

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DERMATOSCOPIO DIGITAL*

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DIGITAL DERMOSCOPY*

E. ROJAS^{a†}, S. STOLIK^a, J. DE LA ROSA^a, J. ESPINA^a Y M. PÉREZ^b

a) Laboratorio de Láseres, ESIME Zacatenco-Instituto Politécnico Nacional (IPN), Av. IPN S/N, Lindavista, México D.F. 07738, México. piltown_87@hotmail.com[†]

b) Facultad de Física, Universidad de la Habana, San Lázaro y L. Municipio Plaza de la Revolución, La Habana Cuba 10400.

[†] autor para la correspondencia

(Recibido 25/4/2012; Aceptado 10/4/2013)

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un dermatoscopio digital. El principio de funcionamiento consiste en obtener dos imágenes amplificadas de la lesión pigmentada, una con luz blanca y la segunda con luz en el infrarrojo cercano. Con el software desarrollado, ambas imágenes se superponen con la finalidad de obtener más características que ayuden al médico dermatólogo a diagnosticar el melanoma maligno de manera más confiable y precisa. Se simuló para la geometría utilizada el patrón de irradiación de la superficie y se desarrolló un programa simulador para la irradiancia para cualquier distribución de los diodos emisores de luz.

This paper presents the design and construction of a digital dermoscopy. The operating principle consists on obtaining two magnified images of the pigmented lesion, the first illuminating with a white light source and the second with a near-infrared source. With the developed software, both images are overlap in order to get more features that help the dermatologist to diagnose malignant melanoma with more reliably and accurately. It was simulated for the used geometry the surface pattern of irradiation and it was developed a simulation software for any distribution of light emitting diodes irradiance.

PACS: Light-emitting diodes, 85.60.Jb; Biomedical Instruments, 87.85.Ox; Biomedical Imaging Techniques, 87.85.Pq.

INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas se ha observado un crecimiento en la incidencia del melanoma maligno. El diagnóstico de dichos tumores se realiza mediante la exploración clínica, pero en ocasiones la apariencia clínica de los mismos representa un reto para el médico especialista [1].

La dermatoscopia es una técnica auxiliar diagnóstica, que consiste en la obtención de imágenes en profundidad amplificadas de la piel, que no conlleva penetración corporal para el estudio in vivo de las lesiones pigmentadas melanocíticas y no melanocíticas de la piel [1,2].

La técnica consiste en el uso de un dermatoscopio para la observación de la lesión pigmentada. El dermatoscopio es un instrumento que se compone de una fuente de iluminación y una lente de magnificación que puede ir de los 10x a 400x, generalmente se utilizan lentes de 10x [2].

La técnica de inmersión consiste en un acoplamiento de índices de refracción para disminuir los fenómenos físicos de reflexión y esparcimiento, que son responsables de obtener imágenes de baja resolución espacial y bajo contraste. El índice de refracción del estrato córneo es de 1.55, por ende, cuando se coloca sobre la capa córnea un disco o una superficie de contacto de vidrio

con un índice de refracción muy cercano a 1.55, y se emplea una solución de contacto entre ambas superficies, se logra una disminución de la reflexión de la luz [3,4].

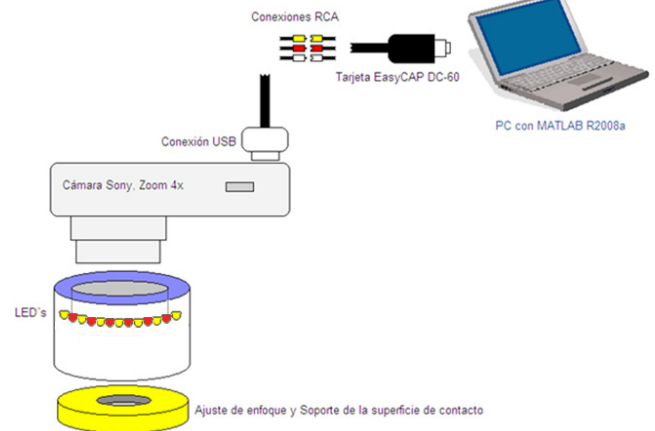


Figura 1. Sistema portátil para la adquisición de imágenes amplificadas de lesiones pigmentadas de la piel.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema se compone por el dermatoscopio diseñado, el cual se conecta a una cámara digital tipo Sony, la cual se comunica por el puerto USB a la computadora (figura 1). El dermatoscopio se compone de una lente de magnificación de 10x, una fuente de iluminación de luz blanca, una fuente de iluminación en el infrarrojo cercano a 850 nm, que iluminan

