

Generación de anaglifos con teléfonos móviles multimedia

Resumen

Palabras clave

Estereoscopia, hiperestereoscopia, hipoestereoscopia, fusión, estereopsis, disparidad, distancia interocular.

Objetivo del artículo

El objetivo que persigue este artículo es analizar las posibilidades que hay de generar imágenes estereoscópicas que se pueden observar mediante el uso de lentes polarizadas, y diseñar una pequeña aplicación para teléfonos móviles que soportan java para la creación de estos anaglifos polarizados con lentes roja (para el ojo izquierdo) y cian (para el ojo derecho).

Conceptos sobre estereoscopia

La visión en el ser humano es estereoscópica; de forma natural, a través de nuestra visión binocular, el ser humano capta dos imágenes con pequeñas diferencias que posteriormente el cerebro compone de modo que somos capaces de percibir características como profundidad, cercanía y lejanía de objetos, volumen, etc. A la diferencia entre las imágenes que perciben nuestros ojos se le denomina **disparidad**. Al proceso que lleva a cabo el cerebro para conformar la imagen tridimensional se le llama **estereopsis**. La distancia entre las pupilas normalmente es de 65mm, aunque el intervalo normal es de 45mm a 70 mm.

En la estereopsis intervienen varias formas de actuar. Cuando fijamos la vista en un objeto los ejes ópticos de nuestros ojos se disponen en paralelo, en

cambio si el objeto observado es cercano nuestros ojos giran para que los ejes ópticos se alineen sobre el objeto, es decir, para que los ejes converjan. Al tiempo se produce una acomodación o enfoque para que podamos ver el objeto con nitidez. A este proceso se le denomina **fusión**. Mediante la estereopsis somos capaces de deducir pequeñas diferencias entre planos diferentes, incluso con muy poca variación de distancia. La distancia máxima a la que somos capaces de distinguir la profundidad y las distancias varía en función de la distancia entre pupilas, siendo desde unos 60 metros hasta unos doscientos metros. Cuanto mayor es la distancia entre pupilas, mayor es la distancia en la que nuestra estereopsis es efectiva. Esta capacidad se emplea por ejemplo en los prismáticos, que mediante el uso de prismas consiguen una separación de la distancia interocular para poder apreciar relieve en objetos mucho más lejanos de lo que somos capaces prescindiendo de su uso. También se emplea este principio para la toma de pares de imágenes estereoscópicas en vistas aéreas, con varios cientos de metros de separación que permiten captar el relieve del terreno. El efecto obtenido con el incremento de la distancia interocular se conoce como **hiperestereoscopia**, y provoca el efecto de percibir las cosas de un tamaño inferior al observado en una distancia interocular normal. El fenómeno contrario es la **hipoestereoscopia**, que produce la percepción de imágenes mucho mayores de lo que realmente son, siendo el principio usado para las macrofotografías y los microscopios.

Aplicaciones de la estereoscopia

La estereoscopia no es un fenómeno de estudio reciente. El fenómeno de la visión binocular ya fue estudiado por Euclides, Leonardo da Vinci y Kepler, los pioneros del tema.

La estereoscopia fue un fenómeno que precedió a la fotografía. Fue en 1838 cuando el físico escocés Sir Charles Wheatstone cuando describió con cierto rigor el fenómeno de la visión tridimensional y diseñó un artefacto con el que se podían apreciar en relieve dibujos geométricos: el Estereoscopio. En 1849 Sir David Brewster diseñó y construyó la primera cámara fotográfica

estereoscópica, con la que ese tomaron fotografías en relieve, y un visor con lentes para poder verlas.

Algunos científicos, como Santiago Ramón y Cajal emplearon la estereoscopia para presentar trabajos científicos, y Antonio Bergua ha publicado un libro con el atlas estereoscópico del sistema nervioso de Santiago Ramón y Cajal.

En los años 30 aparecieron cámaras 3D con película de 35mm como la Realist o la ViewMaster. Algunos pintores como Salvador Dalí usó dispositivos de espejos para mostrar algunos de sus trabajos. En los años 50 se trató de dar un enfoque de ocio a la estereoscopia, apareciendo algunos títulos que no tuvieron demasiada importancia dado que los técnicos de la época no estaban capacitados para la proyección de estas películas. Ya en los 80 hubo resultados muy satisfactorios al usar tecnología de IMAX para proyectar imágenes de alta resolución en pantallas muy grandes.

