

# LA IMAGEN ESTEREOSCÓPICA EN FORMATO DIGITAL. UN NUEVO MEDIO DE EXPRESIÓN.

J. A. González Gil; C. Valero Ruiz; Juan C. de Francisco, Javier Marco.

Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación  
Centro Politécnico Superior - Universidad de Zaragoza  
C/ María de Luna, 3 50015 Zaragoza

E-mail: [agonzalez@red3i.es](mailto:agonzalez@red3i.es); [cvalruiz@posta.unizar.es](mailto:cvalruiz@posta.unizar.es);

Tfno: 976-761897, Fax: 976-512932

## **Resumen.**

Es conocido el impacto que proporcionan las imágenes presentadas estereoscópicamente, es decir, habitualmente llamadas en 3D o tridimensionales. No solamente pueden hacer llegar más lejos un determinado mensaje, sino que pueden presentar con más claridad gráficos, operaciones o conceptos complejos de ver en un gráfico plano o 2D. En ese sentido, la presentación de video 3D puede mostrar con más intensidad aspectos en los que se quiere poner más énfasis, gracias a un mayor realismo, percepción de volúmenes y profundidad y sensación de presencia del espectador. Sin embargo, hasta ahora, este medio ha estado limitado a las grandes productoras de cine, debido en parte a los grandes presupuestos necesarios, y en parte también al desconocimiento de este medio por muchos realizadores. Los pocos medios no profesionales que existen en el mercado, aunque facilitan la tarea, aportan poca calidad de imagen. En anteriores comunicaciones iniciamos los estudios en este campo [1], [2] y [3]. En esta ocasión nuestro objetivo era realizar un video en 3D con los medios normales de producción y de una calidad máxima.

**Grupo temático:** 2.V Realidad virtual estereoscopia.

## **1. Introducción.**

El medio 3D es potencialmente muy atractivo para el público, pero su desconocimiento y su uso inadecuado por parte de algunos realizadores pueden provocar molestias visuales que pueden detraer a muchas personas de repetir la experiencia. En este medio la regla debe ser “si no se hace bien, mejor no hacerlo”. Los videógrafos deben conocer ciertas reglas sobre la visión estereoscópica, su técnica, los requerimientos y el reto que deben asumir al involucrarse en una producción de este tipo.

El objetivo que nos propusimos fue la realización de un video estereoscópico 3D de la máxima calidad posible y con los medios normales de producción audiovisual actuales, es decir, evitando al máximo invertir en medios costosos específicos para la producción en 3D. Existen en el mercado accesorios y dispositivos electrónicos que permiten trabajar en video 3D, pero son excesivamente caros o no proporcionan una calidad de imagen estándar o “broadcast”. Los medios empleados, a excepción de algunos aditamentos y software del todo imprescindibles, fueron los convencionales usados para cualquier producción de video 2D, y fueron facilitados por el Instituto Audiovisual IFPS, Fundación para la Enseñanza Audiovisual San Valero de Zaragoza, con los que establecimos un acuerdo de colaboración [12].

## **2. Cámaras 3D.**

Los sistemas de cámaras 3D pueden dividirse en dos tipos: los de una cámara doble estéreo integrada y los de dos cámaras independientes. Las ventajas de un sistema de dos cámaras de video independientes es que se genera un master de video para cada ojo, sin pérdida de calidad, que posteriormente puede ser editado en 3D o en 2D según las necesidades. Asimismo las dos fuentes pueden ser multiplexadas para obtener un video 3D sencillo que puede ser visto en televisores convencionales, aunque con inferior calidad al original. Las dos fuentes originales pueden ser proyectadas en una gran pantalla con una calidad de imagen muy superior a la de otros sistemas comerciales.

Un sistema de dos cámaras requiere una cuidadosa alineación de las mismas, para el correcto registro de las imágenes izquierda y derecha. Para nuestra prueba empleamos dos cámaras JVC DY700 formato Digital S 4:2:2. Son cámaras empleadas normalmente en producción de video para televisión. Dado que había que montarlas lado a lado para realizar las tomas, se construyó en el taller mecánico de nuestro departamento una plataforma sólida y capaz de soportar el peso de ambas cámaras, por medio de dos zapatas convencionales Manfrotto atornilladas. Dicha plataforma era acoplada a su vez mediante otra zapata a la cabeza de un trípode de video profesional. El conjunto, evidentemente con mucho mayor peso de lo habitual, podía ser manejado con este trípode de forma similar a una cámara de cine. Los visores de ambas cámaras si situaron en lados opuestos pero se dejaron en uso para las labores de alineación. Un monitor de campo permitía visualizar las imágenes tomadas por ambas cámaras y compararlas en todas sus características. Para las labores de ajuste empleamos las miras electrónicas de las propias cámaras, una cinta métrica, una carta de ajuste y una claqueta para sincronizar posteriormente las tomas de ambas cámaras.



