

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA UNIDAD CULHUACÁN**

**SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACION**

**CARACTERIZACIÓN Y EXTRACCIÓN DE
CARACTERES DEL IRIS PARA APLICACIONES
DE RECONOCIMIENTO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS DE INGENIERIA EN
MICROELECTRONICA**

PRESENTA:

ING. DHAYAN MIZAEEL GARCÍA GUILLÉN

ASESORES:

**DR. MARIO GONZÁLEZ LEE
DR. MIGUEL ÁNGEL OLIVARES ROBLES**



MEXICO, D. F.

DICIEMBRE 2011



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 18:30 horas del día 28 del mes de noviembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIME CULHUACAN para examinar la tesis titulada:

Caracterización y Extracción de Caracteres del Iris para Aplicaciones de Reconocimiento

Presentada por el alumno:

García	Guillén	Dhayan Mizael
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)

Con registro:

B	0	9	1	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

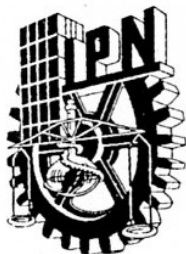
Maestría en Ciencias de Ingeniería en Microelectrónica

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Mario González Lee Dr. Miguel Ángel Olivares Robles
Dr. Héctor Manuel Pérez Meana Dr. Gabriel Sánchez Pérez
Dra. Linda Karina Toscano Medina
PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES
Dr. Gonzalo Isaac Duchén Sánchez



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México D.F. el día 13 del mes Diciembre del año 2011, el (la) que suscribe Dhayan Mizael García Guillén alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias de Ingeniería en Microelectrónica con número de registro B091789, adscrito a La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Mario González Lee Dr. Miguel Ángel Olivares Robles y cede los derechos del trabajo intitulado, Caracterización y Extracción de Caracteres del Iris para Aplicaciones de Reconocimiento al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección mglezlee@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Dhayan Mizael García Guillén

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas a las que quiero dedicar este trabajo de Tesis, a las que agradezco su amistad, apoyo, compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí, otras en mis recuerdos y en mi corazón. Sin importar donde estén gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado y principalmente a Dios por todas sus bendiciones.

Quiero agradecer a mi esposa Jazmín Rodríguez Sánchez, por todo el apoyo incondicional que me ha brindado, porque siempre has estado en las buenas y en las malas, con mucho cariño y amor te dedico mi trabajo Tesis.

A mis padres Rosa Guillén, Rodolfo García y a mi hermano Edgar Michelle, les estoy infinitamente agradecido, por todo el apoyo y cariño que me han dado, durante toda mi vida.

Agradezco a CONACYT por brindarme los medios necesarios para terminar mi maestría y su participación en mi crecimiento académico.

Agradezco al Instituto Politécnico Nacional por abrirme las puertas a un mundo tan innovador como lo es el campo de la Microelectrónica.

A mis profesores por su dedicación y amor a la ciencia que me transmitieron durante este periodo. A mis asesores por su apoyo e interés que pusieron en este trabajo y sus constantes consejos, también por haber compartido su conocimiento conmigo haciendo posible el termino de esta tesis.

Dhayan Mizaël García Guillén

Diciembre 2011

ÍNDICE

Índice De Figuras	9
Resumen	10
Abstract	12
CAPÍTULO I	
Introducción	
1.1 Descripción del problema	13
1.2 Objetivos generales	13
1.3 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación	14
CAPÍTULO 2	
Estado del arte	
2.1 Historia del reconocimiento de iris	15
2.2 Métodos propuesto en imágenes fijas	16
2.3 Biometría	16
2.4 Sistema típico de reconocimiento de iris	18
2.5 Estructura del iris	20
2.6 Sistema propuesto de procesamiento de iris	22
2.7 Pre-procesamiento	22
2.8 Filtro multidimensional	23
2.9 Detección de bordes mediante el algoritmo de Canny	25
2.10 Operador morfológico de Dilatación	27
2.11 Filtro Morfológico para eliminar grupos de pixeles en imágenes binarias	30
2.12 Transformada circular de Hough	32
2.13 El Filtro de Gabor como clasificador de texturas	33
2.14 Clasificadores	35
2.15.1 Maquinas de Soporte Vectorial (SVM)	35
2.15.2 Red-neuronal de retropropagación	36

CAPÍTULO 3

Resultados

3.1 Obtención de la imagen del iris	39
3.2 Pre-Procesamiento de imagen	40
3.2.1 Segmentación	40
3.2.2 Aplicación del Filtro Multidimensional	40
3.2.3 Aplicación del Filtro de Canny	42
3.2.4 Aplicación del Operador morfológico de Dilatación	43
3.2.5 Filtro Morfológico para eliminar información no deseada	44
3.2.6 Localización del iris utilizando la transformada circular de Hough	45
3.3 El filtro de Gabor como clasificador de texturas	48
3.4 Clasificadores	49

CAPITULO 4

4.1 Conclusiones	53
Referencias	54
<i>MA-24 Análisis y extracción de texturas para el reconocimiento de patrones</i>	56
Anexo1 Reconocimiento	57
Anexo 2 Artículo publicado	58
Anexo 3 Ponencia en el congreso Iberoamericano SIMCI 2011	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Sistema típico de reconocimiento de iris. [2] 20

Fig. 2 Anatomía del iris humano. La estructura del iris visto en una sección transversal. [3] 22

Fig. 3 Anatomía del iris humano..... 22

Fig. 4 Sistema propuesto de extracción de características de iris..... 23

Fig. 5 Imagen de la base de datos CASIA recortada 321 x 281..... 25

Fig. 6 Imagen procesada con el filtro multidimensional..... 25

Fig. 7 Muestra ejemplos de Imágenes procesadas con el filtro de Canny..... 28

Fig. 8 Ejemplo de una estructura de referencia para operaciones morfológicas binarias 29

*Fig. 9 Descripción de una imagen binaria **I** y una estructura de referencia **H** como conjunto de pares coordenados **PI** y **PH**..... 29*

*Fig. 10 Ejemplo de dilatación. A la imagen binaria **I** se le aplica la operación de dilatación, utilizando como estructura de referencia **H**. El elemento estructural **H** es añadido en cada pixel 1 de la imagen **I** 30*

Fig. 11 En las imagen (a) se muestra sin la aplicación del operador morfológico de dilatación. La imagen (b) muestra la imagen procesada con el operador morfológico de dilatación. 31

Fig. 12 (a) Arreglo de pixeles:(b) Pixel central de conectividad 8:(c) conectividad mezclada del mismo pixel..... 32

Fig.13 Muestras del procesamiento con el filtro Morfológico para eliminar grupos de pixeles en imágenes binaras, el ejemplo (a) Muestran la imagen con ruido, la imagen (b) se observa cómo se elimina el ruido significativo. 33

Fig. 14 Ejemplo de localización del iris con la aplicación de detección de círculos con la trasformada de Hough..... 34

Fig. 15 Estructura de la Red Neuronal de Retro-propagación..... 38

Fig. 16 Ejemplos de la base de datos CASIA..... 40

Fig. 17 Imagen de la base de datos CASIA recortada 321 x 281 41

Fig. 18 La Imagen (a) muestra el resultado de la fig.16 con el filtro multidimensional, las imágenes (b), (c) y (d) son algunos ejemplos de la aplicación del filtro multidimensional..... 42

Fig. 19 En estas imágenes se muestra la aplicación del filtro de Canny con los valores preestablecidos por Matlab. 43

Fig. 20 Imágenes procesadas con el filtro de Canny, el valor de umbral es de $Th = 0.2$ y el valor de sigma es de $\sigma = 5,5$ 43

Fig. 21 Ejemplo de imágenes procesadas con el operador morfológico de dilatación..... 45

Fig. 22 Ejemplo de la implementación del filtro morfológico para eliminación de pixeles aplicado en la Fig. 19..... 46

Fig. 23 Implementación del pre-procesamiento para la detección de iris..... 47

Fig. 24 En las imágenes se muestra la detección de iris y pupila con el sistema propuesto..... 48

Fig. 25 Imágenes con error en la detección de Iris..... 48

Fig. 26 Ejemplo de la segmentación del iris. 49

Resumen

En la actualidad los sistemas de reconocimiento de personas se han convertido en métodos comunes de identificación. Día a día vemos como su uso se ha extendido a las actividades comerciales, privadas, gubernamentales, etc. Por lo tanto el objetivo principal es realizar el estudio de procesamiento digital de imágenes de iris como método de reconocimiento de personas.

El iris posee una estructura interesante desde el punto de vista de su constitución morfológica, las texturas con las que cuenta, poseen información que nos permite identificar a una persona; por lo tanto es conveniente el desarrollo de un método efectivo para la extracción de características de iris que nos ayude en la identificación de personas utilizando sus rasgos biométricos.

En este trabajo de tesis se abordaran varios métodos de procesamiento de imagen para la detección de iris y su segmentación. Para la localización del iris, primero se realiza un filtrado de la imagen el cual tienen por objeto realzar y mejorar la calidad de las texturas del iris, seguido de este paso se realiza la detección de bordes de iris con el Filtro de Canny, después se aplica un operador de dilatación para engrosar los bordes de la imagen obtenida, para reducir la información no deseada se implemento un operador morfológico para eliminar el ruido significativo, seguido de la Transformada de Hough, que es un método que permite localizar formas paramétricas a partir de una distribución de puntos presentes en una imagen binaria (líneas, círculos, elipses). Finalmente la combinación de todos estos métodos permitió realizar la detección y segmentación rápida y precisa de imágenes de iris.

Una vez que se obtiene la imagen segmentada la codificación se realiza con el Filtro de Gabor para caracterizar las texturas tomando como hipótesis principal de este trabajo que el iris puede clasificarse como una textura y generar un vector propio utilizándolo como entrada a una Máquina de Soporte Vectorial (MSV) o

una Red Neuronal de Retro-propagación (RNA). Los resultados muestran que la metodología empleada funciona adecuadamente y se obtuvo un porcentaje del 88% de reconocimiento para las muestras utilizadas de la base de datos de CASIA-IrisV3-Lamp.

Abstract

Nowadays recognition systems of people have become common methods of identification. Every day we see how its use has spread to the commercial, private, government, etc. Therefore the main objective is the study of digital image processing method of iris recognition as individuals.

The Iris has an interesting structure from the point of view of their morphological constitution, textures with that account, have information that allows us to identify a person; therefore it is desirable to develop an effective method to identify individuals using biometric traits.

This work aboard many methods of image processing based on the iris detection and segmentation. For the iris localization first we filter the image in order to enhance and get better quality in the iris textures. The next step is the border detection that is realized with the canny filter, then we applied a dilatation operator, this operator is used to locate parametric forms based on a point distribution present in a binary image (lines, curves, ellipses). Finally the combination of these methods allows us to realize quickly and precisely the iris detection and segmentation.

When we get the segmentation image, we apply the Gabor filter in order to featuring textures taking as the principal hypothesis that the iris could be classified as a texture and using it to generate an eigenvector as input to an Support Vector Machine (MSV) or RNA-Retro-propagation. The results show that the methodology is working properly and yielded an 88% rate of recognition for the samples used in the CASIA-IrisV3-Lamp database.

CAPÍTULO I

Introducción

1.1 Descripción del problema

En la actualidad existen numerosas técnicas biométricas basadas en voz, mano, cara, huella, iris, retina, firma, forma de caminar, el reconocimiento por iris es la más adecuada en entornos de alta seguridad debido a su unicidad [9], existen diferentes métodos de extracción de características de iris para el reconocimiento de personas donde cada uno muestra ventajas y desventajas para el análisis de las imágenes, el procesamiento de imágenes de iris es el principal aspecto para la elaboración de una herramienta de software que contenga un método que facilite la detección y extracción de sus características y principalmente sirva para mejorar la identificación de personas.

1.2 Objetivos generales

Implementación de un sistema para la optimización de la extracción de características del iris, empleando herramientas de procesamiento de imagen, que mejoren la localización y caracterización de sus texturas.

1.3 Objetivos específicos

- Estudiar las técnicas de procesamiento digital de imágenes que permitan extraer características de iris.
- Implementar un sistema de procesamiento de imágenes de iris empleando herramientas de procesamiento como: filtro multidimensional, filtro de Canny, Operador morfológico para eliminar la información no deseada, operador Morfológico para dilatar bordes.
- Implementar la transformada circular de Hough para la localización de iris.
- Utilizar el Filtro de Gabor como detector de texturas.

- Pruebas de la Implementación en un sistema de reconocimiento de personas utilizando MSV y RNA-retro propagación.

1.4 Justificación

La idea de identificar a las personas de manera automática utilizando el iris como verificador biométrico, surge de la implementación de distintos métodos para identificar y reconocer personas debido a su alta precisión, es por esto que diseñar algoritmos para clasificar y extraer características del iris nos permitirá mejorar la extracción y caracterización de texturas. Para detectar el iris en el proceso utilizamos la transformada de Hough, que es un método para detectar líneas, curvas, formas arbitrarias en imágenes a escala de grises. La extracción de características de texturas en una imagen es importante porque nos permite obtener información que a simple vista no podemos notar, empleando filtros de Gabor la cual nos permite caracterizar a una textura.

CAPÍTULO 2

Estado del arte

2.1 Historia del reconocimiento de iris

Los seres humanos poseen rasgos físicos que los identifican y los hacen únicos, a lo largo de la historia el hombre ha empleado muchas características biológicas, anatómicas, fisiológicas, de comportamiento y números de identificación personal con el fin de poder identificar a las personas.

Debido a esta necesidad el hombre ha desarrollado técnicas para mejorar la identificación, hasta llegar a utilizar las características propias del ser humano para lograrlo de una manera más eficiente, segura y accesible. [7]

Los métodos biométricos realizan el reconocimiento de un individuo sobre algún rasgo biológico que lo caracteriza, alguno de los rasgos o identificadores biométricos utilizados son las huellas digitales, cara, la geometría de la mano, iris, entre otros.

La primera utilización del iris se presentó en París, donde los criminales eran clasificados de acuerdo al color de sus ojos siguiendo la propuesta del oftalmólogo francés Alphonse Bertillon [10]. La idea de utilizar el patrón del iris para identificar a las personas fue propuesto inicialmente en 1987, cuando Leonard Flom y Aran Safir, oftalmólogos indicaron que dos iris no son iguales. Su interés en desarrollar el sistema, les empujó a contactar a John G. Daugman, profesor por entonces de la Universidad de Harvard, para que éste desarrollase los algoritmos necesarios para realizar el reconocimiento biométrico a través del patrón del iris. Estos algoritmos, patentados por Daugman en 1994, [8], son una importante contribución a los sistemas de reconocimiento de iris existentes.

2.2 Métodos propuesto en imágenes fijas

Dentro de los sistemas de adquisición de imágenes fijas que se han presentado, los más significativos son: Los métodos de Daugman y Wildes estos dos son los pioneros del reconocimiento del iris siendo los más referenciados en investigaciones, han sido fuente de inspiración para mejorar los sistemas de adquisición de imágenes de iris.

Tabla 1 Métodos de adquisición de imagen

	Daugman	Wildes
Cámara	Monocromática	Monocromática
Lentes	330 mm	80 mm
Cooperación del usuario	Si	Si
Diámetro del iris (píxeles)	100-200	256
Tamaño de la imagen	640-480	
Iluminación	NIR	NIR

En la Tabla 1 se muestran las características de adquisición de las imágenes con que se procesan en los sistemas Daugman y Wildes.

2.3 Biometría

La biométrica es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento de personas basado en uno o más rasgos conductuales o físicos intrínsecos. El término se deriva de las palabras griegas "bio" de vida y "metría" de medida. Es decir la biometría es la disciplina que permite identificar y/o obtener rasgos de la persona basándose en sus características físicas y/o en sus pautas de comportamiento. De esta forma estas tecnologías permiten establecer una relación entre una persona y un determinado patrón asociado a ella de forma segura e intransferible.

Los seres humanos poseen una alta capacidad para reconocer personas aún en escenarios donde existan dificultad para identificarlos. Por lo tanto diseñar sistemas automáticos que emulen esta propiedad natural de los humanos, constituye una tarea compleja y con muchas limitaciones. Probablemente una de las primeras interrogantes sea ¿el rostro, huellas digitales, iris de los ojos, etc. son diferenciables como medidas biométricas? Afortunadamente en los últimos años se han realizado una gran cantidad de investigaciones en especial en el área de la biometría. [1]

Los sistemas biométricos se basan en el reconocimiento de patrones. Un patrón biométrico está compuesto por un conjunto de características fisiológicas y psicológicas que definen un vector asociado unívocamente a una persona. Utilizando esta información, es posible verificar e identificar un vector de características dentro de una base de datos con información de otras personas. La importancia de diseñar un sistema automático depende principalmente del contexto donde se utiliza el reconocimiento. Las aplicaciones de estos sistemas pueden ir desde intereses gubernamentales, militares, privados o comerciales, hasta las aplicaciones forenses o policiales. Para cada uno de éstas, existe un rango asociado a la tolerancia en la cantidad de falsos positivos (FP) o falsos negativos (FN) que el sistema aceptará. Actualmente un número creciente de organizaciones privadas desean determinar características únicas de sus empleados para ser utilizada en diferentes aspectos, tales como seguridad, identificación y verificación. Los sistemas biométricos deben cumplir con los siguientes requerimientos para que sean eficientes:

- Universalidad: Cada persona debe tener dicha característica que se desea medir.
- Singularidad: las personas se deben distinguir la una de la otra basándose en esa característica.
- Permanencia: La característica no deben variar con el tiempo.
- Aceptabilidad: En general, que los sistemas sean aceptados por las personas. [1]

- Rendimiento: debe tener un nivel de certeza muy elevado.
- Robustez: el sistema debe ser capaz de resistir intentos de fraude, alteraciones debidos al ruido y a la calidad de la imagen, etc.