En los años 90, con los avances de la informática, podemos presentar imágenes en 3D en monitores de ordenador y usarlas para representaciones en CAD, CAE, medicina, cartografía, e incluso astronomía, siendo la NASA un ejemplo, ya que ha empleado la estereoscopia como herramienta para la visión en tres dimensiones de las imágenes marcianas enviadas por la Pathfinder.

Entre las diferentes aplicaciones que se le pueden dar a la estereoscopia, actualmente las más importantes son la topografía y el estudio del terreno, el estudio de otros planetas, el diseño asistido por ordenador y la ingeniería asistida por computador (en la industria automovilística por ejemplo, para la visualización de modelos sin necesidad de ensamblar prototipos). En medicina la estereoscopia está muy implantada, siendo muy habitual que microscopios de precisión incluyan dos binoculares. En campos como la microcirugía Zeiss cuenta con sistemas tridimensionales como el MediLive 3D, con experiencia en la oftalmología. VRex también cuenta con sistemas de microcirugía para las endodencias, basado en gafas LCD. Las endoscopias también se ha visto beneficiadas de esta tecnología (Endolive de Zeiss) y los TAC y resonancias magnéticas proporcionan imágenes tridimensionales.

Fotografía estereoscópica

En el campo del ocio hoy día es poco común encontrarse con dispositivos que permitan la toma de imágenes estereo, ya que los aficionados luego tenían relativos problemas para poder visualizar sus resultados (tenían que hacer uso de dispositivos especiales). En la actualidad cualquier persona con una cámara fotográfica puede obtener un par estereo tomando dos instantáneas de un objeto con la separación adecuada (aprox. 65 mm.) pero este método solo nos permite sacar imágenes estáticas; es imposible sacar un par estereo de un objeto en movimiento con una sola cámara.

Si queremos obtener pares estereo de un objeto en movimiento tendremos que recurrir a dos cámaras que se disparan de forma sincronizada o bien artefactos para usar con una cámara que nos permitan tomar dos imágenes simultáneas. Es digno de mención el StereoTwin3D, modelo patentado por el español Alfredo García, que permite variar la distancia interocular desde 0 mm. Hasta 80 mm. permitiendo tomar fotografías estereoscópicas a objetos en movimiento a cualquier distancia, y que admite cualquier tipo de óptica, hasta grandes angulares de 28 mm.

Sistemas de visualización de fotografía estereoscópica

Para la correcta visualización de imágenes estereoscópicas es necesario que cada ojo vea solamente la imagen que debe ver. Para ello se han ideado diferentes sistemas que comentamos a continuación:

- **Visión paralela:** los ojos observan cada uno su imagen correspondiente, manteniendo sus ejes ópticos paralelos, es decir, como si mirásemos al infinito. Sólo puede usarse este método con imágenes no superiores a 65 milímetros entre sus centros. Es el método usado para ver las imágenes de los libros con estereogramas de puntos aleatorios ("ojo mágico").
- **Visión libre cruzada:** las imágenes se observan cruzando los ejes ópticos de los ojos. El par estereo se presenta invertido, es decir, la imagen

derecha está situada a la izquierda y viceversa. Podemos ayudarnos mirando un lápiz situado entre nuestros ojos y las imágenes. Este método debe usarse con imágenes de dimensiones superiores a 65 milímetros entre sus centros, aunque la imagen virtual aparece más pequeña.

- Anaglifos: se utilizan filtros de colores complementarios, como rojo-azul, rojo-verde o ámbar-azul. La imagen presentada por ejemplo en rojo no es vista por el ojo que tiene un filtro del mismo color, pero sí que ve la otra imagen en azul o verde. Este sistema, por su bajo costo, se emplea sobre todo en publicaciones, así como también en monitores de ordenador y en el cine. Presenta el problema de la alteración de los colores, pérdida de luminosidad y cansancio visual después de un uso prolongado. Normalmente se sitúa el filtro rojo en el ojo izquierdo, y el azul en el ojo derecho. Existen dos sistemas muy similares en ámbar-azul: el sistema SpaceSpex de 3DTV Corporation (Naranja-Azul) y el ColorCode 3-D, empleado ya en alguna película formato Imax y comercializado también en algún DVD en 3D. Este sistema es bastante eficaz, pero el filtro azul del ojo derecho es demasiado oscuro para una visión cómoda. En general el sistema anaglifo no es cómodo para usarlo durante un tiempo prolongado.
- Polarización: Se utiliza luz polarizada para separar las imágenes izquierda y derecha. El sistema de polarización no altera los colores, aunque hay una cierta pérdida de luminosidad. Se usa tanto en proyección de cine 3D como en monitores de ordenador mediante pantallas de polarización alternativa. Hoy día es el sistema más económico para una calidad de imagen aceptable.
- Alternativo: con este sistema se presentan en secuencia y alternativamente las imágenes izquierda y derecha, sincronizadamente con unas gafas dotadas con obturadores de cristal líquido (denominadas LCS, Liquid Crystal Shutter glasses o LCD, Liquid Crystal Display glasses), de forma que cada ojo ve solamente su imagen correspondiente. A una frecuencia elevada, el parpadeo es imperceptible. Se utiliza en monitores de ordenador, TV y cines 3D de última generación.

