

XXII JORNADAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO BASADO EN EL PERFIL LATERAL DE UNA PERSONA UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL.

Rodríguez Salavarría Juan Pablo, Ing.
Álvarez Rueda Robin, PhD.

Grupo de Aplicaciones en Biotecnología y Telecuidado(GABT)
Escuela Politécnica Nacional

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los sistemas de seguridad están tratando de ser más confiables para el público, por esta razón la mejor opción son los sistemas biométricos, que se basan en el reconocimiento de rasgos físicos, los mismos que son de difícil reproducción por lo tanto los vuelve sistemas más confiables que los comúnmente usados.

En la actualidad se están usando sistemas biométricos en sistemas informáticos, en el área industrial, para control de personal en oficinas, para sistemas de acceso, seguridad y control de clientes en bancos.

Los sistemas biométricos que actualmente se encuentran son los de reconocimiento de la voz, reconocimiento de la retina y el iris del ojo, reconocimiento facial, reconocimiento de las venas de la mano o la geometría de la mano, y como una opción más en los sistemas de autenticación biométrica, en este trabajo, se propone implementar el reconocimiento basado en el perfil de una persona.

El proyecto de Reconocimiento del Perfil Lateral de una Persona utilizando Visión Artificial, es un tipo de sistema biométrico que al igual que los anteriores sistemas mencionados consta de un algoritmo de clasificación basado en la comparación de una imagen de base con la nueva imagen de prueba, procedimiento que se detallará más adelante.

2. Estado del Arte

Los sistemas biométricos son sistemas de reconocimiento o de autenticación de los rasgos característicos de una persona, el reconocimiento puede ser de características físicas como la forma geométrica de la mano, del iris o la retina del ojo, la huella digital, la oreja, el rostro y últimamente el reconocimiento de las venas de la mano y del dedo índice, además se realiza el reconocimiento según patrones de

comportamiento como la voz, la firma, dinámica de tecleo o forma de teclear, los ejemplos se puede ver en las figuras 1 y 2.

Los sistemas biométricos son muy confiables porque generalmente realizan la autenticación de características que son irrepetibles en los seres humanos, por esta razón son muchas las empresas de varios ámbitos que usan este tipo de sistemas como son las bancarias, para que sus clientes se sientan más seguros ya que a diferencia de las tarjetas que se pueden perder o de las claves que son transferibles, los patrones de reconocimiento son más difícil de sustraer y falsificar. Además, las industrias los usan para control de personal debido a que se puede reducir la posibilidad de suplantación de identidades. También son muy utilizados en el área de la salud como mecanismo de acceso a historias clínicas para el suministro de medicamentos, en aeropuertos son usados para control fronterizo de inmigrantes y pasaportes, algunos gobiernos también los usan para identificación de votantes.

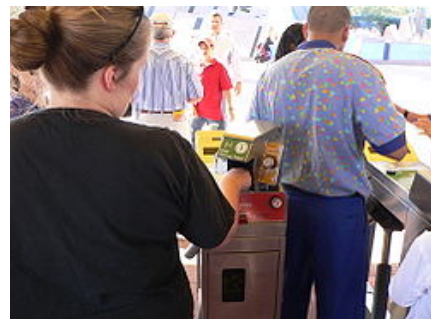


Figura 1.- En Disney World, se toman medidas biométricas de los visitantes con pase de varios días para asegurarse de que el pase es usado por la misma persona todos los días [1].

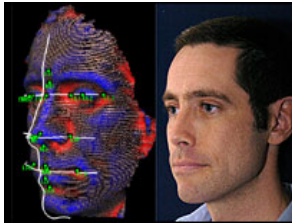


Figura 2.- Reconocimiento del rostro aplicado en computadores personales Toshiba [2].

Por estas razones en la actualidad se trata de mejorar dichos sistemas o crear nuevos sistemas biométricos, como el que aquí se plantea y que no existe referencia en la literatura científica: **reconocimiento del perfil de una persona. Este** realiza la autenticación de una característica única que tienen las personas como lo es el **perfil lateral del rostro**. Principalmente se basa en la aplicación de tecnologías como lo son: la visión artificial y el procesamiento de imágenes. En la tabla 1 se aprecia algunas características de los sistemas biométricos.

