

Procesamiento de imágenes de lesiones melanocíticas para diagnóstico temprano de lesiones malignas

Laura Bareiro y Deysi Leguizamón
Ingeniería en Informática
Facultad Politécnica - UNA
San Lorenzo, Paraguay
{laurabareiro, deysi.leg}@gmail.com

Resumen—La presencia de lesiones melanocíticas en la piel se hace cada vez más común, y una temprana detección se vuelve vital para la toma de decisión en cuanto al tratamiento que se debe seguir. Es por esto que se busca aprovechar la dermatoscopia en conjunto con el procesamiento digital de imágenes (PDI) para obtener un diagnóstico temprano de las lesiones de esta naturaleza y así realizar un soporte a la opinión del dermatólogo. En este trabajo proponemos una herramienta informática basada en PDI que ayude al Dermatólogo al diagnóstico respectivo. Básicamente el sistema recibe imágenes dermatoscópicas y a través de los criterios ABCD clasifica la lesión melanocítica como sospechosa, altamente sospechosa o benigna.

Palabras Clave—PDI; dermatoscopia; lesión melanocítica; melanoma; segmentación; extracción de características; Regla ABCD;

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el diagnóstico rápido y acertado del melanoma es uno de los desafíos más importantes en Dermatología, ya que es uno de los principales problemas de salud y es causa de muerte si no es detectado en sus primeras etapas [1]. En los últimos años se vienen desarrollando nuevas modalidades diagnósticas no invasivas a fin de detectar precozmente las lesiones melanocíticas con características de malignidad, disminuir las biopsias innecesarias y acreditar la toma de decisiones en cuanto a la conducta del tratamiento que sugiera el especialista. Entre los métodos más utilizados y la que ha tenido mayor impulso es la dermatoscopia o *microscopía de epiluminiscencia*, que actualmente es una evidencia de clase A para el diagnóstico del melanoma [1, 8, 11].

A. Dermatoscopia

Es una técnica no invasiva que ha abierto una nueva dimensión en el estudio de las estructuras de las lesiones. Permite observar las capas de la epidermis y la dermis mediante la amplificación de la imagen, de tal forma que la evaluación del color y las microestructuras de las mismas sean más detalladas [1, 2,7].

En dermatoscopia el análisis de las lesiones se realiza en 2 etapas como se puede ver en la Figura 1; en la primera etapa

se realiza el estudio de la lesión para distinguir entre lesión melanocítica y no melanocítica; luego, en la segunda etapa se debe discernir la naturaleza maligna o benigna de la lesión melanocítica en la cual se concentra esta investigación [1,11].

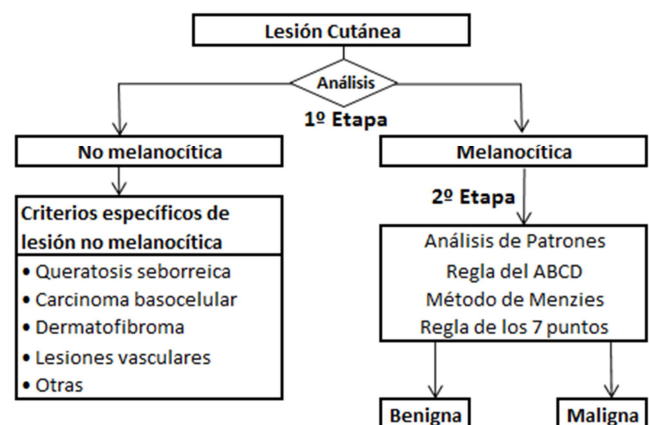


Figura 1. Esquema de etapas para la clasificación de las lesiones.

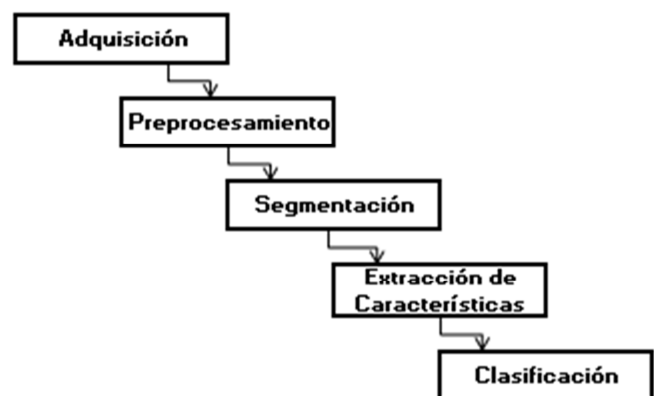


Figura 2. Esquema propuesto de la herramienta.

