

Visor de Realidad Aumentada en Museos (RAM) para Exposiciones Situadas en Entornos Cerrados

Mariano Flores Gutiérrez¹, Tomás Rufete Martínez², José Macanás Vidal², Juan Martínez García³, Carlos María López Martínez⁴ y Francisco Ramos Martínez⁴.

¹ Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia. España

² Neotecno Desarrollos SL. Parque Científico Universidad Murcia. España

³ INREVI, Innovación en Realidad Virtual, Murcia. España

⁴ Arqueología y Diseño Web SL, Murcia. España

Resumen

La realidad aumentada es una tecnología que ha evolucionado en gran medida en los últimos tiempos. La excelente característica de integración entre el mundo real y el virtual convierten a la realidad aumentada en un elemento óptimo para la utilización de modelos 3D en escenarios reales. El Visor de Realidad Aumentada para Museos es un sistema interactivo que permite al visitante integrar en tiempo real los contenidos virtuales sobre los restos o ruinas de una exposición. A medida que el visitante orienta el visor, se realiza un tracking de la posición y perspectiva de la cámara, permitiendo al modelo 3D conservar la misma perspectiva que la del entorno real. Este artículo describe el concepto, arquitectura y tecnología empleada en este dispositivo así como las técnicas de procesado, renderizado y control empleadas.

Palabras Clave: REALIDAD AUMENTADA, MUSEOS INTERACTIVOS, VISIÓN POR ORDENADOR, UNITY 3D.

Abstract

Augmented reality has been increasingly used for the last 10 years. Real and virtual world combination supported by this technology has made augmented reality become an essential element for computer generated data integration in real-world. Museum augmented Reality Viewer is an interactive system that allows visitors to overlay computer generate contents onto sites and archaeological exhibitions in real time. As the person move the camera around, the position and orientation of the camera perspective is tracked, allowing the overlaid material to remain tied to the physical world. This paper describes concept, architecture and technology inside the Museum augmented Reality Viewer, image processing, rendering and PTZ control techniques are also detailed.

Key words: AUGMENTED REALITY, INTERACTIVE MUSEUMS, COMPUTER VISION, UNITY 3D.

1. INTRODUCCIÓN

La continua implantación de nuevas tecnologías audiovisuales en museos, centros de interpretación y parques arqueológicos está convirtiendo a estos emplazamientos en referentes multimedia para los visitantes, pasando de ser meras áreas de exposición a convertirse en elementos interactivos de elevado valor didáctico (Fernández Navarro 2005:22-23). Con la utilización de documentales y exposiciones interactivas basadas en realidad virtual y por medio del desarrollo de contenidos atractivos y accesibles, los audiovisuales que se implantan en estos centros ofrecen un recurso interpretativo más adecuado para el conocimiento y aprendizaje (Plentickx 2004:233-239). De esta forma se potencia la comunicación entre el museo y el visitante proporcionando una experiencia cultural y turística enriquecida. Es tal la influencia que la realidad virtual está teniendo en el ámbito museológico, que las exposiciones virtuales interactivas están ganando terreno a las muestras clásicas, tanto a través de la web como dentro del propio recinto del museo (Santana Mestre 2006).

A pesar de su gran popularidad, la musealización virtual presenta como gran inconveniente la falta de integración de los contenidos virtuales con los elementos reales expuestos en el museo. La significativa brecha existente entre las dos tipologías del museo (real y virtual) hace difícil su visión como un elemento unificado.

La inclusión de la Realidad Aumentada en las exposiciones de museos constituye el nexo de unión entre los elementos reales y virtuales que componen una exposición (Wojciechowski 2004:135-144). A este respecto, los interactivos basados en Realidad Aumentada reducen al mínimo cualquier alteración del elemento original, limitándose a su consolidación y adecuación para su exhibición en un museo, en un centro de interpretación o en un parque arqueológico. Además, este tipo de recursos son capaces de crear experiencias inspiradas en los principios elementales de la interpretación del patrimonio, herramientas participativas que provoquen la curiosidad y estimulen los sentidos a través de participación del usuario en aplicaciones sencillas, facilitando la asimilación del tema principal, invitándole a profundizar en los contenidos o animándole a repetir en otra ocasión la visita.

