

Capítulo 2: La dermatología y El procesamiento de imágenes.

2.1 Dermatología

2.1.1 La Piel

Uno de los órganos más grandes del cuerpo es la piel. La piel de un adulto tiene, en promedio, un área total de más de 1.5 metros cuadrados. La mayoría de las personas no piensan en la piel como un órgano, en este caso conviene recordar que un órgano es un grupo de diferentes tejidos que se especializan para una función particular. De acuerdo a esta definición podemos decir que la piel es un órgano, ya que esta compuesto por diferentes capas. Las dos capas principales son la epidermis (externa) y la dermis (interna) (atcpasturias, 2000).

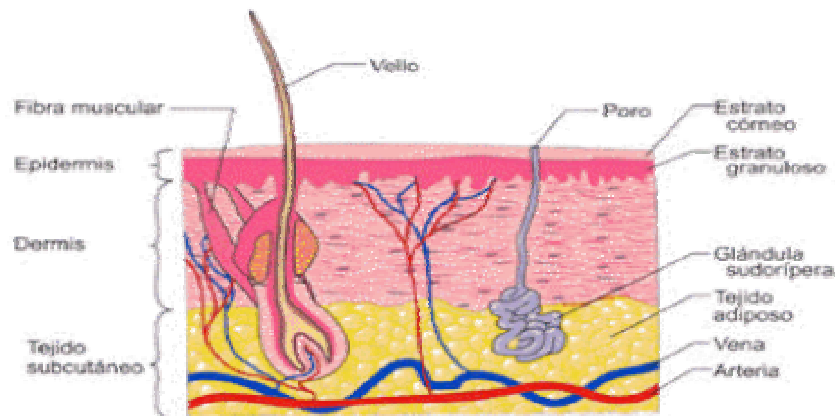


Imagen 2.1. Estructura de la Piel (atcpasturias, 2000).

La epidermis es la capa externa y fuerte de la piel, como se puede ver en la Imagen 2.1, la epidermis se compone de dos capas de células; las que se encuentran en el estrato corneo que son células muertas o que se están muriendo; y las que se encuentran en el estrato granuloso que son células que están vivas y que se están dividiendo continuamente, estas reciben nutrientes que se difunden a corta distancia de los vasos sanguíneos en la dermis que esta debajo. Pero como los nutrientes solo pueden difundirse a distancias cortas, las células del estrato corneo mueren por falta de alimentación; pero estas células muertas se llenan de un material proteico duro llamado *queratina*, esta provee una barrera para que el agua no pueda entrar o salir del cuerpo. Dentro de la epidermis inferior o estrato granuloso hay unas células que producen melanina, esta es un pigmento oscuro que ayuda a dar color a la piel.

La dermis es la piel interna, en la imagen 2.1, se muestra que la dermis tiene vasos sanguíneos, nervios, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y folículos pilosos. La superficie de la dermis forma una serie de protuberancias que se proyectan hacia arriba hasta la epidermis, a estas proyecciones se les llama *papilas*, y su función es mantener juntas la dermis y la epidermis y formar las protuberancias que producen las huellas digitales.

La piel tiene muchas funciones importantes; la principal es la protección, ya que mientras la piel se mantenga sin desgarrarse, puedes evitar que las bacterias, los hongos, los parásitos y la mayoría de las sustancias químicas entren

al cuerpo. La piel juega un papel muy importante en la regulación de la temperatura del cuerpo. A medida que las células descomponen la glucosa, se produce calor continuamente (Bologna, 2003).

2.1.2 Los trastornos de la piel.

Se han identificado muchos desordenes de la piel. Una enfermedad común de la piel es la dermatitis, la cual es una inflamación de la piel que causa picor y quemazón. Algunos problemas de la piel están asociados con los folículos pilosos o las glándulas sebáceas; los melanomas son ejemplos de trastornos de la piel, los cuales se van a tratar en esta tesis.

2.1.2.1 El melanoma Cutáneo (Cáncer en la Piel)

El melanoma cutáneo es una afección en la cual se forman células malignas (cancerosas) en las células de la piel denominadas melanocitos (células que dan coloración a la piel).

Los melanocitos se encuentran en la parte inferior de la epidermis. Producen melanina, el pigmento que confiere a la piel su color natural. Cuando la piel se expone al sol, los melanocitos producen más pigmento, con lo cual la piel se broncea u oscurece.

Cuando el melanoma comienza en la piel, la enfermedad se denomina melanoma cutáneo. El presente resumen del Physical Data Query (PDQ) trata el melanoma cutáneo (de la piel). El melanoma puede aparecer en cualquier lugar del cuerpo, ya que se puede presentar un melanoma también en el ojo y se denomina melanoma intraocular u ocular (Physical, 2001).

El melanoma en los hombres, afecta usualmente el tronco (el área del cuerpo entre los hombros y las caderas) o la cabeza y el cuello. En las mujeres, el melanoma se desarrolla con frecuencia en los brazos y las piernas. Este se presenta generalmente en adultos, pero en algunos casos se origina en niños y adolescentes. Los factores de riesgo para ser propensos a tener melanomas incluyen los siguientes:

- Lunares inusuales.
- Exposición a luz solar natural.
- Exposición a luz ultravioleta artificial (solarium).
- Antecedentes familiares o personales de melanoma.
- Raza blanca y mayor de 20 años de edad.
- Cabello rubio o pelirrojo.
- Piel blanca o clara y pecas.
- Ojos azules.

Los signos posibles de melanoma incluyen un cambio en el aspecto de un lunar o área pigmentada.



Imagen 2.2. Melanoma cutáneo (da Silva, 2006).

El melanoma se puede detectar tempranamente, todo parte de un examen de revisión periódica para la detección del cáncer, la cual debe incluir el examen de la piel por un médico calificado para diagnosticar cáncer de la piel. La Sociedad Americana del Cáncer recomienda un examen de revisión periódica para la detección del cáncer, que incluya un examen de la piel, para todas las personas cuando se hacen los exámenes de salud (Bologna, 2003).

