

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

Tesis previa a la obtención del título
de Ingeniería en Sistemas

TÍTULO:

**ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA
PARA RECONOCIMIENTO DE FIRMAS PERSONALES CON MÉTODOS DE
VISIÓN ARTIFICIAL**

AUTORES:

Daniel Vicente Jiménes Calle
Geovanny Fernando Paredes Orellana

DIRECTOR:

Ing. Eduardo Pinos

Mayo 2012

CUENCA - ECUADOR

Breve reseña del autor e información de contacto

Daniel Vicente Jiménes Calle

*Estudiante de la carrera de Ingeniería de Sistemas
Facultad de Ingenierías
Universidad Politécnica Salesiana
daniel08_72@hotmail.com*

Geovanny Fernando Paredes Orellana

*Estudiante de la carrera de Ingeniería de Sistemas
Facultad de Ingenierías
Universidad Politécnica Salesiana
geovannyparedes@hotmail.com*

Todos los derechos reservados

Queda prohibida, salvo la excepción provista por la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

Se permite la difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS
© 2012 Universidad Politécnica Salesiana
CUENCA – ECUADOR - SUDAMERICA**

Certifico que bajo mi dirección el
proyecto de tesis fue realizado por:

Daniel Vicente Jiménes Calle.
Geovanny Paredes

.....
Ing. Eduardo Pinos
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, Abril del 2012

Daniel Vicente Jiménes Calle

Geovanny Fernando Paredes Orellana

Dedicatoria:

A mis padres Fray Jiménes y Azucena Calle los cuales fueron mi guía y apoyo en cada momento de mi vida, siempre estuvieron ahí dándome fuerzas para continuar y nunca rendirme ante las dificultades.

A mi mamita Azucena le doy gracias por ser el apoyo constante día a día y ser la luz que necesitaba para encontrar el camino correcto, a mi papito Fray le agradezco por ser el ejemplo a seguir, por enseñarme el valor del respeto, la responsabilidad y por ser mi amigo fiel.

A mi esposa Estefanía, gracias a su amor incondicional supo apoyarme siempre, gracias por ser tan paciente y ser mi soporte en los momentos más difíciles.

A mi hijo Kevin el cual ha sido mi mayor tesoro, me ha dado las fuerzas necesarias para superarme y llegar a este punto de mi vida.

A mis hermanos Israel y Luis por estar siempre presente en mi vida y formar parte de mis logros alcanzados.

Daniel Vicente Jiménes Calle

Dedicatoria:

Agradezco principalmente a Dios por iluminarme con su sabiduría y bendiciones permitiendo finalizar así mi carrera.

A mi familia por su apoyo y cariño, que a lo largo de mi trayecto universitario me sirvió de impulso para continuar adelante con todos mis proyectos.

Geovanny Fernando Paredes Orellana

Agradecimientos:

Queremos agradecer a la persona que colaboro directamente con nuestro proyecto de tesis, el ingeniero Eduardo Pinos, gracias a su dedicación y constancia hemos logrado cumplir los objetivos establecidos.

Agradecemos también a todos los profesores que a lo largo de nuestra carrera nos han guiado y brindado las herramientas necesarias para alcanzar nuestra meta principal.

**Daniel Vicente Jiménes Calle
Geovanny Fernando Paredes Orellana**

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|---------------------|--|------------|
| Capítulo 1 | Sistemas Biométricos | 1 |
| 1.1 | Introducción teórica | 2 |
| 1.2 | Clasificación de los sistemas Biométricos | 3 |
| 1.3 | Funcionamiento y procesos para la verificación e identificación biométrica. | 11 |
| 1.4 | Sistemas biométricos para el análisis de firmas digitales | 12 |
| Capítulo 2 | Visión artificial | 14 |
| 2.1 | Introducción a la visión artificial | 15 |
| 2.2 | Procesamiento de imágenes digitales | 15 |
| 2.3 | Representación y descripción de una imagen | 17 |
| 2.3.1 | Esquemas de representación | 17 |
| 2.3.2 | Descriptores para representar el contorno | 20 |
| 2.4 | Métodos para el reconocimiento e interpretación | 33 |
| Capítulo 3 | Diseño, Implementación y Pruebas con procesamiento de imágenes en Matlab | 40 |
| 3.1 | Introducción al procesamiento de imágenes en Matlab | 41 |
| 3.2 | Pruebas con imágenes de firmas y con procesos de visión artificial | 50 |
| 3.2.1 | Carga y pre procesamiento de imágenes de varias firmas en Matlab | 50 |
| 3.2.2 | Generación de descriptores de Fourier para las imágenes de muestra | 53 |
| 3.2.3 | Creación de un corpus de datos con los descriptores de Fourier de cada imagen | 55 |
| 3.2.4 | Clasificación de las muestras de cada imagen utilizando el corpus de datos y un programa implementando distancias euclídea | 54 |
| 3.3 | Conclusiones de las pruebas | 58 |
| Capítulo 4 | Implementación del sistema prototipo para el reconocimiento de firmas en Java | 60 |
| 4.1 | Análisis de requerimientos | 61 |
| 4.2 | Casos de uso para la especificación de requisitos | 80 |
| 4.3 | Diseño arquitectónico del prototipo | 85 |
| 4.4 | Análisis de riesgos | 86 |
| 4.5 | Programación del prototipo | 95 |
| 4.6 | Pruebas | 97 |
| 4.6.1 | Prueba de los módulos | 99 |
| 4.6.2 | Evaluación y definición de los métodos con mejores resultados del Prototipo | 101 |
| 4.7 | Documentación | 103 |
| Bibliografía | 113 | |
| Anexos | | |
| Anexo 1 | 116 | |
| Anexo 2 | 117 | |
| Anexo 3 | 118 | |
| Anexo 4 | 120 | |
| Anexo 5 | 122 | |
| | Conclusiones y Recomendaciones | 123 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1 Sistemas Biométricos 1

- Figura 1.1** Tipos de Biometría 3
Figura 1.2 Estructura del ojo humano 7
Figura 1.3 Captura de la geometría de la mano 8
Figura 1.4 Sistema de reconocimiento de voz 11
Figura 1.5 Distribución de cada sistema de reconocimiento biométrico 11
Figura 1.6 Clasificación de los Sistemas Biométricos 12

Capítulo 2 Visión artificial 14

- Figura 2.1** Elementos para el procesamiento de imágenes 17
Figura 2.2 Sistema de formación de imágenes 19
Figura 2.3 Representación de una Imagen Analógica 19
Figura 2.4 Procesamiento de imagen analógica 20
Figura 2.5 Matriz resultante de una imagen 20
Figura 2.6 Composición de pixeles en una imagen 21
Figura 2.7 Tabla de dimensiones de cada pixel 22
Figura 2.8 Gama de colores para pixeles 22
Figura 2.9 Vecindad entre pixeles 22
Figura 2.10 Histograma de una imagen 23
Figura 2.11 Direcciones para entornos de 4 y 8 vecinos respectivamente 24
Figura 2.12 Contorno de la figura original y sentido de recorrido 24
Figura 2.13 Signatura de un cuadrado 26
Figura 2.14 Cantidad de descriptores utilizados en cada imagen 27
Figura 2.15 Series de Fourier 27
Figura 2.16 Transformada de Fourier e Identidad de Euler 28
Figura 2.17 Transformada discreta de Fourier 28
Figura 2.18 Frecuencia del intervalo de muestra 29
Figura 2.19 Frecuencia para la función escalón 29
Figura 2.20 Coeficientes dependientes de la traslación 30
Figura 2.21 Coeficientes escalados 31
Figura 2.22 Transformada de similaridad 32
Figura 2.23 Matriz de rotación 32
Figura 2.24 Formula de los Momentos de Hu para la obtención de patrones 32
Figura 2.25 Momentos de Hu invariantes ante Escalamiento y Rotación 33
Figura 2.26 Clústeres y Centroides 36
Figura 2.27 Estructura de las neuronas 38

Capítulo 3 Diseño, Implementación y Pruebas con procesamiento de imágenes en Matlab 40

- Figura 3.1** Imagen en escala de grises 43
Figura 3.2 Ejecución del comando imread 46
Figura 3.3 Propiedades de la matriz generada con imread 46
Figura 3.4 Tratamiento de una imagen por pixeles 48
Figura 3.5 Propiedades de la muestra de la matriz original 49
Figura 3.6 Reducción de la intensidad de una imagen 50
Figura 3.7 Ciclo de procesamiento de una firma como imagen 51

- Figura 3.8** Imagen de la firma original **52**
Figura 3.9 Imagen binarizada sin sombras **52**
Figura 3.10 Imagen filtrada para eliminación de ruido **53**
Figura 3.11 Generación de descriptores de Fourier **54**
Figura 3.12 Cálculo unidimensional de las coordenadas de la imagen **55**
Figura 3.13 Estructura del corpus de datos **57**
Figura 3.14 Firmas de muestra **57**
Figura 3.15 Resultados del programa clasificador **58**

Capítulo 4 Implementación del sistema prototipo para el reconocimiento de firmas en Java **60**

- Figura 4.1** Ingreso al sistema tanto para el administrador como para el usuario **71**
Figura 4.2 (a) (b) (c) Registro del usuario en el sistema **72**
Figura 4.3 (a) (c) (b) (d) Proceso de autenticación del usuario en el sistema **73**
Figura 4.4 Comparación de los Puntos de interés **74**
Figura 4.5 Datos del usuario registrado y autenticado **74**
Figura 4.6 Nivel de exactitud en el reconocimiento de la firma **74**
Figura 4.7 Cierre de sesión tanto para el administrador como para el usuario **75**
Figura 4.8 Ingreso de usuarios a la base de datos **79**
Figura 4.9 Manejo de Reportes o informes **80**
Figura 4.10 Sistema de seguridad **81**
Figura 4.11 Administración del sistema **82**
Figura 4.12 Sistema de Backup **83**

MANUAL DE USUARIO

- Figura 1** Vista de la pestaña de ayuda **99**
Figura 2 Vista de la pestaña de ingreso de firmas **100**
Figura 3a Ejemplo de ingreso de una firma, muestra 1 **101**
Figura 3b Ejemplo de ingreso de una firma, muestra 1 **101**
Figura 4 Vista de la pestaña de identificación **102**
Figura 5 Ejemplo del proceso de autenticación (ingreso de la firma) **103**
Figura 6 Mensajes del proceso de identificación de firmas **104**
Figura 7 Vista de la pestaña datos de usuario (información propiamente dicha) **104**
Figura 8 Vista de la pestaña datos de usuario (actualización de información) **105**
Figura 9 Vista de la pestaña de administración (Autenticación de administrador) **105**
Figura 10 Vista de la pestaña de administración (configuración) **106**
Figura 11 Funcionalidad del botón imágenes **106**

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 3 Diseño, Implementación y Pruebas con procesamiento de imágenes en Matlab **40**

- Tabla 3.1** Tipos de datos de imágenes **45**
Tabla 3.2 Formatos para imágenes que soporta Matlab **45**
Tabla 3.3 Comandos para conversión de tipo de datos de imágenes **47**
Tabla 3.4 Operaciones con matrices **50**
Tabla 3.5 Porcentaje de aciertos del clasificador **59**

CAPITULO I

SISTEMAS BIOMÉTRICOS

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCION A LOS SISTEMAS BIOMETRICOS¹

El ser humano se encuentra en constante evolución, ha necesitado desarrollar distintos mecanismos para sobrevivir, en donde la comunicación ha jugado un papel importante, es por esto que la voz, los gestos faciales y corporales e incluso la utilización de recursos ambientales permitieron crear un vínculo para su interacción; en la actualidad estos mecanismos se han desarrollado de manera sorprendente, siendo la biometría la ciencia encargada de estudiar los rasgos característicos de cada individuo, para su posterior análisis e interpretación basándose principalmente en los rasgos característicos y únicos de cada persona.

De manera más detallada se enuncia que la biometría permite analizar a un individuo, tomando sus rasgos fisiológicos o conductuales; en los primeros se examinan atributos tales como, las huellas dactilares, la morfología del rostro, el iris del ojo, entre otros; mientras que el segundo aspecto está relacionado al estudio de la firma, el habla o la escritura manuscrita.

Se han diseñado varios mecanismos para la identificación de las personas ante situaciones que ameriten comprobar la autenticidad de las mismas, entre ellas se encuentran las cédulas, contraseñas, carnets; sin embargo estas clases de mecanismos con el tiempo van perdiendo veracidad, es por ello que se ha visto la necesidad de crear nuevos sistemas capaces de aumentar la seguridad; dando paso a los sistemas biométricos los cuales utilizan las características personales que son únicas e inalterables a fin de obtener un sistema autónomo y confiable.

Los beneficios de los sistemas biométricos han permitido que los mismos formen parte de varias instituciones, por ejemplo tenemos a los bancos, agencias y centros de seguridad; a medida que avanza la tecnología estos sistemas también van evolucionando y obteniendo un grado más alto de precisión y efectividad, sobre todo en la verificación de documentos, en especial de aquellos en los que se requieren firmas personales, para evitar de esta manera posibles riesgos como fraudes, robos de información, entre otros.

Esta investigación se basara en el conocimiento de conceptos básicos sobre la biometría enfocada hacia la informática y una descripción de las principales técnicas que se utilizaran, tales como el reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes, detección de puntos de interés y agrupación de características. Mediante estas técnicas se pretende crear un sistema que permita el reconocimiento de las firmas personales, garantizando seguridad tanto en los datos ingresados como en el procesamiento de los mismos.

¹ Biometría: Es la ciencia encargada del análisis, conducta y comportamiento de un individuo basándose en características propias de su persona como sus rasgos fisiológicos y conductuales.

1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS BIOMÉTRICOS²

Los sistemas biométricos se pueden clasificar en tres grupos, el primero de ellos, por su tipo, el segundo por su tecnología y el tercero por su uso.

1.2.1 CLASIFICACION POR SU TIPO

La biometría según su tipo se subdivide en dos grandes grupos; la Biometría Estática y Biometría Dinámica como podemos observar en la Figura 1.1

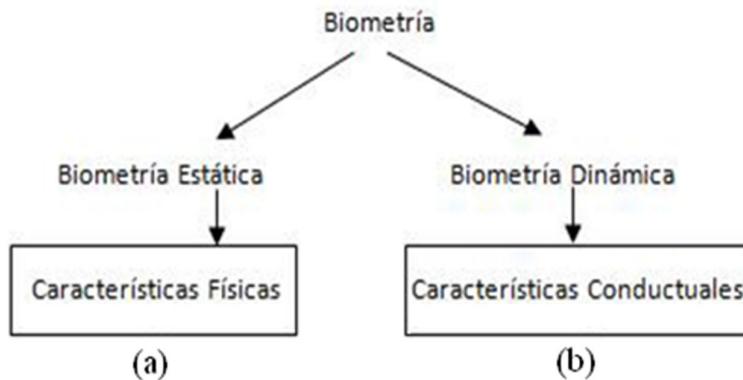


Figura 1.1 Tipos de Biometría

En la figura 1.1 (a) se encuentran las características físicas de un individuo las cuales están relacionadas directamente con la Biometría Estática³, aquí se encuentran todos los sistemas biométricos como huellas dactilares, geometría de la mano, análisis de iris y retina, reconocimiento facial, entre otros.

En la figura 1.1 (b) se puede observar los rasgos conductuales, estos están categorizados dentro de la Biometría Dinámica⁴, aquí se tiene todos los sistemas para la mediciones de los rasgos de comportamiento de un individuo como los sistemas de reconocimiento de voz, gestos y firma manuscrita.

1.2.2 CLASIFICACION POR SU TECNOLOGIA

La tecnología biométrica es el desarrollo de aplicaciones o sistemas que permiten llevar a cabo de manera automatizada la identificación y verificación de la identidad de los individuos.

Con el avance de la tecnología a lo largo de los años también se ha podido ver un avance en cuanto a sistemas biométricos se refiere, dando como resultado las siguientes ramas de la biometría:

² <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/clasificaciontipo.html>

³ Biometría Estática: Es llamada así porque estudia todas las mediciones de las características corporales de las personas.

⁴ Biometría Dinámica: Es llamada de esta manera ya que estudia las mediciones de las características del comportamiento de las personas.

➤ RECONOCIMIENTO DE HUELLA DACTILAR⁵

Este sistema es el más utilizado en el mercado según datos obtenidos de la Facultad de Ingeniería Biométrica Informática de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN⁽¹⁾, ya que es el método más aceptado por los usuarios⁶ y el más fácil de aplicar.

A mediados del siglo XIX, el uso de la huella dactilar fue utilizado para establecer la identidad de una persona, siendo pionero en esta área Sir William Herschel.

El proceso de identificación por huella digital comienza a ser automatizada a finales de los años 60 gracias a la ayuda de los sistemas de computación y tecnologías relacionadas como base de datos y sistemas más robustos. En el año de 1969 el uso de la huella digital como método de autenticación fue puesto en uso por parte de Buró Federal de Investigaciones FBI lo cual ayudó notablemente al desarrollo de este mecanismo.

En el año de 1975 el reconocimiento por huella dactilar sufrió un gran cambio, también por parte de Buró Federal de Investigaciones FBI el cual implementó un nuevo mecanismo para la obtención de las huellas basado en escáneres, lo cual ayudaba notablemente a la captura de la misma y su procesado.

En el año de 1981 estos sistemas fueron creados por varios países incluyendo a los Estados Unidos lo cual obligó a establecer normas claras para siguientes desarrollos del sistema.

Para la utilización del método de la huella dactilar se toma como guía las series de huellas o surcos que se tiene en cada dedo de la mano y los cuales son únicos en cada persona, es por esta razón que es un método muy eficaz ya que ninguna otra persona posee esta característica; las cuales pueden ser procesadas a través de técnicas como off-line y on-line permitiendo capturar la información del usuario mediante el uso del escáner ya sea de manera directa o indirecta.

A estas huellas o surcos se los conoce como puntos de minucia⁷ y cada uno de ellos posee una característica y posición única, que puede ser medida.

Las principales ventajas que se puede tener al utilizar este método son las siguientes:

- ✚ Se tiene a disposición todos los dedos de la mano por si alguno no es legible o tiene alguna cicatriz.
- ✚ Las huellas dactilares están presentes durante toda la vida de una persona.
- ✚ Las huellas dactilares son únicas e irrepetibles, cada ser humano posee huellas dactilares con características individuales.

⁵ <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recohuella.html>

⁶ Usuario: Persona que manipula algún sistema o aplicación en general.

⁷ Minucia: Detalles o rasgos irrelevantes.

- ✚ Es fácil de usar y no requiere gran entrenamiento.
- ✚ El implementar este sistema no requiere un gran espacio, basta con ubicarlos en una pared o soporte.

Existen métodos mediante los cuales se hace uso de la huella digital, entre ellos se tiene:

El método off-line, en el cual se toma la huella dactilar de una persona y luego se la procesa por medio de algún sistema, por ejemplo, la huella puede ser tomada en papel utilizando tinta y luego se la procesa mediante herramientas o mecanismos como escáneres. Esta técnica es la más utilizada en aplicaciones como criminalística pero implica tiempo para su realización.

El segundo de ellos es el método on-line, el cual tiene como finalidad el escaneo de la huella dactilar en tiempo real, esta metodología es la que frecuentemente se utiliza en aplicaciones civiles.

Una vez que se ha realizado la obtención de la huella de una persona por cualquiera de los dos métodos, el último paso es el tratamiento de la misma para eliminar defectos, ruidos y corregir desperfectos en la imagen.

➤ RECONOCIMIENTO DE IRIS Y RETINA⁸

La utilización del ojo humano también es otro mecanismo muy utilizado según datos obtenidos de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN₍₂₎, el ojo humano al ser una parte del cuerpo tan compleja requiere la utilización de técnicas mucho más avanzadas como reconocimiento de patrones en imágenes.

No hay que confundir las diferentes estructuras del ojo, sobre todo las relativas al iris⁹ y retina¹⁰, ya que cada uno de ellas proporciona un método de análisis diferente, puesto que su única similitud es que se encuentran en un mismo órgano, el ojo humano.

“El ojo humano es un órgano foto receptor, cuya función consiste en recibir los rayos luminosos procedentes de los objetos presentes en el mundo exterior y transformarlos en impulsos eléctricos que son conducidos al centro nervioso de la visión en el cerebro” [1]

El ojo humano consta básicamente de tres capas: la capa externa la cual está formada por la córnea y el nervio óptico, la capa media estructurada por tejidos llamados Coroides, Esclerótica, róvea y la capa interna en donde se encuentran el iris, la pupila, la retina, entre otros; de manera más detallada se puede observar la estructura del ojo en la Figura 1.2

⁸ <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recoirisyretina.html>

⁹ El iris es la membrana coloreada y circular del ojo que separa la cámara anterior de la cámara posterior,

posee una apertura central de tamaño variable que comunica las dos cámaras, llamada pupila.

¹⁰ La retina es un tejido sensible a la luz situado en la superficie interior del ojo.

