



FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

Tecnología y aplicación de la informática 2

Cámaras 3D

Alumno:
Victor Antonio Silvero

1. Introducción

El objetivo básico de la estereoscopia, que se remonta a los inicios de la fotografía, es intentar obtener una imagen en relieve, es decir que dé sensación de tres dimensiones. A lo largo de la historia de la fotografía se han ido desarrollando diversas técnicas, para conseguir esta sensación de 3D: Mediante este trabajo se pretende dar a conocer una tecnología todavía no muy extendida a nivel de usuario o de uso doméstico, como son las cámaras 3D. Actualmente existen multitud de plataformas en las que se usa la tecnología tridimensional. El objetivo es adquirir los conocimientos teóricos y técnicos sobre un sistema capaz de recoger información visual tridimensional y crear la ilusión de profundidad mediante una imagen estereográfica para, posteriormente, explicar las pautas a seguir en la grabación de unos clips de vídeo y proceder a la edición de los mismos mediante el uso de distintos tipos de software.

Es importante mencionar que no se puede hablar de cámaras 3D sin que éste esté insertado en un sistema 3D (adquisición con cámaras, procesamiento de las imágenes y métodos de visualización). Cada etapa tiene significativa importancia en la obtención de una imagen 3D de buena calidad.

El impacto causado por las imágenes estereoscópicas, tridimensionales o en relieve, es superior al causado por las imágenes planas o 2D. La visión estereoscópica permite mostrar con mayor realismo diseños, formas y conceptos complejos de expresar en una imagen plana

2. Historia

El desarrollo de la fotografía durante el siglo XIX permitió la aparición de las primeras cámaras estereoscópicas y de los primeros visores estereoscópicos. La fotografía en tres dimensiones, nació casi con la fotografía misma. De hecho, al inventarse la fotografía en 1839, ya se sabía lo suficiente de la visión tridimensional, pero fue unos 10 años después, alrededor de 1850, cuando se toman y dan a conocer las primeras imágenes fotográficas tridimensionales. Un factor decisivo en la propagación de la fotografía tridimensional fue cuando la reina Victoria de Inglaterra, cautivada por ellas, ordenó le fueran tomadas imágenes de ese tipo. Ese hecho marca el inicio de la gran popularidad que tuvo la fotografía de tres dimensiones el siglo pasado, particularmente en los países de Europa y en los Estados. [1].

Aunque se suele pensar que las tecnologías de la imagen 3D son muy recientes, es importante subrayar que los primeros desarrollos se produjeron en el campo de la estereoscopia, de la mano de Charles Wheatstone, David Brewster y Oliver Wendell Holmes, antes incluso del nacimiento oficial de la fotografía, en 1839 (Hayes, 1989; Ferwerda, 1990; Zone, 2007). En efecto, se atribuye a Charles Wheatstone la creación del primer aparato para apreciar dibujos geométricos en tres dimensiones, imitando la visión binocular humana. La primera cámara fotográfica estereoscópica se atribuye a David Brewster, en 1849, y Oliver Wendell Holmes es quien construyó, en 1862, un modelo de visor de fotografías tridimensionales que terminó siendo muy popular en el último cuarto del siglo XIX. La producción de fotografías estereoscópicas conoció un notable esplendor. Como explica Adams (2003: p. 219), en Estados Unidos, empresas comercializadoras de fotografías estereoscópicas como Kilburn, Keystone View Company, H. C. White y E. H. T. Anthony Co. llegaron a ofrecer un catálogo de más de 10.000 imágenes entre 1885 y 1935, lo que da una idea de la magnitud del negocio que alcanzó la fotografía tridimensional y, sobre todo, el enorme interés del público por consumir este tipo de imágenes. [2].

En 1922 llegó el primer largometraje en 3D aplicado por fotos a las salas comerciales de Los Ángeles. El productor Harry K. Fairall y el camerógrafo Robert F. Elder, utilizaron el método de la doble proyección a partir de dos películas de celuloide, separando la imagen mediante los colores rojo y verde; donde cada color era captado sólo por uno de los ojos, mediante unas gafas con cristales rojo y verde respectivamente. La película *The Power of Love* no tuvo ningún éxito pero fue el verdadero inicio del interés real por la cinematografía en 3D. Con la caída de Wall Street en 1929, el desarrollo del cine tridimensional se detuvo. La Alemania nazi ya utilizaba este formato de 3D para el Ministerio de Propaganda de Joseph Goebbels.¹ Hubo que esperar hasta 1934. Año en que la Metro Golden Mayer presentó algunos cortos rodados en 3D y que tuvieron bastante éxito. En Europa, Louis Lumière presentó su famoso film *Llegada del tren* en un cine 3D, vuelta a rodar con una cámara estereoscópica. El cine tridimensional ya se había introducido en la sociedad [3].

