

# Uso de aplicaciones estéreo para difundir estudios arqueológicos. Aplicación a Museos Virtuales

M<sup>a</sup> Dolores Robles Ortega, Francisco Ramón Feito Higuera, Juan José Jiménez Delgado  
y Rafael Jesús Segura Sánchez

Departamento de Informática de la Universidad de Jaén. España.

---

## Resumen

*Las tecnologías de la información y la comunicación son hoy día una herramienta fundamental para la difusión de los estudios arqueológicos, tal y como lo justifica la existencia en Internet de multitud de museos virtuales. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no se aprovechan todas las posibilidades que las nuevas tecnologías ofrecen. En este trabajo se propone la visualización estéreo de un prototipo de Museo Virtual de Arte Ibérico mediante distintas herramientas, tanto de uso colectivo como individual que permiten aumentar la sensación de autenticidad en el observador y la percepción de un mayor nivel de realismo.*

**Palabras Clave:** ESTÉREO, MUSEO, VIRTUAL, ARQUEOLOGÍA

---

## Abstract

*Nowadays information and communication technologies are fundamental tools for disseminating archaeology, as it shows the number of Virtual Museums available through Internet. However, many of them do not use all the possibilities that the new technologies could offer. This paper proposes the visualization of a prototype of Virtual Museum of Iberian Art by means of a stereo system. It can use both individual and collective tools in order to increase the authenticity sensation and the realism level of the observer.*

**Key words:** STEREO, MUSEUM, VIRTUAL, ARCHAEOLOGY

---

## 1. Introducción

Los avances en informática gráfica han cambiado la forma convencional en que se realizaban las exposiciones arqueológicas [Zheng (2000)]. Hoy día no es extraño disponer de representaciones virtuales de los resultados obtenidos de estos estudios. No obstante, el rápido desarrollo de las nuevas tecnologías, entre otros factores, hace que cada día se requiera un mayor grado de realismo y sensación de autenticidad en las mismas. Para conseguir estos objetivos se suelen utilizar los elementos y las técnicas específicas de la realidad virtual.

Realmente el término realidad virtual es un concepto amplio, no existiendo actualmente una única definición aceptada para el mismo. Así, por ejemplo, Aukstakalnis y Blatner [Aukstakalnis (1992)] lo consideran como un entorno tridimensional interactivo generado por computadora en el que se introduce una persona, Del Pino [Del Pino González(1995)] como un sistema interactivo que permite sintetizar un mundo tridimensional ficticio, creando en el usuario un sistema de realidad y Sherman & Craig [Sherman (2002)] como un medio compuesto por simulaciones interactivas mediante computadora que captan la posición y acciones del participante, y reemplazan o aumentan las sensaciones en uno o más sentidos, proporcionando la impresión de estar mentalmente inmerso o presente en la simulación o mundo virtual. Para nuestros

propósitos, podríamos considerarla como una visión de la realidad que tiene existencia aparente pero que no es real.

Algunas de las principales técnicas de realidad virtual [Burdea (2003)] que se utilizan son los gráficos tridimensionales, la estereoscopia, la simulación del comportamiento, las facilidades de navegación o la inmersión. En cuanto a los ámbitos de actuación, cada día se utilizan en áreas más amplias y dispares tales como la medicina, la simulación, el entretenimiento y ocio, entre otras.

En este artículo se propone la utilización de la realidad virtual en un área menos explotada que las anteriores, aunque no por ello menos interesante: los Museos Virtuales. La idea básica consiste en visualizar un prototipo de Museo virtual de Arte Ibérico mediante dispositivos de proyección estéreo de forma que la sensación de autenticidad aumente en el espectador cuando éste perciba la profundidad. Además, estas herramientas permiten observar los detalles de las piezas y fragmentos con un mayor nivel de realismo.

En el siguiente apartado se describen los fundamentos básicos de la estereoscopia y en la Sección 3 los diferentes dispositivos que se han utilizado para realizar la visualización estéreo. En la Sección 4 se describe el prototipo de Museo diseñado, así como

los resultados obtenidos. Posteriormente se describen los principales problemas que pueden surgir al utilizar una visualización estéreo. Finalmente, se exponen las conclusiones alcanzadas y los posibles trabajos de ampliación que podrían llevarse a cabo.

## 2. Fundamentos de la estereoscopia

La estereoscopia se basa en el complejo sistema de visión humano que permite la observación tridimensional de los elementos que lo rodean. Así, cuando se mira un objeto, cada ojo percibe una imagen diferente del mismo, dependiendo de la separación intraocular (DIO), existiendo además una disparidad en cuanto a la dirección horizontal, que es la que permite percibir la profundidad. Como se trata de proyecciones centrales desde puntos diferentes, el cerebro las fusiona formando una única imagen tridimensional.

