

Desarrollo de un software que permita mostrar la presencia de características propias de un melanoma.

Gladys Burgos Sarcos

Patricia Chávez Burbano

Egresada, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Director de Proyecto, Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones, Postgrado Boston - EE.UU, Universidad Northeastern Agosto 2008,

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral. Apartado 09-01-5863. Guayaquil - Ecuador
gbu_sar85@hotmail.com.

Resumen

En este reporte se presenta un nuevo método para la detección de melanomas a partir de la regla ABCD, que nos permite examinar la imagen de una lesión pigmentada y observar si existe asimetría (A), borde irregular (B), color irregular o llamativamente oscuro (C), o diámetro superior a 6 mm (D). Las imágenes de muestra fueron bajadas desde páginas médicas de Internet. El primer paso es segmentar la imagen y dividirla en dos partes (superior e inferior) y comparar estos dos resultados para determinar la asimetría. Para observar el borde se repite solo la parte de la segmentación del proceso anterior. En el tercer procedimiento se realiza un algoritmo especial para cambiar los colores en la imagen según el nivel de grises que esta posea y poder distinguir los distintos tonos que esta tenga y que no pueden observarse a simple vista. Por último, para determinar el diámetro se usó una simple regla de tres, solo por motivos de presentación ya que observando detenidamente el melanoma se puede determinar aproximadamente el diámetro, gracias a la regla que tenemos como referencia en la imagen. Este sistema resulta muy ventajoso para los médicos especialistas en dermatología, ya que les facilita el análisis, permitiéndoles dar un diagnóstico más acertado y en menos tiempo.

Palabras claves: detección de melanomas, la regla ABCD, diagnóstico, análisis

Abstract

This report presents a new method to detect melanomas with the ABCD rule. which allow us examine an image of pigmented injuries and observe if there is asymmetry (A), unusual border (B), unusual color or showy dark (C), or an upper diameter than 6 mm(D).The sample images were downloaded from medical websites. The first step is to segment the image and divide it into 2 parts (top and bottom) and compare these two results to determinate the asymmetry. To observe the border only the segmentation part is repeated from last one. The third procedure, an special algorithm is made to change the colors in the image according to the level of gray that it has on it and distinguish the different tones that can't be observed with the naked eyed. Finally, to determinate the diameter a cross multiplication rule was used just for the presentation, because monitoring the melanoma its diameter can be determinate, because of the rule that we have as reference in the image. This system turns out advantageous for Specialists in dermatology, making easier the analysis, allowing them to give more accurate and short-time diagnosis.

Key words: melanoma's detection, the ABCD rule, diagnosis, analysis

1. Introducción

Es indiscutible que el sol, como fuente de luz y calor es imprescindible para la vida, sin embargo, produce unos efectos nocivos que debemos conocer. Dentro del espectro de la radiación solar los rayos ultravioletas son los responsables tanto del bronceado como de diferentes efectos dañinos. El efecto pernicioso más importante es el cáncer cutáneo melanoma que en la actualidad es el más frecuente en el ser humano y a su vez causante de la mayoría de las muertes relacionadas al cáncer de piel.

Para saber cuándo la aparición de un lunar es sospechoso se debe recurrir como primer paso a la regla denominada A (Asimetría), B(Borde), C(Color) y D(Diámetro) que permite una detección precoz del melanoma.

El software implementado aquí, nos permite una mejor visualización de las características antes mencionadas, facilitando así la prescripción del médico especialista. Porque todos sabemos que el diagnóstico precoz es la clave para curar el melanoma, o también según sea el caso se realizara se podrá descartar la posible existencia de alguno.

2. Definiciones Generales

2.1. La piel

La piel es el órgano más grande del cuerpo que tiene varias funciones diferentes:

- Recubre los órganos internos y los protege de lesiones.
- Sirve de barrera a los gérmenes, como las bacterias.
- Evita la pérdida excesiva de agua y de otros líquidos.
- Ayuda a controlar la temperatura del cuerpo.