Es importante conocer el patrón de lunares, manchas, pecas y otras marcas en la piel para que pueda notar cualquier cambio. Es mejor hacer el auto examen frente a un espejo de cuerpo completo. Se puede utilizar un espejo de mano para las áreas difíciles de ver.

Se deben inspeccionar todas las áreas, incluidas las palmas de las manos, las plantas de los pies, la región lumbar y la parte posterior de las piernas. Asegúrese de mostrarle a su médico cualquier marca que le preocupe y pídale que le examine las áreas que se le hace difícil ver.

Las manchas en la piel que muestren cambios de tamaño, forma o color deben evaluarse de inmediato. Cualquier llaga, protuberancia o marca de color café, canela o negro, pudiera ser una señal de melanoma o una advertencia de que éste pudiese ocurrir. El sangrado de cualquier lesión en la piel también es sospechoso y debe ser examinada por un médico.

Debido a que los lunares pueden convertirse en melanoma, o indicar un mayor riesgo de melanoma, es importante conocer la diferencia entre un melanoma y un lunar ordinario. A veces esto puede ser difícil, por lo que usted debe mostrarle a su médico cualquier lunar que le resulte dudoso.

Por lo general, un lunar normal es una mancha uniforme de color café, canela o negro en la piel. Puede ser plano o prominente, redondo u ovalado. Generalmente, los lunares miden menos de 6 milímetros (1/4 de pulgada) de diámetro (aproximadamente el ancho de la goma de un lápiz). El lunar puede ser de nacimiento o bien puede aparecer durante la infancia o la juventud. Pueden aparecer varios lunares al mismo tiempo, especialmente en las áreas de la piel expuestas al sol (Bologna, 2003). Los lunares pueden desvanecerse a la larga durante la vejez.

Una vez que se forma un lunar, por lo general conserva el mismo tamaño, forma y color por muchos años. La mayoría de las personas tiene lunares, y casi todos son inofensivos. Sin embargo, es importante reconocer en un lunar los cambios que pueden indicar que pudiera estarse formando un melanoma.

Si hay una lesión sospechosa o un lunar inusual, usted debe consultar a su médico de cabecera.

2.3 Sistemas existentes.

Radiografía de tórax: se puede tomar una radiografía de tórax para determinar si el melanoma se ha propagado (hecho metástasis) a los pulmones. Esta propagación puede causar uno o más tumores en los pulmones y pudiese causar que se acumule líquido alrededor de los pulmones. Este líquido, llamado derrame pleural, se puede observar en una radiografía de tórax (Tórax, 2000).

Los estudios por imágenes tales como la tomografía computarizada (CT, por sus siglas en inglés) y las imágenes por resonancia magnética, (MRI) y la tomografía por emisión de positrones (PET) se pueden usar para ver si el melanoma se ha propagado a otros órganos o a los ganglios linfáticos que están profundos en el cuerpo.

Tomografía computarizada (CT): es un procedimiento radiológico que produce imágenes transversales detalladas de su cuerpo. En vez de tomar una fotografía, como lo hace la radiografía de tórax convencional, la máquina

(escáner) de tomografía computarizada toma muchas fotografías al tiempo que rota a su alrededor. Luego, una computadora combina estas fotografías en una imagen de una sección de su cuerpo. La máquina crea múltiples imágenes de la parte de su cuerpo bajo estudio.

A menudo, después de tomar el primer grupo de imágenes, usted recibe una inyección intravenosa de un “tinte”, o agente de radio contraste, que ayuda a delinear mejor las estructuras en su cuerpo. Luego, se toma un segundo grupo de imágenes. Algunas personas pueden tener una reacción alérgica y presentan sarpullido o, en raras ocasiones, reacciones más graves como dificultad para respirar y baja presión arterial. Asegúrese de decirle al médico si alguna vez ha tenido una reacción a cualquier material de contraste usado para las radiografías. La tomografía computarizada puede detectar si el melanoma se ha propagado a los pulmones o el hígado y puede ayudar a detectar si hay algún ganglio linfático inflamado que pudiera contener cáncer (Tomografía, 2003).

Imágenes por resonancia magnética (MRI): en esta prueba se usan ondas radiales e imanes potentes en vez de rayos X. Se absorbe la energía de las ondas radiales y luego se libera en un patrón formado por el tipo de tejido y ciertas enfermedades. Una computadora traduce el patrón de ondas radiales emitido por los tejidos en una imagen transversal muy detallada de las partes del cuerpo. Se puede inyectar un material de contraste, de la misma forma que en la tomografía computarizada. Las imágenes por resonancia magnética son útiles para examinar el cerebro y la médula espinal (resonancia, 2001).

Tomografía por emisión de positrones (PET): esta prueba usa glucosa (una forma de azúcar) que contiene un átomo radiactivo. Las células cancerosas en el cuerpo absorben grandes cantidades de azúcar radiactiva porque la velocidad de su metabolismo es alta. Se inyecta la sustancia en una vena, y una cámara especial puede detectar la radiactividad en el cuerpo. La tomografía por emisión de positrones se puede utilizar para añadirle información a los resultados de la tomografía computarizada y las imágenes por resonancia magnética (Tomografía, 2003).

2.4 Procesamiento de Imágenes

Para comenzar este capítulo es necesario identificar que para el procesamiento digital de imágenes se distinguen dos formas o niveles de manera general: (DIP-IAU, 2000)

- Procesamiento de imagen a bajo nivel

- Respecto al contenido de las imágenes, el uso del conocimiento es muy poco o digamos que no se usa correctamente.
- Se reconoce por lo general una secuencia de cuatro para hacer un procesamiento de bajo nivel, esta secuencia esta constituida por: Adquisición de la imagen, pre-procesamiento, segmentación de la imagen, descripción y clasificación de objetos.

- Alto nivel del entendimiento de la imagen

- Este nivel se distingue por la capacidad de realizar una toma de decisiones con respecto al contenido de la imagen.