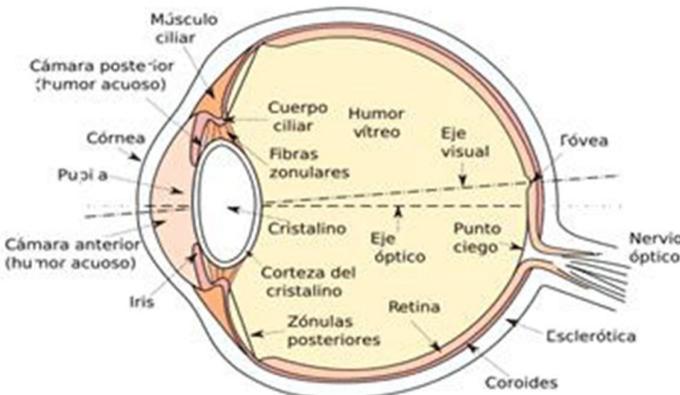


Figura 1.2 Estructura del ojo humano [2]

En el año de 1936 se propuso la utilización del iris como método de autenticación gracias a la colaboración de los oftalmólogos Frank Burch, Leonard Flom y Aran Safir.

“Sin embargo, por falta de conocimiento para el desarrollo del proyecto se necesitó la ayuda del profesor John G. Daugman de la Universidad de Harvard para que fuera éste quien desarrollara los algoritmos necesarios para realizar el reconocimiento biométrico a través del patrón del iris.” [3]

Los algoritmos necesarios para el correcto funcionamiento fueron terminados y patentados en el año de 1994 y son la base de todos los sistemas de reconocimiento por iris existentes.

La captura del iris requiere más control para su ejecución, se debe tener presente algunos factores que pueden afectar a los resultados como la luz, el entorno y en especial los mecanismos como cámaras digitales las cuales deben cumplir ciertos requerimientos para su utilización.

Una vez obtenida la imagen del iris se procederá a su análisis y procesamiento, aquí se deberá tomar en cuenta los siguientes puntos:

- La localización del iris dentro de la imagen.
- La detección de los bordes del iris, tanto el exterior y el interior.
- La eliminación de las partes no deseadas.
- Compensación del tamaño del iris, dependiendo de la distancia de captura.
- Adaptación de la imagen a la técnica de extracción de características a realizar.

El sistema para la identificación de una persona también puede realizarse basándose en el análisis de la retina humana, para ello se utilizan los patrones de los vasos sanguíneos a fin de poder realizar un análisis biométrico, al igual que la huella digital, la retina posee la característica de ser única en cada individuo por lo que permite obtener resultados exactos y efectivos; es muy utilizada en entornos de alta seguridad.

Esta es una de las técnicas más precisas que pueden existir y por ende una de las más costosas ya que implica análisis y tecnología para poder implementarla correctamente según la empresa de seguridad Segura Duran Assessors S.A¹¹.

Para realizar el proceso de captura, el usuario debe cumplir ciertos requerimientos como situarse muy cerca del dispositivo a fin de obtener una imagen de calidad. Una vez realizada la captura de la imagen, se procederá al tratamiento de la misma, mediante la extracción de las características más relevantes de la red de vasos sanguíneos.

En resumen los pasos a seguir son los siguientes:

- ✚ Extraer todos los rasgos característicos de los vasos sanguíneos que cubren la retina.
- ✚ Determinar el área de estudio.
- ✚ Localización de los vasos sanguíneos.
- ✚ Generación del patrón de retina.

De igual manera que el método anterior, todos los resultados serán almacenados para ser utilizados posteriormente.

➤ RECONOCIMIENTO DE LA GEOMETRÍA DE LA MANO¹²

El método de reconocimiento de la geometría de la mano consiste en obtener la mayor información posible sobre la geometría de la misma, es decir, tamaño de los dedos, separación y en si características esenciales que permitan su tratamiento.

Para obtener los datos biométricos, se hace uso de cámaras digitales de baja resolución las cuales está ubicadas bajo una placa en la cual se asentara la mano para su posterior análisis, esta placa tiene 5 ejes que sirven de guías para que los dedos se posicen correctamente, una vez fijada la palma de la mano la cámara captura la imagen como se puede observar en la Figura 1.3



Figura 1.3 Captura de la geometría de la mano [4]

¹¹ Empresa dedicada al comercio al por mayor y menor de programas informáticos (software) y equipos informáticos y sus accesorios hardware. - servicios de captura de información por medios electrónicos, informáticos y telemáticos.

¹² <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recomano.html>

Una vez que se tiene la imagen se procede hacer el análisis de la misma, aplicando métodos como escala de grises y eliminación de ruidos o segmentos de imagen no necesarios. A la imagen resultante se le extraen los contornos a fin de obtener varias medidas que servirán como guía para el siguiente análisis.

De todas estas medidas se pueden obtener los siguientes resultados los cuales podrán ser almacenados en una base de dato para su posterior utilización:

- ✚ Anchuras de cada uno de los dedos salvo el pulgar
- ✚ La anchura de la palma de la mano
- ✚ Alturas del dedo medio, del dedo menique y de la palma de la mano.
- ✚ Ángulos entre los puntos más sobresalientes de la palma de la mano.
- ✚ Desviaciones de los dedos con respecto a la línea recta ideal que deberían formar las falanges¹³.

➤ RECONOCIMIENTO DE FIRMA ESCRITA¹⁴

La escritura ha sido el medio de comunicación más utilizado por todas las personas a través del tiempo, es la utilización de signos o gráficos sobre algún material como papel, roca, etc.

La escritura nos permite conocer los rasgos característicos de un individuo, desde su forma de ser hasta su forma de actuar; con el pasar del tiempo este medio de comunicación ha ido evolucionando y se han creado varios sistemas o dispositivos que tiene por finalidad agilizar dicho proceso; sin embargo estos mecanismos no siempre resultan ventajosos, ya que por más que se efectivice la rapidez de los mismos, la presencia del individuo siempre será necesaria, sobre todo en lo relativo a los asuntos legales.

Entre una de las formas de comunicarse mediante el uso de grafismos, se encuentra la firma, la misma que permite identificar a una persona por cada uno de los signos y símbolos gráficos que expresa en ella, lo cual a su vez demuestra un vínculo con ciertos rasgos de la personalidad de un individuo.

Como ya se mencionó en apartados anteriores la obtención de la firma se puede realizar por dos métodos como es off-line y on-line, este sería el primer paso para la identificación basada en la firma personal. Una vez que se haya obtenido la firma el siguiente paso es el acondicionamiento en el cual se procesa la firma a fin de eliminar información que no sea relevante mediante métodos como Fourier o Hu, por último se debe corregir y seleccionar la información afectada durante la adquisición empleando algoritmos como redes neuronales o inteligencia artificial.

La forma en la que se implemente este procedimiento dependerá directamente del método por el cual se haya hecho la captura, es decir of-line u on-line.

¹³ Las falanges son las estructuras óseas de los dedos.

¹⁴ <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recofirma.html>

Una vez capturada la información de la firma, es conveniente generar o seleccionar aquellas características que faciliten el reconocimiento.

Para que las características elegidas representen de forma óptima a la firma deben cumplir dos requisitos:

- Deben ser discriminantes entre firmas verdaderas y falsificaciones.
- Deben permanecer estables ante las variaciones típicas de las firmas verdaderas.

➤ RECONOCIMIENTO DE VOZ¹⁵

El habla es uno de los factores más importantes dentro del desarrollo de cada persona, ha sido la forma de comunicación más empleada en todo el mundo y gracias a ella se ha podido establecer normas y reglas claras para cada civilización.

La comunicación mediante el habla es la forma más habitual de transmitir información entre personas, en el sistema de comunicación siempre existe un emisor el cual es el encargado de transmitir el mensaje y un receptor al cual llega el mensaje, todo esto se transmite a través de un medio físico.

Para el reconocimiento del habla se han creado varios sistemas, cada uno de ellos emplean algoritmos propios que se encargan de transformar y procesar la voz humana.

“Las bases para el reconocimiento de voz fueron desarrolladas por la compañía Texas Instruments alrededor de 1960 y desde ese momento la identificación por voz ha estado bajo intensas investigaciones y desarrollos.” [5]

Los sistemas para el reconocimiento de voz presentan un grado de complejidad ya que se debe cumplir ciertas reglas o normativas antes de ponerla en funcionamiento; la primera de ellas es que se debe establecer una fase de entrenamiento en la cual se ingresaran ciertos patrones de voz de cada individuo lo que resulta molesto por el tiempo y esfuerzo.

La segunda normativa corresponde al modo de funcionamiento o servicio, en esta fase el sistema tomara decisiones por su cuenta a fin de decidir la autenticidad del usuario, y por ultimo tenemos el modo de actualización en la cual se ira corrigiendo problemas que puedan presentarse a lo largo de la implementación del sistema.

Este procedimiento se puede observar de mejor manera en la Figura 1.4

¹⁵ <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recovoz.html>

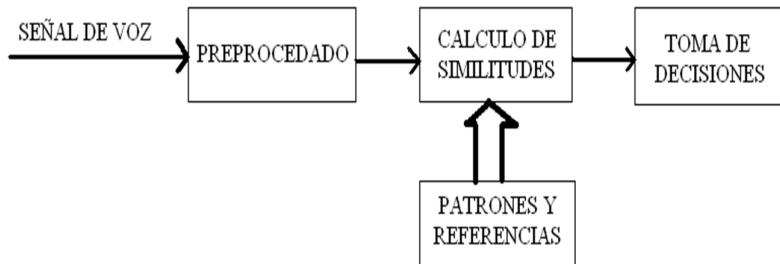


Figura 1.4 Sistema de reconocimiento de voz

Los sistemas basados en la voz no son muy utilizados en el campo de la seguridad, más bien son empleados en ciertas ramas de la ciencia como la medicina, en pacientes que no tiene control sobre sus extremidades o también en programas o aplicaciones que necesiten ser manejados mediante la voz.

La identificación mediante el reconocimiento de voz se está introduciendo muy lentamente al mercado, una de las principales razones es que este tipo de tecnología presenta altos índices de error.

1.2.3 CLASIFICACION POR SU USO¹⁶

Los sistemas de reconocimiento biométrico son muy utilizados hoy en día y varias empresas o instituciones están haciendo uso de ellos según su trabajo y el volumen de empleados que dispongan, es por esta razón que se han clasificado los sistemas biométricos según el grado de aceptación que se tiene por parte de los usuarios dando como resultado una distribución detallada como se puede observar en la Figura 1.5

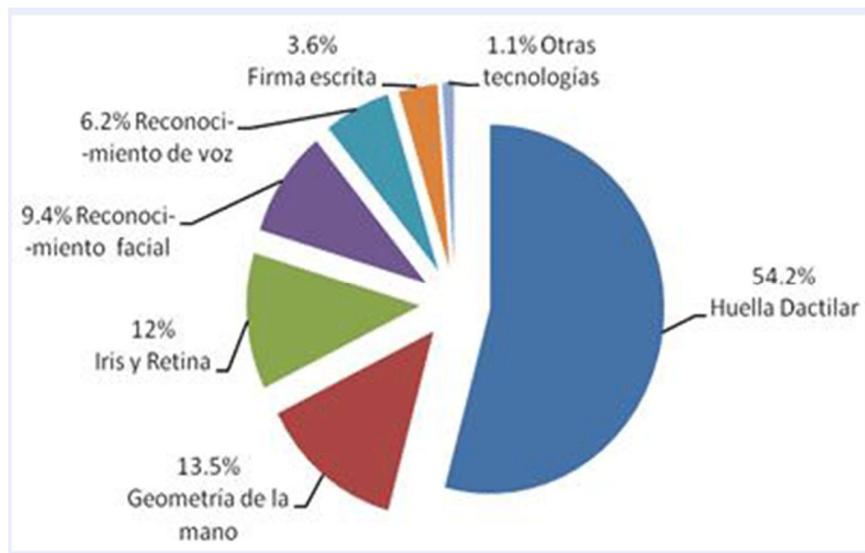


Figura 1.5 Distribución de cada sistema de reconocimiento biométrico [6]

¹⁶ <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/clasificacionuso.html>

1.3 FUNCIONAMIENTO Y PROCESOS PARA LA VERIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICA¹⁷

Verificar es probar la autenticidad de cierto procedimiento o acción, llevada a cabo bajo ciertas condiciones, en cambio la identificación es la acción de probar que cierta persona o cosa es verdadera; tanto la verificación como la identificación son dos procesos que intervienen en el reconocimiento de la firma personal.

La mayoría de sistemas biométricos pueden realizar tanto identificación (1:N) como verificación (1:1).

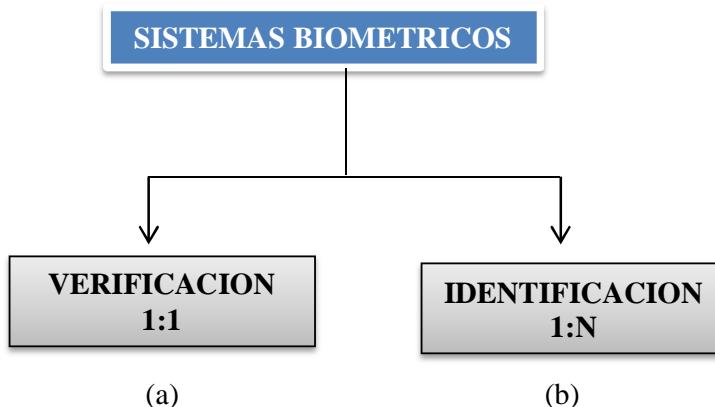


Figura 1.6 Clasificación de los Sistemas Biométricos

Como se puede observar en la Figura 1.6 (a) para el proceso de verificación se realizaran combinaciones de uno-a-uno, es decir, se tomara como primera muestra una firma de la persona, esta firma será tratada y almacenada para ser utilizada posteriormente con otras muestras.

El proceso que se sigue para la verificación tiene los siguientes pasos:

1. Se ingresa la firma original del usuario, a esta firma se la procesara, es decir se eliminara toda la información innecesaria y se obtendrán los puntos de interés.
2. Se procederá al almacenamiento de la firma original, la cual servirá como base para los siguientes análisis.
3. Se toma una nueva firma y se la procesa de la misma manera que se realizó en el paso numero 1; obteniendo como resultado una nueva firma la cual será comparada con la firma original ya almacenada.
4. Si las firmas coinciden, el usuario es "verificado" y se le concede todos los privilegios y accesos del usuario confirmado.

En el proceso de verificación los rasgos biométricos se comparan solamente con los de un patrón ya guardado, por ejemplo, un usuario puede presentar su identificación y esta será validada tomando en cuenta los datos que se encuentran almacenados previamente.

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Verificaci%C3%B3n_y_identificaci%C3%B3n

Por otro lado tenemos los sistemas biométricos que utilizan el proceso de identificación como se puede observar en la Figura 1.6 (b), para ello se realizaran combinaciones de uno-a-muchos, es decir, aquí el usuario no necesita confirmar quien es, sino es buscado entre un grupo de usuarios ya registrados dando como resultado si existe o no dentro del grupo.

El proceso que se realiza es de la siguiente manera:

La nueva firma es tomada y comparada a una ya existente en una base de datos de todos los usuarios; cuando es encontrada una combinación, el usuario es "identificado" como un usuario preexistente, o sea, el sistema encuentra quién es.

1.4 SISTEMAS BIOMÉTRICOS PARA EL ANÁLISIS DE FIRMAS DIGITALES¹⁸

Todas las empresas e instituciones buscan la manera más segura de realizar sus trámites, por esta razón la tecnología ha favorecido notablemente a esta gran necesidad brindando sistemas capaces de identificar eficazmente a un individuo y así asegurar la veracidad de cualquier trámite que se realice.

Las tecnologías de identificación de personas, basadas en mediciones de características biológicas están propagándose a gran velocidad, es por esta razón que se debe conocer sobre las mismas, analizar sus ventajas y puntos sobresalientes frente a otros sistemas.

La firma es la forma más difundida para realizar cualquier transacción en la vida cotidiana, se usa en el comercio, en transacciones bancarias, pagos y en general, toda clase de documentos legales.

Por lo tanto, dentro de todas las modalidades biométricas, la firma es probablemente la que más aceptación tiene en el día a día, al contrario de otras modalidades biométricas como el iris o la huella dactilar, la firma es una característica de comportamiento de los individuos, y por lo tanto, se considera más débil frente al fraude.

Existen en el mercado sistemas que se encargan de la verificación de firmas pero no son muy difundidos, es por esta razón que se pretende crear un sistema ágil, preciso y sobre todo seguro el cual permita automatizar el proceso de verificación ya sea en instituciones como en empresas.

Para el desarrollo de este sistema también se pretende utilizar ciertas ciencias afines como la inteligencia artificial, de esta manera se crearan algoritmos inteligentes los cuales serán capaces de conocer y reconocer patrones ya definidos y así establecer si las muestras obtenidas son equivalentes a las muestras ya almacenadas.

La biometría ofrece un amplio campo de investigación y a la vez brinda la posibilidad de realizar grandes avances que beneficiaran a toda la población.

¹⁸ <http://tecnonuevo.blogspot.com/2007/11/biometra-en-la-palma-de-la-mano.html> y
http://dis.um.es/~lopezquesada/documentos/IES_1112/SAD/curso/UT3/ActividadesAlumnos/grupo2/bio.html

CAPITULO II

VISION ARTIFICIAL

CAPITULO 2

INTRODUCCION

2.1 INTRODUCCIÓN A LA VISION ARTIFICIAL¹⁹

Al indagar sobre la visión artificial, se concreta que es el empleo de dispositivos como cámaras, cuya finalidad reside en captar imágenes de la realidad y procesarlas, de modo que un sistema o software sea capaz de reconocer estas imágenes posteriormente. Es por esta razón que se determina que visión es la capacidad que tiene un ser humano para captar e interpretar su entorno y artificial indica que una determinada cosa fue creada de cierta manera, por lo que la visión artificial lo que busca es crear mecanismos capaces de interactuar con el entorno gracias a mecanismos creados por el hombre.

Se debe tomar en cuenta ciertas condiciones previas a la implementación de la visión artificial, por ejemplo:

- Captación de imágenes: Es el proceso de obtención de la imagen a la cual se le extraen las características más relevantes las cuales serán utilizadas posteriormente.
- Sistema de iluminación: Es muy importante contar con un buen sistema de iluminación ya que esto proporciona condiciones uniformes e independientes del entorno, facilitando la extracción de los rasgos de interés para una determinada aplicación.
- Procesado e interpretación de los resultados: Aquí se tiene un conjunto de algoritmos y transformaciones necesarias para realizar el análisis y extracción de las características en una imagen, obteniendo de esta manera los resultados para los que haya sido diseñado el sistema.

En la actualidad, la visión artificial juega un papel muy importante, según el centro de investigaciones biomédicas avanzadas de Argentina⁽³⁾, es por esta razón que se lo ha implementado en diversos campos como la industria, el entretenimiento, la medicina, la biometría, la robótica, la inteligencia artificial, entre otras.

2.2 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES²⁰

Una imagen es una representación visual de cierto objeto o grupo de ellos en la realidad, puede ser definida como una función de dos dimensiones, es decir, una dimensión en X y otra dimensión en Y, donde X e Y son coordenadas espaciales; hay que tomar en cuenta otro factor muy importante como la amplitud representada por la letra f la cual tiene como objetivo indicar el nivel de gris de la imagen en un punto determinado.

Cuando X, Y, y los valores de la amplitud de f son todos finitos con valores discretos, estaremos ante una imagen digital.

¹⁹

<http://www.ecci.edu.co/documents/direccionInvestigacion/20112/seminarios/Telecomunicaciones/VisionArtificial.pdf>

²⁰ <http://verona.fi-p.unam.mx/boris/teachingnotes/Capitulo2.pdf> y
<http://es.scribd.com/doc/68833571/331892-Procesamiento-Digital-de-Imagenes>

El procesamiento de imágenes digitales se aplica en multitud de entornos, se encuentra formado por el conjunto de transformaciones y algoritmos que se destinan a una imagen con el objetivo de analizarla, siempre con ayuda de un ordenador. Constituye además un conjunto de técnicas que permiten mejorar la calidad o facilitar la búsqueda de información en una imagen, estos procesos necesitan ser complementados por medio de operaciones aritméticas y transformaciones geométricas.

Es necesario pensar en las imágenes como una matriz que contiene números digitales, también llamados píxeles, estas imágenes son de 8 bits lo que significa que un píxel podrá tener un valor entre 0 y 255, donde el 0 representa el tono más oscuro y el 255 el tono más claro; es decir negro y blanco respectivamente.

Entre las principales aplicaciones donde se ha puesto en práctica el procesamiento de imágenes se encuentran:

- Transformaciones de intensidad y filtros espaciales,
- Procesamiento en el dominio de la frecuencia,
- Restauración de imágenes,
- Procesamiento del color,
- Compresión de imágenes digitales,
- Segmentación,
- Reconocimiento de formas y objetos,
- Interpretación, etc.

Es muy importante conocer cuáles son los elementos que intervienen en el procesamiento de imágenes digitales, estos componentes se pueden visualizar en la Figura 2.1

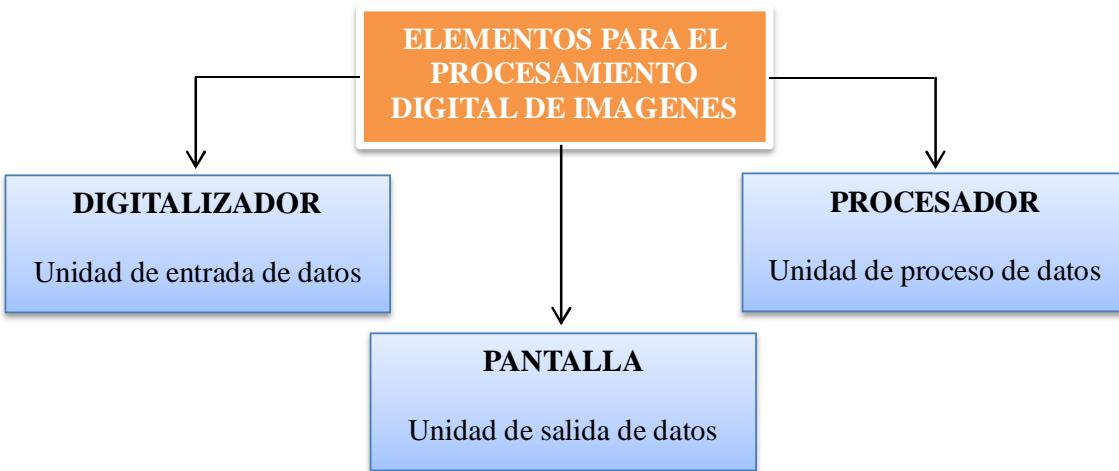


Figura 2.1 Elementos para el procesamiento de imágenes

2.2.1 DIGITALIZADOR

El digitalizador es un dispositivo cuyo objetivo es el de convertir una imagen en una representación numérica llamada también imagen digital.

