

SISTEMA DE VISIÓN ESTEREOSCÓPICA BASADO EN ANAGLIFO PARA APLICACIONES DE REALIDAD VIRTUAL

Iris Noemí Ramírez García, Mauricio Olguín Carbajal

Departamento de Realidad Virtual

Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo (CIDETEC)

Unidad Profesional López Mateos, Instituto Politécnico Nacional

Resumen

El presente trabajo reporta los avances del desarrollo de un sistema de visión estereoscópica para aplicaciones de realidad virtual que actualmente se está desarrollando en el CIDETEC del IPN. El objetivo principal de este sistema es proporcionar una salida estereoscópica basada en la separación de imágenes con características 3D.

También se pretende que en el CIDETEC se tengan conocimientos de las bases y principios de la visión estereoscópica, ya que esta es un aspecto clave en sistemas inmersivos de realidad virtual.

1. Introducción

En los últimos años ha crecido sustancialmente el desarrollo de aplicaciones que utilizan la tecnología de realidad virtual. El objetivo de la realidad virtual es sumergir al usuario en un mundo artificial simulado por la computadora [?]. Uno de los conceptos que caracteriza a la realidad virtual es la «tridimensionalidad». La sensación 3D se consigue mediante la proyección de gráficos estereoscópicos, es decir, se genera una imagen ligeramente diferente para el ojo izquierdo y otra para el ojo derecho del usuario.

Existen fundamentalmente dos tipos de sistemas estereoscópicos cuyo objetivo principal es proporcionar al usuario sensaciones de profundidad: sistemas estéreo activo y sistemas estéreo pasivo [?]. En ambos métodos, el usuario debe llevar puestas unas gafas especiales. En el primero de los casos, las gafas incluyen componentes electrónicos, cosa que no ocurre en el segundo caso.

Los sistemas de estéreo activo son los que ofrecen una mayor calidad y, generalmente, tienen también un costo superior. Son sistemas secuenciales en los que las imágenes correspondientes al ojo izquierdo y derecho se alternan en rápida sucesión (típicamente 120 Hz). En este tipo de sistemas se utilizan gafas con obturadores LCD (*shutters glasses*).

Los sistemas de estéreo pasivo más comunes utilizan proyectores. Las gafas no disponen de componente electrónico alguno, sino que llevan incorporados unos filtros análogos a los que se colocan en los proyectores. Los gráficos pueden ser generados por una sola computadora o por dos computadoras sincronizadas.

Para la visualización de modelos en tres dimensiones se han utilizado técnicas de visualización estereoscópicas entre las que destacan: Polarización, Conmutación y Anaglifo. Estos métodos permiten la separación de las imágenes para el ojo izquierdo y derecho cuya finalidad es proporcionar un efecto estereoscópico, es decir, un efecto tridimensional en donde el usuario percibe profundidad cuando está observando una escena.

En la actualidad se han diseñado e implementado diversos sistemas de visión estereoscópicos, en su gran mayoría empleando proyectores digitales de LCD. A pesar de las ventajas que ofrecen este tipo de proyectores, presentan una desventaja significativa como lo es la consistencia del color. Tomando en cuenta las ventajas que aportan los proyectores de LCD, W. Kresse [?] desarrolló el HEyeWall y la cueva digital. El HEyeWall es la primera aplicación con capacidad de despliegue estéreo y la cueva digital es la primera cueva con proyectores digitales. Dicho trabajo describe un método para la corrección del color y del brillo de los sistemas de visualización de multiproyector con el propósito de hacer uniforme el color en las pantallas. La ventaja principal de esta tecnología es que existe una buena separación de imagen y no hay requisitos especiales para las pantallas.