El universo de pruebas biométricas es muy amplio y diverso, y los rendimientos tienen una alta variación dependiendo de las aplicaciones donde se prueban. Por este motivo, muchas aplicaciones están diseñadas para un contexto particular, ya que no existe una prueba biométrica con un rendimiento óptimo para todos los contextos, los sistemas basados en biometría tienen muchas ventajas sobre otros sistemas tradicionales.

2.4 Sistema típico de reconocimiento de iris.

Un identificador biométrico es aquel que presenta rasgos únicos y tiene una probabilidad casi nula de que otro individuo posea el mismo patrón, estas características no varían en el tiempo y son fáciles de capturar [9]

Los sistemas biométricos se basan en cuatro etapas básicas:

Adquisición. Donde se adquieren los datos del identificador biométrico por medio de fotografías, videos, sensores, etc.

Pre-procesamiento. Los datos adquiridos son procesados para eliminar información irrelevante y así poder destacar la información más importante.

Codificación. Se extrae la información característica, esta se reúne con el fin de generar un código único para cada persona.

Comparación de código. Se realiza una comparación de códigos concluyendo si el resultado es verdadero o falso. [15]

En los sistemas de identificación de personas se utilizan diferentes técnicas de procesamiento, el esquema de bloques muestra un sistema típico de reconocimiento de iris (fig.1).

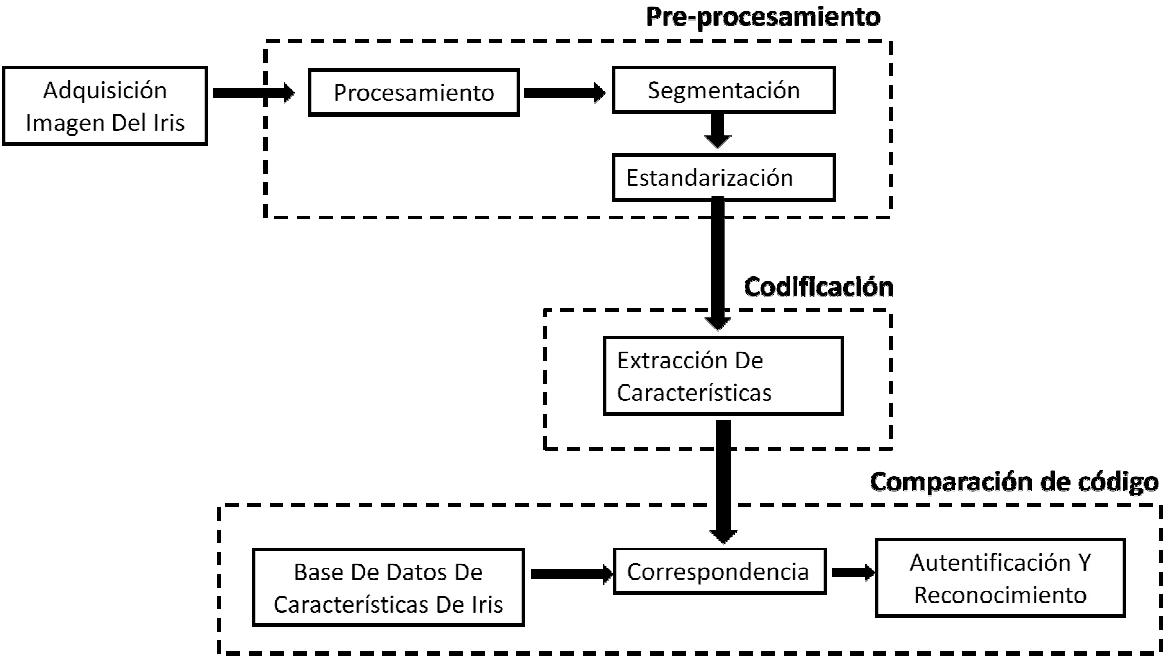


Fig. 1 Sistema típico de reconocimiento de iris. [2]

En la Fig. 1 Se muestra las etapas principales del reconocimiento las cuales consisten en la adquisición de la imagen del iris de la persona ha ser reconocida, el cual puede ser por camaras fotograficas o de video. Luego, la imagen digital es procesada para localizar el iris en la misma y normalizar su tamaño. En tercer lugar, la informacion contenida en el patron de iris es extraída y un codigo asociado con el iris es generado. Finalmente, en la etapa de comparación, se decide, en base al porcentaje de similitud obtenido, si los codigos comparados fuéron generados por el mismo iris, o sea, por la misma persona, o no.

2.5 Estructura del iris.

Para poder iniciar el procesamiento es conveniente conocer la estructura del ojo humano, el iris es el escudo del ojo en el extremo opuesto, suele ser ligeramente hacia el lado nasal y debajo del centro. La córnea se encuentra en frente del iris y proporciona un sistema transparente, como cubierta protectora.

La apariencia visual del iris es un resultado directo de su estructura de varias capas. Está formada por tejido conjuntivo, abundante pigmento y vasos, esta membrana divide al ojo en dos compartimentos uno anterior y otro posterior (cámara anterior y posterior) que se continúan a través del espacio redondo que deja el iris y que se conoce como pupila (zona circular ciliar). A través de la pupila pasa el humor acuoso de la cámara posterior a la cámara anterior, detrás del iris se encuentra el cristalino que en contacto con la superficie posterior proporciona consistencia al iris.

En el iris se pueden distinguir dos capas una anterior, constituida por el estroma iridiano y dos músculos de control de la pupila y una posterior, formada por los epitelios pigmentario y no pigmentario. El estroma iridiano es rico en fibras colágenas que se disponen irregularmente, lo que da al iris un aspecto poroso, entre las fibras colágenas se encuentran melanosistos que producen la coloración del ojo. (ver fig. 2 y fig. 3). En su base, el iris se une al cuerpo ciliar; la parte de frontera, a diferencia del estroma es la capa más densa, especialmente con las células de pigmento individuales (chromatophores). La frontera de estos dos ámbitos se denomina collarete, aparece como un canto circunferencial zigzag como borde de la capa anterior que termina abruptamente cerca de la pupila. La zona ciliar contiene muchas crestas entrelazadas como resultado del soporte del estroma la línea contráctil aquí puede variar con el estado de la pupila. Otras variaciones se deben a las *criptas* (atrofia irregular de la frontera), *nevus* (pequeñas elevaciones de la capa de frontera), y las pecas (colecciones locales de pigmentaciones). [3] [19][20]

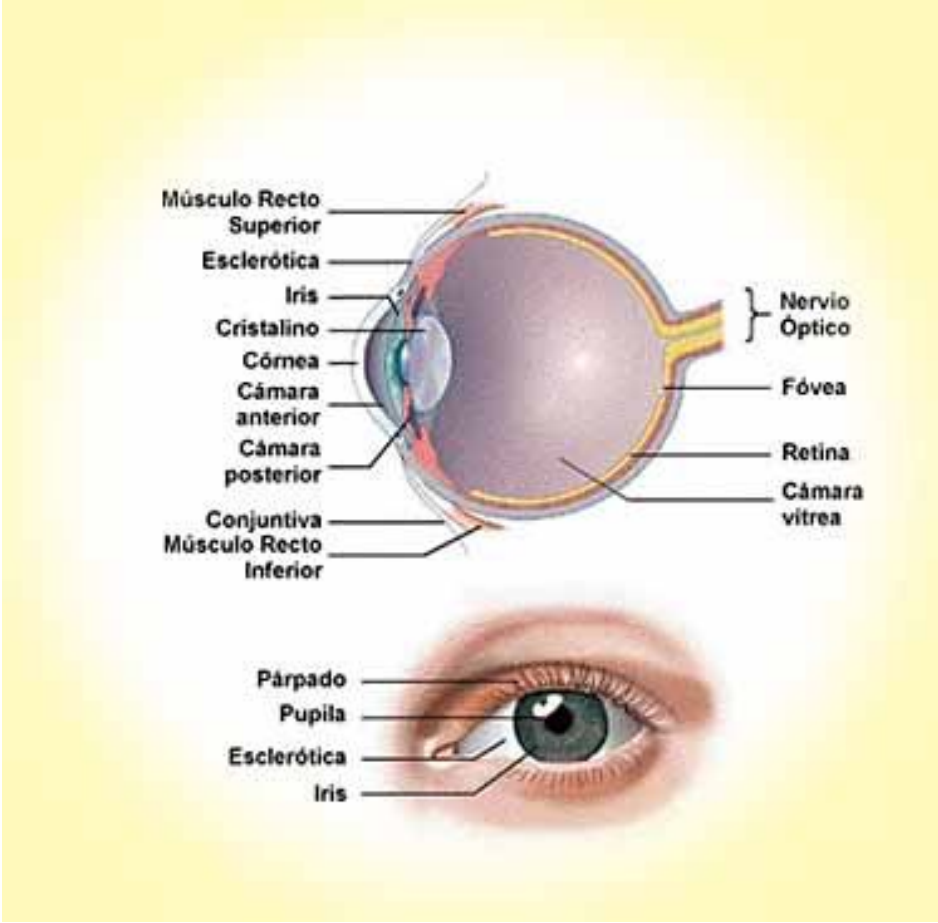


Fig. 2 Anatomía del iris humano. La estructura del iris visto en una sección transversal. [3]

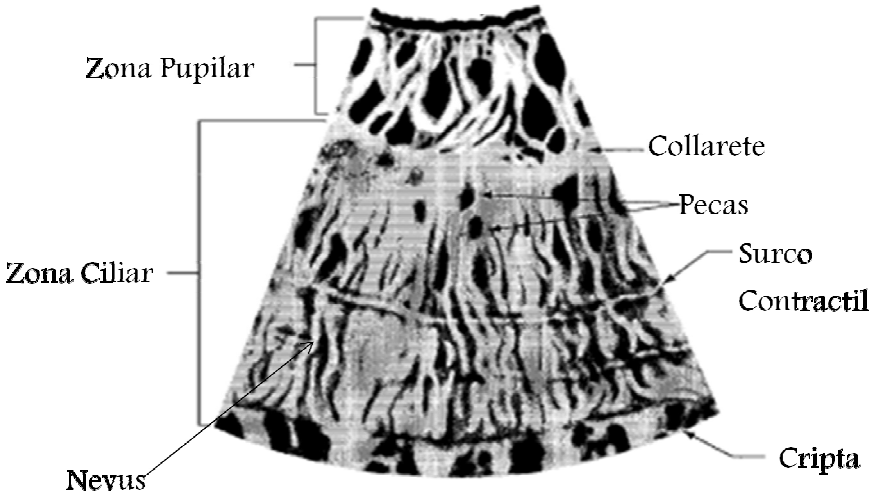


Fig. 3 Anatomía del iris humano. Estructura del iris visto en una sección frontal. [3]

2.6 Sistema propuesto de procesamiento de iris

La idea de la investigación para el desarrollo de un sistema de biometrías, surge de la necesidad de realizar un adecuado pre-procesamiento de imágenes de iris, el propósito de emplear técnicas de procesamiento puede producir un mejor rendimiento, por ejemplo una imagen con mala calidad no se podría asegurar que el sistema sería eficiente, para que el sistema sea eficiente se realizó el estudio de imágenes de iris y se propuso el siguiente sistema de pre-procesamiento y extracción de características de iris.

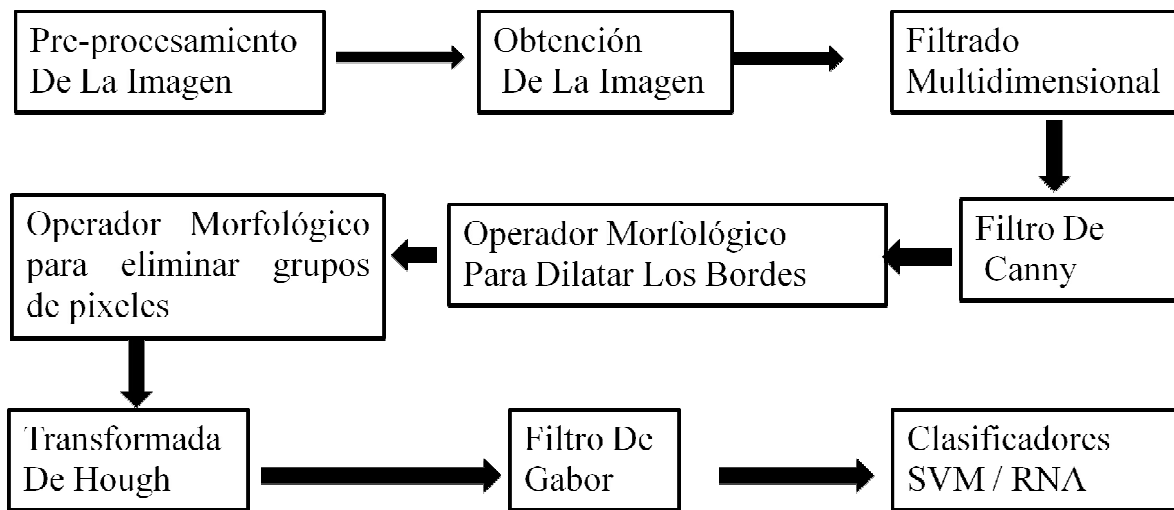


Fig. 4 Sistema propuesto de extracción de características de iris.

2.7 Pre-procesamiento

En la etapa de Pre-procesamiento se extrae la imagen capturada, si es posible se toma toda la corona del iris, existen algunos problemas cuando las personas tienen los párpados un poco cerrados como ocurre con las personas de origen asiático, además que no hay una compensación en el tamaño del iris ni tampoco cuando se ve sometida a las contracciones o dilataciones de la pupila, lo cual afecta el contorno interno del iris. Cuando se establece la pluralidad dentro de la imagen del iris no se toma en cuenta los ruidos, lo cual puede generar códigos

diferentes para una misma persona. Con el fin de mejorar las imágenes en cuanto a su localización. A la imagen se le aplican ciertos algoritmos que la normalizan y facilitan la extracción de características, los algoritmos que se emplearon son los siguientes. [11]

2.8 Filtro multidimensional

Se trata de métodos para resaltar o suprimir, de forma selectiva, información contenida en una imagen a diferentes escalas espaciales, para destacar algunos elementos de la imagen, o también para ocultar valores anómalos. Otra técnica para aislar información correspondiente a diferentes escalas espaciales es la transformada de Fourier.

El proceso de filtrado consiste en la aplicación a cada uno de los pixels de la imagen de una matriz de filtrado de tamaño $N \times N$ (generalmente de 3×3 aunque puede ser mayor) compuesta por números enteros y que genera un nuevo valor mediante una función del valor original y los de los pixels.

El filtro de media, asigna al pixel central la media de todos los píxeles incluidos en la ventana. La matriz de filtrado estaría compuesta por unos y el divisor sería el número total de elementos en la matriz.

Aplicándolo en las múltiples dimensiones de la imagen $f(i, j)$, el procedimiento consiste en generar una nueva imagen $g(i, j)$ cuya intensidad para cada píxel se obtiene promediando los valores de intensidad de los píxeles $f(i, j)$ incluidos en un entorno de vecindad predefinido.

Donde $A = f(i, j)$ Imagen de entrada.

$H = h(n \times m)$ Coeficiente de la ventana.

$B = g(i, j)$ Imagen generada.