El objetivo del por que estamos describiendo estos niveles de procesamiento de imágenes, es por que en este proyecto se espera emplear cada uno de estos niveles para alcanzar el entendimiento y una toma de decisiones que se basara en las características obtenidas a partir de las imágenes que se analizaran.

Como ya sabemos el procesamiento de imágenes esta compuesto por dos niveles generales, pero en realidad el procesamiento de imágenes es un conjunto de operaciones llevadas a cabo sobre las imágenes con el fin de hacer mediciones cuantitativas para poder describir dichas imágenes, esto quiere decir que, extraemos ciertas características las cuales nos permitan mejora, detallar o perfeccionar la imagen. (Person, 1991)

Especificando aun más, una característica de la imagen es un atributo que será usado para hacer una toma de decisiones respecto a algún objeto en la imagen. Los atributos pueden ser naturales los cuales se definen mediante la apariencia visual de la imagen; y los artificiales que son el resultado de operaciones aplicadas a la imagen. (Russ, 1992)

Para poder realizar mediciones sobre las imágenes, por lo general se requiere que las características estén bien definidas, los bordes bien delimitados y que tanto el brillo como el color sean uniformes. Un factor importante para poder

determinar los pasos apropiados para el procesamiento de una imagen, es el tipo de mediciones que se van a realizar sobre cada característica específica. Los procedimientos que son aplicados para el procesamiento de imágenes están orientados a las aplicaciones, ya que lo que puede ser adecuado para una aplicación puede no serlo para otra. (Jähne, 1996)

Ahora hablando un poco mas a fondo sobre la imagen $F(x, y)$ esta dada por sus coordenadas espaciales y su brillo, las cuales son representadas de manera matemática en una matriz, donde los índices de las filas y las columnas indican un punto específico de la imagen

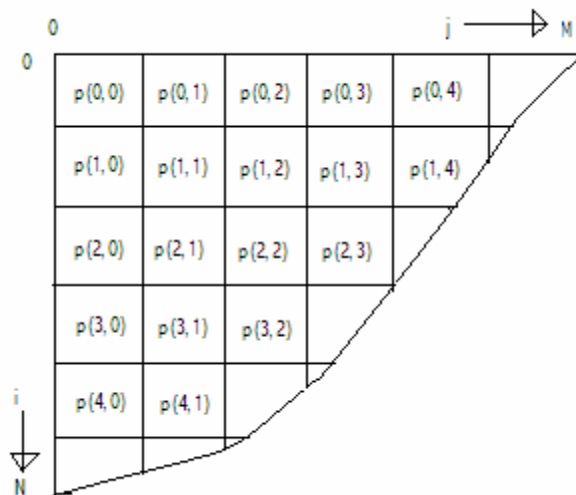


Imagen 2.3 Índices en una matriz de píxeles (Starostenko, 2002).

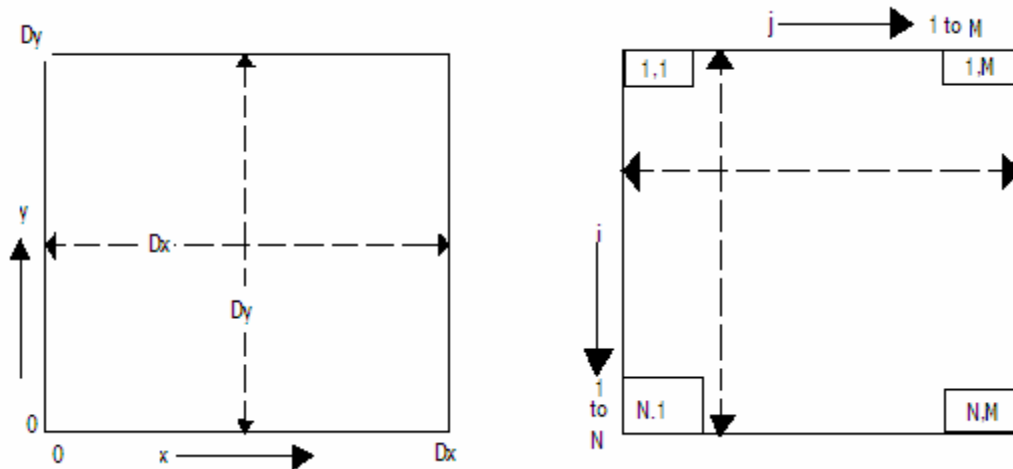


Imagen 2.4 Relación entre elementos de una imagen. Adaptación de (Starostenko, 2002).

Las herramientas para la obtención de imágenes transforman la imagen visual de un objeto físico y sus características intrínsecas en un objeto de datos digitalizados, los cuales se usan para procesar dicha imagen.

Dentro del proceso de digitalización de imágenes, existen diversas aplicaciones y problemas:

- Representación
- Transformación
- Modelado
- Restauración
- Reconstrucción
- Análisis
- Comprensión de datos

Después de un vista general de lo que es procesamiento de imágenes, podemos comentar que el propósito de esta investigación, es encontrar las principales áreas que son restauración y análisis donde se presentan las herramientas primordiales de uso básico: aplicación de filtros para la eliminación de ruido (restauración), detección de esquinas, bordes, líneas y puntos (análisis), para la detección de características.

2.5 Filtros para la eliminación de ruido en la imagen.

Para comenzar este punto, necesitamos definir que es *ruido*, es cualquier entidad de las imágenes, datos o resultados intermedios que nos son interesantes para la computación que se pretende llevar acabo. (Trucco, 1998)

Al día de hoy existen diferentes tipos de algoritmos para la restauración y mejoramiento de las imágenes. Ahora para los fines de este documento únicamente de hará mención de los filtros que sean mas relevantes con respecto a la factibilidad de aplicar dichos filtros en el procesamiento de imágenes dermatológicas.

