

Retinógrafo hiperespectral basado en LEDs para la obtención de imágenes de fondo de ojo en el visible e infrarrojo

T. Alterini, F. Díaz-Doutón, M. Vilaseca

Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas (CD6),
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Terrassa, Barcelona, España

Resumen: En este trabajo se presenta un sistema hiperespectral experimental de registro de imagen de fondo de ojo con sensibilidad entre 400 nm y 1300 nm. La ampliación del espectro al rango infrarrojo de este sistema permite observar estructuras retinianas en capas más profundas con respecto a retinógrafos convencionales en color, lo que puede ser relevante para el diagnóstico clínico de ciertas patologías oculares.

Los retinógrafos comerciales convencionales se utilizan en la práctica clínica diaria como método de diagnóstico de una gran variedad de enfermedades de retina, tales como el glaucoma, degeneración macular asociada a la edad, retinopatía diabética, entre otras. Estos instrumentos incluyen una cámara digital tricromática junto con una fuente blanca de amplio espectro para obtener imágenes en color del fondo de ojo. En los últimos años, el uso de sistemas de imagen hiperespectral ha crecido substancialmente dado su enorme potencial, al permitir obtener información espectral y espacial simultáneamente. Así, han sido aplicados para el análisis espectral de tejidos biológicos y, en particular, para mejorar el diagnóstico de patologías oculares [1-2].

En esta línea, en este trabajo se presenta un nuevo sistema hiperespectral basado en LEDs para la obtención de imágenes de fondo del ojo con un rango espectral extendido (de 400 nm a 1300 nm). El sistema de detección consiste en una cámara CMOS (Orca Flash 4.0, Hamamatsu, Japan, 2048x2048 pixels, 16 bits) y una cámara InGaAs (C12741-03, Hamamatsu, Japan, 640x512 pixels, 12 bits) con sensibilidad en los rangos visible (400 nm -1000 nm) e infrarrojo (950 nm-1700 nm), respectivamente. El sistema de iluminación está compuesto por LEDs con las siguientes longitudes de onda: 410 nm, 460 nm, 490 nm, 520 nm, 585 nm, 620 nm, 660 nm, 720 nm, 810 nm, 850 nm, 940 nm, 1050 nm, 1140 nm, y 1300 nm, que permiten obtener una iluminación multiplexada en la retina de manera rápida, robusta y versátil cubriendo completamente el rango espectral de interés. Más allá de 1300 nm la absorción del agua no permite obtener imágenes.

Se ha diseñado un sistema óptico robusto (optimizado con Zemax, Radiant Zemax) adaptado al amplio rango espectral del sistema, que permite obtener un campo de 30° con una resolución de alrededor de 10 μ m. Se han comparado diferentes disposiciones de los LEDs para poder escoger la mejor estrategia de iluminación en términos de homogeneidad, eficiencia de colección de luz y eficiencia en la supresión de reflexiones parásitas, que pueden comprometer la calidad de la imagen. Se ha evaluado el sistema con ojos artificiales y, posteriormente, con ojos de voluntarios.

Los resultados preliminares obtenidos con el sistema ponen de manifiesto que mientras las longitudes de onda más cortas permiten visualizar en detalle las estructuras retinianas más superficiales, las del infrarrojo, especialmente superiores a 950 nm, permiten obtener información de capas más profundas, como la coroides, lo que puede aportar información adicional relevante para el diagnóstico clínico (Figura 1).

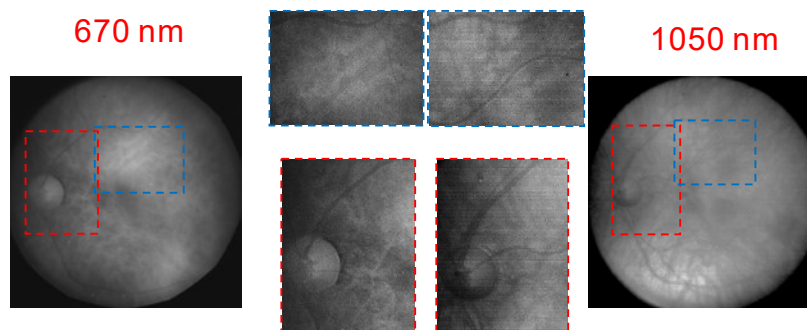


Figura 1.- Imágenes de retina obtenidas a 670 nm (izquierda) y a 1050 nm (derecha). En el panel central se muestran dos zonas de interés ampliadas, destacadas en azul y rojo, donde se pueden visualizar las diferencias en ciertas estructuras.

Referencias

- [1] M. Kaschke, K. H. Donnerhacke, and M. S. Rill. Optical Devices in Ophthalmology and Optometry: Technology, Design Principles and Clinical Applications, (WILEY- VCH, 2014).
- [2] N. L. Everdell, I. B. Styles, A. Calcagni, J. Gibson, J. Hebden, and E. Claridge, "Multispectral imaging of the ocular fundus using light emitting diode illumination", Rev. Sci. Instrum., 81 (9), 1–9 (2010)