II. ESQUEMA PROPUESTO

En la Figura 2 se muestra el esquema propuesto para la herramienta donde se indica el proceso por el cuál pasará una imagen dermatoscópica desde su adquisición hasta su diagnóstico final.

A. Adquisición de las Imágenes:

El estudio se realiza sobre un banco de 120 imágenes otorgadas por el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes de la Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela [4], la imagen de ejemplo que se toma en la documentación se puede ver en la Figura 3.



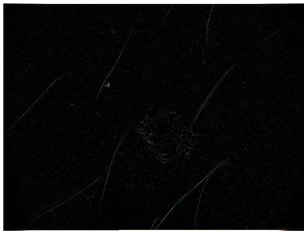
Figura 3. Imagen dermatoscópica.

B. Preprocesamiento

En esta instancia se realizan procedimientos para remover y aminorar los objetos que dificulten el estudio de la lesión [3]. El obstáculo principal es la presencia de pelos en la imagen, reducidos mediante filtros morfológicos [4].

1) Detección y eliminación de pelos

Sobre la imagen se aplica el operador bottom-hat con un elemento estructurante en forma de cuadrado de dimensión 7x7 en cada canal del espacio RGB. Luego se toma el valor máximo entre los 3 canales, se establece el umbral mediante el método Otsu [9] que se visualiza en la Figura 4(a). Los colores de los pixeles son restaurados utilizando el filtro de la mediana, el resultado de la primera etapa es la imagen mostrada en la Figura 4(b).



(a)



(b)

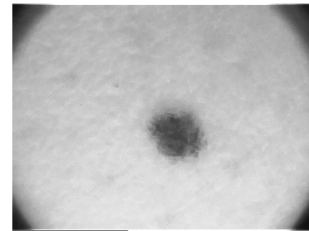
Figura 4. Preprocesamiento de imagen. (a) Operación de bottom-hat. Umbral Otsu. (b) Operación de filtro de la mediana.

III. SEGMENTACIÓN

En la segmentación se busca definir todas las regiones asociadas a la lesión dentro de la imagen, separándola de la piel [3].

En esta fase se trabaja en escala de grises, inicialmente se ajustan los valores de intensidad de la imagen y los pixeles vecinos por medio del filtro de la mediana con un elemento estructurante en forma de cuadrado de tamaño 4, este proceso es mostrado en la Figura 5(a).

Se mejora el contraste de la imagen utilizando el histograma de Ecualización con elemento estructurante en forma de cuadrado de tamaño 2, el umbral es calculado por el método de Otsu y la imagen binaria resultante de esta etapa puede ser vista en la Figura 5(b).



(a)



(b)

Figura 5. Segmentación de imagen. (a) Imagen en escala de grises. (b) Imagen binaria.

IV. EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Una vez segmentada la lesión, la imagen está preparada para que se extraigan de ella características específicas para proporcionar el diagnóstico, en este caso, aplicando el método ABCD. Esta técnica se basa en la asignación de un puntaje, detalladas en la tabla 1, de acuerdo a la propagación de los siguientes patrones relevantes sobre la lesión: Asimetría, Borde, Color y Estructuras Dermatoscópicas [3,11, 14].

Criterio	Puntuación	Factor de corrección	TDS
Asimetría	0 a 2	x 1.3	0.0 a 2.6
Bordes	0 a 8	x 0.1	0.0 a 0.8
Color	1 a 6	x 0.5	0.5 a 3.0
Estructuras Dermatoscópicas	1 a 5	x 0.5	0.5 a 2.5

Tabla 1. Criterios del método ABCD con sus respectivos puntajes y factores de corrección.

A. Asimetría

Patrón generado por el crecimiento descontrolado de la lesión, se mide dividiendo la lesión pigmentada en 2 ejes como se muestra en la Figura 6, buscando la mejor simetría posible [1,10, 12]; se puntúa 0 si no existe asimetría en ningún eje; 1 si existe en uno de los ejes, y 2 si presenta en ambos ejes [6], éste último caso se muestra de ejemplo en la Figura 7.

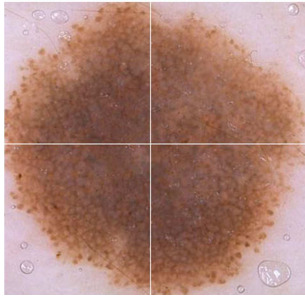


Figura 6. Lesión melanocítica con división en 2 ejes [10].

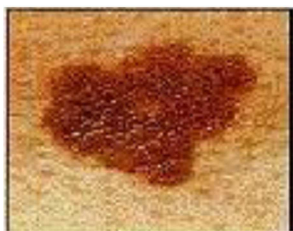


Figura 7. Lesión melanocítica con forma asimétrica [12].