En el específico caso de la reconstrucción de yacimientos o de cualquier objeto recuperado en una excavación la tecnología de la Realidad Aumentada permite obtener la visualización de la reconstrucción de los restos de forma íntegra sobre los restos reales, sin que esta reconstrucción suponga una alteración de los elementos reales. (Zoellner 2009:193-196, Miyashita-Meier 2008: 103-106, Webster- freiner 1996:913-919).

El proyecto del Visor de Realidad Aumentada en Museos (visor RAM) en desarrollo, permite realizar el proceso de reconstrucción sobre los restos en exposición. A través de una pantalla de visualización y un dispositivo de captura, el sistema es capaz de calcular su posición relativa del visor sobre los restos. Pudiendo mostrar los objetos virtuales de forma superpuesta a sus homólogos reales. Este sistema permite así obtener una inmersión total al visitante.

2. ARQUITECTURA VISOR DEL RAM

Dentro del área de exposición del museo, se encuentra ubicado el Visor RAM. El sistema está basado en un terminal interactivo compuesto por una pantalla que servirá como elemento visor, una cámara, embebida al monitor, que permite capturar en tiempo real una perspectiva de los restos, y un panel de control para la orientación de la cámara (Figura 1).

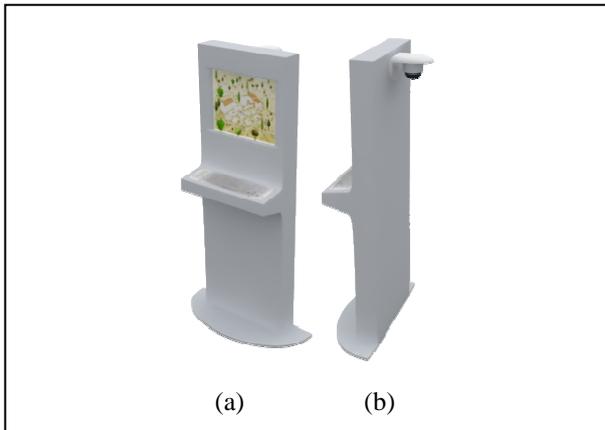


Figura 1. Estructura esquemática frontal (a) y posterior (b) del visor RAM donde se muestra el monitor, dispositivo de captura con plataforma de fijación y panel de control.

La cámara empleada se encuentra fijada a un soporte con capacidad de giro, tanto lateral como vertical, que le permite cubrir en su totalidad el área ocupada por la zona arqueológica en la que se encuentra ubicada. Mediante un sistema de control situado frente al monitor, el visitante es capaz de orientar la cámara de forma que enfoque la parte de los restos que quiere observar (Figura 2). Este sistema de control permite obtener un alto grado de precisión y estabilidad en el movimiento de la cámara, la cual está protegida por una cúpula en forma de Domo ofreciéndole al sistema una robustez frente al uso continuado, una característica muy importante para la implantación en museos y centros de interpretación, donde el dispositivo es usado por multitud de usuarios.

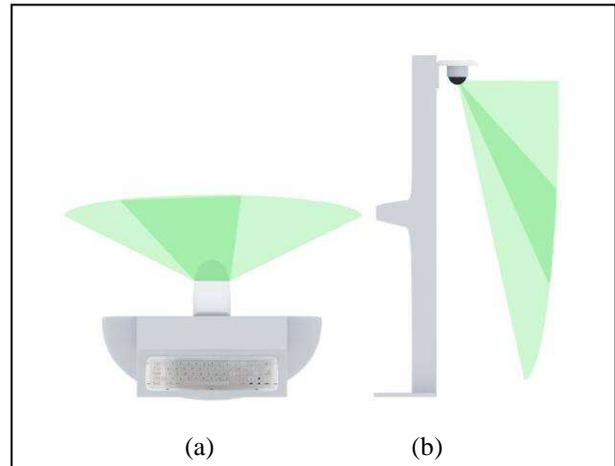


Figura 2. Vista superior (a) y lateral (b) del visor RAM con los rangos de visión máximos (verde claro) y campos de visión (verde oscuro) para la Rotación horizontal (a) y vertical (b) de la cámara.