2.2.2 PROCESADOR

Es un dispositivo capaz de realizar operaciones complejas a una alta velocidad, con el objetivo de procesar una imagen digital y aplicar los diferentes métodos para su transformación.

También existen tipos de procesamiento de imágenes entre los cuales se tiene a los siguientes:

- Low-level processing: Consta de operaciones básicas como reducción de ruido o aumento de contraste, aquí la imagen original equivale a la imagen resultante.
- Mid-level processing: Engloba la Segmentación y la clasificación, aquí la imagen original equivale atributos.
- High-level processing: Son todas las funciones asociadas a visión, es decir, comprender la imagen, aquí la imagen original equivale a la información de alto nivel.

2.2.3 PANTALLA

La pantalla es la encargada de mostrar los resultados obtenidos luego de haber realizado el procesamiento de la imagen. La función de la pantalla es la inversa que la del digitalizador, convierte las matrices numéricas en una forma de representación que es captada por el ser humano a través de la vista.

2.3 REPRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE UNA IMAGEN²¹

2.3.1 FORMACIÓN Y TIPOS DE IMÁGENES

Una imagen es considerada como un objeto plano la cual está formada de varios puntos o pixeles, cada uno de ellos con una intensidad luminosa que varía de acuerdo a la imagen resultante; existen imágenes monocromas las cuales están formadas de los colores blanco y negro, estas imágenes se pueden representar como una función continua $f(x, y)$ donde (x, y) son sus coordenadas y el valor de f es proporcional a la intensidad luminosa o el nivel de gris en ese punto.

Las imágenes son representaciones de objetos de nuestro entorno, estas son clasificadas de acuerdo al nivel de luz que proporcione cada una de ellas, en donde la energía es producida por diferentes medios entre los cuales tenemos a las fuentes de luz blanca, los sistemas con láser, los tubos de rayos X, las fuentes térmicas y también las fuentes de ondas acústicas.

Existen tres tipos de sistemas de formación de imagen, como se puede observar en la Figura 2.2

²¹ http://www.unach.edu.ec/Virtualizacion/Sis_Multimedia/imagen.htm



Figura 2.2 Sistema de formación de imágenes

➤ IMAGEN ANALÓGICA²²

La imagen analógica puede ser entendida como una reproducción de un fragmento de nuestro universo, como por ejemplo un texto, un cuadro, una lámina, un mapa, un grabado o simplemente una fotografía como se puede observar en la Figura 2.3

En la formación de la imagen analógica se sigue un proceso en el cual, se graban imágenes fijas sobre un material, gracias al principio de la cámara oscura que se basa en proyectar una imagen captada, por un pequeño agujero sobre una superficie, de tal forma que el tamaño de la imagen queda reducido y aumenta su nitidez.



Figura 2.3 Representación de una Imagen Analógica [7]

➤ IMAGEN DIGITAL²³

Se toma como base a las imágenes analógicas con el fin de procesarlas o digitalizarlas para obtener una nueva ilustración la cual pueda ser tratada por el ordenador, para ello es preciso someter a la función $f(x, y)$ a un proceso de discretización²⁴ tanto en las coordenadas como en la intensidad; la finalidad de este procedimiento es eliminar el ruido que tienen las imágenes originales y obtener una imagen digital de calidad como se puede observar en la figura 2.4.

²² <http://josecarygnano.blogspot.com/2009/04/la-imagen-analogica-y-la-imagen-digital.html>

²³ <http://josecarygnano.blogspot.com/2009/04/la-imagen-analogica-y-la-imagen-digital.html>

²⁴ Discretización: Es tomar muestras o pequeñas partes de una señal a fin de poder codificarlas y cuantificarlas. Mientras más muestras se tome mejor será el procesamiento para obtener la imagen digital.

Una vez terminado el tratamiento de la imagen se obtendrá un solo valor, el cual representa a una imagen en escala de grises o a su vez tres valores que representarían una imagen en color. Cabe recalcar que las imágenes en escala de grises están compuestas por blanco y negro mientras que las imágenes de color tienen tres valores, rojo, verde y azul.

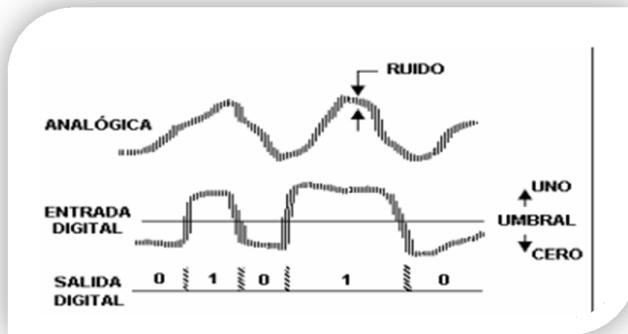


Figura 2.4 Procesamiento de imagen analógica [8]

Una imagen digital puede representarse como una matriz, en la cual los índices de fila y columna identifican un punto de la imagen o también llamado pixel y el valor del correspondiente elemento de la matriz indica el nivel de gris de ese punto; tal como se puede apreciar gráficamente en la Figura 2.5

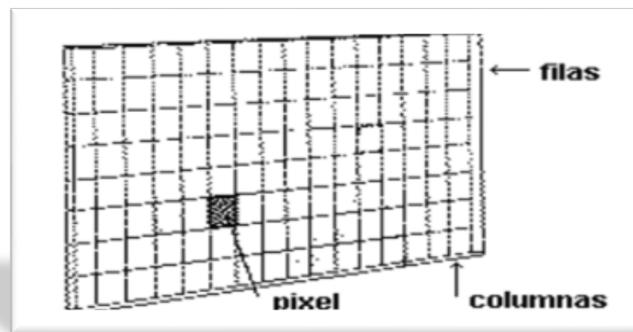


Figura 2.5 Matriz resultante de una imagen [9]

Las imágenes digitales se dividen en tres tipos:

- Imágenes Monocromáticas: son todas las imágenes en blanco y negro o también las imágenes en escala de grises.
- Imágenes Colormapped: son imágenes donde cada píxel está representado por un número llamado índice que se toma para el color real del píxel desde una tabla llamada paleta.
- Imágenes True-color: Estas imágenes son las de más alta calidad y las de mayor ocupación de memoria, cada píxel contiene la información de color completa, usualmente expresada como la intensidad de la componente de color rojo, verde o azul (RGB).

2.3.2 ESQUEMAS DE REPRESENTACIÓN²⁵

“Una imagen a niveles de gris es una función bidimensional de la intensidad de luz cuyos valores se han obtenido muestreando la intensidad sobre una retícula rectangular.” [10]

Una imagen está formada por dos componentes, una es la cantidad de luz incidente en la escena y la otra es la cantidad de luz reflejada por los objetos; estos dos componentes se llaman iluminación y reflectancia respectivamente, donde cada una está representada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Iluminación} &= i(x; y) \\ \text{Reflectancia} &= r(x; y) \end{aligned}$$

Una imagen se puede representar de la siguiente manera:

$$f(x; y) = i(x; y)r(x; y), \text{ con } 0 < i(x; y) < 1 \text{ y } 0 < r(x; y) < 1.$$

La iluminación $i(x; y)$ está determinada por las características de la fuente que emite la luz y la reflectancia $r(x; y)$ por las características del objeto.

A continuación se describirá algunas características esenciales en la representación de las imágenes digitales:

1. La imagen digital se compone de pixeles, cada pixel puede ser monocromática o a colores como se indica en la Figura 2.6
2. Una imagen está representada por un conjunto de píxeles o también por medio de una matriz de puntos la cual tiene una dimensión determinada, esto se puede observar de mejor manera en la Figura 2.7
3. Cada píxel puede representar una gama de colores que está relacionada con el número de bits que tenga cada píxel como se indica en la Figura 2.8

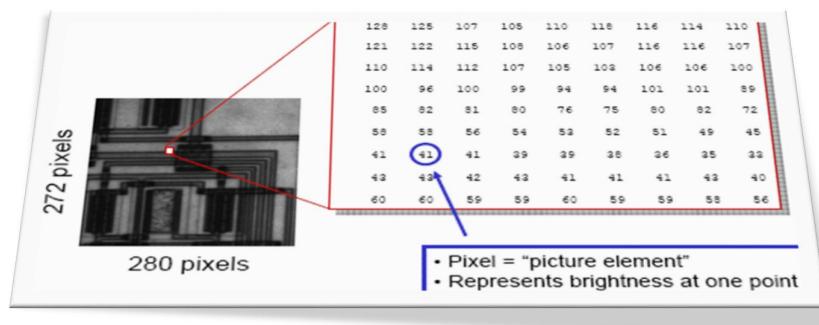


Figura 2.6 Composición de píxeles en una imagen [11]

²⁵ <http://informatica.uv.es/doctorado/AIRF/ParteAI/tema2.pdf>

| Bits por pixel | Número de colores |
|----------------|-------------------|
| 1 | 2 |
| 4 | 16 |
| 8 | 256 |
| 16 | 65,536 |
| 248 | 16,777,216 |

Figura 2.7 Tabla de dimensiones de cada pixel [12]

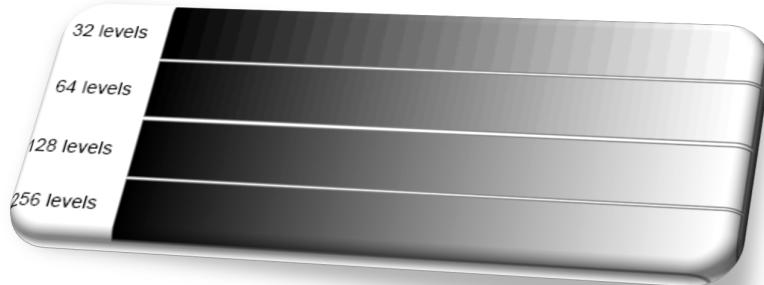


Figura 2.8 Gama de colores para pixeles [13]

Las imágenes digitales también pueden ser representadas haciendo uso de la vecindad, esto hace referencia a los n píxeles que rodean a un punto determinado; se puede tener vecindad con 4 píxeles o vecindad con 8 píxeles dependiendo el tipo de resultado que necesitemos obtener.

La vecindad entre cuatro píxeles toma como referencia los puntos superior, inferior, izquierdo y derecho, mientras que la vecindad con ocho píxeles toman todos los 8 puntos a su alrededor tal como se muestra en la Figura 2.9

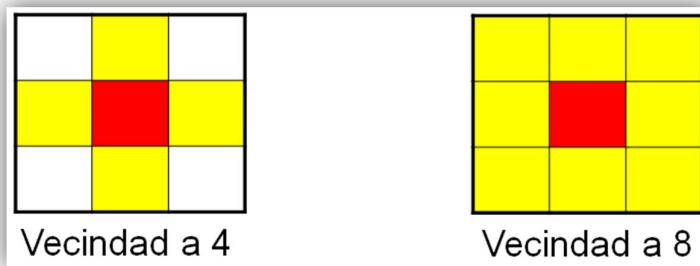


Figura 2.9 Vecindad entre píxeles [14]

Al hablar de imágenes a color se debe tomar en cuenta su forma de representación, a estas imágenes también se las conoce como multicanal ya que emplean los tres colores, rojo, verde y azul.

Otra forma de representación muy utilizada son los histogramas, donde se muestran los distintos tonos de la imagen y en qué grado se presenta cada uno de ellos, tal como se puede observar gráficamente en la Figura 2.10

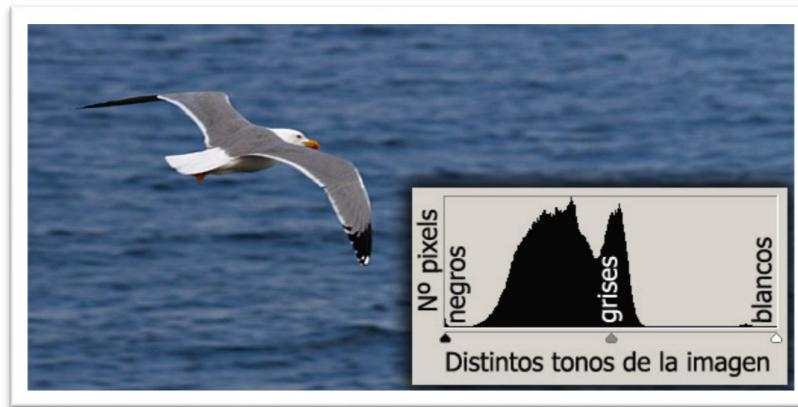


Figura 2.10 Histograma de una imagen [15]

2.3.3 DESCRIPTORES PARA REPRESENTAR EL CONTORNO²⁶

Los descriptores facilitan realizar el reconocimiento e identificación de los objetos en una imagen, una vez realizado el proceso de segmentación y extracción del contorno de los objetos hay que analizar la forma geométrica de los mismos, para ello se utilizará una estructura de datos compacta a la cual se la llamará esquema de representación.

Los descriptores necesitan aplicar el conjunto de operadores morfológicos como dilatación, erosión, apertura y cierre con el fin de poder manipular la forma de los objetos, extraer el contorno de los mismos, clasificar los objetos según su tamaño, eliminar objetos pequeños, entre otras cosas.

Los esquemas de representación deben tener necesariamente ciertas propiedades, entre ellas tenemos las siguientes:

1. **UNICIDAD:** La unicidad es la característica mediante la cual indica que cada objeto debe tener una única representación.
2. **INVARIANCIA:** La invariancia es la característica que permite conservar la forma original frente a transformaciones geométricas, como traslaciones, rotaciones, cambios de escala y reflexiones.
3. **SENSIBILIDAD:** La sensibilidad es la capacidad para diferenciar objetos casi iguales.
4. **ABSTRACCIÓN DEL DETALLE:** Es la capacidad para representar los rasgos característicos básicos de los objetos y abstraer los detalles.

Para representar los contornos de las regiones u objetos se dispone de los siguientes métodos:

²⁶ www.lcc.uma.es/~munozp/Pres-Tema8%20PI.ppt

Primer método - Códigos de cadena de Freeman

El método de Freeman lo que busca es representar una imagen mediante una cadena de pixeles; para la representación se utilizan los ejes cartesianos, dividiéndose en dos tipos, uno de ellos es mediante la utilización de los cuatro puntos en el eje tal como se puede observar en la Figura 2.11 (a) y el otro es utilizando ocho puntos como se representa en la Figura 2.11 (b). La finalidad de utilizar el eje cartesiano es para unir los segmentos dependiendo la ruta que tome la imagen analizada.

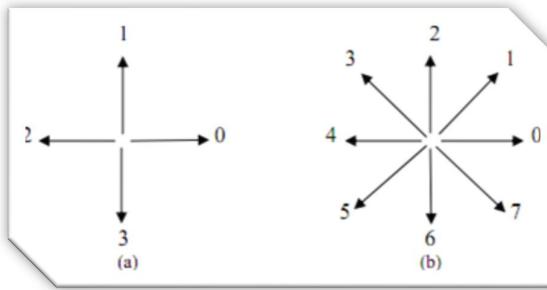


Figura 2.11 Direcciones para entornos de 4 y 8 vecinos respectivamente [16]

El código de cadena de Freeman genera una secuencia de números los cuales representan las orientaciones de los segmentos conectados consecutivamente, partiendo de un punto del contorno y siguiendo el sentido de las agujas del reloj.

Tomando como ejemplo la Figura 2.12 en la cual se realiza el proceso para definir las direcciones, se utiliza 8 vecinos y el proceso se realiza de la siguiente manera:

1. Se parte del pixel superior izquierdo.
2. El recorrido se realiza en sentido de las manecillas del reloj y fijándose en la imagen anterior se puede observar el valor de cada eje
3. El valor resultante de la imagen es 005577443221 la cual representa el contorno de la misma.
4. Si la imagen tiene agujeros necesariamente se tendrá que utilizar cadenas adicionales para poder representarlo completamente.

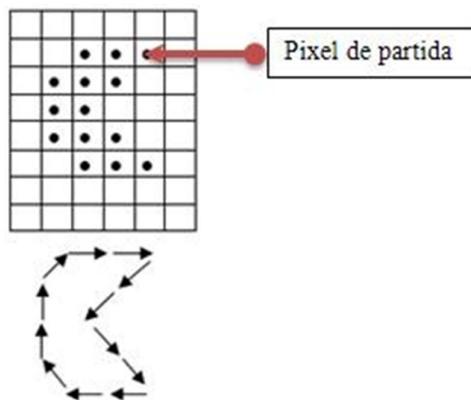


Figura 2.12 Contorno de la figura original y sentido de recorrido [17]

VENTAJAS

- ✚ El código de cadena de Freeman es una representación invariante frente a traslaciones, esto quiere decir que no cambia si se lo traslada en el tiempo.
- ✚ El código de cadena de Freeman facilita la comparación de objetos.
- ✚ A partir del código de cadena se pueden obtener ciertas características del contorno, como el perímetro, el área del objeto y los descriptores de Fourier, de forma más eficiente que utilizando la representación matricial de la imagen binaria.
- ✚ El código de cadena es una representación compacta de un objeto binario.

DESVENTAJAS

- ✚ La cadena resultante suele ser demasiado larga dependiendo de la imagen que se analice.
- ✚ Cualquier perturbación o ruido en el contorno produce segmentos erróneos.

Segundo método - Signaturas

Una signatura es una representación de un contorno de una figura mediante una función real unidimensional²⁷ que sea más sencilla que la función bidimensional²⁸ que define el contorno.

Una forma de utilizar la signatura es mediante la distancia desde un punto interior o centroide a cada uno de los puntos del contorno como se puede observar en la Figura 2.13

Algunas consideraciones que se debe tomar en cuenta son:

- ✚ La signatura es invariante frente a traslaciones pero no lo es frente a rotaciones o cambios de escala.
- ✚ Se puede conseguir la invariancia frente a rotaciones cuando se encuentra un punto característico del contorno a partir del cual se comienza a generar la signatura.
- ✚ Se puede normalizar la signatura de forma que sus valores estén dentro del intervalo 0 y 1 con el fin de conseguir la adimensionalidad.
- ✚ Cuando existen contornos con ruido es conveniente utilizar la normalización. Una alternativa para realizar la normalización puede ser dividir por la desviación típica de los valores de la signatura.

²⁷ Unidimensional: Término utilizado para describir figuras que sólo se pueden medir en una dirección, como una línea, que sólo tiene longitud.

²⁸ Bidimensional: Algo es bidimensional si tiene dos dimensiones, por ejemplo, ancho y largo, pero no profundidad.

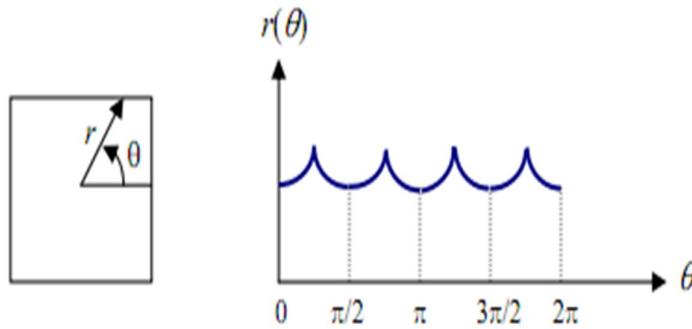


Figura 2.13 Signatura de un cuadrado [18]

Tercer método - Aproximaciones poligonales

El objetivo que se busca es de aproximar de la mejor manera posible el contorno de un objeto mediante una curva de tramos lineales que constituye un polígono y donde los vértices de dicho polígono son una representación del contorno del objeto.

La aproximación poligonal que se realizara consiste en determinar los vértices del polígono de manera que el error total sea mínimo. Uno de los inconvenientes que presenta este método es que para encontrar la solución óptima para este problema requiere un coste computacional muy alto.

Cuarto método – Descriptores de Fourier

Los Descriptores²⁹ de Fourier representan la forma del objeto, se puede encontrar descriptores que analizan la imagen desde el comienzo hasta el final, los descriptores del inicio indican la forma general del objeto y los últimos descriptores indican los más pequeños detalles.

La gran ventaja de los Descriptores de Fourier es que son invariantes frente a la traslación, la rotación y la escalabilidad.

Al realizar la transformada de cada punto, se obtendrá un descriptor en forma de número complejo, para obtener una información visual o en forma numérica, es necesario representar la magnitud o amplitud y la fase de cada uno de los puntos de la imagen transformada, obteniendo de esta manera dos matrices las cuales representan el espectro de amplitud y el espectro de fase.

