

INTRODUCCIÓN

La idea básica de las imágenes estereoscópicas es que partiendo de dos imágenes desde el mismo punto de vista, pero con una pequeña diferencia de ángulo entre ellas, el cerebro se encarga de unir esas dos imágenes, formando una sola que es la que nos produce la visión tridimensional.

En este taller para obtener la visión tridimensional emplearemos el estereoscopio que nos facilita la visión estereoscópica, con la ayuda de este material demostraremos esta hipótesis; diferenciando su profundidad y su altura. También ejercitando nuestra capacidad descriptiva y de agudeza visual

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluación y entrenamiento de visión estereoscópica

ESPECIFICOS

- Distinguir entre profundidad y altura
- Afianzar la capacidad de observación en los estudiantes.
- Diferenciar imágenes *bidimensionales* de imágenes *tridimensionales*.
- Ejercitar la concentración para tener una mejor interpretación de las imágenes en el estereoscopio.

MARCO TEORICO

HISTORIA DE LA ESTEREOSCOPIA

Parece que Euclides y el genial Leonardo da Vinci ya observaron y estudiaron el fenómeno de la visión binocular, siendo considerados los pioneros en este tema. También el famoso astrónomo Kepler llevó a cabo estudios sobre la estereoscopia.

Curiosamente la estereoscopia precedió a la fotografía. Fue un físico escocés, Sir Charles Wheatstone, quién en Junio de 1838 describió primero con cierto rigor el fenómeno de la visión tridimensional y construyó luego un aparato con el que se podían apreciar en relieve dibujos geométricos: el Estereoscopio.

Años más tarde, en 1849, Sir David Brewster diseñó y construyó la primera cámara fotográfica estereoscópica, con la que obtuvo las primeras fotografías en relieve. Construyó también un visor con lentes para observarlas. Posteriormente, Oliver Wendell Holmes, en 1862, construyó otro modelo de estereoscopio de mano que se hizo muy popular a finales del siglo XIX. Con él podían verse en relieve fotografías estereoscópicas montadas sobre un cartón. Se crearon extensas colecciones y se pusieron a la venta. Podían encontrarse fotografías en relieve de cualquier parte del mundo.



Ilustres científicos, como el Premio Nobel aragonés Don Santiago Ramón y Cajal, utilizaron la estereoscopia para presentar sus trabajos científicos. Don Santiago presentó parte de sus muestras para microscopio en

fotografías estereoscópicas. Era un gran aficionado a esta técnica y a la fotografía en general. Además de ello escribió sobre este tema en varios libros.

Durante los años 30, hubo un resurgir de la estereofotografía a raíz de la aparición de cámaras 3D con película de 35 mm. como la Realist o la ViewMaster, que facilitaban al aficionado la obtención de este tipo de imágenes. Desgraciadamente, estas cámaras ya no se fabrican, y son hoy en día objeto de colección y sólo pueden encontrarse en tiendas de material de ocasión.

También en el arte algunos pintores han usado la representación estereoscópica. Por ejemplo, Salvador Dalí utilizó un dispositivo de espejos similar al de Wheatstone para mostrar algunos de sus trabajos. Pueden verse actualmente en el museo de Figueras.

En los años 50 se intentó la explotación comercial de películas 3D y aparecieron los primeros títulos, pero con escasa incidencia en el mercado cinematográfico. No pasaron de ser meras curiosidades para el público. Además, algunas de las películas que se realizaron presentaban problemas de visión, por no conocer algunos de los técnicos de la época toda la problemática que conlleva una película estereoscópica, lo que ocasionaba molestias visuales que hicieron que una parte del público rechazara este tipo de cine. No sería hasta los años 80 cuando se conseguirían los resultados más espectaculares, con los sistemas de gran formato de película, como el de IMAX, para conseguir imágenes de alta resolución en pantallas gigantescas, tras grandes inversiones en investigación y medios.

En los años noventa, los avances de la informática permiten presentar imágenes 3D en monitores de ordenador y utilizarlas para presentaciones en CAD, Medicina, cartografía y otras muchas aplicaciones. Los ordenadores permiten además generar espectaculares imágenes de síntesis en relieve, para aplicaciones científicas, industriales o de entretenimiento. Recientemente la NASA ha utilizado la estereoscopia como una herramienta para ver en 3D y analizar las imágenes de Marte enviadas por la sonda Pathfinder.