Las diferentes técnicas de filtraje son transformaciones de la imagen píxel a píxel, el cual no depende solamente de los niveles de grises de un determinado píxel, sino también el valor de los niveles de gris de los píxeles que se encuentran junto al píxel a tratar o que son vecinos en la imagen original. Para realizar el proceso de

filtraje se utilizan matrices denominadas mascararas, las cuales se aplican sobre la imagen. La imagen resultante de la aplicación de un filtro se denomina como nueva imagen. Los filtros también sirven para suavizar o realzar detalles de la imagen e inclusive minimizar efectos de ruido. (Martinez, 2002)



Imagen 2.5 Ejemplo de la imagen con ruido de un melanoma cutáneo.

2.5.1 Filtro mediana (rango de vecindades)

El objetivo de este filtro es reducir el empañamiento de los bordes. Lo que hace este filtro es reemplazar o sustituir el píxel que actualmente se está analizando en la imagen por la mediana del brillo con respecto a los píxeles vecinos más cercanos. La ventaja de este filtro es el no ser afectado por píxeles individuales ruidosos. La eliminación del ruido con este filtro es muy buena y la ventaja que se hace notar es que no empaña en exceso los bordes. (DIP-IAU,2000)

Una de las desventajas del filtro mediana es que su desempeño decrece cuando el número de píxeles con ruido es mayor al número total de píxeles en la vecindad y tiene el inconveniente con respecto a filtros lineales de ser más lento. (Martínez, 2002)

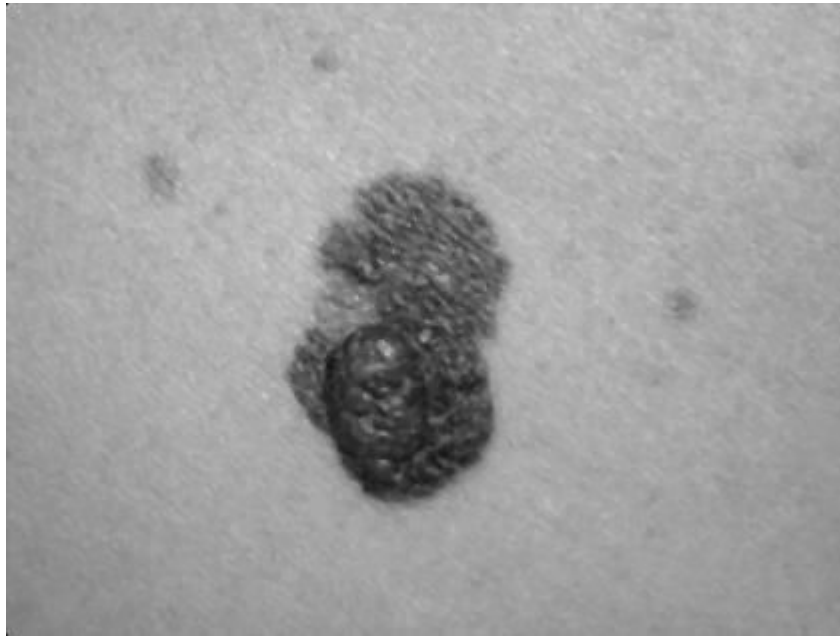


Imagen 2.6 imagen tratada con el filtro de mediana.

2.5.2 Filtro de suavizado direccional (preservación de bordes)

Al eliminar el ruido mediante el suavizado provoca que la información se distorsione con respecto a los bordes. Para reducir esta distorsión de bordes cuando se realiza el suavizado se puede usar un filtro de promedio direccional el cual se calcula en varias direcciones según la siguiente ecuación:

$$I'(x, y) = 1 / N_{\theta(k,1) \in E\theta} \sum \sum I(x - k, y - 1)$$

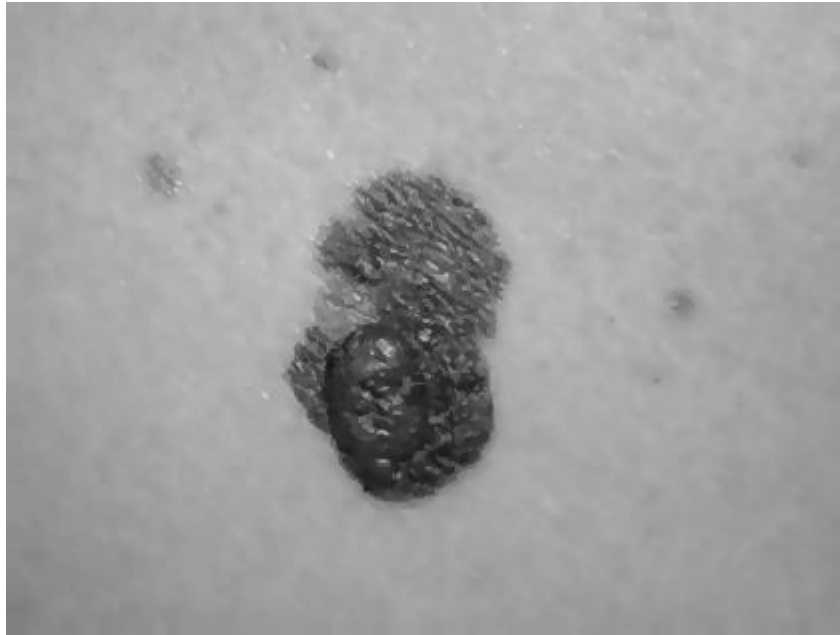


Imagen 2.7 Filtrado de suavizado direccional sobre una imagen.

2.5.3 Filtro Gaussiano

En este filtro se implementan mascarar que intentan imitar la forma de una gaussiana, la cual se define matemáticamente $G(x,y) = e^{-(x+y)^2/2\sigma^2}$, donde x , y son las coordenadas de la imagen y σ es una desviación estándar de la probabilidad de distribución asociada (DIA-IAU, 2000)

Sigma, que es la desviación estándar, es el único parámetro del filtro gaussiano y es proporcional al tamaño del área de los vecinos mas cercanos en los que opera o toma acción este filtro. Los píxeles mas alejados de centro del operador tienen una menor influencia y los píxeles que se encuentran mas allá de

tres píxeles de sigma partiendo del centro, estos tienen una influencia insignificante o casi nula. (DIP-IAU, 2000)

Un inconveniente con este filtro es, que además de remover el ruido, empaña la imagen ocasionando pérdidas de los detalles más finos de la imagen (Martínez, 2002)

Este filtro gaussiano comúnmente se utiliza en aplicaciones donde se detectan bordes y análisis de escalas espaciales.