3. Bases teóricas

3.1. Visión binocular y estereoscopía:

La palabra estéreo proviene del Griego y significa relativo al espacio. Las personas vivimos en un entorno tridimensional, y nuestra percepción de espacio es creada principalmente por nuestros dos ojos, y su posterior interpretación de lo que ven por parte del cerebro. Las lentes de los ojos proyectan dos imágenes ligeramente diferentes en nuestras retinas, las cuales son transformadas por el cerebro a una representación espacial [4]

La visión binocular es la integración de la sensación producida por los estímulos luminosos que llegan a cada ojo en una percepción única. Tener dos ojos no basta para tener una visión binocular. Para que ésta tenga lugar, los dos ojos se han de mover de forma coordinada, de manera que la impresión final del espacio exterior sea única. En la figura 1 se muestra una representación de cómo cada ojo interpreta un mismo escenario tridimensional y finalmente forma la imagen final.

[5].

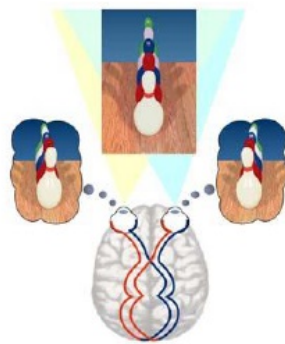


Fig.1 Representación funcionamiento visión binocular

3.2. Perspectiva y sensación de profundidad:

El recurso de la perspectiva consiste en utilizar la memoria visual y relacionar deformidades de los objetos de una imagen y texturas para intentar

reconstruirlos y colocarlos en un espacio tridimensional. Esto significa que para captar correctamente el espacio es necesario conocer las tres direcciones básicas (x, y, z). La sensación de profundidad se consigue cuando el cerebro puede interpretar las imágenes que le llegan y distribuir sus partes en esas tres direcciones. A continuación, en la figura 2, se muestra como es interpretada la perspectiva de una imagen real:

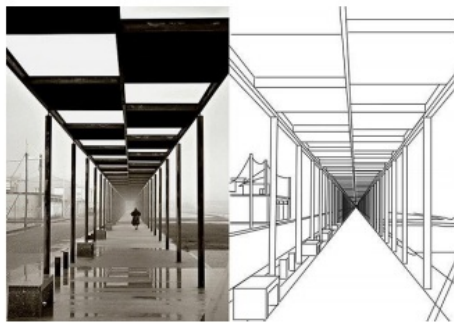


Fig.2 Representación de la perspectiva

Se conocen distintas claves que permiten percibir la profundidad y se pueden agrupar en dos subgrupos que veremos a continuación.

Claves monoculares: percibidas por cada ojo individualmente.

- **Perspectiva:** consiste en calcular la distancia tomando como referencia la dirección de las líneas de objetos comunes y cómo éstas se van juntando con la distancia.
- **Tamaño relativo:** basándonos en objetos de la misma talla, los más lejanos aparecen más pequeños, así como los más cercanos se aprecian más grandes.
- **Interposición:** un objeto que tapa parcialmente a otro se da por supuesto que está por delante.
- **Sombras y tonos:** la relación con la fuente de luz y las sombras dan muchas pistas sobre la colocación de un objeto en el espacio.

Claves estereoscópicas: percibidas convinando los dos ojos.

- Disparidad retinal: consiste en analizar la diferencia de ángulo mediante el cuál una imagen entra por cada ojo.
- Convergencia: clave ofrecida por el mecanismo de enfoque del ojo. Según se enfoca un objeto, de más cerca o más lejos, se consigue una pista de su situación.

Estas claves posibilitan el armado del espacio en tres dimensiones. [5].

