

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO
“PATRONES DE IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICA
MEDIANTE GEOMETRÍA
DE LA PALMA DE LA MANO”

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCION A INGENIERIA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE : GUADALUPE XIMENA ANTELO GUTIERREZ
TUTOR : LIC. NANCY ORIHUELA SEQUEIROS
REVISOR : LIC. GROVER RODRÍGUEZ RAMÍREZ

LA PAZ - BOLIVIA

2007

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Planteamiento del Problema.....	5
	○ Análisis del Problema.....	5
	○ Definición del Problema.....	7
1.3	Objetivos.....	6
1.3.1	Objetivo General.....	6
1.3.2	Objetivo Especifico.....	6
1.4	Hipótesis.....	7
1.5	Justificación.....	8
1.5.1	Técnica.....	8
1.5.2	Económica.....	8
1.5.3	Social.....	9
1.5.4	Científica.....	9
1.6	Métodos y Técnicas.....	10
1.7	Alcances.....	13
2	<i>MARCO TEÓRICO.....</i>	<i>14</i>
2.1	Introducción.....	14
2.2	Patrones de Identificación Biométrica.....	15
2.2.1	Sistemas Biométricos Conocidos.....	16
2.3	Definición de Biometría.....	17
2.3.1	Beneficios de la Biometría.....	17
2.4	Características de la Mano.....	18
2.4.1	La palma de la Mano.....	20
2.4.2	La Mano como un Sistema Biométrico.....	20
2.5	Que es la Geometría.....	21

2.5.1 Geometría Plana.....	22
2.6 Sistemas Vectoriales.....	24
2.7 Cálculos Geométricos de la Mano.....	26
2.8 Método Propuesto de Identificación.....	30
2.8.1.Pasos de Identificación.....	31
2.9 Aplicación del Método Propuesto.....	34
2.9.1. Método de Texturas.....	34
2.10 Probabilidades de Reconocimiento.....	38
3 MODELO DE SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE LA MANO.....	41
3.1 Introducción.....	41
3.1.1. Modelo General de Identificación.....	42
3.1.2 Modelo de Sistema.....	42
3.2 Descripción Informal del Modelo.....	43
3.3 Descripción Formal - Procesamiento de la Imagen.....	46
3.3.1 Diagrama del Sistema.....	47
3.3.2 Adquisición de Imágenes.....	49
3.3.3 Imágenes de Entrada.....	50
3.4 Pre-procesamiento.....	51
3.4.1 Localización de puntos seleccionados	52
3.4.2 Segmentación de la Imagen.....	54
3.4.3 Binarización de la Imagen.....	56
3.4.4 Extracción de Puntos candidatos Característicos.....	58
3.5 Procesamiento.....	62
3.5.1 Algoritmo de Euclides	62
3.5.2 Aplicación del Algoritmo de Identificación.....	66
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	69
4.1 Introducción.....	69
4.2 Prototipo.....	72
4.2.1 Procedimiento del software.....	74

4.2.2 Registro de Datos.....	74
4.2.3 Proceso de Identificación.....	76
4.2.4 Reportes del Sistema.....	80
4.3 Evaluación de Resultados.....	81
5 CONCLUSIONES.....	83
6 RECOMENDACIONES.....	85
7 BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS	



LISTA DE FIGURAS

Fig.	DESCRIPCIÓN	Pág.
2.1	Partes de la mano con nervios	19
2.2	Partes de la mano con arterias y músculos	19
2.3	Circulo Plano	22
2.4	Líneas y Triángulos	22
2.5	Triángulos Planos en diferentes dimensiones	22
2.6	Puntos geométricos de calculo en la palma	23
2.7	Puntos geométricos de una línea	23
2.8	Imagen de la mano con patrones de calculo geométrico	27
2.9	Representación de puntos en grafica de la mano	28
2.10	Curvas graficas de ángulos para el calculo de la mano	29
2.11	Procedimiento planteado por Robotiker	31
2.11a	La mano como parte principal de entrada de datos	31
2.11b	Extracción de bordes	32
2.11c	Punto inicial de identificación en la parte superior	32
2.11d	Dimensión de la mano propuesta por el método	32
2.11e	Obtención de puntos significativos	33
2.11f	Trazo de características geométricas	33
2.11g	Vector almacenado en la base de datos	33
2.12	Representación del 4-Adyacente	35
2.13	Grafica del borde de la mano	36
2.14	Puntos de Imagen & Histograma	37
2.15	Imagen Binarizada (4-adyacente)	38
2.16	Probabilidad de reconocimiento	39

3.1	Modelo de identificación de patrones de reconocimiento de la palma	43
3.2	Diagrama de bloques	47
3.2a	Modelo de comparación e identificación	48
3.3	Adquisición de datos de la Imagen	49
3.4	Características extraídas para la identificación	50
3.5	Pre-procesamiento de la Imagen	51
3.5 a	Localización de puntos	52
3.5 b	Patrón característico	52
3.6	Detección de borde de la palma de la mano	54
3.6 a	Borde segmentado en la imagen de la palma	55
3.7	Imagen de la mano con un borde adecuado	56
3.8	Puntos seleccionados y característicos de identificación	57
3.9	Imagen binarizada de la palma de la mano	58
3.9 a	Obtención de patrones y puntos en la imagen	59
3.10	Puntos para la imagen obtenida	59
3.11	Eje de coordenadas de la imagen	60
3.12	Hexágono formado por la unión de los puntos	60
3.13	Triángulos formados por el hexágono	61
3.14	Identificación de puntos característicos en los dedos	62
3.15	Unión de dos puntos con el algoritmo de Euclides	63
3.16	Área localizada de la palma	64
3.17	Aplicación del algoritmo de Euclides	65
3.18	Altura & Distancia de la palma	66
3.19	Patrón característico extraído del área	67
4.1	Tasa de error mínimo para FAR & FRR	71
4.2	Umbral Mínimo & Máximo de la Imagen	72
4.3	Arquitectura Jerárquica	73
4.4	Pantalla principal del prototipo	74
4.5a	Registro de Imágenes almacenadas	75
4.5b	Usuario registrado	76
4.6	Pantallas de Identificación	77

a)	Registro encontrado	77
b)	Proceso de Identificación	78
c)	Datos Mostrados	78
4.7	Pantalla de Usuario No Encontrado	79
4.8	Base de Datos de usuarios	80

LISTA DE TABLAS

Tabla	DESCRIPCION	Pá g.
4.1	Resultados generales de comparación	81
4.2	Resultados obtenidos de las comparaciones de imágenes capturadas	82



RESUMEN

La identificación biométrica para el reconocimiento de personas, se va imponiendo cada vez más en la mayoría de las situaciones en la que es necesario autenticar a una persona, estos sistemas de identificación son amigables en manejo e interactividad con el usuario; no necesitan que usted recuerde números largos o tarjetas de identificación las cuales pueden ser olvidadas y se reconoce a la persona por lo que son: manos, ojos, voz, etc. ya que estas características son más difíciles de falsificar que una contraseña o una tarjeta magnética.

La geometría de la palma de la mano como un sistema de identificación biométrica, basado en características físicas propias de la mano, otorga la confianza necesaria de reconocimiento, por la forma de introducción y captura de imágenes para el proceso de autenticación el cual con la ayuda del prototipo de identificación, basándose en características del sujeto a identificar, le permita o deniegue acceso a un determinado recurso.

Las imágenes son capturadas a través de un escáner de manera controlada, tanto en la iluminación con la posición correcta de la mano y la ubicación exacta de los dedos; de la misma manera los procedimientos de segmentación, binarización etc. de la imagen, son procedimientos utilizados en la obtención de características especiales de imágenes por lo cual fueron ya probados en anteriores sistemas que incluían manejo de texturas, dando buenos resultados.

Para las características obtenidas se utiliza el algoritmo de Euclides y la geometría plana de los cuales se estudia sus propiedades y funciones, estos dieron los parámetros necesarios de identificación, en un tiempo mínimo de reconocimiento, de la misma manera están almacenados en una base de datos para ser usados en el proceso de autenticación.

El proceso sigue unos pasos comunes: captura o lectura de los datos, extracción de ciertas características, comparación de las mismas con las guardadas en la base de datos y por último la decisión de si el usuario es válido o no; teniendo una probabilidad mínima de falso rechazo y falsa aceptación, por lo cual, las características de la geometría de la palma de la mano dan la fiabilidad de reconocimiento de usuarios teniendo la capacidad de ser un sistema de autenticación altamente seguro.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace ya mucho tiempo la tecnología de los sistemas de identificación biométricos (basados en características personales, como iris, cara o huellas dactilares) ha sido usada en lugares donde la seguridad debe ser la máxima. En muchos lugares es habitual que se usen cámaras con identificación facial, identificación del iris de los ojos que se puso tan popular en estos últimos años y otros más.

El identificar a una persona ya fue una idea muy antigua, los primeros usos prácticos de la identificación mediante impresiones dactilares son acreditados a los chinos; “Se establecía que para divorciarse de la esposa, el esposo debía dar un documento que expusiera siete razones para hacerlo. Todas las letras deberían estar escritas con su propia mano y signar el documento con sus huellas dactilares” [Yung Hwui,1996]. A las huellas digitales, también se les menciona en la Biblia: “y puso un sello sobre su mano para memoria ante sus ojos” [Éxodo 13:9] esto hace referencia que ya se tenía una característica especial para cada ser humano.

Un sistema Biométrico tiene la funcionalidad de facilitar la identificación de una persona, se define a la Biometría como "la parte de la biología que estudia en forma cuantitativa la variabilidad individual de los seres vivos utilizando métodos estadísticos"[Patricio Olgúin, 2002].

Entre los sistemas biométricos más usados y que son más rápidos está comprobado que es aquel basado en el análisis de la geometría de la mano que tiene una probabilidad de error aceptable del 1%, con una confianza del 99%, ya que tiene una fiabilidad, una facilidad de uso y una aceptación alta como sistema biométrico [Tabla de comparaciones Wikipedia, 2007]. En la mayoría de ocasiones, se puede identificar a una persona más rápidamente y determinar si esta es quien dice ser.

Los beneficios de una tecnología biométrica tiene como finalidad y propósito un sistema de control de acceso de datos que radica en permitir a las personas que estén autorizadas, a ingresar dentro un ámbito o lugar específico; (Ej.: cuando una persona requiere entrar a un departamento solo para personal autorizado), y esto se puede lograr, únicamente gracias a un dispositivo biométrico.

Esta es una tecnología que realiza mediciones en forma electrónica, guarda y compara características únicas para la identificación de personas. La forma de identificación consiste en la comparación de características físicas de cada persona con un patrón conocido y guardado. Los lectores biométricos identifican a la persona por lo que son en realidad. Utilizando este dispositivo los costos de administración en la reducción de trabajo y tiempo son más pequeños, se realiza el mantenimiento del lector, y una persona se encarga de mantener la base de datos actualizada. Esta generalización de los dispositivos biométricos también llevará a un abaratamiento de los mismos y a su inclusión en cada vez más servicios.

En nuestro país muchas empresas están implementando sistemas de identificación de huella digital y muy pocas cuentan con tecnología con videocámaras, infrarrojos, etc., ya que todavía los costos de adquisición de estos son elevados. Se podrían llegar a implementar en todas las demás empresas, si los costos fueran mínimos, podemos empezar con un modelo de sistema que sea accesible como el que plantea en este trabajo. Este modelo de identificación biométrica a través de la geometría de la palma de la mano es adecuada para nuestro medio porque a parte de ser confiable, la facilidad de uso la hace

simple, por lo cual es de gran ayuda para muchas de las empresas que requieran un uso adecuado de identificación.

1.1. ANTECEDENTES

Los dispositivos biométricos son usados para permitir el acceso a departamentos solo con personal autorizado; como a laboratorios con alta seguridad; a cárceles; bo degas; cajas fuertes de los bancos; aeropuertos, etc. El primer dispositivo biométrico utilizó la geometría de la mano como tecnología para permitir el acceso a los lugares nombrados, a este dispositivo se lo llamó IDENTIMAT.

La compañía BioMet Partners es propietaria del sistema Digi-2 el cual fue creado en 1994 y verifica a un individuo según el tamaño y la forma de dos dedos, su tiempo de verificación es de 1 segundo y permite el trabajo en red.

La compañía Recognition System Inc introdujo su primer sistema en 1986, luego de unos años, en 1991, logro reducir el costo de la tecnología lanzando al mercado el sistema de reconocimiento ID3D Hand Key. Este sistema evalúa una imagen tridimensional de los cuatro dedos y parte de la mano para identificar una persona. Debido a su bajo costo, fácil uso, buen tiempo de verificación (aproximadamente 1 seg.) Este dispositivo es el más usado en todo el mundo.

La importancia del reconocimiento mediante analizadores de geometría de la mano, es que éstos son capaces de aprender: a la vez que autentican a un usuario, actualizan su base de datos con los cambios que se puedan producir en la muestra, (un pequeño crecimiento, adelgazamiento, el proceso de cicatrizado de una herida...); de esta forma son capaces de identificar correctamente a un usuario cuya muestra se tomó hace años, pero que ha ido accediendo al sistema con regularidad. Este hecho, junto a su rapidez y su buena aceptación entre los usuarios, hace que los autenticadores basados en la geometría de la mano sean los más extendidos dentro de los biométricos, a pesar de que su tasa de falsa aceptación se podría considerar inaceptable en algunas situaciones: no es normal, pero sí

posible, que dos personas tengan la mano lo suficientemente parecida como para que el sistema las confunda. Para minimizar este problema se recurre a la identificación basada en la geometría de uno o dos dedos, que además puede usar dispositivos lectores más baratos y proporciona incluso más rapidez.

Cuando un usuario necesita ser autenticado sitúa su mano sobre un dispositivo lector con unas guías que marcan la posición correcta para la lectura. Una vez la mano está correctamente situada, unas cámaras toman una imagen superior y otra lateral, de las que se extraen ciertos datos (anchura, longitud, área, determinadas distancias...) en un formato de tres dimensiones. Transformando estos datos en un modelo matemático que se contrasta contra una base de patrones, el sistema es capaz de permitir o denegar acceso a cada usuario.

Las Tesis de grado relacionados con el tema biométrico de identificación en la Carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés son las siguientes:

- Flores S.; 1998 Reconocimiento de Patrones Dermatológicos Asistidos por computadora trata del reconocimiento de rasgos de huellas dactilares mediante un patrón de Galtón.
- Rodríguez C.; 2000 Criterios de Evaluación Biométrica para Identificación de Personal. Trata de las formas de investigación biométrica realizadas métodos y tecnologías.
- Paz G.; 2001 Identificación de Rasgos Faciales en Patrones. Trata de identificar el rostro según lógica Difusa.
- Daza H.; 2003 Biometría de la interpretación Grafológica trata de la investigación de identificación mediante grafos
- Tarquino S.; 2004 Reconocimiento de Patrones del Iris de los Ojos. El reconocimiento del iris de los ojos mediante la segmentación, la aplicación del filtro de Gabor y el algoritmo de Jhon Daugman

Proyectos consultados:

- Picón Ruiz Artzal, 2004; Proyecto consultado respecto a la geometría de la palma de la mano es una investigación realizada por ROBOTIKER el 28 de octubre del 2004. El futuro de las tecnologías biométricas “Identificación Colaborativa” Esta tiene una referencia del control biométrico actual de los diferentes métodos, siendo el reconocimiento de la palma de la mano como un procesamiento muy rápido.

Al ser la geometría de la mano una herramienta ideal de identificación que cuenta con mayor eficiencia y rapidez, es implementada mas en diferentes lugares, es lo que se quiere, que este pueda ser utilizado y de alguna manera ayudar a disminuir tanto trabajo manual y que no solo sea privilegio de aquellas empresas con mucha tecnología avanzada y con mayor ingreso, se quiere que todos puedan contar con este tipo de tecnología.

1.2. ANÁLISIS PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se ha visto que la seguridad es muy fundamental en todo lugar, no solo en aquellos países avanzados en tecnología, sino mas bien, necesaria en nuestro país.

Históricamente, la identificación personal se ha basado en posesiones especiales (llaves, tarjetas) o en conocimientos secretos (palabras claves, Números de Identificación Personal), todos estos con aspectos en común, son únicos, y se emplean para verificar la identidad de su portador. Ahora bien, el ser humano posee características que lo hacen único, a saber, las huellas dactilares, la voz, el rostro, e incluso el iris del ojo. Entonces por analogía podemos decir que nosotros llevamos nuestras propias palabras claves, tarjetas, o números PIN. ¿Porque no aprovechar estas características?. Muy bien, los científicos se formularon esta misma pregunta hace algunos años, dándonos la bienvenida al nuevo mundo de la Biometría, la cual consiste en la identificación o verificación de la identidad de forma automática de un individuo, empleando sus características biológicas, psicológicas y

de conducta.[Keywords: Biometric, Fingerprint, Iris Pattern, CCD (Charge -Coupled Device), Voice Recognition, Sensor, FRR, FAR, Minutae.]

El modelo de identificación biométrica mediante geometría de la palma de la mano plantea implementar sistemas de seguridad de identificación que sea de bajo costo y sobre todo aplicativo y utilizado por todos, en las diferentes instituciones y empresas, sin que esto incremente sus costos, mas bien que este disminuya la cantidad de trabajo manual .

Los sistemas como: Huellas Dactilares, Patrón del Iris, Reconocimiento facial y de voz son bastante comerciales, y también ya realizados pero no se tomaron en cuenta aquellos que todavía no se lo realizaron como ser : Mapa de la retina, olor corporal, forma del oído, forma de la mano, geometría de los dedos, forma de la cabeza, mapa de venas de la mano; Porque no llevar a estos a ser sistemas?. Estos también pueden ser identificadores con mucha confianza, esta comprobado que el reconocimiento de las huellas dactilares tienen una confianza de 99,9% de verificación y reconocimiento [The Economist, 2003]. Estos sistemas pueden ayudar mucho a lo que es el reconocimiento de una persona ya que no todas las personas tienen las mismas características.

Uno de los mayores problemas siempre va ser la seguridad, para evitar cualquier tipo de robo o falsa identidad que ya es muy común en muchos lugares, es difícil tener grandes sistemas de seguridad, por el alto costo que estas representan, ya que son pocos los afortunados que cuentan con este tipo de tecnología, pero a pesar de esto se pueden llegar a implementar métodos de seguridad que puedan ser asequibles para todos.

Un problema fundamental para el sistema biométrico de la geometría de la mano plantea que: las manos de personas no difieren bastante para él ser usado como un sistema de identificación.[Dr. Atick, 2002] , por lo que se plantea las características de la palma de la mano como solución de autenticación.

Al ser la mano uno de los mejores métodos de identificación por ser mas eficiente y mas rápido en cualquier institución o en cualquier empresa en la que se requiera este tipo

de tecnología, ¿Llegaría ser la solución a muchos problemas de seguridad de bajo costo, fácil y rápida implementación?.

¿Desarrollando un modelo aplicativo adecuado para la identificación de la geometría de la palma de la mano y la utilización de puntos clave $(x_1, x_2, \dots, x_n ; y_1, y_2, \dots, y_n)$ en un sistema vectorial $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ y geometría plana de Euclides, es posible autenticar a una persona?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo que nos permita ayudar a plantear de mejor manera la identificación de patrones de la geometría de la palma de la mano para poder autenticar a una persona.

1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Obtener las características propias de la mano y cómo ésta se puede diferenciar de otras, de esta manera encontrar su autenticación propia.
- Utilizando un modelo matemático, comprobar que el algoritmo a implementar puede ser uno de los más adecuados para la identificación.
- Demostrar que la geometría de la palma de la mano y las huellas, así como son un método antiguo, son uno de los más confiables, para la identificación de personas.
- Elaborar el prototipo para la simulación de identificación de la geometría de la palma de la mano en el sistema biométrico.
- Verificación del prototipo planteado y su respectivo análisis.

1.4. HIPÓTESIS

Desarrollando un modelo aplicativo adecuado de identificación de la geometría de la palma de la mano que se realiza mediante el tipo de estructura de la misma, es posible autenticar a una persona utilizando puntos clave $(x_1, x_2, \dots, x_n ; y_1, y_2, \dots, y_n)$ en un sistema vectorial $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ y la geometría plana de Euclides.

1.5. JUSTIFICACIONES

1.5.1. TÉCNICA

Hoy en día el avance de la tecnología es bastante por lo cual hay muchos métodos para la identificación de una persona, como ser los mas populares es tos son (el reconocimiento de la voz, el del iris del ojo, el reconocimiento facial) pero todos estos tipos de métodos con diferentes características y algunos con grandes fallas. En el caso del reconocimiento mediante la geometría de la mano se puede decir que la mayoría de las personas tienen diferentes estructuras, aunque en algunos de los casos sean muy parecida. Se dice que la mayoría de las personas tienen manos grandes, medianas, pequeñas, en fin de todo tipo, esto se puede sistematizar por el tamaño de las manos y la estructura de los dedos, estos datos que son introducidos previa revisión en una caja de entrada y salida de datos, logrando la identificación requerida.

1.5.2. ECONÓMICA

El problema fundamental es la seguridad, que tiene que haber en el país, en una institución o simplemente en nuestra propia casa, se realizaron bastantes investigaciones acerca de la seguridad pero con un gran problema fundamental, que es los altos costos que representa implementar estos sistemas, es por esta razón que muchos de los sistemas de investigación realizados (como el iris, la cara, etc.), quedan como tal, solo investigación, se plantea la identificación de la geometría de la palma de mano como un sistema adecuado

para la verificación de personas. Este sistema ayudara a que sea mas simple, y de uso mas común en nuestro medio, sin que este tenga mucho costo y sobretodo no sea algo que veamos muy lejano en la implementación, de esta manera beneficiara a muchas empresas y a nosotros mismos, los cuales requieren la mayor seguridad posible, tanto para su personal como para ambientes mas privados, sin que esto incremente costos elevados que se pagarían por otro tipo de seguridad.