Hay que tomar en cuenta que al momento de utilizar descriptores de Fourier, mientras más descriptores se utilicen mejor será el resultado obtenido tal como se observa en la Figura 2.14

²⁹ Descriptor: Los descriptores visuales describen las características visuales de los contenidos dispuestos en imágenes o en videos. Describen características elementales tales como la forma, el color, la textura o el movimiento, entre otros.

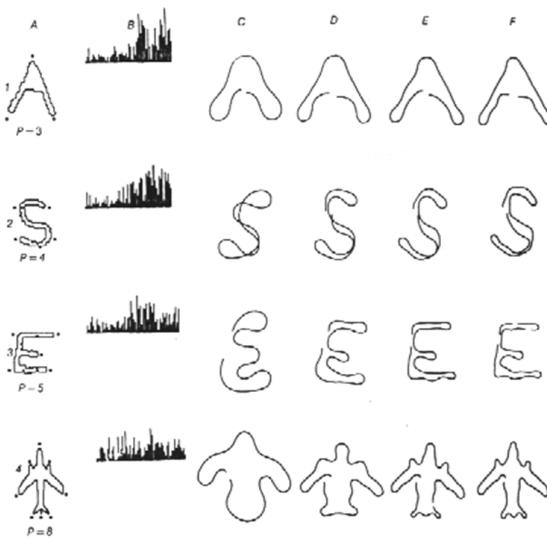


Fig. 2.14 Cantidad de descriptores utilizados en cada imagen [19]

Entre las principales aplicaciones que se tiene para los descriptores de Fourier se tiene los siguientes:

- Reconocimiento de caracteres
- Reconocimiento de Objetos 3D
- Reconocimiento de objetos sumergidos
- O como técnica de Interpolación

La representación mediante descriptores de Fourier de imágenes digitales, poseen características importantes, las cuales se comprenderán mejor, profundizando su análisis matemático.

Si se parte de funciones matemáticas periódicas³⁰ se conoce que éstas pueden ser analizadas a través de una herramienta conocida como Series de Fourier la cual descompone la función en una suma infinita de funciones seno y coseno tal como se puede observar en la Figura 2.15 en la cual se tiene la fórmula asocia a una función con período T, con su respectiva serie de Fourier.

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[a_n \cos \frac{2n\pi}{T} t + b_n \sin \frac{2n\pi}{T} t \right]$$

Figura 2.15 Series de Fourier

Para el análisis de una función no periódica, se hablará de transformada de Fourier, la cual parte del análisis matemático con series combinadas de senos y cosenos, pero con un número de términos infinitos. En la Figura 2.16 (a) se observa la fórmula para la transformada de Fourier de una función s (t), la cual deberá ser continua e integrable.

³⁰ Función Periódica: Una función es periódica si al evaluarla, se repiten los valores, agregando a la variable independiente una constante, denominada Período

$$\mathcal{F}[s(t)] = S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

Figura 2.16 (a) Transformada de Fourier

$$e^{i\theta} = \cos(\theta) + i\sin(\theta)$$

Figura 2.16 (b) Identidad de Euler

Al relacionar la Identidad de Euler³¹ figura 2.16 (b) se obtiene las combinaciones de senos y cosenos. El resultado que se obtiene de la transformada será una serie de números complejos, que representarán al espectro³² de la función y su respectiva fase.

Si se retoma de nuevo el hecho de representar una imagen digital mediante el análisis de Fourier, se deberá considerar, que los pixeles que la conforman no son funciones continuas, por lo que su transformada resulta en la siguiente formula:

$$a(\omega) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s[k] e^{-i\omega k}$$

Figura 2.17 Transformada discreta de Fourier

La Figura 2.17 muestra el cálculo requerido para obtener los coeficientes de Fourier, que resulta en una función compleja, continua y periódica en 2π .

Para funciones relacionadas con señales, estos coeficientes representarán el espectro de frecuencias, no así para las imágenes, en donde se representará la intensidad de cada pixel. Los primeros coeficientes, representarán la mayoría de la información, siendo los últimos los que correspondan a los detalles, tanto para las señales como para imágenes.

La evaluación de la Transformada de Fourier, requiere de un número finito de muestras para su evaluación, sea para trabajos con procesadores digitales, o para funciones computacionales. En este sentido se procede a la discretización³³ de los datos disponibles para la transformada.

La transformada de Fourier, resulta en una función continua, con un período equidistante a 2π , el cual dependerá también del número de muestras a tomar.

³¹ Identidad de Euler: especifica una igualdad para $e^{ix} = \cos x + i \sin x$ siendo x un número real en radianes

³² Espectro: medida de la distribución de amplitudes de cada frecuencia.

³³ Discretizar: seleccionar un conjunto finito de valores, de uno infinito, de manera que los resultados al emplear estas muestras en diferentes procesos, tiendan o se asemejen al del conjunto infinito.

$$\check{\omega}_i = i \cdot \frac{2\pi}{M}$$

Figura 2.18 Frecuencia del intervalo de muestra

En la figura 2.18 se especifica la fórmula para calcular la frecuencia del intervalo a muestrear. Como ejemplo se tiene una función escalón con 5 puntos iniciales, de los cuales se tomarán el doble de muestras, obteniendo una frecuencia de π , para la transformada al remplazar (w) en la fórmula de la Figura 2.17.

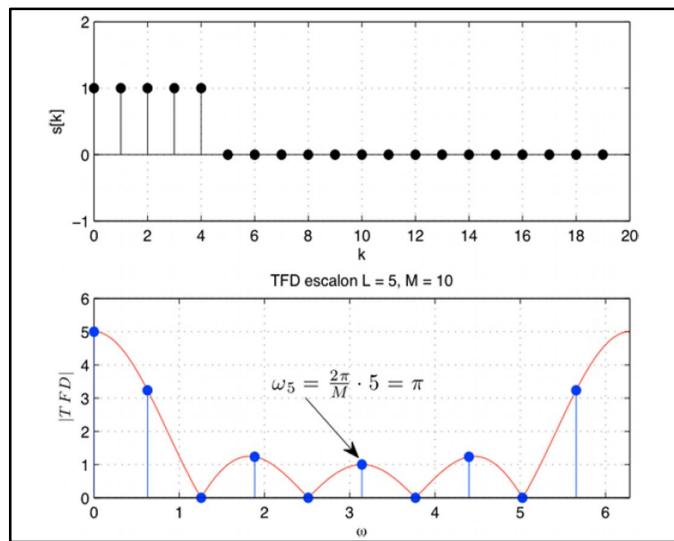


Figura 2.19 Frecuencia para la función escalón

Debido a ésta dependencia con el número de muestras requeridas para la transformada, es necesario considerar la forma en cómo se las va a tomar.

Cabe recalcar que la función para calcular la transformada de Fourier, utiliza un algoritmo que iguala el número de muestras al tamaño de la señal original con ceros, en caso de ser la muestra menor o simplemente toma un número de muestras igual al tamaño de la señal original, en caso de querer tomar una muestra mayor.

Siendo M el tamaño de las muestras y L la longitud de la señal original tenemos:

- Si $M < L$ se trunca la señal $L=M$
- Si $M > L$ se añaden ceros a la señal $L=M$

En Matlab, se puede comprobar la tarea de la función FFT o también conocida como transformada rápida de Fourier, la cual simplifica el cálculo de la transformada discreta de Fourier (DFT), obteniendo una complejidad de $O(M \log_2 M)$ en vez de $O(M^2)$ que significaría usar la “DFT”.

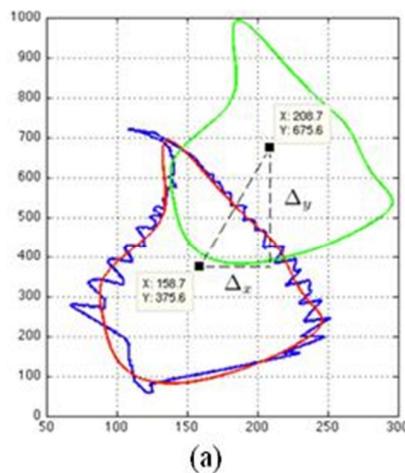
La FFT en Matlab es más rápida debido a que ésta aprovecha la simetría y periodicidad de la señal a analizar y requiere como parámetro, la señal propiamente dicha y el tamaño de la muestra, la cual deberá ser de preferencia múltiplo de 2 y mayor o igual al tamaño de la señal de ingreso.

Además de Matlab, se puede implementar códigos de programación aplicando la fórmula de la transformada, generando así un número determinados de coeficientes que representen la señal, o en el caso en estudio, las imágenes.

➤ PROPIEDADES DE LOS DESCRIPTORES DE FOURIER

Traslación: Es el primer coeficiente de Fourier, está relacionado con la ubicación misma de la señal, o imagen, no así el resto de los coeficientes. En tal caso, ésta propiedad sirve, para restringir su uso, en el caso de que se requiera solo los coeficientes independientes de la posición.

El cálculo de coeficientes de señales o imágenes idénticas, pero con diferente posición podría resultar deductivo, si se conoce los coeficientes de una de las señales, y el respectivo desplazamiento, de la una respecto a la otra.



$$t = \Delta x + i\Delta y$$

$$b[0] = a[0] + M \cdot t$$

$$b[\mu \neq 0] = a[\mu \neq 0]$$

(b)

Figura 2.20 Coeficientes dependientes de la traslación

Las figura 2.20 (a) y (b) son los coeficientes para dos señales idénticas, siendo el subíndice 0 el que identifica al primero de ellos y también la posición de la señal.

Con esto se puede deducir variables desconocidas en función de las que se conoce y su diferencia en cuanto a la posición.

Escalado: Esta propiedad permite especificar los descriptores de una señal que ha sufrido un cambio en su tamaño, en función de su señal original, ya que al ser idénticas, lo que se obtiene son los descriptores originales multiplicados por una constante que representa el cambio.

Para su demostración basta con aplicar la propiedad de sumatorias, multiplicadas por una constante.

$$\begin{aligned}
 b[\mu] &= \sum_{k=0}^{M-1} (\alpha \cdot s[k]) \cdot e^{-i\frac{2\pi}{M}uk} \\
 &= \alpha \cdot \sum_{k=0}^{M-1} (s[k]) \cdot e^{-i\frac{2\pi}{M}uk} \\
 &= \alpha \cdot TFD\{s[k]\} = \alpha \cdot a[\mu]
 \end{aligned}$$

Figura 2.21 Coeficientes escalados

En aplicaciones en donde se necesita obtener los coeficientes invariantes al escalado, lo que se hace es dividir cada uno de los coeficientes para un valor que refleje el cambio en el tamaño, por ejemplo, el primer coeficiente, siempre y cuando estos sean obtenidos de funciones invariantes a la traslación, por ejemplo, un proceso que aplique cálculo de centroides³⁴

Rotación: Esta propiedad de los descriptores de Fourier, es similar a la de escalado, para determinada señal o imagen rotada, bastará con determinar sus descriptores originales, a los que según el ángulo de rotación se los multiplicará por $e^{i\theta}$ (constante) que implica el ángulo en el que se encuentran.

De igual manera si se requiere hacer los coeficientes invariantes a la rotación, bastará con eliminar la fase de cada descriptor, sacando el módulo de los mismos.

MOMENTOS DE HU³⁵

Los momentos de Hu son aplicados en el reconocimiento de patrones de imágenes en una gran variedad de aplicaciones, también son conocidos como momentos invariantes, de los cuales se han derivado seis momentos ortogonales³⁶ y un momento asimétrico³⁷ los mismos que no son dependientes de la rotación, tamaño y posición.

Los momentos de Hu son principalmente aplicados a al reconocimiento, registro y a la reconstrucción de imágenes, pero hay que tomar en cuenta que las imágenes que se capturan, presentan siempre un determinado nivel de ruido provocado por el mismo dispositivo de captura, por lo cual se debe realizar un proceso para eliminar o minimizar en lo posible el ruido existente. Los momentos de Hu pueden variar dependiendo de la geometría de la imagen.

³⁴ Centroide: Promedio de todos los puntos de un objeto X perteneciente a un espacio n dimensional

³⁵ <http://robvis.mty.itesm.mx/~gordillo/Cursos/Robotica-Av/Reportes/Rep-Ene-Mayo-07-Eq-07.pdf>

³⁶ Momentos Ortogonales: describen las características independientes de la imagen minimizando la redundancia de la información.

³⁷ Momento Asimétrico: momentos totalmente diferentes a la original

La traslación, rotación y escalamiento son conocidas también como transformada de similaridad en la cual intervienen los siguientes elementos:

$$x' = sR.x + t$$

Figura 2.22 Transformada de similaridad

- t = vector de traslación
- s = factor de escalamiento positivo
- R = matriz de rotación, Figura 2.9

$$R = \begin{pmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ \sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix}$$

Figura 2.23 Matriz de rotación

- α = ángulo de rotación

La invarianza³⁸ con respecto a la traslación, rotación y escalamiento es útil en casi todas las aplicaciones prácticas, por el simple hecho de que cualquier objeto que se tenga debe ser reconocido correctamente, sin importar su posición, orientación y distancia.

En la Figura 2.24 se puede observar el proceso matemático empleado en los momentos de Hu para la obtención o reconocimiento de patrones.

$$h_1 = \eta_{2,0} + \eta_{0,2}$$

$$h_2 = (\eta_{2,0} - \eta_{0,2})^2 + 4\eta_{1,1}^2$$

$$h_3 = (\eta_{3,0} - 3\eta_{1,2})^2 + (3\eta_{2,1} - \eta_{0,3})^2$$

$$h_4 = (\eta_{3,0} + \eta_{1,2})^2 + (\eta_{0,3} + \eta_{2,1})^2$$

$$h_5 = (\eta_{3,0} - 3\eta_{1,2})(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})[(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})^2 - 3(\eta_{0,3} + \eta_{2,1})^2] + (3\eta_{2,1} - \eta_{0,3})(\eta_{0,3} + \eta_{2,1})[3(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})^2 - (\eta_{0,3} + \eta_{2,1})^2]$$

$$h_6 = (\eta_{2,0} - \eta_{0,2})[(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})^2 - (\eta_{0,3} + \eta_{2,1})^2] + 4\eta_{1,1}(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})(\eta_{0,3} + \eta_{2,1})$$

$$h_7 = (3\eta_{2,1} - \eta_{0,3})(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})[(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})^2 - 3(\eta_{0,3} + \eta_{2,1})^2] - (\eta_{3,0} - 3\eta_{1,2})(\eta_{0,3} + \eta_{2,1})[3(\eta_{3,0} + \eta_{1,2})^2 - (\eta_{0,3} + \eta_{2,1})^2].$$

Figura 2.24. Formula de los Momentos de Hu para la obtención de patrones.

³⁸ Invariante: algo que no cambia al aplicarle un conjunto de transformaciones.

Hay que tener presente que los momentos de Hu son invariantes a la translación, rotación y escalamiento por lo que dos regiones de una imagen que tengan la misma forma pero que sean de distinto tamaño, ubicación y orientaciones tendrán momentos de Hu iguales como se puede observar en la Figura 2.25

| Estrella | Estrella Ampliada | Estrella Girada |
|-----------------|--------------------------|------------------------|
| | | |
| Forma | Forma Ampliada | Forma Centrada |
| | | |

Figura 2.25 Momentos de Hu invariantes ante Escalamiento y Rotación

METODO DE SURF³⁹

Está basado en el método SIFT, recibe este nombre debido a que permite detecta un punto característico de un objeto en una determinada imagen, siempre teniendo en cuenta las características esenciales como la invariancia de la iluminación, escala, rotación y transformación.

El método Surf en la actualidad está siendo muy utilizado en aplicaciones enfocadas al reconocimiento e interpretación de objetos; por ejemplo para la fabricación de piezas en producción las cuales deben ser analizadas para verificar su correcta elaboración.

Surf utiliza un complemento muy importante que es Gauss, el cual permite suavizar la imagen favoreciendo a su análisis y resaltando los puntos de interés.

SURF usa como base para su ejecución la suma de las respuestas Wavelet Haar⁴⁰ y la matriz Hessian⁴¹, que se puede calcular de forma rápida usando una imagen integral.

El proceso que sigue surf es el siguiente:

- Se obtienen las coordenadas de los puntos críticos.
- Se deberá construir la matriz hessiana la cual nos servirá como base para encontrar los puntos de interés.

³⁹ http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1709/2/Capitulo_I.pdf

⁴⁰ Wavelet Haar: es una secuencia de redimensionada con funciones de forma cuadrada que en conjunto forman una familia wavelet.

⁴¹ Matriz Hessian: matriz utilizada para encontrar puntos determinados o extremos condicionados.

- ✚ Una vez creada la matriz se procede a evaluarla, es decir, se utilizará la matriz para definir si los puntos críticos son los máximos, mínimos o indefinidos.
- ✚ Ahora se deberán determinar los puntos de interés en diversas escalas.
- ✚ Una vez determinados los puntos de interés se procederá a utilizar Gauss para eliminar los keypoints menos útiles.
- ✚ Por último se realizará el proceso de matching a fin de llegar al resultado deseado.

2.4 MÉTODOS PARA EL RECONOCIMIENTO E INTERPRETACIÓN⁴²

El reconocimiento e interpretación de imágenes digitales hace referencia al procesamiento de la imagen resultante del proceso de deconvolución⁴³, aquí se manipulan los niveles de gris a fin de mejorar la lectura de la misma e identificar propiedades que pudiesen tener algún significado físico.

La manipulación de los niveles de gris se lleva a cabo a través de cuatro subprocesos:

- ✚ Resaltamiento de la imagen,
- ✚ Reducción de ruido,
- ✚ Segmentación y
- ✚ Detección de bordes.

- **Resaltamiento de la imagen:** El propósito del resaltamiento de imágenes es literalmente hacer que la imagen luzca mejor. Por esta razón, el resaltamiento de imágenes es un proceso subjetivo ya que lucir mejor depende del tipo de detalles y contrastes en la imagen que el usuario espera obtener.
- **Reducción de ruido:** El propósito de la reducción de ruido es principalmente el de resaltar la calidad visual de una imagen por la simple eliminación de perturbaciones aleatorias y no correlacionadas.

Para la eliminación del ruido normalmente se obtiene por medio de filtros, estos pueden ser de pasa-bajo o paso-alto dependiendo la situación y sin dejar al lado al algoritmo de la transformada rápida de Fourier

- **Segmentación:** La segmentación es el proceso en el cual se divide una imagen en regiones o segmentos manipulables, se debe utilizar un análisis de imágenes para separar de la imagen propiedades o regiones de una textura dada.

Esta fase es de gran importancia ya que permite la clasificación de la imagen y es el primer paso en el análisis automático de imágenes y reconocimiento de patrones.

⁴² <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/132/13207206.pdf>

⁴³ Deconvolución: se refiere a las operaciones matemáticas empleadas en restauración de señales para recuperar datos que han sido degradados por un proceso físico que puede describirse mediante la operación inversa a una convolución.

La segmentación tiene dos propiedades, la primera de ellas es la similitud, la cual segmenta la imagen en regiones que tienen niveles de gris dentro de un rango predeterminado.

Y la segunda es la Discontinuidad, esta segmenta la imagen en regiones de discontinuidad donde existe un cambio abrupto en los valores de los niveles de gris.

La discontinuidad se utiliza para detectar las fronteras o bordes en la imagen y es consecuentemente conocida como detección de bordes.

- **Detección de bordes:** Como su nombre lo indica es el proceso final en el cual se definen correctamente los bordes de la imagen analizada.

ALGORITMOS DE AGRUPAMIENTO Y CLASIFICACION

Para los análisis de visión artificial en la fase de verificación e identificación, se puede utilizar métodos y algoritmos de clasificación como K –medias o métodos similares, en los que se busque comparar similitudes entre el objeto a reconocer y el objeto utilizado como referencia para la clasificación.

Un clúster⁴⁴ se puede expresar como la agrupación o el conjunto de varios objetos o entes del mismo tipo o también como la clasificación de datos que se lleva a cabo mediante la agrupación de los elementos analizados, el objetivo fundamental de este tipo de análisis es el de clasificar n objetos en k grupos, donde k es mayor a 1.

Los procedimientos del análisis de clúster se dividen principalmente en dos sub grupos:

1. K-medias: este método se utiliza cuando el número de clústeres está predefinido.
2. Análisis jerárquico de clústeres: será utilizado cuando el número de clústeres no está predeterminado.

Uno de los aspectos más importantes que se tiene que analizar al momento de utilizar los clúster es la métrica, esta es la medida que se tiene entre todas las muestras, las métricas más habituales que se usan son la Euclídea, la Manhattan y la Chebyshev.

➤ K-MEANS

El algoritmo K-means fue creado por MacQueen en el año de 1967, este es un algoritmo de clustering, el más conocido y utilizado, ya que puede ser aplicado de una forma muy sencilla pero a la vez es muy eficaz.

⁴⁴ Clúster: Es la agrupación de un terminado tipo de elementos dentro de un espacio.

El algoritmo K-means sigue un procedimiento simple de clasificación, de un conjunto de objetos en un determinado número K de clústeres, estos clúster vienen representados por la media o media ponderada, lo que quiere decir con esto es que cada uno de los clúster tiene un punto central o centroide que lo representa.