3.3. El efecto 3D:

Elementos, denominados “indicadores de relieve”, contribuyen a nuestra percepción del relieve. Estos, incluyen el tamaño relativo de objetos de dimensiones conocidas, de enmascaramiento (cuando un objeto se encuentra enfrente de otro), la perspectiva y, lo más importante de todo, la “disparidad binocular”. La disparidad binocular es la diferencia entre una misma escena vista por los ojos izquierdo y derecho y es la indicación de relieve más poderosa en las personas que gozan de una vista normal. Es fácil descubrir el efecto de la disparidad binocular simplemente cerrando un ojo después del otro y observando cómo se desplaza la imagen. [6].

4. Concepto de cámaras 3D

Las cámara 3D consiste en un sistema de captura de imágenes por medio de dos (cámaras estéreo) o más cámaras que trabajan coordinadamente junto con un software o circuito que permite procesar las imágenes y obtener una sola imagen 3D que puede ser visualizada por medio de aparatos específicos.

5. Objetivo de las cámaras 3D

El objetivo de estas cámaras es y ha sido a lo largo del tiempo imitar el funcionamiento del sistema visual del ser humano y por lo tanto poder obtener imágenes lo más reales posibles.

6. Grabación estereoscópica o 3D

6.1. Grabación 2D y conversión a 3D:

Este método de grabación no es muy profesional, no se consigue un efecto estereoscópico tan auténtico como en otros métodos, aunque puede servir para empezar a hacer alguna prueba sin hacer uso de ninguna cámara especial ni nada más que un poco de edición. Este método se basa en hacer una grabación 2D, o hacer uso de imágenes ya grabadas, y convertirlas a 3D. Dicho efecto se consigue desplazando uno de los clips referente al otro. Existen plugins en edición que lo hacen automáticamente, cámaras y también televisores capaces de transformar 2D a 3D. [5].

Se venden dispositivos ópto-electrónicos en el escaso mercado 3D que permiten obtener vídeo estereoscópico con una única cámara, pero a costa de la resolución vertical u horizontal, degradando la calidad de la imagen [7].

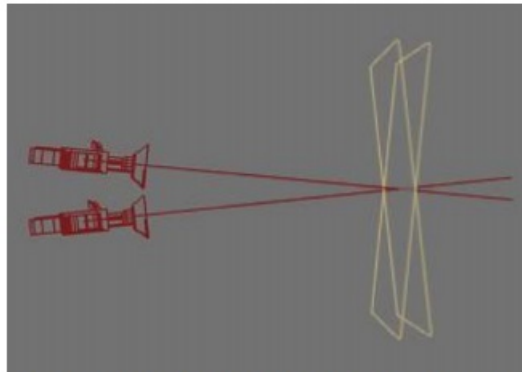
6.2. Cámara estéreo:

Una cámara estéreo es un tipo de cámara con dos lentes, cada una con un sensor de imagen o fotograma. Esto permite a la cámara simular la visión binocular, y por lo tanto le da la capacidad de capturar imágenes tridimensionales, un proceso conocido como la fotografía estéreo.

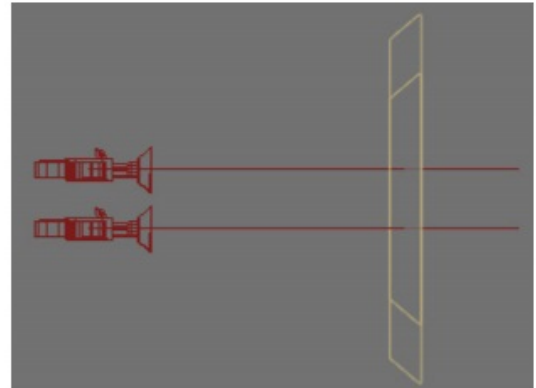
La distancia entre las lentes en una cámara estéreo típica es aproximadamente la distancia entre los ojos [8]. Esta técnica da buenos resultados, un acabado profesional. También es la más cara. Son cámaras fabricadas con un cuerpo y varios objetivos, esto facilita mucho la maniobrabilidad frente a otros dispositivos de captación 3D.

6.3. Grabación con varias cámaras:

La grabación mediante el uso de dos o más cámaras es la más común entre las superproducciones. Estas cámaras son las que mejor resultado dan actualmente. Son capaces de grabar a 6K y 150 frames por segundo, lo que nos permite tener una muy buena calidad de imagen. Tenemos que tener muy en cuenta que debemos hacer uso de cámaras exactamente iguales, mismos objetivos, mismas configuraciones, sincronizadas, todo igual, de ello depende



Esquema configuración cámaras convergentes



Esquema configuración cámaras paralelas

que se logre obtener una buena imagen estereoscópica.

