

II. ESTADO DEL ARTE

Para determinar los bordes de la lesión se han desarrollado varios métodos de segmentación de imágenes. Estos métodos usan la información del color y la textura en la imagen para encontrar los bordes de la lesión:

1. *Segmentación automática de imágenes en color con aplicación para la detección de variaciones de color en tumores de piel. Umbaugh et al. [9]:*

describe un sistema de visión computerizada para la identificación automática de características visuales en la evaluación de tumores de piel. Crea diferentes módulos software para detectar la presencia o ausencia de características críticas. Analiza la imagen con técnicas de inteligencia artificial, como el uso de heurísticos incorporados a algoritmos de procesado de imagen.

El espacio de color usado es una transformación no lineal del espacio rectangular RGB. Esta transformación consta de un espacio de color bidimensional y un espacio unidimensional de intensidad. En esta investigación este último espacio es ignorado, sólo usaremos el espacio bidimensional. Este espacio de color es cuantizado estableciendo rangos en cada una de las dos dimensiones teniendo que reducir datos para hacer eficiente el algoritmo.

El algoritmo consta de seis pasos:

1. Promediar para reducir datos espaciales y eliminar ruido
2. Desenmascarar ciertas características como úlceras.
3. Separar el espacio de color en diferentes colores.
4. Filtrar los resultados para ayudar en la segmentación de la imagen en objetos de colores.
5. Etiquetar y encontrar el área para cada objeto de color.
6. Procesamiento de alto nivel para determinar la decisión final considerando la identificación de características.

Para facilitar la cuantización de color se eligen las coordenadas esféricas como base para este espacio. A continuación se muestra la transformación de RGB a coordenadas esféricas:

$$L = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2}$$

$$A = \cos^{-1}\left(\frac{B}{L}\right)$$

$$B = \cos^{-1}\left(\frac{R}{L} \sin(A)\right)$$

2. Algoritmo de segmentación automática de color aplicado a la identificación de bordes de tumores de piel. Umbaugh et al. [10]: Se trata de un método de inducción usado para encontrar una regla que nos permita segmentar una imagen de color atendiendo al número de colores. El mecanismo de inducción automático genera decisiones basadas en ejemplos de datos de entrada.

Este algoritmo es usado para encontrar los bordes de los tumores en seis espacios diferentes de color incluyendo el espacio de color original RGB de la imagen digitalizada, la transformación intensidad/tono/saturación (IHS), la transformación esférica, las coordenadas cromáticas (chromaticity coordinates), la transformación CIE y la transformación uniforme de color denominada CIE-LUV. Un tumor de piel puede ser distinguido del resto de piel por el color, luminosidad, textura, y forma o cualquier combinación de estos métodos. Para algunos tumores no pigmentados, el borde difícil de detectar incluso para dermatólogos.

Todos los bordes de la imagen eran marcados por dermatólogos usando características almacenadas. El procesamiento de la imagen incluye:

- i). Promediado en bloques de 8 x8 píxeles, esto reducirá el ruido en la imagen.
- ii). Señalar características no deseadas y eliminarlas.
- iii). Segmentación del espacio de color usando la transformación en componentes principales (PCT).
- iv). Aplicar técnica de búsqueda radial: encontrando el centro del tumor y mediante líneas radiales ir encontrando los bordes

3. *Análisis computerizado de imágenes en el diagnóstico de melanoma. Green et al. [11]:* este estudio se basa en la segmentación de una imagen en color encontrando la media de color de una pequeña área de la lesión y de una pequeña área del fondo interactivamente. Luego se mapean los colores de la imagen con el vector que conecta los dos promedios obteniendo el histograma. El color correspondiente al valle entre los dos picos en el histograma es usado como valor umbral para segmentar la imagen.

Este método proporciona una valiosa ayuda al diagnóstico que permite hacer diagnósticos más específicos de los melanomas.