La piel tiene tres capas (vea la imagen a continuación):

- Epidermis.
- Dermis.
- Hipodermis (subcutis).

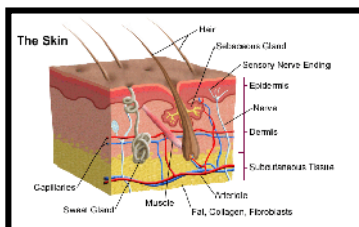


Figura 1. Capas de la piel.

2.1.1. Epidermis. La capa superior de la piel es la epidermis. Los dos tipos principales de cáncer de la

piel, melanoma y no melanoma comienzan en la epidermis. La epidermis es muy delgada, su espesor promedio es de sólo 0.2 milímetros de espesor (alrededor de 1/100 de pulgada). Protege las capas más profundas de la piel y los órganos del cuerpo contra el medio ambiente.

La epidermis está separada de las capas más profundas de la piel por la membrana basal. Esta membrana constituye una estructura importante porque cuando un cáncer alcanza un grado avanzado, generalmente se desarrolla a través de esta barrera.

2.1.2. Dermis. La capa media de la piel se llama *dermis*, la cual es mucho más gruesa que la epidermis. Contiene folículos pilosos, glándulas sudoríparas, vasos sanguíneos y nervios que se mantienen en su lugar gracias a una proteína llamada colágeno. El colágeno producido por las células denominadas fibroblastos, le imparte resistencia y fuerza a la piel.

2.1.3 Hipodermis. La capa más profunda de la piel se llama *hipodermis*. La hipodermis y la parte inferior de la dermis forman una red de colágeno y células adiposas (grasas). La hipodermis conserva el calor y posee un efecto de amortiguación de choque que ayuda a proteger los órganos del cuerpo para que no se lesionen.

2.2. Tumores benignos de la piel

Existen muchos tipos de tumores benignos (no cancerosos) que se pueden originar de los tipos diferentes de células de la piel. Los lunares (nevus) son tumores benignos de la piel que se originan a partir de los melanocitos. Casi todos los lunares no son perjudiciales, aunque tener algunos tipos puede aumentar su riesgo de melanoma.

Los tumores benignos que se originan de otros tipos de células de la piel incluyen:

- Queratosis seborreica (manchas con relieve, de color marrón, café o negro con una textura "cerosa" o una superficie áspera).
- Hemangiomas: crecimientos benignos de los vasos sanguíneos, a menudo llamados manchas de fresa o manchas de Oporto.
- Lipomas: crecimientos blandos de células adiposas benignas.
- Verrugas: crecimientos de superficie áspera causados por un virus.

La mayoría de estos tumores rara vez, si acaso, se vuelven cáncer. Existen muchas otras clases de tumores benignos de la piel, aunque la mayoría no es muy común [2].

2.3. Cáncer de piel tipo melanoma

El melanoma es un tipo de cáncer de piel que aparece cuando las células llamadas melanocitos se convierten en malignas. Estas células elaboran un pigmento llamado melanina, responsable del color de la piel, del pelo y del iris de los ojos. La melanina, por su parte, funciona como un fotoprotector evitando que la radiación solar dañe las estructuras o los tejidos del cuerpo. Cuando la piel se expone al sol, los melanocitos producen más melanina como defensa contra la acción de los rayos ultravioleta (UV). Los lunares o pecas aparecen cuando los melanocitos crecen en grupo.

2.3.1. Causas. Aunque son diversos los factores que lo provocan, parece ser determinante haber tomado en exceso el sol durante la infancia, si bien puede aparecer en personas de todas las edades. Se localiza en todo el cuerpo, y se manifiesta por nuevos lunares o pecas que cambian de tamaño y aspecto. Hay una serie de factores que aumentan el riesgo de padecer un melanoma, y éstos determinan que existan grupos de personas con mayor probabilidad de desarrollarlo. Entre ellos cabe destacar:

- Tener la piel o el pelo claro
- Presencia de nevos atípicos.
- Presencia de nevus en una cantidad superior a 40.
- Presencia de nevus congénitos.
- Tener antecedentes familiares de nevus atípicos, de melanoma o de ambas cosas.
- Haber sufrido una o más quemaduras severas por el sol, especialmente si se han producido en la infancia, pues el efecto de la irradiación solar es acumulativo.
- Haber estado expuesto muchas horas a rayos ultravioleta (sol, UVB, UVA) aunque tenga la piel totalmente bronceada[3].