1.5.3. SOCIAL

Se plantearon muchos sistemas de investigación acerca de la identificación de las personas, llegándose a plantear los mismos en muchos lugares, pero aun, muchas personas todavía tienen el miedo de que una maquina vaya a realizar una identificación con uno de sus ojos que es aun mas sensible, por que creen que los sensores puedan llegar a dañar al mismo, aunque muchos aseguran que este método puede ser uno de los mas factibles para el reconocimiento de una persona, así como el reconocimiento facial, que parece ser adecuado, pero las variaciones que presenta la cara, hace dudar de su efectividad. El sistema planteado es mas aceptado, por sus buenos resultados, en muchos lugares, ya sea en las empresas en el mundo en los cuales ya se implemento y en nuestro país no será la excepción. Al ser la palma de la mano mas simple y no tan sensible para su verificación en el momento de la identificación, justifica que la sociedad lo acepta mas, como un buen sistema de identificación biométrico.

1.5.4. CIENTÍFICA

La tecnología que es quizás muy responsable para el de clive en la geometría de la mano, es el examinando digital, que sin duda es uno de los sistemas de identificación que dificilmente pasaran de moda al ser mas efectivos pues tiene una confianza del 99%. Este plantea un método de identificación mas rápido y eficiente. Muchos dicen, que con el parecido de la estructura en muchas manos hace que este sistema sea inadecuado para identificar a una persona, pero esta comprobado que el uso de las huella dactilares y en si de toda la mano a sido uno de los primeros métodos de investigación para la identificación

con mejores resultados, para lo cual se va a realizar diferentes investigaciones en cuanto a lo que refiere la geometría de la palma de la mano, el tipo y especificación que presenta una palma de la mano, su estructura y las muchas diferencias que representan distintos tipos de la misma, con lo cual se justificara científicamente.

1.6. METODOS Y TÉCNICAS

- **METODOS**

Los métodos son los pasos que se siguieron para recabar la información que condujo a lograr el objetivo general del estudio[UCAB 2005] En este trabajo para planificar, procesar y analizar la información primaria fue necesario recolectar diversos puntos de vista de muchos investigadores para dar respuesta a las preguntas de la investigación y nuestros objetivos. Estos son :

- **El proceso de elaboración de un proyecto;** abarca todos los datos adquiridos desde la extracción de datos, el proceso de los mismos, captura de los puntos característicos, y la respectiva comparación en el proceso de reconocimiento y su almacenamiento en la base de datos. Existen dos métodos de reconocimiento:

- **Método Colaborativos**

- El usuario esta informado de la presencia de un sistema Biométrico
- Es necesario que este familiarizado con el.
- Debe decidir utilizarlo o no.

- **Método No Colaborativos**

- El usuario no tiene que realizar ninguna acción.
- El sistema puede no ser detectado por el usuario.
- Resulta mucho mas cómodo para el usuario.
- El usuario puede extraer las características biométricas del mismo a distancia.

□ **El diseño del proyecto;** se refiere al proceso por el cual se realiza la identificación desde la imagen de la mano que es la entrada de datos, la extracción de características, la localización del contorno de la mano y los puntos característicos y la comparación de los mismos. Para el diseño del trabajo se tiene varios tipos de estudio como: [Ferrari, 1997]

1. **Estudio Histórico o Evolutivo :** En este tipo de estudio se tomo en cuenta como base principal el método propuesto por la empresa ROBOTIKER en el año 2004 para la identificación de características de la palma de la mano.
2. **Estudio Experimental:** Se investigaron otro tipo de sistemas de identificación biométrica, que hasta ahora son de las mas eficientes como la identificación por huella digital con un 95% de seguridad, p roponiendo al sistema de la identificación de la palma de la mano como la mas eficiente con un 99% de seguridad.
3. **Estudio No experimental:** Se observo la necesidad de un modelo de sistema de identificación que se pueda acomodar a nuestro medio, planteando el problema como una idea para resolver los problemas de autenticación en las personas.
4. **Estudio intensivo:** Es el estudio de muchos métodos de identificación biométrica, los cuales nos ayudaran en nuestro propósito, así como el algoritmo para la extracción de bordes y puntos en una imagen, el algoritmo de Euclides para la unión de puntos característicos.
5. **Estudio extensivo:** Al realizar el prototipo con el algoritmo propuesto y con la ayuda de estos métodos investigados se realizara la comparación de las características almacenadas en la base de datos, que es propósito del presente trabajo.

- ❑ **La formulación y análisis del proyecto**, al tomar todas las características y compararlas en el proceso de identificación, podemos aceptar o rechazar la autenticación de esa persona.
- ❑ **Comprobación de Resultados**, Con la ayuda del prototipo elaborado y algoritmo propuesto para el mismo, los resultados almacenados en la base de datos, deberán ser requeridos para la identificación de características y comparados para la aceptación del sistema.

- **TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS**

Las técnicas o herramientas que permitan elaborar el proyecto y que nos permitan cumplir con todo los objetivos planteados son las siguientes:

- **La Geometría**, esta ayudara a recopilar información de la figura plana, en especial los puntos geométricos ubicados en la palma de la mano, la geometría ayuda con el calculo de todas las líneas que son realizados con los puntos característicos, para este cometido utilizaremos el Algoritmo de geometría plana de Euclides.
- **Vectores**, en los cuales se almacenan los puntos de referencia en el momento de encontrar el algoritmo adecuado para el grafico de la palma y la identificación de las características de la misma.
- **La Programación en Matlab**, en el tratamiento de gráficos para la extracción de características en la palma de la mano, este tipo programación es bastante eficiente en cuanto a gráficos con utilización de vectores para los puntos de localización y contorno del grafico obtenido.
- **Otros tipos de Herramientas**, graficas serán muy bien utilizadas en el presente trabajo, como ser Algoritmos de extracción de datos esenciales de

información, para la elaboración del prototipo se utilizara programación en C - Sharp, y otros mas que ayudaran en la elaboración del mismo

1.7. ALCANCES

La falta de tecnología, es muy evidente y pedir sistemas con la misma, es un poco difícil pero no imposible. Hasta ahora se ve que en el departamento de identificación, que esta a cargo de la policía, se utiliza la identificación de huella digital en forma manual, aunque cuenta con sistema de llenado de datos y obtención de fotografía digital, y esto lo hace poco eficiente, es por la falta de recursos que muchas empresas se ven obligadas a verificar la identidad de una persona en forma ineficiente .

La identificación de una persona mediante un modelo de sistema biométrico de identificación de la palma de la mano es verificar de forma acertada su identidad, empleando la geometría en su palma, con patrones que ayudaran a su autenticación.

Este modelo de verificación, trata de resolver muchos de los problemas planteados con ideas que se implementen, sin que este incremente costos que muchos no podrían pagar. Los sistemas de identificación biométrica funcionan en muchos países con muy buenos resultados, pero nuestro gran problema siempre va ser los recursos para poder implementar un sistema de identificación adecuado.

Las ideas planteadas en el presente trabajo de alguna manera ayudara a solucionar algunos problemas de identificación. A través de la geometría, vectores y puntos ubicados en la palma de la mano y con la ayuda de un algoritmo adecuado se podrá lograr el objetivo de identificación, tratando de bajar costos y sobretodo de que este modelo se pueda implementar como un sistema adecuado de identificación en muchas empresas sin tener que incrementar grandes gastos para la misma, evitando robos, suplantaciones, etc., se podrá resolver estos problemas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. INTRODUCCIÓN

Una de las mayores necesidades para autenticar a una persona , es ver si realmente es quien dice ser, hoy en día la tecnología nos da esta posibilidad de averiguar la identidad.

Mucho se hablo acerca de atentados y otro tipo de peligros por impostores y mucho es el peligro que se corre por cierto tipo de robos ya sea en instituciones en bancos y otros mas, este tipo de identificación nos da la posibilidad de que todo esto se pueda evitar, estos robos y suplantaciones de personas que no son las que aseguran ser.

La identificación biométrica abrió muchas puertas en lo que se refiere a investigación y tecnología a nivel mundial, muchas son las investigaciones de las personas acerca de seguridad e identificación.

Utilizando un dispositivo biométrico los costos de administración en la reducción de trabajo y tiempo son más pequeños, se realiza el mantenimiento del lector, y una persona se encarga de mantener la base de datos actualizada. La función principal de cualquier dispositivo biométrico es verificar la identificación del individuo. El control de acceso no sólo requiere la capacidad de identificación, sino también asociarla a la apertura o cerramiento de puertas, permitir o negar acceso basado en restricciones de tiempo, área o sector dentro de una empresa o institución.

El sistema biométrico de identificación a través de la palma de la mano nos da muchos beneficios a parte del bajo costo y comodidad este sistema.

Los sistemas de autenticación basados en el análisis de la geometría de la mano son sin duda los más rápidos dentro de los biométricos: con una probabilidad de error aceptable en la mayoría de ocasiones, en aproximadamente un segundo son capaces de determinar si una persona es quien dice ser. [Art., 08/2003].

El propósito de este sistema, es ver al sistema Biométrico como una caja, con una entrada y una salida. Esta caja será explorada tanto de entrada y salida de datos, pero entraremos en detalle en su entrada; es decir, el dispositivo que permite obtener la muestra y enviarla al interior de la caja.

2.2. PATRONES DE IDENTIFICACION BIOMÉTRICA

La Identificación biométrica es la verificación de la identidad de una persona basado en características u/o patrones de su cuerpo o de su comportamiento, utilizando por ejemplo su mano, el iris de su ojo, su voz o su cara en el reconocimiento facial, la forma de caminar etc. que sirven de datos para la autenticación.

Aunque los estudios biométricos no son perfectos, sí son una herramienta muy poderosa para identificar personas. De todos los sistemas de identificación biométrica existentes, las huellas dactilares son las únicas legalmente reconocidas como prueba fidedigna de identidad. Es un sistema que además de ser efectivo, es cómodo de aplicar y la autenticación se obtiene rápidamente.

Un sistema Biométrico por definición, es un sistema automático capaz de:

- ❑ Obtener la muestra biométrica del usuario final.
- ❑ Extraer los datos de la muestra.
- ❑ Comparar los datos obtenidos con los existentes en la base de datos.
- ❑ Decidir la correspondencia de datos.
- ❑ Indicar el resultado de la verificación.

2.2.1. SISTEMAS BIOMÉTRICOS CONOCIDOS

La evolución tan vertiginosa de la tecnología ha llevado a estos sistemas desde el plano de la ciencia-ficción a la realidad. Tanto así que podemos encontrar muchos sistemas

(ya elaborados por nuestros propios compañeros y otros con la posibilidad de ser elaborados y analizados e investigados) los sistemas conocidos los cuales procesan las siguientes variables biométricas son:

- Reconocimiento de Rostro.
- Reconocimiento de la Voz.
- Patrón del Iris.
- Huellas Dactilares.
- Mapa de la Retina.
- Olor Corporal
- Forma del Oído
- Forma de la Mano
- Geometría de los dedos
- Forma de la Cabeza
- Mapa de Venas de la Mano

El dispositivo que ayuda a tal reconocimiento se llama sensor, el cual permite recolectar y enviar información a otro dispositivo inteligente (verificación / decisión) el cual es el sistema de autenticación. Los sistemas mas comerciales y comunes para la investigación son:

- Huellas Dactilares.
- Patrón del Iris
- Reconocimiento de Voz

Pero también vemos la posibilidad de hacer énfasis en los otros puntos ya mencionados para su investigación.

2.3. DEFINICIÓN DE BIOMETRIA

Definimos a la Biometría como "la parte de la biología que estudia en forma cuantitativa la variabilidad individual de los seres vivos utilizando métodos estadísticos" [Olguín/2002].

El mundo de la Biometría, consiste en la identificación o verificación de la identidad de forma automática de un individuo, empleando sus características biológicas, psicológicas y de conducta. [Patricio Olguín S. /2002]

Esta es una tecnología que realiza mediciones en forma electrónica, guarda y compara características únicas para la identificación de personas. La forma de identificación consiste en la comparación de características físicas de cada persona con un patrón conocido y guardado - en un proceso de enrolamiento - dentro de una base de datos. Los lectores biométricos identifican a la persona por lo que son en realidad, a diferencia del PIN (Personal identificación Number), o claves de acceso que aceptan a quien posee dicho password o PIN. [Olguín/2002].

2.3.1. BENEFICIOS DE LA BIOMETRÍA

Los beneficios de una tecnología biométrica tiene como finalidad un sistema de control de acceso que radica en permitir a las personas que estén autorizadas, a ingresar dentro a un ámbito o lugar específico; y esto se puede lograr, únicamente, gracias a un dispositivo biométrico. Los sistemas bajo los cuales se trabaja usando un PIN, requieren que sólo un individuo tenga conocimiento acerca del número clave que se necesitará para ingresar. No se puede identificar si quien posee el PIN es realmente quien está autorizado. En cambio, los sistemas biométricos, permiten reconocer a la persona por lo que son (MANO, OJOS, HUELLAS DIGITALES o LA VOZ que son los mas comerciales en cuanto a sistemas).

La identificación biométrica es una nueva tecnología que permite tener una relación entre el usuario y un sistema , el cual realiza una identificación segura de las características almacenadas.

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA MANO

La mano es una parte del cuerpo que puede ser bien empleado para el estudio de la biometría, así lo han visto muchos investigadores que creen que su estructura es una de las maneras más fáciles para ver la identidad de cada persona y por ser más rápida y sencilla .Es cierto que “ La bipedación perfecta del ser humano conlleva la liberación de las manos, que se convierten de esta forma en instrumentos muy sensibles, capaces de manipular los objetos de forma muy precisa”[Enciclopedia/2002].

La *Mano* es la porción terminal de los brazos o extremidades anteriores de los seres humanos y de otros primates, adaptada para asir ¹.

Los movimientos de la mano humana se llevan a cabo mediante la participación de dos grupos de músculos y tendones; los flexores, para flexionar los cinco dedos, y los extensores, para extenderlos. [Figura 1].

Los músculos flexores están localizados en la cara inferior del antebrazo, y están unidos a las falanges de los dedos por los tendones. Los músculos extensores se encuentran en la parte posterior del antebrazo y se unen de forma similar. El pulgar humano tiene dos músculos flexores diferentes que lo colocan en posición enfrentada a los otros dedos.

¹Asir : v. f. Tomar o coger con la mano

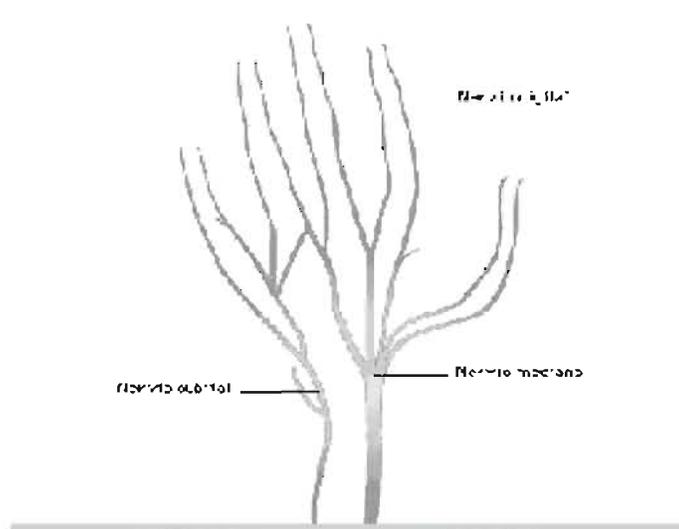


Figura 1 *Partes de la mano con nervios*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

La articulación de la mano de los seres humanos es mucho más compleja y delicada que la de los órganos comparables de cualquier otro animal. A esta articulación se debe el que sólo los seres humanos sean capaces de utilizar y manipular una gran variedad de herramientas y utensilios. [Figura 2]

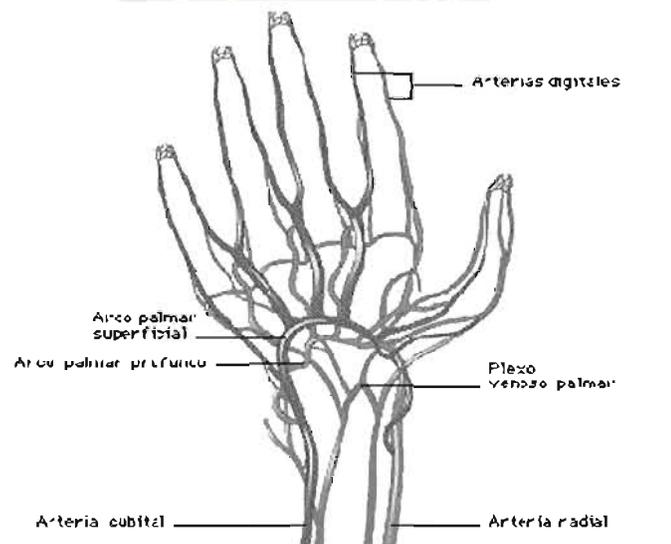


Figura 2. *Partes de la mano con arterias y músculos*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

2.4.1. LA PALMA DE LA MANO

La mano consta de una *palma* ancha unida al antebrazo mediante una articulación denominada muñeca. En un lado y en el borde externo de la *palma* se encuentran cinco dedos; uno de ellos es el pulgar. En los seres humanos el pulgar está articulado, de manera que puede ser colocado frente a los otros dedos, y de este modo ser utilizado para aprehender objetos pequeños. Los otros cuatro dedos pueden ser plegados sobre la *palma* y hacia adelante para sujetar objeto. La principal diferencia entre las manos de los seres humanos y las de los otros primates consiste en que los pulgares de estos últimos no pueden colocarse enfrente de los otros dedos. [Enciclopedia/2002].

La palma de la mano es la principal herramienta para la investigación del presente trabajo, es por eso que su estudio y la investigación de cada una de sus partes, es fundamental para la realización del mismo.

2.4.2. LA MANO COMO UN SISTEMA BIOMETRICO

La biometría es un campo que esta en constante expansión, esperándose que en un futuro sea la forma estándar de sistemas de autenticación; mientras tanto los desarrolladores seguirán perfeccionando sus productos para intentar solventar uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la seguridad biométrica, los falsos positivos y negativos, que aunque han sido reducidos en gran medida, es de vital importancia el reducirlos al 0% [Belt 2004].

La geometría de la mano es un método muy efectivo de autenticación e identificación. Está siendo usado en los aeropuertos para controlar el acceso a la áreas propias de los empleados. El Servicio de Inmigración y Nacionalización (INS) de los Estados Unidos lo está usando como parte de su kiosco² INSPASS (INS Sistema de

²Kiosco :v. f. Lugar o espacio pequeño, parecido a una caseta pequeña.

Seguridad Acelerado para el Pasajero) para identificar frecuentes viajeros de negocios entre Estados Unidos y Canadá, así como a otros países extranjeros donde los ciudadanos de los Estados Unidos no necesitan visado. Los viajeros registran sus manos y les dan una tarjeta INSPASS para usarla durante los controles de seguridad. Por ejemplo, cada vez que pasajeros registrados pasan a través de la seguridad de los Estados Unidos en los aeropuertos importantes a/y desde Canadá, insertan su tarjeta en el lector de tarjetas del kiosco, ponen su mano en el lector de geometría de la mano, verifican su identidad, reciben una autorización de seguridad (en un papel), y continúan su camino. El proceso entero toma menos de 40 segundos. Este es un gran ahorro de tiempo en estos días de largas colas para pasar seguridad. [Mendelsohn 2003]

La geometría de la mano tiene el beneficio de NO ser un lector de huellas dactilares - no hay aura de criminalidad asociada con ello. Es exacto (la probabilidad de un duplicado de un algoritmo de la geometría de la mano es uno entre un millón), solamente menos que un lector de huellas dactilares. También requiere el uso de un interfase activo. El usuario tiene que poner su mano directamente sobre el metal del lector. Los mismos miedos de coger gérmenes y enfermedades están presentes. Es relativamente fácil de usar, aunque es fácil también obtener una lectura errónea si los dedos no están colocados de la manera correcta. Ha crecido en popularidad pero no hay planes de vender lectores para ordenadores personales que irían conectados al ordenador de casa. Su distribución ha sido estricta al ámbito comercial. [Marta Mendelsohn 2003]

2.5. QUE ES LA GEOMETRIA

La *Geometría* (del griego *geô*, 'tierra'; *metrein*, 'medir'), rama de las matemáticas que se ocupa de las propiedades del espacio. En su forma más elemental, la geometría se preocupa de problemas métricos como el cálculo del área y diámetro de figuras planas y de la superficie y volumen de cuerpos sólidos. [Enciclopedia 2002]

La geometría tiene varios campos y uno de ellos es la geometría plana (*Geometría plana*, rama de la geometría elemental que estudia las propiedades de superficies y figuras

Planas como el triángulo, el círculo, etc.) Fig. 3, 4, 5.

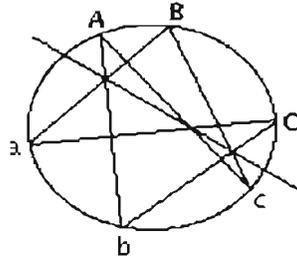


Figura 3 *Círculo plano*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

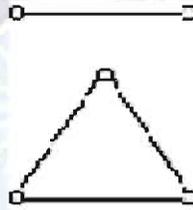


Figura 4 *Líneas y Triángulos*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

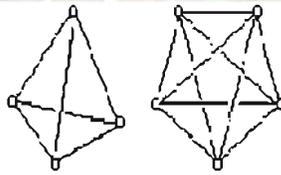


Figura 5 *Triángulos en dimensiones*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

Las Figuras 3, 4 y 5 nos ayudaran bastante en los cálculos adecuados para encontrar los puntos, patrones y trazar las líneas características de identificación en el sistema biométrico de la geometría de la palma de la mano.

2.5.1. GEOMETRÍA PLANA

La geometría plana creada por **Euclídes (matemático)** (fl. 300 a.C.), matemático griego, cuya obra principal, *Elementos de geometría*, es un extenso tratado de matemáticas

en 13 volúmenes sobre materias tales como geometría plana, proporciones en general, propiedades de los números, magnitudes inconmensurables y geometría del espacio. [Enciclopedia 2002].

Esta rama de la geometría, como es la geometría plana nos ayudara con sus formulas a calcular puntos de la mano ya que esta estudia las propiedades de superficies y figuras planas, como el triángulo o el círculo [Figura 6].