Fig. 1 - El sistema de cámaras de video montado en la plataforma especial.

### **3. Toma de imágenes.**

La práctica habitual es disponer las cámaras con una separación interocular similar a la humana, es decir, unos 65 milímetros. Sin embargo esto en la práctica es imposible en la mayor parte de los casos, dado que la anchura de las cámaras es superior a esa medida e impide colocar las cámaras lado a lado respetando esa distancia. Se pueden adoptar soluciones a base de espejos que permiten conseguir esa distancia ideal e incluso mucho menores, pero exige soportes para las cámaras y alineaciones de gran precisión, que complican enormemente una producción de este tipo. Nuestro sistema de doble cámara no permite una separación interocular inferior a 14 centímetros, aproximadamente el doble de la separación natural humana. No obstante, respetando ciertas distancias y empleando la focal adecuada, permite perfectamente las tomas estereoscópicas. Por tanto se ha trabajado en el modo denominado hiper-estéreo. En este modo el relieve se acentúa a mayores distancias, aunque por contra limita los primeros planos.

Respecto a la convergencia, permite controlar la posición virtual de los sujetos de la escena respecto del plano de la pantalla, lo que minimiza el efecto fantasma y permite por añadidura una cierta creatividad del cineasta. Existen severas limitaciones en el uso de la convergencia, ya que su uso puede introducir divergencia en partes de la imagen, absolutamente prohibida en estereografía y antinatural para la visión humana [5] y [6]. Eso exige un control muy exacto del ángulo óptico que forman ambos objetivos, (que no debe superar  $1,7^\circ$ ) y a su vez exige soportes para las cámaras muy precisos, a la vez que robustos. Dicho ángulo depende de la separación entre cámaras y de la longitud

focal de las lentes. Normalmente el punto de convergencia se sitúa en el sujeto de interés del encuadre, aunque aquí cabe una cierta libertad creativa. Otro problema que introduce la convergencia de cámaras es el efecto Keystone o deformación trapezoidal, que genera distorsiones en la imagen que dificultan posteriormente su visión estereoscópica [7]. En nuestro caso evitamos el uso de convergencia, y se adoptó la configuración de ejes paralelos, para lo cual se calibró la posición de ambas cámaras apuntándolas mediante la mira de que disponen a un punto muy lejano. Dicha configuración se comprobó mediante un monitor de campo.

La denominada ventana estéreo suele coincidir con el plano de la pantalla. Cuando situamos la convergencia de cámaras en un punto determinado, ese punto aparecerá posteriormente en el mismo plano de la pantalla. Objetos situados por detrás del punto de convergencia aparecerán detrás del plano de la pantalla. Así mismo, objetos situados por delante del punto de convergencia, es decir, entre las cámaras y dicho punto, aparecerán luego por delante del plano de la pantalla, por tanto en el espacio virtual situado entre el espectador y la pantalla. En el caso de usar cámaras paralelas, si bien no podemos controlar tan fácilmente la ubicación de los objetos respecto a la pantalla, si puede calcularse previendo la posición de esta última, además de conseguir un estéreo más natural y se evita la divergencia accidental.

Una vez situadas correctamente las cámaras se procedió a una serie de test que tenían por objetivo comprobar que los valores teóricos de disparidad entre puntos homólogos de ambas imágenes se confirmaban, lo cual nos permitía acotar el entorno espacial de confianza en el que nuestro sistema podía tomar imágenes sin que, al visualizar dichas imágenes posteriormente, se produjesen molestias visuales. Otro objetivo de los test era la confección de un protocolo de verificación previa de las cámaras que permitiese garantizar que las tomas a realizar serían correctas en estéreo. Para ello se verificaron los siguientes parámetros, que intervienen en un sistema de dos cámaras de video:

- Separación interocular
- Longitud focal de las lentes
- Apertura de diafragma
- Obturador
- Cromatismo
- Filtros

Se comprobaron los objetivos a diferentes focales, para asegurar el mismo tamaño de las imágenes obtenidas. Igualmente se comprobó la igualdad de valores y el efecto de diafragma, obturador y cromatismo. Se grabaron secuencias con las pruebas y se visualizaron posteriormente en la mesa de edición y en un ordenador equipado con gafas LCD para comprobar el efecto tridimensional obtenido.