Esta representación lo podemos observar de mejor manera en la Figura 2.26

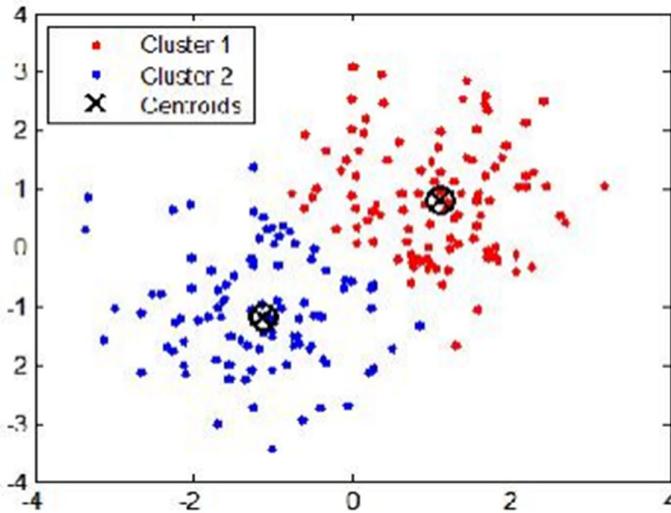


Figura 2.26 Clústeres y Centroides

PASOS NECESARIOS PARA APLICAR EL ALGORITMO K-MEANS

El algoritmo K-means utiliza 4 etapas para poder converger o terminar con el proceso de selección y agrupamiento:

- Etapa 1: Elegir aleatoriamente K objetos que formarán así los K clústeres de partida.
- Etapa 2: Reasigna los objetos del clúster, es decir, asignar los diferentes objetos próximos según una medida de distancia que en este caso será la medida euclíadiana.
- Etapa 3: Una vez que todos los objetos son colocados y pasan a formar parte de un clúster en especial, se debe re calcular los centros de todos los clúster, los cuales pasarán a llamarse baricentros.
- Etapa 4: Repetir las etapas 2 y 3 hasta que no se hagan más reasignaciones, este momento se puede decir que el algoritmo ha convergido.

PROCESO DE CLUSTERING

El proceso de Clustering consiste en dividir los datos obtenidos en grupos de objetos similares, con el objetivo de medir la igualdad entre objetos se suelen utilizar diferentes formas de distancia; entre los principales tipos de distancia se puede encontrar a las siguientes:

- Distancia Euclídea
- Distancia de Manhattan
- Distancia de Mahalanobis

Clustering es una técnica más del aprendizaje por máquina, en la que el aprendizaje realizado es no supervisado.

El proceso de clustering juega un papel muy importante en aplicaciones de datamining, tales como exploración de datos científicos, recuperación de la información y minería de texto, aplicaciones sobre bases de datos espaciales, aplicaciones Web , marketing, diagnóstico médico, análisis de ADN en biología computacional, y muchas otras.

➤ REDES NEURONALES

El cerebro humano es considerado como un gran procesador; es capaz de manipular bastas cantidades de información proveniente de los sentidos a gran velocidad, con el objetivo de procesarla y obtener una respuesta lógica dependiendo de la situación.

Platón y Aristóteles fueron las primeras personas que dieron explicaciones científicas sobre el comportamiento y estructura del cerebro humano pero en el año de 1936 el científico Alan Turing fue la persona quien introdujo estos conceptos de una forma revolucionaria, es decir, fue el primero en estudiar el cerebro desde la perspectiva tecnológica o computacional.

Las redes neuronales son estructuras creadas en base al sistema nervioso de los seres humanos, con el objetivo principal de simular la forma y el comportamiento del mismo. Estas redes tienen como principales componentes elementos llamados neuronas artificiales las cuales permiten solucionar problemas que requieren capacidad para asociar patrones y aprender como operaciones matemáticas o resolución de problemas del mundo real.

Entre las principales características que se puede mencionar en cuanto a las neuronas artificiales, cada una está formada por entradas, salidas y un estado; las cuales forman grupos bien definidos donde la salida de la una es la entrada de la otra y así sucesivamente, consiguiendo con ello un alto grado de robustez y velocidad en todos los procesos.

El comportamiento que siguen las neuronas artificiales está basado en las neuronas humanas; toda la información que se recibe fluye desde las dendritas que son la entrada hacia el axón que es la salida pasando por el núcleo o soma, todo este proceso se puede observar de mejor manera en la Figura 2.27.

Un sistema redes neuronales se compone de los siguientes elementos:

- Un conjunto de procesadores capaces de resolver problemas conjuntamente.
- Un patrón de conectividad o arquitectura
- Reglas de aprendizaje y
- Un entorno donde se realizan todas las operaciones.

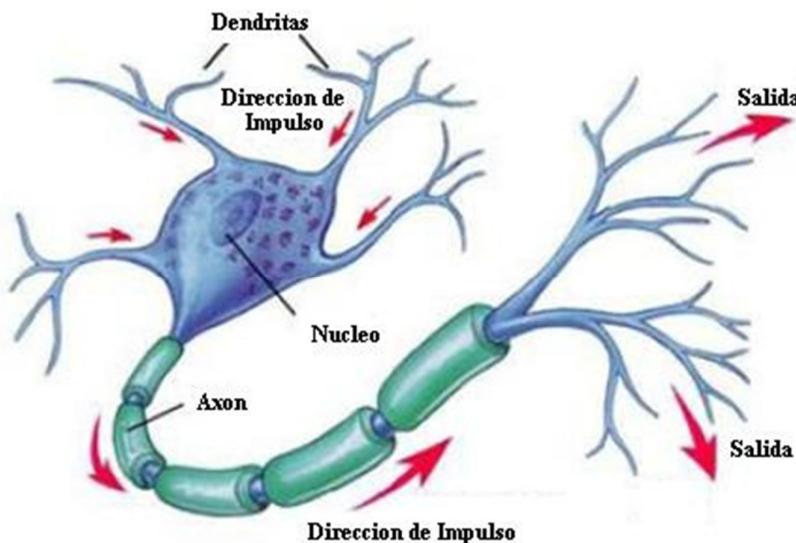


Figura 2.27 Estructura de las neuronas

CARACTERISTICAS DE UNA RED NEURONAL

Las redes neuronales artificiales imitan la estructura del sistema nervioso humano con el objetivo de poder construir sistemas de procesamiento de información paralelos, distribuidos, adaptativos y auto organizables.

Procesamiento paralelo: Dos o más neuronas trabajan al mismo tiempo en la resolución de un problema específico aumentando la velocidad de procesamiento y ejecución.

Memoria distribuida: Es la utilización de la sinapsis⁴⁵ de la red para la ejecución y resolución de problemas, se asemeja al comportamiento de un ordenador al momento de almacenar la información en posiciones continuas.

Aprendizaje adaptativo: Esta es una de las capacidades más importantes de las redes neuronales ya que pueden aprender tareas en base al entrenamiento, eliminando de esta manera la necesidad de elaborar modelos que garanticen su ejecución.

Auto organización: Las redes neuronales utilizan su capacidad de aprendizaje adaptativo para organizar la información que reciben durante el aprendizaje.

ESQUEMA DE LAS REDES NEURONALES

Una red neuronal está formada de capas en las cuales se realizan procesos diversos, entre estas capas se puede encontrar a las siguientes:

1. En la primera capa se encuentran las neuronas de entrada, estas son las encargadas de recibir los estímulos o información externas.

⁴⁵ Sinapsis: Es la unión entre dos o más neuronas.

2. La segunda capa se denominan unidades ocultas ya que se encuentran entre la entrada y la salida y son las encargadas del procesamiento de la información que ingresa.
3. En la tercera capa se encuentras las neuronas de salida encargadas de enviar la información ya procesada generando una respuesta del sistema.

El proceso que sigue una red neuronal trabaja en base a pesos, es decir, toda la información que ingresa al sistema puede ser modificada de acuerdo a condiciones referentes al entorno, a esto se lo conoce como pesos y son parte fundamental para la salida o resultado del sistema.

CAPITULO III

**Diseño, implementación
y Pruebas con
procesamiento de
imágenes en matlab**

CAPITULO 3

INTRODUCCION

3.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN MATLAB

El estudio de las imágenes digitales y los procesos implicados en el pre procesamiento y transformaciones de las mismas, conllevan a considerar diferentes herramientas computacionales, cada una de las cuales ofrecen diferentes ventajas en cuanto a facilidad de implementación o eficacia en lo que respecta a tiempos de procesamiento.

En el capítulo 2 se enfatizó como la interpretación de imágenes digitales a través de procesos computacionales, originan lo que se conoce como visión artificial, justamente por la semejanza con el proceso humano de interpretar lo que observa y actuar en función de lo que su razonamiento le indica según lo observado.

Matlab al ser un programa de cálculo numérico orientado a matrices⁽⁴⁾, y poseer varias funcionalidades para el manejo de imágenes, resulta de gran ayuda para ejecutar pruebas iniciales de lectura de imágenes, aplicando algoritmos que permitan obtener una representación matemática de lo que se está leyendo de la imagen, y en una fase posterior realizar la correspondiente interpretación de esos datos, para finalizar con la toma de decisiones. Esta fase de pruebas servirá de guía para la implementación posterior y final de lo que será el prototipo de identificación de firmas.

Una imagen a escala de grises en Matlab es representada por una matriz bidimensional de $m \times n$ en donde m representa el ancho de la imagen y n el largo de la misma, y los correspondientes valores de cada elemento de la matriz están en los rangos de 0 negro a 255 blanco, siendo éstos los pixeles de la imagen. En el ejemplo de la Figura 3.1 (b), se muestra una imagen guardada como mapa de bits de 256 colores.

En lo que respecta a las imágenes a color, se añade el plano RGB o tercera dimensión, donde rojo se indica con el número 1, verde con el número 2 y azul con el número 3, como se puede observar en la Figura 3.2

$$\text{Imagen}(m, n) = \begin{bmatrix} V_{11} & \dots & V_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{n1} & \dots & V_{nm} \end{bmatrix}$$


a) Imagen de resolución 45 x 32 vista como matriz

| Columns 1 through 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| 163 | 169 | 176 | 158 | 79 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 180 | 178 | 180 | 175 | 99 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 177 | 179 | 178 | 182 | 147 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 176 | 174 | 173 | 173 | 170 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 165 | 161 | 159 | 157 | 156 | 156 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 144 | 138 | 134 | 131 | 127 | 131 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 113 | 106 | 102 | 97 | 94 | 92 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 76 | 70 | 66 | 64 | 60 | 62 | 45 | 0 | 0 | 0 | 29 | 140 | 236 | 207 | 100 | | |
| 58 | 57 | 59 | 59 | 61 | 64 | 65 | 0 | 0 | 24 | 193 | 255 | 255 | 255 | 185 | | |
| 77 | 80 | 86 | 89 | 93 | 97 | 109 | 4 | 10 | 37 | 173 | 247 | 255 | 251 | 217 | | |
| 112 | 117 | 119 | 124 | 127 | 130 | 142 | 36 | 31 | 23 | 69 | 23 | 14 | 0 | 6 | | |
| 141 | 143 | 144 | 147 | 148 | 151 | 160 | 85 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

b) Muestra de la matriz de 45×32 representando la escala de grises

Figura 3.1 Imagen en escala de grises



a) Imagen de resolución 256×193 vista como matriz [20]

| Columns 1 through 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| 93 | 91 | 89 | 89 | 90 | 89 | 88 | 86 | 87 | 85 | 84 | 83 | 83 | 82 | 80 | | |
| 81 | 78 | 76 | 74 | 73 | 71 | 69 | 66 | 72 | 71 | 71 | 72 | 73 | 72 | 69 | | |
| 76 | 74 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 62 | 66 | 66 | 67 | 70 | 72 | 72 | 69 | | |
| 76 | 75 | 73 | 73 | 73 | 73 | 71 | 70 | 67 | 68 | 70 | 74 | 77 | 78 | 75 | | |
| 72 | 71 | 69 | 69 | 69 | 69 | 67 | 65 | 63 | 63 | 65 | 69 | 72 | 73 | 72 | | |
| 71 | 68 | 66 | 64 | 63 | 61 | 59 | 56 | 58 | 58 | 58 | 60 | 63 | 64 | 64 | | |
| 71 | 68 | 66 | 64 | 63 | 62 | 59 | 56 | 55 | 53 | 52 | 52 | 54 | 55 | 56 | | |
| 69 | 67 | 65 | 65 | 66 | 65 | 64 | 62 | 53 | 50 | 46 | 45 | 46 | 48 | 49 | | |
| 56 | 58 | 59 | 60 | 60 | 61 | 64 | 67 | 56 | 52 | 47 | 45 | 46 | 47 | 46 | | |
| 51 | 52 | 53 | 53 | 53 | 55 | 58 | 61 | 61 | 56 | 51 | 49 | 48 | 48 | 47 | | |

b1) Plano Rojo

| |
|--|
| res(:,:,2) = |
| Columns 1 through 15 |
| 96 94 92 92 93 92 91 89 90 88 87 86 86 85 83 |
| 84 81 79 77 76 74 72 69 75 74 74 75 76 75 72 |
| 79 77 74 72 71 70 67 65 69 69 70 73 75 75 72 |
| 79 78 76 76 76 74 73 70 71 73 77 80 81 78 |
| 75 74 72 72 72 70 68 66 66 68 72 75 76 75 |
| 74 71 69 67 66 64 62 59 61 61 63 66 67 67 |
| 75 72 70 68 67 66 63 60 59 57 56 56 58 59 60 |
| 73 71 69 69 70 69 68 66 57 54 50 49 50 52 53 |
| 63 65 66 67 67 68 71 74 63 59 54 52 53 54 53 |

b2) Plano Verde

| |
|---|
| res(:,:,3) = |
| Columns 1 through 15 |
| 103 101 99 99 100 99 98 96 97 95 94 93 93 92 90 |
| 91 88 86 84 83 81 79 76 82 81 81 82 83 82 79 |
| 86 84 81 79 78 77 74 72 76 76 77 80 82 82 79 |
| 86 85 83 83 83 83 81 80 77 78 80 84 87 88 85 |
| 84 83 81 81 81 81 79 77 75 75 77 81 84 85 84 |
| 83 80 78 76 75 73 71 68 70 70 70 72 75 76 76 |
| 84 81 79 77 76 75 72 69 68 66 65 65 67 68 69 |
| 82 80 78 78 79 78 77 75 66 63 59 58 59 61 62 |
| 73 75 76 77 77 78 81 84 73 69 64 62 63 64 63 |
| 68 69 70 70 70 72 75 78 78 73 68 66 65 65 64 |

b3) Plano Azul

- b) Muestra de la matriz de 256 x 193 representando la imagen a color

Figura 3.2 Imagen a color

3.1.1 COMANDOS DE MATLAB PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES

➤ LECTURA Y ESCRITURA DE IMÁGENES A TRAVÉS DE ARCHIVO⁴⁶

Matlab permite manipular imágenes al estar representadas en matrices, como se explicó anteriormente, cada una de sus posiciones nos revela el valor de cada pixel de la imagen a ser procesada.

Las matrices tendrán datos los cuales serán de un tipo específico.

El siguiente cuadro indica estos tipos de dato, tabla 3.1.

⁴⁶ <http://informatica.uv.es/iguia/VC/tutorial.pdf>

Tabla 3.1 Tipos de datos de imágenes [21]

| Tipo de dato | Descripción |
|----------------|---|
| Double | Doble precisión, números en punto flotante que varían en un rango aproximado de -10308 a 10308 (8 bytes por elemento) |
| uint8 | Enteros de 8 bits en el rango de [0,255] (1 byte por elemento) |
| uint16 | Enteros de 16 bits en el rango de [0, 65535] (2 bytes por elemento) |
| uint32 | Enteros de 32 bits en el rango de [0, 4294967295] (4 bytes por elemento) |
| int8 | Enteros de 8 bits en el rango de [-128, 127] (1 byte por elemento) |
| int16 | Enteros de 16 bits en el rango de [-32768, 32767] (2 bytes por elemento) |
| int32 | Enteros de 32 bits en el rango de [-2147483648, 2147483647] (4 bytes por elemento) |
| logical | Los valores son 0 ó 1 (1 bit por elemento) |

Matlab permite leer una imagen por medio del comando imread, o en forma manual, importando la imagen desde archivo, la cual generará una matriz con el mismo nombre de la imagen importada. Para cualquiera de los dos casos se muestra las propiedades de la variable o matriz generada en el workspace⁴⁷.

Imread: Utiliza como parámetro el nombre de archivo de la imagen, la cual deberá estar dentro de la carpeta work, esta a su vez se encontrara en una subcarpeta de instalación de Matlab y que corresponde en nuestro caso a la versión 6.5.01, de lo contrario se deberá especificar el path completo en donde se encuentra la imagen.

Los tipos de imágenes que soporta Matlab son los que se muestran en la Figura 3.2.

Tabla 3.2 Formatos para imágenes que soporta Matlab [22]

| Formato | Extensión |
|---------|-----------|
| TIFF | .tiff |
| JPEG | .jpg |
| GIF | .gif |
| BMP | .bmp |
| PNG | .png |
| XWD | .xwd |

⁴⁷ Workspace: Área de trabajo de Matlab.

A continuación se indica un ejemplo de cómo importar imágenes con imread.

1. Se debe copiar una imagen en D:\MATLAB6p5\work: Ejemplo, politécnica.jpg
2. En la ventana de comandos de Matlab se debe ingresar lo siguiente:

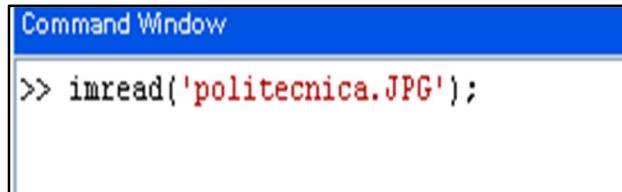


Figura 3.2 Ejecución del comando imread

3. Visualizamos la matriz creada. Si se desea almacenarla en una variable específica, se deberá asignar el resultado de imread a esa variable.

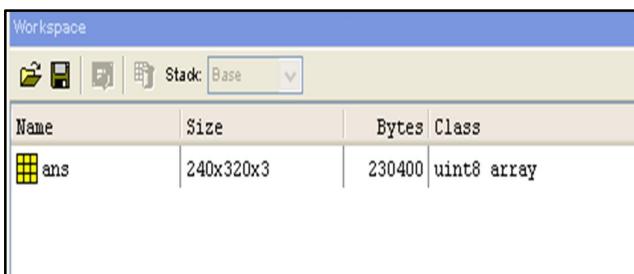


Figura 3.3 Propiedades de la matriz generada con imread

Para hacer la importación desde un archivo, se debe realizar de la siguiente manera:

1. Vamos a archivo → import data
2. Seleccionamos la imagen a importar y finalizamos la importación.
3. Al igual que con imread, obtenemos la matriz en el workspace.

Luego para escribir el contenido de una variable en archivo como imagen se utilizará el comando imwrite.

Imwrite: Utiliza como parámetros el nombre de la variable que contiene la imagen, y el nombre del archivo con el que se guardará la imagen, igualmente cuidando la extensión correspondiente a la imagen.

Como forma de comprobar el contenido de la variable de la imagen, o revisar que los procesos aplicados se realizaron de forma correcta, es posible visualizar la imagen dentro de la variable con el comando imshow.

imshow: Utiliza como parámetro el nombre de la variable que contiene la imagen, la cual se visualizará en una ventana propia del ambiente de trabajo de Matlab.

➤ CONVERSIÓN DE TIPOS DE IMÁGENES

El tipo de dato de una imagen y por lo tanto el tipo de dato que se dispondrá en las matrices correspondientes, juega un factor importante en la visión artificial, al momento de analizarla como tal, y dependiendo de los procesos a efectuarse, será necesario utilizar imágenes de una calidad específica o en su defecto convertir el tipo de dato al que mejor se acople a nuestras necesidades.

Por ejemplo, se puede utilizar el reconocimiento de figuras geométricas, en el que no interese el color, por lo que se podría usar imágenes con menor cantidad de bits, para representar los pixeles, y en su procesamiento hacer una conversión para que cada pixel que corresponda al de la figura sea representado por un 0 y los espacios en blanco por 1. Estos procesos permitirán optimizar la programación, al hacer un recorrido de la imagen, en el cual se irá identificando si el pixel es un 1 ó un 0.

En otros casos en el que la finalidad es cambiar la calidad de imagen, por ejemplo, eliminar datos que no correspondan a la imagen original, hacer más opaca la imagen, o mejorar los colores, se requerirá imágenes con una mayor cantidad de bits.

Todos estos cambios de tipo de datos se pueden realizar con las siguientes funciones de Matlab, tabla 3.3.

Tabla 3.3 Comandos para conversión de tipo de datos de imágenes [23]

| Comando | Convierte a | Tipo válido de entrada |
|------------------------|----------------------|--|
| <code>im2uint8</code> | <code>uint8</code> | <code>logical, uint8, uint16 y double</code> |
| <code>Im2uint16</code> | <code>uint16</code> | <code>logical, uint8, uint16 y double</code> |
| <code>Im2double</code> | <code>double</code> | <code>uint8, uint16 y double</code> |
| <code>Im2bw</code> | <code>logical</code> | <code>uint8, uint16 y double</code> |

➤ TRATAMIENTO DE IMÁGENES POR PIXELES⁴⁸

En los procesos para manipular imágenes, es importante conocer cómo acceder a ciertos valores para los pixeles. Dentro de las razones, está cambiar determinados pixeles, para mejorar, eliminar, o quizás delimitar esas áreas de la imagen.

El mejorar implicaría quizás el cambiar a un valor de pixel más tenue, el eliminar, sugeriría asignar un valor a ese pixel según el valor de los pixeles a su alrededor, y el delimitar sería asignar un valor de color blanco alrededor del perímetro de la imagen.