IMÁGENES ESTEREOSCÓPICAS

Para poder observar correctamente una imagen estereoscópica, cada ojo debe ver solamente la imagen que le corresponde. Para ello se han ideado diversos sistemas: VISIÓN

LIBRE 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 estéreo 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.

ANÁGLIFO

Se utilizan filtros de colores complementarios, como rojo y azul o rojo y verde. 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.

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.

HEAD MOUNTED DISPLAY (HMD)

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-STEREO

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).

EL MECANISMO DE LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

De manera natural nuestro mecanismo de visión es estéreo, es decir, somos capaces de apreciar, a través de la visión binocular, las diferentes distancias y volúmenes en el entorno que nos rodea. Nuestros ojos, debido a su separación, obtienen dos imágenes con pequeñas diferencias entre ellas, a lo que denominamos disparidad. Nuestro cerebro procesa las diferencias entre ambas imágenes y las interpreta de forma que percibimos la sensación de profundidad, lejanía o cercanía de los objetos que nos rodean. Este proceso se denomina estereopsis. La distancia interpupilar más habitual es de 65 mm, pero puede variar desde los 45 a los 75 mm.

En la estereopsis intervienen diversos mecanismos. Cuando observamos objetos muy lejanos, los ejes ópticos de nuestros ojos son paralelos. Cuando observamos un objeto cercano, nuestros ojos giran para que los ejes ópticos estén alineados sobre él, es decir, convergen. A su vez se produce la acomodación o enfoque para ver

nítidamente el objeto. Este proceso conjunto se llama fusión. No todo el mundo tiene la misma capacidad de fusionar un par de imágenes en una sola tridimensional. Alrededor de un 5% de la población tiene problemas de fusión. La agudeza estereoscópica es la capacidad de discernir, mediante la estereopsis, detalles situados en planos diferentes y a una distancia mínima. Hay una distancia límite a partir de la cual no somos capaces de apreciar la separación de planos, y que varía de una persona a otras. Así, la distancia límite a la que dejamos de percibir la sensación estereoscópica puede variar desde unos 60 metros hasta cientos de metros.

Un factor que interviene directamente en esta capacidad es la separación interocular. A mayor separación entre los ojos, mayor es la distancia a la que apreciamos el efecto de relieve. Esto se aplica por ejemplo en los prismáticos, en los que, mediante prismas, se consigue una separación interocular efectiva mayor que la normal, con lo que se consigue apreciar en relieve objetos distantes que en condiciones normales no seríamos capaces de separar del entorno. También se aplica en la fotografía aérea, en la que se obtienen pares estereoscópicos con separaciones de cientos de metros y en los que es posible apreciar claramente el relieve del terreno, lo que con la visión normal y desde gran altura sería imposible. El efecto obtenido con una separación interocular mayor que la habitual es el de que los objetos parecen más pequeños de lo normal (liliputismo), y la técnica se denomina hiperestereoscopia.

El efecto contrario se consigue con la hipoestereoscopia, es decir, con la reducción de la distancia interocular, imprescindible para obtener imágenes estereoscópicas de pequeños objetos (macrofotografías), o incluso obtenidas por medio de microscopios.

LOS ESTEREOGRAMAS :

los estereogramas son un concepto basado en el tipo de visión que poseemos los seres humanos: estereográfica. La visión estereográfica es lo que nos permite percibir todo lo que vemos en tres dimensiones. Esto es posible gracias a que cada ojo ve algo un poco distinto al otro. Por ende, los estereogramas son gráficas hechas siguiendo las leyes de la visión estereográfica. Para poder percibirlos, hay que desprenderse un poco de este tipo de visión.

Pero la estereografía no es un tema nuevo. Pueden encontrarse referencias a la visión estereoscópica en tratados de la Grecia clásica, atribuidos a Euclides, aunque la producción de imágenes y de un visor expresamente creado para observarlas corresponde a Charles Wheatstone, quien en 1838 inventó las parejas estereoscópicas. El invento consiste en obtener dos imágenes que difieren levemente en el punto de observación, tal como sucede con cada ojo en la visión humana. Al colocar las imágenes una al lado de la otra y ser observadas, cada una, por el ojo que le corresponde, se tiene una muy fuerte sensación de estar observando un espacio tridimensional.