Dependiendo de como se coloquen las cámaras se diferencian dos configuraciones distintas de grabación: Cámaras convergentes y cámaras paralelas. [5].

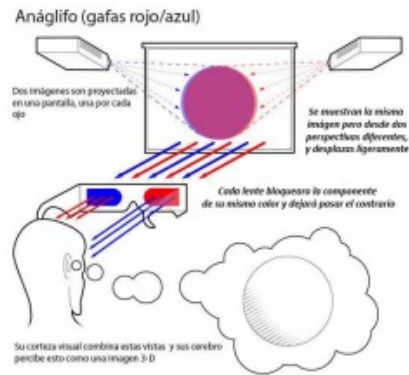
7. Técnicas de visualización de imágenes 3D

7.1. Visualización con gafas:

- Visualización en forma pasiva:

Reciben el nombre de pasivas porque no realizan tareas más allá de filtrar de forma pasiva, las decisiones y los cálculos son realizados por la fuente emisora

Gafas anaglíficas: Fueron las primeras gafas permitían la visión estereoscópica. Utilizan lentes o filtros de colores cromáticamente opuestos. Las imágenes que forman el par estereográfico son representadas superpuestas, previamente coloreadas utilizando tonos complementarios (rojo – azul, rojo – verde, ámbar – azul). [9].



Representación del funcionamiento de las tecnología del anáglifo

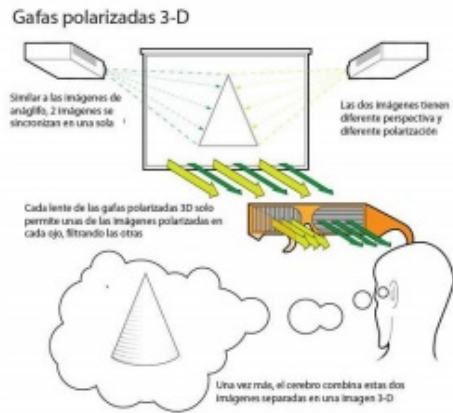
El sistema es económico, y el efecto tridimensional es aceptable
fuente emisora

Gafas polarizadas: Se trata de unas gafas donde se montan unos simples filtros de polarización diferentes para cada ojo, girados 90° entre ellos (vertical y horizontal)

Son capaces de dejar pasar la información destinada a cada ojo y bloqueando la que no corresponda al mismo

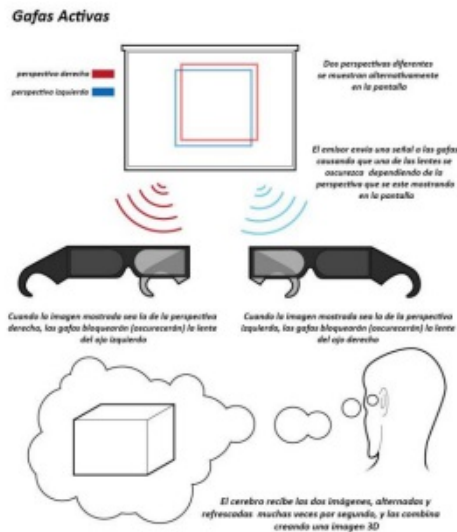
Su uso es el más extendido en los cines, aunque también está presente en las primeras TV 3D.

En la técnica de imagen polarizada las imágenes son proyectadas, o bien por dos proyectores diferentes con filtros de polarización ortogonalmente orientados, o bien por un único proyector que proyecta ambas imágenes alternativamente con planos de polarización perpendiculares entre sí mediante un multiplexor [5].



Representación del funcionamiento de las gafas polarizadas

- Visualización en forma activa:
 Reciben este nombre ya que ellas son las encargadas de realizar las tareas pertinentes para lograr el efecto estereoscópico. Contienen circuitería electrónica y van alimentadas por baterías.
Frames alternados: El sistema visual humano deja de percibir fotogramas como un proceso discontinuo a partir de las 40 imágenes/segundo. Si se presentan frames alternados a una tasa superior (por ejemplo, 50/60 Hz para cada ojo, con un total de 100/120 Hz) se podrá dar el efecto estereoscópico.
 Se sincronizan con el reproductor mediante un puerto infrarrojo o bluetooth. El reproductor muestra las imágenes alternando una para cada ojo. Se utilizan lentes con tecnología LCD que, según la señal emitida por el reproductor, se oscurecen para dejar pasar la imagen que toque en cada momento al ojo indicado [5].