Los principales parámetros estéreo son, tal y como se muestran en la Figura 1, la distancia intraocular (DIO), la distancia al centro de proyección (d), el paralelaje (Paralax) y la traslación horizontal de la imagen HIT.

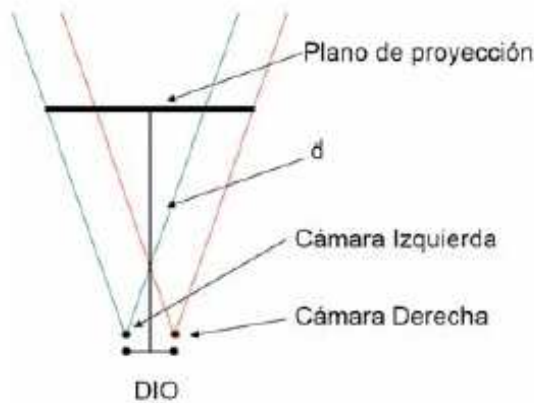


Figura 1. Principales parámetros estéreo

## 3. Herramientas y dispositivos que pueden utilizarse

A continuación se van a describir las herramientas hardware y software que se han utilizado para realizar la visualización estéreo de la escena.

### 3.1 Hardware

Equipo Morpheus<sup>3</sup> Mobile FCE

El equipo Morpheus<sup>3</sup> Mobile FCE<sup>4</sup> proyecta imágenes (JPS, JPEG, BMP) y películas 3D (IMAX, Dual-Stream, u.v.m.), así como aplicaciones que utilizan Direct3D y OpenGL. Como puede apreciarse en la Figura 2, la percepción de profundidad de consigue mediante la visualización de la misma escena desde dos perspectivas distintas, superponiéndose las imágenes generadas en una pantalla. En definitiva, se utiliza el mecanismo real que tiene el ojo humano para observar la realidad.

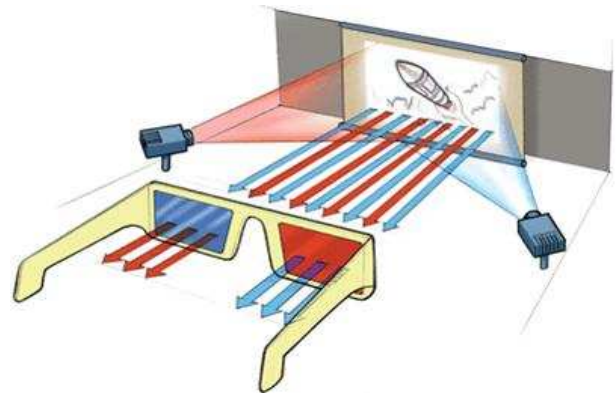


Figura 2. Esquema del funcionamiento de un sistema estéreo

Este sistema es un medio pasivo estático que permite la visualización estéreo para un amplio grupo de personas simultáneamente mediante la proyección en una pantalla como la que se puede observar en la Figura 3, por lo que lo resulta adecuado para salas de proyección en cines, museos o exposiciones en las que se quiera mostrar un contenido tridimensional.

Además del dispositivo descrito anteriormente, para que los usuarios perciban correctamente la sensación de profundidad, se deben utilizar unas gafas polarizadas similares a la de la Figura 4.

Una característica adicional de este equipo es que permite la utilización de filtros INFITEC. En este caso, es necesario disponer de unas gafas INFITEC para poder visualizar correctamente el efecto deseado.



<sup>4</sup> [http://www.more3d.de/english/morpheus\\_e.htm](http://www.more3d.de/english/morpheus_e.htm)  
(02-03-2009)

Figura 3. Morpheus<sup>3</sup> Mobile FCE estéreo



Figura 4. Gafas polarizadas

### Gafas activas

La visualización estéreo también es posible mediante herramientas inmersivas de tipo individual como, por ejemplo, el visor 3D Z8000 de eMagin<sup>5</sup> que puede observarse en la Figura.



Figura 5. Perspectiva eMagin Z8000 3D visor

Como principales características se pueden destacar la completa visión de 360 grados que proporciona junto con los seis grados de libertad que permite, así como el sonido de alta fidelidad estéreo.

Resulta adecuado para la depuración de las aplicaciones 3D que posteriormente pueden visualizarse mediante dispositivos como el descrito previamente.

### 3.2 Software

Además de los dispositivos hardware explicados en la Sección anterior, es necesario disponer de un mecanismo software que permita la visualización estéreo de la aplicación que se esté renderizando. En nuestro caso hemos utilizado el software More3D<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> <http://www.3dvisor.com/products.php> (02/03/2009)

<sup>6</sup> <http://www.more3d.de> (02/03/2009)

Entre los parámetros que permite controlar destacan los siguientes: el dispositivo de salida 3D (proyección pasiva, activa o unas gafas activas), la profundidad o distancia del ojo virtual en el mundo 3D que se está observando, el ratio de aspecto de la pantalla, así como la utilización de soporte 3D sólo para una región de la pantalla.