#### **4. Montaje y edición.**

Las diferentes secuencias del video 3D fueron grabadas en los propios magnetoscopios incorporados en las cámaras. Las cintas obtenidas se visualizaron en una mesa JVC que controlaba dos magnetoscopios simultáneamente. Las parejas de secuencias fueron editadas con Adobe Premiere 6 utilizando los códigos de tiempo SMPTE. Para apreciar el efecto estéreo se multiplexaron ambas secuencias en entrelazado y se visualizaron en el ordenador mediante unas gafas LCD. En ocasiones, y con el fin de apreciar mejor el

efecto tridimensional, se visualizaron las pruebas por polarización en una gran pantalla mediante dos proyectores idénticos. De esta forma se obtuvieron parejas de secuencias perfectamente sincronizadas que posteriormente se montaron en dos videos completos, uno para cada ojo. Estos videos fueron luego transferidos por separado a 2 DVD, y un video multiplexado en entrelazado estándar de los mismos a otro DVD para poderlo ver en un televisor convencional o en un ordenador [8].

## 5. Visualización 3D.

El objetivo final de nuestro video 3D era presentarlo en una gran pantalla en la que pudiese evaluarse la calidad de imagen y de relieve. Principalmente existen tres sistemas de visualización ampliamente generalizados y comercializados: anaglifo, polarización y campo-secuencial.

El primero de ellos, el **anaglifo**, utiliza filtros de colores complementarios, como rojo y azul o rojo y verde. Aunque es el más económico, produce una gran degradación del color, siendo práctico únicamente para blanco y negro. La calidad de visión depende en gran medida de la calidad cromática de los filtros. Recientemente han aparecido sistemas alternativos que emplean otros colores, como el azul-amarillo ColorCode 3D de Sirius Films.

El sistema de **polarización** es el más ampliamente utilizado, sobre todo porque no altera la calidad del color. Existen dos problemas con este sistema. Primeramente la pérdida de luz, 1/3 del total en cada filtro, aunque eso puede compensarse con fuentes de luz más potentes. El segundo problema es el efecto fantasma. Los filtros polarizadores no alcanzan un valor de extinción del 100%, lo que durante la proyección se traduce en la aparición de la imagen fantasma, tanto mayor cuanto más contraste contenga la imagen. Debe evitarse por tanto la aparición de contrastes fuertes, como blanco junto a negro. El rendimiento de la pantalla es muy importante, mucho más incluso que el contraste de las imágenes o la calidad y orientación de los filtros. Una pantalla 3D debe devolver en el mismo plano de polarización el 100% de la luz que recibe, y puede comprometer por tanto el resultado de todo el trabajo realizado.

El sistema de **campo-secuencial** es el más efectivo pero también el más caro de los tres. En este sistema se usan gafas de cristal líquido para separar las imágenes izquierda y derecha, que se muestran secuencialmente. Las señales procedentes de las dos cámaras han sido multiplexadas, de forma que se presentan alternativamente en los dos campos que componen un cuadro de imagen de video. El espectador porta unas gafas LCD en las que de forma sincronizada, con el trazado de cada campo, se oscurece o aclara cada uno de los oculares. En el entrelazado de pantalla, cada campo de líneas de barrido contiene una de las imágenes. Esto significa que se elimina una solución que se ideó para reducir el parpadeo de las imágenes. Originalmente, el entrelazado se adoptó para aumentar la frecuencia de imágenes de video de 25 a 50Hz, en el caso de Europa, y de 30 a 60Hz en el norteamericano. Al emplearse este procedimiento para separar el estereo-par, se introduce de nuevo un parpadeo de 25Hz perceptible y en ocasiones molesto, tanto más cuanto más brillo tengan ciertas partes de la imagen. Eso se soluciona con dobladores de líneas, pero se encarece el equipo de proyección de video, e inhabilita su uso para video 3D doméstico.

Aunque cada uno de estos sistemas presenta ventajas e inconvenientes [9], los procedimientos para filmar son iguales para todos ellos, y las precauciones que deben tomarse respecto a la distancia a los sujetos, la ventana estéreo y el contraste de las imágenes son las mismas. En nuestro caso teníamos claro desde un principio que usaríamos el sistema de polarización, que permite una aceptable calidad de imagen y de cromatismo sin sacrificar apenas luminosidad. Dotar a los espectadores de gafas polarizadas es relativamente económico comparado con el uso de gafas LCD, cuya diferencia de calidad no justifica su precio. En la presentación final se emplearon proyectores LCD de x lúmenes. Se verificaron varios modelos, no siendo todos válidos debido a que no polarizaban todos los colores en el mismo plano. La reproducción simultánea de ambos videos se efectuó mediante los magnetoscopios controlados desde la mesa JVC, aunque podría haberse realizado mediante los dos DVD's obtenidos reproducidos en dos Pioneer DVD-V7300 sincronizados.