Cada elemento de la salida B , se calcula utilizando doble precisión de punto flotante. Si A es una matriz de enteros o lógicos, entonces la salida elementos que exceden el rango del tipo dado se truncan, y decimales en los valores que se han redondeado. [6]

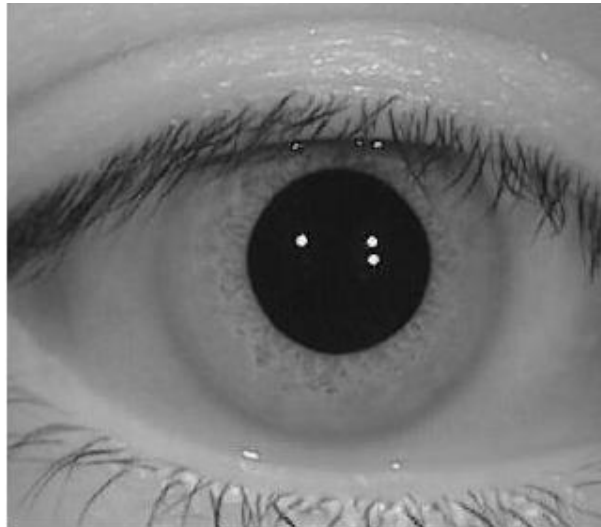


Fig. 5 Imagen de la base de datos CASIA recortada 321 x 281

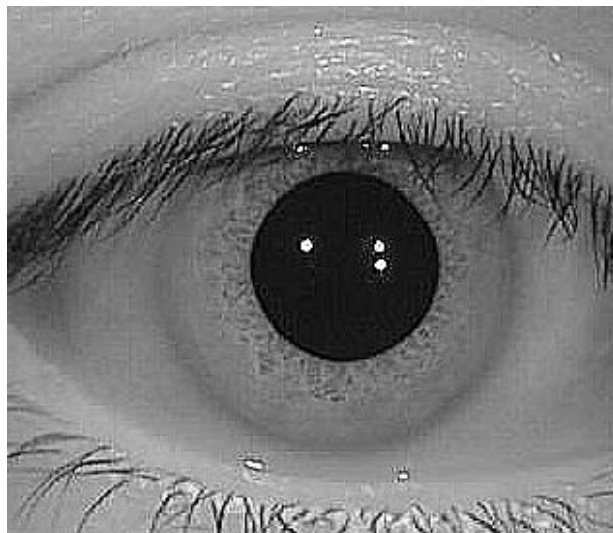


Fig. 6 Imagen procesada con el filtro multidimensional

El filtro multidimensional tienen por objeto realzar las texturas su utilización es necesario antes de la aplicación de un detector de bordes para realzar los bordes

de la imagen del ojo. De esta forma se homogeneizan los píxeles de intensidad muy diferente con respecto a la de los vecinos al mismo tiempo que se realzan los detalles del iris.

2.9 Detección de bordes mediante el algoritmo de Canny

El propósito de la detección de bordes es para reducir significativamente la cantidad de información en una imagen, mientras se preservan las propiedades estructurales para ser usadas en el procesamiento de imágenes. Este se basa en uno de los desarrollos de John F. Canny [16], el cual se ha convertido en uno de los principales métodos de detección de bordes.

En el área de procesamiento de imágenes, la detección de los bordes de una imagen es de suma importancia y utilidad, pues facilita muchas tareas, entre ellas, el reconocimiento de objetos, la segmentación de regiones, entre otras.

El método propuesto por Canny para la detección de bordes, se basa en tres criterios, estos son: [17] [18]

1. Detección: La probabilidad de detectar puntos reales de bordes debe ser maximizada y la probabilidad de detección de falsos puntos debe ser minimizado. Esto corresponde a la relación señal-ruido.
2. Localización: Los bordes detectados deben ser lo más cerca posible de los bordes real.
3. Número de respuestas: Una ventaja real no debe dar lugar a más de uno de los bordes detectados (se puede argumentar que esto está incluido implícitamente en el primer requisito).

En el procesamiento de la imagen se utiliza el algoritmo de Canny, que es uno de los métodos que utiliza 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 característica que es usada para detectar un bordes [4]. En el tratamiento de imágenes, se trabaja con píxeles, y en un ambiente discreto, es así que en el algoritmo de Canny se utiliza máscaras, las cuales representan aproximaciones en diferencias finitas. Que es representado por las ecuaciones.

$$\frac{d}{dx} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} = \frac{-x}{\sigma^2} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \tag{2.9.1}$$

La imagen de entrada $f(x, y)$ y la función Gaussiana está definida por $G(x, y)$

$$G(x, y) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \tag{2.9.2}$$

Se suaviza la imagen $f_s(x, y)$, con la convolución de G y f

$$f_s(x, y) = G(x, y) * f(x, y) \tag{2.9.3}$$

Esta operación es seguida del cómputo del gradiente en magnitud y dirección (ángulo).

$$M(x, y) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \tag{2.9.4}$$

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left[\frac{g_y}{g_x} \right] \tag{2.9.5}$$

Con $g_x = df_s/dx$ y $g_y = df_s/dy$ y la ecuación (2.9.3) es implementada utilizando un enmascaramiento Gaussiano $n \times n$ Teniendo en cuenta a $M(x, y)$ y $\alpha(x, y)$ son matrices del mismo tamaño que la imagen de la que se calculan.

Ya que se genera con el gradiente, $M(x, y)$ por lo general contiene las crestas de ancho alrededor de los máximos locales, obtener las crestas utilizando la supresión no máxima. Esto se puede hacer de varias maneras, pero la esencia del enfoque es especificar una serie de orientaciones de bordes normalizados (gradiente del vector). [5]



Fig. 7 Muestra ejemplos de Imágenes procesadas con el filtro de Canny

2.10 Operador morfológico de Dilatación

En este punto se empleo un filtro Morfológico, el cual es capaz de influir en la estructura de la imagen del iris, los filtro morfológicos fueron diseñados originalmente para ser usados sobre imágenes binarias, es decir sobre imágenes cuyos pixeles solo tienen dos valores 1 y 0 (blanco y negro).

Las operaciones fundamentales de los filtros morfológicos son, el de reducción (erosión) y crecimiento (dilatación), por lo que en este trabajo nos enfocaremos en el de Dilatación. [6]

Para la operación de un filtro es necesaria la definición de una matriz de coeficientes, mientras que en el filtro morfológico se requiere también de la matriz de referencia. Al igual que una imagen binaria, la matriz contiene elementos 0 y 1.

$$H(i, j) \in \{0, 1\} \quad (2.10.1)$$

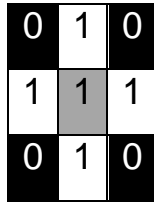
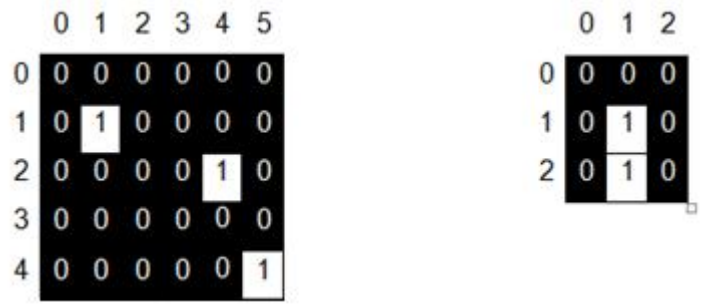


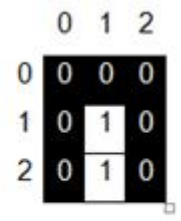
Fig. 8 Ejemplo de una estructura de referencia para operaciones morfológicas binarias

Para describir las operaciones morfológicas es más práctico describir a las imágenes como conjuntos, cuyos elementos pueden ser referenciados mediante coordenadas bidimensionales. Por ejemplo una imagen binaria $I(x, y)$ consiste en un conjunto de puntos P_I cuyos pares de coordenadas corresponden a los puntos cuyo valor de pixel es 1 lo cual puede ser definido como: [6]

$$P_I = \{(x, y) | I(x, y) = 1\} \tag{2.10.2}$$



$$P_I = \{(1,1), (2,4), (4,5)\}$$



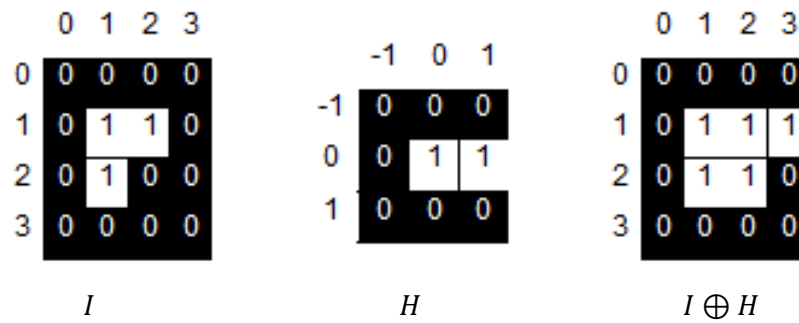
$$P_H = \{(1,1), (2,1)\}$$

Fig. 9 Descripción de una imagen binaria I y una estructura de referencia H como conjunto de pares coordenados P_I y P_H

La dilatación es una operación morfológica correspondiente a la idea de añadir una capa de pixeles a la estructura de la imagen. La manera específica en la que es controlado el crecimiento es por medio de una figura referida como estructura de referencia Esta operación es definida en la notación de conjuntos de puntos como:

$$I \oplus H = \{(x', y') = (x + i, y + i) | (x', y') \in P_I, (i, j) \in P_H\} \quad (2.10.3)$$

Como indica la expresión (2.10.2) el conjunto de puntos que constituyen a la dilatación de una imagen I y la estructura de referencia H , queda definido por todas las posibles combinaciones de los pares de coordenadas de los conjuntos de puntos P_I y P_H . Se interpreta a la operación de dilatación, como el resultado de añadir, a los pixeles 1 de la imagen (P_I) la forma correspondiente a la estructura de referencia.



$$I \oplus H = \{(1,1) + (0,0), (1,1) + (0,1), (1,2), (0,0) + (1,2) + (0,1), (2,1) + (0,0), (2,1) + (0,1)\}$$

Fig. 10 Ejemplo de dilatación. A la imagen binaria I se le aplica la operación de dilatación, utilizando como estructura de referencia H . El elemento estructural H es añadido en cada pixel 1 de la imagen I

De lo anterior puede decirse que esta propiedad es de utilidad, ya que esta manera se puede engrosar los bordes de la imagen de Iris para mejorar su detección, en la fig. (11) se muestra la aplicación del operador morfológico de dilatación. [6]

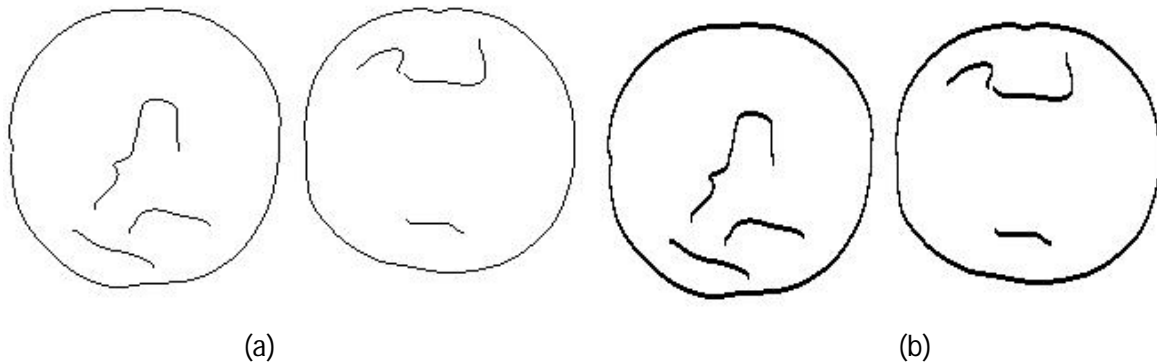


Fig. 11 En las imagen (a) se muestra sin la aplicación del operador morfológico de dilatación. La imagen (b) muestra la imagen procesada con el operador morfológico de dilatación.

2.11 Filtro Morfológico para eliminar grupos de píxeles en imágenes binarias.

El filtro morfológico es usado para remover objetos irrelevantes de una imagen binaria BW , esto lo hace eliminando componentes conectados (objetos) que tienen menos de P píxeles, produciendo otra imagen binaria $BW2$, con este procedimiento se halló la manera de aislar el iris y obtener imágenes sin ruido significativo.

El valor que se plantea se obtuvo de manera experimental por lo que se propone eliminar grupos de menos de (200 píxeles que se encuentren conectados entre ellos). Esto se realizó basándose en los siguientes pasos:

1. Determinar los componentes conectados entre sí.
2. Calcular el área de cada componente.
3. Remover los pequeños objetos.

La conectividad entre píxeles se define para establecer los límites en objetos y regiones de componentes en una imagen. Para establecer esta conectividad es

necesario determinar si son adyacentes en sentido específico es decir, si tiene 4 u 8 vecindades.

Conectividad 8: Dos pixeles p y q , con valor de V , están conectados si q pertenece a $N_8(p)$

Es decir, Un pixel p es adyacente a q si están conectados. Una trayectoria de pixel p con coordenadas (x, y) a un pixel q con coordenadas (s, t) es una secuencia de distintos pixeles con coordenadas:

$$(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n) \tag{2.11.1}$$

Donde $(x_0, y_0) = (x, y)$ y $(x_n, y_n) = (s, t)$ (2.11.2)

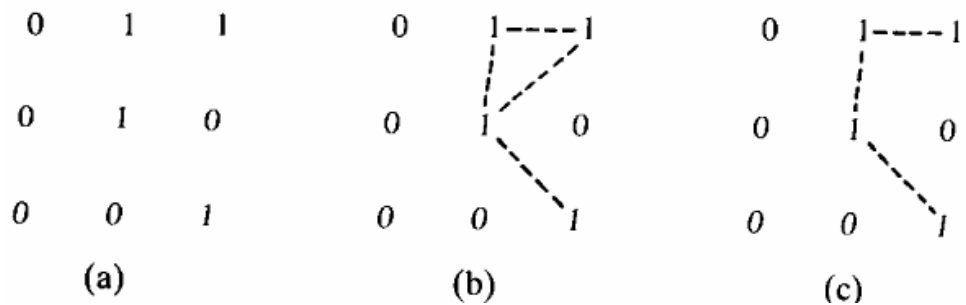


Fig. 12 (a) Arreglo de pixeles:(b) Pixel central de conectividad 8:(c) conectividad mezclada del mismo pixel.

El proceso para 8 vecindades se realiza aplicando un barrido de izquierda a derecha de arriba a abajo en caso de que los puntos s y t sean igual a 1 se etiquetan si el valor de p es 0 simplemente se mueve a la siguiente posición del barrido, si dos o más vecindades son 1 se asigna una de las etiquetas a p y se anotan las equivalencias correspondientes. Al finalizar el barrido todos los puntos con valor de 1 han sido etiquetados para después calcular el área de cada componente y remover los grupos de pixeles con área menor a p .

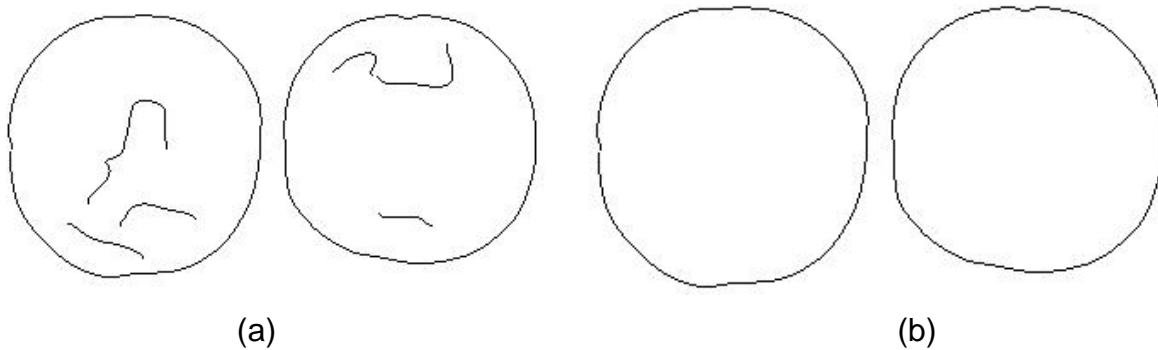


Fig.13 Muestras del procesamiento con el filtro Morfológico para eliminar grupos de pixeles en imágenes binaras, el ejemplo (a) Muestran la imagen con ruido, la imagen (b) se observa cómo se elimina el ruido significativo.