### 4. Descripción de la aplicación a visualizar: museo de arte ibérico

La aplicación que se ha diseñado e implementado consiste en un prototipo de Museo Virtual de Arte Ibérico que proporciona un grado mayor de interactividad que los museos existentes actualmente en Internet [Feito (2006)]. Se trata de un modelo más dinámico y adaptado al tipo de usuario que realiza la visita.

El Museo proporciona un alto nivel de interacción al usuario, que puede controlar en todo momento las plantas o salas que prefiere ver, así como las piezas que quiere apreciar con más detalle (Figura 6) y sobre los que desea obtener información adicional.

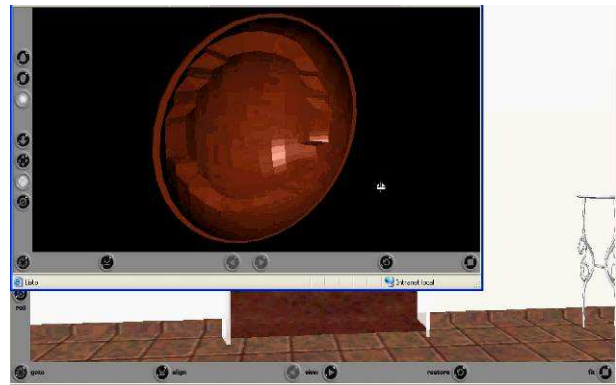


Figura 6. Pieza del Museo con mayor nivel de detalle

Para conseguir todo lo anterior se ha utilizado VRML [Ames (1996)] como representación gráfica, puesto que permite un movimiento completamente libre por la escena y la posibilidad de interactuar con los distintos elementos de la misma como, por ejemplo, muebles, luces o las propias piezas que se exponen. No obstante, es posible también realizar visitas *guiadas* que muestran el contenido de las salas y plantas sin la intervención del usuario. Este tipo de recorridos es adecuado para realizar una primera visita al Museo o bien en el caso de visitantes que no conozcan la tecnología VRML, ya que pueden acceder al contenido del mismo sin ninguna dificultad adicional.

Entre los requerimientos principales que se han tenido en cuenta en la elaboración del prototipo destacan el realismo en el diseño y estructura de las plantas y habitaciones, la usabilidad y navegabilidad y la facilidad de ampliación y mantenimiento.

La Figura 7 muestra la perspectiva de una de las salas en la que se pueden observar algunos de los distintos muebles diseñados como mesas, vitrinas o estanterías, así como la diversidad de materiales utilizados, entre los que es posible destacar el cristal y la madera.



Figura 7. Una sala del Museo

En la Figura 10 es posible apreciar el portal de una de las plantas creadas, que se utiliza para distribuir el acceso a las salas, seleccionando la puerta correspondiente.



Figura 8. Perspectiva de una planta del Museo

### 5. Problemática de la visualización estéreo

En secciones anteriores se han comentado las ventajas que ofrece la visualización estéreo en cuanto a aumento del realismo en la escena al percibirse la sensación de profundidad. En este apartado se van a describir problemas comunes que pueden producirse cuando se utiliza este tipo de técnicas.

Generalmente uno de los primeros efectos se presenta es la fatiga ocular, debida a la falta de consistencia entre la acomodación y la convergencia de los ojos. Al observar un objeto en el mundo real estos parámetros se corresponden con la posición que ocupa en el espacio. Sin embargo, en un sistema estereoscópico, las imágenes correspondientes a cada ojo se proyectan en una pantalla plana situada a una determinada distancia del observador. La sensación de espacio tridimensional se percibe entonces al separarse los dos pares de imágenes, de forma que los objetos pueden surgir de la pantalla y encontrarse en algún punto intermedio situado entre ésta y el espectador.

Como la tendencia natural es concentrarse en un elemento de la escena, la convergencia y acomodación se sitúan en la posición que ocupa en la escena. Sin embargo, la imagen sigue formándose en la pantalla, por lo que al acomodar los ojos en el punto donde aparentemente debería estar el objeto, éste aparece desenfocado. Por tanto, para ver correctamente la imagen se debe situar el punto de enfoque sobre la pantalla, aunque la

posición aparente del objeto y la convergencia se produzca en una posición más cercana del observador. Esta incoherencia supone la fatiga ocular que se incrementa cuando aumenta la distancia entre los objetos tridimensionales y la pantalla [Tarrés, 2000].