## 6. Conclusiones y perspectivas.

El resultado final del trabajo fue un video 3D de carácter documental con secuencias relacionadas con Aragón en diversos aspectos: historia, industria, turismo, deportes, etc... La inserción de efectos digitales generados desde 3D Studio Max enriqueció el resultado final. Con ello conseguimos nuestro objetivo de producir un video 3D de alta calidad de imagen y básicamente con medios existentes, aunque queda claro que una producción de este tipo conlleva más trabajo y tiempo que una normal de video 2D. La futura aparición de hardware y software específico para video 3D permitirá que ésta tarea sea mucho más fácil, permitiendo entonces dedicarse totalmente al contenido del video a realizar. Este panorama de falta de herramientas de producción 3D ha comenzado a cambiar. Hasta ahora no existían cámaras 3D profesionales. Recientemente apareció una nueva cámara profesional Ikegami LK-33 de video 3D. Esta cámara ajusta de forma automática la convergencia a partir del punto de enfoque de las lentes. Por tanto el videógrafo sólo necesita encuadrar y enfocar la cámara, reduciéndose en gran medida el tiempo dedicado a los preparativos y comprobaciones del sistema [10]. El hecho de que cuente además con un zoom 1:10 de 8-80 mm. permite trabajar con ella de forma tan sencilla y creativa como con una cámara 2D.



Fig. 2 - Cámara de video 3D Ikegami LK-33

Otra de cámara que revolucionará a buen seguro el campo de video 3D es la diseñada por el afamado director de cine James Cameron. Se trata de una cámara construida a partir de otras dos de video de alta definición F950 24P HD de Sony, y bautizada como

“Reality Camera”. Este director la ha usado durante el año 2001 para filmar un nuevo documental 3D del Titanic, titulado “Ghosts of the Abyss”. Las imágenes de video obtenidas han sido transferidas a formato cinematográfico Imax 3D de 70 milímetros/15 perforaciones sin pérdida de calidad. Esto puede significar una revolución no sólo para el video 3D sino también para el cine 3D en general, ya que hasta ahora los sistemas de filmar cine estereoscópico eran muy engorrosos, voluminosos o de escasa calidad. Los costes de post-producción también pueden reducirse, con lo que este medio hasta ahora no muy explotado puede resurgir con fuerza en los próximos años.

Concluyendo, con el video digital se abren unas extraordinarias posibilidades en un futuro próximo en cuanto a la presentación de imágenes estereoscópicas de alta calidad, de aplicación en la industria, la cultura y el entretenimiento.

## 7. Referencias bibliográficas.

- [1] GONZÁLEZ GIL, J. A.; VALERO RUIZ, C. “*Evaluación de tecnologías de visión estereoscópica en ordenadores*”. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid, Junio de 2000.
- [2] VALERO RUIZ, C.; GONZÁLEZ GIL J.A., TORRES LEZA, F. LÓPEZ, C. “*La imagen estereoscópica 3D aplicada a la reconstrucción virtual de una ciudad celtibérica (Botorríta)*”. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica Valladolid, Junio de 2000.
- [3] VALERO RUIZ, C; TORRES LEZA, F.; GONZÁLEZ GIL J.A.; RIBED, D. “*Engine 3D estereoscópico*”. XIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Badajoz, Junio de 2001.
- [4] <http://www.ifps.es>
- [5] LIPTON, LENNY; “*Foundations of Stereoscopic Cinema*”. New York (USA): Van Nostrand Reinhold Company, 1982. ISBN:0-442-24724-9.
- [6] LIPTON, LENNY; “*The Crystal Eyes Handbook*”. California (USA); StereoGraphics Corporation, 1991. ISBN:0-9629566-0-0.
- [7] WOODS, A.; DOCHERTY, T; KOCH, R.; “*Image Distortions in Stereoscopic Video Systems*”, Stereoscopic Displays and Applications IV, John O. Merrit, Scott S. Fisher, Editors, Proc. SPIE 1915, pp. 36-48, 1993.
- [8] HUSAK, M “*Guide to making your own digital stereo-video movies in DVD quality for playing on computers*” (1999) <http://staff.vscht.cz/~husakm/stereopcvideo.html>
- [9] WOODS, A.; “*Stereoscopic Presentations - Taking the Difficulty out of 3D*”, 6th International Workshop on 3-D Imaging Media Technology, Seoul, Korea, July 20-21, 2000.

[10] JEAN-PHILIPPE GAY; “*Broadcast-quality-stereoscopic video in a time-critical entertainment and corporate environment*”, Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems II, SPIE Proceedings Vol. 2409, pp.157-159, 1995, ISBN: 0-8194-1756-4