⁴⁸ <http://es.scribd.com/doc/61579860/23371-Procesamiento-de-Imagenes-Con-Matlab>

Para acceder a los valores de cada pixel en una imagen, se debe recordar que la variable que contiene la imagen es una matriz, por lo que está conformada por filas y columnas. Por ejemplo, si se desea acceder al valor del pixel en la fila 100 y columna 100, para una imagen con nombre “politécnica”, se deberá poner en consola:

```
>> politecnica(100,162,2)  
  
ans =  
  
75
```

En el ejemplo anterior vemos que se devuelve un valor de 75 para el plano 2 o el plano G (verde), pero lo que se desea es cambiar su valor, para ello se debe hacer lo siguiente:

```
>> politecnica(100,162,2)=255;  
>> politecnica(100,163,2)=255;  
>> politecnica(100,164,2)=255;  
>> imshow(politecnica)
```

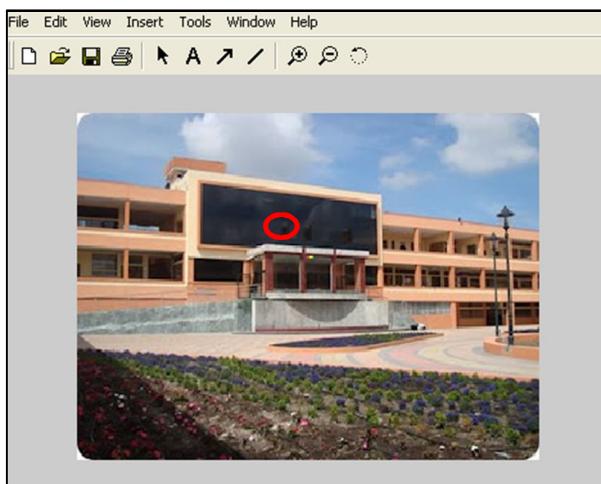
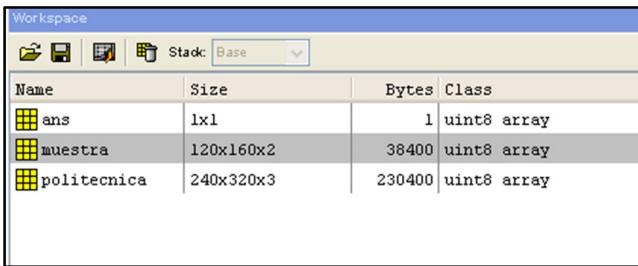


Figura 3.4 Tratamiento de una imagen por pixeles

Como se puede observar en la Figura 3.4 se ha cambiado el color de los pixeles en las posiciones (100,162), (100,163), y (100,164) del plano 2.

Otra ventaja de trabajar con matrices de la imagen en Matlab es la de poder tomar muestras de la misma. Dependiendo de la necesidad del programador, éste puede requerir utilizar todos los datos o una parte de ellos. Para este propósito se puede limitar los datos de la siguiente forma:

```
Muestra = politecnica (1:2:end,1:2:end,1:2:end);
```



The screenshot shows the MATLAB workspace browser titled 'Workspace'. It lists three variables:

| Name | Size | Bytes | Class |
|-------------|-----------|--------|-------------|
| ans | 1x1 | 1 | uint8 array |
| muestra | 120x160x2 | 38400 | uint8 array |
| politecnica | 240x320x3 | 230400 | uint8 array |

Figura 3.5 Propiedades de la muestra de la matriz original

En el ejemplo anterior se puede observar que se ha logrado tomar una muestra de la mitad del tamaño original.

El comando **imresize**, es otra posibilidad, para ampliar o reducir el tamaño de datos en la matriz de la imagen.

Imresize: utiliza los siguientes formatos:

- $B = \text{imresize}(A, \text{escala})$
- $B = \text{imresize}(A, [\text{número_filas}, \text{número_columnas}])$

En el primer caso, A es la matriz a ser cambiada, según la escala que podrá ser un valor entre 0 y 1.0 en el caso que se quiera una imagen más pequeña, o un valor mayor a 1.0 si lo que se requiere es aumentar su tamaño.

En el segundo caso lo que se tiene es la imagen A, que será cambiado a un valor específico de filas y columnas, que vendría a ser la resolución de la imagen. Este cambio de la resolución en una imagen puede ser de gran utilidad cuando por ejemplo, en un proceso programado se establezca un número específico de filas y columnas para la imagen, dejando libre la resolución de la imagen de ingreso al proceso programado.

Un aspecto final que se puede recalcar en el manejo de los valores de los pixeles, es que se puede hacer un cambio en su intensidad. Como ya se vio en los tipos de datos de las imágenes, en los tipos de datos que nos son de tipo doble, no se podrá ejecutar operaciones en los que su resultado sea un decimal, por lo que es necesario hacer esta conversión. Este cambio es similar a los que se especificó en la tabla 3.2.

Poniendo como ejemplo, se quiere transformar el tipo de dato de nuestra variable política que es de tipo uint8 a doble, y luego reducir la intensidad de cada pixel, haciendo una multiplicación por 0.5.

```
> politecnicaD=double(politecnica);
> politecnicaD=politecnicaD*0.5;
> politecnica=uint8(politecnicaD);
> imshow(politecnica)
```



Figura 3.6 Reducción de la intensidad de una imagen

Como se puede observar en la figura 3.6 la intensidad pudo ser cambiada como datos de tipo double, pero para poder visualizar la imagen se la tuvo que transformar nuevamente a tipo uint8.

➤ OPERACIONES CON MATRICES

La facilidad que ofrece Matlab para operar con matrices, facilita manipular de una manera más directa sus datos. Estas operaciones se resumen en el cuadro de la tabla 3.4:

Tabla 3.4 Operaciones con matrices [24]

| Operación | Descripción |
|-------------------------|--|
| A=[1 2 3;4 5 6] | Crea una matriz de 2x3 con los elementos indicados |
| A=ones(n,m) | Crea una matriz de unos de nxm |
| A=zeros(n) | Crea una matriz de ceros de orden n |
| [n,m]=size(A) | Almacena en n y m el número de filas y columnas, respectivamente, de A |
| B=ones(size(A)) | Crea una matriz de 1's del mismo tamaño de A |
| A=zeros(n,m) | Crea una matriz de ceros de nxm |
| A=zeros(n) | Crea una matriz de ceros de orden n |
| B=zeros(size(A)) | Crea una matriz de ceros del mismo tamaño de A |
| A=B+C | Suma de matrices |
| A=B-C | Resta de matrices |
| A=B.*C | Multiplicación elemento a elemento de matrices |
| v=mean(u) | Calcula el promedio del vector u |
| b=mean(A) | Calcula los promedios de las columnas de A. B es un vector fila |
| b=mean(mean(A)) | Calcula el promedio de la matriz A |
| v=sum(u) | Calcula la suma de los elementos del vector u |
| b=sum(A) | Calcula la suma de las columnas de A. B es un vector fila |
| b=sum(sum(A)) | Calcula la suma de los elementos de A |
| [I,J]=find(A) | Devuelve los índices de las filas y columnas de los elementos distintos de cero de la matriz A |

A parte de estas operaciones, Matlab permite hacer procesos estructurados en archivos denominados M-files⁴⁹, en los cuales se puede emplear sentencias de programación como los son, los bucles for, while, etc; sentencias de comparación, pudiendo ser además funciones, las cuales al ser invocadas desde la consola, podrán devolver parámetros y ser capturadas en otras variables.

Como se indicó al inicio del capítulo, Matlab posee funciones específicas para el tratamiento de imágenes, orientadas a la visión artificial, como por ejemplo fft (Transformada rápida de Fourier), swt (Transformada wavelet).

Estas funciones permiten obtener una representación matemática de las imágenes, obteniendo así, vectores con descriptores que sirven para la interpretación de las mismas, por ejemplo en el reconocimiento de objetos.

3.2 PRUEBAS CON IMÁGENES DE FIRMAS DIGITALES Y CON PROCESOS DE VISIÓN ARTIFICIAL⁵⁰

El reconocimiento de objetos es una de las principales aplicaciones de la visión artificial, y el análisis del proceso empleado para este propósito ha sido considerado como fundamental para las pruebas que se realizarán con las firmas digitales, ya que la imagen de una firma digital, puede ser procesada de la misma forma que la de un objeto, con la diferencia que para la representación de un objeto es necesario obtener su contorno, si la primera imagen obtenida es sólida y real.

En el caso de las imágenes para las firmas digitales, éstas no poseen un cuerpo, solo el contorno propio de la firma, por lo que el único pre proceso a realizarse sería un filtro para eliminar ruido si este presenta sombras o manchas, por diferentes motivos.

Una vez que se tiene el contorno definido, es indispensable obtener las coordenadas de los pixeles que representan el objeto a reconocerse, para finalmente obtener una representación en una sola dimensión, con la finalidad de procesarla con alguna función matemática y obtener descriptores propios de su forma, que podrán ser empleados para su reconocimiento en procesos de interpretación o clasificación, como por ejemplo: redes neuronales, clústers (K-means), procesos con distancias euclídea, etc.

3.2.1 CARGA Y PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE VARIAS FIRMAS EN MATLAB



Figura 3.7 Ciclo de procesamiento de una firma como imagen

⁴⁹ M-File: Archivo relacionado al lenguaje de programación propio de Matlab

⁵⁰ http://www.jimenez-ruiz.es/ernesto/Publicaciones/FD_ANN_E67.pdf

En la figura 3.7 se puede ver los pasos necesarios para cargar y pre procesar una imagen en Matlab como parte de los procesos de visión artificial, generando de ésta manera la representación de la firma en dos dimensiones, es decir se obtiene los vectores correspondientes a las coordenadas X y Y de la firma digital. A continuación se explicará cada uno los pasos:

1. **Imagen:** Como primer paso se requiere una imagen de una firma digital, en cualquiera de los formatos que soporta Matlab, tabla 3.2. En este punto cargaremos la imagen según lo explicado en el punto 3.1.1.1. Al final se debe obtener una variable que represente la firma.

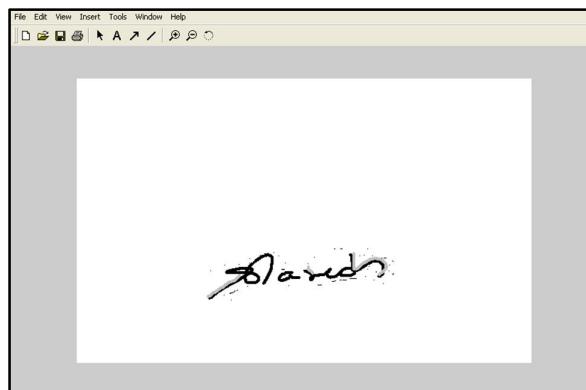


Figura 3.8 Imagen de la firma original

2. **Binarización:** La imagen cargada será transformada a una matriz de unos y ceros, para lo que se utilizará la función im2bw, ver tabla 3.3. Esta función tiene como parámetros, la variable de la imagen importada o leída anteriormente, la cual podrá ser una imagen monocromática o a colores. El segundo parámetro es un umbral, que sirve para eliminar las sombras o colores más tenues. Ejemplo:

```
>> binarizada=im2bw(firma,0.2);
>> imshow(binarizada);
```

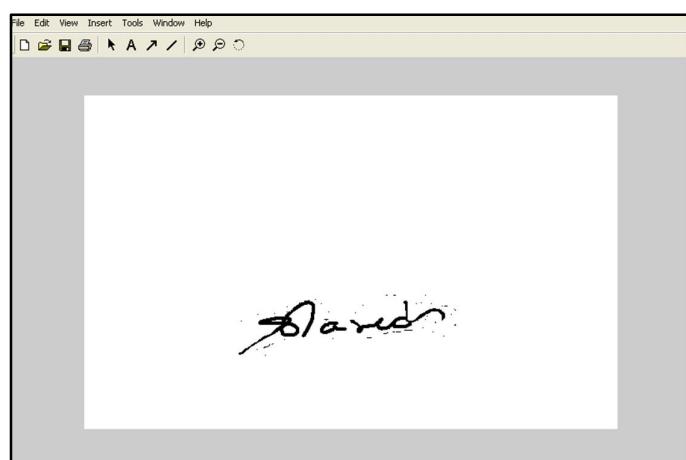


Figura 3.9 Imagen binarizada sin sombras

Los rasgos de la firma de la firma original, con un color gris fueron suprimidos, en la firma binarizada, debido al umbral de 0.2. El rango del umbral está entre 0 y 1 según se puede observar en el ejemplo propio de Mathworks⁽⁵⁾, siendo los rangos más altos los que no filtren los píxeles más tenues o que parezcan sombras.

3. Eliminación de ruido: Una imagen, aparte de sombras, podría tener distorsiones, que afecten su calidad. Estas distorsiones podrían ser las manchas que se pueden observar en la imagen original de la figura 3.8, tipo partículas de sal o pimienta. Precisamente así se conoce a este tipo de ruido “salt and pepper” en su traducción al inglés, en el procesamiento de imágenes en Matlab.

Para eliminar este tipo de ruido se debe utilizar funciones de Matlab como medfilt2, la misma que consiste en obtener la mediana de los valores de los píxeles alrededor de cada pixel de la imagen de ingreso a la función, eliminando así algunos píxeles indeseados.

A este grupo de píxeles se les conoce como vecinos o neighborhood y forman parte de los parámetros de esta función, cuyo valor por defecto es un grupo de píxeles de 3 x 3, alrededor del pixel a calcular. Ejemplo:

```
>> filtrado = medfilt2(binarizada, [4, 4]);  
>> imshow(filtrado)
```

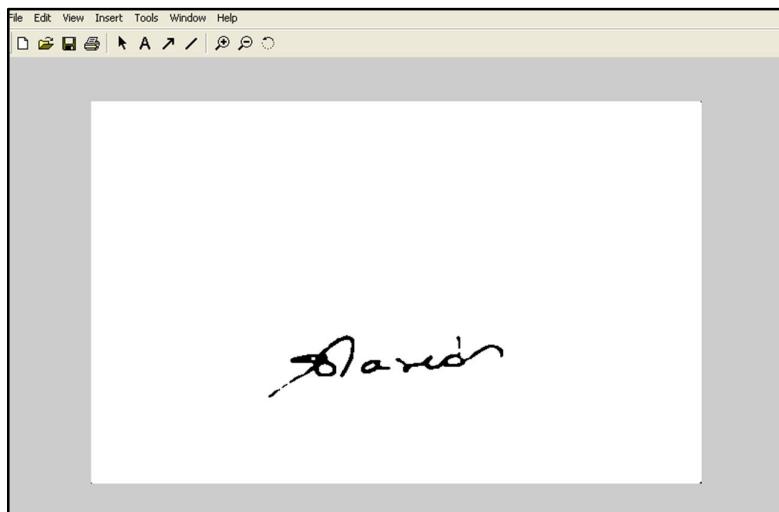


Figura 3.10 Imagen filtrada para eliminación de ruido

4. Extracción del contorno: La extracción del contorno hace referencia a la obtención de las coordenadas X y Y de los píxeles de la imagen de la firma, para lo que se procede a realizar un barrido o recorrido de la misma, en busca de las posiciones en las que los píxeles sean iguales a cero, o lo que es lo mismo, la posición en donde un pixel sea un punto negro.

El recorrido se lo puede realizar en un bucle for, recorriendo la matriz y analizando cada posición de la misma, para lo que se debería saber cuántas filas y columnas tendrá la matriz de la imagen, situación que no es deseada para ningún programador ya que se puede ingresar imágenes cada vez de diferente resoluciones, por lo que se recurre a una modificación en el tamaño de la matriz de la imagen con el comando imresize, previo a su recorrido.

Ejemplo, en un M-File escribir:

```
firma=imread('firma.bmp');
firma2=imresize(firma,[128 128]);
binarizada=im2bw(firma2,0.2);
k=1;
for i=1:128
    for j=1:128
        if(binarizada(i,j)==0)
            x(k)=i;
            y(k)=j;
            k=k+1;
        end
    end
end
```

Finalmente al ejecutar el archivo anterior en la consola de Matlab se obtiene dos vectores denominados x y y respectivamente.

3.2.2 GENERACIÓN DE DESCRIPTORES DE FOURIER PARA LAS IMÁGENES DE MUESTRA

La representación y descripción de una imagen, básicamente es parte de la tarea de hacer los datos de la imagen más útiles para una computadora. En el capítulo 2 se revisó las diferentes formas de representación y descripción de una imagen, siendo los descriptores de Fourier uno de los métodos más simples, e interesantes de estudiar.

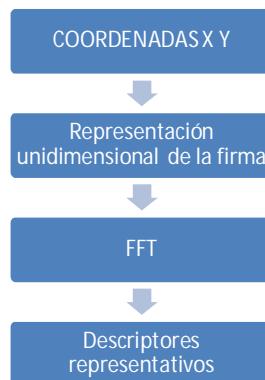


Figura 3.11 Generación de descriptores de Fourier

En la figura 3.11, se puede observar los pasos para obtener los descriptores de Fourier, en dónde se parte de los datos obtenidos de las coordenadas de la firma digital.

Representación unidimensional de la firma: para obtener la transformada rápida de Fourier en Matlab se usará la función fft, la cual necesita como parámetro un vector o matriz, en la que cada uno de sus valores represente a la firma como tal, esto se puede verificar en el ejemplo realizado en la página de Mathworks⁽⁶⁾.

Para comprobar esto se debe generar un vector en el que cada uno de sus valores será igual a la distancia del centroide⁵¹, calculado de las coordenadas de la imagen.

$$x_c = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)$$

$$y_c = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} y(n)$$

$$z(n) = \sqrt{(x(n) - x_c)^2 + (y(n) - y_c)^2}$$

Figura 3.12 Cálculo unidimensional de las coordenadas de la imagen

En la figura 3.12 (x_c, y_c) se representan los centroides de las coordenadas x y, mientras $z(n)$ es la variable unidimensional y parámetro de la función fft, que representa a la imagen y que finalmente devuelve los descriptores a obtener de la firma digital.

Ejemplo:

```

xVector=x-mean(x);
yVector=y- mean(y);
zVector=sqrt(xVector.^2 + yVector.^2);

```

En el ejemplo anterior se puede ver que tanto xVector como yVector constituyen la diferencia entre un pixel en su respectivo eje de la imagen, con la media o centroide calculado también en su respectivo eje, siendo éstas variables parte del cálculo de la distancia euclídea (capítulo 2) a su centroide.

FFT⁵²: Con la función fft se obtendrá los descriptores de Fourier para la imagen ingresada. Un segundo parámetro de esta función es el número de descriptores a obtener, el cual deberá ser un número de potencia 2 para optimizar mejor los resultados.

⁵¹ Centroide: Promedio de todos los puntos de un objeto X perteneciente a un espacio n dimensional

⁵² http://en.wikipedia.org/wiki/Fast_Fourier_transform

Ejemplo:

```
tamano=length(zVector);
NFFT=2^nextpow2(tamano);
fdVector = fft(rVector,NFFT);
```

En el ejemplo anterior se obtiene primero el tamaño del vector unidimensional, para poder obtener un valor que represente el número de coeficientes a obtener con la FFT, y con la función nextpow2 se obtiene el siguiente valor de potencia 2 a partir del tamaño calculado de la variable unidimensional. Los descriptores resultantes serán números complejos, debido al algoritmo empleado por la FFT.

Descriptores representativos⁵³: en el capítulo 2 se analizó a los descriptores de Fourier y la forma en como estos representan las frecuencias de una señal.

Debido a que el primer coeficiente obtenido por la transformada de Fourier, es el único que depende de la posición de la imagen, siendo su valor el centro geométrico conocido también como nivel de compensación, se descarta como descriptor representativo. Luego se toma una muestra de los descriptores restantes considerando en este caso que mientras se obtenga una mayor cantidad de estos, habrá una mejor posibilidad de identificar a la imagen.

Los descriptores obtenidos hasta el momento son únicamente invariantes a la traslación, por lo que será necesario, modificarlos para que sean invariantes a la rotación y escalado.

En el caso de la rotación se procede a eliminar la fase de cada descriptor, sacando su valor absoluto, con la función abs de Matlab, la cual me obtiene la magnitud del descriptor complejo.

Finalmente para lograr unos coeficientes invariantes a la escalabilidad, se emplea el primer coeficiente que era dependiente a la posición de la imagen, y que al ser el centroide de la misma, involucra su tamaño, por lo que a cada descriptor se lo dividirá para este valor.

3.2.3 CREACIÓN DE UN CORPUS DE DATOS CON LOS DESCRIPTORES DE FOURIER DE CADA IMAGEN

El objetivo de realizar un corpus de datos con los descriptores de Fourier, es el poder estructurar un registro el cual puede ser leído desde procesos programados, con el fin de tomar una decisión. Los procesos programados, van orientados a clasificar los datos de entrada, según la semejanza existente entre estos.

El método de clasificación es llamado K-means, el cual fue desarrollado en Ruby, utilizando distancias euclídeas y los datos de entrada del corpus generado.

⁵³ <http://es.scribd.com/doc/46527712/15/Obtenci%C2%B4on-de-los-descriptores-de-Fourier?>

La estructura del corpus consta de los descriptores obtenidos y un identificador, el cual servirá para comprobar que el clasificador acierta o falla en su defecto.