	Ojo(Iris)	Ojo(Retina)	Huellas dactilares	Geometría del mano	Escritura y firma	Voz	Gira
Fiabilidad	Muyalta	Muyalta	Alta	Alta	Meda	Alta	Alta
Facilidad de uso	Meda	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Prevención de ataques	Muyalta	Muyalta	Alta	Alta	Meda	Meda	Meda
Aceptación	Meda	Meda	Alta	Alta	Muyalta	Alta	Muyalta
Estabilidad	Alta	Alta	Alta	Meda	Baja	Meda	Meda

Tabla 1.- Características de los sistemas biométricos [1].

Los procesos que intervienen en este tipo de sistemas son el de autenticación y el de identificación, la *autenticación* no es más que la comparación entre los rasgos biométricos y los rasgos de un patrón guardado, en este proceso es necesario conocer la identificación del sujeto (imagen pregrabada).

La *identificación* en cambio es la comparación de los rasgos biométricos con patrones que anteriormente han sido guardados; en el proceso se presume que no se conoce la identidad del sujeto y simplemente la imagen es comparada con los patrones almacenados en un base de datos. En este proceso el resultado es la identidad del individuo, mientras que en el anterior proceso el resultado es simplemente verdadero o falso.

En el presente trabajo se realiza la *autenticación* del sujeto.

En general, el procesamiento que se realiza con toda imagen consta de 3 etapas que son: Visión Primitiva o Técnicas de Bajo nivel, Visión de Nivel Medio o Técnicas de Nivel Intermedio y Visión de Alto Nivel o Técnicas de Alto Nivel [3].

Las *Técnicas de Bajo Nivel* son las etapas en donde la imagen obtenida se suaviza, se elimina el ruido que se puede encontrar en el plano de la imagen y además se obtienen de la imagen bidimensional, es decir las aristas existentes entre regiones.

Las *Técnicas de Nivel Intermedio* son las que agrupan todas esas aristas para formar regiones bidimensionales.

Las *Técnicas de Alto Nivel* son las etapas en donde las regiones bidimensionales son reconocidas como objetos reales [3].

3.- Material y Métodos.

3.1 Material:

El sistema consta solo de una cámara web, una luz y el software para el desarrollo. Se inicia con la obtención de la imagen por medio de una cámara Web sencilla pero con una buena resolución para obtener una imagen de calidad, además se usará una luz blanca como la de una linterna para que la imagen del perfil sobresalga de entre los demás objetos que se encuentran en la escena.

3.2 Método:

La autenticación de una persona se realiza mediante algoritmos de procesamiento de imágenes, fundamentándose en las técnicas anteriormente mencionadas y que ahora se explican con más detalle:



Figura 3.- Análisis Básico de Imágenes.[4]

Para la adquisición de imagen se utiliza una cámara web y una luz que incide en el perfil de la persona,

porque “el brillo de un pixel en la imagen es proporcional a la cantidad de luz que llega a la cámara proveniente de la porción de superficie de la escena que se proyecta en ese pixel” [1], entonces dicha luz es muy importante para que la cámara capte de mejor manera la imagen y se evite realizar pre-procesamiento excesivo, por lo tanto los rasgos del perfil son más relevantes y de mejor definición, esto ayuda mucho en el procesado de la imagen al momento de extraer el perfil de la imagen (figura 4).



Figura 4.- Imagen obtenida con una cámara web con la incidencia de una luz en el rostro.

En el pre-procesado de la imagen lo que se hace es mejorar la imagen con el propósito de obtener una imagen apta para el procesamiento y obtención del perfil de la imagen. En esta etapa lo que se hace es pasar la imagen a escala de grises e inmediatamente lo que se hace es transformar la imagen a binario para poder aplicar los distintos algoritmos como de detección de bordes (figura 6), de eliminación de ruido (figura 7), operaciones morfológicas de rellenado de imagen, separación del objeto a analizar: el perfil (figura 8), etc.



Figura 5.- Imagen en escala de grises.



Figura 6.- Obtención de los bordes de la imagen.



Figura 7.- Imagen sin ruido y en binario.