2.3.2. Síntomas. Los síntomas típicos son los siguientes:

- cambio en el tamaño, forma o color
- exudación o sangrado
- picor
- dolor al tacto
- abultamiento o aparición de protuberancias sobre el lunar

El melanoma también puede aparecer en el cuerpo como un lunar nuevo. Los hombres con más frecuencia contraen melanoma en el tronco, en la cabeza o cuello; las mujeres con más frecuencia contraen melanoma en los brazos y piernas [5].

2.3.3. Diagnóstico. El sistema ABCD es una guía útil para identificar manchas en la piel que deberían ser consultadas por el médico: A. Asimetría: Las lesiones de melanoma suelen ser de forma irregular (asimétrica); los lunares benignos -no cancerosos- suelen ser redondeados (simétricos). B. Borde: Estas

afecciones tienen a menudo bordes desiguales o irregulares (mellados o con muescas); los lunares benignos tienen bordes lisos. C. Color: Las lesiones presentan muchas sombras de marrón o negro; en los lunares benignos se aprecia una única mancha marrón. D. Diámetro: Normalmente tienen más de 6 milímetros de diámetro. Los lunares que no son peligrosos suelen medir menos.

3. Procesamiento de imágenes

3.1. Definición

El procesado de imágenes ha resultado ser una herramienta con un alto potencial en un sinfín de aplicaciones en donde se manipula una imagen digital por lo regular para obtener las características más importantes que permitan trabajar con ella eficientemente.

En el procesamiento digital de imágenes se distinguen dos niveles principales de manera general [5]:

- Procesamiento de imágenes de bajo nivel
 - muy poco uso de conocimiento respecto al contenido de las imágenes
 - comúnmente se reconoce una secuencia de cuatro para el procesamiento a bajo nivel: adquisición de la imagen, pre-procesamiento, segmentación de la imagen, descripción y clasificación de objetos.
- Entendimiento a imágenes a alto nivel
 - Existe la capacidad de realizar toma de decisiones respecto al contenido de las imágenes.

Si bien el contenido de este trabajo emplea cada una de las herramientas descritas para el procesamiento de imágenes de bajo nivel, su alcance llega hasta el nivel de entendimiento al aplicar la toma de decisiones basada en las características obtenidas a partir de las imágenes.

El procesamiento de imágenes está dado por un conjunto de operaciones llevadas a cabo sobre las imágenes a fin de realizar mediciones cuantitativas para poder describirlas; es decir extraer ciertas características que permitan mejorar, perfeccionar o detallar la imagen [6].

Una característica es un atributo usado para hacer decisiones respecto a objetos en la imagen. Algunos atributos son naturales y se definen mediante la apariencia visual de la imagen, en tanto otros, los artificiales, son el resultado de operaciones realizadas a la imagen [7].

El poder realizar mediciones sobre las imágenes generalmente requiere que sus características estén bien definidas, los bordes bien delimitados y el color y brillo sean uniformes. El tipo de mediciones a realizar para cada característica específica es un factor importante para poder determinar los pasos apropiados para su procesamiento. Los procedimientos aplicados para el procesamiento de

imágenes están orientados a las aplicaciones. Lo que puede ser adecuado para una aplicación puede no serlo para otra.

Una imagen $f(x,y)$ esta dada por sus coordenadas espaciales y su brillo, y es representada matemáticamente en una matriz, donde los índices de las filas y columnas indican un punto específico de la imagen. (figuras 2.1 y 2.2)[8].