Representación del funcionamiento de las tecnología de frames alternados

- Cascos (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 y los videojuegos.

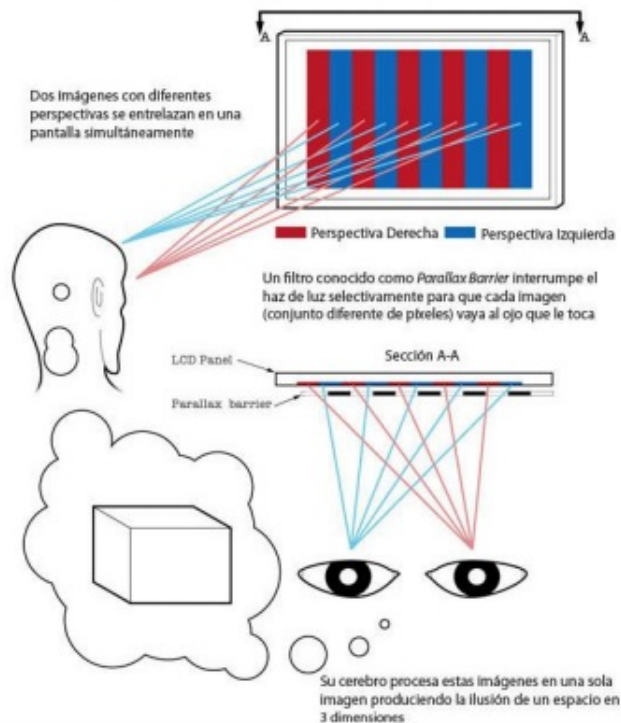
7.2. Visualización sin gafas:

Autoestereocopia: La técnica autoestereoscópica intenta que el espectador tenga esa sensación de profundidad sin necesidad de ningún dispositivo para ver el efecto 3D

- Barrera de paralelaje (Parallax):
El método más utilizado es el de la barrera de paralelaje (Parallax) que consiste en una rejilla vertical fina puesta delante de una imagen especialmente diseñada

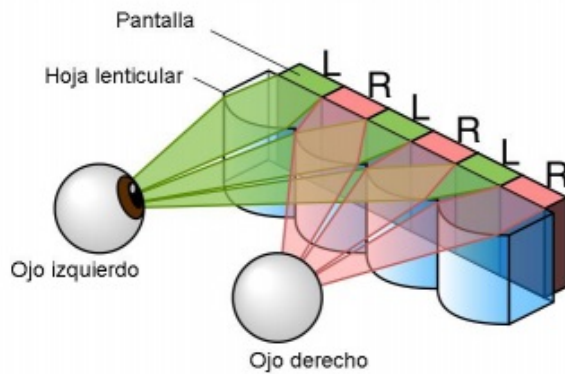
La rejilla está construida de un material opaco con fracturas verticales transparentes y finas con un espaciamiento regular. Cada espacio transparente de la rejilla actúa como ventana a un trozo vertical de la imagen puesta detrás de ella. El trozo que vemos depende de la posición del ojo. La imagen del estereograma de paralaje está hecha interpolando las columnas a partir de dos imágenes. Esta imagen y la rejilla vertical están alineadas de modo que el ojo izquierdo pueda ver solamente las tiras de la imagen para el ojo izquierdo y el ojo derecho pueda ver solamente las tiras de la imagen para el ojo derecho [5].