En la etapa de segmentación de la imagen el propósito es extraer el perfil de la imagen que es parte de la imagen que se somete a comparación (autenticación):

3.3 Algoritmo de clasificación:

El procedimiento consiste en etiquetar la imagen para seleccionar solo el perfil y obtener el punto máximo de la imagen que en este caso es la punta de la nariz, y como se ve en la figura 8, se marca dicho punto obteniendo una imagen con las características necesarias para la comparación, ese punto es el punto máximo a la derecha de la imagen.

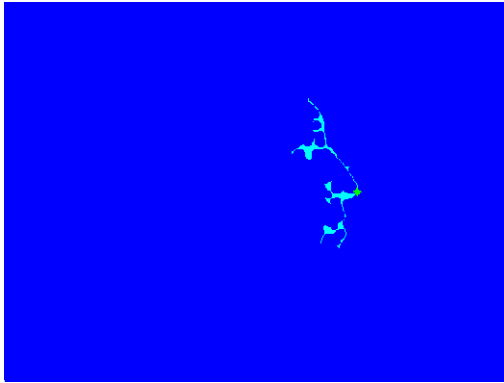


Figura 8.- Extracción del Perfil

De forma similar, se marca varios puntos tanto hacia arriba como hacia abajo del punto máximo (figura 9). Si este procedimiento se lo hace tanto en la imagen de base como en la nueva imagen a clasificar, se puede obtener un error al comparar ambas imágenes.

Luego, mediante un análisis estadístico, se puede tomar la decisión de si es o no la persona.

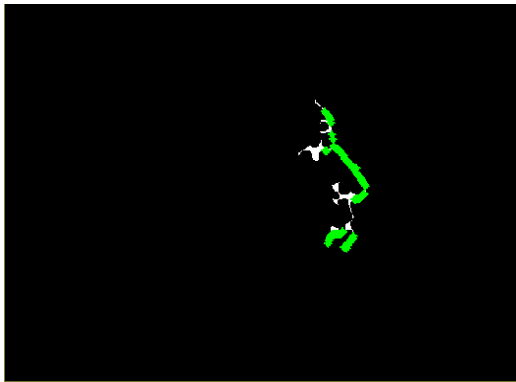


Figura 9.- Selección de puntos para la comparación.

De la misma forma se realiza el mismo procesamiento para la imagen de "Prueba" o la nueva imagen:

Primero se obtiene la imagen de prueba con la cámara web como se puede apreciar en la figura 10.

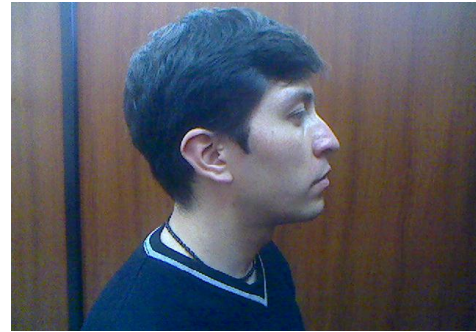


Figura 10.- Imagen "Prueba"

Después en el pre-procesado de la imagen de igual forma se pasa a escala de grises (figura 11), obteniéndose los bordes de la imagen (figura 12), eliminamos el ruido (figura 13) y transformamos la imagen a *binario* para después extraer el perfil (figura 14).



Figura 11.- Imagen en escala de grises.



Figura 12.- Obtención de los bordes de la imagen "Prueba".



Figura 13.- Imagen sin ruido.



Figura 14.- Imagen en Binario.

En la etapa de segmentación, se extrae de la imagen en binario el perfil que va a servir para hacer la comparación con la imagen “Base” (figura 15).

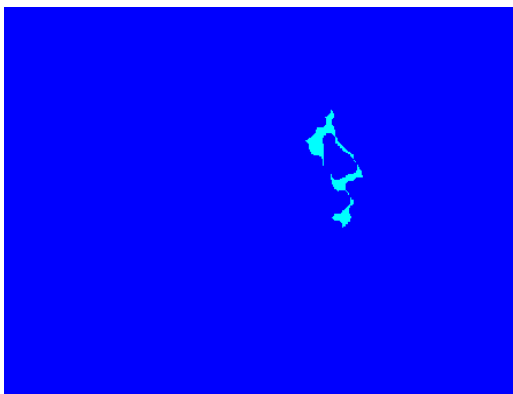


Figura 15.- Extracción del perfil de la imagen “Prueba”.