Ejemplo:

| Corpus de datos con los descriptores de Fourier | | | | | | |
|---|--------|---------|---------|----------|----------|-------------|
| 0.098301 | 0.0766 | 0.11411 | 0.12451 | 0.059881 | 0.043962 | 0.064897 G1 |
| 0.014601 | 0.0462 | 0.03296 | 0.13631 | 0.076564 | 0.076481 | 0.083942 G2 |
| 0.10805 | 0.0990 | 0.13162 | 0.15496 | 0.087282 | 0.058605 | 0.067736 G3 |

Figura 3.13 Estructura del corpus de datos

El programa de clasificación utilizará dos corpus de datos según la estructura mostrada en la figura 3.13, en el que uno servirá como archivo clasificador, y el otro como archivo a clasificar.

3.2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE CADA IMAGEN UTILIZANDO EL CORPUS DE DATOS Y UN PROGRAMA IMPLEMENTANDO DISTANCIAS EUCLÍDEA

El corpus clasificador y a clasificar, se lo ha creado en una forma manual, generando primero los descriptores en Matlab, y luego copiándolos según la estructura indicada anteriormente en sus respectivos archivos.

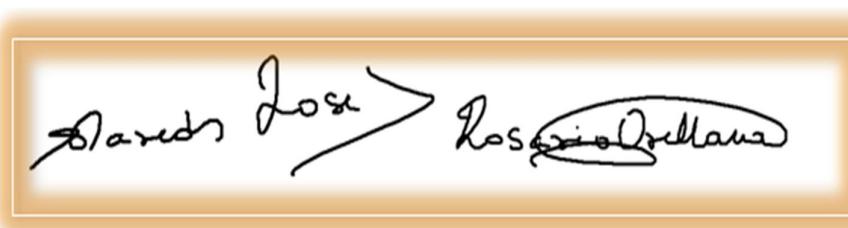


Figura 3.14 Firmas de muestra

En la figura 3.14 se muestra las 3 firmas digitales de muestra empleadas para su respectiva clasificación.

El corpus clasificador tendrá los descriptores y el identificador de la imagen original de cada firma, por otro lado el corpus a clasificar tendrá 7 muestras de cada firma original.

Para obtener las 7 muestras, se modificó la firma original en el programa paint, cambiando su tamaño y posición, grabándola en el área de trabajo de Matlab con un nombre diferente.

En Matlab se cargó cada una de las imágenes con un M-File que incluye todo los procesos de carga, pre procesamiento y generación de descriptores explicados anteriormente.

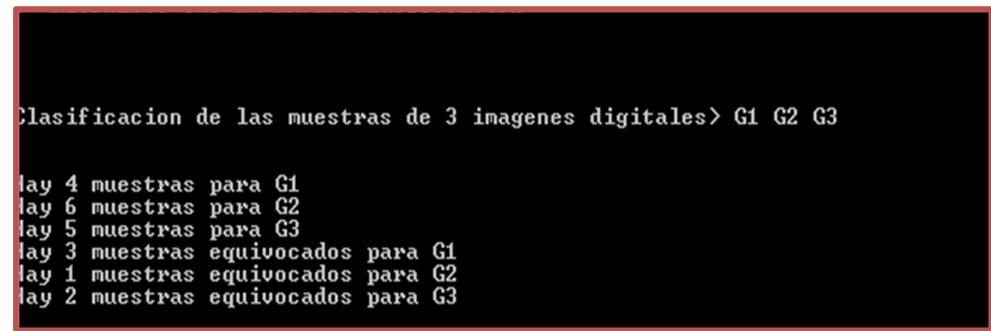
Ejemplo:

```
I=imread('G1.bmp');
I1=imresize(I,[128 128]);
I2=im2uint8(I1);
I3=im2bw(I2);
imshow(I3);
k=1;
for i=1:128
    for j=1:128
        if(I3(i,j)==0)
            x(k)=i;
            y(k)=j;
            k=k+1;
        end
    end
end

xVector=x-mean(x);
yVector=y- mean(y);
zVector=sqrt(xVector.^2 + yVector.^2);
tamano=length(zVector);
NFFT=2^nextpow2(tamano);
fdVector = fft(zVector,NFFT);
fdVector = abs(fdVector);
dc = fdVector(1);
fdVector=fdVector(2:(length(fdVector)/2));
fdVector=fdVector./dc;
```

El programa realizado en Ruby, leerá finalmente estos corpus y realizará la clasificación mediante las comparativa de las distancias euclídeas de los datos de la firma original con el de la muestras, los mismos que serán agrupados según los N resultados más cercanos al de la firma original.

Estos procesos hacen referencia a los métodos de interpretación indicados en el capítulo 2, relacionado a K-medias, o vecinos más cercanos.



Clasificacion de las muestras de 3 imagenes digitales> G1 G2 G3

```
lay 4 muestras para G1
lay 6 muestras para G2
lay 5 muestras para G3
lay 3 muestras equivocados para G1
lay 1 muestras equivocados para G2
lay 2 muestras equivocados para G3
```

Figura 3.15 Resultados del programa clasificador

Tabla 3.5 Porcentaje de aciertos del clasificador

| Imagen | Acierto | Fallo |
|--------|---------|-------|
| G1 | 57% | 42% |
| G2 | 86% | 14% |
| G3 | 71% | 29% |

En la Figura 3.16 se puede observar los resultados obtenidos por nuestro clasificador, obteniendo una buena aproximación, considerando que tan solo se utilizaron 6 descriptores. La tabla 3.5 indica de mejor manera los porcentajes de acierto, siendo para cada una de las firmas un resultado mayor al 50%, constituyendo así un buen acercamiento.

3.3 CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS

Existen varias posibilidades de efectuar el reconocimiento de imágenes, empezando por las diferentes metodologías para representar a la imagen, pre procesarla y finalmente realizar procesos de interpretación de esos datos, en donde el factor de optimización jugaría un papel importante, a la hora de escoger que opción adoptar.

En el caso de la representación de las imágenes por descriptores de Fourier, la optimización estaría ligada con la cantidad de descriptores escogidos, y el método para realizar la clasificación. Por otra parte al utilizar k-means, se efectúa una comparativa con cada una de las muestras del corpus a clasificar, por lo que a mayor a cantidad de datos mayor será el tiempo utilizado.

Existen metodologías de representación de imágenes, como por ejemplo los momentos de Hu, los cuales únicamente utilizan 7 descriptores, denominados momentos invariantes de Hu, en donde no existiría el problema de escoger una cantidad significante de descriptores como es en el caso de los descriptores de Fourier.

De ahí para el proceso de interpretación podrían utilizarse tan solo las distancias euclídeas, empleando quizás una base de datos, para acceder directamente a los descriptores que contengan la misma identificación que el clasificador, efectuando la respectiva comparativa de valores de distancia, y adoptando un determinado umbral que permita decidir si es igual a la firma original, resultando así en un mejor desempeño del clasificador.

Finalmente los resultados obtenidos por las pruebas de imágenes de firmas digitales en Matlab fueron bastante buenos, con lo que se comprobó que los descriptores de Fourier se pueden implementar en sistemas de reconocimiento de firmas, usando interfaces amigables y con más recursos de hardware para la correspondiente lectura de las firmas.

CAPITULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROTOTIPO PARA EL RECONOCIMIENTO DE FIRMAS EN JAVA

CAPITULO 4

4.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El análisis de requerimientos es un documento en el cual se especifica todo lo relacionado al desarrollo del proyecto, así como el estudio y diseño que fue necesitado para la elaboración del sistema encargado en la verificación de firmas personales; tomando en cuenta las medidas de seguridad necesarias para una determinada institución.

El documento para el análisis de requerimientos está basado en una plantilla propuesta por IEEE, en el cual se dispone de una estructura, que comprende desde un índice de contenidos hasta conclusiones del trabajo realizado; entre los puntos que este documento contiene se puede encontrar temas relacionados al estudio del software a desarrollar y a su vez el desempeño que este tendrá en el mercado durante su etapa de elaboración, pruebas e implementación.

También abarca una visión completa del sistema en desarrollo; es decir, permitirá conocer al personal involucrado en la creación del mismo, los métodos y procedimientos aplicados, el diseño de la interface del usuario y hacia que personas está enfocada a la utilización de este sistema, tomando en cuenta aspectos relacionados al nivel social y educativo.

A continuación se procederá a desarrollar el análisis de requerimientos basándose en la plantilla propuesta anteriormente:

ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE

PROYECTO: Análisis, Diseño e Implementación de un prototipo de sistema para el reconocimiento de firmas personales con métodos de visión artificial.

FICHA DEL DOCUMENTO

La ficha del documento indica las veces que fue revisada la plantilla de análisis de requerimientos, especificando la última fecha de revisión y la cantidad de veces que ésta fue estudiada para su validación; al igual que las personas involucradas y su respectiva aceptación por parte del encargado de la revisión de la misma.

| FECHA | REVISIÓN | AUTOR | FIRMA DE ACEPTACION |
|--------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------|
| 23/04/2012 | Segunda | Daniel Jiménes Geovanny Paredes | |

Documento validado por las partes en fecha: 23/04/2012

| ALUMNOS | DIRECTOR |
|-----------------------------------|--------------------|
| Daniel Jiménes – Geovanny Paredes | Ing. Eduardo Pinos |

| | |
|---|----|
| FICHA DEL DOCUMENTO | 64 |
| CONTENIDO | 65 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 67 |
| 1.1 Propósito | 67 |
| 1.2 Alcance | 67 |
| 1.3 Personal involucrado | 67 |
| 1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas | 68 |
| 1.5 Referencias | 68 |
| 1.6 Resumen | 69 |
| 2 DESCRIPCIÓN GENERAL | 69 |
| 2.1 Perspectiva del producto | 69 |
| 2.2 Funcionalidad del producto | 69 |
| 2.3 Características de los usuarios | 70 |
| 2.4 Restricciones | 70 |
| 2.5 Suposiciones y dependencias | 70 |
| 2.6 Evolución previsible del sistema | 70 |
| 3 REQUISITOS ESPECÍFICOS | 70 |
| 3.1 Requisitos comunes de las interfaces | 73 |
| 3.1.1 Interfaces de usuario | 3 |
| 3.1.2 Interfaces de hardware | 3 |
| 3.1.3 Interfaces de software | 3 |
| 3.1.4 Interfaces de comunicación | 3 |
| 3.2 Requisitos funcionales | 77 |
| 3.2.1 Ingreso de usuarios a la base de datos | 3 |
| 3.2.2 Manejo de reportes o informes | 3 |
| 3.2.3 Sistema de seguridad | 3 |
| 3.2.4 Administración del sistema | 3 |
| 3.2.5 Sistema de Backup | 3 |
| 3.3 Requisitos no funcionales | 78 |
| 3.3.1 Requisitos de rendimiento | 3 |
| 3.3.2 Seguridad | 3 |

- 3.3.3 Fiabilidad
- 3.3.4 Disponibilidad 1
- 3.3.5 Mantenibilidad
- 3.3.6 Portabilidad

3.4 Otros requisitos

80

1 Introducción

Análisis, Diseño e Implementación de un prototipo de sistema para el reconocimiento de firmas personales con métodos de visión artificial.

1.1 Propósito

Mediante el análisis de requerimientos se pretende percibir las demandas del cliente, así como de los usuarios del sistema, analizando necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requisitos para que se transformen en un sistema operacional.

1.2 Alcance

El proyecto pretende crear un sistema robusto capaz de asegurar la eficacia en cada trámite legal que se realice; es decir, el objetivo es crear un software capaz de verificar que una persona es quien dice ser, a través de su firma personal, la cual es inalterable y única para cada persona.

Se procura aumentar la eficiencia y el control de la información de cada una de las personas que utilicen el programa, generando registros o reportes, con el fin de evitar la mala gestión que se crea al no tener un control adecuado sobre el manejo de documentos legales.

El crecimiento y cambio continuo de usuarios que utilizan su firma cada día en varios trámites, requiere de una mejor administración de la información, que debe estar al alcance de quién la solicita reduciendo el tiempo, evitando el uso excesivo de papel dando paso a la implementación de nuevos sistemas automatizados que agiliten este proceso.

1.3 Personal involucrado

| | |
|--------------------------------|---|
| Nombre | Eduardo Pinos |
| Rol | Director de Tesis |
| Categoría profesional | Ing. |
| Responsabilidades | Control y seguimiento del proceso de desarrollo de tesis. |
| Información de contacto | epinos@ups.edu.ec |
| Aprobación | |

| | |
|--------------------------------|--|
| Nombre | Daniel Jiménes |
| Rol | Estudiante |
| Categoría profesional | Tnlg. |
| Responsabilidades | Desarrollo y ejecución del proyecto de tesis |
| Información de contacto | 072818515 098430667 daniel08_72@hotmail.com |
| Aprobación | |

| | |
|--------------------------------|--|
| Nombre | Geovanny Paredes |
| Rol | Estudiante |
| Categoría profesional | Tnlg. |
| Responsabilidades | Desarrollo y ejecución del proyecto de tesis |
| Información de contacto | 072808068 095512146 geovannyparedes@hotmail.com |
| Aprobación | |

1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Ing.= Ingeniero.

Tnlg. = Tecnólogo.

1.5 Referencias

| Referencia | Titulo | Ruta | Fecha | Autor |
|------------|----------------|---|----------|------------------|
| 1 | Fiabilidad | http://es.kioskea.net/contents/surete-fonctionnement/haute-disponibilite.php3 | 15/03/12 | Daniel Jiménes |
| 2 | Disponibilidad | http://es.kioskea.net/contents/surete-fonctionnement/haute-disponibilite.php3 | 15/03/12 | Geovanny Paredes |
| 3 | Eficacia | http://www.promonegocios.net/administracion/definicion-eficacia.html | 15/03/12 | Daniel Jiménes |
| 4 | Eficiencia | http://www.promonegocios.net/administracion/definicion-eficiencia.html | 15/03/12 | Geovanny Paredes |

1.6 Resumen

Para la realización de este sistema se vio la necesidad de un adecuado análisis de requerimientos, el cual permita conocer las demandas de las distintas partes interesadas en el proyecto; así como las operaciones que serán restringidas del sistema, para poder entregar un software que cumpla y satisfaga las necesidades del cliente.

Es por esto necesaria la elaboración de diferentes etapas, las cuales implican un adecuado y óptimo análisis de requerimientos así como la utilización de los recursos tanto de costo, coste y tiempo necesarios.

2 Descripción general

2.1 Perspectiva del producto

Diseñar y construir un sistema interactivo que mejore el proceso de verificación de firmas personales, ya sea en instituciones públicas o privadas, que rebase la eficacia de los actualmente planteados. Lo que se pretende es automatizar el proceso para la verificación e identificación de una persona a través de su firma personal, evitando de esta manera los procesos que actualmente son realizados manualmente. Además se mejorará, añadirá y/o cambiarán procesos que en la actualidad son obsoletos a fin de conseguir un sistema robusto y de calidad.

Con todo esto se logrará que los usuarios se sientan cómodos y seguros al realizar cualquier trámite; además la información que este sistema almacena, servirá para planificaciones futuras y ampliación del mismo.

2.2 Funcionalidad del producto

El sistema dispondrá de servicios innovadores que evitarán redundancias e inconsistencias en los procesos y las interfaces de usuario, se diseñaran de manera que brinden completa interoperabilidad entre sistema y usuario.

Los servicios del sistema responderán de forma oportuna a cualquier petición de los usuarios implicados directamente con el software.

Los usuarios implicados directamente con el sistema, pueden realizar sus diferentes peticiones en cualquier momento y este, responderá de forma oportuna a sus necesidades.

El sistema presentará una interface de usuario final del 100%, logrando de esta manera que los mismos se sientan cómodos y utilicen esta herramienta siempre.

El sistema trabajará conjuntamente con una base de datos, la cual almacenará información, que servirá para planificaciones y módulos futuros del mismo sistema.

El sistema poseerá características nuevas, generando en los usuarios un grado de satisfacción, al ver que cuentan con un sistema íntegro y novedoso.

2.3 Características de los usuarios

En cuanto a la utilización de nuestro sistema se tiene pensado diseñar un sistema el cual pueda ser utilizado por todas las personas, desde las que tienen pocos conocimientos en cuanto al manejo de sistemas hasta las personas que tienen un alto grado de experiencia en el manejo de los mismos.

| | |
|-----------------|-------------------------------|
| Tipo de usuario | Usuario final |
| Formación | Sin ningún grado de educación |
| Habilidades | Firma personal |
| Actividades | Tramites personales |

| | |
|-----------------|--------------------------|
| Tipo de usuario | Usuario final |
| Formación | Primaria |
| Habilidades | Manejo de la computadora |
| Actividades | Tramites personales |

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| Tipo de usuario | Usuario final |
| Formación | Secundaria |
| Habilidades | Conocimientos básicos en informática |
| Actividades | Tramites personales |

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| Tipo de usuario | Usuario final |
| Formación | Superior |
| Habilidades | Conocimientos informáticos avanzados |
| Actividades | Tramites personales |

| | |
|-----------------|---|
| Tipo de usuario | Administradores del sistema |
| Formación | Superior |
| Habilidades | Conocimientos informáticos avanzados |
| Actividades | Soporte técnico y mantenimiento del sistema |

2.4 Restricciones

- ✚ No contar con el personal adecuado tanto para la realización o utilización del sistema.
- ✚ Manejo de estándares por parte de la organización que dificultan la realización del sistema.
- ✚ Subestimación del tiempo para la realización del sistema.
- ✚ Retrasos en cuanto a la parte económica para la ejecución del sistema.
- ✚ El costo del proyecto.

2.5 Suposiciones y dependencias

- ✚ Cambios inesperados en los requerimientos por parte de las necesidades del usuario.
- ✚ Algún integrante del grupo se retira del proyecto.
- ✚ Cambio en la administración de la organización.
- ✚ Retraso en la entrega de interfaces necesarias.
- ✚ Subestimación del tamaño del proyecto.
- ✚ Cambio de tecnología en la empresa.

2.6 Evolución previsible del sistema

Para un futuro se podría agregar la funcionalidad de llevar este sistema en dispositivos móviles, a los cuales podrán tener acceso solo los agentes vendedores o empleados de una entidad.

Este sistema podría ser aplicado en la web a fin de que los usuarios puedan acceder a sus cuentas de una forma más ágil, para este punto se deberá tomar todas las seguridades necesarias a fin de evitar posibles fraudes. También se enfocara a la implementación del sistema en software libre.

3 Requisitos específicos

| | | | |
|-------------------------|---|--------------------------------------|---|
| Número de requisito | 001 | | |
| Nombre de requisito | Ingreso de usuarios a la base de datos | | |
| Tipo | <input checked="" type="checkbox"/> Requisito | <input type="checkbox"/> Restricción | |
| Fuente del requisito | Servicio para el arranque del sistema | | |
| Prioridad del requisito | <input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial | <input type="checkbox"/> Media | <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional |

La creación de la Base de datos es la parte más importante para la elaboración del sistema, ya que aquí se encontrarán las firmas originales, las cuales servirán de base para la verificación con las siguientes autenticaciones de los usuarios. La necesidad principal es la de tener un sistema en el cual el usuario interesado pueda almacenar sus datos para poderlos utilizar en un futuro con toda la seguridad.

Al momento de llenar los datos personales se solicitará, nombres completos, cedula o ruc, teléfonos, dirección, correo electrónico, una foto y por su puesto su firma personal.

| | | | |
|-------------------------|---|---|---|
| Número de requisito | 002 | | |
| Nombre de requisito | Manejo de Reportes o informes | | |
| Tipo | <input checked="" type="checkbox"/> Requisito | <input type="checkbox"/> Restricción | |
| Fuente del requisito | Servicio para manejo de reportes | | |
| Prioridad del requisito | <input type="checkbox"/> Alta/Esencial | <input checked="" type="checkbox"/> Media | <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional |

Los reportes que se pretende manejar en el sistema tienen la finalidad de informar a los usuarios si el proceso que se realiza es el correcto o no y a la vez presentarles una guía del procedimiento correcto si el número de intentos supera al establecido.

Esto servirá para poder indagar si el sistema deberá ser modificado en algunos parámetros, a fin de poder brindar un sistema eficaz para todas las personas evitando inconvenientes o molestias al momento de ingresar al sistema.

| | | | |
|-------------------------|---|---|---|
| Número de requisito | 003 | | |
| Nombre de requisito | Sistema de seguridad | | |
| Tipo | <input type="checkbox"/> Requisito | <input checked="" type="checkbox"/> Restricción | |
| Fuente del requisito | Servicio de seguridad | | |
| Prioridad del requisito | <input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial | <input type="checkbox"/> Media | <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional |

El sistema contará con un número determinado de intentos para poder ingresar al mismo, evitando de esta manera fraudes o tentativas de robo de información. Pasado el número de intentos establecidos, el sistema se bloqueará y se presentara en pantalla unas preguntas, a fin de que solo la persona dueña de esa cuenta pueda dar la información correcta y desbloquear el sistema.

Para evitar que las cuentas sean bloqueadas, se debe tener presente el sistema de reportes o guías, el cual solo es accesible para la persona dueña de la cuenta.

| | | | |
|-------------------------|---|--------------------------------------|---|
| Número de requisito | 004 | | |
| Nombre de requisito | Administración del sistema | | |
| Tipo | <input checked="" type="checkbox"/> Requisito | <input type="checkbox"/> Restricción | |
| Fuente del requisito | Sistema de corrección de errores | | |
| Prioridad del requisito | <input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial | <input type="checkbox"/> Media | <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional |

Para los administradores del sistema se dispondrá de una interface en la cual se pueda manejar todos los datos de los usuarios, a fin de poder corregir errores o depurarlos, esto es de gran utilidad ya que se debe tomar en cuenta que se maneja información muy importante y se debe tener las medidas necesarias para su preservación.