3. POSICIONAMIENTO, TRACKING Y CALIBRACIÓN 3D

Desde la concepción de la tecnología de la Realidad Aumentada han sido muchos los proyectos que han basado su esfuerzo en el estudio y aplicación de métodos matemáticos que permitiesen la estimación de la posición y el seguimiento del dispositivo de captura de video. Estos estudios han propiciado la aparición de numerosas plataformas, librerías y software que permiten la implementación y uso de la realidad aumentada en cualquier tipo de aplicación. Dos vertientes se han generado en torno a la realidad Aumentada, las plataformas que trabajan con marcadores para estimar la posición (Drummond-Cipola 1999, Hoff-Lyon 1996) y las que emplean la textura del entorno como referencia. El visor RAM aquí presentado se basa en el uso de marcadores.

Los métodos de posicionamiento basados en marcadores hacen uso de una serie de marcas ubicadas dentro del espacio real para poder establecer la posición 3D relativa entre el marcador y la cámara de captura de video. Estos marcadores están diseñados de forma que su detección sea simple bajo condiciones de iluminación controlada (como sucede en los entornos pertenecientes a museos y centros arqueológicos). La mayor parte de los marcadores empleados para Realidad Aumentada se corresponden con los definidos por ARToolKit (Kato-Billinghursts 1999), librería ampliamente extendida en entornos de Realidad Aumentada. Esta librería permite su integración con entornos gráficos de alto nivel (Haller-Hartman 2002), así como en herramientas de desarrollo gráfico como el motor gráfico Unity3D sobre el que se sustenta el Visor RAM.

Los marcadores definidos por ARToolKit permiten obtener unos resultados en el posicionamiento con una precisión muy superiores a la que ofrecen los métodos basados en posicionamiento a través de características naturales. Este es el principal motivo por el que el Visor RAM está basado en este tipo de marcadores. Cuando un marcador, es detectado por la cámara obtiene el algoritmo de posicionamiento obtiene el sistema de referencia de dicho marcador $X_0Y_0Z_0$ (sistema local), de esta forma el software es capaz de realizar la representación virtual de objetos utilizando el sistema de referencia obtenido.

Este procedimiento es compatible con el uso de diferentes marcadores simultáneamente, obteniendo de este modo un sistema de referencia para cada uno de los marcadores detectados $X_iY_iZ_i$.

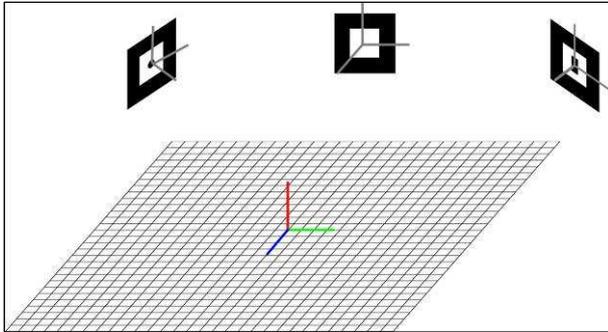


Figura 3. Relación espacial entre los sistemas de referencia locales de cada marcador (en gris) y el sistema de referencia global empleado por el Visor RAM (en color).

En el visor RAM se emplean múltiples marcadores con el fin de aumentar el rango de visión de la aplicación. A pesar de emplear varios marcadores, el objeto virtual mostrado debe tener siempre una posición fija con respecto al escenario real por lo que es preciso emplear un sistema de referencia global XYZ para todos los marcadores de forma que, independientemente del marcador detectado por el sistema, los elementos virtuales se superpongan a los reales de forma correcta, (Figura 3). Por este motivo el Visor RAM cuenta con un sistema de calibración que permite ajustar cada uno de los sistemas de referencia locales al sistema global. El proceso de calibración se basa en obtener el sistema global XYZ de los restos arqueológicos y combinar esa información con cada uno de los sistemas locales $X_iY_iZ_i$ para que al procesar esa información el visor pueda obtener el sistema XYZ a partir de cualquier sistema local $X_iY_iZ_i$.

4. CONTENIDOS 3D

Generalmente los contenidos más utilizados en museos o centros de interpretación son los audiovisuales, a modo de presentación o como conclusión de una visita, o los interactivos sobre pantalla táctil, en los que el usuario puede desarrollar más ampliamente los diferentes niveles de comunicación que se establecen en los espacios expositivos destinados a aportar sugerencias al público, a ofrecerles más información o bien a resolver un juego o un enigma concreto.

Sin embargo, en ocasiones este tipo de recursos se limitan a un mero catálogo interactivo o ampliar la información ofrecida en el discurso museográfico o en la reconstrucción de un yacimiento, pero no ofrece al usuario una experiencia que estimule la comprensión de su significado, su apreciación y disfrute o que contribuya a concienciar sobre los beneficios de la conservación e interpretación del patrimonio arqueológico.