La técnica tuvo amplia difusión y se convirtió en modo de entretenimiento, en una época en que no se disponía de televisión por cable, ni películas en video, ni videojuegos, ni computadoras personales. Su expansión acompañó a la de los principios de la fotografía, con cámaras que captaban dos imágenes al mismo tiempo y visores que permitían observar el efecto tridimensional sin esfuerzo. La calidad de algunas de aquellas imágenes, reproducidas en transparencia sobre placas de vidrio, aún hoy llama la atención.

Para quienes tienen algún contacto con la representación de modelos tridimensionales, por computadora o por métodos manuales, estas técnicas no pueden dejar de despertar interés.

EL ESTEREOSCOPIO

Mientras Daguerre realizaba las últimas investigaciones que le permitirían incorporar a la sociedad el medio más avanzado para realizar imágenes, en 1838, Sir Charles Wheatstone exponía ante la Royal Society de Londres [2] una serie de parejas de dibujos lineales de formas geométricas sólidas y en una perspectiva tal que utilizando un instrumento adecuado –un aparato que había sido diseñado por él con dos espejos situados en

ángulo recto lo que permitía ver dibujos desde dos ángulos diferentes, lo cual daba una sensación de tridimensionalidad, y al que llamó stereoscopy "...para indicar su propiedad de representar figuras sólidas", decía- permitía ver dichos dibujos en la perspectiva con que esas formas serían vistas por cada ojo o tal y como nos dice el propio Wheatstone se podría apreciar

Desde su invención el estereoscopio fue una herramienta preciosa para el estudio de la visión y no cabe duda que el estudio y desarrollo de determinadas características de la visión debían cobrar dimensiones insospechadas desde el momento de la invención de la fotografía. Probablemente a esta circunstancia se deba el que se considere que el intento por obtener imágenes en relieve data de los comienzos de la fotografía hasta el punto que, a menudo, la historia de la estereoscopia se confunde con la de la fotografía, a pesar de que la estructura conceptual de la fotografía estereoscópica y las circunstancias históricas de su invención son completamente independientes de la fotografía.

Las investigaciones de Wheatstone sobre los aspectos mentales de la percepción de la profundidad supusieron una contribución fundamental a la psicología experimental, un campo que comenzaba a ser de suma importancia en las universidades tanto europeas como americanas desde el comienzo del siglo XIX [5]. Y el hecho cierto es que sólo a partir del informe de Wheatstone fue crucial para los científicos definir la visión como algo esencialmente binocular en lo cual estaba implicado el cuerpo. A partir de ese momento se impuso la cuantificación de la diferencia angular de los ejes ópticos de cada ojo, especificando las bases fisiológicas de la disparidad [6]. No obstante, y a pesar del papel crucial que desempeñó en trabajos de laboratorio, sin duda se puede afirmar que al hablar del estereoscopio estamos hablando del entretenimiento victoriano por excelencia, de la forma de imagería visual más importante del siglo XIX si exceptuamos naturalmente la fotografía. No obstante, es difícil en la actualidad ser conscientes de lo penetrante que fue la experiencia del estereoscopio y de cómo, durante décadas, llegó a definir el modo más importante de experimentar con imágenes producidas fotográficamente. Este instrumento fue discutido en periódicos y diarios, en revistas de arte y en tratados científicos. Todo el ámbito social se asomaba a mirar a través de sus oculares. Ciertamente a Wheatstone no se le ocultaron las dificultades de realización de unos dibujos tan exactos como para producir un efecto de estas características; y de hecho la utilización de dibujos lineales estaba encaminada a facilitar la ejecución pues

