Heritage Artifacts. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, Vol. 7, nº 2, Art. 6, p. 5.
- SCHMALSTIEG D., FUHRMANN A., HESIMA G., et al. 2002. The Studierstube Augmented Reality Project, *Presence*, Vol. 11, nº 1, pp. 33-54.
- SCRIBNER S. 1986. "Thinking in action: Some characteristics of practical thought" en *Practical intelligence: Nature and origins of competence in the everyday World*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 13-30.

Acknowledgements

This project was carried out by the Architectural Graphic Expression Department (EGA) of the Polytechnical University of Valencia (UPV) in collaboration with Labhuman, funded by the Research Program: PAID0511 (Ref. 2786).

Likewise, we express our appreciation to the Town Council of Valencia for the opportunity to carry out these experiences in this Monument.