B. Borde

Este patrón se refiere a las terminaciones anormales que poseen las lesiones melanocíticas, es decir, los bordes no se desvanecen suavemente. Se divide el área de interés en 8 segmentos; y se puntúa con 1 cada finalización abrupta del borde como vemos en la Figura 8 señalados con asteriscos [1, 3, 6].

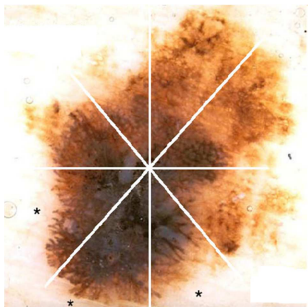


Figura 8. Lesión melanocítica con bordes abruptos en la parte inferior.

C. Color

Relacionado al exceso de melanina bajo la superficie del tumor, provocando un color diferente en una concentración de píxeles sobre una región específica. Se puntúan 6 colores: blanco, marrón claro, marrón oscuro, azul gris, rojo y negro; de 1 a 6, respectivamente, teniendo en cuenta que los de mayor puntaje poseen inclinación maligna [13,14].

D. Estructuras Dermatoscópicas

Se consideran 5 estructuras, donde cada una se puntúa con 1 punto [6].

1) Ramificaciones Lineales

Deben ser más de 2 y en ese caso se puntúa 1, 0 en caso contrario. Se consideran ramificaciones lineales tanto a los pseudópodos y a las proyecciones radiales como a la existencia de un retículo pigmentado fraccionado compuesto por escasas celdas [1, 6], ver Figura 9.

2) Pigmentación Reticular

Consiste en una conexión de líneas entrecruzadas que provocan la generación de huecos, regulares o irregulares, ver Figura 10. Las líneas indican mayor cantidad de melanina en esa región. La puntuación toma el valor 1 en caso de que la pigmentación sea irregular y 0 en caso contrario [6].

3) Áreas desestructuradas

Corresponden a zonas de la lesión melanocítica en la que no pueden distinguirse estructuras en su interior [7]. Deben comprender más del 10% de la misma, en caso de que cumpla con el criterio se asigna 1 punto, sino 0.

4) Puntos

Son estructuras circulares pigmentadas de 0,1mm. Deben ser más de 2 y en ese caso se puntúa 1, 0 en caso contrario [1, 6].

5) Glóbulos

Son estructuras pigmentadas de mayor tamaño que los puntos (mayores a 0,1 mm), ver figura 10. Tanto los puntos, como los glóbulos pueden ser de coloración negra, marrones o azules [1, 6].

Para que se le atribuya 1 punto deben ser al menos 2, en caso contrario se asigna 0.

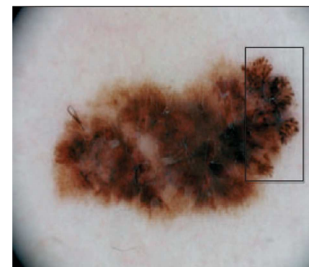


Figura 9. Lesión con proyecciones radiales y pseudópodos localizados en el lado derecho (recuadro) [1].

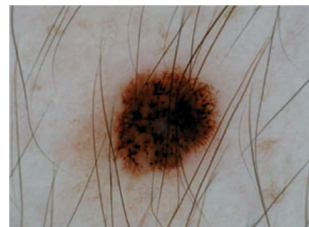


Figura 10. Lesión que presenta retículo pigmentado, glóbulos marrones oscuros y negro de forma irregular [1].

V. CLASIFICACIÓN

Al obtener el puntaje de cada característica multiplicado por su factor de corrección propuesto por Stolz [6] y la suma final de las mismas, explicado en el apartado anterior, podremos determinar a través del TDS (*Total Dermoscopy Score*) si la lesión se clasifica como altamente sospechosa de melanoma, sospechosa o lesión melanocítica benigna presentada en la Tabla 2.

Categoría	Puntuación
Benigno	< 4.75
Sospechoso	0.75 - 5.45
Maligno	> 5.45

Tabla 2. Clasificación de la lesión melanocítica de acuerdo a su TDS.

VI. RESULTADOS PARCIALES DE LA SEGMENTACIÓN

Los resultados parciales que se obtienen en la Tabla 3 son calculados en la tercera etapa del esquema propuesto. Cada imagen segmentada con la herramienta es comparada con la imagen de segmentación ideal generada por un experto dermatólogo, ver Figura 11.

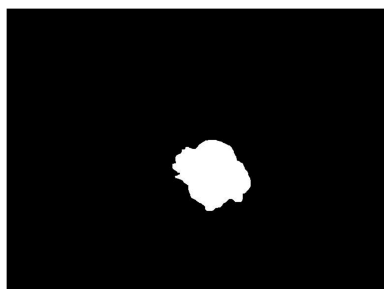


Figura 11. Imagen de la segmentación Ideal.

