ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

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

REPORTE DE MATERIA DE GRADUACION

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

Gladys Burgos Sarcos

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO
2009

A G R A D E C I M I E N T O

Agradezco:

En primer lugar a Dios por la terminación de este trabajo.

A la MSc. Patricia Chávez, por su apoyo, esfuerzo y colaboración para la culminación de este proyecto

DEDICATORIA

A Dios,
A mis padres,
A mis familiares y
A mis amigos
Por su apoyo incondicional

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación por el apoyo institucional brindado.

GLADYS BURGOS SARCOS

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

MSc. Patricia Chávez
PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Rebeca Estrada
PROFESOR DESIGNADO

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Gladys Burgos Sarcos

Resumen

En este reporte se presenta un nuevo programa 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 6mm (D). Para comprobar la operatividad desprograma se usaron imágenes de muestra que fueron bajadas desde páginas médicas de Internet.

El primer paso es segmentar la imagen para observar el borde del lunar. Luego se procede a dividirla en dos partes (superior e inferior) para comparar estos resultados y determinar la existencia de asimetría relativa. En tercer lugar se emplea 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 comparación con la regla que tenemos como referencia en todas las imágenes.

Este sistema resulta muy ventajoso para los dermatólogos, ya que les facilita el análisis, permitiéndoles dar un diagnostico más acertado y en menos tiempo.

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

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 apariencia 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. El diagnóstico precoz es la clave para curar el melanoma.

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIONES GENERALES

1.1. 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, tal como se puede apreciar en la figura 1.1:

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

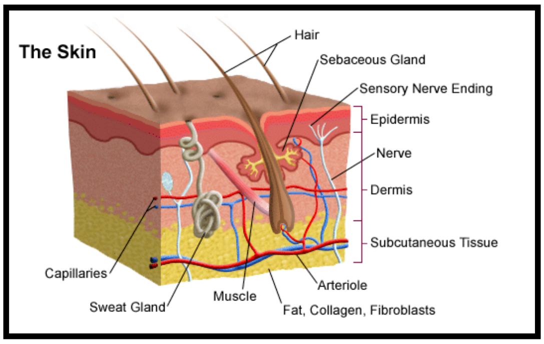


Figura 1.1. Capas de la piel[1].

1.1.1. 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

1.1.2. 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.

1.1.3. 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.

1.2. 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 (nevos) son tumores benignos de la piel que se originan a partir de los melanocitos. La mayoría de 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. Existes muchas otras clases de tumores benignos de la piel, aunque la mayoría no es muy común [2].

1.3. 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 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.

Una persona suele tener entre 10 y 40 lunares, científicamente llamados nevus. Estos se clasifican en dos grupos: nevus congénitos, que pueden ser de nacimiento o aparecer durante el primer año de vida; y nevus adquiridos, que se desarrollan a partir del año de nacimiento y pueden ser típicos o atípicos. Los melanocitos se multiplican y en ocasiones se extienden a otras partes del organismo.

Las metástasis se inician cuando un grupo pequeño de células del tumor primitivo es transportado a otra zona y se detiene en un órgano donde crece y produce un tumor semejante al original. Para despejar las posibles dudas sobre la naturaleza maligna del tumor se utiliza la biopsia, que consiste en la extracción de una muestra del tejido tumoral para analizarlo. De esta manera se puede confirmar el diagnóstico y establecer un tratamiento adecuado.

1.3.1. Causas

Aunque son diversos los factores que lo provocan el desarrollo de cáncer de piel, parece ser determinante haber tomado en exceso el sol durante la infancia. 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 nevus 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].

1.3.2. Síntomas

Los síntomas típicos son los siguientes:

- cambio en el tamaño, forma o color del nevus
- 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].

1.3.3. 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.

CAPÍTULO 2

2. DEFINICIONES GENERALES

2.1. DEFINICION

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]:

1. Procesamiento de imágenes de bajo nivel
    - Muy poco uso del conocimiento respecto al contenido de las imágenes
    - Comúnmente sigue cuatro pasos:
        - Adquisición de la imagen
        - Pre-procesamiento
        - Segmentación de la imagen
        - Descripción y clasificación de objetos.

2. Entendimiento a imágenes a alto nivel

    Existe la capacidad de realizar toma de decisiones respecto al contenido de las imágenes.

Este trabajo sigue los pasos descritos para el procesamiento de imágenes de bajo nivel, pero 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 esta 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) está 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 especifico de la imagen. (figuras 2.1 y 2.2)[8].

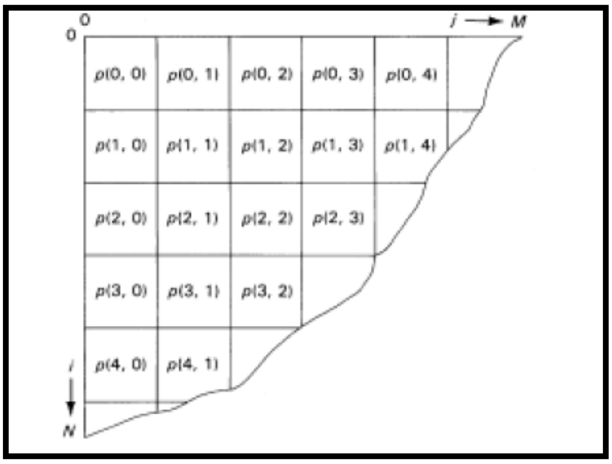


Figura 2.1. Índices en una matriz de píxeles.