2.12 Transformada circular de Hough.

Para localizar el iris utilizamos la transformada de Hough ideada por Paul Hough, que es un algoritmo matemático basado en localizar círculos dentro de una imagen. En esta implementación de la transformada de Hough se busca realizar una estimación previa del radio y luego se calcula el acumulador para radios en un entorno de pixeles del radio estimado. Las coordenadas del máximo de este acumulador corresponden a las tres (coordenadas del centro, y radio) que mejor se ajustan, la transformada de Hough puede ser descrita como una transformación de un punto de (x, y) de un plano con el parámetro a la ecuación del círculo que está representada por:

$$y = r_0x + c_0 \quad (2.12.1)$$

$$d^2 = (r - r_0)^2 + (c - c_0)^2 \quad (2.12.2)$$

Donde d es el radio (r_0, c_0) son las coordenadas del centro, de tal forma se obtienen los parámetros empleados para aplicar el algoritmo de Hough dada la ecuación para métrica del círculo Ecuación (4). [7]

$$r = r_0 + d \sin \theta \tag{2.12.3}$$

$$c = c_0 + d \cos \theta \tag{2.12.4}$$

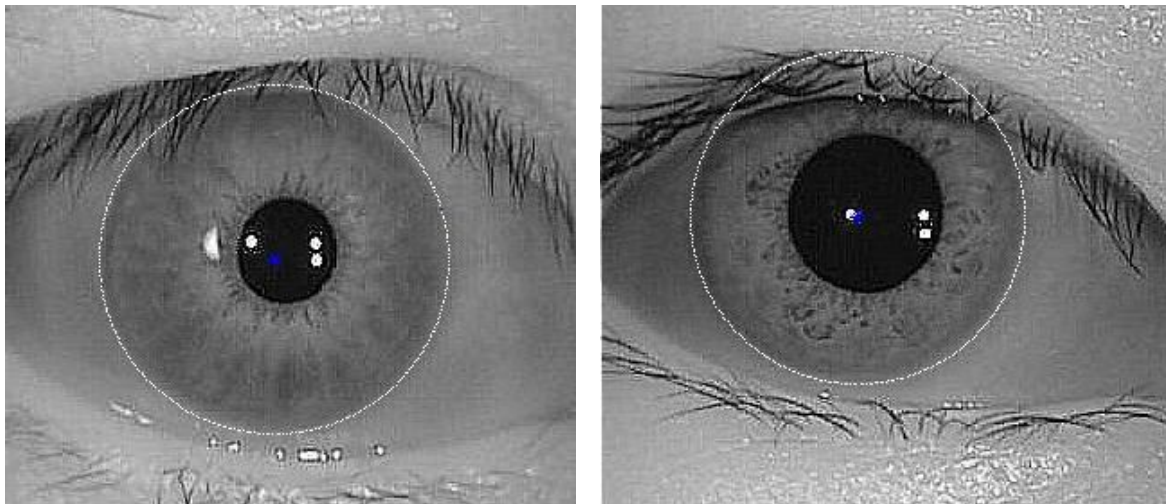


Fig. 14 Ejemplo de localización del iris con la aplicación de *detección de círculos con la transformada de Hough*

2.13 El Filtro de Gabor como clasificador de texturas

Para poder definir al filtro de Gabor tenemos que definir cuál es la característica de una textura visual: la textura se extiende como el atributo que representa la disposición espacial de los niveles de grises de los píxeles dentro de una región de la imagen dada. La cual se refiere a los patrones visuales que tienen propiedades de homogeneidad o no, que se derivan de la presencia de múltiples colores o intensidades en la imagen. Es una propiedad de casi todas las superficies, incluyendo las nubes, los árboles, los ladrillos, en el caso particular el iris, contiene información importante de la estructura de las superficies y su relación con el medio. Cada método de análisis muestra características de la

textura en términos de los patrones extraídos de la imagen. Dependiendo de la textura esta puede ser una variación en los niveles de intensidad entre píxeles cercanos a contener propiedades homogéneas dentro de escalas espaciales a lo largo de la resolución de la imagen.

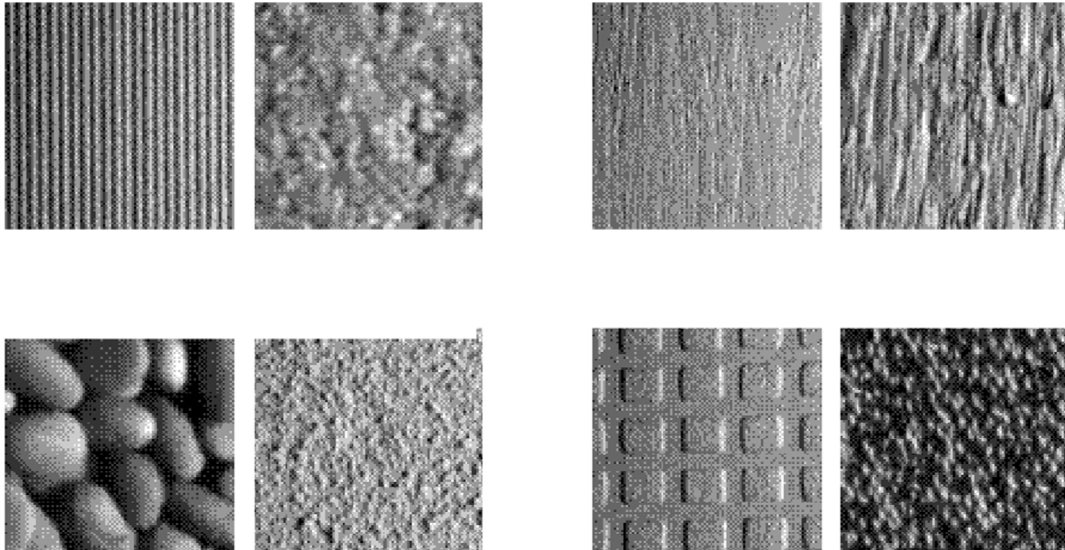


Fig. 15 Ejemplos de texturas

El uso de los filtros de Gabor se enfoca en la síntesis de la textura, un filtro de Gabor consiste en una Gaussiana modulada por exponencial compleja. La forma es Gaussiana tanto en el dominio espacial como frecuencia, por lo que el filtro está localizado tanto en el espacio como en frecuencia. De hecho, se puede demostrar que dicho filtro alcanza un funcionamiento óptimo teórico de localización conjunta en espacio y frecuencia.

Sus capacidades han sido utilizadas principalmente en aplicaciones como el análisis de textura, detección de objetos, análisis de documentos, detección de bordes, identificación retinal, codificación de imágenes y representación de imágenes. [21]

La clasificación o segmentación de texturas tiene varias aplicaciones tales como: la extracción y el reconocimiento de objetos, dentro de un escenario identificación de personas usando el patrón de texturas del iris. [22]

Funciones del filtro de Gabor que está dada por:

$$h(x, y) = h_c(x, y) + jh_s(x, y) \tag{2.13.1}$$

Donde h_c es la función simétrica par (componentes reales) y h_s es la función simétrica impar (componentes imaginarios), las cuales son dadas por:

$$h_c(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right]\right\} \cos(2\pi u_0 x') \tag{2.13.2}$$

$$h_s(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right]\right\} \sin(2\pi u_0 x') \tag{2.13.3}$$

gt

Donde u_0 es la frecuencia central y σ_x^2 y σ_y^2 son la desviación de función Gaussiana bidimensional, las cuales determinan el ancho de base en el eje-x y el eje-y de la campana de la función Gaussiana (x',y') son puntos en el dominio espacial rotados por un ángulo \emptyset , como se expresa en las ecuaciones (8) y (9).

$$x' = x \cos \emptyset + y \sin \emptyset \tag{2.13.4}$$

$$y' = -x \sin \emptyset + y \cos \emptyset \tag{2.13.5}$$

Aquí se supone que el centro espacial es (0,0), en la imagen- Las respuestas de frecuencia son dadas por:

$$H_c(u, v) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(u-u_0)^2}{\sigma_u^2} + \frac{(v-v_0)^2}{\sigma_v^2}\right]\right\} + \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(u-u_0)^2}{\sigma_u^2} + \frac{(v-v_0)^2}{\sigma_v^2}\right]\right\} \quad (2.13.6)$$

$$H_s(u, v) = -\exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(u-u_0)^2}{\sigma_u^2} + \frac{(v-v_0)^2}{\sigma_v^2}\right]\right\} + \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(u-u_0)^2}{\sigma_u^2} + \frac{(v-v_0)^2}{\sigma_v^2}\right]\right\} \quad (2.13.7)$$

2.14 Clasificadores

2.14.1 Maquinas de Soporte Vectorial (MSV)

Las SVM son definidas como un sistema para el entrenamiento eficiente de maquinas de aprendizaje lineal en un espacio de características inducido por un kernel, mientras respeta los principios de la teoría de la generalización y explota la teoría de la optimización.

Aunque existen muchas técnicas alternativas para enfrentar problemas de regresión y clasificación, las maquinas de soporte vectorial han sido desarrolladas como una herramienta robusta para regresión y clasificación en dominios complejos y ruidosos. Las MSV pueden ser usadas para extraer información relevante a partir de conjunto de datos y construir algoritmos de clasificación o de regresión rápidos para datos masivos.

Las MSV, aplicadas al problema de clasificación, mapean los datos a un espacio de características alto-dimensional, donde se puede hallar fácilmente un hiperplano de separación. Este mapeo puede ser llevado a cabo aplicando el kernel, el cual transforma implícitamente el espacio de entrada en un espacio de características de alta dimensión. El hiperplano de separación es calculado maximizando la distancia de los patrones más cercanos, es decir la maximización del margen. [23]

2.14.2 Red-neuronal de retropropagación

La red neuronal de retropropagación es el algoritmo de aprendizaje para redes más popular y ampliamente utilizado, constituye un sistema adaptivo que minimiza una señal de error al utilizar el descenso en el gradiente.

Es una red con un conjunto de unidades de entrada y un conjunto de neuronas de salida, o una con un solo conjunto de unidades conectándose así mismas mediante un conjunto recurrente de conexiones modificables, es decir es un conjunto de neuronas con dos o más conjuntos modificables de pesos. Los grupos intermedios de unidades se conocen como unidades ocultas, ya que no son de entrada ni de salida, y sus actividades no son accesibles desde afuera de la red.

El principal problema técnico en crear una red adaptiva de múltiples capas que consiste en proporcionar una regla para modificar los pesos en las capas ocultas. Estas dependen de ser capaces de medir el error y en el hecho de que únicamente los pesos en una sola unidad contribuyen al error de esa unidad. Pero igualmente lo hacen los pesos de la capa de entrada a todas las unidades de la capa oculta.

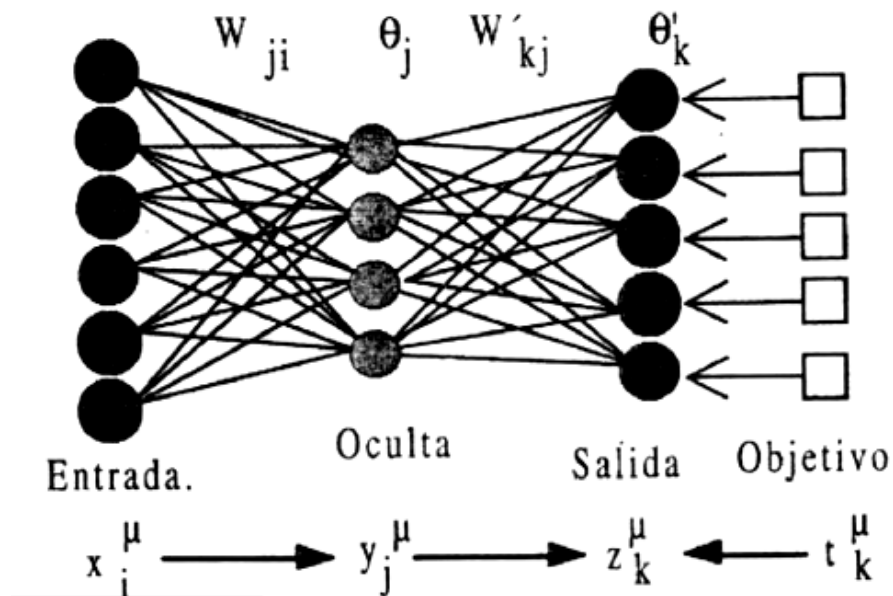


Fig. 16 Estructura de la Red Neuronal de Retro-propagación

Cuando se calcula el error para cada neurona los pesos de entrada pueden modificarse los coeficientes que afectan la velocidad de aprendizaje y pueden seleccionarse por distintos métodos. Uno de ellos implica que al inicio del proceso de entrenamiento se elige un valor grande, el cual va descendiendo gradualmente conforme avanza el proceso. Otro método comienza con parámetros pequeños que aumentan a medida que el proceso avanza y nuevamente disminuye en la etapa final. Comenzar el proceso con un parámetro pequeño permite el establecimiento de los signos de los pesos.

CAPÍTULO 3

Resultados

3.1 Obtención de la imagen del iris

Para la obtención de las imágenes de prueba del sistema se utiliza la base de datos CASIA-IrisV3 que incluye tres subgrupos que se etiquetan como CASIA-IrisV3-Interval, CASIA-IrisV3-Lamp, CASIA-IrisV3-Twin. CASIA-IrisV3 contiene un total de 22.035 imágenes del iris de más de 700 sujetos. Todas las imágenes del iris son de 8 bits de escala de grises archivos JPEG, bajo la iluminación en infrarrojo.

Casi todos los sujetos son Chinos, excepto unos pocos de CASIA-IrisV3-Interval. Debido a que los tres conjuntos de datos fueron recolectados en diferentes momentos, sólo CASIA-IrisV3-Intervalo y CASIA-IrisV3 lámpara tienen una pequeña superposición de temas.

En el sistema propuesto se empleara la base de dato de imagen de iris de CASIA-IrisV3-Lamp las características de las imágenes son: Imágenes JPEG con dimensión 640 x 480 en escala de grises.



Fig. 17 Ejemplos de la base de datos CASIA

3.2 Pre-Procesamiento de imagen

3.2.1 Segmentación

Para localizar el iris en la imagen del ojo es importante determinar la región de interés en la cual se buscara el centro y radio del iris, de manera experimental se ubica al iris en el centro de nuestra imagen, de esta manera (Fig.15) se propone que las imágenes se procesen con dimensiones 321x281 donde se ubica la región de interés para reducir el costo computacional y la oclusión generada por los parpados, pestañas, cejas de otra forma sería más difícil encontrar al iris.

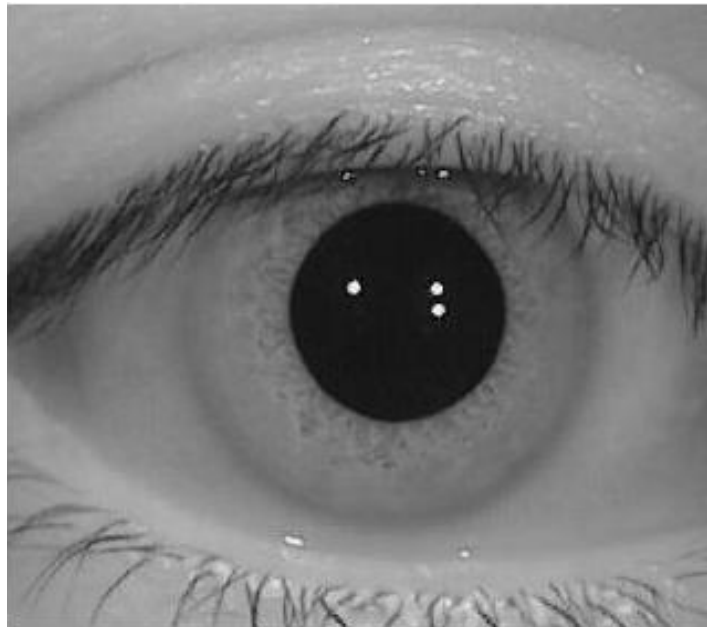


Fig. 18 Imagen de la base de datos CASIA recortada 321 x 281

3.2.2 Aplicación del Filtro Multidimensional

El principal problema del procesamiento de imagen es conservar el contenido visual, por lo tanto es primordial que la técnica aplicada mejore la calidad, la aplicación del filtro multidimensional en las imágenes de iris (Fig.16), tiene como objetivo realzar las texturas previo a la aplicación del filtro de Gabor, de igual manera mejorar la detección de bordes de la imagen del ojo. De esta forma se

homogeneizan los píxeles de intensidad diferente con respecto a la de los vecinos, al mismo tiempo que se realzan los detalles del iris.