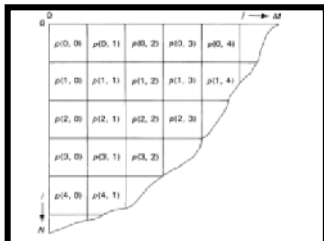


Figura 2. Índice en una matriz de píxeles.

Las herramientas para la adquisición de imágenes transforman la imagen visual de un objeto físico y sus características intrínsecas en un conjunto de datos digitalizados, usados para procesarla.

3.2. Detección de contorno

La detección de contorno se aplica principalmente a imágenes grayscale y binarias. Sirve para quitar el “relleno” a todas las áreas que componen la imagen. Los métodos de detección de contorno buscan en una imagen aquellas regiones donde la intensidad de los píxeles cambia rápidamente o extremadamente ya que es el borde entre un objeto y el fondo.

El método más poderoso de detección de contorno es el de canny porque es el menos “engañado” por el ruido que puede tener una imagen grayscale o binaria. Este método busca las regiones donde la intensidad cambia rápido y no tan rápido y no tan rápido y luego chequea si las regiones donde la intensidad no cambia tan rápido están junto a las que si lo hacen para ver si pertenecen al borde o se trata simplemente de ruido. El método de canny obtiene una imagen binaria con los contornos detectados. Este método y algunos otros se encuentran dentro de las librerías de Matlab, lo que hace más fácil la realización de este proyecto al no elaborar un programa cuya función sea detectar contornos que es un tanto complicado [8].

3.2.1. Algoritmo de Canny para la detección de bordes. Uno de los métodos relacionados con la detección de bordes es el uso de la primera derivada, la que es usada por que toma el valor de cero en todas las regiones donde no varía la intensidad y tiene un valor constante en toda la transición de intensidad. Por tanto un cambio de intensidad se manifiesta como un cambio brusco en la primera derivada [9], característica que es usada para detectar un borde, y en la que se basa el algoritmo de Canny.

El algoritmo de Canny consiste en tres grandes pasos:

- Obtención del gradiente: en este paso se calcula la magnitud y orientación del vector gradiente en cada píxel.
- Supresión no máxima: en este paso se logra el adelgazamiento del ancho de los bordes, obtenidos con el gradiente, hasta lograr bordes de un píxel de ancho.
- Histéresis de umbral: en este paso se aplica una función de histéresis basada en dos umbrales; con este proceso se pretende reducir la posibilidad de aparición de contornos falsos.

3.3. Segmentación de imágenes.

La segmentación de imágenes divide la imagen en sus partes constituyentes hasta un nivel de subdivisión en el que se aislen en las regiones u objetos de interés.

Los algoritmos de segmentación se basan en una de estas dos propiedades básicas de los valores del nivel de gris: discontinuidad o similitud entre los niveles de gris de píxeles vecinos.

Discontinuidad. Se divide la imagen basándose en cambios bruscos de nivel de gris:

- Detección de puntos aislados
- Detección de líneas
- Detección de bordes

Similitud. Se divide la imagen basándose en la búsqueda de zonas que tengan valores similares, conforme a unos criterios prefijados:

- Umbralización
- Crecimiento de región

Los métodos más utilizados son los dos últimos, los cuales vamos a detallar a continuación:

3.3.1. Umbralización. La umbralización (*thresholding*) es un método que busca segmentar imágenes escalares creando una partición binaria de las intensidades de las imágenes. Una umbralización trata de determinar un valor de intensidad, llamado umbral (*threshold*), que separa las clases deseadas. La segmentación se logra agrupando todos los píxeles con mayor intensidad al umbral en una clase, y todos los otros píxeles en otra clase.