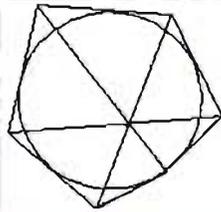


Figura 6 *Puntos geométricos de cálculo en la palma*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

Son los puntos A, B, C, D, E. Son los puntos o esquinas de la circunferencia calculados en la palma de la mano. Estos en la geometría plana se calcula con los puntos (x, y) que representan un punto en una línea vistos en el Figura 7 esta línea formada por varios puntos las cuales con la ayuda de los cálculos vectoriales forman puntos clave para el calculo geométrico de la palma de la mano que se vera mas adelante.

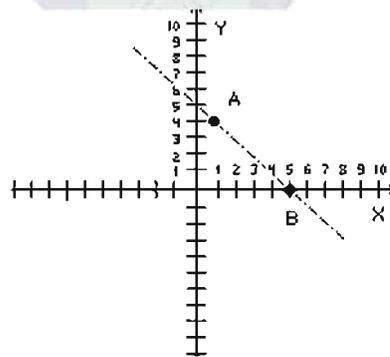


Figura 7 *Puntos geométricos de una línea*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

En general, una línea recta se puede representar siempre utilizando una ecuación lineal en dos variables, x e y , de la forma:

$$ax + by + c = 0$$

Ecuación 2.1 *Ecuación lineal para la obtención de una línea*

De la misma manera, se pueden encontrar fórmulas para la circunferencia, la elipse y otras cónicas y curvas regulares. La geometría analítica se ocupa de dos tipos clásicos de problemas. El primero es: dada la descripción geométrica de un conjunto de puntos, encontrar la ecuación algebraica que cumplen dichos puntos. Siguiendo con el ejemplo anterior, todos los puntos que pertenecen a la línea recta que pasa por A y B cumplen con la ecuación lineal $x + y = z$.

en general :

$$ax + by = c$$

Ecuación 2.2 *Ecuación lineal general*

El segundo tipo de problema es: dada una expresión algebraica, descrito en términos geométricos el lugar geométrico de los puntos que cumplen dicha expresión. Usando ecuaciones como éstas, es posible resolver algebraicamente esos problemas geométricos de construcción, como la bisección de un ángulo o de una recta dados, encontrar la perpendicular a una recta que pasa por cierto punto, o dibujar una circunferencia que pasa por tres puntos dados que no estén en línea recta (Estas ecuaciones generales para la obtención de un punto y el gráfico de una línea serán de mucha ayuda en el cálculo de las características de puntos y líneas expresadas en el algoritmo de Euclides).

2.6. SISTEMAS VECTORIALES

El concepto geométrico de vector como segmento rectilíneo de módulo, dirección y sentido dados, se puede generalizar como se muestra a continuación. Un n -vector (vector n -dimensional, vector de orden n o vector de dimensión n) es un conjunto ordenado de n

elementos de un cuerpo. Al igual que en la teoría de matrices, los elementos de un vector pueden ser números reales.[Enciclopedia, 20002] Un n -vector \mathbf{v} se representa como :

$$\mathbf{v} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Las x_1, x_2, \dots, x_n se denominan componentes del vector. Las líneas de una matriz son vectores: las horizontales son vectores fila y las verticales vectores columna.

La suma de vectores (de igual longitud) y la multiplicación por un número real se definen de igual manera que para las matrices, y cumplen las mismas propiedades.

Si \mathbf{w} es otro vector,

$$\mathbf{w} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

y k es un número real, entonces :

$$\mathbf{v} + \mathbf{w} = (x_1 + y_1, x_2 + y_2, \dots, x_n + y_n)$$

y

$$k\mathbf{v} = (kx_1, kx_2, \dots, kx_n)$$

Si k_1, k_2, \dots, k_m son números reales, y $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_m$ son n -vectores, el n -vector

$$\mathbf{v} = k_1\mathbf{v}_1 + k_2\mathbf{v}_2 + \dots + k_m\mathbf{v}_m$$

se denomina combinación lineal de los vectores $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_m$.

Los m n -vectores son linealmente independientes si la única combinación lineal igual al n -vector cero, $\mathbf{0} = (0, 0, \dots, 0)$, es aquella en que $k_1 = k_2 = \dots = k_m = 0$.

Si existe otra combinación lineal que cumple esto, los vectores son linealmente dependientes.

Un espacio vectorial \mathbf{V} es un conjunto no vacío de vectores, que cumple una serie de propiedades, que se muestran a continuación. Si $\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{w}$ son elementos de \mathbf{V} , entonces se verifica que:

1. $\mathbf{u} + \mathbf{v}$ es un elemento de \mathbf{V}
2. $(\mathbf{u} + \mathbf{v}) + \mathbf{w} = \mathbf{u} + (\mathbf{v} + \mathbf{w})$
3. $\mathbf{u} + \mathbf{v} = \mathbf{v} + \mathbf{u}$
4. Existe un vector $\mathbf{0}$ tal que $\mathbf{0} + \mathbf{u} = \mathbf{u}$
5. Todo vector \mathbf{v} tiene un opuesto $-\mathbf{v}$ tal que $\mathbf{v} + (-\mathbf{v}) = \mathbf{0}$

Si \check{e} y μ son números reales, se cumple también que:

1. $\check{e}\mathbf{u}$ es un elemento de \mathbf{V}
2. $(\check{e} + \mu)\mathbf{u} = \check{e}\mathbf{u} + \mu\mathbf{u}$
3. $\check{e}(\mathbf{u} + \mathbf{v}) = \check{e}\mathbf{u} + \check{e}\mathbf{v}$
4. $(\check{e}\mu)\mathbf{v} = \check{e}(\mu\mathbf{v})$
5. $1\mathbf{v} = \mathbf{v}$

Si $S = \{\mathbf{v}_i\}$ es un conjunto de vectores, todos ellos de la misma dimensión, todas las combinaciones lineales de los vectores \mathbf{v} forman un espacio vectorial \mathbf{V} . Se dice que este espacio vectorial es generado por los \mathbf{v}_i . Si el conjunto $B = \{\mathbf{w}_j\}$ genera el mismo espacio vectorial \mathbf{V} , y está formado por vectores linealmente independientes, se dice que B es una base de \mathbf{V} . Si una base de \mathbf{V} contiene m vectores, entonces toda base de \mathbf{V} contiene exactamente m vectores, y se dice que \mathbf{V} es un espacio vectorial de dimensión m . Los espacios euclídeos (*este creador de la geometría plana*) de dos y tres dimensiones se pueden representar por parejas y tríos ordenados de números reales. [Enciclopedia 2002]

El cálculo tanto de vectores como de los puntos geométricos serán muy utilizados para nuestro cometido en el cálculo de la geometría de la palma de la mano.

2.7. CALCULOS GEOMÉTRICOS DE LA MANO

Los cálculos geométricos de la mano están dados por cálculos vectoriales y geométricos que son puntos o patrones en una grafica como se expresa en la geometría plana cálculos en una circunferencia y unos triángulos con la ayuda de la unión de líneas

las cuales marcan los puntos que son patrones calculados en la mano como se observa en la Figura 8.

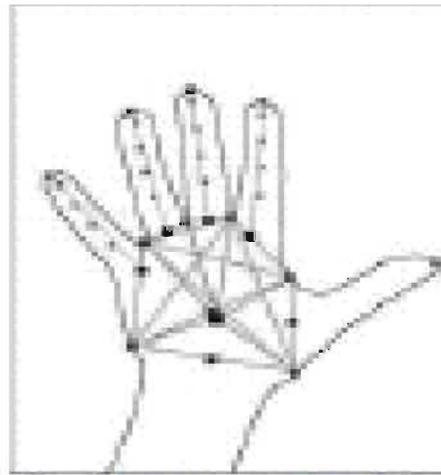


Figura 8 *Imagen de la mano con patrones de cálculo geométrico*

Fuente: Extraído del método propuesto por Robotiker 2004]

Cada punto A, B, C, D, \dots de la mano forma una recta unida a otro punto o patrón estos compuestos (x, y) que forman los puntos dichos los cuales conectan las líneas. Los sistemas vectoriales ayudan a generar el vector dado por los puntos de la forma siguiente:

$$A = \begin{pmatrix} e_1^T \\ e_2^T \\ \dots \\ e_n^T \end{pmatrix}$$

Vector 1 *Vector obtenido del calculo de puntos de la palma de la mano*

Si los puntos A, B, C, D y E se colocan en cualquier posición de la palma, por ejemplo una circunferencia o rectas dentro de un polígono que representa la palma de la mano como en la Figura 8, y dichos puntos se unen A con B con C y A , y C con B y A , y así sucesivamente los puntos de las intersecciones de dichas líneas están en una recta. De la misma manera, si se dibujan tangentes cualesquiera en una figura plana (la mano), como en la Figura 9 y se trazan rectas que unan dos intersecciones opuestas, de las tangentes, estas

líneas se cortan en un punto único de la palma(Punto P). Todas las cónicas, y éstas se pueden transformar de una a otra utilizando las proyecciones apropiadas.

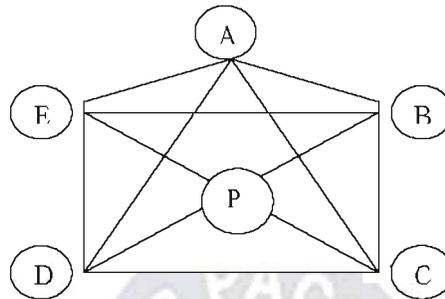


Figura 9 *Representación de puntos en grafica de la mano*

Fuente: Elaboración Propia

Estas líneas se extienden a lo largo de la mano y los dedos con otras líneas que no son rectas y estas también son calculadas vectorialmente y representadas por puntos , los cuales recorren los dedos gráficamente mostrados en la Figura 9.

El cálculo estudia los incrementos en las variables. Sean x e y dos variables relacionadas por la ecuación :

$$y = f(x)$$

Ecuación 2.3 Ecuación para una función

en donde la función f expresa la dependencia del valor de y con los valores de x .

Donde:

- x : *mano*
- $f(x)$: *función de identificación de la mano*
- y : *resultados obtenidos por la identificación*

Un pequeño incremento h en los datos de la mano x , del valor obtenido x_0 a $x_0 + h$,(siendo 0 un valor cualquiera obtenido) produce un incremento k en el resultado y que pasa de $y_0 = f(x_0)$ a $y_0 + k = f(x_0 + h)$, por lo que $k = f(x_0 + h) - f(x_0)$. El cociente k/h

representa el incremento medio de la y cuando la x varía de x_0 a $x_0 + h$. La gráfica de la función de la palma de la mano $y = f(x)$ es una curva en el plano xy y k/h es la pendiente de la recta AB entre los puntos $A = (x_0, y_0)$ y $B = (x_0 + h, y_0 + k)$ que son puntos específicos ubicados en la mano en esta curva; esto se muestra en la Figura 10, donde h es la altura total obtenida $h = AC$ y $k = CB$, así es que k/h es la tangente del ángulo BAC del punto dado.

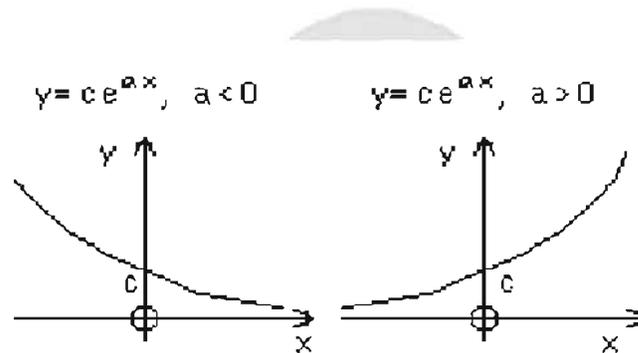


Figura 10 *Curvas graficas de ángulos para el calculo de la mano*

Fuente: Extraído de Enciclopedia 2002

Si h tiende hacia 0, para un x_0 fijo, entonces k/h se aproxima al cambio instantáneo de la y en x_0 ; geoméricamente, B se acerca a A a lo largo de la curva $y = f(x)$, y la recta AB tiende hacia la tangente a la curva, AT , en el punto A . Por esto, k/h tiende hacia la pendiente de la tangente (y por tanto de la curva) en A . Así, se define la derivada $f'(x_0)$ de la función $y = f(x)$ en x_0 como el límite que toma k/h cuando h tiende hacia cero, lo que se escribe:

$$f'(x_0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{k}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h}$$

Ecuación 2.4 *Expresión para el limite de altura de la mano*

Este valor representa la magnitud de la variación del resultado y y la pendiente de la curva en A del punto. Cuando, x es la mano e y es la distancia total de la palma, la derivada representa la identificación instantánea. Valores positivos, negativos y nulos de $f'(x_0)$

indican que $f(x)$ la función es correcta respectivamente de acuerdo a los valores introducidos por x_0 . La derivada de una función es a su vez otra función $f'(x)$ de x , que a veces se escribe como dy/dx , df/dx o Df .

$$\text{Si } y = f(x) = x^2$$

Ecuación 2.5 Parábola

Entonces:

$$\begin{aligned} k &= f(x_0 + h) - f(x_0) \\ &= (x_0 + h)^2 - x_0^2 \\ &= (x_0^2 + 2x_0h + h^2) - x_0^2 \\ &= 2x_0h + h^2 \end{aligned}$$

Ecuación 2.6 Expresión obtenida de la derivada

por lo que $k/h = 2x_0 + h$, que tiende hacia $2x_0$ cuando h tiende hacia 0. La pendiente de la curva cuando $x = x_0$ es por tanto $2x_0$, y la derivada de

$$f(x) = x^2 \text{ es } f'(x) = 2x$$

Ecuación 2.7 Expresión de resultado correcto de identificación

Todos estas operaciones realizadas anteriormente, verifican la funcionalidad del algoritmo buscado geoméricamente, ayudara a realizar un mejor calculo de la mano y de todos los puntos específicos que deseamos encontrar para la mejor identificación.

2.8. METODO PROPUESTO DE IDENTIFICACIÓN

El método de identificación planteado por la empresa ROBOTIKER es una gran alternativa para la autenticación de la palma de la mano y de aquellos puntos o patrones específicos que son características principales para el reconocimiento de una persona.

El método solamente muestra el procedimiento gráfico de adquisición de datos, desde que se introduce a la palma de la mano como información principal y la captura de los puntos principales y como estos deberían ser llevados a un vector.

2.8.1. PASOS DE IDENTIFICACION

El método propuesto por la empresa Robotiker en el año 2004, es solamente la representación gráfica de una forma de identificación con un cierto tipo de pasos que desarrollaremos a continuación:

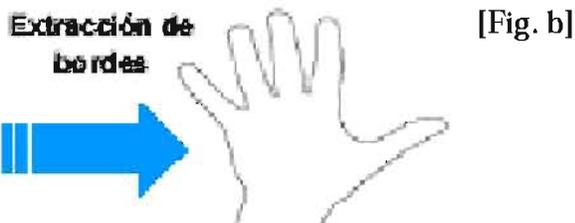
- **PASO 1:** A través de un lector, el cual toma la palma de la mano como base principal de información, se adquieren datos específicos y características, los cuales son almacenadas en un vector, para mas adelante ser comparados, una vez realizada la comparación son almacenados en una Base de Datos.



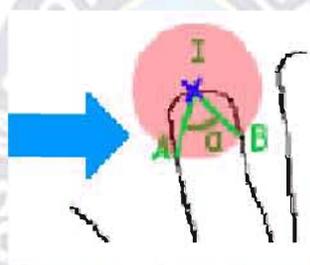
[Fig. a]

Se toma la mano como parte principal de la información e introducción de datos y características

- **PASO 2:** *Se realiza la extracción de bordes ; Posteriormente se obtiene el borde o contorno de la mano para identificar la longitud, anchura, distancia, área total entre puntos específicos. (Para el borde utilizaremos la **Textura de una imagen**).*



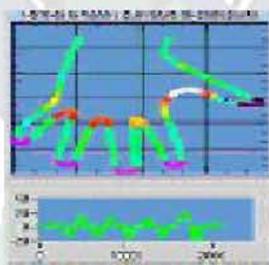
- **PASO 3:** Se obtiene el principal punto, que se ubica en la parte superior de la mano, para posteriormente ubicar los otros puntos o patrones que son característicos de identificación.



[Fig. c]

Punto principal en la parte superior

- **PASO 4:** Se realiza el análisis de toda la distancia ocupada por la mano en una grafica que representa todo el área de la misma.



[Fig. d]

Dimensión de la mano propuesto por el método

- **PASO 5:** Se halla los demás puntos principales de la mano, en todo su contorno y se halla los puntos principales y los puntos secundarios diferenciados por colores.



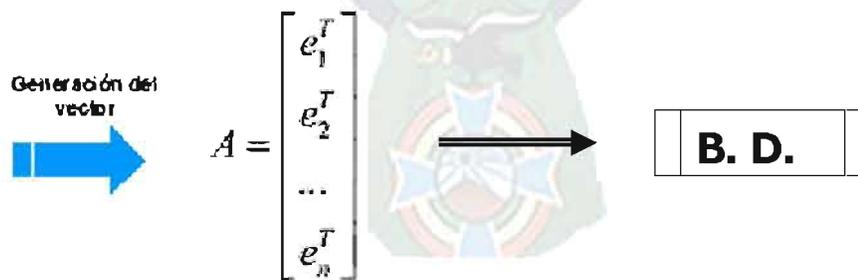
- **PASO 6:** Posteriormente se realiza la grafica geométrica de la identificación biométrica de la palma de la mano par su identificación.



[Fig. f]

Se realiza el trazo de características geométricas

- **PASO 7:** Teniendo todos los datos estos son almacenados en un vector el cual nos da todos los resultados de identificación en la base de datos.



[Fig. g]

El vector almacenado en la base de datos

Figuras 11

Todos los gráficos (Fig.a, Fig.b, Fig.c, Fig.d, Fig.e, Fig.f, Fig.g) son parte del procedimiento planteado por la empresa ROBOTIKER, 2004

2.9. APLICACIÓN DEL METODO PROPUESTO

2.9.1. METODO DE TEXTURAS

La caracterización de texturas es una herramienta muy importante para el análisis de imágenes, el concepto de textura no es muy clara pero podemos dar un concepto informal como : *Textura una escena es considerada una textura si cualquier vista parcial de la escena es similar a cualquier otra* . La clasificación de texturas se utiliza para tareas de segmentación, detección de defectos en las texturas, etc. Normalmente, estas se caracterizan por una función o por un vector de características. [Mari Carmen Barba Riquel 2004].

Para la realización del *Paso 2* la obtención del borde de la mano, se usará una estructura de datos llamada MRCG (Multi Resolution Cluster Graphs). Esta estructura está formada por una secuencia de puntos denotados por :

$$\{N_s(t)\}_{s \in I}$$

Ecuación 2.8 *Ecuación de textura de la imagen*

Donde:

I = Imagen de la palma de la mano

s y t = son datos dados de información de la imagen

$N_s(t)$ = se define como el número de componentes conexas formadas por al menos s píxeles., para una imagen binarizada.

píxel = es un punto (x, y) de la imagen

t = umbral de la imagen.

La estructura $\{N_s(t)\}_{s \in I}$ es una representación multinivel de la imagen donde el parámetro s controla la resolución.

En este estudio consideraremos que un píxel es vecino de otro si entre ellos existe una relación de 4-adyacente, que es una versión del algoritmo seguimiento de Fisuras (Crack Following).

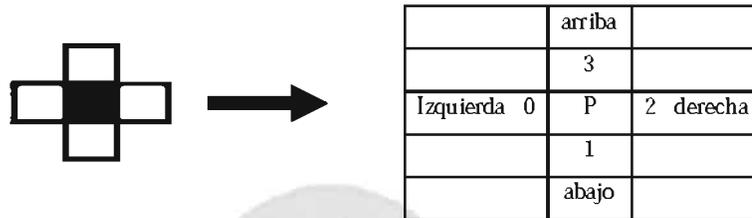


Figura 12 . *Representación de la 4-adyacente*

Fuente: [Mari Carmen Barba Riquel 2004].

a) Imagen Segmentada

La *segmentación* (repetición seriada de grupos de partes del cuerpo. [Enciclopedia 2002]) de imágenes es una etapa preliminar esencial en la mayor parte de los problemas de reconocimiento de formas y análisis de escenas.

Los métodos de segmentación son complicados y diversos. Si bien en ellos pueden utilizarse algunas secciones ya estandarizadas de transformación, gran parte del cálculo debe hacerse con procesadores de propósito general.

Uno de los métodos más sencillos para detectar cambios entre dos imágenes $f(x,y,t_i)$ y $f(x, y, t_j)$, tomados en los instantes t_i y t_j respectivamente, es comparar las dos imágenes píxel a píxel. Un procedimiento para hacerlo es formar una imagen diferencia. Una imagen diferencia de otras dos tomadas en los tiempos t_i y t_j se puede definir como:

$$d_{ij}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } |f(x, y, t_i) - f(x, y, t_j)| > U \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases}$$

donde U es el umbral buscado

Ecuación 2.9. *Comparación de imágenes en tiempos diferentes*

Fuente : [Castro Díaz, Juan de Dios 2004]

A veces es útil considerar los tres tipos de imágenes de diferencia acumulativa: absoluta, positiva y negativa [Figura 13].

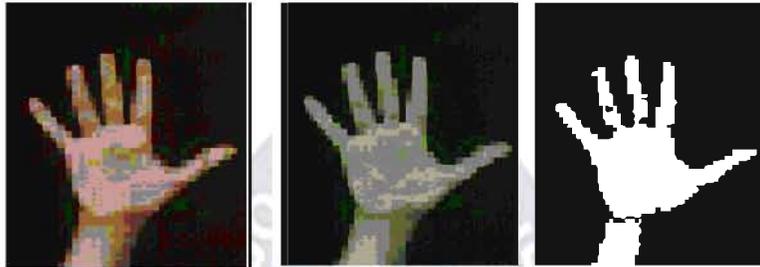


Figura 13. Representación del borde de la mano

Fuente: Elaboración Propia

Las cantidades positiva y negativa se obtienen utilizando la segmentación con la cual podremos encontrar el borde del gráfico de la mano, empleando la ecuación 2.10 sin valor absoluto y los datos de la imagen en lugar de $f(x, y, t_i)$, como :

$$d_{ij}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } \left| f(x, y, t_i) - f(x, y, t_j) \right| > 0 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases} \quad \text{Àyê{æ}ÈæÚ}$$

$$d_{ij}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } \left| f(x, y, t_i) - f(x, y, t_j) \right| < 0 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases} \quad \text{Àyê{æ}ÈæÚ}$$

Ecuaciones 2.10 Diferencia entre imágenes segmentadas

Fuente: [Castro Díaz, Juan de Dios 2004]

Si los niveles de gris de un objeto son mayores numéricamente que el fondo y la diferencia es positiva, se compara ésta con un umbral positivo; si es negativa, la diferencia se compara con un umbral negativo. Esta definición se invierte si los niveles de gris del objeto son menores que los del fondo.

b) Imagen Binarizada

La imagen en niveles grises, nos permite calcular su histograma ³ y a partir de él la imagen binarizada con distintos valores umbrales como en la Figura 14.