Barrera de paralelaje (sin lentes)



Representación del funcionamiento del Parallax

- Hoja lenticular:
Esta hoja lenticular contiene una serie de lentes cilíndricas moldeadas en un sustrato plástico. Se diseña la imagen trasera para enfocar la línea de la vista de cada ojo sobre diversas tiras



Representación del funcionamiento de la hoja lenticular

8. Cámaras 3D vs cámaras 2D

8.1. Ventajas:






- imágenes y videos mucho más reales y atractivos. Con un sistema 3D que funciona correctamente, desde la captura con cámaras 3D, la construcción de la imagen 3D hasta el método de visualización, se obtienen imágenes nítidas, claras y con aspecto bastante cercano al percibido por los ojos.
- la cámara 3D posibilita aplicaciones que simplemente no se podían realizar con los dispositivos 2D y abren representan una gama de oportunidades para desarrollar sistemas.
- Ver en tres dimensiones posibilita la realización de nuevas tareas por parte de máquinas y robots. Ciertas máquinas que utilizan cámaras como visión están limitadas por la información proporcionada por dicha cámara, la información 3D proporciona más datos y por lo tanto los robots pueden realizar más tareas.
- Permite identificar objetos. seguir movimientos y medir distancias.

8.2. Desventajas:

- Un costo mucho más elevado.
- Necesidad de equipos sofisticado para la visualización de las imágenes capturadas, además éstos equipos producen cansancio, mareos u otros malestares cuando se usan prolongada mente.
- Requiere técnicas de calibración mucho más complejas [10]
- Las cámaras 2D son más accesibles para uso cotidiano(tamaño, costo, disponibilidad en el mercado, interfaz amigable, etc).

9. Algunos modelos comerciales actuales de cámaras 3D

La siguiente es una lista de una página web que se encarga de recolectar opiniones de entendidos en un tema específico y mencionar las mejores productos según éstos. [11]

					
	Fujifilm FinePix Real 3D W3	Sony SLT-A58K DSLR	Samsung NX300 with 2D/3D Lens	Panasonic Lumix 3D1	Kamera Big Shot 3D DIY
Rank	#1 - Best Overall 3D Camera	#2 - Best 3D DSLR	#3 - Best Mirrorless 3D Camera	#4 - Best Compact 3D Camera	#5 - Best DIY 3D Camera
Amazon Rating	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★
Image Sensor Size	2x 1/2.3 inch	23.2 x 15.4 mm	23.5 x 15.7 mm	1/2.3 inch	NA
Resolution	10MP	20.1MP	20.3MP	12MP	3MP
Dual Lens Design	✓	✗	✗	✓	✓
3D Display Screen	✓	✗	✗	✗	✗
3D Movies	✓	✗	✗	✓	✗
Interchangeable Lenses	✗	✓	✓	✗	✗
Dimensions	4.9 x 2.6 x 1.1"	5.1 x 3.8 x 3.1" (camera body only)	4.8 x 2.5 x 1.6" (camera body only)	4.25 x 2.3 x 0.95"	5.1 x 2.8 x 1.6"
Weight	8.5 ounces	17.4 ounces (camera body only)	10 ounces (camera body only)	6.8 ounces	NA
Price	\$599	\$498 with kit lens	\$499 for camera with 2D lens; \$379 for 3D lens	\$598	\$109

10. Aplicaciones de las cámaras 3D

10.1. Cine 3D:

Recibe la denominación de cine 3D la tecnología de filmación y proyección de cine para que simule la visión tridimensional humana real.

El fenómeno del cine resultó una innovación, la inquietud de un cine que pudiese reproducir las imágenes tal cual son visualizadas por el ojo humano fue inminente, se comenzó a plantear la posibilidad de dotar a este nuevo gran espectáculo con la tercera dimensión para que se hiciera más real.

Las nuevas tecnologías del 3D nos ofrecen una película que se produce y consume como un espectáculo, donde “la propia tecnología es el mensaje”

Es importante mencionar que el cine 3D puede o no implicar el uso de cámaras 3D ya que las imágenes 3D también pueden ser generadas por computadora.

10.2. Robótica y Automatización:

Los expertos de la automatización coinciden en que la visión 3D se encuentra al comienzo de un desarrollo vertiginoso. El incremento del rendimiento y la simplificación del manejo harán que los sistemas de visión 3D revolucionen la técnica robótica y sistemas completos de automatización

Los sistemas todavía dominantes son los bidimensionales y los sensores de visión, de técnicas más sencillas. Pero el avance de las aplicaciones 3D es imparable, como demuestra con cifras Patrick Schwarzkopf, director de Procesamiento de Imágenes en la VDMA. "Según nuestro análisis de mercado facturamos ya el 10 por ciento de todo el volumen del sector con tareas de medición tridimensionales, y la tendencia es alcista. Ver en tres dimensiones es imprescindible para realizar muchas tareas, no solo para las personas sino también para el mundo industrial y las máquinas. Con información tridimensional será posible llevar a cabo tareas de ingeniería mecánica o producción industrial para las que no bastaban las tecnologías bidimensionales clásicas. Ya que para poder reconocer objetos con tecnologías bidimensionales es necesario conocer su orientación. [12].