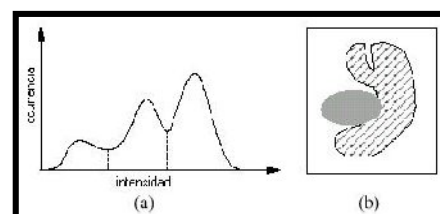


Figura 3. (a) histograma de intensidades de grises en la imagen mostrando los posibles umbrales (b) imagen en escala de grises

La Figura 3 muestra un histograma de una imagen que aparentemente posee tres clases, lo cual nos deja dos posibles valores de umbral, en los valles del histograma. La determinación de más de un valor umbral es un proceso llamado multiumbralización (*multithresholding*). La umbralización es una técnica efectiva para obtener la segmentación de imágenes donde estructuras diferentes tienen intensidades contrastantes u otras características diferenciables. La partición usualmente es generada interactivamente, pero también existen métodos automáticos. Para imágenes escalares, los métodos interactivos pueden estar basados en la apreciación visual del usuario ya que la operación de umbralización es implementable en tiempo real.

Generalmente, la umbralización es el paso inicial de una secuencia de operaciones de procesamiento de imágenes. Su principal limitación es que en su forma más simple solo se generan dos clases y por lo tanto no se puede aplicar a imágenes multicanal. En adición, la umbralización usualmente no toma en cuenta las características espaciales de la imagen. Esto causa que sea sensible al ruido e inhomogeneidades de intensidad, las cuales pueden ocurrir en imágenes de resonancia magnética. Estos factores corrompen el histograma de la imagen, haciendo la separación más difícil [5].

3.3.2. Región Creciente. Región creciente (*region growing*) es una técnica para extraer regiones de la imagen que están conectadas según cierto criterio predefinido. Este criterio puede estar basado en información de intensidades y/o bordes de la imagen. En su forma más simple, este método requiere un punto semilla (*seed point*) que es seleccionado manualmente por el usuario, y extrae todos los píxeles conectados a la semilla, que tengan el mismo valor de intensidad.

La Figura 4 muestra un ejemplo donde se utiliza el método de región creciente para aislar una estructura de la Figura 4a.

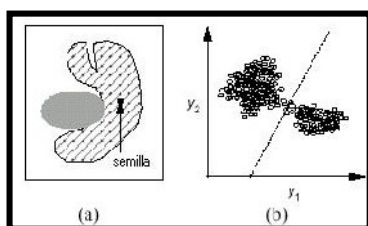


Figura 4. (a) imagen mostrando semilla inicial
(b) ejemplo de región creciente

Al igual que la umbralización, por lo general no se utiliza la región creciente solamente en una imagen, sino que se utiliza como parte de un conjunto de operaciones de procesamiento de imágenes, particularmente en la delineación de pequeñas y simples estructuras como tumores y lesiones. Su desventaja principal es que requiere

interacción manual para obtener el punto semilla. Los algoritmos de división y mezcla (*split and merge*) están relacionados con la región creciente pero no requieren una semilla. La región creciente también puede ser sensible al ruido, causando que las regiones extraídas tengan agujeros e inclusive que se desconecten [7].

4. Implementación y resultados

4.1. Desarrollo del software

La primera parte del proyecto consistió en buscar y leer bibliografía relacionada con los melanomas, para obtener un mejor conocimiento del problema a tratar, luego investigar acerca del procesamiento digital de imágenes y algoritmos de segmentación; una vez hecho esto, se seleccionó la bibliografía útil y se revisó más detalladamente.

Antes de comenzar a trabajar con el código en Matlab, fue necesario realizar una base de datos de imágenes de melanomas, las cuales fueron tomadas de distintas páginas médicas de Internet, todas ellas guardadas en formato JPEG. La base de datos para experimentación consta de 4 imágenes bidimensionales, a colores. La selección de imágenes que forman la base de datos fue bastante cuidadosa tomando en cuenta la resolución de la imagen, lo cual es indispensable para la finalidad del programa.

Una vez que la base de datos estuvo lista y guardada en la carpeta respectiva, se revisaron los comandos de la librería de procesamiento de imágenes con que cuenta Matlab, así como algunos de sus códigos; los cuales nos fueron de mucha ayuda en el desarrollo de este proyecto.