Para lograr este objetivo, potenciar la comunicación y lograr la asimilación del mensaje, se plantea el desarrollo de los sistemas de realidad aumentada requieren de la creación de entornos virtuales del espacio real con el que se trabaja. Este mundo virtual es utilizado como reconstrucción de las ruinas y/o restos

sobre los que se aplica, aportando un plus de información y detalle al visitante. Por el funcionamiento del visor RAM, donde el espacio real y los contenidos virtuales quedan superpuestos, se requiere en el proceso de modelado 3D alcance un realismo y precisión suficiente para que permita la perfecta integración de ambos entornos dentro del visor. Para tal fin es preciso emplear técnicas de modelado manual basadas en planimetría del modelo (Figura 4), y un alto poligonaje (Figura 5) para conseguir la coherente fusión entre entorno real y virtual.



Figura 4. Muestra de la generación del entorno virtual a partir de planimetría y documentación existente sobre los restos arqueológicos reconstruidos aplicable al visor RAM.

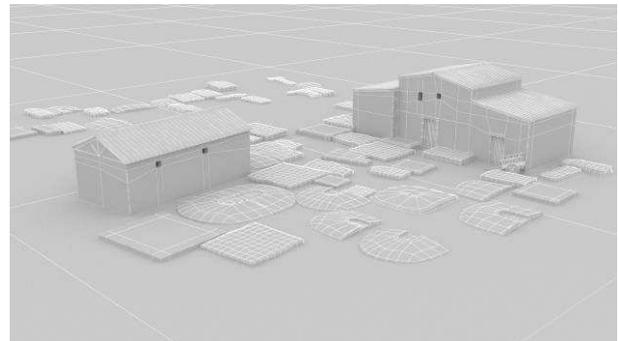


Figura 5. Poligonaje de los objetos para el Visor RAM, modelados en alta precisión.



Figura 6. Muestra del resultado final conseguido mediante las técnicas de modelado 3D empleado para el visor RAM tras el texturizado, la iluminación y el renderizado.



Figura 7. Muestra de la instantánea de una animación aplicable en el visor RAM

A diferencia de otras tecnologías basadas en técnicas de realidad aumentada (Striker 2002, Mourkoussis-Liarokapis 2002:24-25), el visor RAM posibilita la generación de contenidos 3D con una alta calidad visual. Debido a la potencia de cómputo del visor RAM, es posible emplear algoritmos de procesamiento y renderizado complejos que permitan aportar el mayor realismo posible a los entornos diseñados (Figura 6). Incluso la posibilidad de incluir animaciones dentro del entorno es posible gracias a la capacidad de cómputo del visor RAM (Figura 7).

5. IMPLEMENTACIÓN

El proyecto ha sido implementado con el motor de juegos Unity3D. Las imágenes de este artículo han sido obtenidas con un procesador Intel Pentium Core 2 6400 a 2.13GHz con 3GB de memoria RAM y una tarjeta gráfica Nvidia GeForce 9500 GT 1GB sobre Windows 7 64 bits. Dado que el concepto más determinante en el rendimiento del visor es la resolución de las imágenes capturadas por la cámara y su posterior traslado a la GPU para ser aplicadas como texturas dentro de Unity3D, para una resolución VGA (640x480) y con modelos animados de 2000-3000 polígonos se obtiene una tasa de 25-30fps, (Figura 8).

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a María Comas Gabarrón, directora del Museo Arqueológico Municipal de Cartagena así como Miguel Martínez Andreu y Jaime Vizcaíno Sánchez, arqueólogos de mismo centro, por facilitar la documentación histórica, planimetría y topografía de la Necrópolis paleocristiana de San Antón (Cartagena) para su modelado 3D y utilización dentro del Visor RAM.

BIBLIOGRAFÍA

- T. Drummond and R. Cipolla (1999): "Real-time tracking of complex structures for visual servoing". In *Workshop on Vision Algorithms*, pp 69-84.
- G. Fernandez Navarro,(2009): "Museos de ciencia Interactivos", en *Revista de Museología*, pp. 22-23.
- M. Haller, W. Hartmann, T. Luckeneder, J. Zauner (2002): "Combining ARtoolkit with scene graph libraries". *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop*, 2pp.
- W. Hoff, T. Lyon, K. Nguyen (1996): "Computer vision based registration techniques for augmented reality". *Volume 2904, págs 538-548. Proc. of Intelligent Robots and Computer Vision XV, In Intelligent Systems and Advanced Manufacturing, SPIE*, pp 19-21.
- H. Kato and M. Billinghursts (1999): "Marker tracking and bmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system". In *IWAR: Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality*, pp 85, Washington, DC, USA, Octubre 1999. IEEE Computer Society.