Simón Stegmaier [?] desarrolló un software genérico por medio de una biblioteca de OpenGL basado en la visión estéreo pasiva policromática de alta calidad y de bajo costo. Por medio de la precarga de la biblioteca se agregan capacidades estéreo. En cuanto a la configuración, los pares estéreo son controlados por tres parámetros importantes: los ojos del espectador, la separación que existe entre los ojos y la anchura de la exhibición. Una limitación de este trabajo es que la biblioteca solamente puede ser aplicada a los programas que se ligan dinámicamente a las bibliotecas de OpenGL.

Leonardo C. Botega [?] también utilizó visión estéreo pasiva; el objetivo de ese trabajo fue implementar un módulo de estereoscopía capaz de proporcionar interacción y sensaciones realistas para lograr mayor inmersión en aplicaciones de entrenamiento médico con técnicas de anaglifo. Para lograrlo se construyó un atlas virtual de anatomía para cáncer de mama. La aplicación se desarrolló con el API de Java 3D. Los objetos fueron modelados con 3D Studio Max y posteriormente exportados al atlas virtual. Un problema encontrado es que la herramienta no funciona correctamente con los tonos rojos y azules, por lo que se tuvo que hacer coincidir con los colores de los lentes adaptándose a las condiciones que el Anaglifo requiere.

La deformación de objetos es un factor importante para que el entrenamiento y la simulación médica obtengan mayor realismo. Por ello, Ana Cláudia M. T. G. de Oliveira [?] propuso el desarrollo de un sistema de estereoscopía basado en la técnica de los anáglifos y enfocado a la deformación de los objetos cuando existe una colisión. La técnica de deformación en objetos tridimensionales fue puesta en práctica con la ayuda del API de Java 3D y el método masa-resorte, con el objetivo de proveer una clase para las herramientas de entrenamiento médico. El marco desarrollado contiene las clases para la detección, la estereoscopía y la deformación de objetos cuando se presenta una colisión, pero se requiere cubrir todas las características pertinentes al dominio del entrenamiento médico.

2. Técnicas de visualización 3D

Las técnicas más comunes de visualización 3D son: visualización volumétrica, autoestereoscopía y estereoscopía [?].

2.1 Visualización volumétrica

La visualización volumétrica consiste en mostrar imágenes tridimensionales dentro de un volumen. Para ello se utilizan dispositivos volumétricos, los cuales permiten que los objetos o imágenes puedan ser vistos por varios observadores al mismo tiempo desde cualquier orientación.

2.2 Autoestereoscopía

Una exhibición gráfica se llama autoestereoscópica cuando todo el trabajo de la separación de imágenes está hecho por la propia exhibición, de modo que el observador no necesite usar gafas especiales. Los dispositivos autoestereoscópicos permiten que varios usuarios vean una vista distinta y correcta del mismo objeto 3D.

2.3 Estereoscopía

La estereoscopía consiste en visualizar dos imágenes, una para el ojo izquierdo y otra para el ojo derecho, con la ayuda de gafas especiales.

2.4 Estereopsis

Es el mecanismo mediante el cual el cerebro procesa dos imágenes diferentes y las interpreta de forma que percibimos una sensación de profundidad de los objetos que nos rodean. A las pequeñas diferencias que existen entre cada una de las imágenes se les denomina disparidad. Este mecanismo se puede apreciar en la Figura 1.

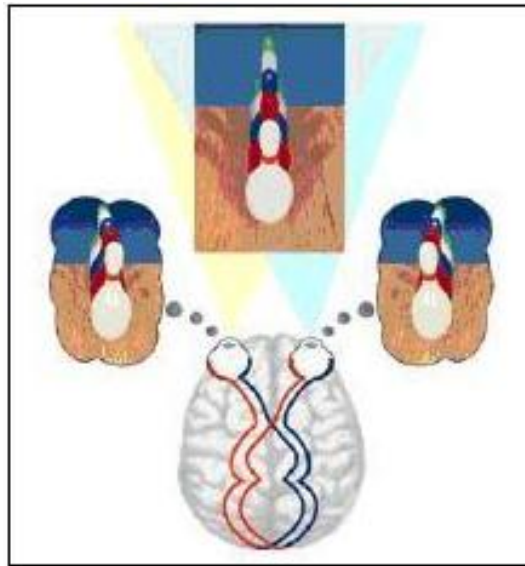


Figura 1 El cerebro recibe dos imágenes ligeramente diferentes y las interpreta como una sola imagen.