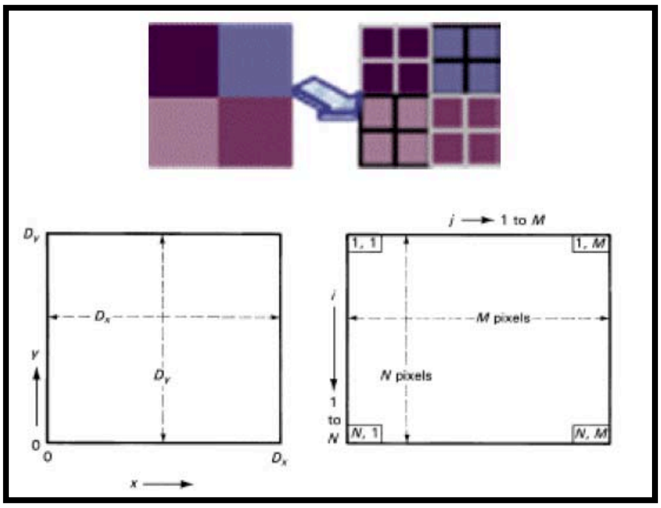


Figura 2.2. Relación entre los elementos de una imagen y su representación correspondiente representación de píxeles en una matriz.

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.

2.2. DETECCION DE CONTORNO

La detección de contorno se aplica principalmente a imágenes en escala de grises y binarias (blanco y negro). 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 pixeles cambia rápidamente o extremadamente ya que es el borde entre un objeto y el fondo.

El método más poderoso de detección de contornos es el de canny porque es el menos “afectado” por el ruido que puede tener una imagen en escala de grises o binaria. Este método busca las regiones donde la intensidad cambia rápido y en las que el cambio no es tan brusco. 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 si 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 facilita el desarrollo de este proyecto al no tener que elaborar un programa de detección de contornos que es un tanto complicado [8].

2.2.1. Algoritmo de Canny para la detección de bordes

Para la detección de bordes se puede emplear la primera derivada, 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 lo tanto un cambio de intensidad se manifiesta como un cambio brusco en la primera derivada [9], característica en la que se basa el algoritmo de Canny.

El algoritmo de Canny consiste en tres grandes pasos:

1. Obtención del gradiente
2. Supresión no máxima
3. Histéresis de umbral

2.2.1.1. Obtención del gradiente

Se calcula la magnitud y orientación del vector gradiente en cada píxel. Lo primero que se realiza es la aplicación de un filtro gaussiano a la imagen original con el objetivo de suavizarla y tratar de eliminar el posible ruido existente. Sin embargo, se debe de tener cuidado de no realizar un suavizado excesivo, pues se podrían perder detalles de la imagen y provocar un pésimo resultado final. Este suavizado se obtiene promediando los valores de intensidad de los píxeles en la vecindad con una máscara de convolución de media cero y desviación estándar σ. La figura 2.3 muestra dos ejemplos de máscaras que se pueden usar para realizar el filtrado gaussiano.

Una vez que se suaviza la imagen, para cada píxel se obtiene la magnitud y orientación del gradiente, obteniendo así dos imágenes.

(a)

$$\frac{1}{273}\begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ \hline 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ \hline 7 & 26 & 41 & 26 & 7 \\ \hline 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ \hline 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ \hline \end{array}$$

(b)

$$\frac{1}{115}\begin{array}{|c|c|c|c|c|}\hline 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ \hline 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ \hline 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ \hline 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ \hline 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ \hline \end{array}$$

Figura 2.3. Máscaras de convolución recomendadas para el el filtro gaussiano.

2.2.1.2. Supresión no máxima al resultado del gradiente

Se logra el adelgazamiento del ancho de los bordes, obtenidos con el gradiente, hasta lograr bordes de un píxel de ancho. Las dos imágenes generadas en el paso anterior sirven de entrada para generar una imagen con los bordes adelgazados. El procedimiento es el siguiente: se consideran cuatro direcciones identificadas 0º, 45º, 90º y 135º con respecto al eje horizontal. Para cada píxel se encuentra la dirección que mejor se aproxime al ángulo de gradiente.

Posteriormente se observa si el valor de la magnitud de gradiente es más pequeño que al menos uno de sus dos vecinos en la dirección del ángulo obtenida en el paso anterior. De ser así se asigna el valor 0 a dicho píxel, en caso contrario se asigna el valor que tenga la magnitud del gradiente.

La salida de este segundo paso es la imagen con los bordes adelgazados.

2.2.1.3. Histéresis de umbral a la supresión no máxima

Se aplica una función de histéresis basada en dos umbrales; con este proceso se pretende reducir la posibilidad de aparición de contornos falsos.

La imagen obtenida en el paso anterior suele contener máximos locales creados por el ruido. Una solución para eliminar dicho ruido es la histéresis del umbral.

El proceso consiste en tomar la imagen obtenida del paso anterior, la orientación de los puntos de borde de la imagen y dos umbrales, el primero más pequeño que el segundo.