El desarrollo del programa se dividió en cuatro partes, según su función:

- Parte I: Segmentación de la Imagen
- Parte II: Determinación del centroide y división de la imagen
- Parte III: Algoritmo de transformación de niveles de gris a colores específicos
- Parte IV: Determinación del Diámetro de la imagen.

Para realizar la segmentación recurrimos a MathWorks donde encontramos un archivo .m bastante claro acerca de segmentación y con la ayuda de [11] y [12] corregimos el archivo y lo adecuamos según nuestra necesidad.



Figura 5. Resultado de la imagen luego de la segmentación

Para la segunda parte usamos el mismo algoritmo de segmentación, luego empleamos el comando *regionprops*, el cual nos permitió encontrar el centroide, luego empleamos *for* y las coordenadas del centroide para dividir la imagen en dos partes, tal como se muestra a continuación.



Figura 6. Resultado de la imagen luego del la segundo procedimiento

Para realizar el algoritmo de la tercera parte, hicimos una especie de barrido a la imagen, que al detectar ciertos rangos de gris los cambiaba por un rango de colores más llamativos, tales como el rojo, azul, amarillo, etc. De esta manera se podrá detectar las diferentes tonalidades que presenta el melanoma.

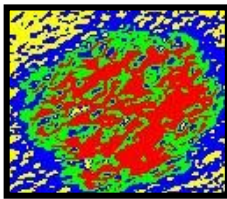


Figura 7. Resultado de la imagen luego de aplicar algoritmo de color

En nuestra última parte se pueden realizar dos cosas, en primer lugar determinar a simple vista el diámetro de figura y en segundo lugar podemos determinar el número de píxeles que son equivalentes a 1 mm según nuestra regla de referencia y por simple regla de tres obtener el valor aproximado del diámetro. Esta última parte se ha hecho solo para mostrar el resultado en pantalla, como se verá más adelante ya que visualmente se puede determinar la medida respectiva, tal como lo muestra la siguiente figura.



Figura 8. Imagen original junto a objeto de referencia

Tal como se dijo anteriormente, en la grafica con la ayuda de la regla fácilmente se puede determinar que

el diámetro de este melanoma es aproximadamente de 8 mm.

4.2 Creación de Guide

Considerando la finalidad del trabajo se realizó una interfaz grafica con el usuario dentro de Matlab a través del comando *guide*, que al ser llamado desde la ventana de comandos despliega la siguiente ventana:

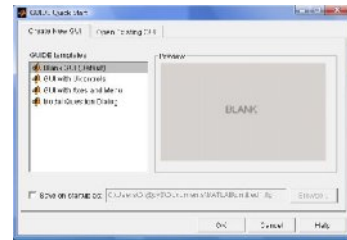


Figura 9. Ventana GUIDE Quick Start

En la cual se puede seleccionar entre una GUI nueva o una ya existente, en este caso se selecciono la GUI de default, que aparece en blanco. Al seleccionar, aparece la siguiente ventana en la cual se tienen los tipos de botones posibles, así como los menús necesarios para nombrarlos, editarlos en tamaño, color, alineación, etc. y definir los callbacks para cada uno de ellos.

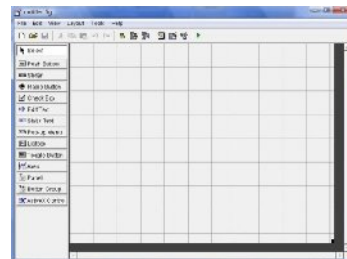


Figura 10. Ventana creación de la GUIDE

Cabe recalcar que, el diseño de cada interfaz fue gracias a [14], donde se encuentra toda la ayuda necesaria para crear distintos tipos de GUIDE. Se empezó por diseñar una interfaz de presentación, donde incluimos el nombre de la materia, el nombre del software y por último el nombre de la persona que la realizó. El botón CONTINUAR, nos permite llamar a nuestra interfaz principal.