- Dispositivos montados en la cabeza (HDM): Un HMD es un casco estereoscópico que porta dos pantallas y los sistemas ópticos para cada ojo, de forma que la imagen se genera en el propio dispositivo. Su principal uso hasta ahora ha sido la Realidad Virtual, a un costo prohibitivo y de forma experimental, aunque al bajar de precio aparecen otras aplicaciones lúdicas, como los videojuegos.
- Monitores auto estéreo: se están desarrollando prototipos de monitores que no precisan gafas especiales para su visualización. Todos ellos emplean variantes del sistema lenticular, es decir, microlentes dispuestas paralela y verticalmente sobre la pantalla del monitor, que generan una cierta desviación a partir de dos o más imágenes (normalmente de 2 a 8).
- Cromadepth™: El sistema ChromaDepth™ de ChromaTek Inc. se basa en la desviación que producen los diferentes colores del espectro. En un prisma, la luz se desvía ligeramente dependiendo de su longitud de onda: más desviación en el rojo, menos en el azul. La información de profundidad se codifica por colores. Las gafas especialmente diseñadas para ver éstas imágenes disponen de unos cristales transparentes con microprismas. Cuando la imagen, denominada CyberHologram™, se observa con las gafas HoloPlay™ (para imágenes de ordenador) o C3D™ (para imágenes impresas), la imagen 2D se convierte en tridimensional. La desventaja de este sistema es la pérdida de información cromática, pero la ventaja sobre el anáglifo es que las imágenes pueden verse también en 2D.

Creación de anaglifos

La creación de anaglifos con fotografías digitales hace un uso muy trivial de la teoría del color, cuyos fundamentos se encuentran en la complementariedad de los valores cromáticos de una imagen.

Partiendo de la base de la imagen en color RGB (rojo, verde y azul), una imagen JPG puede almacenar hasta 256 escalas de cada color primario y su combinación redundante en la obtención de 16.777.216 tonalidades de color.

Cada punto de una imagen digital podemos representarlo como una terna (R,G,B) donde se almacena un byte en cada componente, que se corresponde con la tonalidad de cada color primario. Podemos usar la convención del cubo cromático para representar los valores de cada punto en una imagen como se muestra en la Figura 1

Figura 1: Representación del cubo cromático RGB.

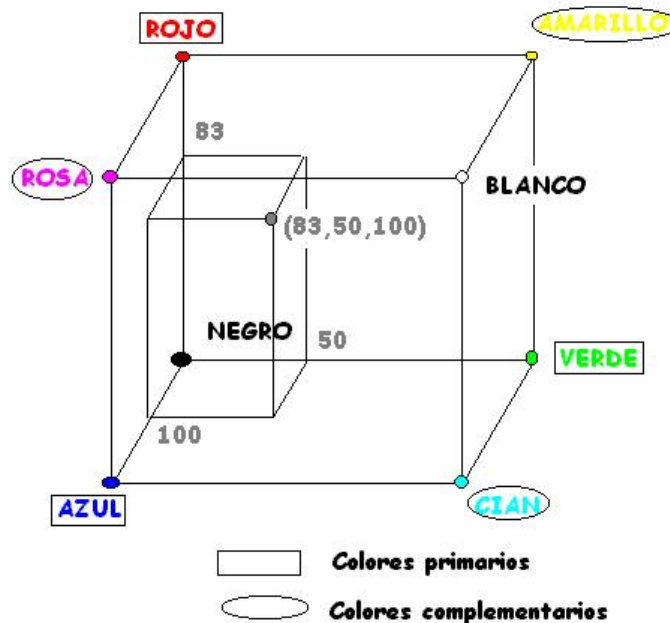


Figura 1: Representación del cubo cromático RGB

Los colores complementarios son aquellos cuya suma nos proporciona el color blanco (255,255,255). Son colores complementarios uno del otro las siguientes tuplas: (Negro,Blanco), (Rojo, Cian), (Azul, Amarillo), (Verde, Rosa). Analicemos un par de ellos, por ejemplo el (Rojo,Cian). Su representación en el cubo sería ((255,0,0),(0,255,255)). Si sumamos cada uno de sus componentes nos dará, el (255,255,255), es decir, el Blanco. Esta propiedad es la que usan los anaglifos para conformar las imágenes.