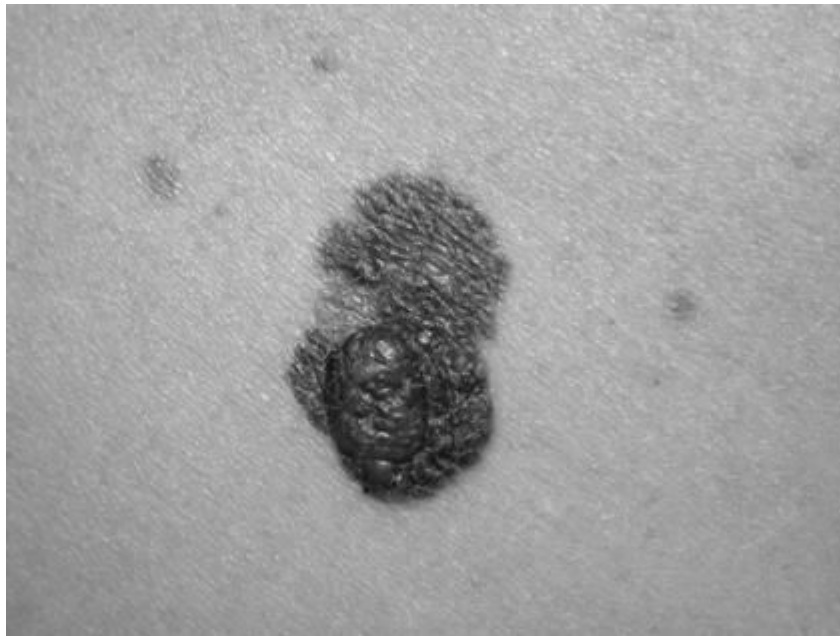


Imagen 2.8 Imagen que se aplicó el filtro Gaussiano.

2.5.4 Filtro paso bajo

Este filtro es un tipo de suavizado empleado para ruido de alta frecuencia espacial en una imagen digital. Generalmente este ruido es introducido en la imagen durante el proceso de conversión de análogos a digital como un efecto secundario de la conversión física de patrones de energía luminosa a patrones eléctricos (watson, 1994)

Para que se lleve acabo la reducción de ruido mediante este filtrado, se cancelan las variaciones más rápidas entre píxel y píxel. De manera aleatoria el ruido va apareciendo a manera de puntos en la imagen, usualmente con valores diferentes a los vecinos más cercanos.

El efecto visual que se realiza con este filtrado es un suavizado de la imagen y una reducción del número de niveles de gris de la escena. Las transiciones abruptas en la imagen corresponden a las altas frecuencias, las cuales son atenuadas. En cuanto al suavizado, este tiende a minimizar ruidos y origina una imagen menos nítida pero con niveles de grises más difuminados (Martínez, 2002).

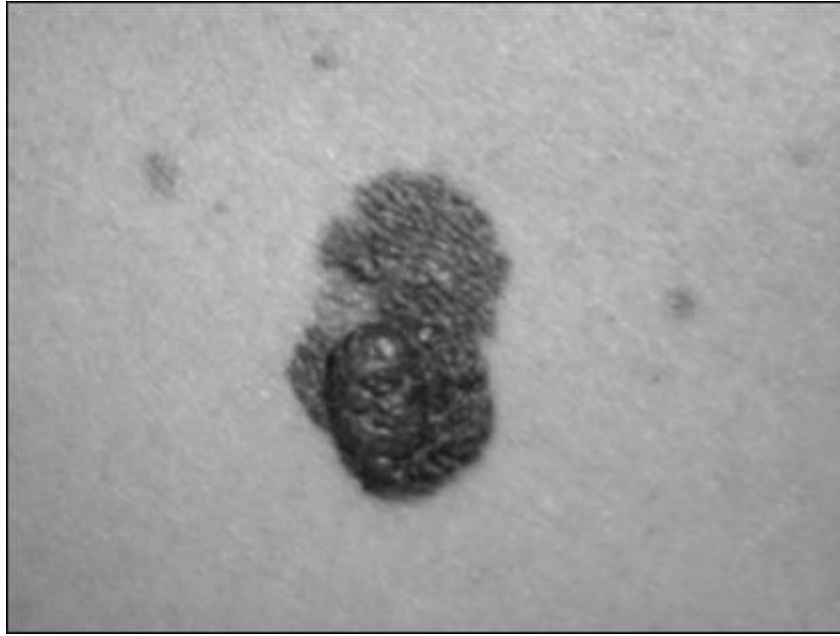


Imagen 2.9 Imagen con filtrado de paso Bajo.

2.5.5 Filtro paso alto

El filtro paso alto opera de la misma manera que el filtro paso bajo, esto es, mediante el análisis de cada píxel y cambiando dicho píxel a los valores de los píxeles vecinos. La diferencia es que el efecto de este filtrado es el opuesto al filtrado paso bajo, ya que, en vez de obtener un suavizado de la imagen, obtendremos un realce de los detalles de la imagen. Desafortunadamente, con esta acción se enfatizan en la mayoría de las ocasiones el ruido existente en la imagen. Por ello, para usar este filtro la imagen de preferencia deberá tener muy poco ruido.