Los orígenes del estereoscopio están relacionados con las investigaciones que se realizaban entre 1820 y 1830 sobre la visión subjetiva y más generalmente con el campo de la visión fisiológica del XIX. Las dos figuras claramente asociadas con su invención, Charles Wheatstone y Sir David Brewster, habían escrito de manera extensa sobre las ilusiones ópticas, la teoría del color, las imágenes y otros fenómenos virtuales. Wheatstone fue de hecho el traductor de la mayor disertación de Purkinje en 1823 sobre postimágenes [11] y visión subjetiva, publicada en inglés en 1830. Pocos años después Brewster resumió las investigaciones existentes sobre aparatos ópticos y visión subjetiva.

estereoscopio artesanal

Se necesitan dos lupas idénticas (esto es importante), con una distancia focal de entre 10 y 20 centímetros, siendo más cómodas de usar las de valor más alto. La distancia focal es aquella a la que se concentran los rayos paralelos luego de pasar por la lupa; puede constatarse concentrando los rayos solares sobre una superficie y variando la distancia hasta obtener el punto luminoso más pequeño posible. Las lupas deberán ser de un diámetro entre 2,5 y 5 cm. y montarse sobre un soporte que las mantenga separadas entre sí a una distancia igual a la existente entre los ojos, que es de 6 ó 7 cm. en promedio; un montaje que permita variar la separación hará que la visión sea más precisa para cualquier usuario del visor. Yo obtuve unas lentes de plástico desarmando un largavista de juguete que mi hijo donó para esta experiencia científica. Esos juguetes se consiguen por monedas en jugueterías y comercios de baratijas. Por supuesto que también pueden utilizarse lentes de cristal, para obtener una mejor calidad de imagen, en ese caso deberá construirse el visor con una cartulina más rígida, acorde con el peso a soportar.

Un soporte muy elemental para montar las lentes puede construirse usando el dibujo esquemático que acompañamos, como plantilla para cortar 4 piezas de cartulina. Las piezas se unen (con pegamento) de a dos, formando un sandwich en el que la lente queda aprisionada en la posición del agujero mayor. Una perforación menor se usará para unir ambos sandwich con un botón de presión que permita su giro, lo que servirá para ajustar la distancia entre lentes a las necesidades del usuario.

APLICACIONES DE LA ESTEREOSCOPIA

DISEÑO DE AUTOMÓVILES

Es una poderosa herramienta para diseño y visualización de prototipos, por ejemplo en la industria automovilística. Chrysler, Ford, Opel, Renault, Volvo y otros fabricantes ya usan estas técnicas, con un importante ahorro en tiempo y dinero durante el desarrollo. Los más importantes paquetes y estaciones de diseño por ordenador, como IBM, HP, DEC, Sun o Silicon Graphics, soportan actualmente la visualización estereoscópica mediante gafas LCS, como las de Stereographics o

VRex.

MEDICINA

Es uno de los campos en los que la estereoscopia proporciona más ayuda para la enseñanza, la interpretación de imágenes para el diagnóstico o como ayuda en las intervenciones.

No es una novedad que lupas y microscopios de precisión cuentan con visión estéreo desde hace tiempo. Firmas como Zeiss u Olympus disponen de diversos modelos según las aplicaciones. Si a un microscopio estéreo se le conectan dos cámaras de vídeo, se puede ofrecer una presentación 3D en un monitor o pantalla grande de vídeo, así como grabar las imágenes 3D.

En el campo de la microcirugía ofrece grandes posibilidades. Zeiss cuenta ya con sistemas de microcirugía tridimensional, como el MediLive 3D (ver en Zeiss, alemania), del que ya existen referencias sobre sus ventajas aplicado a la oftalmología. También VRex cuenta con un sistema de microcirugía orientado a la endodoncia. Estos sistemas usan un multiplexor para entrelazar las imágenes izquierda y derecha, y la visualización tridimensional se consigue con gafas de cristal líquido (LCS).

También la endoscopia cuenta con una gran ayuda en la estereoscopia. El sistema Endolive de Zeiss es un ejemplo de ello.

Una ventaja de este sistema es que todo el equipo quirúrgico puede observar en una gran pantalla y en 3D una intervención si está dotado de gafas para la visión estereoscópica. Además las imágenes tridimensionales pueden grabarse en un vídeo convencional para estudiarlas posteriormente o emplearlas en la docencia.

En la enseñanza tiene evidentes aplicaciones en la visualización de muestras y en la creación de programas multimedia de anatomía virtual.