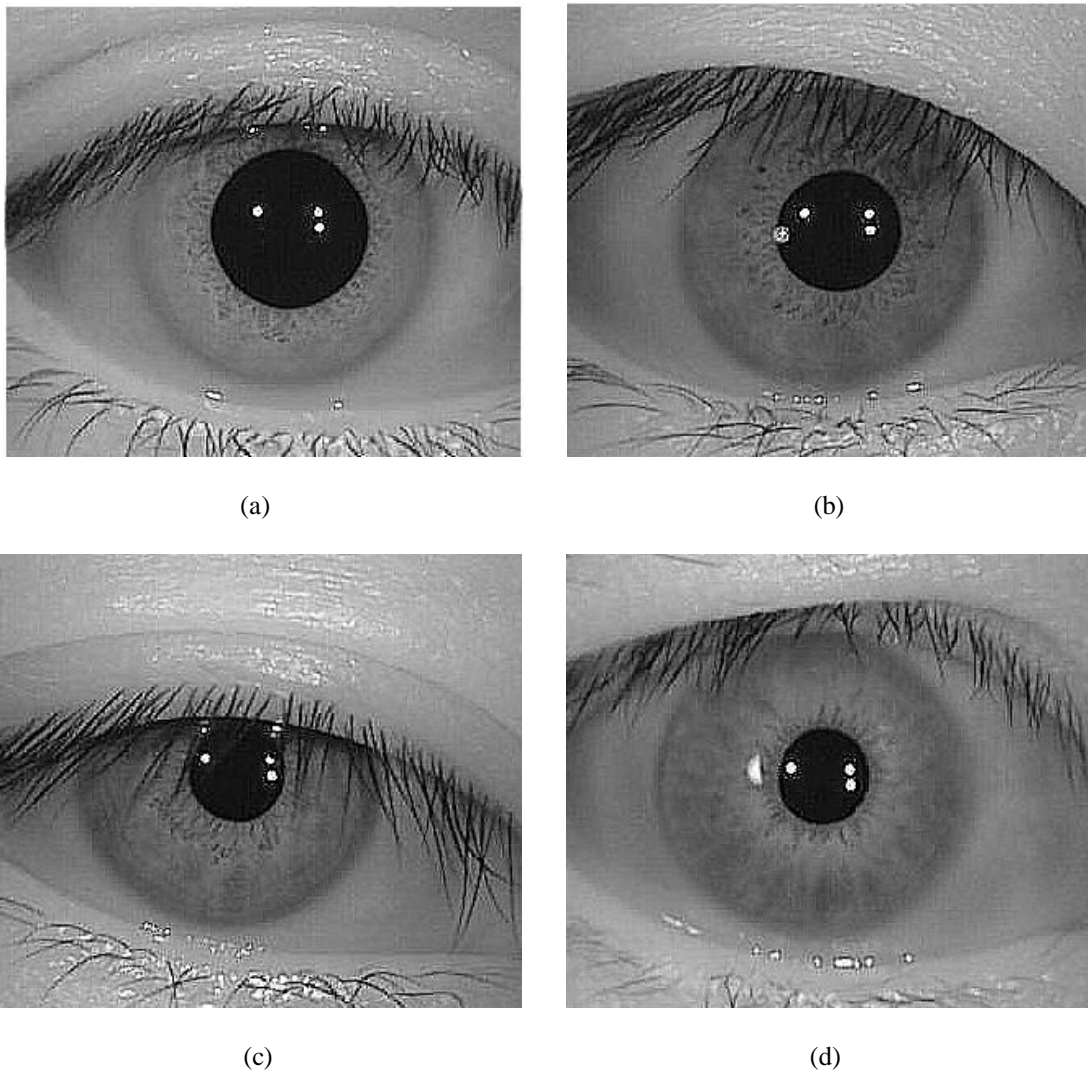


Fig. 19 La Imagen (a) muestra el resultado de la fig.16 con el filtro multidimensional, las imágenes (b), (c) y (d) son algunos ejemplos de la aplicación del filtro multidimensional.

3.2.3 Aplicación del Filtro de Canny

Para localizar los bordes en la imagen de iris se aplica el algoritmo de Canny para la detección de bordes, en esta etapa se hallaron de manera experimental los parámetros para el filtro de Canny, el valor de umbral es de $Th = 0.2$ y el valor de sigma es de $\sigma = 5,5$ con el fin de detectar el mayor numero de bordes reales presentes en la imagen, asumiendo que los bordes más importantes deben ser curvas constantes en la imagen a su vez descartando líneas ruidosas por pocos pixeles que es conocido como ruido o información indeseada.

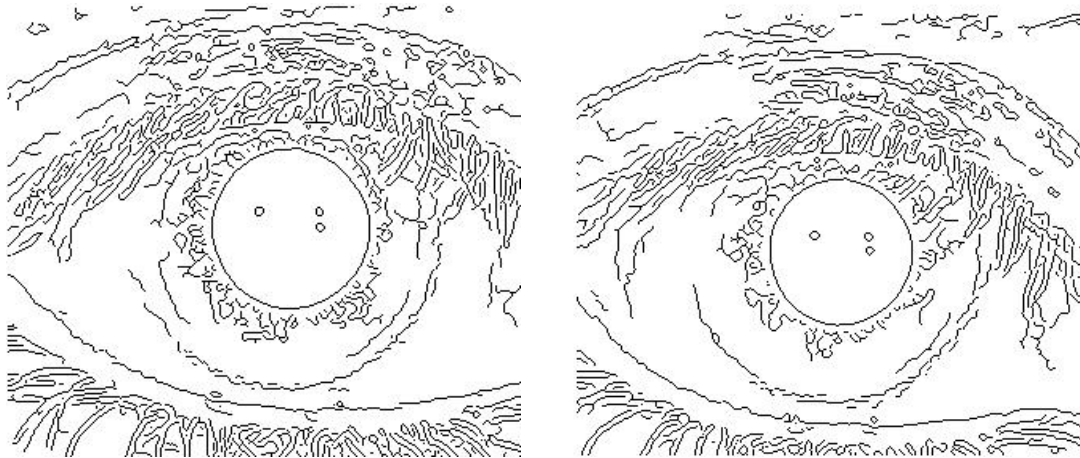


Fig. 20 En estas imágenes se muestra la aplicación del filtro de Canny con los valores preestablecidos por Matlab.

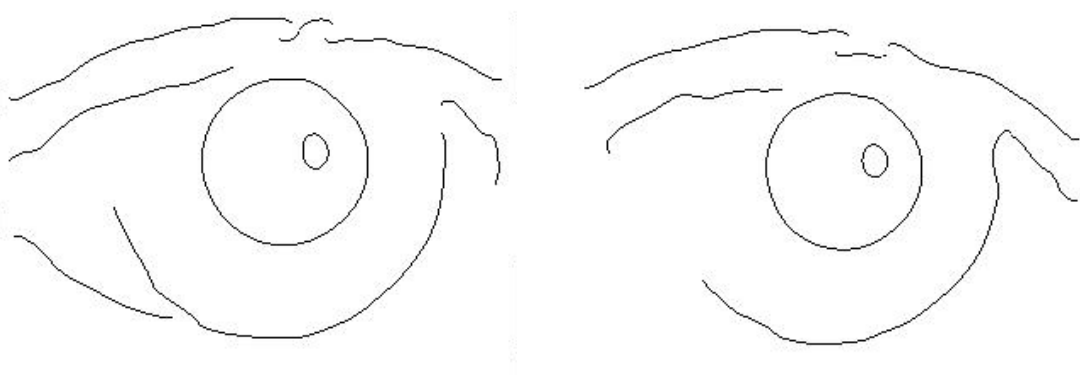


Fig. 21 Imágenes procesadas con el filtro de Canny, el valor de umbral es de $Th = 0.2$ y el valor de sigma es de $\sigma = 5,5$

3.2.4 Aplicación del Operador morfológico de Dilatación

Para optimizar la etapa de detección del iris, se requiere aislar la región del iris y excluir el resto de la imagen por esta razón se propuso la aplicación de un operador morfológico de dilatación con el fin de añadir una capa de píxeles a los bordes detectados por el filtro de Canny, una vez finalizado el proceso se obtiene la imagen con los bordes dilatados con ello se mejora la capacidad de detección de círculos incrementando la utilidad y elevando el rendimiento del sistema.

Para fines de experimentación con el operador morfológico de dilatación se obtuvo un mejor resultado con una matriz de referencia como se muestra a continuación.

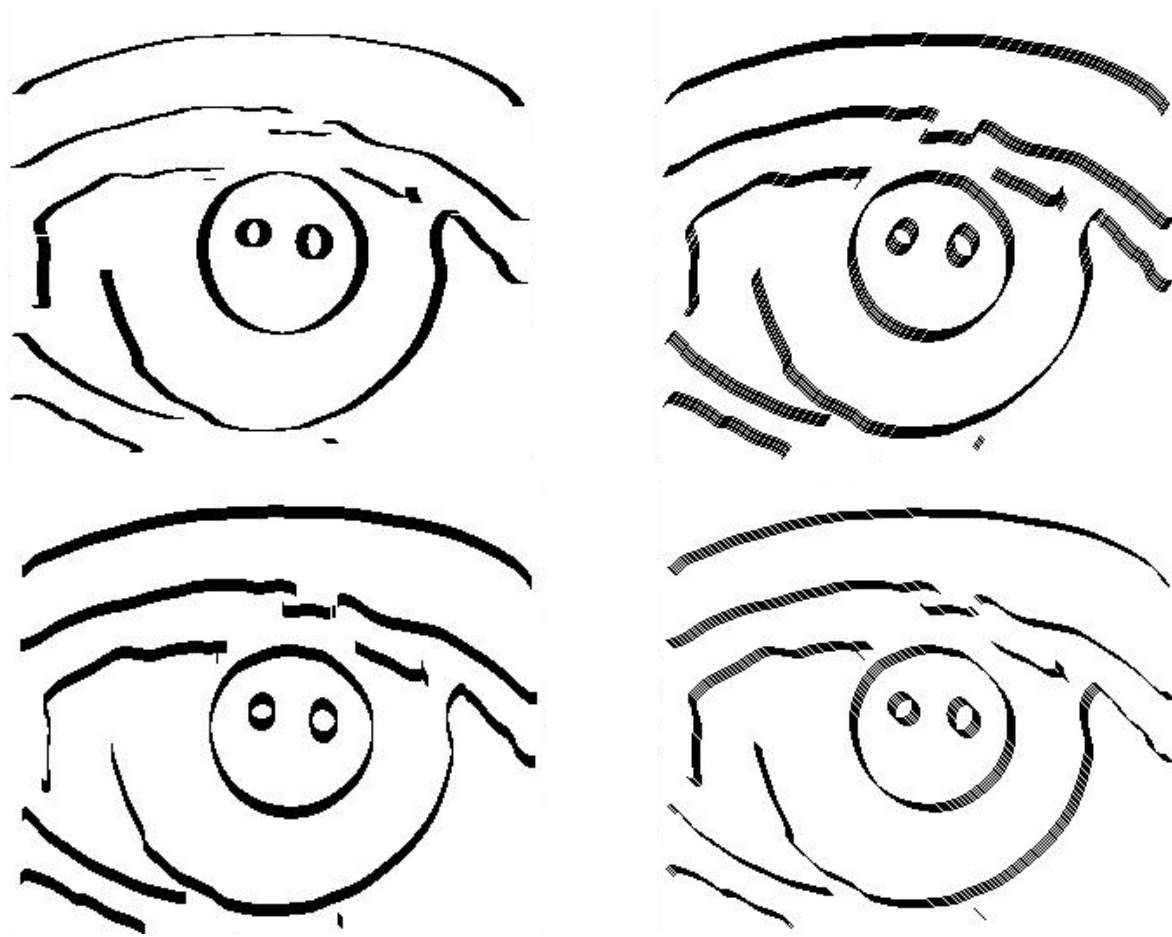


Fig. 22 Ejemplos de dilatación utilizando distintas matrices de referencia

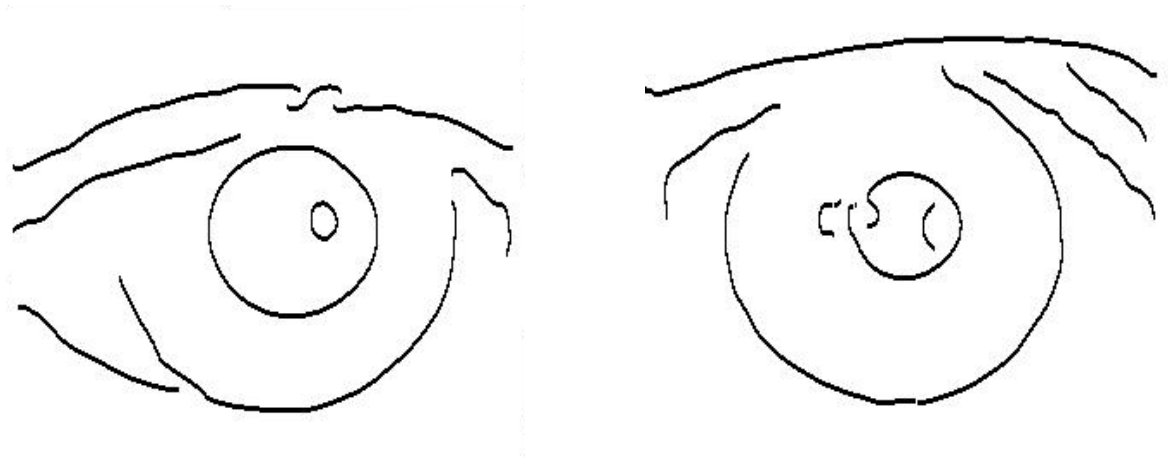


Fig. 23 Ejemplo de imágenes procesadas con el operador morfológico de dilatación

3.2.5 Filtro Morfológico para eliminar información no deseada

Los sistemas de reconocimiento de iris inician con la etapa de adquisición de la imagen. Las imágenes adquiridas contienen la región del iris y las regiones de las pestañas, de los párpados, de las cejas y también pueden presentar algunas reflexiones, etc. Toda esta información es considerada como ruido o información indeseada; por esta razón es importante la extracción de solamente la información útil que en este caso es la región del iris.

En esta etapa de reducción de ruido de píxeles de la imagen con bordes dilatados, se elimina la información que no es útil aplicando un filtro morfológico de eliminación de grupos de píxeles. Al finalizar proceso todos los puntos con valor de 1 han sido etiquetados para después calcular el área de cada componente y remover los grupos de píxeles con área menor a $p = 200$ obteniendo como resultado.

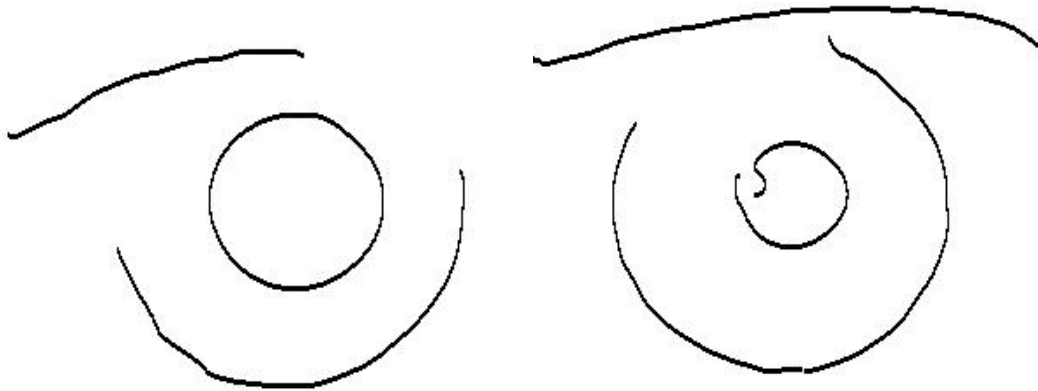


Fig. 24 Ejemplo de la implementación del filtro morfológico para eliminación de píxeles aplicado en la Fig. 19

3.2.6 Localización del iris utilizando la transformada circular de Hough.

Para el último paso de pre-procesamiento se aplica la transformada circular de Hough, que es utilizada para localizar círculos dentro de una imagen. Para ubicar los límites del perímetro de la pupila y del iris es conveniente obtener las coordenadas del centro del círculo y la longitud del radio, este método toma la posición del punto en el mapa de bordes para determinar los valores del radio y las coordenadas del centro del radio del círculo.