Para cada punto de la imagen se debe localizar el siguiente punto de borde no explorado que sea mayor al segundo umbral. A partir de dicho punto se siguen las cadenas de máximos locales conectados en ambas direcciones perpendiculares a la normal del borde siempre que sean mayores al primer umbral. Así se marcan todos los puntos explorados y se almacena la lista de todos los puntos en el contorno conectado. Es así como en este paso se logra eliminar las uniones en forma de Y de los segmentos que confluyan en un punto [10].

2.2.1.4. Cerrar los contornos

Frecuentemente, un paso adicional se realiza en el algoritmo de Canny, que consiste en cerrar los contornos que pudiesen haber quedado abiertos por problemas de ruido.

Un método muy utilizado es el algoritmo de Deriche y Cocquerez. Este algoritmo utiliza como entrada una imagen binaria de contornos de un píxel de ancho. El algoritmo busca los extremos de los contornos abiertos y sigue la dirección del máximo gradiente hasta cerrarlos con otro extremo abierto.

El procedimiento consiste en buscar para cada píxel uno de los ocho patrones posibles que delimitan la continuación del contorno en tres direcciones posibles. Esto se logra con la convolución de cada píxel con una máscara específica. Cuando alguno de los tres puntos es ya un píxel de borde se entiende que el borde se ha cerrado, de lo contrario se elige el píxel con el valor máximo de gradiente y se marca como nuevo píxel de borde y se aplica nuevamente la convolución. Estos pasos se repiten para todo extremo abierto hasta encontrar su cierre o hasta llegar a cierto número de iteraciones determinado [11].

2.3. Segmentación de imágenes

La segmentación de imágenes divide la imagen en sus partes constituyentes hasta un nivel de subdivisión en el que se aíslen 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 pixeles 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:

- Determinación de Umbral
- Crecimiento de región

2.3.1. Determinación de Umbral

Es un método que busca segmentar imágenes escalares creando una partición binaria de las intensidades de las imágenes. Trata de determinar un valor de intensidad, llamado umbral (*threshold*), que separa las clases deseadas. La segmentación se logra agrupando todos los pixeles con mayor intensidad al umbral en una clase, y todos los otros pixeles en otra clase.

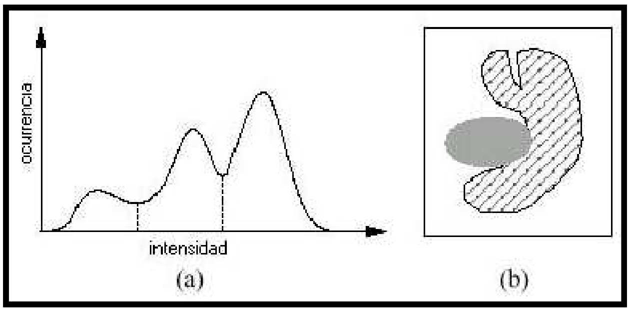


Figura 2.4. (a) histograma de intensidades de grises en la imagen mostrando los posibles umbrales (b) imagen en escala de grises

La Figura 2.4 muestra el histograma de una imagen que aparentemente posee tres clases, lo cual nos deja dos posibles valores de umbral, en los valles del histograma (mínimos locales). La determinación de más de un valor umbral es un proceso llamado multiumbralización (*multithresholding*). La determinación de umbral 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 determinación de umbral se puede implementar en tiempo real.

Generalmente, la determinación del umbral es el paso inicial en el 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. Adicionalmente, la determinación de umbral, en condiciones normales, no toma en cuenta características espaciales de la imagen. El ruido y la falta de homogeneidad en la intensidad corrompen el histograma de la imagen, haciendo la separación más difícil [5].

2.3.2. Región Creciente

Región creciente es una técnica para extraer regiones de la imagen que están conectadas según algún criterio predefinido, que puede estar basado en información de intensidades y/o bordes de la imagen. En su forma más simple, este método requiere un punto semilla seleccionado manualmente por el usuario, y extrae todos los pixeles conectados a la semilla, que tengan el mismo valor de intensidad o similar.

La Figura 2.5 muestra un ejemplo donde se utiliza el método de región creciente para aislar una estructura de la Figura 2.4a.

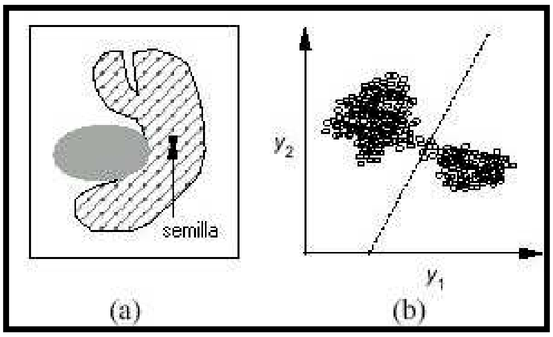


Figura 2.5 (a) imagen mostrando semilla inicial (b) ejemplo de región Creciente

Al igual que la determinación de umbral, se utiliza la región creciente 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 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].

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACION Y RESULTADOS

3.1. 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 se procedió a investigar acerca del procesamiento digital de imágenes médicas y algoritmos de segmentación. Se selecciono la bibliografía útil y se reviso más detalladamente.

Antes de comenzar a desarrollar el programa, fue necesario formar una base de datos de imágenes de melanomas, las cuales fueron tomadas de distintas páginas médicas de Internet y guardadas en formato JGEP. La base de datos para experimentación (ANEXO 1) consta de 4 imágenes bidimensionales, a colores. Las imágenes se seleccionaron cuidadosamente, tomando en cuenta la resolución de la imagen y su detalle.

