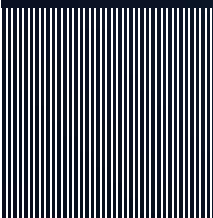


Recibido: 30.08.2017 | Aceptado: 17.11.2017

Palabras clave: Realidad aumentada, segmentación de imágenes médicas, visualización holográfica y fantasma de Pepper.



Sistema de visualización holográfica para imágenes médicas



ALDO RODRIGO MEJÍA RODRÍGUEZ

aldo.mejia@uaslp.mx

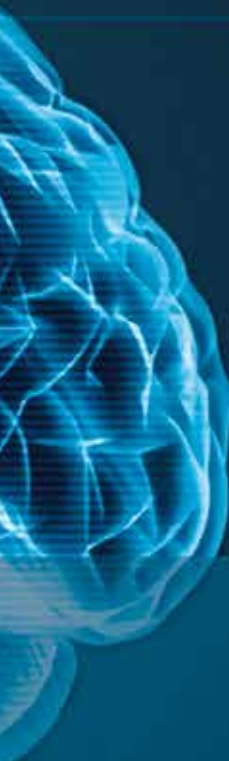
EDGAR ROMÁN ARCE SANTANA

arce@ciencias.uaslp.mx

INÉS ALEJANDRO CRUZ GUERRERO

alex.cruz.gro@gmail.com

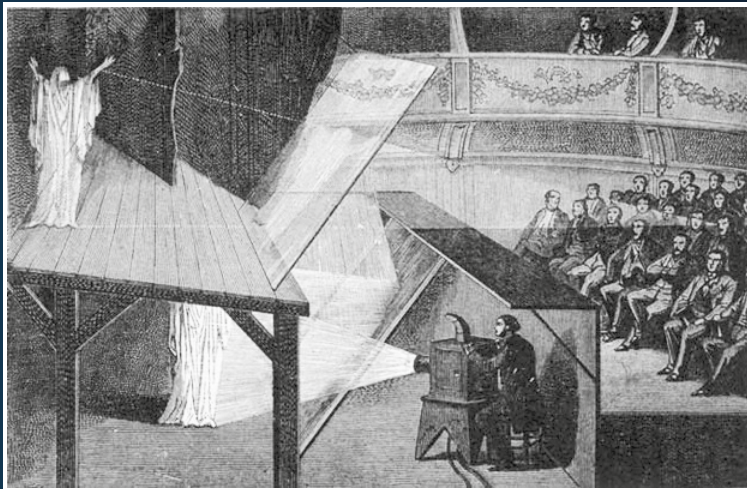
FACULTAD DE CIENCIAS



El avance acelerado de la tecnología le ha permitido a la medicina tener un desarrollo sorprendente, en particular la imagenología, que permite observar imágenes del interior del cuerpo y ha contribuido a mejorar los servicios de salud. En la actualidad, existen diversos tipos de sistemas de imagenología a través de los cuales se adquieren imágenes volumétricas, como tomografías axiales computarizadas (TAC), resonancias magnéticas (RM), o ultrasonografías (US) en 3D o 4D, por mencionar algunas, que permiten al especialista clínico tener información relevante de estructuras anatómicas. Sin embargo, una práctica común de los médicos que realizan los diagnósticos es analizar la información tridimensional obtenida en cortes o imágenes bidimensionales a diversas alturas de la estructura bajo estudio, lo que se traduce en pérdida de información espacial y dificultad de interpretación.

Para lidiar con estos problemas, existen programas que además de permitir el análisis 2D de estudios clínicos reales, posibilitan visualizar estructuras anatómicas de manera tridimensional; sin embargo, es necesario tener un conocimiento avanzado de los mismos, lo que dificulta que su uso se extienda. De igual manera, han surgido sistemas basados en realidad aumentada y virtual que aportan una experiencia de interacción 3D

apropiada para instruir a estudiantes que comienzan su camino en el área de las ciencias de la salud. No obstante, la mayoría de ellos utilizan datos precargados para la recreación de las estructuras anatómicas, por lo que no existe una interacción con datos ajenos al sistema (por ejemplo, estudios clínicos), debido a lo cual se utilizan para la enseñanza y no como visores de imágenes médicas reales de pacientes.