* Artículos presentados en el VII Taller internacional TECNOLÁSER y III Reunión de Óptica, Vida y Patrimonio (La Habana, abril de 2012)

de manera homogénea la lesión pigmentada y una base para la colocación de la superficie de contacto, para llevar a cabo la técnica de inmersión.

El principio de funcionamiento consiste en obtener dos imágenes amplificadas de la lesión pigmentada, la primera iluminando con una fuente de luz blanca, iluminar con luz blanca permite observar características localizadas dentro de la dermis, la segunda imagen se obtiene iluminando la lesión con una fuente de luz en el infrarrojo cercano, la incidencia de luz a esta longitud de onda permite observar características localizadas dentro del tejido subcutáneo, a mayor profundidad (los LEDs se colocan alternando uno de luz infrarroja con uno de luz blanca, como se observa en la figura 1). Con el software desarrollado, ambas imágenes se superponen con la finalidad de obtener más características que ayuden al médico dermatólogo a diagnosticar el melanoma maligno de manera más confiable y precisa. Y son observadas directamente en la computadora mediante una interfaz desarrollada en Matlab. En el caso del espectrómetro fue necesario encontrar un objetivo colector capaz de formar imágenes de un amplio campo de visión con una baja presencia de aberraciones fuera de eje, aberración esférica y cromática, siendo un objetivo fotográfico el más adecuado.

Para el diseño de la fuente de iluminación se decidió realizar dos arreglos de 24 diodos emisores de luz (leds), blancos e infrarrojos respectivamente, colocados en un diámetro de 5 cm, separados 15° uno de otro a una altura de 5 cm sobre nuestra área de interés. El área de interés será, tomando como referencia las coordenadas (0,0,0) de un plano (x,y,z), un área igual a πr^2 con $r = 2$ cm sobre el plano (x,y). Se desarrolló experimentalmente un primer arreglo colocando los 24 leds perpendiculares al plano (x,y), y con la ayuda de una mesa x,y, sobre la cual se montó un fototransistor, se midió el patrón de irradiación del arreglo, el cual demostró que en el área de interés la iluminación era muy baja. Para obtener una iluminación homogénea sobre el área de interés, se desarrolló una interfaz en Matlab para la simulación de nuestro arreglo de leds que permitiera variar el ángulo de inclinación de los mismos en dirección al centro del área de interés.

A partir de la medición del patrón angular de emisión de un led (led ideal) (figura 2a), se relacionó la potencia radiante del led con la ecuación del cono, donde el eje 'z' de la figura 2b) corresponde a la potencia radiante del led y el radio del cono depende del ángulo de apertura del led. Asumiendo lo anterior, se aproximó esta medición a una ecuación del tipo

$$x^2 + y^2 - z^2 = 0$$

Una vez obtenida la ecuación que se aproxima a nuestra medición, se procedió a rotar dicho cono con respecto al eje '-y' (figura 2c) simulando la rotación del led a los nuevos ejes coordenados (x',y',z'), y posteriormente trasladándolo a las nuevas coordenadas (h,k,l) con ejes de coordenadas (x'',y'',z'') (figura 2d), para determinar el ángulo óptimo de inclinación con el cual obtendríamos una iluminación uniforme sobre el área de interés.