También se usa para visualizar imágenes o modelos del interior del cuerpo humano, bien artificiales, bien generados a partir de imágenes reales obtenidas por medio de TAC (Tomografía Asistida por Computador) o RMN (Resonancia Magnética Nuclear). Técnicas como la radiografía estereoscópica permiten situar claramente cuerpos extraños o anomalías en el interior del paciente. Asimismo se le encontrado aplicaciones para el diagnóstico de enfermedades oculares

INGENIERIA MOLECULAR

En ingeniería molecular, sin la visualización estéreo en estaciones de diseño sería muy difícil crear nuevas moléculas complejas. Sobre la ayuda que supone para la industria farmacéutica, lea el artículo sobre Parke-Davis. Puede ver moléculas en estéreo en el Departamento de Química de la Widener University.

TELEPRESENCIA

Sistemas de video-cámaras estéreo permiten operar en entornos peligrosos u hostiles con la máxima precisión. NASA ya tiene cierta experiencia respecto a sistemas de telepresencia submarina.

REALIDAD VIRTUAL

La técnica denominada Realidad Virtual básicamente es una interacción usuario-ordenador en la que se generan las imágenes estereoscópicas en tiempo real, introduciendo al espectador en un escenario 3D artificial. Por citar algunas, se encuentran las siguientes aplicaciones,

- En arquitectura, donde la Realidad Virtual nos permite navegar por el interior de un edificio antes de que se construya.
- En arqueología, permite recrear edificios y ciudades de viejas civilizaciones, o ayudar en la restauración de monumentos
- En medicina, es posible simular intervenciones quirúrgicas o navegar por el interior del cuerpo humano para planificar operaciones o en la enseñanza. En la Escuela de Medicina de San Diego de la Universidad de California ya se experimenta con ello. Los sistemas llamados "Realidad Aumentada" superponen a una imagen real otra generada por ordenador. Esto permite que el cirujano vea sobre la zona de intervención una imagen sintética tridimensional, con indicaciones precisas en un punto de interés especial. Puede ser de gran ayuda en operaciones delicadas, como por ejemplo en el cerebro.
- En la industria automovilística, es posible situarse al volante de un automóvil antes de fabricarlo.
- En la industria aerospacial, en simuladores de vuelo de aviones o para simular entornos de naves espaciales u operaciones en el espacio.

Aunque la Realidad Virtual es un tema que excede por sí solo el propósito y la capacidad de estas páginas, se irá incorporando información en la medida de lo posible. Del cálculo exacto de los parámetros de visión estereoscópica depende mucho el realismo del entorno virtual en todas estas aplicaciones.

FOTOGRAMETRIA Y FOTOINTERPRETACIÓN

INFORME N° 1

PROCEDIMIENTO

EQUPO Y MATERIAL:

- Estereoscopio de bolsillo.
- tabla de prueba de zeiss de figuras estereoscópicas.
- formulario.
- Estereogramas.

Procedimiento:

- Coloque el estereoscopio sobre la mesa en posición de trabajo.
- Límpielo y desinféctelo.

- Coloque la tabla zeiss bajo el estereoscopio de manera que la figura izquierda pueda ser observada bajo la lente izquierda y la figura derecha bajo la lente derecha.
- Observe a través del estereoscopio, concéntrese hasta ver no las dos figuras sino una sola en visión tridimensional. Las figuras serán apreciadas en diferentes niveles, esto es la visión estereoscópica.
- En el formulario anote los resultados de su observación estereoscópica, estimando la profundidad relativa de las figuras, comenzando desde la que observe mas cerca hasta la mas alejada.
- Prepare un formulario similar al suministrado para cada estereograma .
- Repita los pasos 4 y 5 con cada estereograma.
- Cuando haya terminado limpie y desinfecte el estereoscopio.

CONCLUSIONES

- La concentración juega un papel importante en la interpretación de imágenes estereoscópicas.
- Este taller nos ayudó a ejercitar nuestra agudeza visual y capacidad descriptiva.
- Cada vez nos damos cuenta de los milagros de la naturaleza y de las capacidades que posee el hombre.
- Los estereogramas solamente pueden ser observados con ayuda de un estereógrafo.