Unas gafas Rojo-Cian típicas están formadas por dos cristales con colores complementarios. La idea es simple. Queremos ver una foto, mezcla de dos, perdiendo la mínima información. Lo que un ojo no ve, lo ve el otro. El ojo izquierdo ve sólo la información de la foto izquierda y el derecho de la derecha.

Supongamos que tenemos un par de imágenes, cuyos puntos denominaremos $(R1,G1,B1)$ para la imagen que debe ver el ojo izquierdo, y $(R2,G2,B2)$ para la que tiene que ver el ojo derecho. A la imagen izquierda se le quita toda la información verde y azul, dejando sólo la de rojo (Para todos los puntos $(R1,G1,B1) \rightarrow (R1,0,0)$). A la imagen que ha de ver el ojo derecho se le quita toda la información de rojo, dejando sólo la de verde y azul (Para todos los puntos $(R2,G2,B2) \rightarrow (0,G2,B2)$). Posteriormente se suma punto a punto cada imagen, obteniendo así una sola imagen compuesta por $(R1,G2,B2)$, que es una mezcla de las dos. Al usar unas gafas rojo-cian para ver la imagen el ojo izquierdo solo verá las componentes rojas de la imagen, y el ojo derecho las componentes verdes y azules.

La transformación y suma de las imágenes, para resoluciones no muy altas, es un proceso computacionalmente muy poco costoso que se podría llevar a cabo con dispositivos de cálculo poco potentes.

El uso del teléfono móvil para generar anaglifos

Conocidos los modos de presentación de que disponemos en la actualidad para poder visualizar imágenes en tres dimensiones, podemos deducir que los anaglifos son una forma bastante adecuada para los propósitos de nuestro trabajo. Un usuario doméstico, con el uso de un software para tratamiento fotográfico como podría ser The Gimp puede generar anaglifos a partir de un par de imágenes estereo con mucha sencillez, o bien puede usar programas para tal finalidad en su PC doméstico.

Se pueden construir unas lentes para visualizar anaglifos con papel de celofán de color rojo y cian respectivamente para el ojo izquierdo y derecho, e incluso se podrían imprimir los lentes con una impresora doméstica y papel transparente, obteniendo la tonalidad justa. Todo ello por un precio muy módico inferior a un par de euros.

Si bien habrá mucha gente que no haga uso de los anaglifos por el mero hecho de usar un ordenador para generarlos, en la actualidad la mayoría de las personas hacen uso de pequeños computadores personales sin tener

consciencia de ello. Poca gente hace uso de un programa de agenda en el ordenador para mantener sus contactos, aunque no dudan en emplear el teléfono móvil para esta tarea. Los teléfonos móviles que podemos encontrar en el mercado a precios muy asequibles incluyen cámaras de fotos, cada vez de mayor resolución, y capacidad de proceso y ejecución de programas hechos con la tecnología J2ME (Java para dispositivos móviles). Con la aparición de teléfonos cada vez más potentes cobra vida la posibilidad de hacer aplicaciones para el tratamiento de imagen desde un teléfono móvil, aunque con ciertas limitaciones de cómputo. Como hemos visto en el apartado anterior, generar anaglifos es un proceso muy sencillo cuando contamos con un par de imágenes estéreo, y es un proceso que podemos llevar a cabo usando la capacidad de cómputo de un teléfono móvil de gama media-alta en el mercado.

Una aplicación que permitiera genera anaglifos en un teléfono móvil debería permitir la toma de dos imágenes usando un punto de referencia en el visor de la cámara para centrarlas. Un procedimiento genérico sería cerrar el ojo derecho, situar el teléfono móvil delante del ojo izquierdo y tomar la fotografía que posteriormente verá solo el ojo izquierdo. A continuación y sin moverse debemos cerrar el ojo izquierdo y abrir el derecho. Situar la cámara delante del ojo derecho, tomar de nuevo con la referencia del visor el punto de referencia del objeto, y disparar la fotografía que verá solo el ojo derecho en nuestro trabajo final.

Obtenidas ambas fotografías, solo es necesario aplicar el cálculo expuesto en el apartado “Creación de anaglifos” para obtener nuestro anaglifo de la imagen deseada.

Referencias web