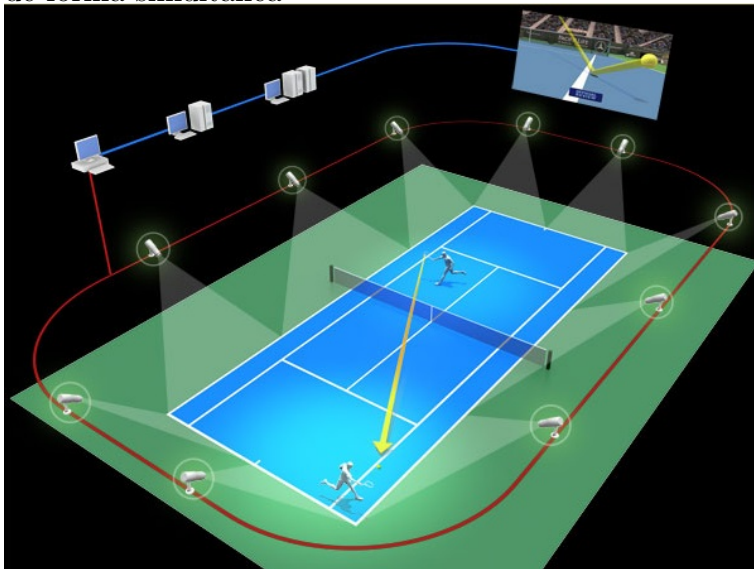
10.3. Estudio de la superficie terrestre:

La posibilidad de reconocer objetos y profundidades la hace más adecuado para sacar fotografías al relieve del terreno para su posterior estudio.

10.4. Ojo de halcon:

Los sistemas del ojo de halcón están basados en cálculos de triangulación a partir de imágenes visuales y mediciones de tiempo proporcionados por cámaras de vídeo de alta velocidad

Estos datos son procesados por un procesador de alta velocidad, que reconoce en las imágenes la pelota de tenis y calcula su trayectoria. Para ello necesita un modelo del área de juego, la posición de las cámaras y su lugar de enfoque. Como resultado, calcula la posición en 3D de la pelota para cada imagen, partiendo de, al menos, dos cámaras que han tomado una imagen de forma simultánea



10.5. Medicina:

- oftalmología: La imagen estereoscópica mejora la información diagnóstica proporcionando una visión realista y en profundidad, muy superior

a las fotografías normales en dos dimensiones.

Indudablemente tiene un gran interés docente y permite valorar la profundidad, profusión y localización de las lesiones. Actualmente su principal aplicación clínica en oftalmología es en la fotografía de fondo de ojo.

Las fotos estereoscópicas son particularmente útiles en identificar la localización anatómica de los hallazgos patológicos en las imágenes retinianas y en la valoración de la excavación papilar glaucomatosa. La imagen tridimensional es un protocolo estandar para muchos ensayos clínicos de investigación de las enfermedades retinianas [13].

- laparoscopia: El nuevo sistema de imágenes 3D aumenta la precisión del rendimiento laparoscopia, con una mayor percepción de la profundidad mínimos mareos. Los autores esperan que el sistema en 3D podría proporcionar una mayor precisión en la cirugía. [14].

10.6. Otras aplicaciones:

Reconocimiento de gestos, detección de movimiento y medición de distancias son otras características que cada vez tienen más aplicaciones en diversos ámbitos

11. Impacto social de las cámaras 3D

- En el ámbito del Entretenimiento: El reciente auge de producciones realizadas en sistemas 3-D hoy es presentado por el discurso corporativo proveniente de Hollywood como una forma de visualización del futuro del cine. Promovidas por el discurso del marketing y la publicidad no solamente como el último grito de las nuevas tecnologías sino también como el mismísimo mañana a nuestras puertas, las películas tridimensionales obligan a plantear algunos interrogantes, que pueden ser formulados aprovechando los conocimientos que aportan una perspectiva integradora de los enfoques de la reciente historiografía y la teoría de lo audiovisual

La necesidad de portar las célebres lentes que permiten el efecto, de

hecho, se han ido sucediendo experiencias, con éxito relativo, para obtenerla sin esos adminículos que otorgan a cada función una dimensión entre lúdica y ligeramente no confortable. En el presente, la experiencia audiovisual en 3-D posee, como en los tiempos del pre-cine y sus inicios, ámbitos, tecnologías y posibilidades cambiantes. Lo cierto es que el cine puramente 3D sigue teniendo un costo muy elevado de producción y tienes muchas interrogantes que aún deben resolverse para que sea el éxito presagiado. [15].