En las pruebas se conjuntaron todos los métodos implementados desde la obtención de imágenes hasta la eliminación de información no deseada, se habían probado por separado el sistema localiza primero al iris y pupila con esto obtenemos los siguientes datos:

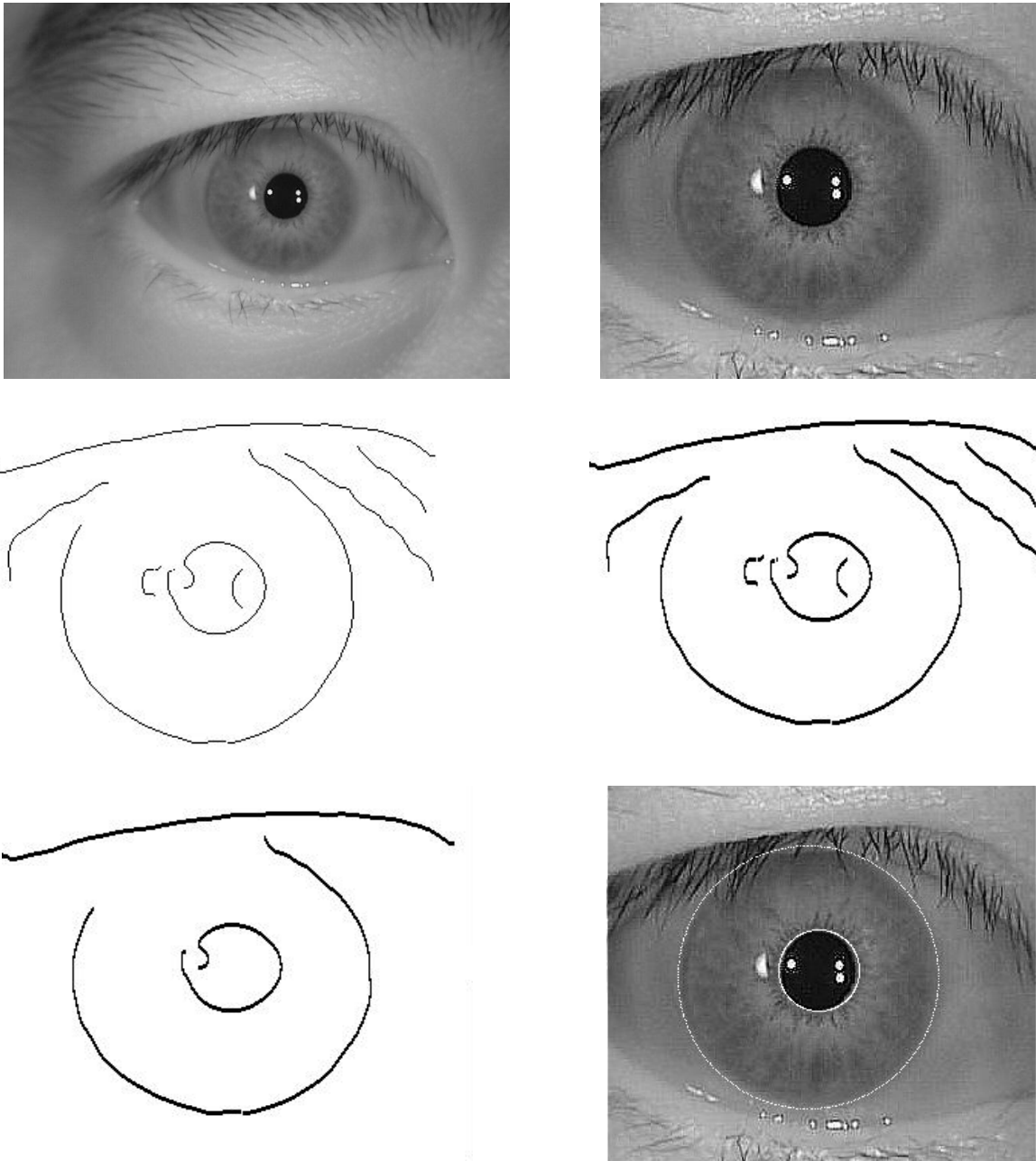


Fig. 25 Implementación del pre-procesamiento para la detección de iris

Para la de detección el valor de umbral mínimo es de 121 pixeles del borde del iris de la imagen binarizada.

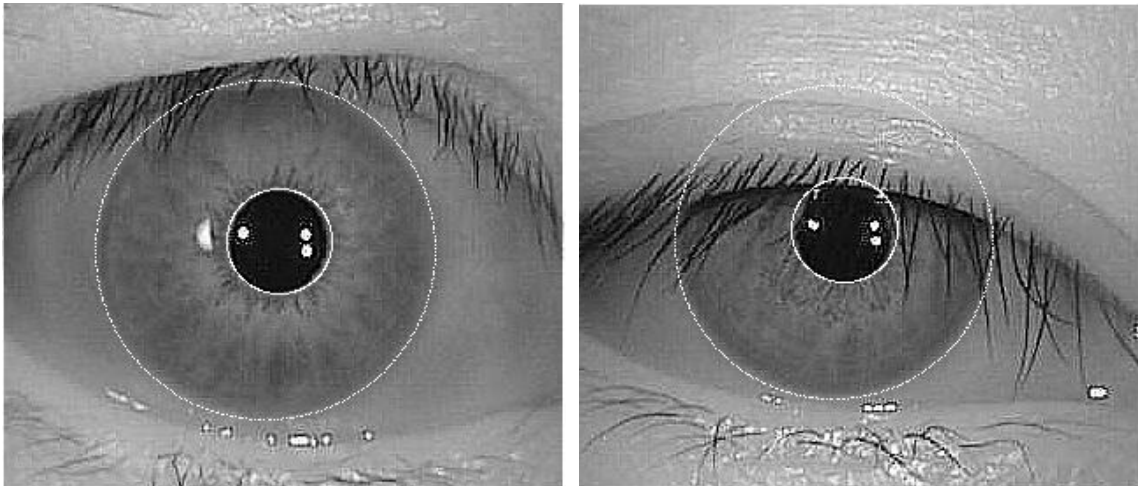


Fig. 26 En las imágenes se muestra la detección de iris y pupila con el sistema propuesto

En las siguientes imágenes se muestra el error de detección del iris y pupila, esto se debe a una mala posición del ojo, demasiado ruido en la imagen entre otros.

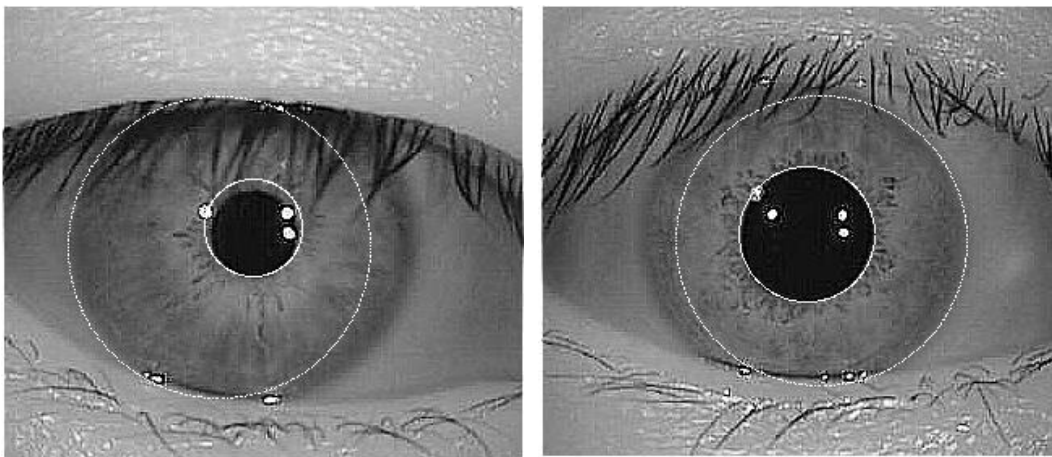


Fig. 27 Imágenes con error en la detección de Iris.

Una vez realizada la etapa de adquisición y detección del iris se procede con la segmentación, esta etapa es uno de los pasos más importantes, debido a que una mala segmentación daría malos resultados en el reconocimiento, el propósito de la segmentación es aislar la región del iris para excluirla del resto de la imagen, proponiendo una segmentar del iris en dos conos después de haber localizado el centro y radio del iris con el fin de aislar al iris del resto de la imagen.

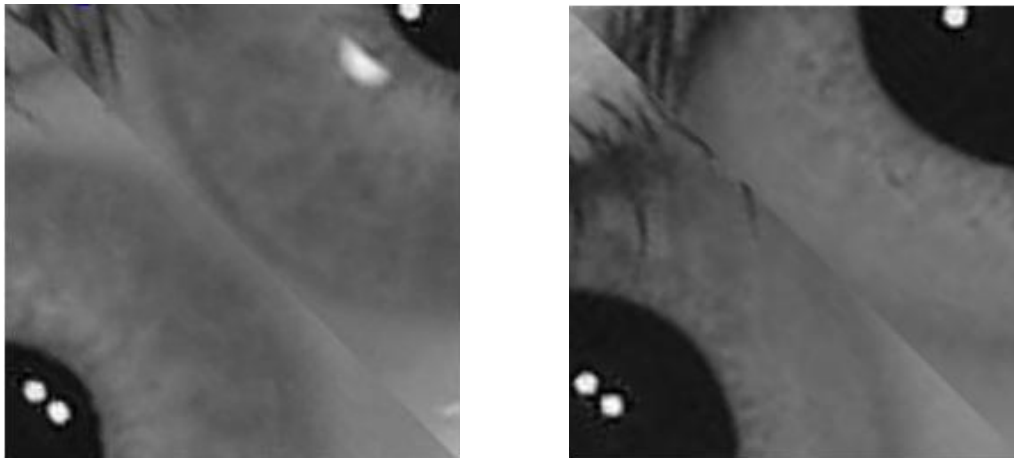


Fig. 28 Ejemplo de la segmentación del iris.

Tabla 2 Tiempo de la etapa de segmentación del iris

	Libor Masek	Metodo Propuesto
Prueba	Unidad de tiempo en segundos	
1	98.7023	21.4138
2	92.0381	24.3621
3	84.2285	22.3445
4	69.6965	23.2832
5	66.3224	22.4135
Tiempo Promedio	82.1975	22.76342

3.3 El filtro de Gabor como clasificador de texturas

La clasificación o segmentación de texturas tiene varias aplicaciones tales como: la extracción y el reconocimiento de objetos dentro de un escenario, identificación de personas usando el patrón de texturas del iris.

Se emplea el filtro de Gabor para la obtención del vector característico correspondiente al iris, se utilizan los siguientes parámetros: son 10 frecuencias y 8 orientaciones, las dimensiones de la imagen son 256x256, con lo que se obtiene un vector de tamaño 1x80

Patrones resultantes

Los parámetros del filtro de Gabor con los que se trabaja son 10 frecuencias, 8 orientaciones las dimensiones de la imagen son 256x256, en la grafica podemos observar los patrones intraclases de dos imágenes del iris de una persona donde podemos observar que el sistema propuesto nos da buenos resultados.

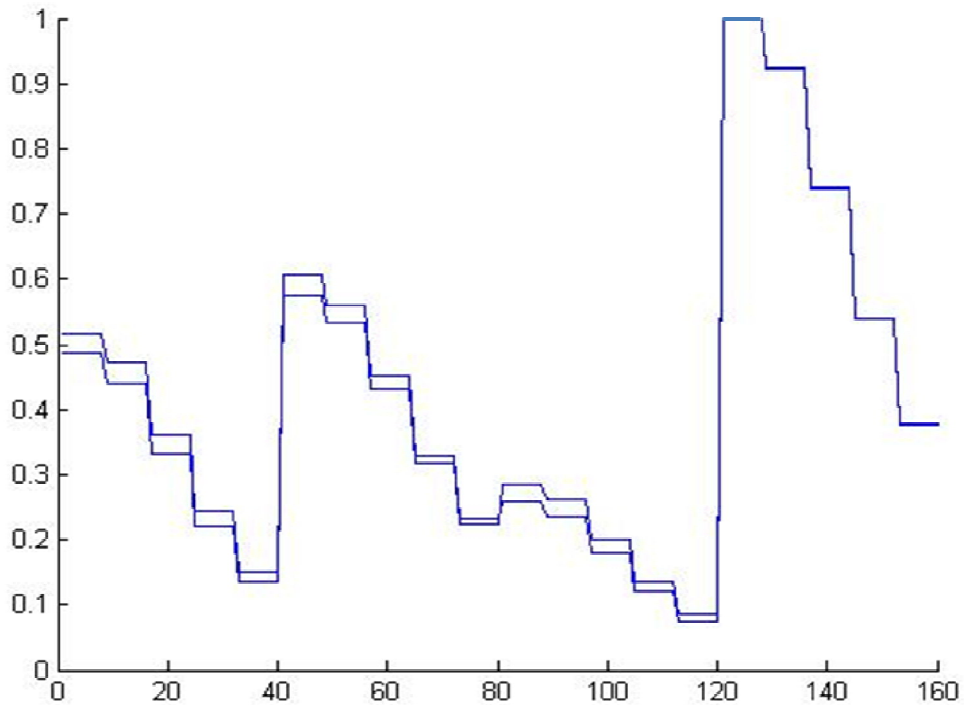


Fig. 12 Vectores característicos de una persona

En la Fig.13 se muestra el vector característico de dos individuos, como se observa en la imagen son diferentes.

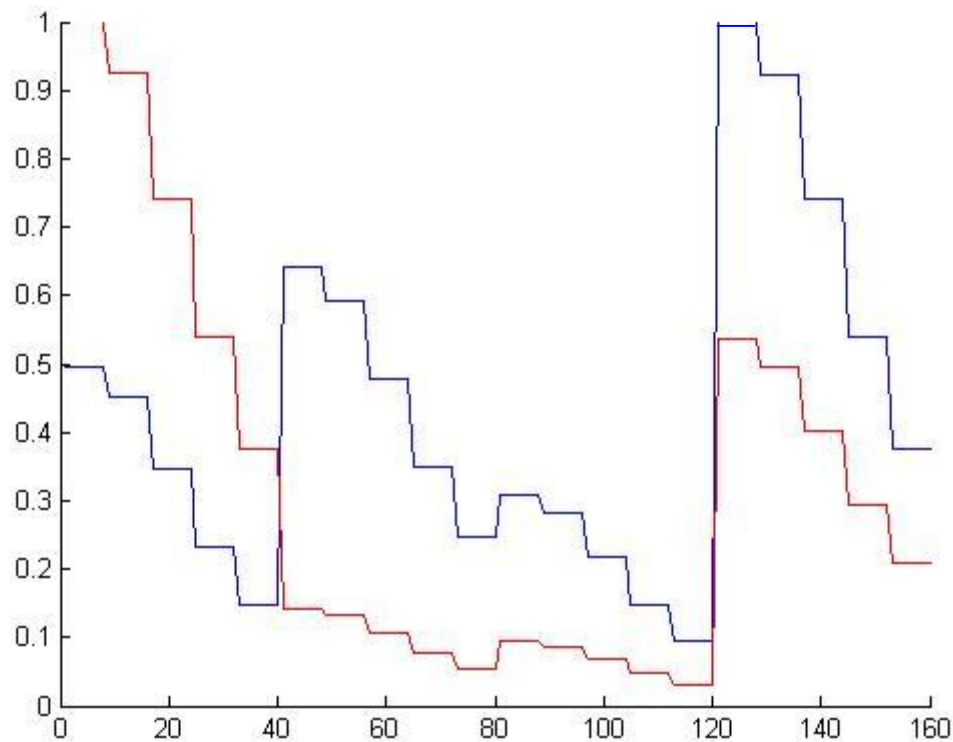


Fig. 13 Vectores característicos de dos personas

3.4 Clasificadores

Uno de los sistemas empleados en el reconocimiento es la SVM (Maquina de Soporte Vectorial) “aunque existen muchas técnicas alternativas para enfrentar problemas de clasificación, las maquinas de soporte vectorial han sido desarrolladas como una herramienta robusta para clasificación en dominios complejos y ruidosos.” Las SVM pueden ser usadas para extraer información relevante a partir de conjunto de datos y construir algoritmos de clasificación para datos masivos.

El segundo sistema propuesto es RNA-Retro- Propagación (Red Neuronal de retro propagación) La cual tiene la capacidad de aprender ciertas tareas a través

de un entrenamiento y pueden diferenciar patrones, y son capaces de estar constante mente cambiando para adaptarse a las nuevas condiciones.

Resultados de reconocimiento

Para realizar el reconocimiento se entrena una red neuronal de retropropagación para reconocer las características del iris. Las primeras 10 muestras están definidas para el sujeto uno y así sucesivamente y cada una se guarda como un vector de longitud 1x160 los archivos de datos son una matriz de entrada x (tamaño = 160 x 100) y una matriz objetivo (tamaño= 7x100).

La red neuronal se entrena para identificar texturas del iris. La red tiene 160 entradas correspondientes a las casillas de la plantilla y tienen 7 salidas correspondientes. Se utiliza una tasa de aprendizaje de 0.5 un entrenamiento máximo de 5000 ciclos y un error mínimo cuadrado de 0.5 con esto establecido se entrena la red y se procede a realizar pruebas.

Las características del reconocimiento aplicadas al sistema en el que se utilizaron 100 muestras, 10 personas que se aplicaron a la SVM y RNA-Retro-Propagación se obtuvo del 88% de reconocimiento en la Tabla 1 se muestran los Porcentajes de de Falsos Aceptados Falsos Rechazados y un Porcentaje de error del sistema para los clasificadores empleados SVM y RNA.

Tabla 3 Resultados del análisis sin el procesamiento.

	% DE FALSO ACEPTADO	% DE FALSO RECHAZADO	% DE ERROR GLOBAL
SVM	8%	11%	19%
RNA	9%	15%	24%

Tabla 4 Resultados del análisis.

	% DE FALSO ACEPTADO	% DE FALSO RECHAZADO	% DE ERROR GLOBAL
SVM	2%	7%	9%
RNA	4%	11%	15%

Capítulo 4

4.1 CONCLUSIONES

En este trabajo de tesis, se realizó el estudio de métodos de procesamiento digital de imágenes para la extracción de características de iris, para este estudio se utiliza la base de datos CASIA, esta base de datos es utilizada como parámetro de comparación con otros sistemas, tomando en cuenta que no hay un estándar que determine las características de captura de imágenes del ojo. El principal trabajo fue elaborar un sistema de pre-procesamiento de imágenes con la finalidad de mejorar la detección y extracción de texturas del iris, esta información se utilizó para generar un vector característico que permita el reconocimiento de personas.