Una vez que la base de datos estuvo lista, se revisaron los comandos de la librería de procesamiento de imágenes con que cuenta Matlab, así como algunos de sus códigos.

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 los textos [12] y [13] corregimos el archivo y lo adecuamos según nuestra necesidad.

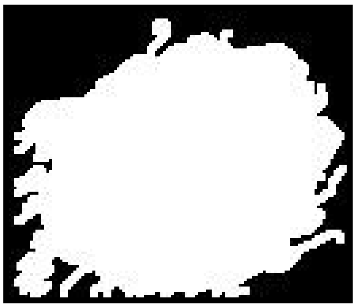


Figura 3.1. Resultado de la imagen al aplicarle la segmentación

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

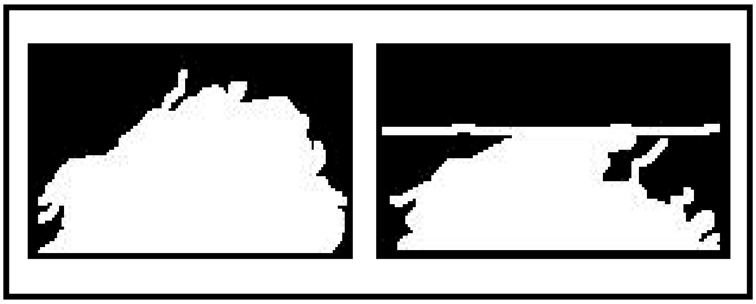


Figura 3.2. Resultado de la imagen al aplicarle el segundo procesamiento a)Imagen Superior, b)Imagen Inferior rotada 180°

Para realizar el algoritmo de la tercera parte, hicimos un mapa de representación donde ciertos rangos de gris son asociados con colores más llamativos, tales como el rojo, azul y amarillo. De esta manera se podrá detectar las diferentes tonalidades que presenta el melanoma. Como podemos observar en la Figura 3.3 en el melanoma se presentan dos tonalidades diferentes, las cuales están representadas por los colores rojo y verde.

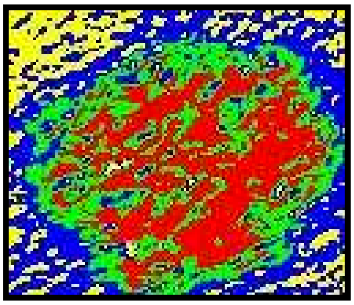


Figura 3.3. Resultado de la imagen al aplicarle el algoritmo de color.

En la última parte del programa usamos la regla de referencia junto al melanoma, la imagen debe ser recortada muy próxima a los bordes de la imagen para de esta manera obtener una mejor aproximación del diámetro. En una aplicación real, el especialista captará las imágenes desde su consultorio y las podrá adecuar de tal forma, que la descripción se facilite aun más. A partir de la imagen se puede determinar cuántos pixeles corresponden a la medida de un milímetro y con una simple regla de tres se determina el diámetro del lunar. Cabe mencionar que visualmente se puede determinar una medida aproximada, tal como lo se puede apreciar en la figura 3.4 donde el diámetro es de 8.20513mm.

Figura 3.4. Imagen original junto a objeto de referencia

3.2. CREACION DEL GUI

Considerando la finalidad del trabajo se realizo una interfaz gráfica con el usuario dentro de Matlab a través del comando guide, que al ser llamado desde la ventana de comandos despliega la ventana de la figura 3.5. Aquí se puede seleccionar entre una GUI nueva o una ya existente; en este caso se selecciono la GUI por defecto, que aparece en blanco.

Al seleccionar, aparece la ventana de la figura 3.6 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 llamados para cada uno de ellos.