4. *Segmentación de imágenes de lesiones de piel usando el color y la textura de la superficie pigmentada. Dhawan y Sicsu. [12]:* la mayoría de los algoritmos de segmentación extraen las regiones de acuerdo con la similitud de una característica predefinida de la imagen como el valor de gris. Sin embargo en muchas aplicaciones, imágenes que exhiben una variedad de estructura o textura no pueden ser segmentadas adecuadamente teniendo en cuenta sólo el nivel de gris, sino que son necesarias características adicionales relacionadas con la estructura de la imagen para segmentar la imagen. Las imágenes de lesiones de piel exhiben significativas variaciones tanto en el tono del color como en la apariencia geométrica de la superficie local. Por ejemplo, las imágenes de melanoma maligno exhiben una rica combinación de color y estructura geométrica de la pigmentación.

Para obtener una segmentación adecuada de imágenes de lesiones de piel, se propone un algoritmo de segmentación multicanal que usa tanto la intensidad de nivel de gris como la textura de la región de extracción.

Los resultados de cada segmentación individual obtenidos de los diferentes canales, que representan el conjunto completo de información de color y textura, son analizados usando reglas heurísticas para obtener la base de color y textura de la segmentación.

Una textura, en el sentido convencional, es interpretada como la repetición espacial de un patrón a lo largo de una superficie grande en la imagen. Aunque en imágenes de lesiones de piel, la repetición de la estructura local puede no darse en la imagen completa, pueden aparecer varias estructuras en la misma

lesión. Debido a que usando sólo el nivel de intensidad obtendríamos un gran número de regiones, añadiendo la información de la textura local podemos obtener diferentes trozos con similar estructura y/o color.

El algoritmo primero transforma las componentes RGB de la imagen de entrada en unas subimágenes en unas coordenadas adecuadas para la intensidad y la textura. Ambas subimágenes serán segmentadas, el algoritmo puede ser implementado mediante procesos paralelos. La segmentación basada en la intensidad que es realizada mediante el análisis del histograma, la detección de bordes y clasificación de los píxeles, técnicas de separación y unión y crecimiento de regiones es luego usada para obtener la segmentación basada en la textura la cual se unirá a la anterior para obtener la segmentación final.

Vemos que usando la información conjunta obtenemos significativas mejoras en la segmentación de la imagen respecto a los resultados que obtenemos usando la intensidad del nivel de gris sólo.

5. Segmentación no dirigida de imágenes en color aplicada a los bordes de lesiones de piel. Hance et al. [13]: compara la precisión de seis técnicas de segmentación diferentes. Los pasos del método son los siguientes:

- i). Eliminar el ruido
- ii). Segmentar la imagen. Seis métodos son usados:
 - a). ATS (adaptive thresholding).
 - b). FCS (Fuzzy c-Means).
 - c). CSS (SCT/center split)
 - d). MCS (PCT/median cut)
 - e). MRS (multiresolution)
 - f). SMS (split an merge)

En todos los métodos el número de colores se mantiene constante para la segmentación. Si la imagen es segmentada en demasiados colores puede complicar encontrar el borde, mientras que si se usan pocos colores la información del borde puede perderse. La idea es con el mínimo número de colores retener la máxima información del borde.

iii). Reducción de datos: una vez que la imagen ha sido segmentada, contiene muchos objetos de varios tamaños representados por un pequeño rango de colores. Muchos de los objetos no son de interés y pueden eliminarse. También se eliminarán pequeños istmos y protusiones.

iv). Localización de objetos:

a) Etiquetar los objetos,

b) Calcular las propiedades de dichos objetos (área y circularidad),

3) Reducir la lista de objetos.

4) Elegir el mejor candidato a tumor.

v). Codificar el contorno: el contorno es vectorizado y alisado.

Y se comprueba que cuando dos o más de las técnicas de segmentación son combinadas la precisión es mayor que la de cualquiera de las técnicas por separado.

Frente a todos estos métodos explicados el que vamos a desarrollar a continuación lo elegimos por su sencillez y buenos resultados.