Efecto del fantasma de Pepper (Houdin, 1885)

Figura 1.

Para lograr el efecto se utilizaba una pantalla transparente a 45 grados con respecto a la horizontal, colocada justo enfrente del escenario, donde se situaba el actor que caracterizaba al fantasma y en el cual incidía una potente fuente de luz que generaba una proyección del actor y sus movimientos en la pantalla, por lo que los espectadores percibían al actor y su interpretación como si estuviesen en el escenario.

También existen productos que proporcionan una experiencia de visualización holográfica, basados en paneles de retroproyección o en el efecto del fantasma de Pepper para la recreación 3D de imágenes de alta resolución. Sin embargo, como en el caso de los sistemas de realidad aumentada y virtual, la información de los volúmenes es precargada, por lo que visualizar estructuras diferentes a las establecidas por el fabricante es complicado. Aunado a lo anterior, la interacción que se tiene con las reconstrucciones es prácticamente nula, ya que se utilizan sobre todo para reproducción multimedia. Además, es importante mencionar que los sistemas, tanto de realidad aumentada como holográficos, requieren infraestructura y hardware

especializados, por lo que tienen un costo muy elevado.

En los últimos años, en la Facultad de Ciencias de la UASLP se han estudiado, desarrollado y optimizado métodos de segmentación para la extracción de imágenes de estructuras anatómicas para su investigación, para el diagnóstico o seguimiento, los cuales han sido útiles para la detección de una gran variedad de padecimientos. Sin embargo, una vez aisladas estas estructuras, surgió la interrogante de cómo mejorar su visualización para su explicación a estudiantes y pacientes. Como respuesta a esta pregunta, los autores de este artículo, quienes forman parte de la planta académica de la carrera en Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ciencias, en conjunto con el ingeniero biomédico Alejandro Cruz (estudiante de la Maestría en Ingeniería Electrónica de esta casa de estudios) trabajan en el desarrollo de un sistema de visualización holográfico para imágenes médicas de casos clínicos reales mediante el uso del efecto del fantasma de Pepper.

El fantasma de Pepper fue diseñado en la primera mitad del siglo XIX, originalmente por Henry Dircks y tiempo después modificado por John Henry Pepper, quien lo acondicionó para escenarios teatrales y lo popularizó, por lo que a este último se le atribuye la creación, aún después de que en reiteradas

ocasiones le dio el crédito a Dircks (Houdin, 1885).

El nombre del efecto se atribuye a que era utilizado principalmente para crear fantasmas o monstruos que interactuaban con los actores y que los espectadores podían ver aun cuando estos no estaban físicamente en el escenario. Para lograr este efecto, se utilizaba una pantalla transparente a 45 grados con respecto a la horizontal, colocada justo enfrente del escenario, con un espacio de uno o dos metros por abajo del mismo —de forma que fuera imperceptible para los espectadores— donde se situaba el actor que caracterizaba al fantasma y en el cual incidía una potente fuente de luz que generaba una proyección del actor y sus movimientos en la pantalla, por lo que los espectadores percibían al actor y su interpretación como si estuviesen en el escenario (Keller, 1999; Novy, 2013).

El sistema propuesto combina técnicas de procesamiento digital de imágenes en conjunto con el efecto del fantasma de Pepper para producir una visualización holográfica de estructuras anatómicas de interés en 3D. Se divide en dos componentes principales: una interfaz gráfica de usuario (IGU), es decir, el software que realiza el procesamiento de las imágenes de forma fácil y eficiente, y una estructura de aluminio que en conjunto con un proyector permite la recreación