- En el ámbito Científico: En el ámbito de la automatización de controles, robótica, tecnología médica y otros sistemas electrónicos, las cámaras 3D que posibilitan la obtención de datos 3D constituyen un elemento que permitirá nuevas utilidades en las máquinas utilizadas gracias al reconocimiento de objetos o la percepción de profundidad. Los expertos de la automatización coinciden en que la visión 3D se encuentra al comienzo de un desarrollo vertiginoso. para el doctor Olaf Munkelt, presidente de la junta directiva de Procesamiento de Imágenes en la VDMA y gerente de la MVTec Software GmbH, es obvio que "La visión 3D se encuentra tan solo al comienzo de un desarrollo vertiginoso. Se puede prever la fusión de las tecnologías de máquinas y procesamiento de imágenes."MVTec es un fabricante de software internacionalmente líder en el procesamiento industrial de imágenes.

12. Conclusión

Como hemos podido ver a lo largo del trabajo, la estereoscopia o 3D ofrece nuevas oportunidades de desarrollo de aplicaciones en diversos ámbitos científicos y del entretenimiento, es una tecnología muy interesante en la cuál muchos fabricantes han depositado grandes esperanzas en los últimos tiempos.

No obstante, El tener que utilizar unas gafas puede ser una causa de la mala aceptación, el precio de los TV y que las sensaciones no son del todo satisfactorias.

El reto está en superar las dificultades y molestias generadas por las técni-

cas y aparatos de visualización, logrado eso esta tecnología pasara a ocupar mayor espacio en el negocio del entretenimiento.

Referencias

- [1] “Fotos, fotografía estereoscópica, fotografía en tercera dimensión..” <http://riie.com.uy/?a=45308>.
- [2] “El mercado de la imagen 3d.” http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/30937/Soler_ActasIVCongreso.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [3] “Cine 3d.” https://es.wikipedia.org/wiki/Cine_3D.
- [4] “Realidad virtual.” <http://dmi.uib.es/~abasolo/cursorealidad/paco/Estereoscopia.html>.
- [5] Carlos Catala Sarmiento Jaime Lloret Mauri, “Edición estereoscópica.” <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/37172/Memoria%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [6] “Televisión 3d.” <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/TV3D.pdf>.
- [7] J. A. VALERO RUIZ, Carlos; GONZÁLEZ GIL, “Bastidor para filmación 3d estereoscópica.” <http://www.egrafica.unizar.es/ingegraf/pdf/Comunicacion17052.pdf>.
- [8] “Stereocamera.” https://en.wikipedia.org/wiki/Stereo_camera.
- [9] R. Rubio, “Aplicación de los sistemas de visión estereoscópica en las enseñanzas técnicas.” https://www.researchgate.net/profile/Ramon_Rubio2/publication/228779560_Aplicacin_de_los_sistemas_de_visin_estereoscopia_en_las_enseanzas_tcnicas/links/00b7d52be0af39d406000000.pdf.
- [10] D. A. P.-P. C.-C. L. Tozzi, “Comparación de técnicas de calibración de cámaras digitales.” <http://www.scielo.cl/pdf/rfacing/v13n1/art07.pdf>.
- [11] “3d camera reviews for 2016.” <http://www.gadgetreview.com/reviews/3d-camera-reviews>.
- [12] “Las ventajas de la visión 3d.” http://www.revistatope.com/159_art_3D_Identificacion.html.

- [13] “Imagen 3d en oftalmología.” <http://www.oftalmo.com/som/images/revistas/revista-2010/m2010-06.htm>.
- [14] “Comparison of two- and three-dimensional camera systems in laparoscopic performance: a novel 3d system with one camera.” <http://link.springer.com/article/10.1007/s00464-009-0740-8>.
- [15] “El 3d una vez más.” [urlhttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5253331](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5253331).