Para el desarrollo del algoritmo se analizaron los métodos que podrían mejorar la calidad de la imagen del iris. Así mismo se obtuvo un método eficaz para la detección y segmentación del iris. El objetivo principal del trabajo fue mejorar la calidad de las imágenes, para lograrlo se realizó un filtrado multidimensional el cual realiza las texturas del ojo y obtiene una mejor caracterización de las texturas con el filtro de Gabor, para localizar los límites de la región de interés se emplea el filtro de Canny, el cual realiza la detección de bordes en la imagen del ojo, con el filtro morfológico de dilatación nos encargamos de engrosar los bordes optimizando la detección del iris y a su vez se elimina la información no deseada (ruido), la aplicación de la transformada circular de Hough es utilizada para detectar la región de interés en la imagen del ojo. Al juntar todas estas etapas se obtiene una segmentación rápida y precisa del iris. En la etapa de extracción de características se utiliza el filtro de Gabor para la extracción de texturas del iris obteniendo un vector característico para el reconocimiento. En la etapa de reconocimiento se utilizaron Redes neuronales y la Máquina de Soporte vectorial obteniendo un 88% de reconocimiento.

4.2 Bibliografía y Referencias

- [1] Prabhakar, S., S. Pankati and A. K. Jain (2003). Biometric Recognition: Security and Privacy concerns. Proc. of the IEEE Security and Privacy.
- [2] Kaushik Roy, Prabir Brattacharya “Iris Recognition A Machine Learning Approach”.
- [3] Richard P. Wildes, “Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology” Member, IEEE 1997.
- [4] Gonzalo Pajares, Jesús M. de la Cruz. Visión por Computador. Imágenes Digitales y Aplicaciones. Ra-Ma, 2001.
- [5] Rafael C. Gonzales. Richard E Woods. Digital Image Processing Thir Edition , Pearson Prentice Hall 2008.Pag (719,720,721)
- [6] Erik Cuevas, Daniel Zaldívar, Marco Pérez. Procesamiento digital de imágenes con Matlab y Simulink. Primera Edición Alfaomega grupo Editor. Septiembre 2010.
- [7] Biometric History NSTC Subcommittee and Identity Management Room.
<http://www.biometrics.gov/Documents/BioHistory.pdf>
- [8] J. G. Daugman., “*High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence*”. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, nº 11. Noviembre 1993. pp. 1148-1161.
- [9] Robert M. Haralick, Linda G. Shapiro, Computer and Robot Vision volume 1, Addison Wesley, 1992.
- [10]] TISSE, C. ; MARTIN, L.; TORRES, L. y M. ROBERT. Person identification technique using human iris recognition. Universite de Montpellier. 2000
- [11] Calzado Canteño Jesus Reconocimiento de Iris usando Transformadas Wavelts 5 de enero de 2008
- [12] F. H. Adler, Physiology of the Eye. St. Louis, MO: Mosby.
- [13] H. Davson, The Physiology of the Eye, 2nd ed. Boston, MA: Little, Brown & Co.
- [14] Li Ma, Yunhong Wang, Tieniu Tan “Iris Recognition Using Circular Symmetric Filters” 2002.

- [15] Zamudio Fuentes Luis Miguel, Tesis “Reconocimiento del iris como identificación biométrica utilizando el video”,2010. IPN CITEDI.
- [16] John Canny. A computational approach to edge detection. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, PAMI-8(6):679–698, Nov. 1986.
- [17] Sergei Azernikov. Sweeping solids on manifolds. In Symposium on Solid and Physical Modeling, pages 249–255, 2008.
- [18] F. Mai, Y. Hung, H. Zhong, and W. Sze. A hierarchical approach for fast and robust ellips extraction. Pattern Recognition, 41(8):2512–2524, August 2008.
- [19] Enrique Graue, Oftalmología en la práctica de la medicina general, segunda Edición, Mc Graw hill, 2003
- [20] Diccionario Terminológico De Ciencias Médicas, 13° edición, Masson, 2001.
- [21] J. G. Daugman. “*Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters*” *Journal of the optical society of America A*, vol.2,no. 7,1985.
- [22] Arturo Mora Lazarini., Mariko Nakano M., Héctor Pérez M. “Clasificación de texturas de imágenes usando filtros bidimensionales de Gabor”
Noviembre 2001
- [23] Kelsey Alejandra Ramírez Gutiérrez, Tesis “Reconocimiento de rostros utilizando análisis de Componentes principales y ecualización de Histograma”, IPN ESIME Culhuacan, Junio 2010



MA-18	Perturbación simultánea para entrenamiento de sistemas lineales y no lineales E. Vázquez Roque, H. Pérez Meana
MA-19	Crecimiento y caracterización de CdS con doble para aplicaciones fotovoltaicas S. Gómez-Romero, N. Rose-Mathews, G. Pérez-Hernández, D. Martínez-Hernández, E. Ramírez-Morales, X. Mathew
MA-20	Diseño y construcción de un robot de 4 GDL teleoperado por voz I. Suaste Martínez, H. León Camacho, C. Torres Colín, J. Rodríguez Miramontes
MA-21	Sensado de volumen de líquidos tóxicos F. J. Torres del Carmen, J. E. Mota Cruz, L. Ixtlilco Cortes, V. M. Ocampo Fernández
MA-24	Análisis y extracción de texturas del iris para el reconocimiento de patrones D. M. García Guillen, M. González Lee, G. Sánchez Pérez, H. Pérez Meana, L. K. Toscano Medina
MA-25	Estudio del efecto de tratamiento postdeposición con CdCl₂ sobre las propiedades ópticas y morfológicas de películas de CDTE preparadas por el método CSS C. Ricardez-Jiménez, M. E. Hernández-Torres, J. M. Gracia-Jiménez, N. R. Silva-González, G. Pérez-Hernández, X. Mathew
MA-26	Estudio de la incorporación de Mg en CdTe para el desarrollo de películas delgadas de Cd_{1-x}Mg_xTe con una apropiada brecha de energía para aplicaciones en celdas solares tipo Tandem O. S. Martínez, L. Ixtlilco, E. Miranda-Mandujano, X. Mathew
MA-27	Diseño y construcción de un brazo manipulador de un robot móvil de seguridad. Parte I L.A. Cuevas, I. Ramírez Vargas
MA-28	Generación de energía eléctrica con alternador de flujo axial C. Elizalde Nava
MA-29	Enfoque basado en pasividad para la identificación en lazo cerrado de un servomecanismo de CD R. Miranda, F. Ochoa
MA-33	Prototipo de máquina evaporadora y atomizadora de líquidos (EVATOM) E. D. Cervantes Portillo, M.A. Aguilera Jiménez
MA-34	Comportamiento tribológico de aceros H13 tratados superficialmente I. Vidal Notario, J. Solís Romero, O.A. Gómez Vargas, D.V. Melo Máximo, J. Oseguera Peña
MA-35	Diseño, simulación y construcción de un convertidor DC/DC para un sistema de recarga, basado en celdas de combustible tipo PEM S. A. Granados Pérez, L. A. Zamora Campos
MA-36	Plataforma paralela basada en FPGA para aplicaciones evolutivas J. M. Xicoténcatl Pérez
MA-37	Implementación de una red neuro-difusa adaptable usando lógica difusa tipo II con fines de control M. A. Márquez Vera, F. Muñoz Palacios, I. Morgado
MA-38	Diseño, construcción y control visual de robots móviles autónomos terrestres Y. Martínez Campos, H. Romero
MA-41	Plan de comercialización de productos agrícolas deshidratados a partir de tecnologías basadas en secado solar R. Córdova-Montiel, G. Dantorie-Alcudia, G. Pérez-Hernández, B. Escobar-Morales

:fondo membr



SIMPOSIO IBEROAMERICANO MULTIDISCIPLINARIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

La Universidad Politécnica de Pachuca, otorga el presente

Reconocimiento a:

Dhayan Mizael García Guillen, Mario González Lee, Gabriel Sánchez Pérez, Héctor Pérez Meana, Linda Karina Toscano Medina

Por haber participado con la exposición oral “ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE TEXTURAS DEL IRIS PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES”, en el marco del Simposio Iberoamericano Multidisciplinario de Ciencias e Ingenierías, efectuado del 21 al 23 de septiembre de 2011, en la ciudad de Pachuca, Hidalgo, México.


M.A.E. Sergio Alejandro Arteaga Carreño
Rector

ANALISIS Y EXTRACCION DE TEXTURAS DEL IRIS PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES.

Dhayan Mizael García Guillen, Mario González Lee, Gabriel Sánchez Pérez, Héctor Pérez Meana, Linda Karina Toscano Medina

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación,
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán
Instituto Politécnico Nacional

Av. Santa Ana No. 1000, Col. San Francisco Culhuacán, Coyoacán C.P.04430 Tel: 56242000, ext. 73266 México D.F. e-mail: dgarciag0809@ipn.mx _mglezlee@gmail.com gasanchezp@ipn.mx hmperez@ipn.mx ltoscano@ipn.mx

Resumen

Este trabajo propone el estudio de imágenes biométricas del Iris, éste posee una estructura interesante desde el punto de vista de su constitución morfológica, las texturas con las que cuenta, poseen información que nos permite identificar a una persona; por lo tanto es conveniente el desarrollo de un método efectivo para identificar personas utilizando sus rasgos biométricos. Para este trabajo se propone la utilización de la Transformada de Hough como método para la localización del iris, además se emplean técnicas de procesamiento de imagen como filtro multidimensional de imágenes, filtro de canny para la segmentación y extracción de bordes, la codificación se realizará utilizando filtros de Gabor para caracterizar las texturas tomando como hipótesis principal de este trabajo de que el iris puede clasificarse como una textura y generar un vector propio utilizándolo como entrada a una MSV o una RNA- Retro-propagación. Los resultados muestran que la metodología empleada funciona adecuadamente y se obtuvo un porcentaje del 88% de reconocimiento para las muestras utilizadas de la base de datos de CASIA.

Palabras clave: Transformada de Hough, Filtros de Gabor, MSV(Maquina de soporte vectorial), RNA-Retro-propagación.

Abstract

This paper proposes the biometrics iris images study, it has an interesting structure from the point of view of their morphological constitution, theirs textures has information that allows us to identify people; therefore it is convenient to develop an effective biometric method to identify people using their features. In this paper we propose the use the Hough Transform to locate the iris, applying image processing techniques like filtering of multidimensional image, canny filter for the segmentation and edge detection. The encoding is performed using Gabor filters to characterize texture taking as a hypothesis of this paper that the iris could be classify as a texture and generate an eigenvector used as input to SVM and ANN-Back -propagation. The results show that the methodology used is functional and yielded an 88% recognition rate for the samples used in the CASIA database.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas basados en biometría tienen muchas ventajas sobre otros sistemas tradicionales como por ejemplo la biometría de reconocimiento de iris es aceptado como una de las formas más seguras para identificar personas con gran variedad de aplicaciones, control de accesos, identificación de individuos etc.

Los sistemas de procesamiento se enfocan en el análisis de textura. Las texturas en un iris, pueden caracterizarse mediante la información de frecuencia y la información de orientación, Un sistema de

reconocimiento de iris tiene diferentes etapas, las cuales se ilustran en la fig.1. [1]

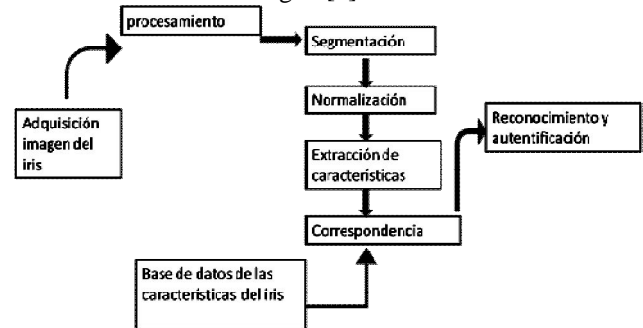


Fig.1 Sistema típico de reconocimiento de iris.[1]

Para poder iniciar el procesamiento es conveniente conocer al ojo humano, técnicamente el iris es el escudo del ojo. Es una membrana delgada que se extiende por la parte anterior del ojo y con el apoyo de la lente (ver fig. 2 y fig. 3). En su base, el iris se une a la de los ojos cuerpo ciliar. En el extremo opuesto, suele ser ligeramente hacia el lado nasal y debajo del centro. La córnea se encuentra en frente del iris y proporciona un sistema transparente, cubierta protectora. [2]

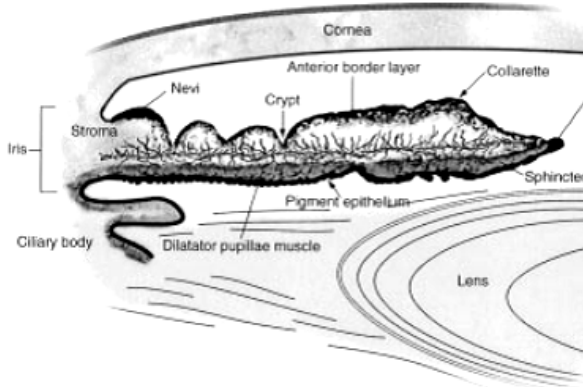


Fig.2 Anatomía del iris humano. La estructura del iris visto en una sección transversal. [2]

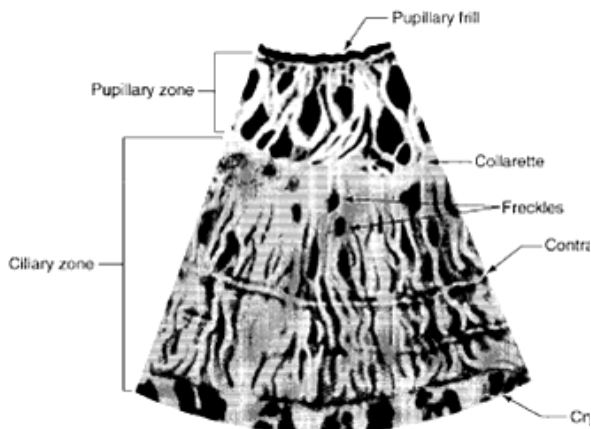


Fig.3 Anatomía del iris humano. Estructura del iris visto en una sección frontal. [2]

El iris está formado por varias capas. Su superficie posterior consiste en gran medida del epitelio pigmentado, las células que hacen la luz estrecha (es decir, impenetrables por la luz). Anterior a esta capa tiene dos músculos de control de la pupila. La siguiente capa es el estroma. Corriendo

a través de esta capa se encuentran radialmente los vasos sanguíneos. La capa anterior es la parte de frontera, a diferencia del estroma es la capa más densa, especialmente con las células de pigmento individuales llamada chromatophores. La apariencia visual del iris es un resultado directo de su estructura de varias capas. La superficie anterior del iris es dividido en una zona central de la pupila es la zona circular ciliar. La frontera de estos dos ámbitos se denomina collarete, aparece como un canto circunferencial zigzag como borde de la capa anterior que termina abruptamente cerca de la pupila. La zona ciliar contiene muchas crestas entrelazadas como resultado del soporte del estroma la línea contráctil aquí puede variar con el estado de la pupila. Otras variaciones se deben a las *criptas* (atrofia irregular de la fronteracapa), *nevus* (pequeñas elevaciones de la capa de frontera), y las *peças* (colecciones locales de chromatophores). Los detalles adicionales de la estructura del iris se pueden encontrar en la literatura biomédica (por ejemplo, [3], [4]).

DESARROLLO

Dentro de los método para la localización del iris, se emplean técnicas de procesamiento de imagen como filtro multidimensional, filtro de canny para la segmentación y extracción de bordes, la codificación se realizará utilizando filtros de Gabor para caracterizar sus texturas tomando como hipótesis principal de este trabajo que el iris se clasifique a través de sus textura y generar un vector propio utilizándolo como entrada a una MSV o una RNA- Retro-propagación.

Obtención de la imagen del iris

En el sistema propuesto se empleara la base de dato de imagen de iris de CASIA-IrisV3-Lamp las características de las imágenes son: Imagen .jpg Dimensiones 640 x 480 en escala de grises.