Y finalmente lo que se hace es escoger los puntos necesarios para la comparación de la imagen (figura 16).

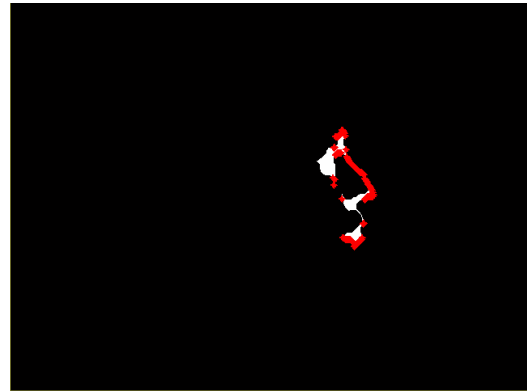


Figura 16.- Selección de puntos de la imagen “Prueba”.

Superponemos las 2 imágenes marcadas, con el propósito de apreciar cómo y cuales puntos coinciden para la identificación (figura 17).

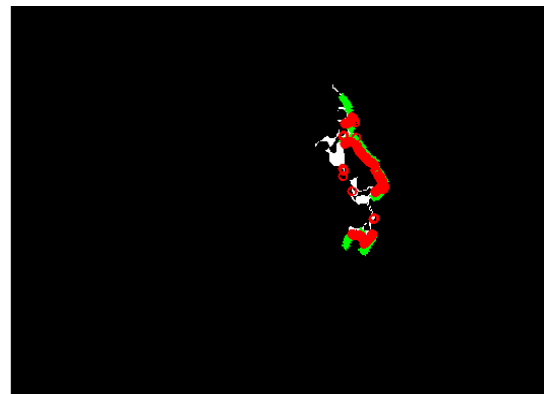


Figura 17.- Imagen usada en la comparación punto a punto, en verde imagen “Base” y en rojo imagen de “Prueba”.

3.4 Problemas que se presentan:

- a) Uno de los problemas que se pueden dar es que la imagen no se encuentre en la misma posición de la imagen base (figura 18), por esta razón fue necesario realizar dentro del algoritmo una operación de traslación para que las dos imágenes coincidan para la comparación (figura 19 y 20).

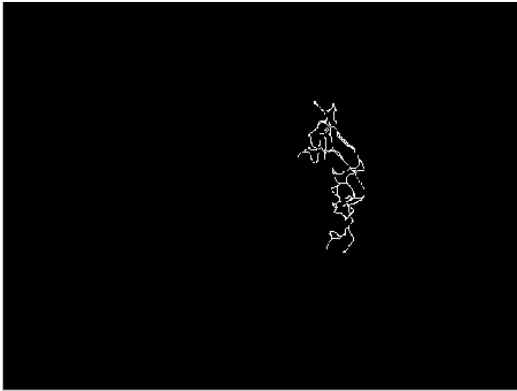


Figura 18.- Imagen “Prueba” no coincide con Imagen “Base”.

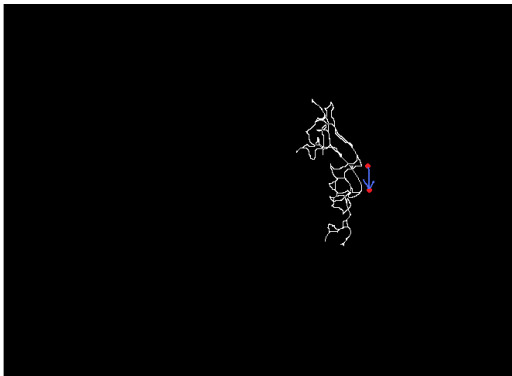


Figura 19.- Traslación de la imagen de “Prueba” hacia la imagen de “Base”.

