

## 51 Modelación y simulación de la retina humana

Sergio Mejía<sup>1</sup>, Carlos Molina<sup>2</sup>, Camilo Montenegro<sup>3</sup>,  
Andrés Castaño<sup>3</sup>

### PALABRAS CLAVE

RETINA  
MODELAJE MATEMÁTICO  
SIMULACIÓN POR COMPUTADOR  
MICROCONTROLADORES  
DISPOSITIVOS FOTOSENSIBLES

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las enfermedades de la retina causan pérdida de la visión de varios grados de severidad; las causas son múltiples y en la mayoría de los casos irreversibles. En los últimos años se ha venido desarrollando investigación en el campo de la visión artificial y la visión por computador, alrededor de todo el mundo. Nuestro proyecto pretende desarrollar un modelo matemático de la retina, implementar la solución numérica en MATLAB™ y posteriormente construir un dispositivo electrónico que implemente el modelo y la solución numérica.

### METODOLOGÍA

Para el desarrollo del modelo se parte de la descripción de la fisiología retiniana creando variables que representan las células y se interrelacionan por medio de funciones matemáticas (funciones antilogarítmicas, promediados, etc.) que se encargan de transformar información de intensidad de la imagen en valores discretos tal cual es la respuesta de las células ganglionares. Se implementa la solución numérica en MATLAB™ en un programa que permite leer cualquier tipo de imagen y procesarla. Con el modelo desarrollado se programó un microcontrolador que junto con dispositivos fotosensibles simula el comportamiento de la retina humana.

### RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha desarrollado un modelo matemático, se ha implementado su solución en MATLAB y se ha programado un microcontrolador que simula el modelo. Los resultados hasta ahora son satisfactorios aunque es necesario probar el modelo con fotosensores que operen sólo en el rango visible (sólo se ha modelado la función de conos, útiles en la visión de imágenes estáticas).

### DISCUSIÓN

Se ha logrado el desarrollo de un modelo que simula el comportamiento de la retina y que en el futuro será la base para la construcción de dispositivos microelectrónicos más complejos que puedan ser de utilidad en personas con problemas de baja visión asociada a enfermedades retinianas.

### BIBLIOGRAFÍA

1. KANDEL, ER, SCHWARTZ JH, JESSELL TM. *Neurociencia y conducta*. Madrid: Prentice Hall Hispanoamericana; 1997. 811p.
2. SOMJEN GG, et al. *Neurofisiología*. Buenos Aires: Panamericana; 1986. 476 p.
3. PIGLIA R, NINOMIYA JG. *Fisiología Humana: Neurofisiología*. Ninomiya J, ED. México: 1991. 529 p.

.....  
Grupo de Investigaciones en Bioingeniería, GIBIOING. Centro de Bioingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana.

Clínica Oftalmológica San Diego

<sup>1</sup> MD, BME. Director GIBIOING

<sup>2</sup> MD, Oftalmólogo, Estudiante, Especialista en Ingeniería Biomédica.

<sup>3</sup> IEO, Estudiante, Especialista en Ingeniería Biomédica.

retina@logos.upb.edu.co

## 52 Reconstrucción Tridimensional de Imágenes Ecocardiográficas

Sergio Mejía<sup>1</sup>, Juan Giraldo<sup>2</sup>, Jan Ramírez<sup>2</sup>

### PALABRAS CLAVE

ECOCARDIOGRAFÍAS  
DIGITALIZACIÓN  
INTERPOLACIÓN  
RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL  
DICOM

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las imágenes ecocardiográficas convencionales permiten la evaluación anatómica y funcional del corazón; por ser bidimensionales son difíciles de interpretar sin un entrenamiento adecuado; los últimos desarrollos han estado orientados a la reconstrucción del corazón en 3 y 4 dimensiones directamente en el equipo de ultrasonido o usando programas especializados. El objetivo es un *software* en MATLAB™ para la reconstrucción 3D y 4D de imágenes ecocardiográficas.

### METODOLOGÍA

Inicialmente se deben obtener imágenes en formatos digitales procedentes del equipo de ultrasonido (DICOM) o digitalizadas a partir de video; optamos por la segunda opción conservando las imágenes en formato gráfico Tif. A estas imágenes se les realizó filtrado para eliminar el ruido, se detectaron bordes usando métodos matemáticos y estadísticos. Estos procedimientos se realizaron con ecocardiografías convencionales y fotografías digitales de un corazón porcino; a partir de las imágenes procesadas se realizó la reconstrucción tridimensional. Se obtuvo un resultado poco satisfactorio por las irregularidades de los contornos de la imagen reconstruida por lo que se diseñó una fase posterior que consistía en obtener un modelo 3D a partir de imágenes de contornos ideales a las que se les realizaron los procedimientos descritos; en esta fase se incluyó la modelación de las cavidades cardíacas (aurículas y ventrículos), el sistema valvular (bicúspide y tricúspide) y los tractos de salida de los ventrículos (arteria pulmonar y aorta). También se hizo una modelación del ciclo cardíaco. El modelo obtenido se podrá modificar con las dimensiones obtenidas de la ecocardiografía.

### RESULTADOS OBTENIDOS

La digitalización ideal se logró sincronizando las imágenes por medio del latido proporcionado por la ecocardiografía. El modelo 3D porcino fue una excelente aproximación al corazón real. Los filtros dejaron buenas herramientas, ya que la definición de las estructuras fue satisfactoria. Las ecocardiografías ideales permitieron obtener un modelo mucho mejor, realizando una interpolación y uniendo los demás elementos. La simulación del ciclo cardíaco tiene en cuenta los fenómenos de acortamiento y rotación y éstos se sincronizan con los ciclos auricular y ventricular.

### DISCUSIÓN

Las modernas técnicas de tratamiento digital de imágenes y reconstrucción tridimensional han ampliado los horizontes de la imaginología médica permitiendo visualizar estructuras en forma estática o dinámica; esta primera aproximación permitirá desarrollar una herramienta amigable para uso en el consultorio.

### BIBLIOGRAFÍA

1. SHAMAILZ L, ORMERO D. *Ultrasound in Cardiology*. Alemania: Blackwell Science; 1994.
2. MARIE B, BRANSTRO M. *Interactive Physiology: Cardiovascular System*. Adam Benjamin/Cummings. Software, 1996.

.....  
Grupo de Investigaciones en Bioingeniería, GIBIOING. Centro de Bioingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana.

<sup>1</sup> MD., BME. Director GIBIOING

<sup>2</sup> Ingeniero Electrónico, Universidad Pontificia Bolivariana.

eco3d@logos.upb.edu.co