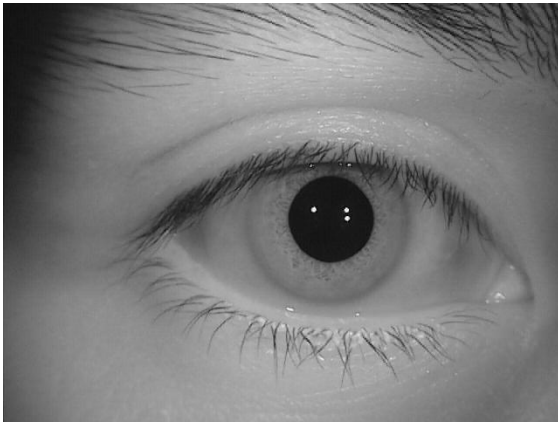


Fig.4 Imagen de la base de datos CASIA 640 x 480

Sistema propuesto de procesamiento

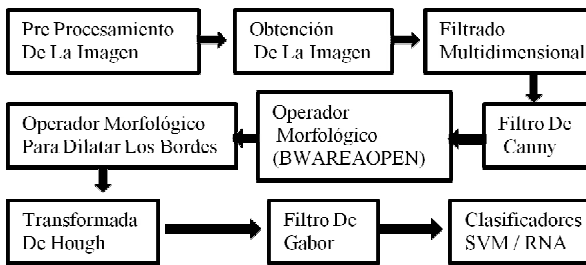


Fig.5 Sistema propuesto de reconocimiento de iris.

Procesamiento de la imagen

Para localizar el iris en la imagen del ojo Fig.4 se propone que las imágenes se procesen con dimensiones 321x281 donde se ubica la región de interés para reducir la oclusión generada por los párpados, pestañas, cejas de otra forma sería más difícil encontrar al iris.

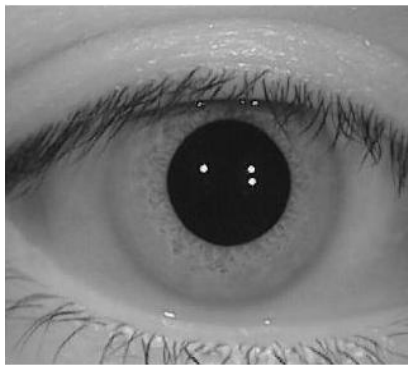


Fig.6 Imagen de la base de datos CASIA recortada 321 x 281

Se aplica un filtro multidimensional en la Fig.6 el cual tienen por objeto realzar las texturas su utilización es normalmente necesaria antes de la aplicación de un detector de bordes para realzar los bordes de la imagen del ojo. De esta forma se homogeneizan los píxeles de intensidad muy diferente con respecto a la de los vecinos al mismo tiempo que se realzan los detalles del iris.

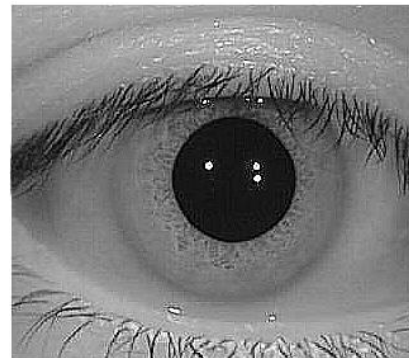


Fig.7 Imagen de la Fig.6 procesada con el filtro multidimensional

Filtro de Canny

En el procesamiento de la imagen se utiliza el algoritmo de Canny para la detección de bordes, es uno de los métodos relacionados con la detección de bordes que utiliza 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 característica que es usada para detectar un borde.

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. [5], [6].

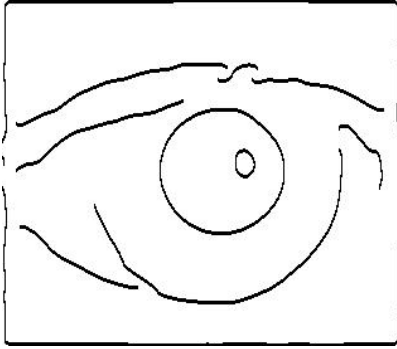


Fig.8 Imagen procesada con el filtro de Canny para obtener los bordes del iris

De manera experimental se hallaron los parámetros para el filtro de Canny el valor de $Th=0.2$ y el valor de $\sigma = 5,5$.

Operador morfológico (BWAREAOPEN)

Operador morfológico para eliminar el grupo de pixeles que dependen del numero de pixeles que se requiere eliminar, el valor que se propone se hallo de manera experimental (200 pixeles) en la imagen binaria Fig.8 este operador morfológico elimina grupos de pixeles que se encuentre unido entre ellos como podemos observar en la imagen de la Fig.9 la cual muestra a la imagen

Operador morfológico para Dilatar los bordes

Para localizar el iris dada la imagen Fig. 8 empleamos un operador morfológico para dilatar los bordes como se muestran en la Fig. 7, el operador de dilatación que empleamos es representado como A por B que se define como (1):

$$A \oplus B = \{x \text{ tal que } (\hat{B})_x \cap A \neq \emptyset\} \tag{1}$$

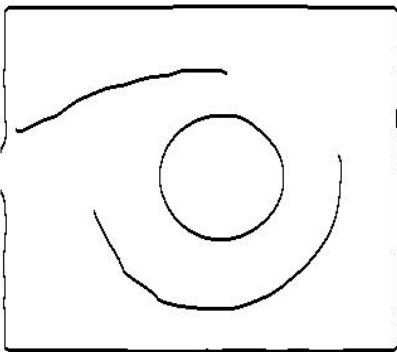


Fig.9 Imagen procesada con el operador morfológico de Dilatación

Localización del iris utilizando la transformada circula de Hough.

Para localizar el iris en el proceso utilizamos la transformada de Hough (Hough, 1962) es un método para detectar líneas, curvas formas arbitrarias imágenes en escala de grises, En esta implementación de la transformada de Hough se busca realizar una estimación previa del radio y luego se calcula el acumulador para radios en un entorno de pixeles del radio estimado. Las coordenadas del máximo de este acumulador corresponden a las tres (coordenadas del centro, y radio) que mejor se ajusta, La transformada de Hough puede ser descrita como una transformación de un punto de x, y de un plano con el parámetro a la ecuación del círculo está representada por:

$$y = r_0x + c_0 \tag{2}$$

$$d^2 = (r - r_0)^2 + (c - c_0)^2 \tag{3}$$

Donde d es el radio (r_0, c_0) son las coordenadas del centro, de tal forma se obtienen los parámetros empleados para aplicar el algoritmo de Hough dada la ecuación para métrica del círculo Ecuación (4). [7]

$$\begin{aligned} r &= r_0 + d \sin \theta \\ c &= c_0 + d \cos \theta \end{aligned} \tag{4}$$

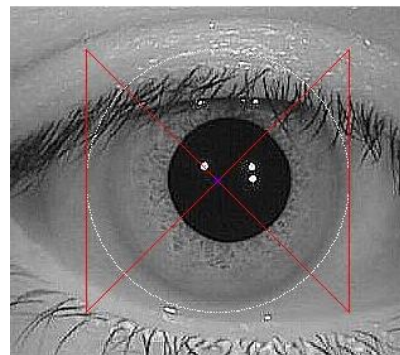


Fig. 10 Detección de la imagen del iris

En la Fig.10 se muestra la detección del iris que se realizo empleando la transformada de Hough, en la imagen se delimita la región de interés marcada por un círculo, el sistema propone la segmentación en un par de conos. En la Fig. 11 se ejemplifica como se segmenta la imagen del

iris.

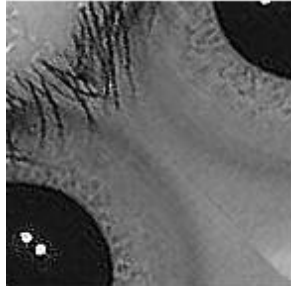


Fig. 11 Segmentación del iris

Clasificador de texturas usando filtro de Gabor

La clasificación o segmentación de texturas tiene varias aplicaciones tales como: la extracción y el reconocimiento de objetos dentro de un escenario, identificación de personas usando el patrón de texturas del iris. [8]

Funciones del filtro de Gabor que está dada por:

$$h(x, y) = h_c(x, y) + jh_s(x, y) \tag{5}$$

Donde h_c es la función simétrica par y h_s es la función simétrica impar, las cuales son dadas por:

$$h_c(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right]\right\} \cos(2\pi u_0 x') \tag{6}$$

$$h_s(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right]\right\} \sin(2\pi u_0 x') \tag{7}$$

Donde u_0 es la frecuencia central y σ_x^2 y σ_y^2 son la desviación de función Gaussian bidimensional, las cuales determinan el ancho de base en el eje-x y el eje-y de la campana de la función Gaussiana (x', y') son puntos en el dominio espacial rotados por un ángulo \emptyset , como se expresa en las ecuaciones (8) y (9).

$$x' = x \cos \emptyset + y \sin \emptyset \tag{8}$$

$$y' = -x \sin \emptyset + y \cos \emptyset \tag{9}$$

Patrones resultantes

Los parámetros del filtro de Gabor con los que se trabaja son 10 frecuencias, 8 orientaciones las

dimensiones de la imagen son 256x256, en la grafica podemos observar los patrones intraclasses de dos imágenes del iris de una persona donde podemos observar que el sistema propuesto nos da buenos resultados Fig. 12.

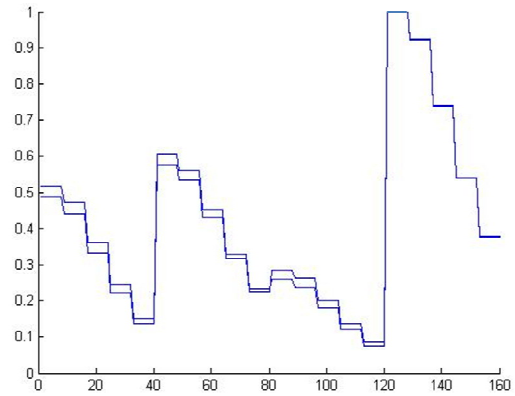


Fig. 12 Vectores característicos de una persona

En la Fig.13 se muestra el vector característico de dos individuos, como se observa en la imagen son diferentes.

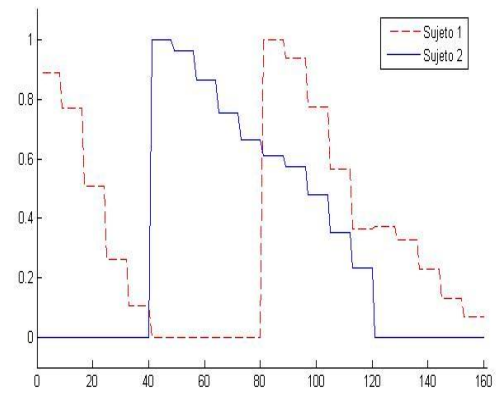


Fig. 13 Vectores característicos de dos personas

Clasificadores

Uno de los sistemas empleados en el reconocimiento es la SVM (Maquina de Soporte Vectorial) “aunque existen muchas técnicas alternativas para enfrentar problemas de clasificación, las maquinas de soporte vectorial han sido desarrolladas como una herramienta robusta para clasificación en dominios complejos y ruidosos.” Las SVM pueden ser usadas para extraer información relevante a partir de conjunto

de datos y construir algoritmos de clasificación para datos masivos.

El segundo sistema propuesto es RNA-Retro-Propagación (Red Neuronal de retro propagacion) La cual tiene la capacidad de aprender ciertas tareas a través de un entrenamiento y pueden diferenciar patrones, y son capaces de estar constante mente cambiando para adaptarse a la nuevas condiciones.

Resultados de reconocimiento

Las características del reconocimiento aplicadas al sistema en el que se utilizaron 100 muestras, 10 personas que se aplicaron a la SVM y RNA-Retro-Propagación se obtuvo del 88% de reconocimiento en la Tabla 1 se muestran los Porcentajes de de Falsos Aceptados Falsos Rechazados y un Porcentaje de error del sistema para los clasificadores empleados SVM y RNA.

Tabla 1. Resultados del análisis.

	% DE FALSO ACEPTADO	% DE FALSO RECHAZADO	% DE ERROR GLOBAL
SVM	2%	7%	9%
RNA	4%	11%	15%

CONCLUSIONES

En este artículo se presenta un sistema de procesamiento de imágenes de iris que tiene la finalidad de mejorar las características de localización del iris con el fin de utilizar la información en el reconocimiento de personas, empleando un filtro morfológico que realza las texturas para el procesamiento mediante la eliminación de información no deseada en la imagen del iris que mejora la detección de iris, a su vez realzar las texturas del iris para mejorar la etapa de extracción de vectores característico para el reconocimiento de personas que los filtro de Gabor proveen y son un medio efectivo para la caracterizar texturas del iris, por lo que los resultados obtenidos del sistema son muy buenos.

REFERENCIAS

[1] Kaushik Roy, PrabirBrattacharya “Iris Recognition A Machine Learning Approach”.

[2] Richard P. Wildes, “Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology”1997

[3] F. H. Adler, *Physiology of the Eye*. St. Louis, MO: Mosby.

[4] H. Davson, *The Physiology of the Eye*, 2nd ed. Boston, MA: Little, Brown & Co.

[5] Jorge Valverde Rebaza, Escuela Académico Profesional de Informática, Universidad Nacional de Trujillo, ” Detección de bordes mediante el algoritmo de Canny”

[6] Gonzalo Pajares, Jesús M. de la Cruz. *Visión por Computador. Imágenes digitales y aplicaciones*. Ra- Ma, 2001.

[7]Haralick Robert M., Shapiro Linda G., Computer and Robot Vision Volume 1 Copyright 1992 by Addison-Wesly Publishing Company, Inc.

[8] Arturo Mora Lazarini., Mariko Nakano M., Héctor Pérez M. “Clasificación de texturas de imágenes usando filtros bidimensionales de Gabor” Noviembre 2001

Programa 21 al 23 de Septiembre



11:20-11:40		<p>MA-21: Sarsado de volumen de líquidos tóxicos F. J. Torres del Carmen, J. E. Mota Cruz, L. Isiflco Cortes, V. M. Ocampo Fernández</p>	<p>BTA-13: Evaluación genotóxica de <i>Heterozineca</i> /mutoides (Árnica) en prueba de AMES N.J. Ruiz Pérez, J. Espinosa Aguirre, S.L. Hernández Ojeda, J. Sánchez Navarrete, M. Arriaga Alba</p>
11:40-12:00		RECESO	
	Salón Monterrey 1/ 2do piso /Tuzo Forum TEMÁTICA: TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y FINANCIERA Moderador: Dra. Reyna del Carmen Martínez	Salón Monterrey 2/ 2do piso /Tuzo Forum TEMÁTICA: MECATRÓNICA Moderador: Dr. Luis Enrique Ramos Velasco	Salón Monterrey 3/ 2do piso /Tuzo Forum TEMÁTICA: BIOTECNOLOGÍA Moderador: Dr. Alejandro Téllez Jurado
12:00-12:20	<p>Conferencia Magistral: Entornos virtuales de aprendizaje y enseñanza: Aportaciones desde la investigación Dr. Julio Cabero Almonera, Universidad de Sevilla, España.</p>	<p>MA-16: Desarrollo de una interfaz gráfica de usuario para construir esquemas de criptografía visual de acceso general F. Cuadros Romero, A. Espejel Trujillo, M. Nakano Miyatake, E. Escamilla Hernández, G. Aguilar Torres</p>	<p>Conferencia Magistral: Biorremediación de suelos y acuíferos contaminados: investigación y desarrollo tecnológico en México. Dr. Mariano Gutiérrez Rojas-JAM-zitapalapa, D.F., México</p>
12:20-12:40		<p>MA-17: Detección de minucias en venas esclerales J. C. Santiana Pérez, S. I. Ortiz Caballero, G. Aguilar Torres, M. A. Rosales García</p>	
12:40-13:00	<p>Panel de Discusión Moderadora: Mitra, Martha Patricia Robles Gutiérrez RETOS DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Dr. Julio Cabero Almonera U. Sevilla (Énfasis educativo) Dr. Víctor Germán Sánchez, CATED UNAM (Énfasis desarrollo tecnológico) Dra. Lourdes Galana de la O, SINED (Énfasis Conceptualización y Normalización de la Educación a Distancia) M. en C. Manuel Quintero, ESAD (Énfasis Oferta Educativa en EAD nivel superior) Lic. Carlos Casasús López-Hermosa, CUD</p>	<p>MA-24: Análisis y extracción de texturas del iris para el reconocimiento de patrones D. M. García Guillén, M. González Lee, G. Sánchez Pérez, H. Pérez Mecana, L. K. Toscano Medina</p>	
13:00-13:20		<p>MA-18: Perturbación simultánea para entrenamiento de sistemas lineales y no lineales E. Vázquez Roque, H. Pérez Meana</p>	<p>BTA-15: Uso de <i>Tradescantia pallida</i> como bioindicador de contaminantes de suelos con presencia de residuos mineros (Jalisco) J. M. Solís, E. Romo Gallegos</p>
13:20-13:40		<p>MA-20: Diseño y construcción de un robot de 4GDL teleoperado por voz I. Suaste Martínez, H. León Camacho, C. Torres Colín, J. Rodríguez Miramontes</p>	<p>BTA-16: Efecto quimiopreventivo de <i>Spirulina</i> 4éxima en lesiones preneoplásicas inducidas por azoximetano en ratón V. Islas Islas, G. Chamorro Cevallos, D. Madrigal Santillan, F. García Melo, I. Álvarez González, E. Madriga Eujaldir</p>