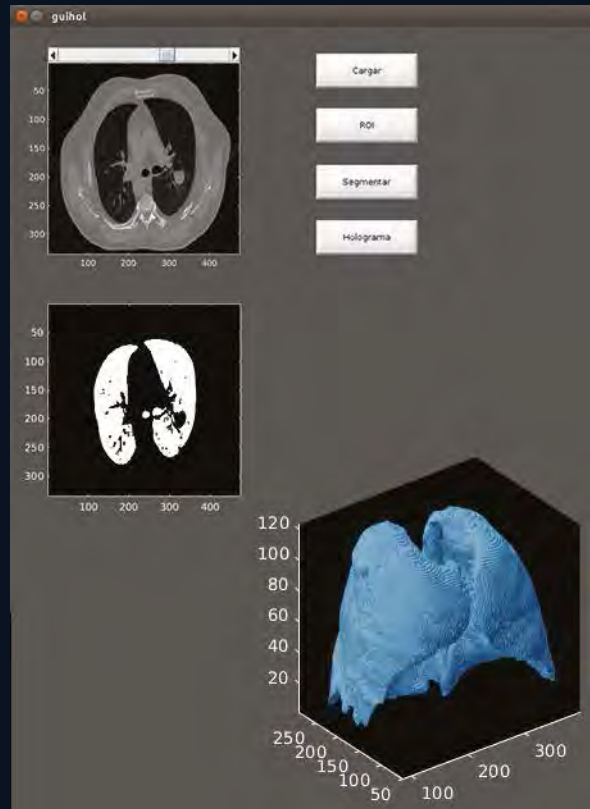


Figura 2. IGU desarrollada para la proyección holográfica.

del efecto para la proyección holográfica. En particular, la IGU implementada (figura 2) se encarga de realizar las siguientes tareas:

- a) Visualización de estudios clínicos (cargar): permite la selección de un estudio de imagenología clínica, gracias a que es posible la navegación entre la totalidad de cortes o imágenes bidimensionales que la componen.
- b) Selección de estructura de interés (Region of Interest, ROI): permite al usuario escoger una región de interés en un corte (2D) mediante la creación de un contorno inicial, el cual ser-

Desarrollo de un sistema de visualización holográfico para imágenes médicas de casos clínicos reales mediante el uso del efecto del fantasma de Pepper.

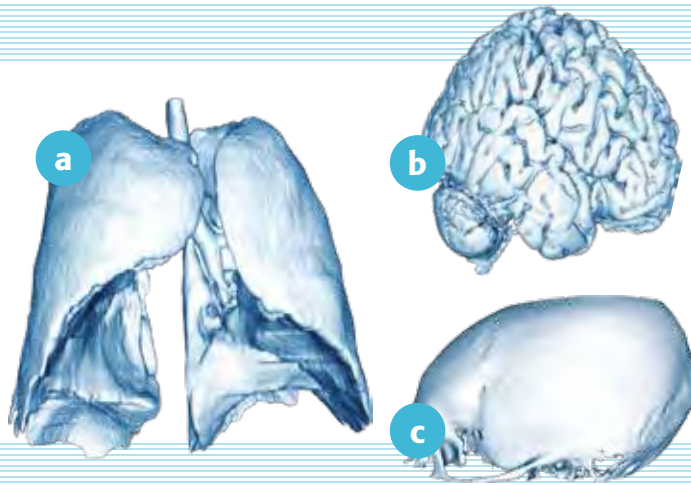


Figura 3.
Estructuras 3D reconstruidas a partir de las segmentaciones realizadas.
a) pulmones
b) materia gris
c) cráneo

El sistema propuesto combina técnicas de procesamiento digital de imágenes en conjunto con el efecto del fantasma de Pepper para producir una visualización holográfica de estructuras anatómicas de interés en 3D.

El prototipo desarrollado permite al usuario tener completo control de la visualización del estudio clínico, sin importar el tipo de imagen médica, extraer una estructura anatómica de interés, realizar la reconstrucción 3D y su visualización holográfica de forma fácil e intuitiva.