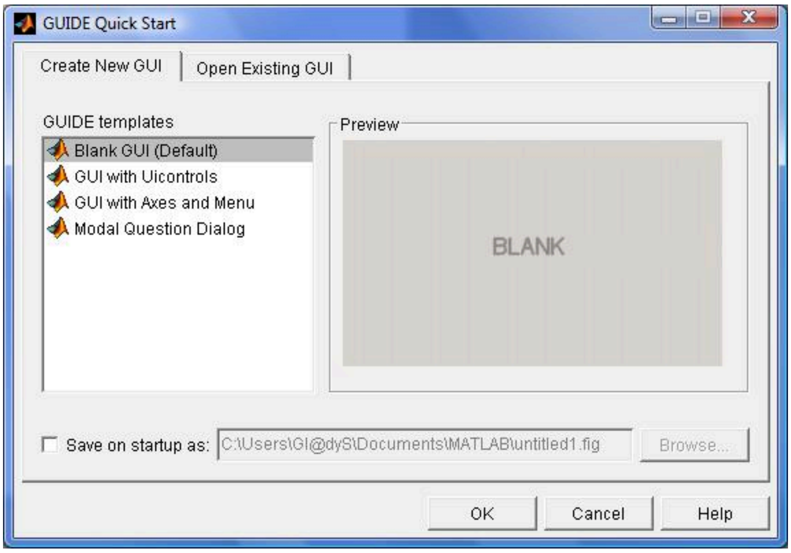


Figura 3.5. Ventana GUIDE Quick Start

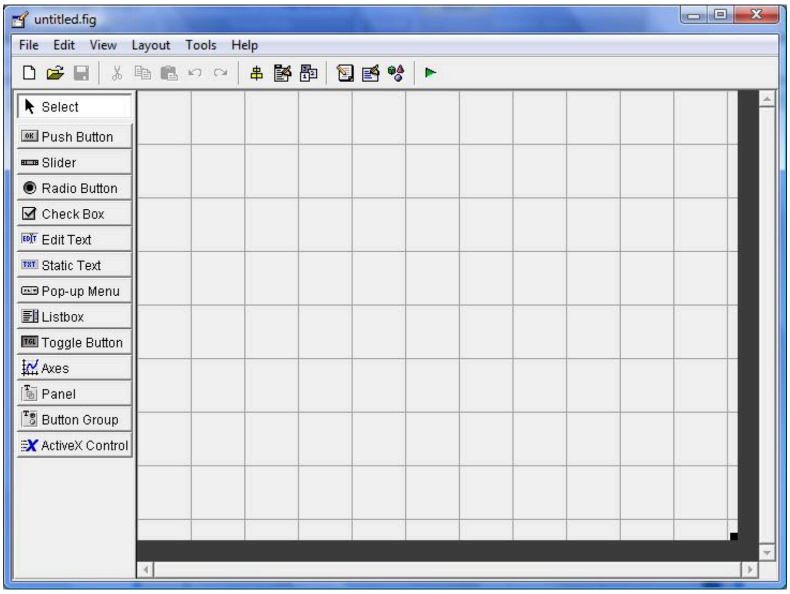


Figura 3.6. Ventana de creación de la GUI

La GUI fue diseñada de forma sencilla para evitar al usuario entrar en Matlab y trabajar dentro de éste. Una vez diseñada e implementada la GUI principal, generamos cinco GUIs más que llamaran a los programas descritos anteriormente. De esta manera, el usuario podrá ver la característica correspondiente a la interfaz, independientemente de las demás, lo que le permite un mayor análisis de cada una de ellas. Las figuras 3.7 - 3.12 muestran las interfaces finales

Figura 3.7. Ventana del GUIDE de presentación.

La figura 3.7 muestra el GUI de inicio, el cual nos muestra la presentación del software, el botón continuar nos permite llamar al GUI principal. Cabe recalcar que los elementos puestos en la interfaz fueron realizados gracias al libro [14], donde se encuentra toda la ayuda necesaria para crear una interfaz.

Figura 3.8. Ventana del GUIDE principal.

En la figura 3.8 se encuentra el GUI 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 programa que nos permitirá observar la primera característica del análisis.

La ventana de Asimetría (ver figura 3.9), nos muestra la imagen del melanoma dividido en dos partes, esto se realiza para comparar ambas imágenes y determinar si existe 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.

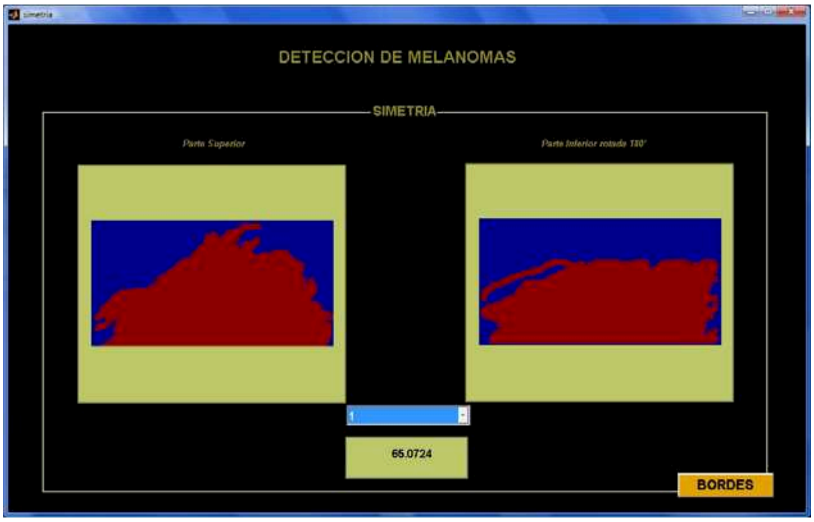


Figura 3.9. Ventana del GUIDE de Asimetría.

Figura 3.10. Ventana del GUIDE de Bordes.

En la figura 3.10 podemos observar la segmentación de la imagen, que nos permite determinar si el melanoma tiene bordes irregulares. Cabe resaltar que L escogido en la interfaz anterior, debe escogerse aquí.

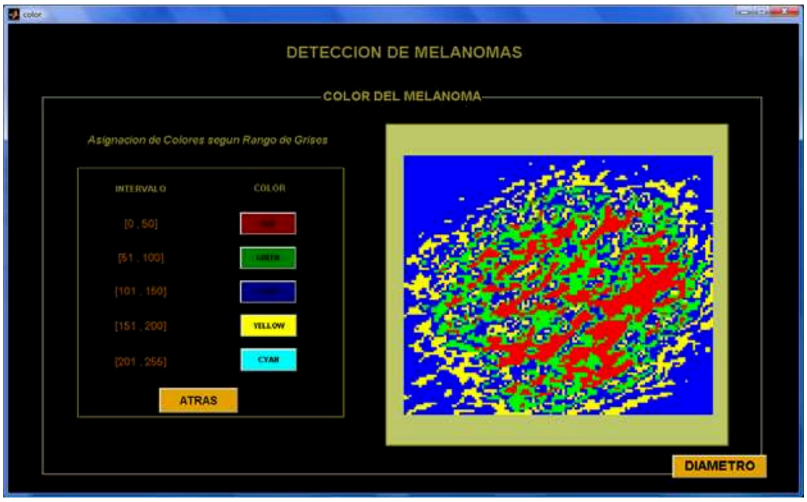


Figura 3.11. Ventana del GUIDE Color.