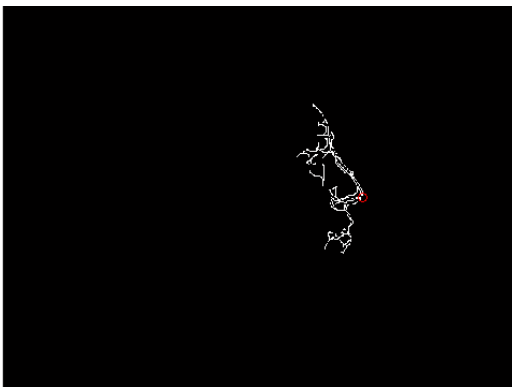


Figura 20.- Imagen “Prueba” coincide con la Imagen “Base”.

- b) El siguiente problema que puede presentarse es que el ángulo de las imágenes sea distinto, es decir que la imagen de “Prueba” puede estar rotada en un ángulo determinado, por esta razón en el algoritmo también se añadió una operación de rotación de la imagen.

Para este propósito primero fue necesario trasladar a las imágenes al centro del plano de cada una de las imágenes (figuras 21 y 22).

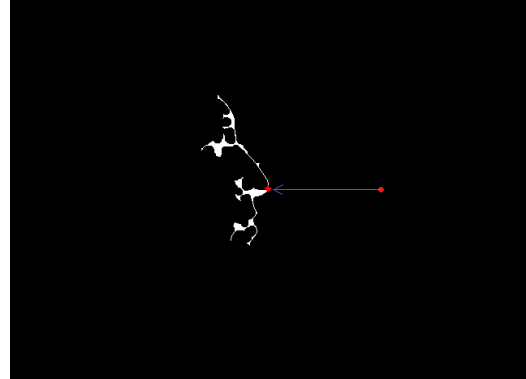


Figura 21.- Imagen “Base” trasladada al centro del plano.

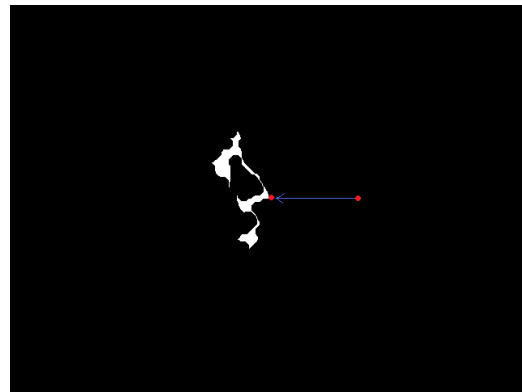


Figura 22.- Imagen “Prueba” trasladada al centro de la imagen.

Desde esta posición es más fácil la rotación ya que el punto máximo de ambas imágenes se hace coincidir, con el propósito de hacer la corrección de la rotación de la imagen se puede presentar la imagen se puede apreciar en la figura 23.

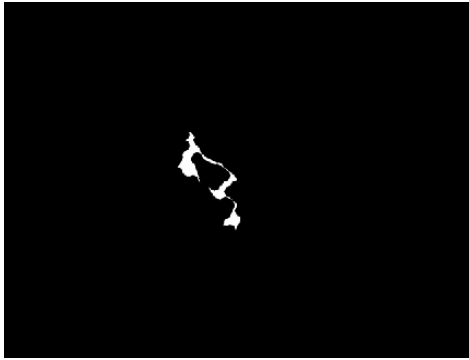


Figura 23.- Imagen de "Prueba" rotada.

En la figura 24 se puede ver el procedimiento de rotación de la imagen donde se prueba con varios giros para la obtención del mínimo error.

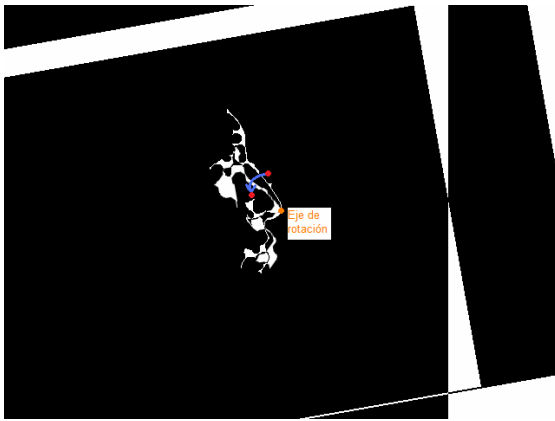


Figura 24.- Presentación de los 2 perfiles, contrastados para la rotación.