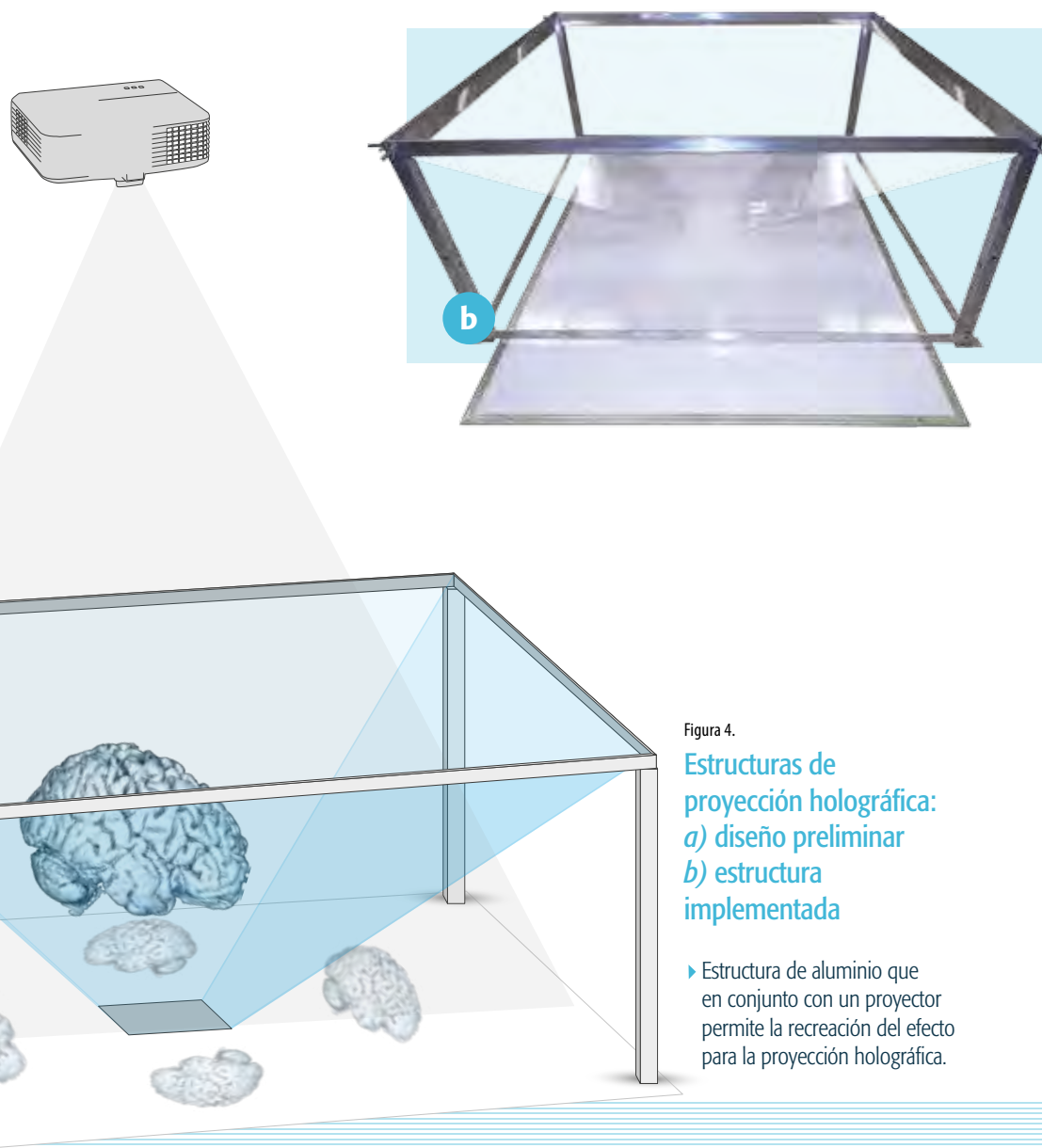


Figura 4.
Estructuras de proyección holográfica:
a) diseño preliminar
b) estructura implementada

► Estructura de aluminio que en conjunto con un proyector permite la recreación del efecto para la proyección holográfica.



virá como parámetro de entrada para el algoritmo de segmentación en 3D.

c) Segmentación del volumen (segmentación): aísla la estructura anatómica de interés en cada corte de la imagen volumétrica.

d) Reconstrucción y proyección (holograma): la estructura anatómica segmentada es reconstruida, lo que da como resultado la estructura volumétrica (3D) de interés (figura 3); este volumen es orientado de manera adecuada para una proyección holográfica que permita la visualización de 360 grados.