La ventana GUI 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.

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 muestra el diámetro calculado. El botón CERRAR nos permite salir de la interfaz.

Figura 3.12. Ventana del GUIDE Diámetro.

CONCLUSIONES

La técnica de segmentación de imágenes es una herramienta esencial para el logro de resultados en nuestro proyecto. Por este motivo se consideró a Matlab como medio para elaborar el programa dado que es un software óptimo para procesar matrices y, por tanto imágenes digitalizadas que se representan como una matriz de MxN. Este poderoso software no solo automiza los procesos sino que también permite ahorrar en tiempo y en costos de desarrollo.

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.

Este proyecto ha sido diseñado con la finalidad de facilitar y mejorar el análisis de las características de los melanomas, de tal manera que el especialista pueda dar un diagnóstico en corto tiempo y con el menor error posible. 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.

Desarrollar este software 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.

RECOMENDACIONES

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

Para poder hacer la regla de tres, necesitamos saber primero la medida en pixeles de la regla, ya que esta es la que nos servirá como referencia. Luego de esto lo más adecuado sería captar las imágenes que se van a analizar desde la misma distancia que se tomó la primera muestra, para que la medida que obtuvo anteriormente sirva de base para las próximas muestras a analizar.

Con conocimientos más avanzados y disponibilidad de tiempo, este proyecto puede mejorarse, a tal punto que el especialista sea muy preciso al momento de emitir su diagnóstico, ya que la buena toma de decisiones permite que el paciente o usuario del sistema sea el mayor beneficiado.

BIBLIOGRAFIA

[1] http://www.childrenshospital.org/az/Site784/Images/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.htm

[5] Digital Image Processing. Image Analisis and Understanding.

[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.

[9] Gonzalo Pajares, Jesús M. de la Cruz. Visión por Computador. Imágenes digitales y aplicaciones. RaMa, 2001.

[10] F. Escolano, O. Colomina, M.A.Cazorla. Visión Artificial: Extracción de Características I, 2006.

[11] Hill Green. Canny Edge Detection Tutorial. 2002.

[12] 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.

[13] Rafael C. Gonzalez; Richard E. Woods; Steven L. Eddin. Digital Image Processing using Matlab. Pearson Education Inc, Upper Saddle River, New Jersey, 07458, 2004.

[14] Erick Valdemar Cuevas Jimenez; Daniel Zaldivar Navarro; Vision por Computador utilizando Matlab y Toolbox de Procesamiento Digital de Señales.

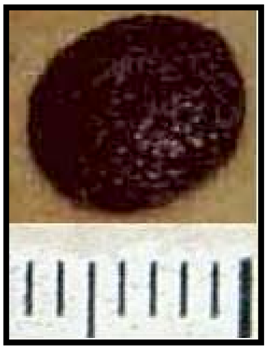
[15] Diego Orlando Barragan Guerrero.Manual de Interfaz Gráfica de Usuario en Matlab Parte 1. Accesible en: http//www.macpic.com

ANEXOS

ANEXO A: Imágenes seleccionadas como muestras

Melanoma_1.jpg

Melanoma_2.jpg



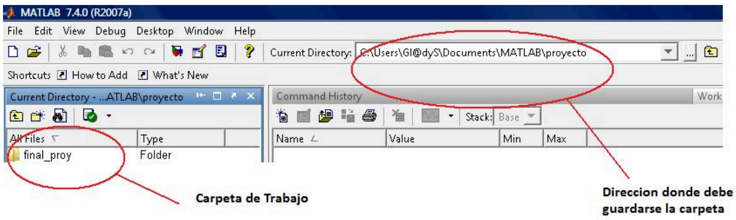
Melanoma_3.jpg

Melanoma_4.jpg

ANEXO B: Manual de Usuario.

Antes que nada debemos tener instalado en nuestra computadora como mínimo MATLAB R2007a, para poder correr el programa.

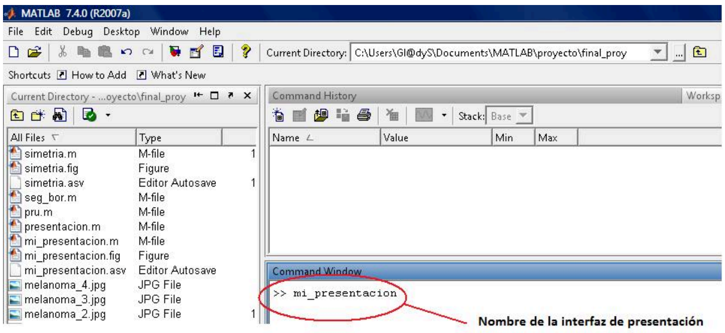
Luego que ya tengamos el programa instalado, tenemos que copiar la carpeta donde se encuentra el programa en el Current Directory de Matlab.