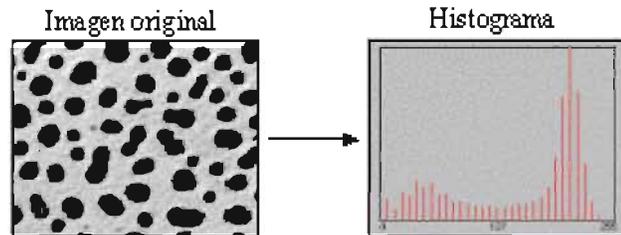


Figura 14: *Puntos de Imagen & Histograma*

Fuente: [Mari Carmen Barba Riquel 2004]

El análisis del histograma es fundamental para saber la cantidad de umbral de la imagen propuesta en el método y esta se define como :

$$I = \{Ns(t)\} \quad s \in S$$

Ecuación 2.11 Conjunto de puntos de la imagen

Fuente : [Mari Carmen Barba Riquel 2004]

donde:

- I : Imagen de la mano
- $Ns(t)$: es el número de componentes conexas con un tamaño de al menos s píxeles en una imagen binarizada con umbral t .
- $t \in [0, 255]$
- s se toma de un conjunto de valores de resoluciones R .

³Histograma: Representación grafica de los resultados que se muestran en una tabla estadística [Enciclopedia 2002].

El algoritmo 4-adyacentes recorre todos los puntos de la mano inclusive las fisuras o pequeños agujeros como :

000000111110000000	000000001111100000	000000110001100000
000001111111000000	000000011111100000	000001100000110000
000011111111100000	000000111111110000	000011000000011000
000111111111110000	000001111111111000	000110000000001100
000111111111110000	000001111111111000	000110000000001100
000011111111100000	000000111111111000	000011000000011000
000001111110000000	000000011111100000	000001100000110000
000000111110000000	000000001111100000	000000110001100000
(a)	(b)	(c)

Figura 15. *Imagen Binarizada (4-Adyacente)*

Fuente: [Castro Díaz, Juan de Dios 2004]

Obsérvese que el proceso de diferenciación genera dos regiones disjuntas: una es el resultado del borde anterior(a) y la otra del borde posterior(c) de la imagen, siendo el borde central(b) el cálculo necesario para la binarización obtenida con el algoritmo 4-adyacentes.

2.10. PROBABILIDAD DE RECONOCIMIENTO

En nuestros días, el desarrollo de la teoría de la probabilidad de reconocimiento por cierto tipo de sistemas ha aumentado, el alcance de las aplicaciones en cuanto a identificación de características. Muchos sistemas se pueden aproximar, con gran exactitud, en la verificación de datos, utilizando determinados algoritmos o distribuciones probabilísticas; los resultados de éstas se pueden utilizar para analizar datos estadísticos, para la identificación de rasgos.

La probabilidad es útil para comprobar la fiabilidad de las inferencias estadísticas y para predecir el tipo y la cantidad de datos necesarios en un determinado estudio estadístico [Enciclopedia 2002].

Si la imagen de entrada I es una imagen con textura uniforme entonces I_t (que será la imagen I binarizada de la mano), no será más que una imagen de ceros y unos repartidos aleatoriamente como en la Figura 15, donde la probabilidad de que sea un 1 es $p(t)$ (cuando las características son iguales en el momento de la identificación), y la probabilidad de que sea un 0 es $1 - p(t)$ (cuando existe el rechazo por las características almacenadas), $p(t)$ es una función monótona creciente y su valor depende de la distribución de la uniformidad de los datos almacenados. Si la distribución es uniforme en el intervalo $[t_{\min}, t_{\max}]$ entonces podemos definir $p(t)$ como:

$$P(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < t_{\min} \\ (t - t_{\min}) / (t_{\max} - t_{\min}) & \text{si } t_{\min} \leq t \leq t_{\max} \\ 1 & \text{si } t > t_{\max} \end{cases}$$

Ecuación 2.12 *Probabilidad de Falsa aceptación y rechazo de la Imagen*

Fuente: [Mari Carmen Barba Riquel 2004]

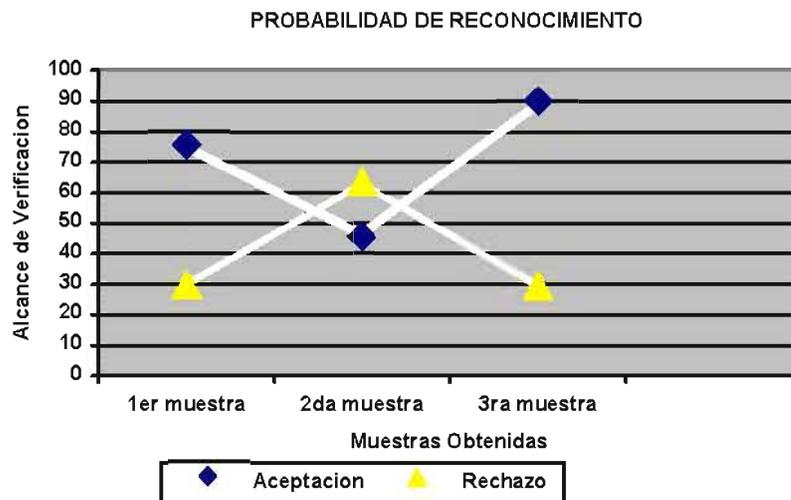


Figura 16. *Probabilidad de Reconocimiento*

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular la aceptación o rechazo de las características de cierta persona, se tendrán en cuenta todas las muestras de las mismas, para su identificación almacenadas en la base de datos, que verifiquen que su función de capacidad sea mayor que cero, o igual a 1 para ser aceptados , o en caso contrario ser rechazados donde :

$$p(\theta \in \Theta)_\phi = \frac{N_\theta}{\sum_{\forall i} N_i}$$

Ecuación 2.13

$$p(\omega \in \Omega)_\phi = \frac{O_\omega}{\sum_{\forall i} O_i}$$

Ecuación 2.14

Donde:

Θ : Conjunto de Puntos de Aceptación de igual identificación

Ω : Conjunto de Puntos de Rechazo de diferente característica

N_i Numero de píxeles de identificación

O_i Numero de píxeles de identificación de diferente característica

Ecuaciones (2.13) (2.14): *Para la Aceptación y Rechazo*

Fuente: [Mejías Pinto Daniel 2004]

Todos estos procedimientos gráficos para el cálculo de los puntos y/o patrones de identificación, solo son gráficos de gran ayuda para la realización del presente trabajo, así como todos los métodos, cálculos geométricos y vectoriales, ya que son base principal para la identificación del algoritmo buscado y planteado en nuestros objetivos tanto general como los específicos.

CAPITULO III

MODELO DE SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE LA MANO

3.1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de autenticación basados en el análisis de la geometría de la mano son sin duda los más rápidos dentro de los biométricos: con una probabilidad de error aceptable en la mayoría de ocasiones, en aproximadamente un segundo son capaces de determinar si una persona es quien dice ser. [The Economist, 2003].

El modelo de sistema biométrico de identificación mediante la geometría de la palma de la mano, implementa un método u algoritmo de autenticación de las características de la palma de una persona, al mismo tiempo determina puntos principales de la mano para verificar la longitud, anchura, área, distancias, etc., que son características principales para la autenticación. Se utiliza el algoritmo para la obtención del borde de la mano, el algoritmo de Euclides para la geometría plana y trazo de líneas que unirán los puntos característicos.

La mano al ser una extremidad bastante compleja, delicada y amplia en el estudio de sus características para la identificación, se limitara a la verificación de las características generales de la misma.

Una vez obtenido los datos requeridos, estos pasan a un vector para su respectivo almacenamiento que posteriormente son comparados en el proceso de identificación y registrados en la base de datos principal.

El Algoritmo de la identificación de la palma de la mano ha sido implementado según indicaciones del método planteado por la empresa ROBOTIKER en el año 2004 para la identificación de una persona. Esta empresa plantea temas de identificación como la del iris de los ojos, reconocimiento de rasgos faciales entre otros.

Con toda la información adquirida, se plantea el algoritmo de identificación de la palma de la mano como un sistema de autenticación de características de una persona, el proceso que sigue el reconocimiento de dichas características y la extracción de puntos o patrones principales, se basa en un modelo y un proceso de reconocimiento de las características de la palma de la mano.

3.1.1. MODELO GENERAL DE IDENTIFICACIÓN

El modelo de reconocimiento en forma general realiza una descripción informal del sistema, de la misma manera describe cada uno de los procesos realizados; reconocimiento e identificación, las características de la palma de la mano son almacenadas en la base de datos, posteriormente estos son utilizados en el proceso de comparación, el cual nos lanza un resultado de aceptación o rechazo de los mismos.

3.1.2. MODELO DEL SISTEMA

El modelo del sistema realizado tiene dos procesos fundamentales de reconocimiento y comparación de características como se observa a continuación :

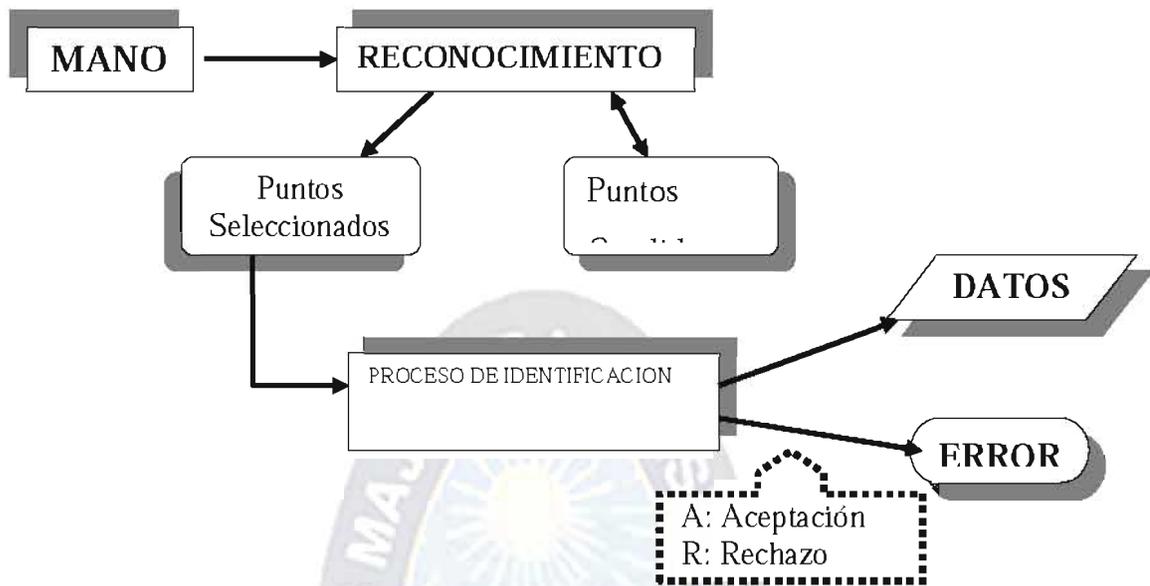


Figura 3.1 Modelo de identificación de patrones de reconocimientos de la palma de la mano

Fuente: [Elaboración Propia]

3.2. DESCRIPCIÓN INFORMAL DEL MODELO

Los sistemas de identificación biométrica son una nueva tecnología, estas están basados en características personales, como iris, cara, huellas dactilares y otros o como el que se plantea en el presente trabajo como ser el modelo biométrico mediante la geometría de la palma de la mano, algunos de los sistemas de autenticación existen desde hace tiempo y han sido usadas en lugares donde la seguridad debe ser la máxima. La creciente paranoia de seguridad sobre todo en los Estados Unidos, por todos los atentados sufridos, a impulsado a la mejora de estos sistemas y no solo en ese país, ya que estos afectan a toda Latinoamérica y por que no decirlo también a nuestro país.

En muchos lugares es habitual que en aeropuertos se usen cámaras con identificación facial de los pasajeros u otro tipo de identificación. Las personas que trabajen en entidades grandes como ser bancos u otras instituciones también deben ser identificadas, por lo cual muchas de instituciones buscan sistemas que sean eficientes.

Este modelo propone un control de seguridad para las instituciones y las personas que se vayan a registrar, teniendo la seguridad de que su autenticación de datos es el correcto sin preocuparse que los mismos sean alterados para posibles engaños o fraudes. En si la generalización de los sensores biométricos de identificación personal, también llevará a un abaratamiento de los mismos y a su inclusión en cada vez más servicios.

Para la identificación se utiliza lector biométrico¹, como ser un escáner para la adquisición de datos, este capturara las imagen de la palma de la mano de una persona a distancia razonable, esta información será útil para realizar el proceso de reconocimiento y obtendrá un código único de identificación utilizando los algoritmos ya propuestos en el capítulo anterior. Para este modelo general se tomaron en cuenta los siguientes componentes :

1.- *Mano*

La mano de una persona es la herramienta principal del modelo de identificación, la cual proporciona los datos y principales características que son parte fundamental del proceso de identificación.

Todas las personas pueden utilizar el sistema de identificación y registrar sus datos, salvo aquellas personas que cuentan con algún tipo de prótesis, tatuajes en dicha extremidad u otro tipo de problema en la cual sea afectada a la mano, por lo cual no pueda realizar su registro en el sistema de identificación.

Se debe tomar en cuenta que en el momento de la identificación la mano a ser registrada debe estar libre de cualquier objeto que no permita la correcta identificación, como ser los anillos o manillas u otros objetos.

¹Aparato dirigido al escaneo de la imagen

2.- Reconocimiento

El proceso de reconocimiento extrae las características principales de la mano (anchura, longitud, área, determinadas distancias, patrones característicos...) que son parte fundamental de la identificación del sistema, la persona sitúa su mano sobre un dispositivo lector con unas guías que marcan la posición correcta para la lectura. Una vez la mano está correctamente situada, se toma una imagen, de las que se extraen ciertos datos.

Este proceso de reconocimiento extrae la imagen y almacena con ella todos los datos personales del usuario para su próxima comparación con las características registradas en la base de datos.

3.- Puntos Candidatos

En un proceso alternativo se seleccionan puntos candidatos para formar las características principales de la palma de la mano, después del reconocimiento estos puntos son analizados y verificados para ser tomados en cuenta como característica principal y son desechados aquellos puntos que no son significativos, las características son almacenadas y luego enviadas como puntos o patrones seleccionados de identificación.

4.- Puntos Seleccionados (Patrones de reconocimiento)

Una vez seleccionado aquellos puntos o patrones principales en el proceso de reconocimiento estos son puntos principales de identificación, que dan una característica o código principal de reconocimiento a cada persona. Estos son datos fundamentales para el sistema y son almacenados en el vector característico para ser utilizados en el proceso de identificación.

5.- Proceso de Identificación

El proceso de identificación consiste en la captura de los datos de un usuario utilizando una imagen del mismo, de esta se extrae el borde y los puntos principales de la palma de la mano, se eliminan todos aquellos datos inservibles que pueden perjudicar el proceso y se toman en cuenta, en especial los puntos candidatos seleccionados anteriormente, se utiliza la segmentación, la binarización y el algoritmo de Euclides para la unión de las líneas características.

Con este proceso se podrá obtener un código único de autenticación que será almacenado en la base de datos y se realizara las comparaciones necesarias para que la identificación sea rechazada o aceptada.

6.- Datos / Error

El código único obtenido anteriormente con el proceso de Identificación nos da la posibilidad de aceptar o rechazar estas características introducidas, en el caso de aceptarlas se realizara el despliegue de los datos de la persona correspondiente *siendo identificado*, en caso contrario se despliega el error, rechazando el código introducido *siendo no identificado*, en el proceso de comparación con un margen de error aceptable, para estos dos casos y la probabilidad de un 99% de seguridad en el control de identificación de datos.

El modelo registra los datos personales en el proceso de reconocimiento, de los cuales se seleccionan puntos y se toman en cuenta solo los puntos candidatos que representan una característica única para la persona, estos son enviados al proceso de Identificación, en el cual se realiza la comparación de los mismos, en cuyo caso se muestran los datos de la persona si son *Aceptados* o se muestra el error si son *Rechazados* por el de identificación.

3.3. DESCRIPCION FORMAL - PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN

Una vez obtenida la imagen de la palma de la mano esta debe ser procesada, segmentada, comparada y reconocida para su respectivo análisis de identificación

3.3.1. DIAGRAMA DEL SISTEMA

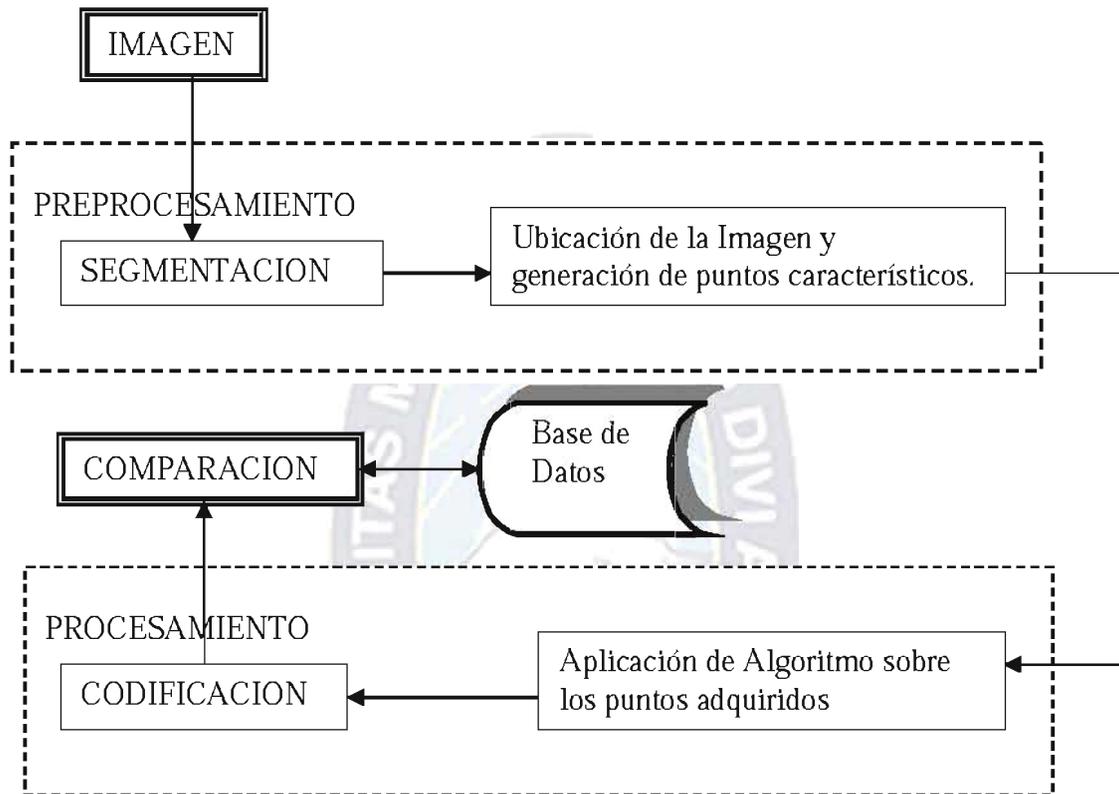


Figura 3.2 Diagrama de Bloques

Fuente: Modificada de [Arana & Calderón & Larre, 2001]

En la figura 3.2 observamos el diagrama de bloques de procesamiento de la imagen, la cual es introducida como parte principal de información, en un preprocesamiento se realiza la segmentación de la misma la cual nos da como resultado la obtención de patrones característicos que mas adelante serán información necesaria de comparación. Así mismo en forma general se realiza el proceso de comparación, extrayendo patrones característicos de la base de datos, realizando la codificación en la cual se aplica el algoritmo obtenido de la investigación.