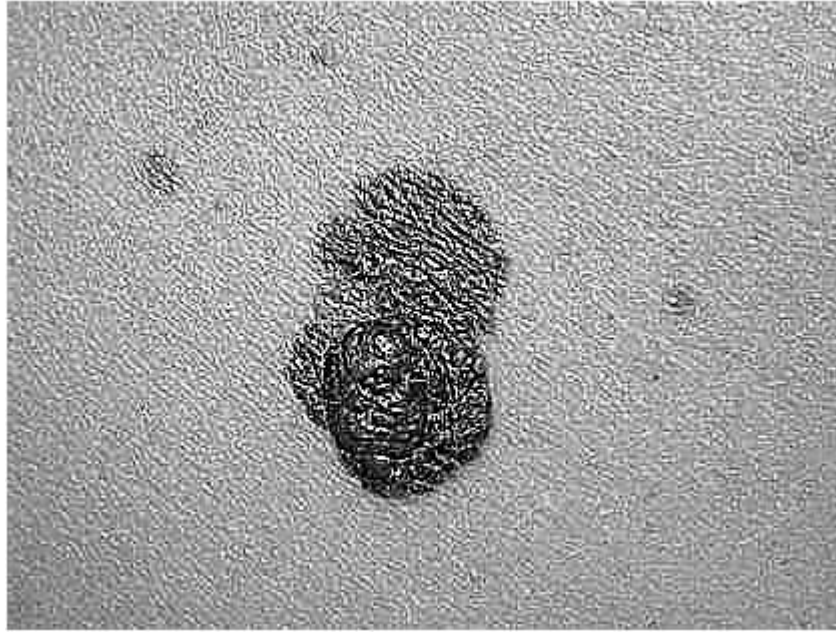


Imagen 2.10 Imagen con filtrado de paso alto

2.5.6 Realce de contraste

Esta técnica de realce de contraste busca mejorar la calidad de las imágenes bajo ciertos criterios subjetivos del ojo humano. Generalmente esta técnica es utilizada como una etapa de pre-procesamiento para sistemas de reconocimiento de patrones (Martínez, 2002)

La manipulación del contraste consiste en una transferencia radio métrica en cada píxel, con el objetivo de aumentar la discriminación visual entre los objetos; para entender mejor esta explicación definimos el contraste entre dos objetos como la razón entre sus niveles de grises medios. La transformación radio

métrica se realiza con la ayuda de histogramas manipulados para obtener el realce deseado; esta operación es realizada punto a punto. (Martínez, 2002)

Los histogramas es una de las formas mas comunes de representar la distribución de los niveles de gris de la una imagen, y es una de las mas utilizadas en el procesamiento de imágenes. Este provee la información de la cantidad de píxeles que posee un determinado nivel de gris en la imagen dentro de un intervalo definido entre 0 (negro) y 255 (blanco) para una imagen de 8 bits, ofreciendo datos relevantes como la intensidad media y la dispersión de los valores de niveles de gris, siendo la dispersión de gris la medida de contraste de la imagen. Cuanto mayor es la dispersión a lo largo del eje que representa los niveles de gris, mayor es el contraste de la imagen. (Martínez, 2002)

2.6 Operadores para la detección de bordes

Los operadores de detección de bordes se encargan de detectar o encontrar las esquinas y líneas, mediante el cálculo de la primera y segunda derivada las cuales permiten determinar los puntos importantes para poder realizar las mediciones necesarias.

Dentro del análisis de los objetos dentro de la imagen, resulta importante poder distinguir entre el objeto de interés y el resto de la imagen. Las técnicas de segmentación son las que se utilizan para determinar el objeto de interés dentro de la

imagen; una de las más comunes es la segmentación mediante la detección de bordes.

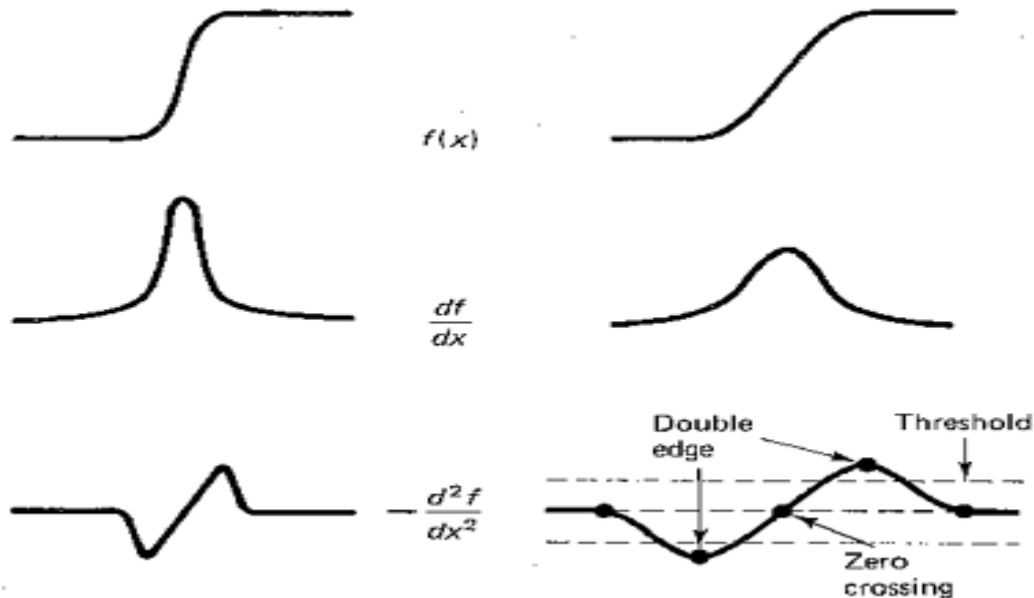


Imagen 2.11 Aplicación de primera y segunda derivada a una función (Starostenko, 2002).

Para la detección de bordes, existe una gran variedad de métodos, los cuales se basan en información recopilada con respecto a los límites de una imagen. Para los fines de los métodos de detección de bordes se utilizan diferentes operadores que marcan puntos de acuerdo a discontinuidades en los niveles de gris, los colores o las texturas.

El término detección de bordes nos sugiere que al aplicar un algoritmo con este propósito, nos da como resultado un contorno. Sin embargo, el objetivo del algoritmo de detección de bordes es la obtención de imágenes cuya salida muestre

píxeles de mayor intensidad en los valores que encuentren transiciones cercanas. Con respecto a los bordes, estos son encontrados en zonas donde el nivel de intensidad fluctúa bruscamente dentro de la imagen. El borde es más fuerte, en cuanto más rápido se produzca el cambio de intensidad. Para poder detectar los bordes de los objetos, se deben detectar los puntos de borde que los conforma. De esta manera, el punto de borde puede ser visto como un punto en una imagen donde se produce una discontinuidad en el gradiente. Para que se facilite la elaboración de fronteras del objeto, es necesario un buen proceso de detección de bordes, para que el proceso de reconocimiento de objetos se simplifique.