Figura 11. Ventana del GUIDE Presentación

Una vez diseñada la GUI Presentación, se creó la interfaz principal, a partir de la cual vamos a poder realizar las siguientes interfaces obteniendo los resultados deseados. De esta manera, el usuario podrá ver cada característica independientemente de las demás, lo que le permitirá un mejor análisis de la misma.



Figura 12. Ventana del GUIDE Principal

En esta ventana se encuentra, el GUIDE principal del software, ya que a partir de los resultados que se obtengan desde esta ventana, se realizaran los programas posteriores. Aquí podemos observar el Botón Cargar Imagen, que nos permite cargar una imagen desde cualquier archivo. En la parte de abajo del botón, hemos colocado un Slider el cual controla el nivel de gris que se le quiere dar a la imagen y muestra el valor del mismo. El botón ASIMETRIA llama al siguiente programa que nos permitirá observar la primera característica del melanoma.

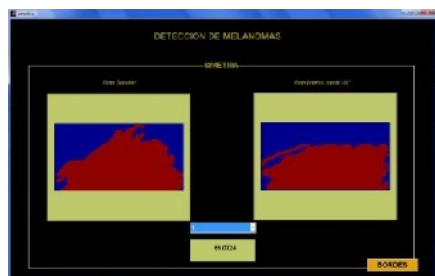


Figura 13. Ventana del GUIDE Asimetría

La ventana GUIDE Asimetría, nos muestra la imagen del melanoma dividido en dos partes, esto se realiza para comparar ambas imágenes y determinar si existe algún tipo de simetría. La lista despegable nos permite escoger L, el cual es un componente importante a la hora de la segmentación porque determina el número que ha sido asignado al objeto mediante la función *bwlabel*. Haciendo pruebas con nuestra base de datos descubrimos que este comando puede numerar nuestra muestra con L=1, L=2, L=3 o L=4, estos valores dependen de la imagen que se cargue en el software.

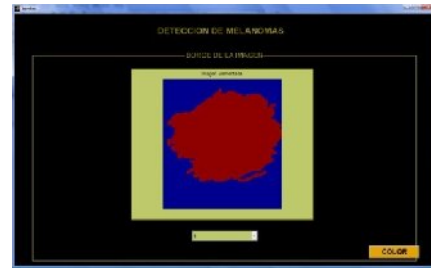


Figura 14. Ventana del GUIDE Borde

En esta figura podemos observar solo la segmentación de la imagen, que nos permite observar si nuestro melanoma tiene bordes irregulares. Cabe resaltar que L escogido en la interfaz anterior, también hay que seleccionarlo, debido a que son ventanas independientes.

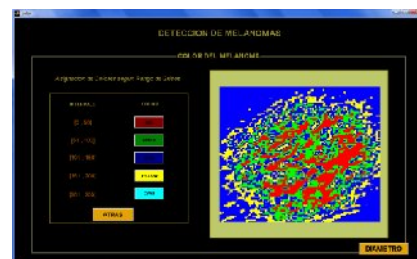


Figura 15. Ventana del GUIDE Color

La ventana GUIDE Color, nos muestra la imagen transformada. Es decir con los colores asignados según el rango de grises. Estos valores se muestran en el cuadro de la izquierda. Además, los botones con los nombres de colores nos permiten ver como se asignan cada color de manera independiente a la imagen.

El botón ATRAS nos permite volver a la imagen anterior.



Figura 15. Ventana del GUIDE Diámetro

Como se menciono anteriormente, el diámetro del melanoma se puede determinar observando detenidamente la grafica, gracias a la regla de referencia que se ha puesto a lado del melanoma. Pero para mejorar nuestra interfaz, incluimos un pequeño cuadro que nos muestra un diámetro aproximado. Los valores que se muestran en pantalla, son el resultado de la regla de tres mencionada anteriormente. El botón CERRAR nos permite salir del software.

5. Conclusiones

Se considero Matlab como medio para elaborar el programa dado que es un software óptimo para procesar matrices y, por tanto imágenes digitalizadas (una imagen digitalizada es una matriz de MxN).