Finalmente se marca los puntos necesarios para la comparación de cada una de las rotaciones realizadas (figura 25).

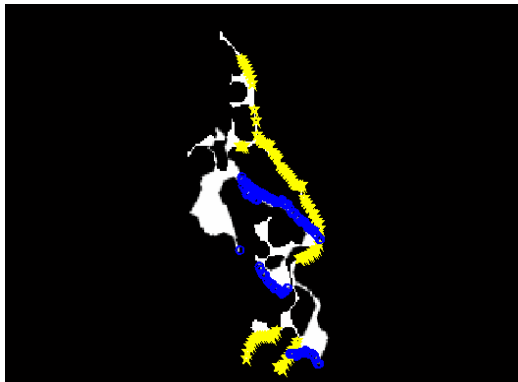


Figura 25.- Marcación de los puntos de los 2 perfiles que se van a comparar.

El algoritmo que se desarrolló presentamos en forma resumida mediante el siguiente diagrama de flujo (figura 11):

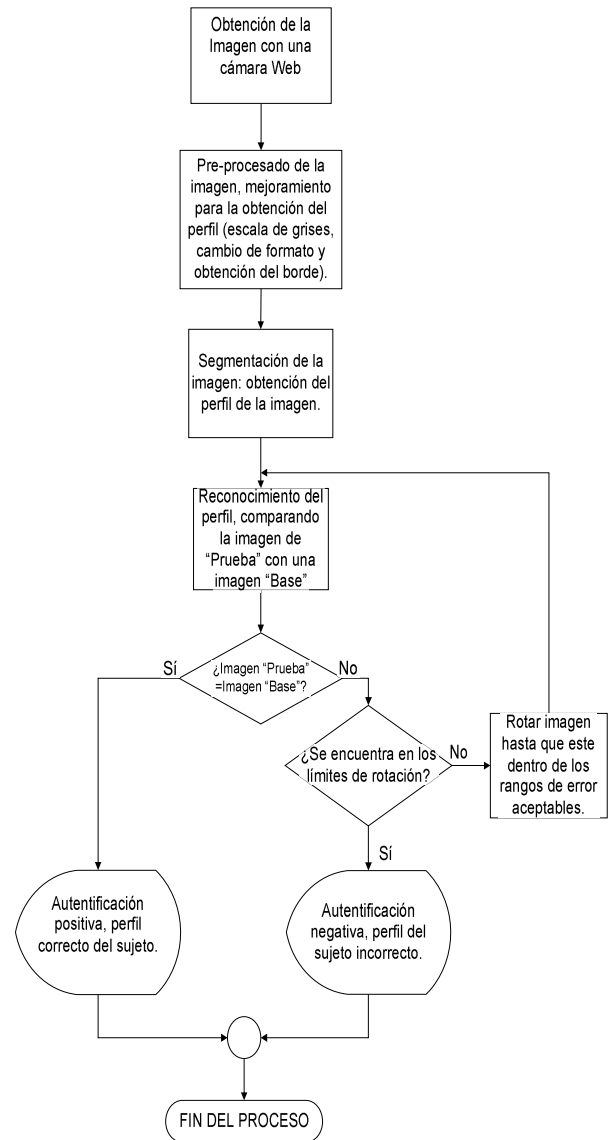


Figura 11.- Diagrama de Flujo del Algoritmo.

4.- Resultados.

Una vez que se obtiene los puntos de cada una de las imágenes se realiza la comparación entre las dos imágenes obteniendo los siguientes resultados:

- a) Primero, a medida que la imagen de prueba es girada, obviamente habrán menos puntos para la comparación con la imagen de base. Este detalle se deberá

XXII JORNADAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

- tomar en cuenta al momento de calcular el error.
- b) Para la obtención de error mínimo el procedimiento que se realizó es la rotación con varios ángulos, por ejemplo si la imagen se encuentra entre -2° a 5° el error que da es menor al 3% pero si se empieza a aumentar el ángulo el error por ejemplo para 10° es de casi 4%, para 15° es del 6%.
 - c) Con una imagen de otra persona, el error mínimo es mayor al 3%, entonces cualquier imagen con un error mínimo alrededor del 3% será reconocida como verdadera, caso contrario la imagen no es aceptada o es falsa.