El método mas aceptado en la detección de bordes, según lo consultado, consiste en aplicar consistentemente los filtros de suavizado seguidos por los filtros de derivadas. Los filtros de derivada nos sirven para detectar los cambios o transiciones en los niveles de gris en una imagen.

Con el fin de encontrar o localizar los puntos en los que se produce la variación de intensidad, se emplean los métodos que se basan en los operadores de derivada. Básicamente tenemos dos opciones: una es aplicar la primera derivada o de gradiente; o dos aplicar la segunda derivada o laplaciana. En el primer caso se buscaran grandes picos y en el segundo se vera el cambio en la respuesta de positiva a negativa o viceversa (De la Escalera, 2001).

Los algoritmos más comunes para la detección de bordes son:

- Técnicas Basadas en el gradiente:
 - Operador de Roberts
 - Operador de Sobel.
 - Operador de Prewitt
 - Operador Isotropito o de Frei-Chen.

- Operadores basados en el cruce por cero:
 - Operador de Marr-Hildreth
 - Detector de Canny

Los operadores que se basan en el gradiente asumen que los bordes de una imagen son píxeles de alto gradiente; Esto es, que al ocurrir un rápido índice de cambio de intensidad en cualquiera de las direcciones que son dadas por el ángulo del vector gradiente se puede observarse en los píxeles de los bordes. Ahora, un ejemplo en el que se muestra un píxel de borde ideal con su correspondiente vector de gradiente, se muestra en la figura 2.10. En el píxel, la intensidad va cambiando de 0 a 255 en dirección del gradiente. El indicador de que tan marcado está el borde, es la magnitud del gradiente; si calculamos el gradiente en regiones uniformes se obtendrá el valor de 0 en el vector, lo que significa que no hay píxeles de borde (IPA, 2003).

Hay dos características importantes que describen a un píxel de borde, estas son:

- 1.- Dirección del borde, es igual al ángulo del gradiente.
- 2.- Intensidad del borde, es igual a la magnitud del gradiente.

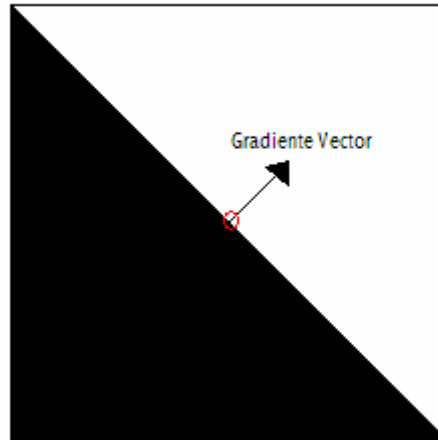


Imagen 2.12 Gradiente de un píxel de borde (IPA, 2003).

Para estimar el gradiente, es por medio del uso de operadores, los cuales se describirán adelante.

2.6.1 Operador de Sobel

El operador de Sobel es la medida o magnitud del gradiente, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M\sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

Donde el cálculo de las derivadas parciales son hechas por:

$$s_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$$

$$s_y = (a_6 + ca_5 + a_4) - (a_0 + ca_1 + a_2)$$

Con la constante $C = 2$ (IPA, 2003).

a_0	a_1	a_2
a_7	a_8	a_3
a_6	a_5	a_4

Imagen 2.13 Etiquetado de píxeles para los operadores de Sobel y de Prewitt

Donde S_x y S_y pueden ser implementadas utilizando mascarar de convolucion, como se ejemplifica en la figura 2.12, con una distribución expuesta en la figura 2.11. Con un especial énfasis, dado por el operador, en píxeles cercanos al centro de la mascara. Este es uno de los operadores que es utilizado comúnmente en la detección de bordes.

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

S_x

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

S_y

Imagen 2.14 Mascara del operador de Sobel

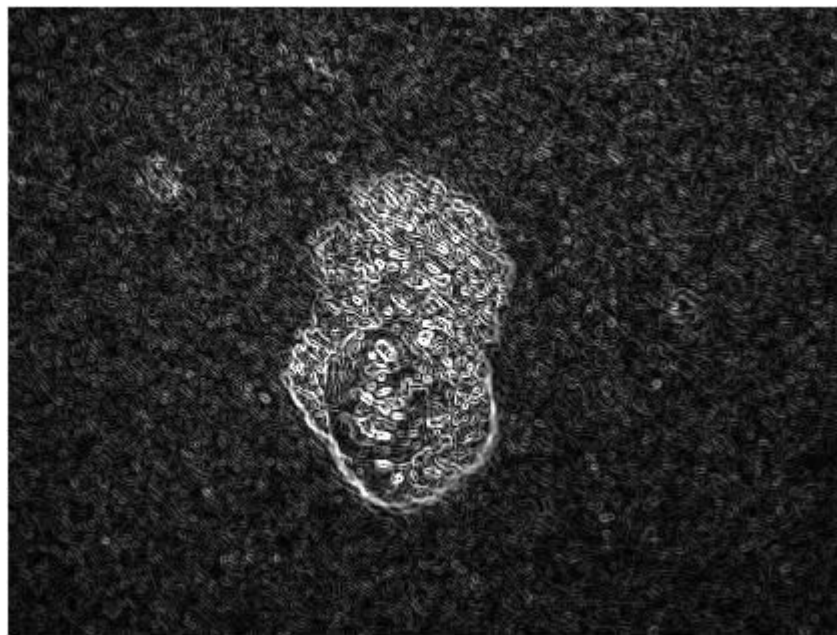


Imagen 2.15 imagen tratada con el operador de Sobel.