En el diagrama de bloques mostramos el proceso de comparación mas detallado que se realizara con el siguiente modelo :

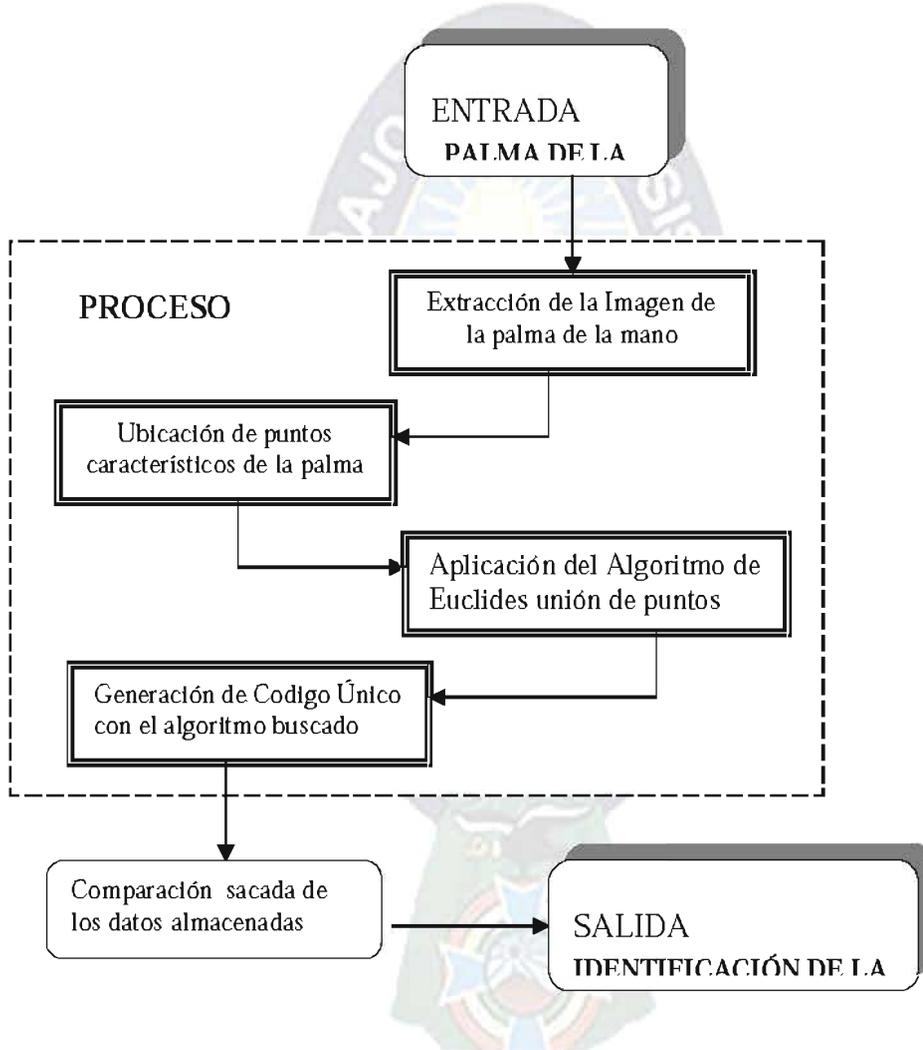


Figura 3.2a *Modelo de Comparación e Identificación*

Fuente: [Elaboración Propia]

3.3.2. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

Para la adquisición de la imagen de la palma de la mano, hoy en día muchas empresas ofrecen varios tipos de lectores biométricos, abaratando los precios, aunque en nuestro medio todavía es un poco difícil conseguir estos dispositivos, pero si buscamos información en la Internet podemos encontrar una infinidad de empresas que brindan estos productos.

Aunque en la actualidad quisiéramos contar con este dispositivo para poder llevar a cabo la aplicación del modelo, como un sistema real de identificación, realizamos la simulación del mismo adquiriendo imágenes en forma controlada a través de un scanner, como se observa en la figura 3.3, el cual nos da la posibilidad de realizar una comparación exacta.

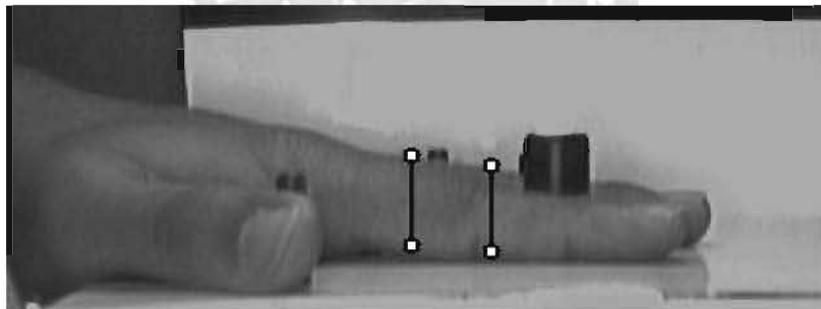


Figura 3.3 Adquisición de datos de la Imagen

Fuente: [Imagen adquirida con el escáner]

Las imágenes adquiridas a través del dispositivo, fueron obtenidas de manera controlada, ubicando una posición correcta de la mano para obtener datos característicos de identificación, ya que estos son parte fundamental para el reconocimiento y comparación, en el modelo de autenticación.

En muchas aplicaciones de reconocimiento de usuarios, hoy en día se utiliza lo que son sensores o lectores biométricos, pues hoy en día, los precios de estos dispositivos están bajando, y sin duda a nuestro modelo se aplicara uno de estos dispositivos mas adelante.

3.3.3. IMÁGENES DE ENTRADA

Las imágenes que se adquieren con el escáner son fundamentales para la entrada de datos en el modelo de identificación, y la simulación del sistema de autenticación, por tanto se debe obtener la mayor cantidad de información posible de las características en el momento de la lectura, las cuales están representadas en la **Figura 3.4**.

La imagen es tomada con lector Toma los puntos de la imagen

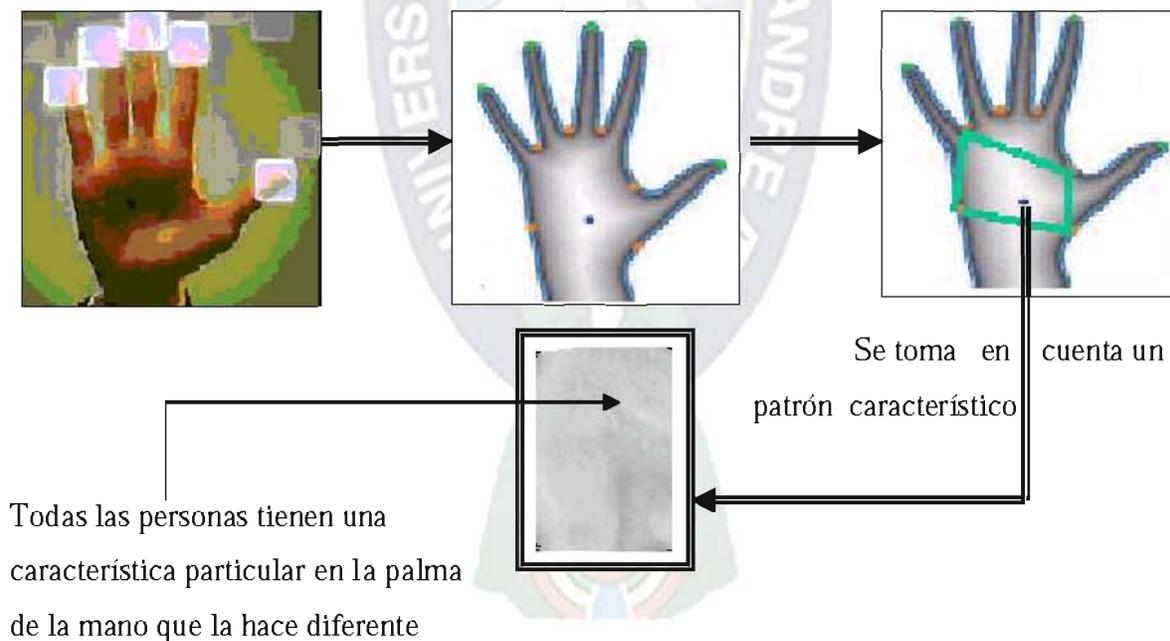


Figura 3.4 Características extraídas para la identificación

Fuente: Método utilizado por ROBOTIKER,2004

un código el cual nos ayudara a obtener el información necesaria de comparación en el momento de autenticación del usuario

3.4.1. LOCALIZACION DE PUNTOS SELECCIONADOS

Para hallar la característica de un punto en la palma, primero se deben encontrar todos los puntos en la palma desde la parte superior (PS), parte superior media(PSM), parte inferior (PI), y la parte central que es el punto característico, y todo esto lo veremos con mas claridad en la Figura 3.5a :

- ⊕ Puntos Característicos (determinan altura y anchura de la mano)
- ⊕ Puntos Seleccionados
- ⊕ Puntos Candidatos
- ⊕ Patrón Central Característico

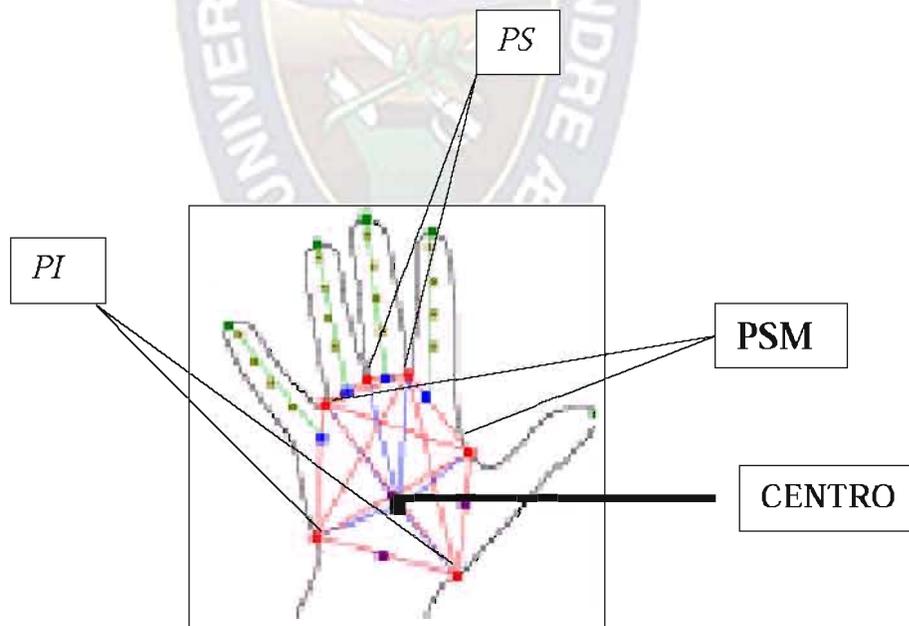


Figura 3.5a Localización de Puntos

Fuente: Elaboración Propia modificada de ROBOTIKER, 2004

³El polígono, figura plana limitada por al menos tres rectas, toma diferentes formas según el número de lados [Enciclopedia, 2002].

⁴El polígono : Hexágono Irregular se llama así por tener lados y distancias diferentes entre ellos. [Enciclopedia, 2002].

Como podemos observar en la Figura 3.5a en la palma se localiza varios puntos, con distancias diferentes, hasta hallar el centro. Podemos observar geoméricamente que se trata de un *Polígono Regular*³ mas propiamente dicho un Hexágono Irregular⁴ por la unión de las líneas, este se caracteriza por :

Los *Puntos* Geométricos cada uno caracterizado por : (x, y)

Las *Líneas* $ax + by + c = 0$; siendo a, b, c incógnitas

El *centro* es el punto C (h, k)

La *apotema*⁵ es la distancia de un punto (x, y) , hacia el centro (h, k)

La *distancia* entre dos puntos esta definida como $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

Para Calcular el *Área* de un polígono irregular, se debe descomponer el mismo en triángulos mas sencillos, y la suma de estos es la resultante del área.

Con todas estas ecuaciones podremos encontrar el polígono encerrado en la palma de la mano y el punto o patron⁶ característico ubicado en el centro como se muestra en la Figura 3.4 b como se muestra a continuación:

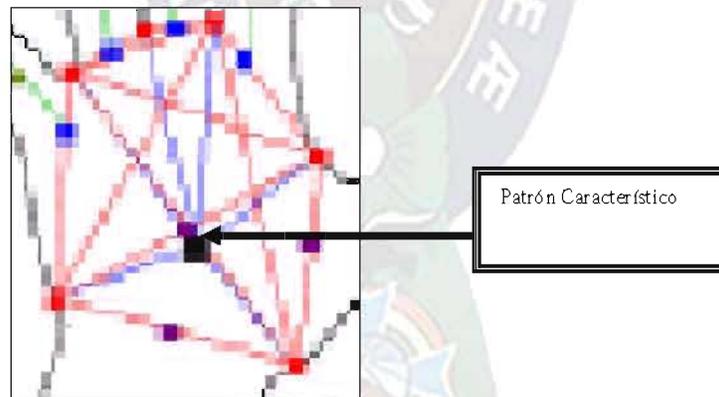


Figura 3.5b Patrón Característico

Fuente: Elaboración Propia extraída del algoritmo de identificación

⁵*Apotema* : es el segmento que une el punto central, con la parte media de uno de los lados [Guía del Estudiante 1994], Madrid, España.

⁶*Patron* : punto característico y referencial obtenido como dato de investigación [Guía del Estudiante 1994], Madrid, España

3.4.2. SEGMENTACION DE LA IMAGEN

La segmentación es el corte o división, es la obtención de objetos relevantes de una imagen, sin preocuparnos del fondo. Es una tarea muy difícil y muy importante para el análisis de imágenes. Para segmentar la imagen nos basamos en dos propiedades fundamentales de las imágenes en niveles de gris: Discontinuidad, Similitud; la primera divide una imagen basándose en los cambios bruscos de nivel de gris, se usa para encontrar puntos aislados, líneas y bordes de imágenes; la segunda son métodos basados en umbralización, crecimiento de regiones, división y fusión de regiones [Álvarez & Castro & Pérez, 2004].

En una imagen segmentada, en nuestro caso, primero debemos definir el borde⁷ de la mano y localizar los puntos característicos de la misma, para lo cual utilizaremos el primer método anteriormente explicado. En la Figura 3.6 podemos observar los pasos de segmentación.

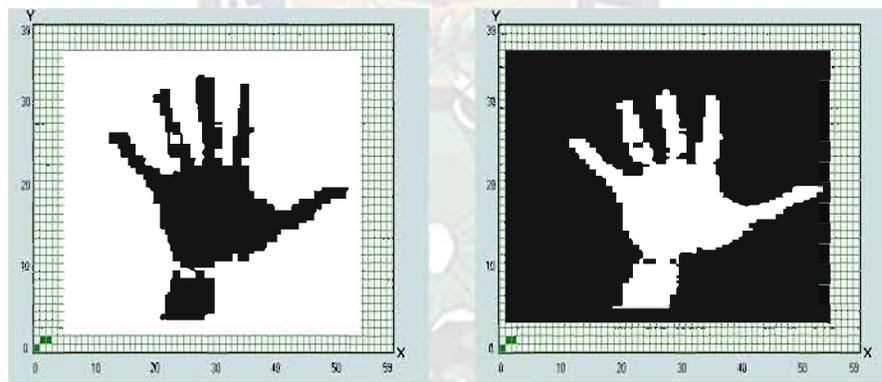


Figura 3.6 *Detección de Borde*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Segmentación

Una imagen depende de dos variables (x, y) que es un punto en la imagen, que mas adelante será el patrón característico de investigación, por tanto, para observar el umbral que da la diferencia en la imagen, necesitamos escoger el mismo de una forma adecuada.

⁷*Borde:* puntos de contorno son zonas de píxeles en las que existe un cambio brusco de nivel de gris.

Un cambio en la función imagen del punto $f(x, y)$ puede ser descrito dependiendo del lugar en el cual apunta en la dirección del mayor crecimiento de la función imagen. [Troyano & Palazon, 2004].

Como vemos en la imagen Figura. 3.6 la dirección de máximo crecimiento de la función va desde $f(x_i, y_j)=0$ (color negro) hasta $f(x_i, y_j)=255$ (color blanco). Las líneas cerradas nos indican puntos donde el nivel de gris es el mismo. El punto de orientación 0° está hacia el Este. [Troyano & Palazon, 2004].

Asumiremos el valor de los puntos de fondo (color blanco) como 0 y el de los puntos de contorno (color negro) como 1. La dirección de los contornos exteriores es en sentido contrario a las agujas del reloj y la de los interiores en el mismo sentido. El recorrido de la imagen se hace de arriba abajo y de izquierda a derecha [Fig. 3.6 a]. Donde:

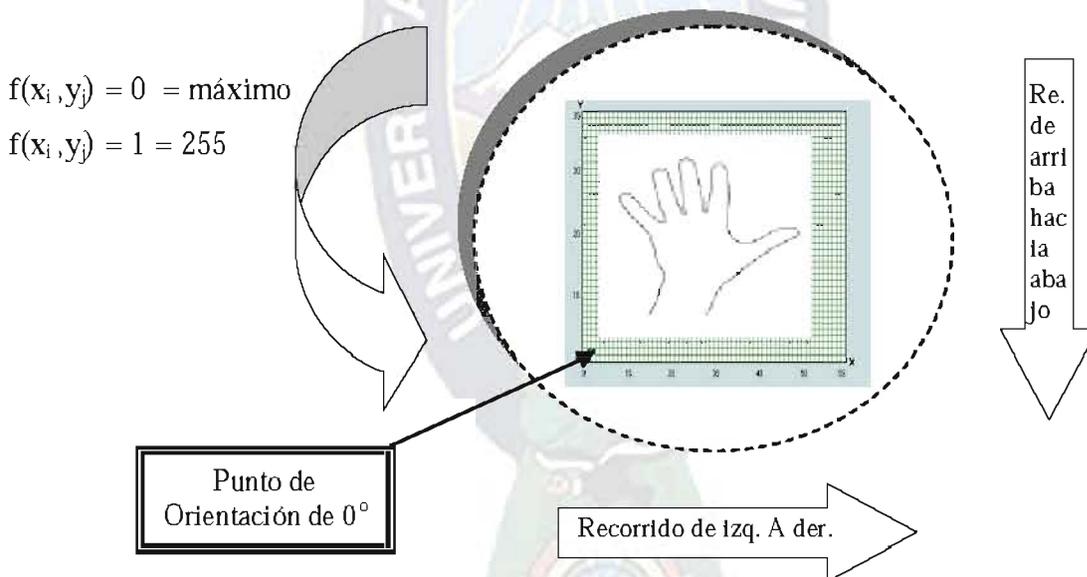


Figura 3.6a *El Borde Segmentado*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Segmentación

El valor correspondiente a cada dirección es lo que denominamos código de cadena. Diremos que un contorno es exterior si la región que encierra es un objeto e interior cuando la región encerrada es un fondo. [Troyano & Palazon, 2004].

Podemos dividir el algoritmo en tres fases. Primero debemos encontrar el principio de un contorno (el punto mas alto de la imagen, que es el dedo medio), después trazar dicho contorno y finalizar el trazado del contorno cuando tenemos una imagen adquirida como la de la Figura 3.6.

Dependiendo la cantidad de gris en la imagen, se puede determinar si el nivel de umbral de dicha imagen es positiva o negativa. Con la ecuación 2.8 del Capitulo II, podemos observar la cantidad de información que debemos tener en la textura de la imagen segmentada y la ecuación 2.9 del mismo capitulo nos da la diferencia de la imagen segmentada en tiempos distintos, con lo cual obtenemos la figura adecuadamente segmentada , para poder ser binarizada

3.4.3. BINARIZACION DE LA IMAGEN

La binarización de una imagen nos proporciona el nivel de gris del mismo, una vez encontrado el fondo segmentado y el borde, debemos encontrar puntos o patrones característicos en la imagen, estos serán la principal información de identificación.

Las imágenes de la palma adquiridas con la segmentación, [Fig.3.6] son datos esenciales para hallar el borde [Fig. 3.6a], y estos para hallar el punto central de la palma.

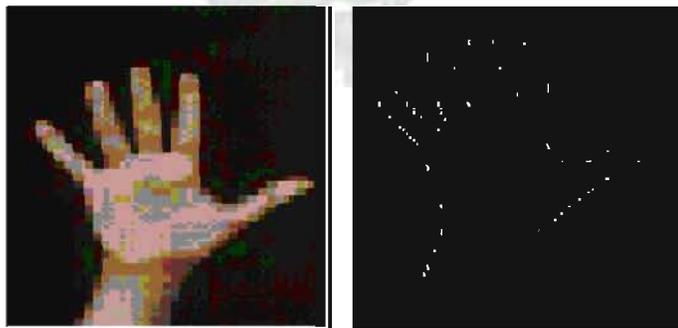


Figura 3.7 *Imagen de la mano con un borde adecuado*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Segmentación

Una vez introducida la imagen de la mano segmentada [Fig. 3.7], se obtiene el borde de la misma, como las imágenes mostradas anteriormente, se utiliza un nivel de umbralización adecuada para la localización de los puntos. El área estudiada en el presente proyecto es toda la palma, es por esa razón que el método de binarización utilizada para la extracción de puntos de la imagen debe ser efectiva, ya que el tiempo de ejecución del mismo es muy importante para su procesamiento.

En la figura 3.8 podemos observar los puntos obtenidos del borde (los puntos seleccionados, los puntos candidatos) y el patrón característico (el punto central), los cuales son datos fundamentales en la identificación, obtenidos del método de extracción de bordes y binarización (MRCCG, 4 - adyacentes mencionados en el capítulo II).

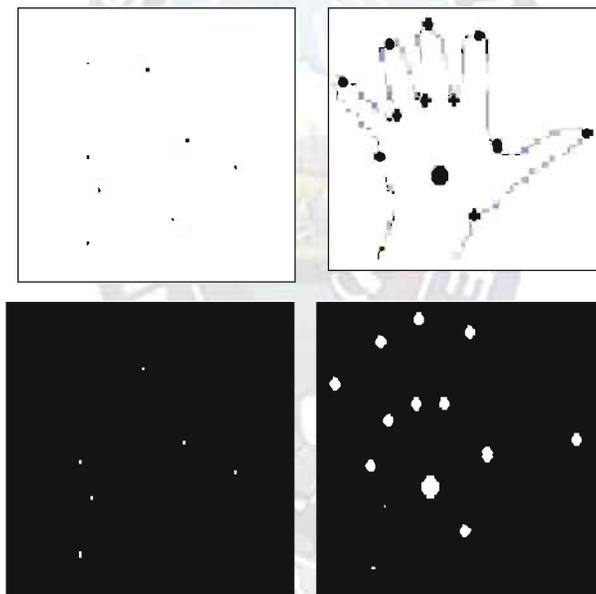


Figura 3.8 *Puntos Seleccionados y Característicos*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Binarización

El método de binarización, utiliza el algoritmo de seguimiento de cadenas (Crack Following), almacenados en la base de datos, con este código se puede encontrar el contorno y con el, los puntos requeridos, se llama 4 -adyacentes por que recorre, a partir

del punto, las 4 coordenadas (arriba, izquierda, derecha, abajo) este recorrido se realiza en sentido contrario a las agujas del reloj, porque encuentra el borde externo de la imagen.

Es cierto, que cuando uno adquiere los datos por primera vez, para estos ser registrados en la base de datos, pueden diferenciar un poco con los datos identificados en el proceso de identificación, puede ser, que por el factor tiempo estas imágenes capturen algunos datos que no registramos o de lo contrario no tomen en cuenta dichas características, con la ecuación 2.10 del capítulo II, podremos hacer efectivo la comparación de dichas imágenes en el mismo proceso mencionado.