5.- Discusión.

- En el presente proyecto, que se fundamenta en el reconocimiento mediante procesamiento de imágenes, se puede apreciar que cada uno de los resultados obtenidos en el procesamiento van cumpliendo satisfactoriamente, por lo tanto el reconocimiento del perfil es posible mediante esta técnica, además que se puede entonces tener en cuenta de que este proyecto a largo plazo podría implementarse en varios sistemas de seguridad y con buenos resultados.
- Como es un sistema que no existe en el mercado, lo hace un proyecto muy novedoso y con una ventaja con los otros sistemas biométricos, además que la obtención de los parámetros de comparación (Imagen "Base") es más complicado, porque son imágenes procesadas que su interpretación es más difícil.
- Otra ventaja es que es un sistema sencillo en comparación con los otros sistemas biométricos ya que solo consta de una cámara web, una luz y el software de implementación, por lo tanto su costo también es más reducido.
- Este tipo de sistema la ventaja que tiene es que su análisis se lo hace de la imagen del perfil de una persona, la misma que mediante procesamiento de imágenes se puede transformar en una imagen lineal continua y bidimensional, la misma que puede ser analizada como una función y por lo tanto es posible mejorar el sistema

de reconocimiento mediante técnicas más avanzadas como las redes neuronales haciéndolo más confiable al sistema.

- Bajo ciertas circunstancias de muy baja iluminación el sistema puede obtener imágenes que son muy confusas y que por lo tanto el sistema podría interpretarlo en forma errónea, por esta razón también se usa la lámpara para obtener de mejor manera la imagen del perfil.
- Es necesario también que la persona se encuentre en una posición en donde la imagen de su perfil no salga rotada, porque se puede dar una distorsión en la comparación y dar un resultado erróneo, pero la posición horizontal como se pudo apreciar no hay ningún problema mientras la imagen se encuentre dentro de los límites de obtención de la imagen por parte de la cámara.

6.- Conclusiones.

El proyecto realizado es un tipo de sistema biométrico, que bajo ciertos parámetros, con respecto a la toma de la imagen, es un sistema muy novedoso y útil en sistemas de seguridad y sistemas de acceso principalmente.

Por ser un sistema muy novedoso podría tener mucha apretura en el mercado ya sea en el sector bancario, industrial, etc.

Como es un sistema de fácil implementación, desde el punto de vista de hardware, es decir que solo necesita de una cámara y de una luz, principalmente es necesario tener muy en cuenta la iluminación, caso contrario se perderían los rasgos característicos del perfil.

Finalmente como anteriormente es un sistema que no solo es posible realizar con una sola técnica, es un sistema abierto que además a futuro se puede mejorar con técnicas más avanzadas de la visión artificial.

7.- Referencias.

- [1] Stuart, Russell; Peter, Norvig, Inteligencia Artificial, Un enfoque Moderno. Segunda Edición. PEARSON Prentice Hall.
- [2] Alba, José Luis, Universidad de Vigo; Cid, Jesús, Universidad Carlos III de Madrid; Mora, Inmaculada, Universidad Rey Juan Carlos,

XXII JORNADAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Morfología Matemática, Aplicación a procesado de imágenes binarias y monocromáticas.
http://www.gts.tsc.uvigo.es/pi/Morfologia_matematica.pdf
<http://es.wikipedia.org/wiki/Biometr%C3%ADa>
www.talktoshiba.com/2008/03/29/La-reconnaissance-faciale-simute-dans-les

Biografías.

Juan Pablo Rodríguez Salavarría



Nacido en Quito, Ecuador, en 1981, egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica y Control, facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional; trabaja con el Grupo de Aplicaciones en Biotecnología y Tele-cuidado (GABT) desde hace un año, su área de interés es la inteligencia artificial.

Robin Álvarez Rueda



Nacido en Cayambe, Ecuador, en 1969. Ingeniero en Telecomunicaciones, graduado de la Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador, 1995; M.Sc. en Telecomunicaciones por la Universidad de Cantabria, Santander - España, 2001; Ph.D en Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Madrid-España, Enero-2006. Su interés desde hace seis años está en el campo de la bioingeniería.