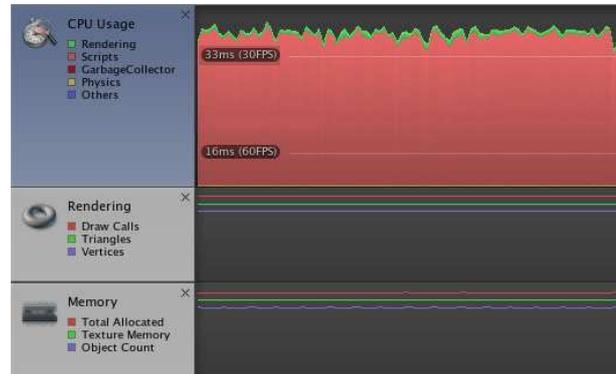


Figura 8. Estadísticas de rendimiento extraídas de la herramienta de desarrollo Unity3D. Uso de CPU (parte superior), Renderizado (parte central) y consumo de Memoria RAM (parte inferior).

6. CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

El proyecto del visor RAM presentado en este artículo resume, de forma esquemática, una herramienta que permite la mejora y la evolución de los interactivos empleados en exposiciones de museos. Este visor se muestra como un sistema de realidad aumentada competitivo y flexible que permite su utilización en exposiciones de interior de diferente envergadura, permitiendo fusionar los contenidos virtuales 3D con la imagen real del entorno bajo exposición. Atendiendo a los resultados tanto en contenidos como en el rendimiento del sistema.

A partir de los datos obtenidos sobre el uso de memoria RAM y tiempo de renderizado empleado por la tarjeta gráfica podría contemplarse la posibilidad de reducir el tamaño de las texturas de los objetos con el fin de conseguir una mejora en la sobrecarga de la GPU, siempre que se pueda aceptar una disminución en la calidad gráfica de los modelos virtuales.

- T. Miyashita, P. Meier, T. Tachikawa, S. Orlic, T. Eble, V. Scholz, A. Gapel, O. Gerl, S. Arnaudov, S. Lieberknecht (2008): "An augmented Reality Guide". *Symposium on Mixed and Augmented Reality archive Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality table of contents*, pp 103-106.
- N. Mourkousis, F. Liarokapis, J. Darcy, M. Pettersson, P. Petridis, P.F. Lister, M. White (2002), "Virtual and Augmented Reality Applied to Educational and Cultural Heritage Domains", *Proc. Business Applications of Virtual Reality, BAVR 2002 - Workshop on Business Applications of Virtual Reality, Poznan, Poland, April 24-25*, pp 367-372. ISBN: 83-916842-0-2.
- PLETINCKX, Daniel et al. (2004): "Telling the local story: an interactive cultural presentation system for community and regional settings", en *Proceedings of the 5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology, and Cultural Heritage, VAST 2004*. pp. 233-239.
- J. Santan Mestre, Joan – F.X. Hernández Cardona (2006) "Museología Crítica", Ediciones Trea, Gijón, España.
- D.Striker (2002), "Personalized Augmented Reality Touring of Archaeological Sites with Wearable and Mobile Computers" *ISWC Proceedings of the 6th IEEE International Symposium on Wearable Computers*. 2002.
- A. Webster, S. Freiner, B. MacIntyre, (1996) et al "Augmented Reality in architectural construction, inspection and renovation." *Proc ASCE Thid Congress on Computing in Civil Engineering, Anaheim, CA, June 17-19*, pp 913-919, 1996.
- R. Wojciechowski, K. Walczak, M. White, W. Cellary (2004): *Building Virtual and Augmented Reality museum exhibitions. Proceedings of the ninth international conference on 3D Web technology, Monterey, California*. Pp. 135-144.
- Michael Zoellner, Jens Keil, Timm Drevensek, Harald Wuest, (2009) "Cultural Heritage Layers: Integrating Historic Media in Augmented Reality," *vsmm*, pp 193-196, *15th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*.