Otro de los efectos comunes es la sensación de mareo que se suele conocer como “síndrome del simulador” y que aparece con el uso de dispositivos móviles como las gafas activas, como consecuencia de la inestabilidad del dispositivo ante los movimientos de la cabeza.

A pesar de todo lo anterior, la proyección estéreo de escenas durante un período no prolongado de tiempo permite el incremento de la percepción de realidad en la escena e inmersión del usuario en la misma, ambos aspectos beneficiosos para crear simulaciones virtuales de elementos reales.

### 6. Conclusiones y trabajos futuros

Tal y como se ha explicado a lo largo de este artículo, la utilización de las nuevas tecnologías puede contribuir a la difusión de los resultados de los estudios arqueológicos realizados a un mayor número de personas en todo el mundo. Los Museos virtuales, como el que se ha presentado, son un mecanismo muy adecuado para la divulgación de las piezas encontradas evitando, además, el problema de la conservación de los fragmentos cuando su exposición es pública en un Museo real [Arnaud(2007)] [Youngseok (2006)]. Es posible asimismo mejorar los resultados obtenidos mediante sistemas de realidad virtual que permitan incrementar la sensación de autenticidad en el observador.

Entre los posibles sistemas que se han descrito, podría destacarse el equipo Morpheus<sup>3</sup> Mobile FCE estéreo para su utilización en museos reales, de forma que los visitantes, además del recorrido real, puedan realizar una visualización virtual que les permita apreciar con mayor nivel de detalle las piezas y fragmentos expuestos en el mismo. De esta forma se dispondría de un servicio adicional que proporcionase más información a las personas interesadas mediante un mecanismo sencillo e intuitivo.

Otra posibilidad podría ser la utilización de monitores auto-estéreo que ofrecen una visualización tridimensional sin necesidad de ningún otro hardware adicional. Entre las empresas que actualmente están desarrollando productos de este tipo se pueden citar: NewSight<sup>7</sup>, Philips<sup>8</sup> o SeeReal Technologies<sup>9</sup>.

Además de la visualización estéreo, es posible utilizar otros mecanismos de realidad virtual que permitan crear un entorno interactivo como, por ejemplo un tracker, que permite capturar los movimientos del observador, pudiendo incluirse dichos cambios en la visualización de la escena. Por todo lo anterior, los métodos propuestos en este trabajo pueden servir de apoyo a futuras investigaciones en el ámbito de la arqueología y difusión virtual de los estudios realizados en esta área.

<sup>7</sup> <http://www.newsight.com> (02/03/2009)

<sup>8</sup> <http://www.research.philips.com/technologies/> (02/03/2009)

<sup>9</sup> <http://www.seereal.com/en/autostereoscopy/index.php> (02/03/2009)

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España y la Unión Europea a través de los Fondos FEDER, bajo el proyecto de investigación TIN2007-67474-C03.

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Junta de Andalucía y la Unión Europea a través de los Fondos FEDER, bajo el proyecto de investigación P07-TIC-02773.

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Junta de Andalucía y la Unión Europea a través de los Fondos FEDER, bajo el proyecto de investigación P06-TIC-01403.

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Universidad de Jaén, a través de su Plan de Apoyo a la Investigación, al Desarrollo Tecnológico y la Innovación, bajo el proyecto de investigación UJA-08-16-02.

## Bibliografía

AMES, A. L., NADEAU, D. R. A., & MORELAND, J. L. (1996). VRML 2.0 Sourcebook. John Wiley & Sons, Inc.

ARNAUD, C. (2007). Protecting our cultural heritage. *Chemical & Engineering news*, nº 85, pp. 34–36.

AUKSTAKALNIS, S., BLATNER, D. (1992). *Silicon Mirage; The Art and Science of Virtual Reality*. Berkeley, CA, USA: Peachpit Press.

BURDEA, G., COIFFET, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., second ed.

DEL PINO GONZÁLEZ, L. (1995). *Realidad Virtual*. Paraninfo.

FEITO, F., JIMÉNEZ, J., OGAYAR, C., ROBLES, M., SEGURA, R., & CASTRO, M. (2006). *Proyectos de Investigación (2004-2005)*, Universidad de Jaén, chap. Nuevas tecnologías para Museos Ibéricos Virtuales y Reales. pp. 83–139.

SHERMAN, W. R. & CRAIGM, A. B. (2002). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

TARRÉS RUIZ, F. (2000). *Sistemas audiovisuales*. Edicions UPC.

YOUNGSEOK, K., KESAVADAS, T., & PALEY, S. (2006). The virtual site museum: A multipurpose, authoritative, and functional virtual heritage resource. *Presence Teleoperators and Virtual Environments*, nº 15, pp. 245–261.

ZHENG, J.Y. (2000). Virtual Recovery and Exhibition of Heritage. *IEEE Multimedia*, nº 7 (2), pp. 31-34.