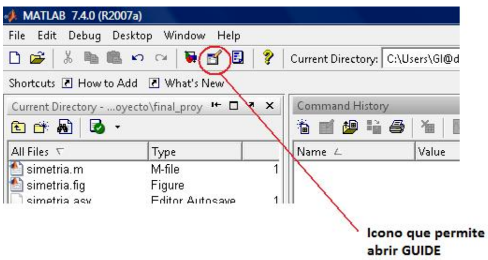
En la dirección marcada en el grafico, suele guardarse por default la carpeta de Matlab al momento de instalarse el programa.

Podemos iniciar nuestro programa de dos maneras:

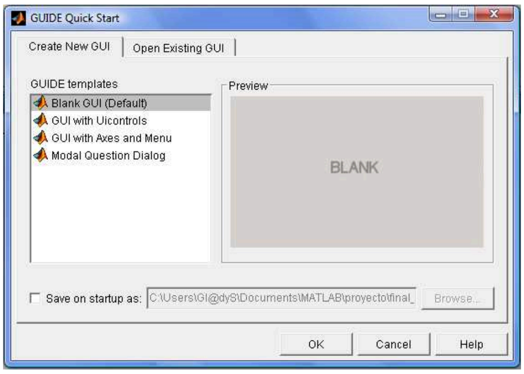
- Ejecutando la siguiente instrucción en la línea de comandos:



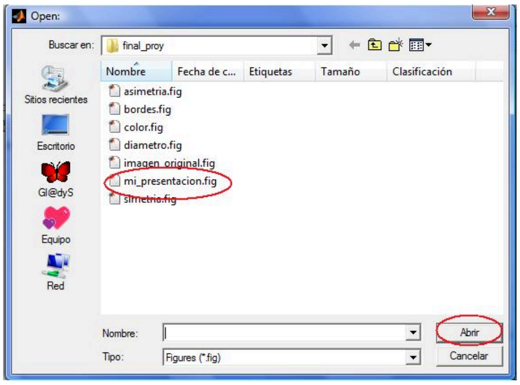
- Haciendo click sobre el ícono del GUIDE tal como lo muestra la figura:



Se nos presenta el siguiente cuadro de diálogo:



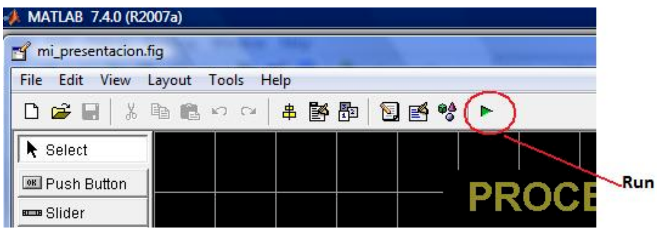
Debemos hacer click sobre la opción *Open Existing GUI y luego en Browse.* Se nos abrirá la siguiente ventana:



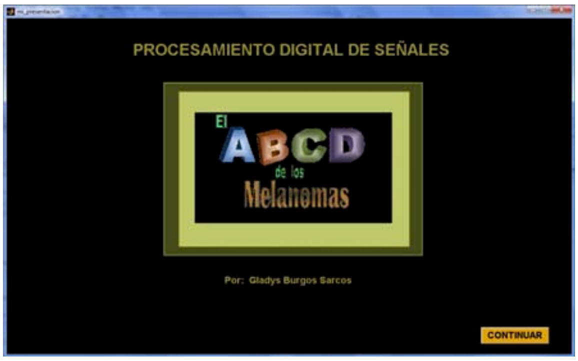
Seleccionamos nuestro proyecto y damos click en Abrir.

Automáticamente se nos presentará la ventana donde se edita el GUIDE.

Damos click en el icono Run, tal como lo muestra la figura y se iniciará el software.

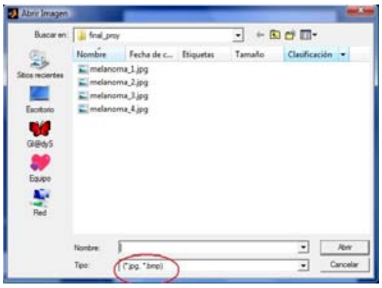


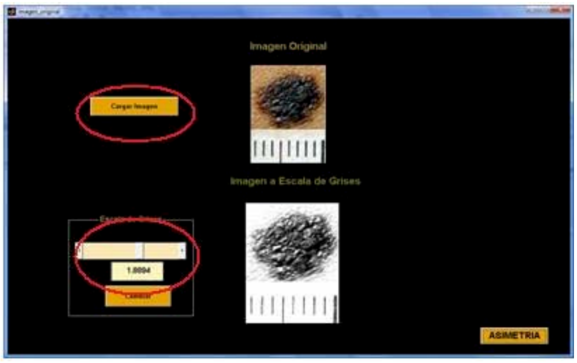
La primera ventana que se abrirá será la de presentación, esta muestra una caratula.



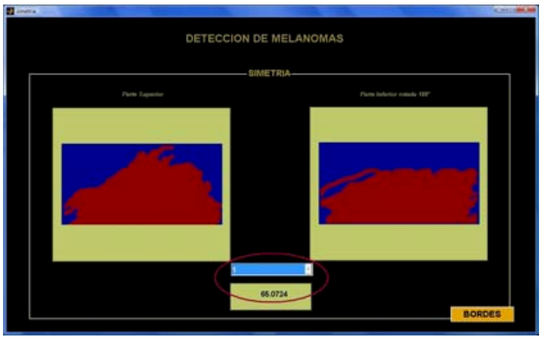
Al dar click en el botón *CONTINUAR,* la ventana de presentación se cerrará y se abrirá una nueva ventana con la interfaz principal del proyecto.