Exactitud	Sensibilidad	Especificidad	Precisión
96,07%	88,94%	97,30%	78,13%

Tabla 3. Evaluación entre la segmentación ideal y la segmentación propuesta.

Las métricas que se evalúan son Exactitud (Ex), Sensibilidad (S), Especificidad (Es) y Precisión (P), mostradas en las fórmulas 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Las mismas son calculadas en función a los falsos positivos, falsos negativos, verdaderos positivos y verdaderos negativos [15].

Verdaderos negativos: Son los pixeles que no corresponden al área de interés según la segmentación ideal, y en la herramienta tampoco son parte de la lesión.

Verdaderos positivos: Son los pixeles que corresponden al área de interés según la segmentación ideal, y la herramienta asume que son parte de la lesión.

Falsos positivos: Son los pixeles que no corresponden al área de interés según la segmentación ideal, sin embargo la herramienta asume que son parte de la lesión.

Falsos negativos: Son los pixeles que corresponden al área de interés según la segmentación ideal, sin embargo la herramienta no los tiene como parte de la lesión.

$$Ex = \frac{VP + VN}{VP + VN + FN + FP} \quad (1)$$

$$S = \frac{VP}{VP + FN} \quad (2)$$

$$Es = \frac{VN}{VN + FP} \quad (3)$$

$$P = \frac{VP}{VP + FP} \quad (4)$$

VII. TRABAJOS FUTUROS

Se debe tener en cuenta que la finalidad del proyecto es poder clasificar las lesiones melanocíticas en benignas o malignas.

Como trabajo futuro se busca implementar el módulo de extracción de características y clasificación de las lesiones.

REFERENCIAS

- [1] P. Zeballos, C. Carrera, S. Puig y J. Malvey, "Criterios dermatoscópicos para el diagnóstico del melanoma". Barcelona, España, Enero 2004.
- [2] Sierra Health and Life, "Dermoscopy & Surveillance photography for detection of melanoma". Nevada, Estados Unidos. Enero 2012.
- [3] C. Ocampo, "Herramienta Soporte al diagnóstico del melanoma usando Imágenes Dermatoscópicas". Manizales, Colombia. 2011.
- [4] W. Torres, M. Landrove, M. Torreyes y M. López, "Segmentación de imágenes dermatoscópicas en el espacio Cielab utilizando filtros morfológicos SML". Caracas, Venezuela.
- [5] H. Ganster, A. Pinz, R. Rohrer, E. Wildling, M. Binder y H. Klittler, "Automated Melanoma Recognition". Vol 20, N° 03. Marzo, 2001.
- [6] F. Nachbar, W. Stolz, T. Merkle, A. B. Cognetta, T. Vogt, M. Landthaler, P. Bilek, O. Braun-Falco, and G. Plewig, "The ABCD rule of dermatoscopy: High prospective value in the diagnosis of doubtful melanocytic skin lesions". J. Amer. Acad. Dermatol., vol. 30, no. 4, pp. 551-559. Abril 1994
- [7] J. Malvey, S. Puig, R. Braun, "Manual de dermatoscopia". Barcelona, España. 2006.
- [8] R. Parikh, Dr. H. Shah, "A Survey on Computer Vision Based Diagnosis for Skin Lesion Detection". International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT) Volume 2, Issue 2. Marzo 2013.
- [9] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms. Automatica". 11(285-296), 23-27, (1975).
- [10] R. Montero, A. Abúndez, A. Zamarrón. "Descripción de la asimetría de neoplasias en piel utilizando el concepto de compacidad". Cuernavaca, México. Noviembre, 2011.
- [11] A. Borges, S. Nicoletti, G. Salemi. "Dermatoscopia elemental – Lesiones pigmentadas". Uruguay. 2013.
- [12] A. Aswini, E. Cirimala, R. Ezhilarasi, M. Jayapratha. "Non-Invasive Screening and Discrimination of Skin Images for Early Melanoma Detection". India. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT) Volume 2, Issue 4. 2013
- [13] B. Amaliah, C. Fatichah, M. Widyanto. "ABCD Feature extraction of Image Dermatoscopic on based on Morphology Analysis for Melanoma Skin Cancer Diagnosis". Indonesia.
- [14] W. Stolz, O. Braun-Falco, P. Bilek, M. Landthaler, WHC. Burgdorf, AB. Cognetta. "Color atlas of dermatoscopy". Oxford: Blackwell Publishing Company. 2002.
- [15] A. Beuren. "Segmentação do melanoma usando morfologia matemática em cor". Curitiba, Brasil. 2011.