2.6.2 Operador de Roberts

Este operador es el de gradiente más simple. Utiliza las direcciones diagonalmente para calcular el vector de gradiente usando las mascarar que se muestran a continuación.

0	1
-1	0

Gy

1	0
0	-1

Gx

Imagen 2.16 Mascara del Operador de Roberts.

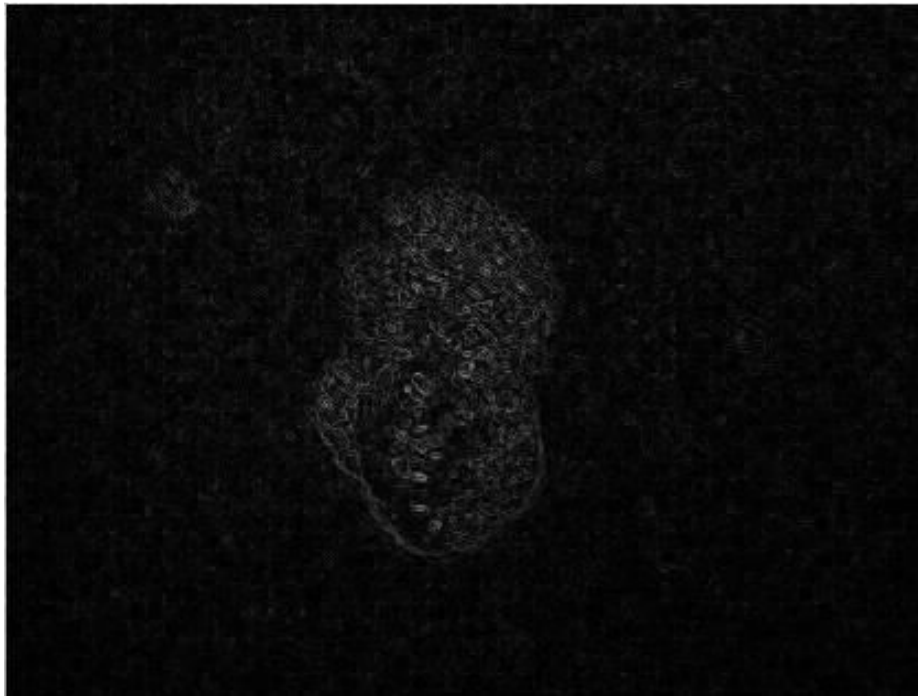


Imagen 2.17 Imagen tratada con operador de Roberts.

2.6.3 Operador de Prewitt

Este operador es igual que el operador de Sobel; En el operador de prewitt se expande la definición del gradiente en una mascara de 3x3 para que sea mas inmune al ruido, utilizando la ecuación que utiliza Sobel, pero cambiando la constante $C = 1$ como se muestra en la siguiente imagen.

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

S_x

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

S_y

Imagen 2.18 Mascara del operador de Prewitt.

Este operador a diferencia del de Sobel, no otorga una importancia especial a píxeles cercanos al centro de la mascara.

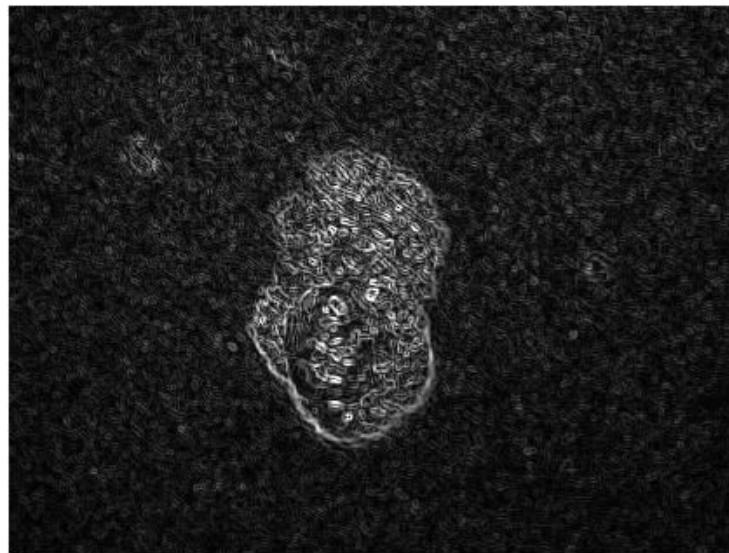


Imagen 2.17 imagen tratada con el operador de Prewitt.

2.6.4 Operador Isotrópico

En este operador se intenta llegar a un equilibrio entre los operadores de Prewitt y el de Sobel; los cuales proporcionan por un lado una buena detección de bordes verticales y horizontales, y por otro una mejor detección de bordes

diagonales. En la siguiente figura se muestra la aplicación de las mascararas para lograr esta unidad.

-1	0	1
$-\sqrt{2}$	0	$\sqrt{2}$
-1	0	1

S_x

-1	$-\sqrt{2}$	-1
0	0	0
1	$\sqrt{2}$	1

S_y

Imagen 2.18 Mascara del operador Isotrópico.

2.7 Conclusiones del capitulo

En este capitulo se le da al lector un panorama general de lo que es la dermatología, al igual que se exponen conceptos fundamentales que fueron examinados para el desarrollo de este proyecto. De esta manera se presentó la revisión de diversos sistemas enfocados al análisis del melanoma cutáneo con el fin de identificar los diferentes métodos que se han utilizado para la creación de sistemas con los cuales se pueden asistir al medico residente a proporcionar un diagnóstico de la enfermedad. También se expusieron las enfermedades que se van a tratar en esta tesis, de las cuales se dieron características y algunas causas que las pueden producir.

También dentro de este capítulo pudimos encontrar y realizar una importante investigación de los principales operadores (Disminución de ruido, Detección de bordes y Filtros de realce) los cuales son empleados en muchos de los sistemas que ocupan el procesamiento de imágenes. Gracias a este estudio, obtuvimos la oportunidad de realizar una primera discriminación con respecto a cual de ellos será el mejor para ser usado y en que orden se colocaran, a fin de obtener una imagen con el menor ruido posible para ser analizada.