La visión estereoscópica es un aspecto clave en aplicaciones de realidad virtual. La idea es calcular diversas imágenes, una para el ojo izquierdo y otra para el ojo derecho, y presentarlas al usuario de modo que él vea la imagen correcta para cada ojo. Para llevar a cabo esto se necesita hardware especial para bloquear la imagen correspondiente a cada ojo. Esto puede realizarse de dos formas: visión estéreo activa y visión estéreo pasiva. En ambos métodos el usuario debe llevar puestas unas gafas especiales; en el primero las gafas incluyen componentes electrónicos, cosa que no ocurre en el segundo caso.

3. Técnicas de visión estéreo

Existen varias técnicas de visión estéreo. Las técnicas pasivas más utilizadas hasta la fecha son: anaglifo y polarización; en cuanto a la visión estéreo activa, destaca el método de conmutación. A continuación se hace una breve explicación de cada una de ellas.

3.1 Técnica anaglifo

Esta técnica utiliza gafas con filtros de colores rojo y azul (u otra combinación) para realizar la separación de las dos imágenes: una en color azul y otra en rojo (ver Figura 2). Cuando se observa una imagen a través de un filtro rojo, el color azul aparece en negro y viceversa. A través de este principio se pueden mezclar dos imágenes y obtener el efecto estereoscópico. La técnica anaglifo es muy económica de implementar; el inconveniente es que no permite una representación correcta del color.

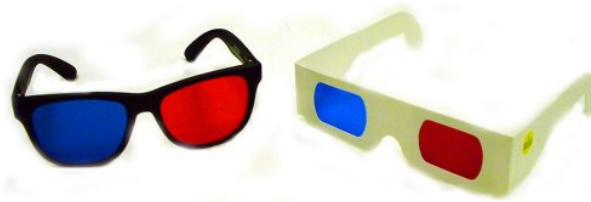


Figura 2 Gafas con filtros de colores para la técnica anaglifo.

3.2 Técnica de polarización

Esta técnica funciona con base en un fenómeno de la física llamado polarización de la luz. Se proyectan dos imágenes: una polarizada en un sentido y otra a 90 grados, así cada ojo ve una imagen distinta debido al bloqueo de luz y en consecuencia se obtiene la ilusión 3D (ver Figura 3). La desventaja de esta técnica es

que requiere proyectores y pantallas especiales que no despolaricen la luz.