Al hacer click en *Cargar Imagen* se nos abrirá una ventana que nos permitirá cargar una imagen desde cualquier archivo. Además, una opción de *Slider* que controla el nivel de gris que se desee dar a la imagen, tal como se muestra en la figura.



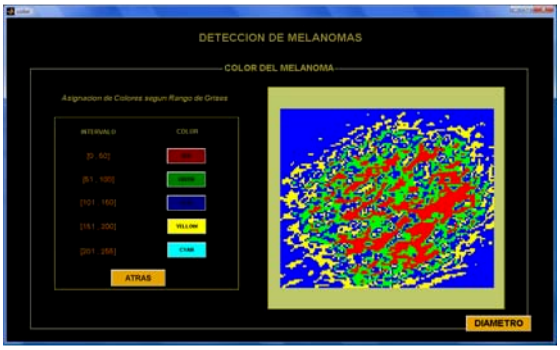


El programa esta modificado de tal manera que solo se carguen imágenes jpg y bmp. Al presionar el botón *ASIMETRIA* se carga una nueva ventana



Tal como lo muestra la figura, en esta ventana tenemos una lista despegable, que corresponde a los valores de L. El método de segmentación que se empleó en este proyecto, enumera objetos dentro de una imagen y todos los objetos con la misma etiqueta forman una región, que es la que se muestra en la pantalla. L representa el valor que se le da al objeto. En la muestra seleccionada como ejemplo, la región se segmenta cuando L= 1, pero puede variar dependiendo de la imagen. Una vez segmentada la imagen se la divide por la mitad, la mitad inferior es rotada 180° y se realiza una comparación de matrices. Esta comparación nos muestra un porcentaje de simetría el mismo que es mostrado debajo de la lista despegable. El botón *BORDES* nos lleva a la siguiente ventana.

La interfaz correspondiente a bordes, nos permite observar la segmentación realizada explicada en el párrafo anterior. En este caso tenemos la imagen completa porque necesitamos analizar la irregularidad en los bordes. El botón *COLOR* que nos abrirá la interfaz correspondiente.



La interfaz principal es muy importante, porque a partir de lo que se haga en ella, tendremos nuestras variables (imágenes resultantes), las cuales serán usadas para el procesamiento respectivo de cada interfaz. Tal es el caso de la interfaz correspondiente al color. Aquí realizamos un barrido de la imagen a escala de grises, y según el color que se haya asignado a cada intervalo, el resultado será la imagen con los nuevos colores. Dentro de la ventana están los intervalos y los colores respectivos, cada color es un botón y si damos click podemos observar la imagen en gris donde solo se ha cambiado el rango que corresponde al color seleccionado. El botón atrás nos permite regresar a la imagen que teníamos primero. El botón *DIAMETRO* llama a la siguiente y última interfaz, la cual se muestra a continuación.

La interfaz correspondiente al diámetro, carga la imagen original y nos permite observar gracias a la regla de medición el diámetro del melanoma. El valor que se muestra en pantalla es el diámetro aproximado que se deduce por simple regla de tres, tomando en cuenta que se tiene que saber cuántos pixeles corresponden a la medida que se quiera tomar como referencia, en este caso hemos seleccionado como referencia 1 cm = 256 pixeles. EL botón *CERRAR* sale de la interfaz.

Como hemos podido observar, la manipulación de la interfaz es sencilla, a tal punto que cualquier persona sin conocimientos previos de programación la puede usar, y lo mejor es que el usuario interactúa mucho con el software, gracias a las diferentes opciones que nos ofrece éste en cada ventana.

ANEXO C: Pseudocódigo

- **Función Segmentación**

Segmentación (im_gris) *Recibe como entrada una imagen a escala de grises*

im_med ←medfilt2(im_gris) *Se aplica filtro mediano para remover el ruido*

im_canny ← canny (im_med) *Se detecta el borde con Canny*

im_conv ← conv2 (im_canny, mask) *Se realiza una convolución para suavizar la imagen y disminuir el número de componentes conectados*

im_f ← imfill (im_conv) *Se rellenan los agujeros en la imagen*

L ← bwlabel (im_f , 8) *Se calculan los componentes conectados*

mx = max(max(L)) *Se calcula el valor máximo de L*

L = 1, 2, 3, 4,…..

Luego se le da valores a L y el programa hace un barrido en la imagen guardando los componentes que están etiquetados con dicho valor y con la ayuda de un lazo for se va forma la región respectiva.

return (im_seg) *Retorna como salida la imagen segmentada*

- **Función Color**

Color(im_gris) *Recibe como entrada una imagen a escala de grises*

gray_range ← [0, 255] *Vector que contiene el rango de grises*

color ← [1,0,0] *Alterando los valores del vector se pueden seleccionar distintos colores. En este caso, los valores representan al color rojo*

[0 ,50] ← 'rojo' ; [51, 100] ←'verde';…………[200, 255] ←'azul'

Con varios lazos for se van asignando distintos colores a cada intervalo.

return (im_res , colormap) *Retorna como salida la imagen con la respectiva transformación*