3.4.4. EXTRACCIÓN DE PUNTOS CANDIDATOS CARACTERÍSTICOS

Como mencionamos anteriormente, el método para la obtención de puntos (Puntos seleccionados y puntos candidatos), nos ayudara a obtener el punto característico central, la imagen binarizada de la mano (ceros y unos), nos dará la pauta para hallar el primer punto de la palma, en la parte superior, recorriendo toda la palma, hallaremos todos los puntos esenciales de información, estos posteriormente serán seleccionados y solo aquellos característicos, serán puntos candidatos para nuestro estudio.

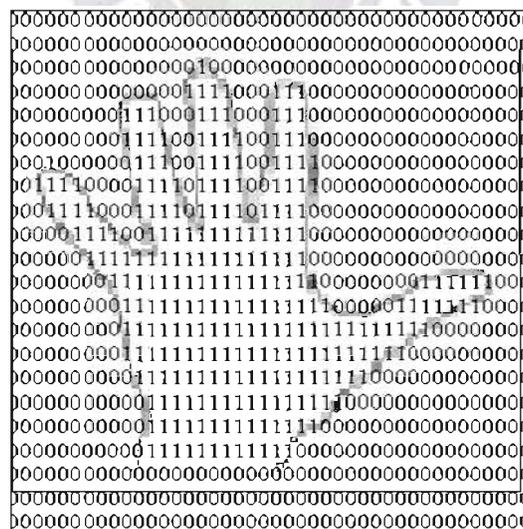


Figura 3.9 *Imagen Binarizada de la palma dela mano*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Extracción de Puntos

Una vez que la imagen esta binarizada [Figura 3.9], el borde se detecta por los unos(1s) obtenidos, se obtienen los puntos con el algoritmo propuesto desde la punta del primer dedo, que es el dedo medio, hasta el final de la palma, donde se acaban los 1s, todos estos datos, también nos darán la anchura, la altura, el área y las distancias requeridas como en la figura siguiente:

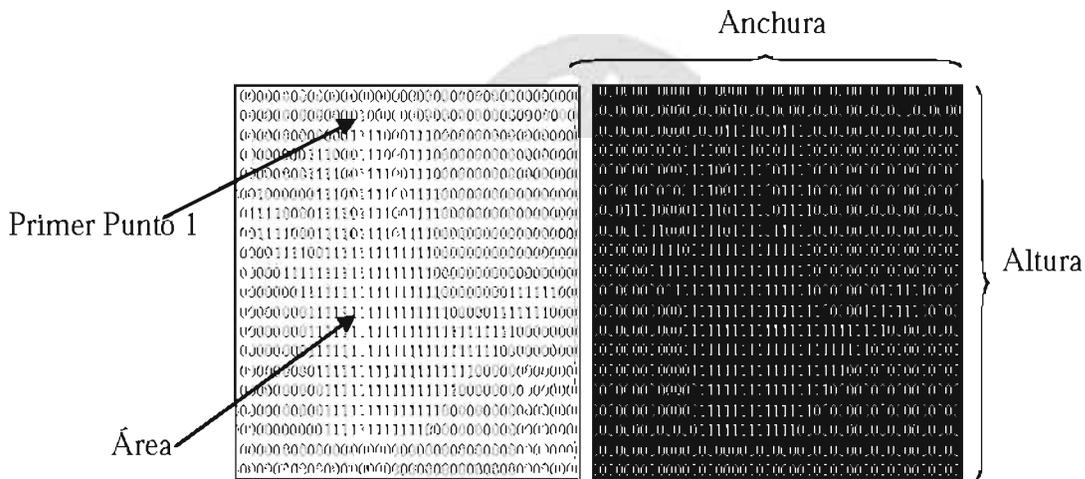


Figura 3.9a *Obtención de puntos en la imagen*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Binarización

La obtención de los puntos, son la base importante en este sistema para hallar todos los datos con el algoritmo propuesto, una vez obtenido estos datos podremos aplicar el algoritmo de Euclides para su respectiva unión.

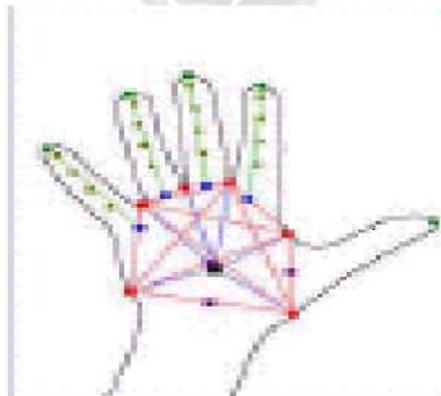


Figura 3.10 *Los puntos de la imagen obtenida*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Algoritmo de Identificación

Estos puntos, se unen con el algoritmo mencionado, como en la figura 3.10, y observamos que se forma un hexágono en la palma y una estrella uniendo los puntos, estos son pequeños triángulos, los que ayudaran a encontrar el área de la imagen, al mismo tiempo se puede encontrar el punto central (x_c, y_c) , como en la siguiente figura.

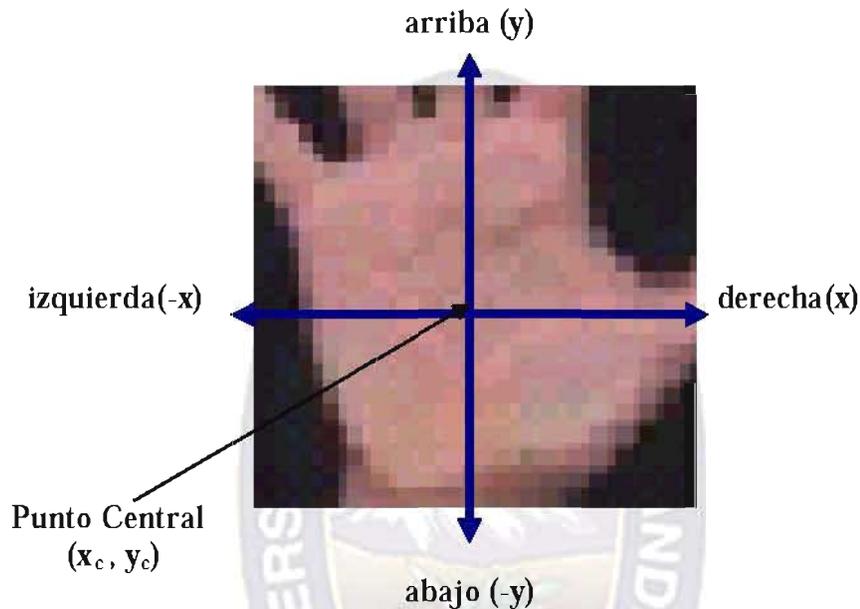


Figura 3.11 Eje de Coordenadas para la imagen

Fuente: Obtención del Centro con el algoritmo obtenido

El eje de coordenadas de la figura 3.11, en la parte inferior de la palma, determina el patrón central característico (x_c, y_c) , con la ayuda de los puntos candidatos obtenidos, los cuales al unirse forman una estrella. Los vértices candidatos al unirse, forman pequeños triángulos [Fig. 3.12], que juntos forman el hexágono, la suma de estos triángulos, nos dan el área buscada, como un dato esencial de identificación.

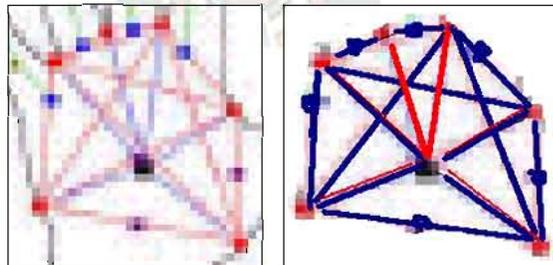


Figura 3.12 Hexágono Formado por la unión de los puntos

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Extracción de Puntos

El hexágono es un polígono de n lados forma varias diagonales⁸, que componen los mencionados triángulos.

$$n(n-3)/2 = \text{cantidad de diagonales}$$

donde n : cantidad de lados del polígono.

Los pequeños triángulos tienen altura, base y un ángulo de 90° por ser rectángulos [Fig. 3.13].

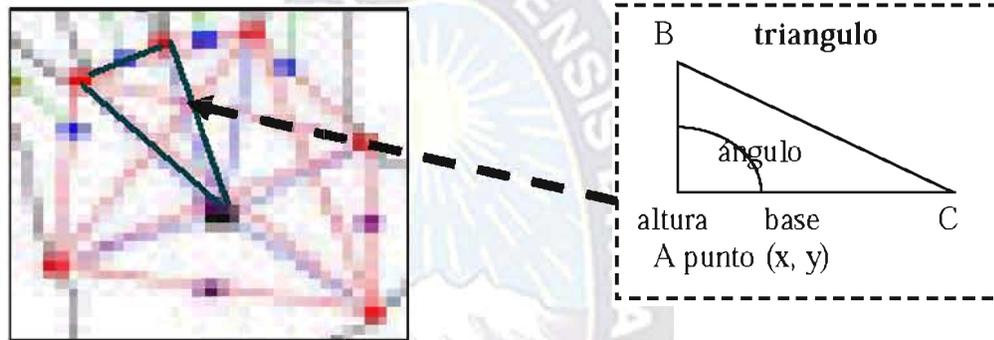


Figura 3.13 Triángulos formados por el hexágono

Fuente: Elaboración Propia extraída del método de Extracción de Puntos

El área de cada triángulo se encontrara con la siguiente ecuación :

$$\mathbf{\text{Área} = b * a}$$

Donde : **Ecuación 3.1** área

b = es la base de cada triángulo

a = es la altura

La suma de las áreas de estos triángulos nos da rá el área total como:

$$\mathbf{\text{Area}_{total} = A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Donde : **Ecuación 3.1a** Área total

n = la cantidad de triángulos formados en el hexágono

⁸*Diagonal* : es el segmento que une dos vértices (puntos x, y) no contiguos en la grafica [Guía del Estudiante, Madrid España, 1994].

Como mencionamos anteriormente, el proceso de comparación de estos datos son tan rápidas que pueden pasar desapercibidas ciertas características, no es normal pero si posible, por la rapidez en la ejecución del programa. Para minimizar este problema se recurre a la identificación basada en la geometría de uno o dos dedos, que además puede proporcionar otra característica mas para la autenticación, su altura, a partir de la parte inferior estudiada, es otro dato bastante importante, ya que en el momento de extracción de puntos, también en los dedos son hallados los puntos seleccionados, como en la Figura 3.14.

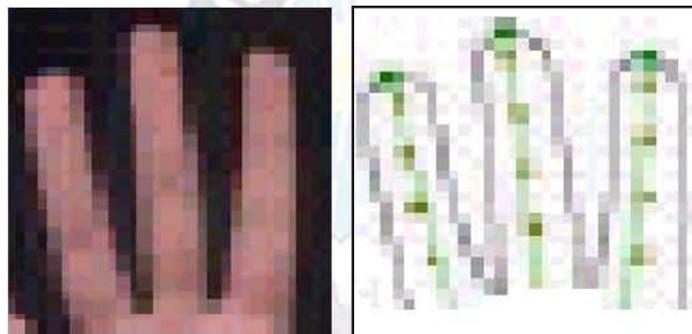


Figura 3.14 *Identificación de puntos característicos en los dedos*

Fuente: Elaboración Propia extraída del Método de Extracción de Puntos

La posibilidad de identificar uno de los dedos y los puntos que en el se encuentran, tan solo es otro dato de información, para la identificación y comparación de características. Una vez encontrados los puntos Candidatos, estos deben ser unidos por el algoritmo de Euclides, para el procesamiento de identificación.

3.5. PROCESAMIENTO

3.5.1. ALGORITMO DE EUCLIDES

El algoritmo de Euclides propone la definición de una recta digital a través del código de cadenas. Para que una línea sea una recta digital son necesarias las condiciones siguientes: [Castañeda & Chávez & Enríquez & Espino, 2004]

- *Paso 1:* Como máximo dos pendientes aparecen en la cadena, y si hay dos difieren en 45° .
- *Paso 2:* Al menos una de las 2 pendientes aparece en las secuencias de longitud 1.
- *Paso 3:* La otra pendiente aparece en secuencias de al menos 2 longitudes (excepto posiblemente en los finales de arco, donde las secuencias pueden estar truncadas), y si hay dos longitudes, difieren en 1.
- *Paso 4:* Al menos una de las 2 longitudes aparece en secuencias de longitud 1, la otra aparece en secuencias de como máximo de 2 longitudes (excepto en los finales) que difieren en uno.

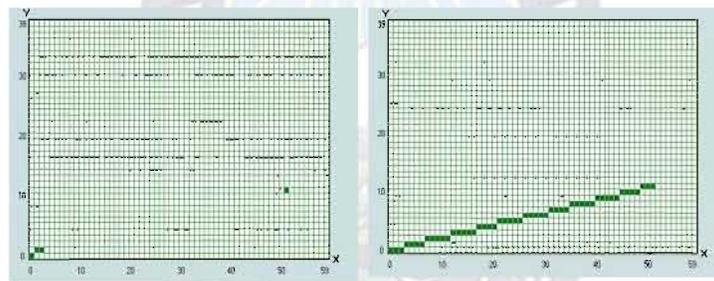


Figura 3.15 Unión de dos puntos con el Algoritmo de Euclides

Fuente: [Castañeda & Chávez & Enríquez & Espino, 2004]

En la Figura 3.15, se observa la unión de los puntos a través de una línea propuesto en el algoritmo de Euclides, el cual encuentra la distancia entre dos puntos, unidos por una línea, con un ángulo de 90° , que es nuestro caso.

En el procesamiento de los datos obtenidos, mas claramente, los puntos extraídos de la imagen binarizada (puntos candidatos), estarán unidos con una línea recta, proporcionada por dicho algoritmo (Algoritmo de Euclides), las primeras líneas formaran una estrella como se muestra en la figura 3.16, esta estrella, es la unión de todos los vértices, de los puntos candidatos de la palma, la cual dará el punto característico central, existen algunos vértices que no se unen, pero, estos también son puntos seleccionados, que posteriormente

son unidos para formar 6 triángulos, la suma de estos nos darán el área total de la palma que es la fase importante en el proceso de comparación de la mano.

En la figura siguiente se muestra los triángulos formados para el área total y la estrella formada, para la ubicación del punto central característico.

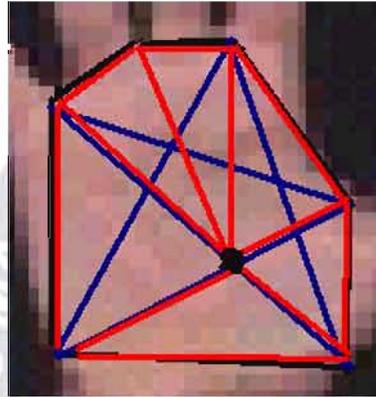


Figura 3.16 Área localizada de la palma

Fuente: Elaboración Propia extraída del Algoritmo de Euclídes

Este algoritmo, solo proporciona las líneas de unión de los vértices, como explicamos anteriormente, utilizando los pasos del 1 al 4, el algoritmo se utiliza de la siguiente manera:

```
ENTRADA: Un píxel (x, y), con  $x > y > 0$  ;  
m.c.d.(x, y) = 1, 2;  
Sea  $b = y$ ,  $a = x - y$ ;  
  
3. Sea  $M1 = H$   
    $M2 = D$  // ({H, D} es el alfabeto que usaremos)  
4. Si  $b < a$  entonces  
   4.1  $M2 = M1 + (M2)^{-1}$ ;  
   4.2  $a = a - b$   
   4.3 Ir al paso 4
```

Cont. ...

5. Si $b > a$ entonces
 - 5.1 $M1 = M2 + (M1)^{-1}$
 - 5.2 $b = b - a$
 - 5.3 Ir al paso 4
6. SALIDA: $M2 + (M1)^{-1}$.

Algoritmo de Euclides

Fuente: Modificado de [Castañeda & Chávez & Enríquez & Espino, 2004]

Nota: La operación + denota la concatenación de cadenas de palabras del alfabeto {H, D}, y $(Mx)^{-1}$ denota la palabra Mx escrita al revés, mcd es el máximo común divisor.

La aplicación de este algoritmo, se realiza en los píxeles o puntos candidatos de la palma, si los datos encontrados con el algoritmo es de :

En un eje de coordenadas de 16 x 16

La mano tiene: Anchura de 12,5 cm (de los dos puntos extremos encontrados)

Altura de 13 cm (de arriba hacia abajo)

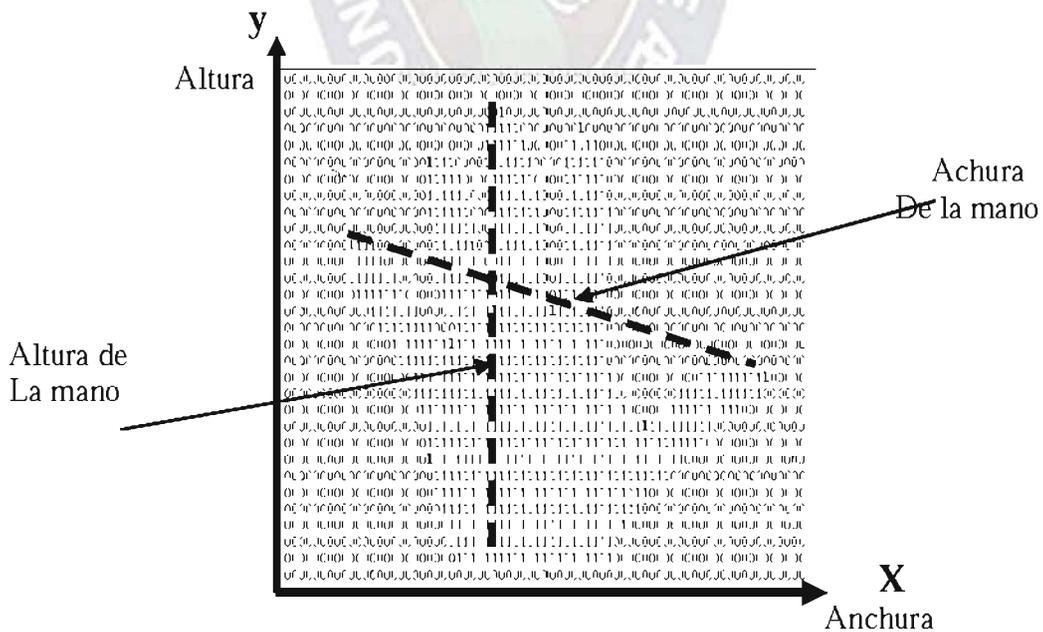


Figura 3.17 Aplicación del algoritmo de Euclides

Fuente: Elaboración Propia extraído del Algoritmo realizado

La figura 3.17 es una imagen de la mano binarizada a gran escala, pero con los datos mencionados anteriormente, podemos aplicar el algoritmo de Euclides

3.5.2. APLICACIÓN DEL ALGORITMO DE IDENTIFICACIÓN

El algoritmo de Euclides es la base fundamental para la unión de los puntos los cuales se podrán identificar, con la ayuda de la binarización, encontramos los puntos que son la parte principal para la unión de las rectas como se muestra en la figura 3.18

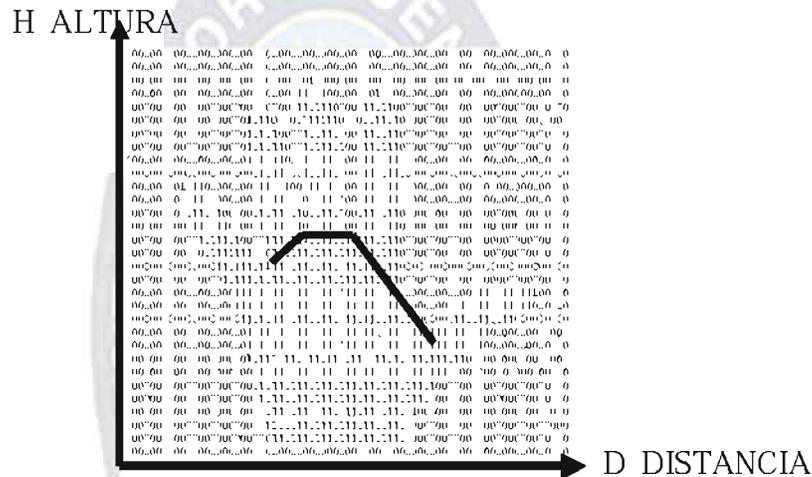


Figura 3.18 *Altura & Distancia de la palma de la mano*

Fuente: Extraído del algoritmo elaboración propia

Si tómanos en cuenta los datos del eje de coordenadas $(H,D) = 16$ cm. que son extraídas de la muestra de una mano que tiene un aproximado de anchura que es $x = 12.5$ cm (que son puntos extremos de la mano), y la altura que es $y = 13$ cm. (de arriba hacia abajo), el recorrido del algoritmo es de izquierda a derecha, empezando de arriba hacia abajo, es por el orden de los puntos encontrados, se encuentran los puntos candidatos $PC = (x, y)$, de acuerdo a un orden en las siguientes posiciones: $PC1 = (3,18)$, $PC2 = (39, 18)$, $PC3 = (24,16)$,.... y así $PC6 = (46,4)$.

Estos puntos, a medida que fueron encontrados, en ese orden, son trazados con la ayuda del algoritmo mencionado [*algoritmo de Euclides*], llegando a formar el polígono irregular (hexágono).

Para calcular el área de este polígono, debemos unir todos los puntos con el mismo algoritmo de Euclides utilizado anteriormente (acepción del primer punto encontrado como ser el PC1), y de esa forma encontrar el punto central característico. La unión de estos puntos forman una estrella como en la siguiente figura 3.19:

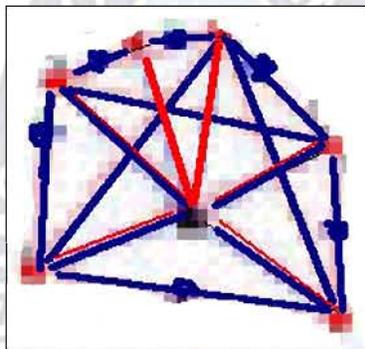


Figura 3.19 *Patrón extraído del área*

Fuente: Elaboración Propia

La intersección de los puntos PC3, PC4, PC5, PC6, dará el punto central característico buscado que es $PC(h, k) = (35,10)$, en el ejemplo.