El programa presentado para la detección de melanomas resulta simple en su elaboración y comprensión debido a las herramientas de procesamiento de imágenes con que cuenta Matlab, las cuales facilitan de manera considerable la tarea de programar, así como por el método de segmentación empleado.

El programa que se ha sido diseñado con la finalidad de facilitar la labor de análisis y diagnóstico a partir de imágenes médicas de melanomas. De modo que, al destinarse como una herramienta para médicos especialistas y considerando que éstos no poseen conocimientos previos de programación, ni específicamente de Matlab, se intentó facilitar el proceso práctico de utilización del programa creando una GUI (Graphic User Interface) a través de la cual el usuario puede llevar a cabo distintas funciones sin necesidad de trabajar dentro de Matlab. Incluso, el GUIDE diseñado tiene la ventaja de que se pueden cargar las imágenes desde cualquier archivo.

El proyecto de graduación nos ha permitido reforzar habilidades en programación, ampliar conocimientos de Matlab al igual que en teoría de procesamiento de imágenes y reforzar la habilidad para elaborar documentos de tipo científico y técnico. De igual manera, este trabajo establece una base para desarrollar un proyecto más amplio cuyo alcance será que el GUIDE funcione independientemente de Matlab y pueda ser capaz de ejecutarse dentro de cualquier entorno.

7. Recomendaciones

Para este tipo de proyecto, que usa imágenes digitales, debemos utilizar cámaras con buenas resoluciones porque esto facilitaría aún más el análisis médico. Cabe resaltar que se emplearon imágenes bajadas de Internet con la finalidad de comprobar el funcionamiento del software diseñado.

Al utilizar una regla como referencia, tenemos que primero captar la imagen de la regla sola y ver cuando pixeles mide; luego tratar que al captar las imágenes a analizar todas sean tomadas a esa misma distancia. Ya que en el GUIDE de Diámetro, usamos una regla de tres para mostrar en pantalla la medida aproximada.

Con conocimientos más avanzados y disponibilidad de tiempo, este proyecto puede mejorarse, a tal punto que las personas sin necesidad de un especialista puedan detectar la presencia o no de melanomas en su piel.

6. Referencias

- [1] http://www.childrenshospital.org/az/Site784/Imagenes/skin_big.gif
- [2] http://www.cancer.org/docroot/esp/content/esp_5_1x_que_es_50.asp
- [3] <http://www.dmedicina.com/salud/cancer/melanoma.html>
- [4] <http://www.tuotromedico.com/temas/melanoma.html>
- [5] Digital Image Processing. Image Analysis and Understanding. Accesible en <http://www.iacen.uiowa.edu/~dip/LECTURE/contents.html>
- [6] Pearson Don. Image Processing. Great Britain: McGraw Hill, 1991.
- [7] Russ John C. The image processing handbook. Florida, USA; CRC Press Inc, 1992
- [8] Starostenko Oleg. Fundamentals of image processing. Accesible en <http://www.udlap.mx/~oldwall/docencia/IMAGENES/cursos.html>
- [9] Gonzalo Pajares, Jesús M. de la Cruz. Visión por Computador. Imágenes digitales y aplicaciones. RaMa, 2001.
- [10] Xu, Chenyang ; Pham, Dzung L ; Prince, Jerry L. *Current Methods in Medical Image Segmentation*. Annual Review of Biomedical Engineering, Annual Reviews, vol. 2, pp. 315-337, Annual Reviews, Palo Alto, CA, 2000.
- [11] Rafael C. Gonzalez; Richard E. Woods; Steven L. Eddin. Digital Image Processing using Matlab. Pearson Education Inc, Upper Saddle River, New Jersey, 07458, 2004.
- [12] Erick Valdemar Cuevas Jimenez; Daniel Zaldivar Navarro; Vision por Computador utilizando Matlab y Toolbox de Procesamiento Digital de Señales.
- [13] Diego Orlando Barragan Guerrero. Manual de Interfaz Gráfica de Usuario en Matlab Parte 1. Accesible en: <http://www.macpic.com>