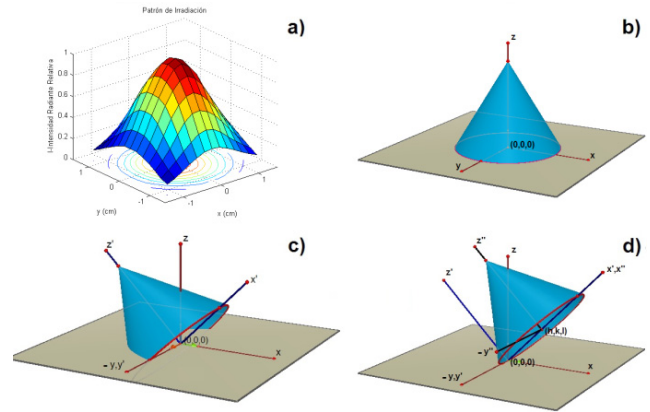


Figura 2. a) Patrón de irradiación de un led, b) cono, c) cono rotado, d) cono rotado y trasladado.

Los parámetros que considera el software son: el número de leds a simular, el ángulo de inclinación de los leds y el radio al cual se quiera simular el arreglo, e internamente ya están definidos la ecuación del cono que describe el patrón de irradiación del led, la altura a la cual están colocados los leds, así como el ángulo de apertura correspondiente al led simulado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron las ecuaciones que describen al patrón angular de irradiación del led blanco:

$$f(x,y) = 35.47 - 13.86x - 13.76y^2$$

y del led infrarrojo:

$$f(x,y) = 33.02 + 0.8399x - 0.5753y - 7.255x^2 - 7.337y^2$$

Los resultados obtenidos del simulador para obtener una iluminación homogénea fueron; para el arreglo de leds blancos el mejor resultado se obtenía con una inclinación de los leds de 13°, y para los leds infrarrojos una inclinación de 22°. A partir de estos resultados, en las figuras 3a) y 3b) se muestra el patrón de irradiación obtenido experimentalmente de cada arreglo.

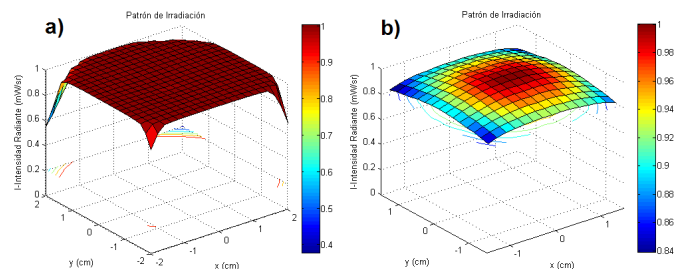


Figura 3. Patrón de irradiación obtenido experimentalmente, a) arreglo de leds blancos, b) arreglo de leds infrarrojos.

CONCLUSIONES

El sistema desarrollado cumple con los requerimientos técnicos de un dermatoscopio para aplicaciones clínicas. Se desarrolló un programa de cómputo para la simulación del patrón de irradiación desarrollado, y se puede aplicar para cualquier distribución de leds para otras aplicaciones. Se

obtuvo una iluminación homogénea para la obtención de imágenes con alto contraste. Se incorporó un arreglo de leds en el infrarrojo cercano para la obtención de un mayor número de características útiles para el diagnóstico. Las imágenes se obtienen directamente en la computadora integrando la información de las imágenes visible e infrarroja.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyT-DF, PICSA11-41) y al Instituto Politécnico Nacional (Proyecto SIP-20120674). E. Rojas, agradece al CONACYT por la beca otorgada.

-
- [1] R. P. Braun, H. S. Rabinovitz, M. Oliviero, A. W. Kopf y J-H. Saurat, *J. Am. Acad. Dermatol.* **52**, 109 (2005).
 - [2] J. B. Lee, y D. Hirokawa, *Clin. in Dermatol.* **28**, 303 (2010).
 - [3] E. A. Genina, A. N. Bashkatov, y V. V. Tuchin, *Expet. Rev. Med. Dev.* **7**, 825 (2010).
 - [4] A. J. Gewirtzman, J-H. Saurat, y R. P. Braun, *Brit. J. Dermatol.* **149**, 59 (2003).