La estrella formada tiene una subdivisión de pequeños triángulos rectángulos, que sumados estos darán como resultado el área total de la palma como ser :

$$\begin{aligned}
 \text{De la base : } \mathbf{b} \quad d_1 &= \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \\
 &= \sqrt{(35 - 24)^2 + (10 - 16)^2} \\
 &= 12.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{De la altura: } \mathbf{h} \quad d_1 &= \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \\
 &= \sqrt{(30 - 24)^2 + (18 - 16)^2} \\
 &= 6.3
 \end{aligned}$$

Entonces el área es :

$$A_1 = b * h = 78.7$$

$$\mathbf{Area_{total} = A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Ecuación 3.2 *Calculo del área total de la palma*

$$\mathbf{Area_{total} = 2185 \text{ pixels}}$$

Una vez encontrada el área total se realiza la comparación donde cada área en distintas

manos difieren por la posición y la ubicación del punto característico en la palma. Cada mano tiene una posición distinta de los puntos característicos y distancias también distintas, que no se modifican en el momento de la posición de identificación.

El algoritmo de Euclides une dos puntos de una línea, cada punto compuesto por 8 bits, tanto el punto x , y nos dan como resultado 16 bits de información para cada punto almacenado en la base de datos teniendo un área de 156.25 y 42.25 píxeles, totales en la base y altura del hexágono, teniendo como resultado un área total de 2185 bits.

Como un ejemplo se obtuvo los datos mencionados y los cuales son respaldados por el algoritmo de identificación investigada, como principal objetivo, el cual será verificado con la introducción de datos correctos introducidos por el sensor biométrico. Esta investigación quiere dar una pauta para la realización de un sistema biométrico aplicativo, a través de la palma de la mano, de bajo costo y sobre todo muy accesible.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. INTRODUCCIÓN

En un sistema biométrico típico, la persona se registra con el sistema cuando una o más de sus características físicas y de conducta es obtenida, procesada por un algoritmo numérico, e introducida en una base de datos. Idealmente, cuando entra, ca si todas sus características concuerdan; entonces cuando alguna otra persona intenta identificarse, no empareja completamente, por lo que el sistema no le permite el acceso [Wikimedia, 2007].

La palma de la mano como parte principal de información biométrica de identificación, permite la verificación de la autenticidad de un individuo, se obtuvo la muestra 25 palmas de la mano, las cuales fueron almacenadas en la base de datos, estos fueron comparados, analizados y verificados, para la obtención de tasas e rror para falso positivo y falso negativo de un usuario.

En el análisis de resultados obtenidos el rendimiento de la medida biométrica se define generalmente en términos de tasa de falso positivo (*False Acceptance Rate* o FAR), la tasa de falso negativo (*False Rechaze Rate* o FRR). En el sistema biométrico de la palma de la mano, el FAR y el FRR puede transformarse cambiando ciertos parámetros ya que la comparación entre códigos generados de una misma imagen de la palma de la mano tienen una probabilidad, así como aquellas imágenes de la palma de las manos distintas tienen otra, es decir tienen dos estados posibles de comparación.

Según SAB (Sociedad Avanzada de Biometría) de Estados Unidos indica que el FAR y el FRR puede transformarse en los demás cambiando cierto parámetro. Una de las medidas más comunes es la tasa en la que el ajuste en el cual acepta y rechaza los errores es igual: La tasa de error igual, también conocida como la tarifa de error de cruce. Cuanto más bajo es la tasa de error, se considera que el sistema es más exacto

Para ajustar la tasa de error se tomo una muestra de 25 imágenes y se realizo un numero de comparaciones de 5000, se obtuvo un margen de error para cada muestra así como una media individual y la media general, con las siguientes ecuaciones:

Para hallar el error individual:

$$e^2 = k^2 \frac{N-n}{N} \frac{PQ}{n}$$

Ecuación 4.1 Error Individual

Donde:

- k : Coeficiente de confianza
- N : Tamaño poblacional de muestra
- n : Tamaño muestral
- P : Estimador de la proporción de la muestra
- Q : 1 - P

Con una desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Ecuación 4.2. Desviación Estándar

Para hallar la media:

$$\text{Media} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

donde i : 1,2,3,4.....n

Ecuación 4.3. Media de Probabilidad

Con estas ecuaciones se pudo realizar un calculo de error de ajuste para autenticos e impostores, con un intervalo de $[-1,0,1]$, se obtuvo una tasa de error de 6.4% de error, la cual esta representada en la grafica echa en Matlab en la figura 4.1.

En esta grafica obtenida en matlab, sobre la obtención de falsos positivos y negativos, en la muestra general de la base de datos, de las 25 palmas de la mano, obtuvimos lo siguiente comparativa:

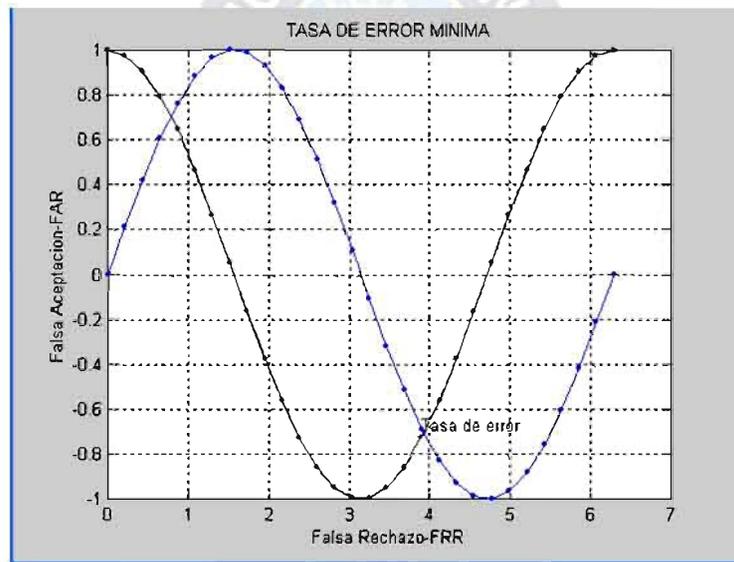


Figura 4.1 Tasa de error mínima para FAR y FRR

Fuente: Elaboración Propia

Como se dijo anteriormente que mientras la tasa de error es igual baja, tanto para FAR como para FRR, el sistema tiene un reconocimiento mas exacto, para nuestro caso, obtuvimos que el prototipo de reconocimiento mediante la geometría de la palma de la mano obtuvo una tasa de error de 6%, tanto para falsa aceptación como para falso rechazo, y un 94% de confiabilidad y seguridad

La umbralización de la imagen define los porcentajes de falso rechazo así como los porcentajes de falsa aceptación de la imagen, con la ecuación 2.12 del capítulo II y la utilización de los datos se obtuvo la figura 4.2, donde la falsa aceptación tiene una umbralización mínima y el falso rechazo tiene una umbralización máxima

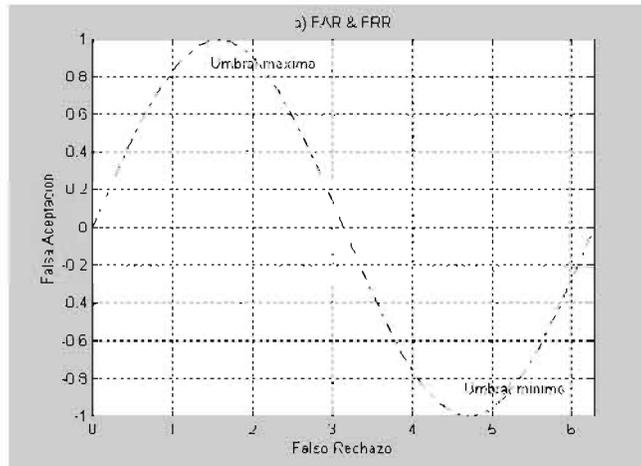


Figura 4.2 Umbral Mínimo & Umbral Máximo de la Imagen

Fuente: Aplicación en Matlab

4.2. PROTOTIPO

Los patrones obtenidos a través de la imagen de la mano, almacenada en la base de datos, son utilizados en el prototipo desarrollado, el cual permite la simulación del proceso de comparación e identificación de características del usuario.

El modelo del prototipo desarrollado es la base de identificación de una persona a través de los patrones característicos de la palma de la mano, el sistema de autenticación obedece a una arquitectura jerárquica, la cual representa el funcionamiento del mismo, obteniendo características para su posterior comparación.

4.2.1. Procedimiento del Software

El procedimiento cumple los pasos siguientes: registro, identificación en la cual se realiza la comparación de usuarios, dando como resultado reporte de la base de datos actual, estos pasos están representados en el prototipo desarrollado como se muestra a continuación en la figura 4.4 de la pantalla principal:



Figura 4.4 *Pantalla principal del prototipo*

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Registro de Datos

El proceso de registro, cumple la función de ingresar datos de los usuarios del sistema almacenándolos en la respectiva base de datos, la información requerida por el sistema consta de los campos para el nombre, apellidos, CI., ciudad edad, sexo; que son

almacenados una vez cargada la imagen para el reconocimiento de la misma, así mismo cuenta con un botón de guardar en el cual es registrado los datos en la base de datos, un botón de nuevo en el que se repite el procedimiento de almacenado de datos de un nuevo usuario, un botón de inicio para retornar a la pantalla principal y por ultimo un botón de salir automático del sistema.

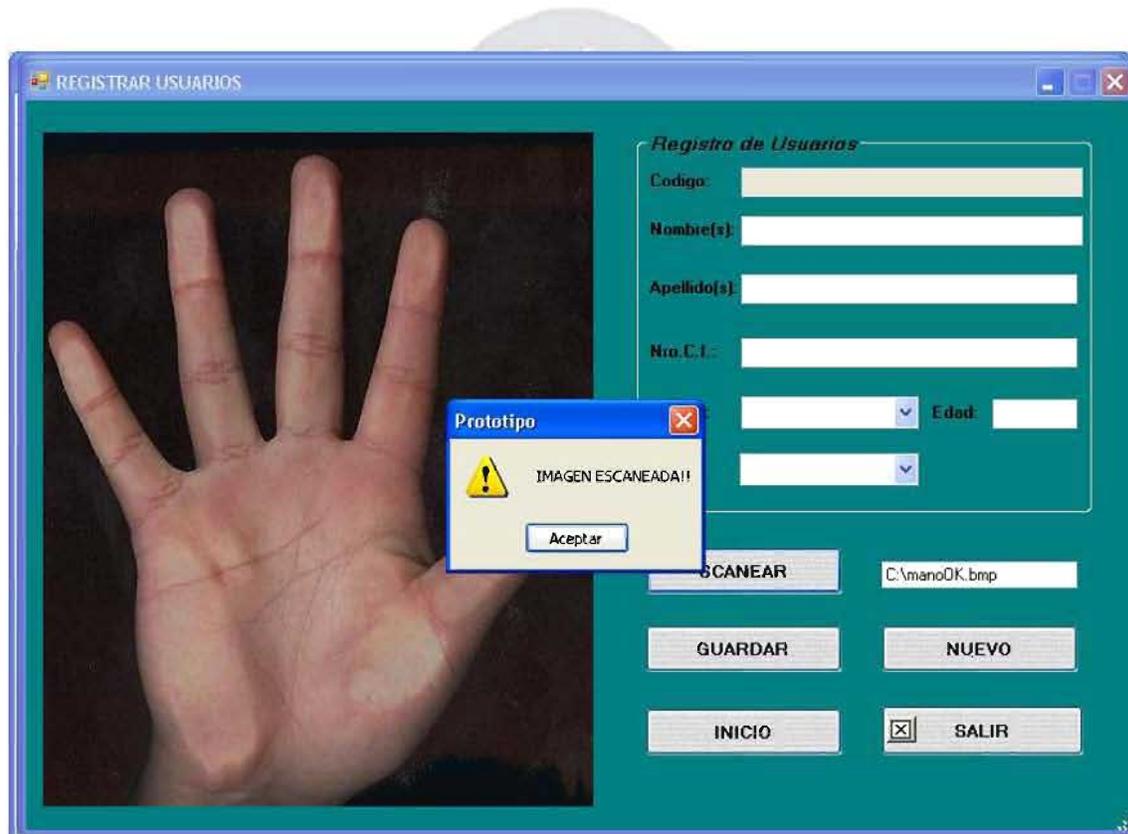


Figura 4.5a *Registro de Imágenes Almacenadas*

Fuente: Elaboración Propia

Una vez almacenada la imagen se genera un código para su posterior comparación, de la misma manera se habilita los campos de registro para el llenado de datos los cuales son almacenados en la base de datos, así como en la figura 4. 5b que se ve a continuación :

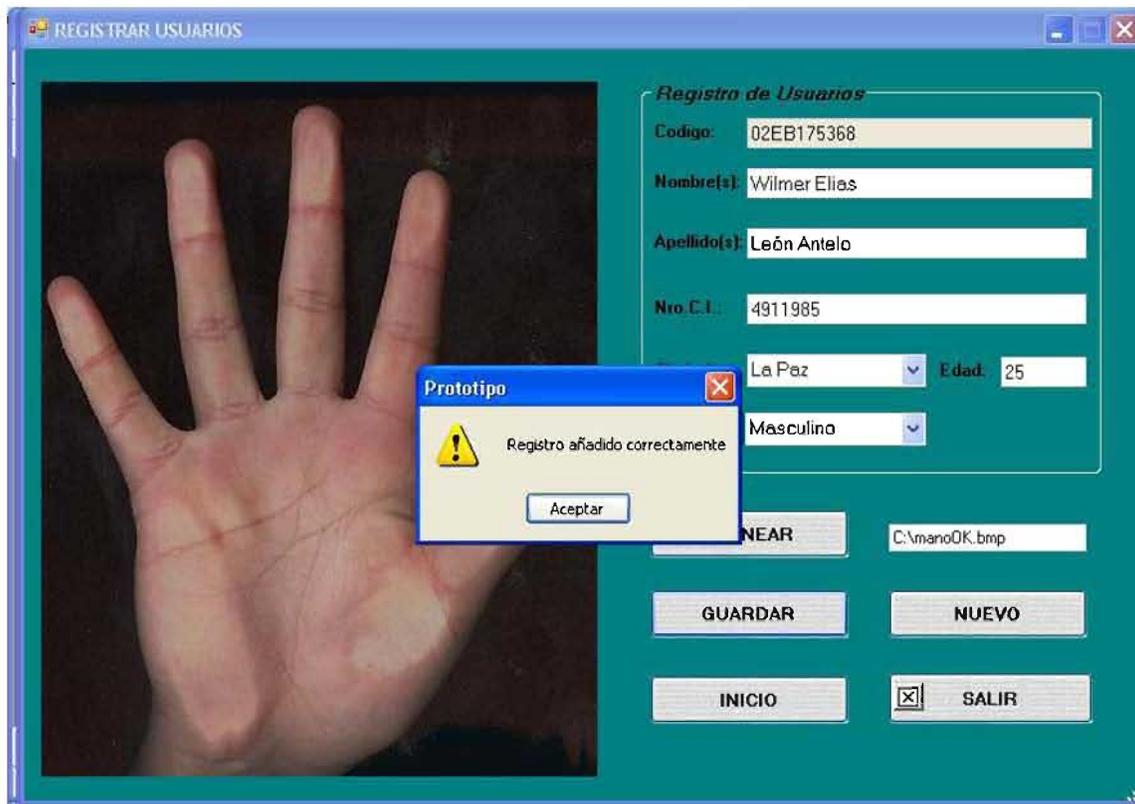


Figura 4.5.b *Usuario registrado*

Fuente: Elaboración Propia

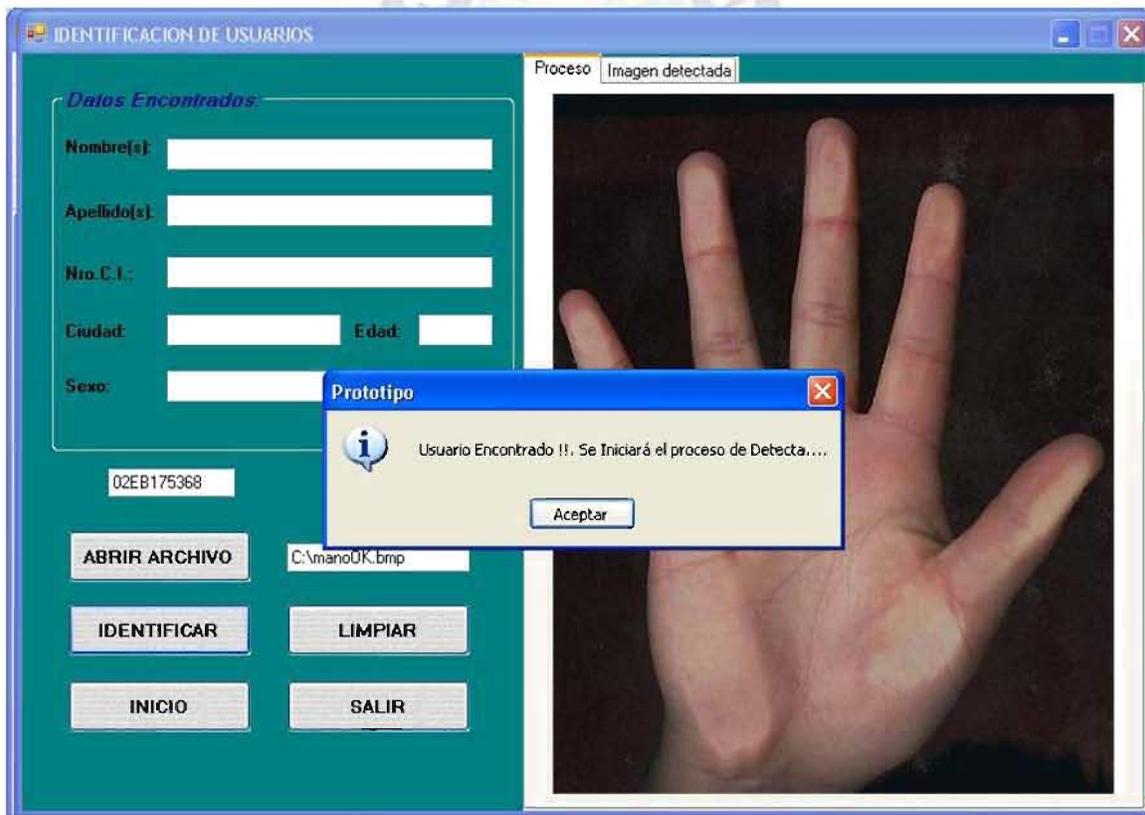
4.2.3. Proceso de Identificación

El proceso de identificación realiza la comparación de la imagen almacenada en la base de datos, con la imagen ingresada. Este proceso consta de tres subprocesos en los cuales especifica paso a paso el proceso de comparación de imagen, que son:

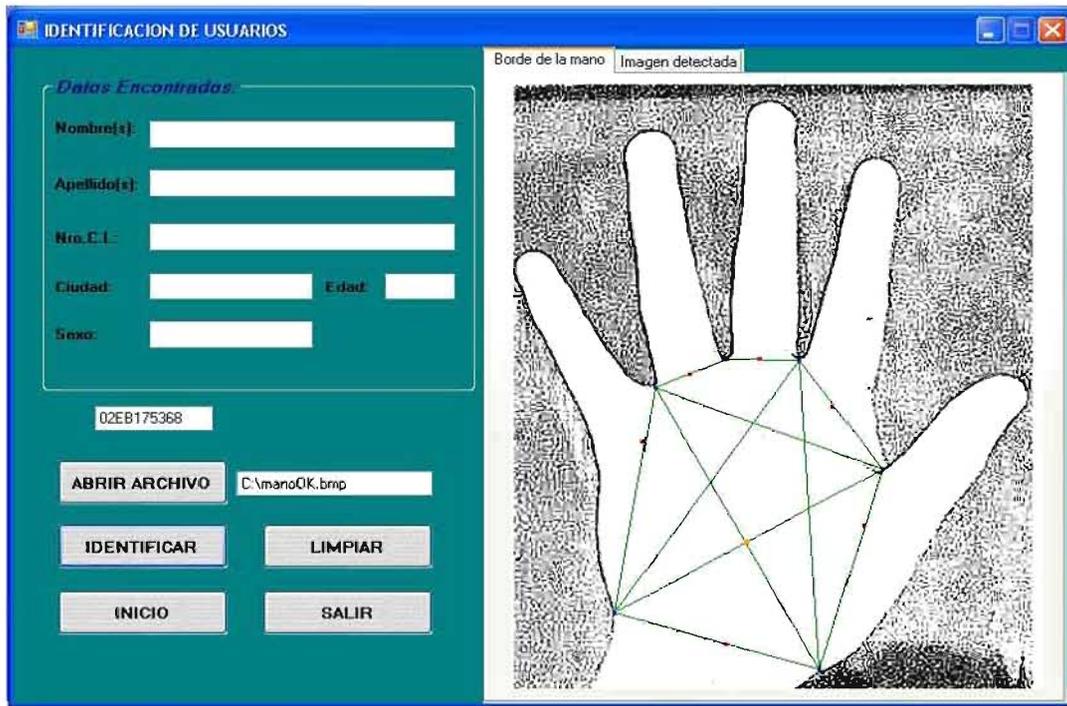
- a) Primero; introduce una imagen, la cual puede haber sido registrada o no, esta imagen pasa a un proceso de detección para verificar su almacenamiento

- b) Segundo; en el caso de que la imagen esta almacenada con un código en la base de datos realiza en proceso de identificación de características.
- c) Tercero; una vez realizado el proceso de comparación, se despliega en la parte posterior la imagen original así como los datos de la persona almacenada en la base de datos.