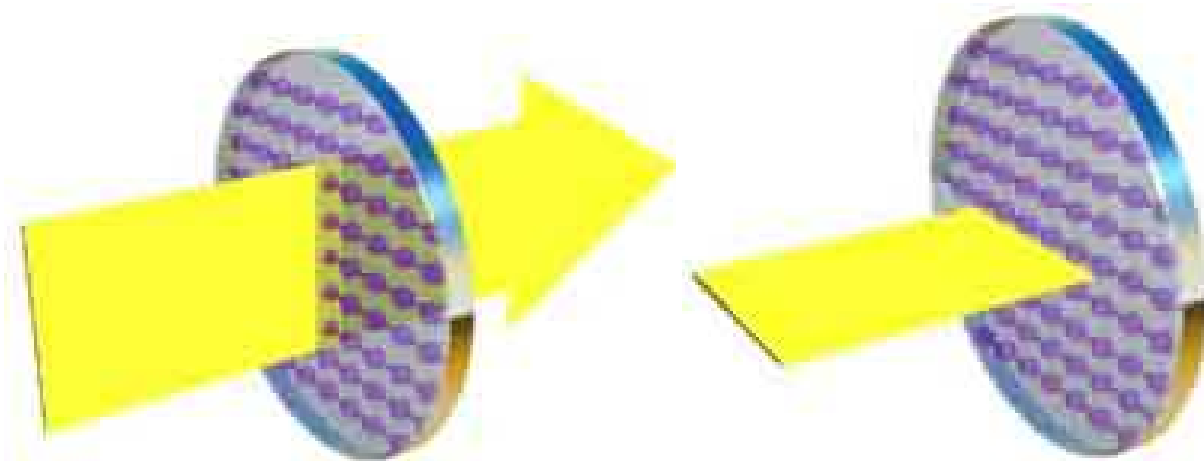


Figura 3 Polarización de la luz: una imagen en un sentido y otra a 90° respecto a la posición del filtro.

3.3 Técnica de conmutación

Esta técnica es la más costosa de las presentadas, ya que se requiere de gafas de conmutación de material LCD (*Shutterglasses*), ver Figura 4. Estas gafas son capaces de oscurecerse totalmente y no dejar pasar la luz, mediante una rápida apertura y cierre del LCD. Con este mecanismo y mediante la proyección de imágenes de manera sincronizada, el usuario observa una imagen diferente para cada ojo y así percibe profundidad.



Figura 4 Lentes de LCD (*Shutterglasses*).

4. Desarrollo

4.1 Motivación

Este trabajo ha sido motivado a desarrollarse debido a que actualmente existen sistemas de realidad virtual que emplean la visión estereoscópica para proporcionar un alto nivel de inmersión del usuario mediante la proyección de gráficos 3D; lamentablemente son sistemas demasiado costosos en los cuales el usuario debe llevar equipo de visualización especializado. También se han empleado granjas de computadoras para procesar una sola imagen, lo que ofrece una buena representación pero desafortunadamente está al alcance de muy pocos.

La idea es realizar un sistema en donde se pueda apreciar visión estereoscópica con recursos propios y de fácil construcción, como lo son las gafas de filtros de colores. Además, se pretende que este trabajo sea de gran utilidad para la enseñanza de la materia de realidad virtual que actualmente se imparte a los alumnos del centro de investigación.

Actualmente en el CIDETEC no se tiene conocimiento sobre este campo y, como se explicó anteriormente,

la visión estereoscópica es muy útil en aplicaciones de realidad virtual.

4.2 Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

- Generar una salida estereoscópica, es decir, una imagen para cada ojo basada en la técnica anaglifo.
- Diseñar y desarrollar la funcionalidad estereoscópica en Java 3D.
- Construcción de las gafas de visualización.

Para desarrollar este sistema se propone utilizar el API de Java 3D como herramienta de desarrollo del software y la técnica de visualización anaglifo; ambas permitirán obtener la salida estereoscópica que se necesita.

4.3 Técnica de visualización estereoscópica Anaglifo

Después de haber realizado una investigación sobre las técnicas de visualización estereoscópica, se determinó que la técnica Anaglifo es bastante económica de implementar, ya que no se requieren lentes costosos; tan solo se necesitan filtros de colores rojo-azul u otra combinación para construir las gafas de separación cromática. Tampoco se requiere de pantallas especiales para hacer la proyección de las imágenes. El único inconveniente encontrado en esta técnica es la pérdida de color, la cual puede ser corregida variando los atributos de apariencia (color, brillo, etc.) del objeto a visualizar mediante la herramienta de programación.

4.4 El API de Java 3D como herramienta para generar la salida estéreo

Con base en un estudio previo sobre herramientas de programación 3D, se determinó que Java posee características y ventajas deseables al momento de programar sistemas de realidad virtual. La ventaja más importante de Java es que es un lenguaje de programación independiente de plataforma, es decir, el software a desarrollar puede ser ejecutado desde cualquier máquina sin importar en dónde haya sido creado. Como se mencionó anteriormente, se pretende realizar una aplicación en donde los recursos empleados no requieran de mucha inversión económica; Java es un lenguaje de programación de uso libre, por lo que no se requiere adquirir licencia alguna y es de fácil acceso.