La representación 3D generada con la IGU es posteriormente observada en la estructura de visualización holográfica, la cual está compuesta por un proyector, un pizarrón blan-

co, un soporte de aluminio y una pirámide de paneles de acrílico donde se genera una reflexión de las imágenes plasmadas en el pizarrón, proyectando la luz incidente de forma perpendicular a los objetos visualizados en este último, lo que permite apreciar los elementos volumétricos en el centro de la estructura, de esta manera se obtiene el efecto tridimensional.


El prototipo desarrollado permite al usuario tener completo control de la visualización del estudio clínico, sin importar el tipo de imagen médica (tomografía axial computarizada, resonancia magnética, ultrasonografías, entre otras), extraer la estructura anatómica de interés, realizar la reconstrucción 3D y su visualización holográfica (figura 4) de forma fácil e intuitiva a través de la IGU.



**ALDO RODRIGO
MEJÍA RODRÍGUEZ**

Doctor en Bioingeniería por el Politecnico di Milano en Milán, Italia. Es profesor investigador de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica y el Posgrado en Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ciencias de la UASLP y desarrolla el proyecto "Sistema de visualización holográfica para imágenes" médicas.



Es importante mencionar que es posible proyectar varias estructuras de forma simultánea y apreciar su ubicación espacial, lo que facilita su interpretación médica y ayuda en el entendimiento de esta información a pacientes y alumnos, por lo tanto es una herramienta innovadora y llamativa. 

Referencias bibliográficas:

- Houdin, R. (1887). *Magia y física recreativa (obra póstuma)*. Valencia. Pascual Aguilar Editor. (Reproducción facsímil en la editorial Alta Fulla, Barcelona, 1998).
- Keller, M. (1999). *Light fantastic: the art and design of stage lighting*. California: Prestel Pub.
- Novy, D. E. (2013). *Computational immersive displays* (tesis doctoral). Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, Estados Unidos de América.

Proyecciones holográficas de varias estructuras de interés mediante el efecto del fantasma de Pepper

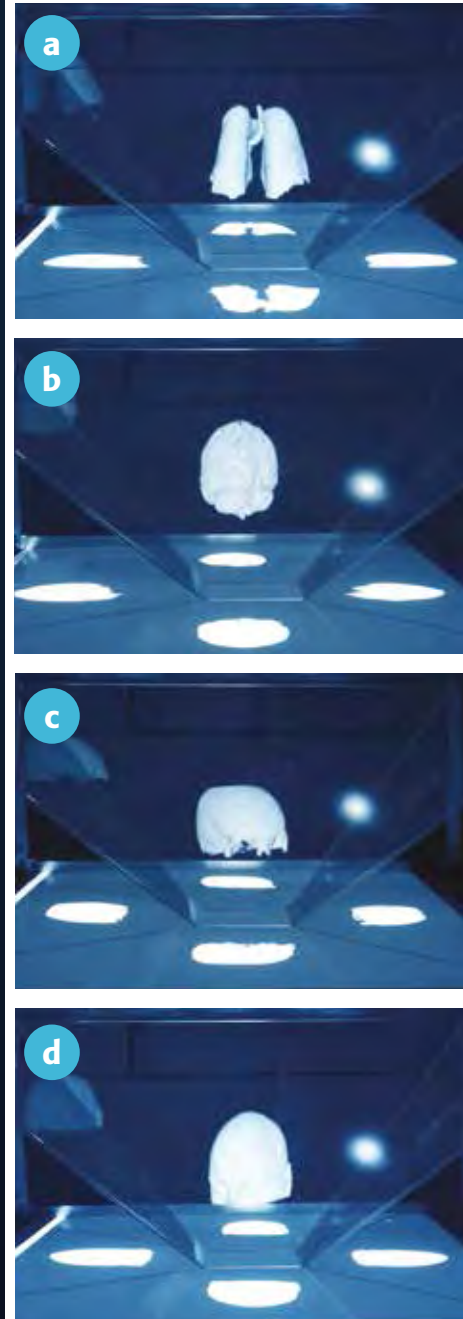


Figura 5. a) pulmones, b) materia gris, c) cráneo y d) piel.