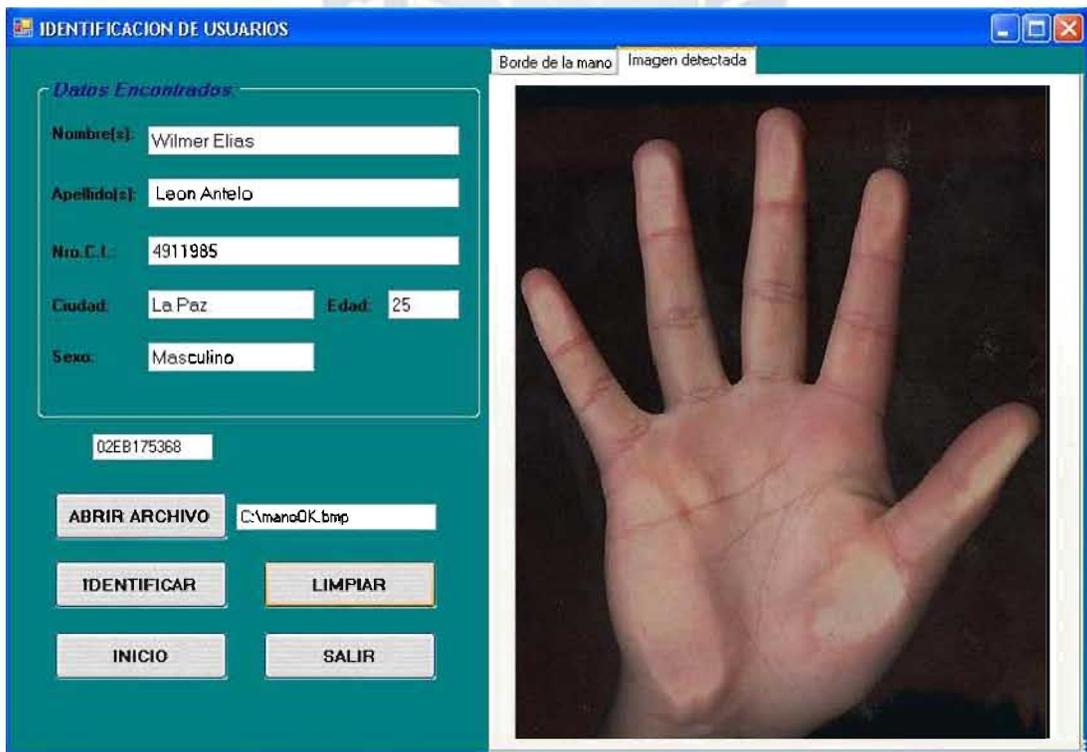
De la misma manera cuenta con un botón de limpiado para identificar a un nuevo usuario, un botón de inicio para volver a la pantalla principal y un botón de salida para salir del programa; Como se ve a continuación en las siguientes figuras:



a)



b)



c)

Figura 4.6 Pantallas de Identificación

a) Usuario Encontrado b) Proceso de detección c) Datos Mostrados

Fuente: Elaboración Propia

En las figuras mostradas se introduce la imagen de reconocimiento y una vez autenticado se procede a mostrar los datos del usuario a quien pertenece la imagen, pero de igual manera puede que el sistema no reconozca la imagen, por tratarse de un usuario no registrado o nuevo usuario, de la misma manera puede tratarse de un falso positivo que el sistema detecta, ya que no mostrara ninguna imagen almacenada, como se ve a continuación en la siguiente figura :

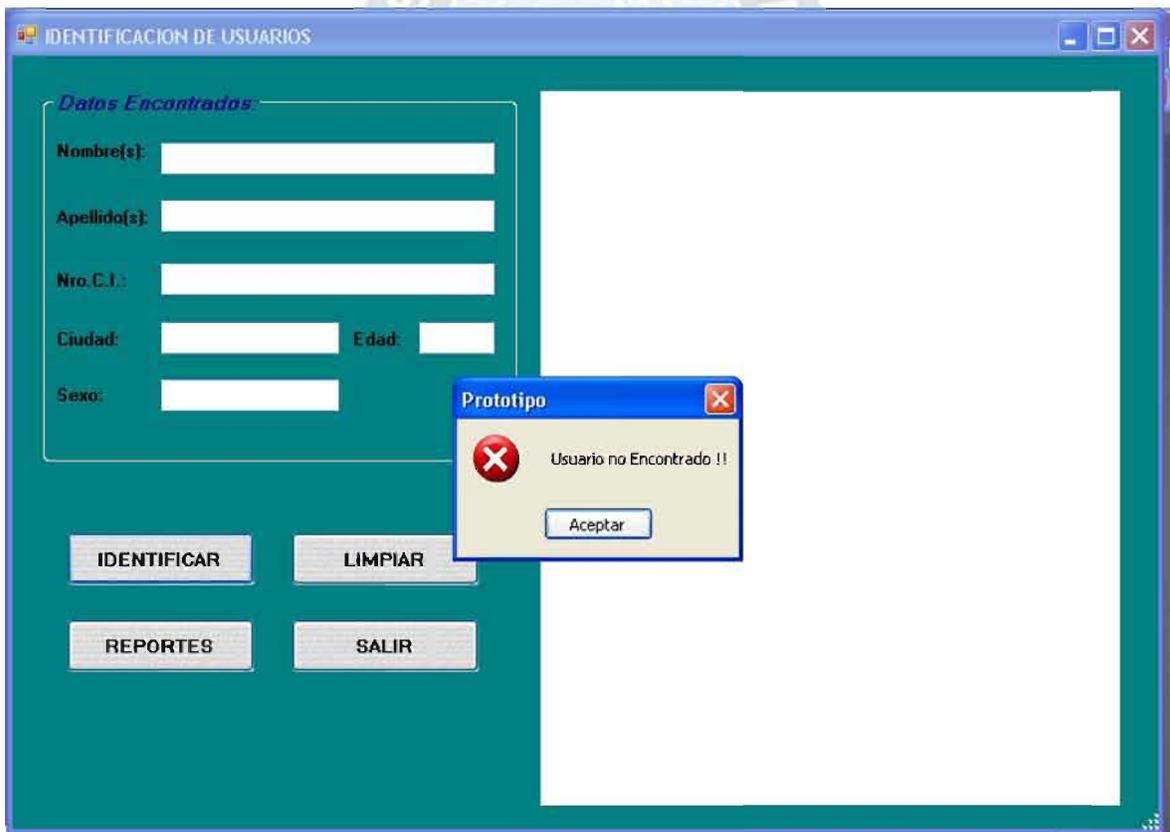
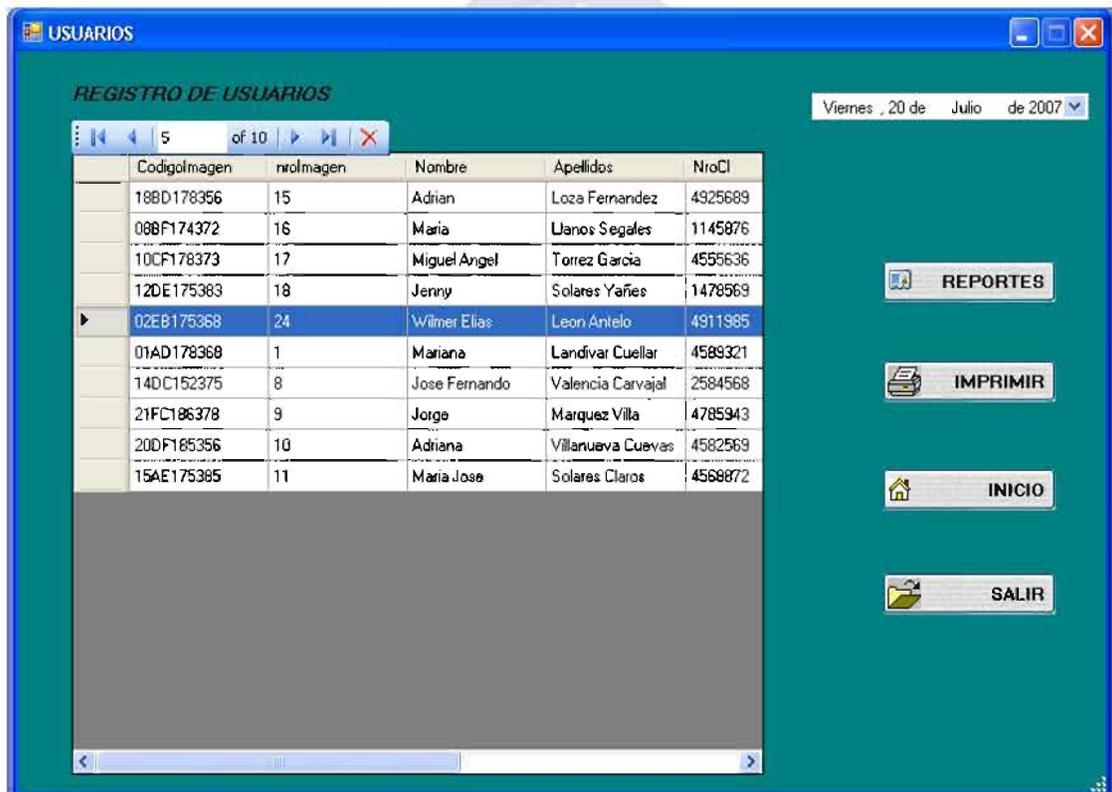


Figura 4.7 Pantalla de usuario no encontrado

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.- Reportes del Sistema

Los reportes del Sistema muestran los datos almacenados en el proceso de registro, en la base de datos del sistema como se ve en la figura siguiente:



CodigoImagen	nrrolmagen	Nombre	Apellidos	NroCI
188D178356	15	Adrian	Loza Fernandez	49256689
08BF174372	16	Maria	Llanos Segales	1145876
10CF178373	17	Miguel Angel	Torrez Garcia	4555636
12DE175383	18	Jenny	Solares Yañes	1478969
02EB175368	24	Wlmer Elias	Leon Antelo	4911985
01AD178368	1	Mariana	Landivar Cuellar	4589321
14DC152375	8	Jose Fernando	Valencia Carvajal	2584568
21FC186378	9	Jorge	Marquez Villa	4785943
20DF185356	10	Adriana	Villanueva Cuevas	4582569
15AE175385	11	Maria Jose	Solares Claros	4568872

Figura 4.8 Base de Datos de usuarios

Fuente: Elaboración Propia

La figura muestra la pantalla de la base de datos de todos los usuarios registrados en el sistema de identificación, con todos los campos llenados en el momento del registro, de la misma manera cuenta con un botón para mostrar los reportes , así como un botón para poder imprimir los datos necesario o listas necesarias, un botón de inicio para regresar a la pantalla principal, así como un botón de salida automática.

4.3. Evaluación de Resultados

La evaluación de resultados del prototipo y la simulación de reconocimiento, se realizo con la muestra de las 25 imágenes de manos que pertenecen a 25 personas diferentes, se realizo varias comparaciones de imágenes de palmas. Todo el proceso de evaluación se llevo a cabo gracias al prototipo construido en el cual se introdujo los datos en el momento de scaneo de la imagen y la introducción de datos del usuario en el momento de registro, seguidamente una vez almacenada en la base da datos todos los registros de los usuarios, se procedió al paso de identificación, comparación y reconocimiento de rasgos de las imágenes obtenidas.

Cantidad de Imag.	Cantidad de Comp/Imag.	Cantidad Total de comp.	Error FAR	Error FRR	Medta de Error	Confiabilidad
25	200	5000	5.9%	5.8%	6%	94%

Tabla 4.1 *Resultados Generales de Comparación*

Fuente: Elaboración Propia

Con el prototipo se llevo a evaluar los resultados alcanzados y de esta man era cumplir con los objetivos planteados. De las comparaciones realizadas se obtuvo el siguiente reporte que muestra las personas identificadas por el prototipo y aquellas que fueron rechazadas por el mismo :

Nro. de Imagen	Registrada	Fecha	Código Generado	C. I. Identificado	Resultado
1	SI	15/05/07	32223223	4911985	Positivo
2	NO	15/05/07	22235565	-----	Negativo
3	SI	15/05/07	22558985	4589622	Positivo
4	NO	20/05/07	45456352	-----	Negativo
5	NO	20/05/07	69855663	-----	Negativo
6	NO	22/05/07	78922122	-----	Negativo
7	SI	22/05/07	21355557	4589612	Positivo
8	SI	22/05/07	12236654	1233565	Positivo
9	NO	25/05/07	67854123	-----	Negativo
10	SI	25/05/07	13368875	5969832	Positivo

Tabla 4.2 *Resultados obtenidos de las comparaciones de imágenes capturadas*

Fuente: Elaboración Propia a través del prototipo

El sistema de reconocimiento mediante la geometría de la palma de la mano acepta o rechaza a los usuarios que fueron o no registrados, en el proceso de registro de datos del prototipo, con lo cual se muestra en la tabla adquirida los resultados obtenidos de la identificación de imágenes de la geometría de la palma de la mano.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

La biometría es una forma efectiva de conservar la privacidad y protegerse contra el robo de identidad. De la misma manera la geometría de la palma de la mano como un sistema biométrico de identificación esta siendo usado a nivel mundial.

El campo de aplicación biométrica mediante la geometría de la palma de la mano, es tan ilimitada, que cada vez mas y mas se pueden encontrar características para su autenticación. La identificación a través de la geometría de la palma de la mano toma las características de altura, anchura, área y determinadas distancias, las cuales son información necesaria de reconocimiento. Así mismo se encontraron patrones de identificación biométrica que ayudaron a ser mas certero la autenticación de un usuario.

A través de la investigación realizada en el presente trabajo, se alcanzó a dar respuesta a la pregunta planteada en el problema, así como al objetivo principal, ya que el modelo desarrollado nos ayudó de mejor manera a la identificación de un usuario a través de la geometría de la palma de la mano, ya que se planteó el algoritmo de Euclides en la geometría plana, dando buenos resultados en la adquisición de datos y características de reconocimiento.

La adquisición de características propias se realizó bajo un estricto control, estas fueron obtenidas con la ayuda de los métodos de manejo de texturas como: binarización y segmentación de la imagen, así como el algoritmo de 4-adyacentes planteada en el presente

trabajo, en el proceso de adquisición de características se obtuvo buenos resultados por ser bastante cómodos para los usuarios.

La imagen de la mano es un dato esencial para la obtención de características claves para autenticación y comparación a través del modelo matemático planteado, ya que el único requisito es la imagen en una correcta posición para su reconocimiento.

En el procesamiento de la imagen, se utilizó como tal todos los datos característicos introducidos en la palma de la mano, con su ubicación perfecta, y de esta manera se generó los patrones característicos de investigación, gracias a los algoritmos planteados: 4-adyacencias y algoritmo de Euclides se pudo encontrar las diferentes características y datos claves de investigación.

El proceso de comparación de datos e identificación de usuario se desarrolló con el modelo planteado en el algoritmo de Euclides que permitió la extracción de los patrones característicos de identificación, por lo cual el funcionamiento del prototipo se realizó de una manera constante y efectiva.

La geometría plana de la palma de la mano demostró ser una buena característica de identificación, ya que la elaboración del prototipo de simulación de identificación y comparación con la base de datos de características de la mano en un sistema biométrico, tuvo una aceptación de un 94% de confiabilidad como patrón de identificación biométrica, ya que su rapidez y su buena aceptación entre los usuarios, hace que cada vez más los autenticadores basados en la geometría de la palma de la mano sean los más extendidos y utilizados dentro de los biométricos.

RECOMENDACIONES

Esta claro que la variedad de sistemas de identificación biométrica a puesto en conflicto a muchos usuarios quienes se preguntan cual de ellos puede ser el mas efectivo, pero es sin duda que la efectividad de los mismos no se mide por el porcentaje de error que puedan tener cada uno, ya que según Peter Trov de la sociedad de investigación de USA indica; que aunque un sistema de identificación biométrica con 99% de confiabilidad, aun así tendría una probabilidad de error mínima de 1% que tal vez en mil usuarios no se notaria, la diferencia en países grandes donde el porcentaje de control es de cientos de miles de usuarios, la probabilidad de error crecería aun mas.

La autenticación a través de la geometría de la palma de la mano tiene un porcentaje mínimo de error a pesar de que su tasa de falsa aceptación se podría considerar inaceptable en algunas situaciones. No es normal, pero sí posible, que dos personas tengan la mano lo suficientemente parecida como para que el sistema las confunda, para minimizar este problema se recurre a la identificación basada en la geometría de uno o dos dedos, que además pueden usar dispositivos lectores más baratos y proporcionales.

Como recomendación, quizás uno de los elementos más importantes del reconocimiento mediante analizadores de geometría de la mano, es la introducción de características, un pequeño crecimiento, adelgazamiento, el proceso de cicatrizado de una herida, etc. pueden variar la autenticación de un usuario, es por tal motivo que se podría utilizar otros métodos de manejo de texturas o un algoritmo genético, los cuales puedan minimizar este problema y de esta manera identificar correctamente a una persona cuya muestra se tomó hace años, pero que ha ido accediendo al sistema con regularidad, de la misma manera actualizar la base de datos con los cambios que se puedan producir en la muestra.

BIBLIOGRAFÍA

la bibliografía consultada hasta este momento es la siguiente:

[FERRARI J., 1997] Ferrari Jorge, 1997: Introducción y Formulación de Proyectos 1997 Lucas Morea/ Sinexi S.A. se encuentra en Monografías.com [ingreso 22 de marzo 2005].

[UCAB, 2005] Sociedad de Comunicadores UCAB, 2005: Estructura de Trabajo de Grado, Comunicación Social UCAB 2005 [ingreso 22 de marzo 2005].

[BIONES, 1992] Biones Guillermo, 1992: La investigación social y educativa SECAB Colombia 1992, www.geocities.com [ingreso 28 de marzo 2005].

[HWUI, 1996] Hwui Yung, 1996: Investigaciones Biométricas 1996 [ingreso diciembre de 2004].

[EXODO, 13:9] Texto extraído de la Biblia como consulta para su investigación en lo que se refiere la identificación Santa Biblia ed. 1975 [ingreso 01 de abril 2005].

[OLGUIN, 2002] Olguín Patricio 2002, Sensores Biométricos. ingeniero de sistemas, graduado en la universidad Experimental Politécnica – “Luis Caballero Mejías”. Caracas, Venezuela [ingreso abril de 2005].

[DR. ATICK, 2002] Dr. Atick Investigaciones Biométricas Diciembre del 2002 documento extraído de <http://www.infonoticias.net/> [ingreso marzo de 2005].

[KEYWORDS, 2000] [Biometric, Fingerprint, Iris Pattern, CCD (charge -coupled device), voice recognition, sensor, fr, far, minutae [ingreso abril 2005].

[TECNOLOGÍA, 2003] Artículo Anónimo que se encontró en la dirección <http://www.biometrics.org/> [ingreso diciembre 2004].

[ENCICLOPEDIA, 2002] Enciclopedia Encarta ed. 2002 Sistemas Biológicos del ser humano partes del cuerpo humano, Sistemas Vectoriales y Sistemas Geométricos, Geometría Plana [ingreso constante, 2005].

[ENCICLOPEDIA, 2002] Enciclopedia Latinoamericana www.aunmás.com [ingreso enero de 2005].

[BELT, 2004] Belt Ibérica S.A. Business Week 28/04/2004 Copyright Belt Ibérica S.A.Madrid 2004 belt@belt.es [ingreso abril de 2005].

[MENDELSON, 2003] Frances Mendelsohn Summit Research Associates Marta Mendelsohn director of Marketing and Research (europa)marta@summit-res.com http://www.summit-res.com [ingreso 10 de mayo de 2005].

[ROBOTIKER, 2004] Artzal Picón Ruiz, 2004: “El futuro de las Tecnologías Biométricas” Robotiker - Tecnalia 28 de octubre 2004 [ingreso 16 de mayo de 2005].

[CIBERHABITAT, 2002] Ciudad de la Informática http://www.ciberhabitat.com [ingreso 16 de diciembre 2002].

[BARBA, 2004] Mari Carmen Barba Riquel, 2004: Desarrollo de presentaciones de los contenidos de diferentes Módulos Profesionales del Ciclo Formativo: Explotación de Sistemas Informáticos para impartir en el aula, Instituto de Educación Secundaria Torre de los Guzmanes - La Algaba, maricarmenbarba@hotmail.com.

[CASTRO DIAZ, 2004] Castro Díaz Juan de Dios, 2004: “Comparación y obtención de Imágenes en tiempo Real”, publicación realizada en el año 2004 [ingreso julio 2005]

[MEJIAS, 2004] Mejías Pinto Daniel, “Probabilidades ” publicación realizada en el año 2004 [ingreso marzo 2005]

[CASTAÑEDA & CHAVEZ & ENRIQUEZ & ESPINO, 2004] “Algoritmo de Euclides” investigación del modelo para la unión de puntos o patrones característicos en el año 2004 [ingreso en enero 2005].

[GALVIS, 2007] Carlos Mauricio Gálvez Traslaviña, trabajo realizado para la universidad de Bogota D. C., Colombia, Febrero de 2007 cmgalvis@gmail.com, [Ingreso 20 de abril 2007].

[THE ECONOMIST, 2004] *The Economist* 2004: Publicación semanal británica de política, relaciones internacionales y negocios, dirigida a una audiencia mundial. *The Economist* forma parte de The Economist Group, localizado en Londres. El magazine fue publicado por primera vez en septiembre de 1843 por James Wilson, un político y activista en el Reino Unido [ingreso constante]

[WIKIMEDIA, 2007] Wikipedia, 2007: Enciclopedia libre plurilingüe basada en la tecnología wiki. Wikipedia se escribe de forma colaborativa por voluntarios, permitiendo que la gran mayoría de los artículos sean modificados por cualquier persona con acceso mediante un navegador web. El proyecto comenzó el 15 de enero de 2001, fundada por Jimbo Wales y Larry Sanger como complemento de la enciclopedia escrita por expertos Nupedia [ingreso constante].

[TROYANO & PALAZON, 2004] Troyano Andrés, Palazón Eduardo, 2004, manejo de texturas y bordes de una imagen, metodos de elaboración de bordes y figuras planas, propuesta presentada en el año del 2004.[ingreso mayo 2005]

[ARANA & CALDERON & LARRE: 2001] Arana Juan Carlos, Calderón Luis, Larre Jorge, 2001 publicaron acerca de los “Diagramas de Bloques”, elaboración y diseño de diagramas de bloques, procesos estructurados y manejo de información en el año 2001[ingreso julio 2006].

[otros correos]:

<http://www.handreader.com/>.

<http://www.infonoticias.net/>

<http://www.irco.com/>

<http://homepage.ntlworld.com/avanti/>

<http://homepage.ntlworld.com/avanti/whitepaper.htm>

<http://www.economist.com>