Java es un lenguaje de programación de escenarios 3D a bajo nivel, lo que permite mejor control de aspectos de visualización y capacidades del escenario [?].

Aparte de Java, existen otras herramientas que permiten generar objetos 3D, como VRML. La principal desventaja que tiene VRML con respecto a Java es que depende de programas visualizadores y que la implementación de dispositivos es limitada.

Otra ventaja importante es que cuando se tiene el dominio de VRML, el paso a Java es de manera natural, ya que Java posee métodos que en cuanto a sintaxis y funcionalidad son muy parecidos a VRML. Esto no ocurre con C o C++ debido a que la forma de programación es muy diferente.

5. Resultados esperados

Con base en la investigación previa se espera obtener en un futuro un sistema con las siguientes características:

- Un sistema de visión estereoscópica que emplee un sistema óptico sencillo y fácil de confeccionar, con filtros de colores que posteriormente se determinarán.
- Un software que permita obtener una salida estereoscópica proyectable de dos maneras diferentes:
 - Salida a un monitor de computadora.
 - Salida a las pantallas de proyección de una cabina de inmersión.
- Obtención de un artículo en donde se reporten los avances de esta investigación.

6. Conclusiones

Hoy en día existe una cantidad de trabajos que intentan simular la visión humana, algunos de estos enfocados a medicina, astronomía, geociencia, educación, etc. En su gran mayoría se han obtenido resultados satisfactorios en cuanto a calidad de imagen e inmersión del usuario; para lograr esto se ha requerido de hardware especializado y en consecuencia mayor inversión económica. Es por ello que se propone el desarrollo de un sistema de visión estereoscópica basado en la técnica anaglifo: esta técnica fue elegida porque es la más económica de implantar y no requiere de hardware especial.

En cuanto a la herramienta de programación, se elige Java por poseer características convenientes para el desarrollo del sistema, como lo son: independencia de plataforma, código de uso libre y un lenguaje de programación de escenarios a bajo nivel.

Referencias

- [1] J. C. Parra Márquez, R. García Alvarado e I. Santelices Malfani. *Introducción a la práctica de Realidad Virtual*. Ediciones U. Bío-Bío, 2001.
- [2] A. Susperregui, E. Carrasco, M. T. Linaza, A. Stork, I. Macía y L. Mahalic. *Aplicación de nuevas interfaces en entornos museográficos: Informe técnico*. Institute Fraunhofer IGD, Darmstadt, Germany, 2006.
- [3] W. Kresse, D. Reiners y C. Knöpfe. "Color consistency for digital multiprojector stereo display systems: the HEye-Wall and the digital cave". En *Proc. Workshop on Virtual Environments*, págs. 271--279, Zurich, 2003. ACM Press.
- [4] S. Stegmaier, T. Ertl y D. Rose. "A case study on the applications of a generic library for low-cost polychromatic passive stereo". En *Proc. Conference on Visualization*, págs. 557--560, Boston, 2002. IEEE Computer Society.
- [5] L. C. Botega, A. C. M. T. G. Oliveira, L. Pavarini y F. L. S. Nunes. "Implementación de módulo de estereoscopia utilizando anaglifos para herramientas de realidad virtual para entrenamiento médico". 2005.
- [6] A. C. M. T. G. Oliveira, F. L. S. Nunes y L. Pavarini. "Virtual reality framework for medical training: implementation of a deformation class using Java". En *Proc. ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications*, págs. 347--351, Hong Kong, 2006. ACM Press.
- [7] E. Camahort, M. Escrivá y M. J. Vicent. *Dispositivos de visualización espacial. Informe técnico*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, marzo 2006.
- [8] J. J. Pratdepadua. *Programación en 3D con Java3D*. Alfaomega, México D.F., noviembre 2005.