La administración del sistema juega un papel muy importante, de esto depende la satisfacción de todos los usuarios y la posibilidad de ampliación del sistema en el futuro.

| | | | |
|-------------------------|---|--------------------------------------|---|
| Número de requisito | 005 | | |
| Nombre de requisito | Sistema de Backup | | |
| Tipo | <input checked="" type="checkbox"/> Requisito | <input type="checkbox"/> Restricción | |
| Fuente del requisito | Sistema de respaldos | | |
| Prioridad del requisito | <input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial | <input type="checkbox"/> Media | <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional |

Como ya se mencionó anteriormente la información que se maneja es de gran importancia y por ende se debe buscar la manera de conservarla, evitando robos o perdidas de la misma, de esta manera ante cualquier fallo del sistema se podrá volver a tenerlo operativo en poco tiempo y sin ningún inconveniente para los usuarios.

3.1 Requisitos comunes de las interfaces

3.1.1 Interfaces de usuario

Presenta una interfaz sencilla y fácil de usar para el usuario de manera que se pueda agilizar su trabajo usando todas las funcionalidades del sistema.

Interfaz del Sistema

Como primer paso se solicitará una clave de acceso al sistema la cual solo sabrá las personas que utilizan el sistema y los administradores de la misma, de esta manera se evitara que ninguna persona ajena al sistema quiera ingresar y utilizar el servicio.

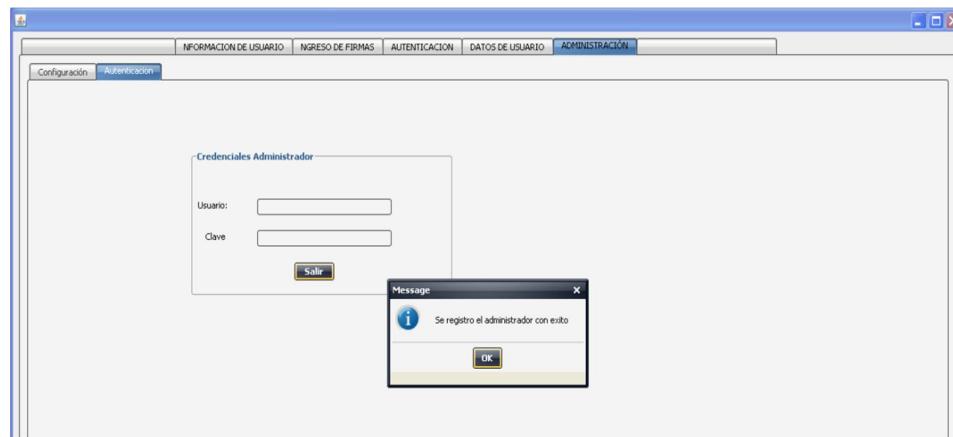
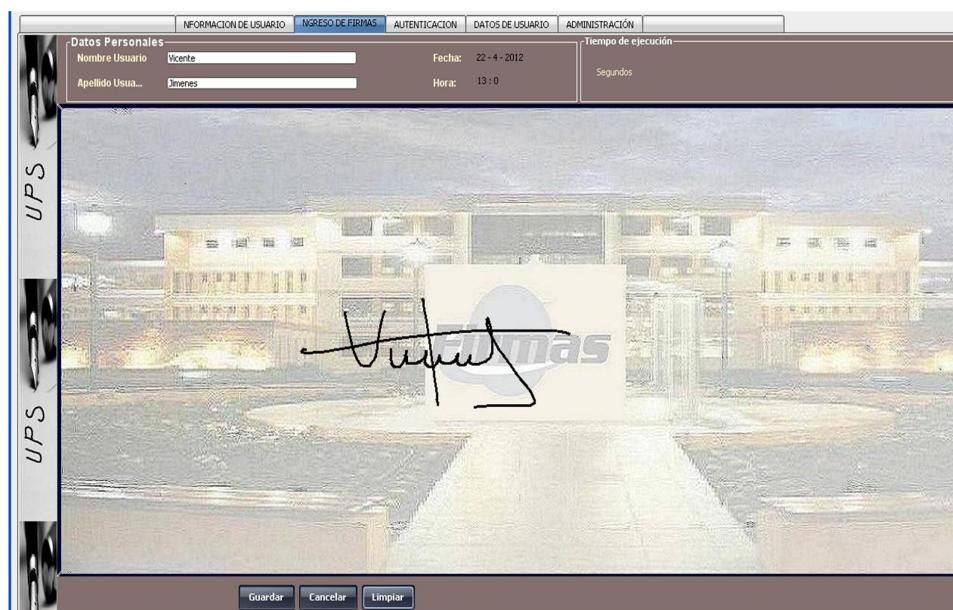


Figura 4.1 Ingreso al sistema tanto para el administrador como para el usuario

El usuario que se registrara por primera vez deberá llenar todos los campos solicitados e ingresar su firma la cual será procesada y almacenada para su posterior utilización.



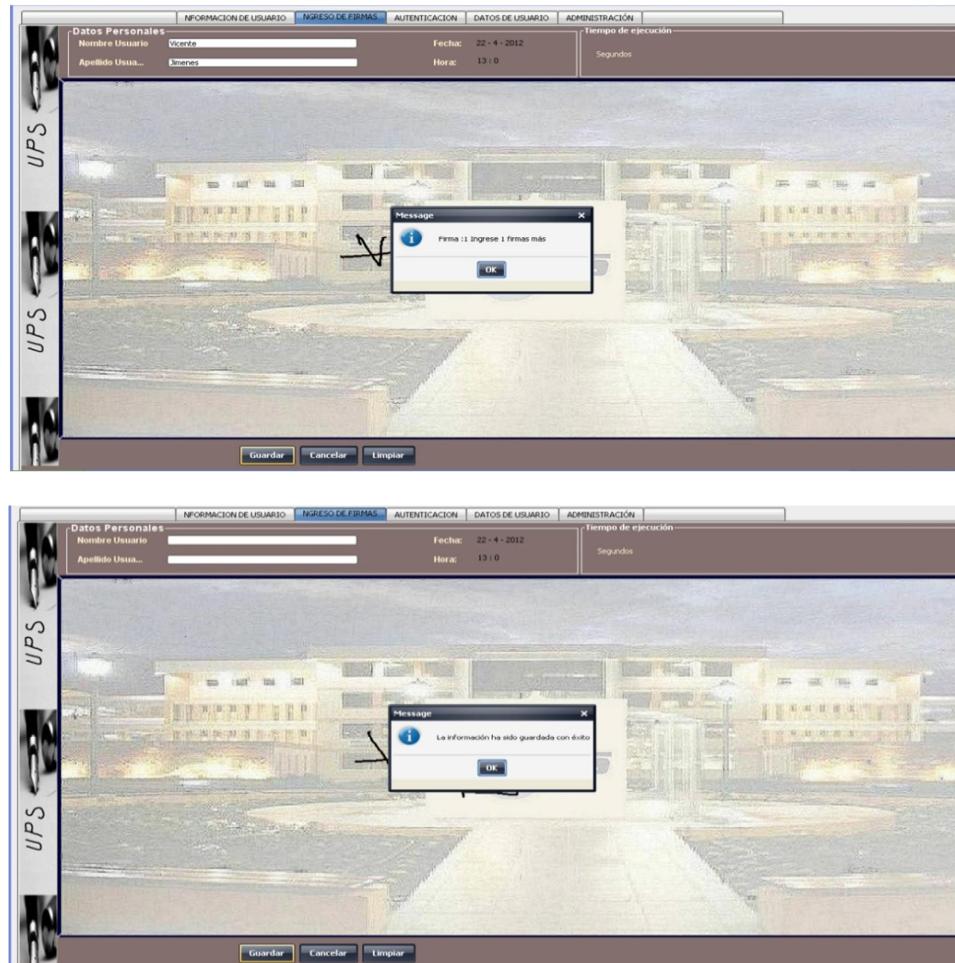
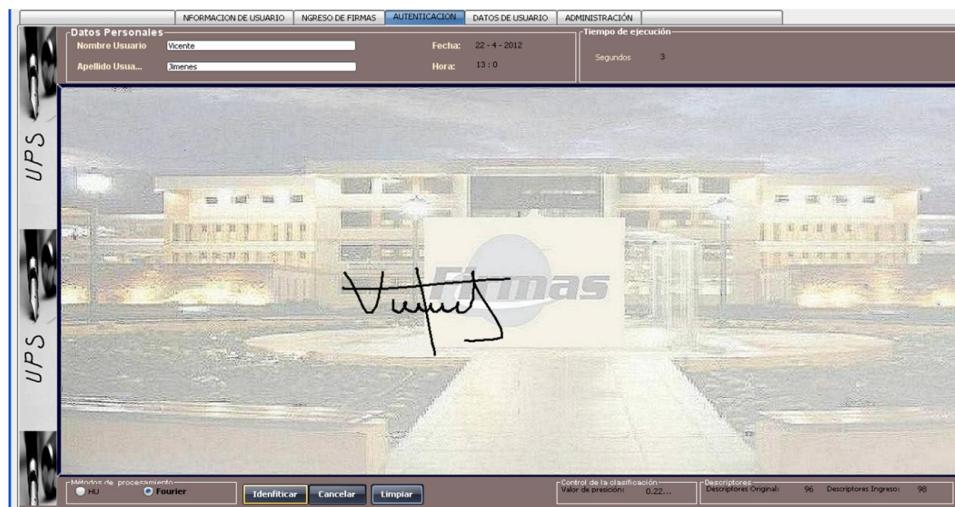


Figura 4.2 (a) (b) (c) Registro del usuario en el sistema

Una vez que la firma se encuentra almacenada se puede proceder a su utilizacion, para ello se debe colocar el nombre de la persona y realizar su firma personal, a lo que el sistema respondera con la verificacion de la misma, dando correcto o incorrecto.



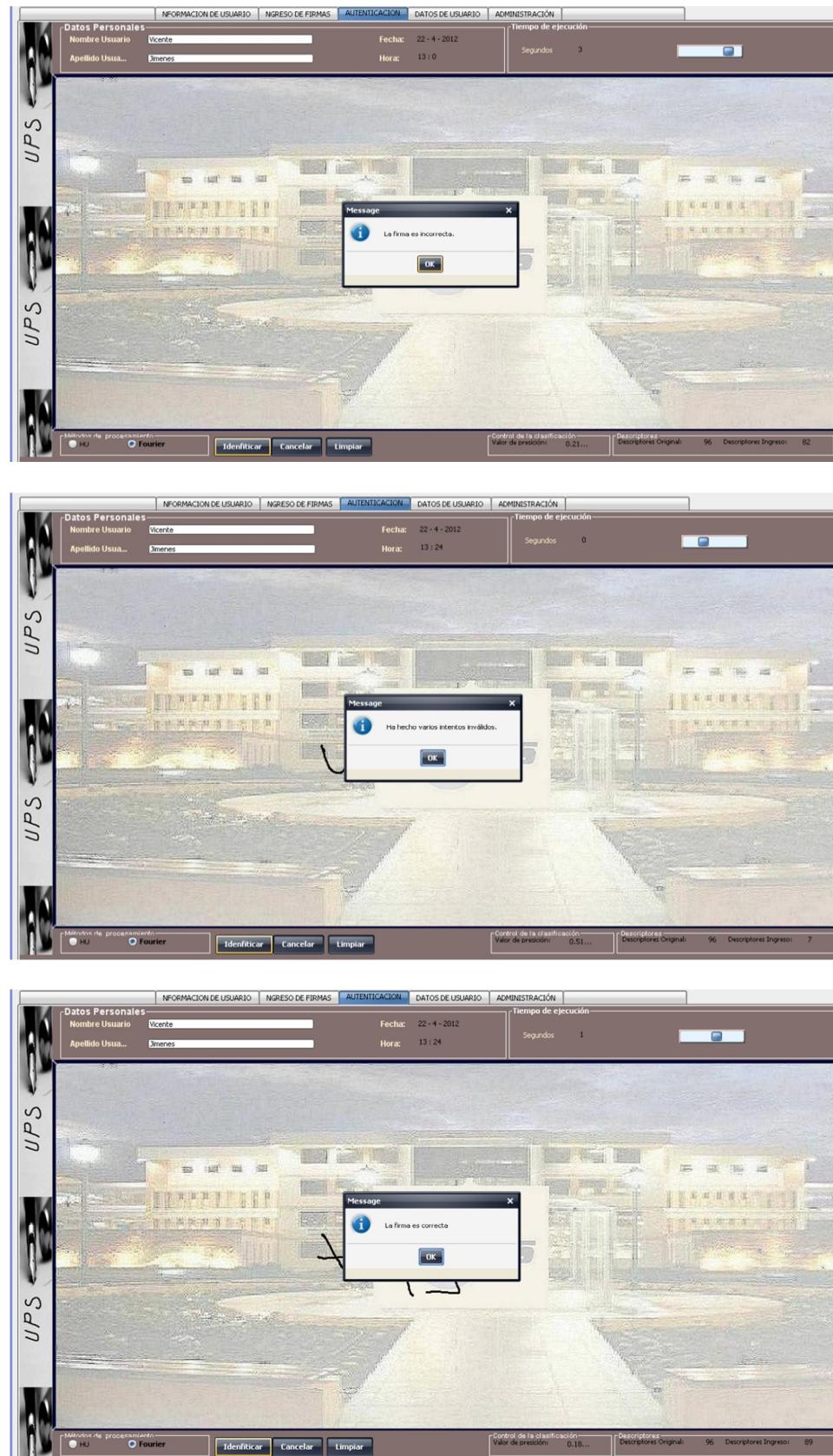


Figura 4.3 (a) (c) (b) (d) Proceso de autenticación del usuario en el sistema

Se dispone también de un sistema en el cual se podrá verificar si la firma ingresada está de acuerdo con los parámetros de la primera, esto servirá como guía para la realización de la misma.

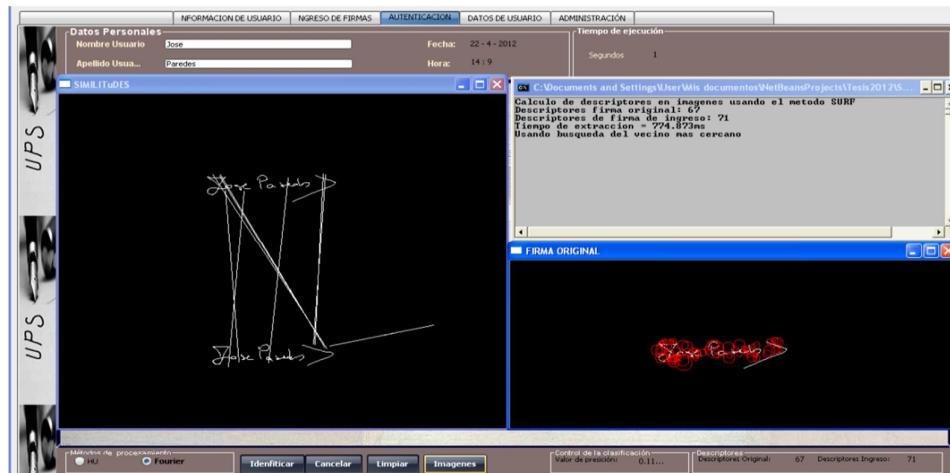


Figura 4.4 Comparación de los Puntos de interés

Una vez que la firma sea la correcta se presentara en pantalla todos los datos de la persona ayudando de esta manera a su identificación.



Figura 4.5 Datos del usuario registrado y autenticado

El sistema también permite a los administradores controlar el nivel de reconocimiento, es decir, el grado de exactitud al momento de realizar la firma.



Figura 4.6 Nivel de exactitud en el reconocimiento de la firma

Una vez que el administrador del sistema o el usuario hayan terminado de utilizar el sistema este puede cerrar su sesión a fin de evitar posibles intrusiones no autorizadas.

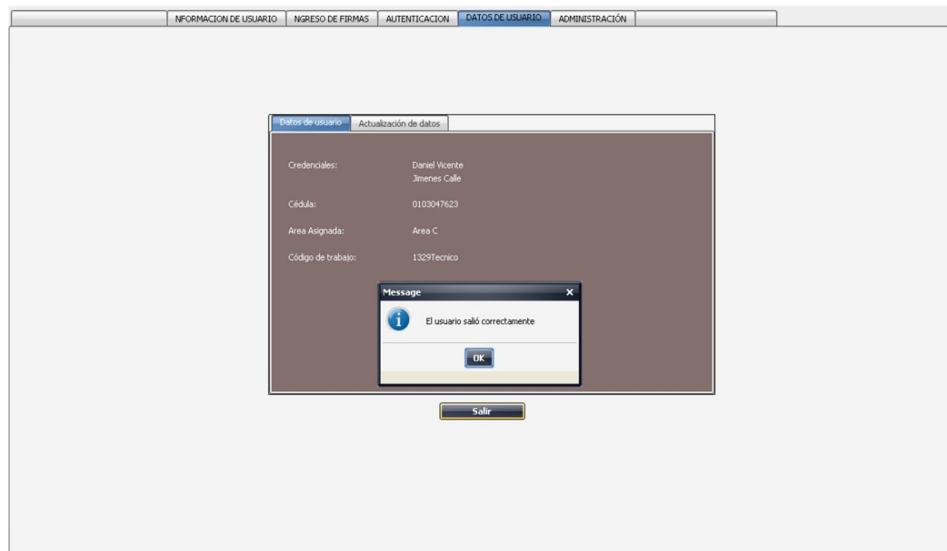


Figura 4.7 Cierre de sesión tanto para el administrador como para el usuario

3.1.2 Interfaces de hardware

Para la recepción e ingreso de los datos se va a utilizar una tarjeta digitalizadora mediante la cual se podrá ingresar de una forma más sencilla y rápida la firma de cada usuario.

3.1.3 Interfaces de software

- ✚ Se desarrollara bajo el lenguaje de programación de Java.
- ✚ Se utilizara como base de datos PostgreSQL.
- ✚ La misma aplicación será la encargada de gestionar los errores que se puedan producir durante la ejecución del sistema.

3.1.4 Interfaces de comunicación

Para la comunicación con la base de datos se emplearan las diferentes cadenas de conexión propias para cada software.

3.2 Requisitos funcionales

3.2.1 Ingreso de usuarios a la base de datos

Guardar la información personal del usuario, haciendo relación con los datos escogidos por el mismo, aquí se incluye nombres completos, cedula de identidad, dirección, teléfonos, dirección de correo electrónico, fotografía y su firma personal.

3.2.2 Manejo de reportes o informes

En los informes o reportes, los administradores del sistema podrán verificar el número de intentos realizados por cada cliente para ingresar sus datos, o tal vez detectar posibles infiltraciones al sistema por personas no autorizadas.

También se pretende ofrecer una guía a los usuarios, a fin de orientarlos en el proceso de autenticación.

3.2.3 Sistema de seguridad

Se desea implementar un sistema de seguridad basado en un numero determinado de intentos, tras los cuales, si son todos fallidos el sistema pasara al estado de bloqueo, de esta manera la persona dueña de la cuenta podrá desbloquearla por medio de preguntas planteadas por el mismo sistema.

Este sistema de seguridad es necesario ya que existe gran número de fraudes relacionados a la firma personal y falsificación de la misma.

3.2.4 Administración del sistema

La parte de administración del sistema conlleva al uso de herramientas por parte de los dueños o encargados del sistema, aquí se corregirán problemas que se presenten en el transcurso del funcionamiento del mismo y a la vez se podrán solucionar dificultades para los usuarios.

3.2.5 Sistema de Backup

Un sistema de Backup o respaldo como se lo conoce es necesario en nuestro sistema para llevar un registro extra de toda la información del sistema y a la vez tenerlo presente ante cualquier fallo o daño en el sistema.

3.3 Requisitos no funcionales

3.3.1 Requisitos de rendimiento

Requisitos mínimos del sistema para instalar sobre la plataforma Windows:

- Procesador de 1GHz (32 o 64-bit)
- Memoria de 1GB
- Disco Duro de 500GB
- Tarjeta gráfica de 520Mb
- Puertos USB 2.0 o superior
- Cámara Web

Requisitos para PostgreSQL 11g

- ⊕ Al menos 1GB de memoria RAM
- ⊕ Tener disponibles por lo menos entre 150 y 200MB en disco, dependiendo del tipo de instalación, además, entre 1.5GB y 3.5GB de espacio en nuestro disco para instalar todo el software PostgreSQL.

3.3.2 Seguridad

En cuanto a seguridad con el sistema operativo se tiene presente lo siguiente:

- ⊕ La herramienta de Microsoft Windows Update la cual Microsoft ofrece automáticamente actualizaciones más recientes disponibles para el Sistema Operativo, programas y hardware de tu equipo, con ello se corregirán agujeros de seguridad o posibles vulnerabilidades.
- ⊕ Se empleara la herramienta MBSA (Microsoft Baseline Security Analyzer) también de Microsoft.
- ⊕ Determinar restricciones en cuanto al acceso a los distintos módulos del sistema dependiendo del grado de importancia que tenga el usuario que se conecta.

3.3.3 Fiabilidad

En lo referente a Fiabilidad del Sistema, está desarrollado para que acepte 2 veces el ingreso de una firma, si estas no son correctas el sistema automáticamente bloqueara a este usuario y la única manera de volver a utilizar la cuenta será mediante las preguntas de seguridad o la intervención del encargado del sistema.

El sistema está desarrollado para que se maneje a base de roles, en el que únicamente podrá hacer las operaciones que el rol indique; es decir, el usuario no podrá acceder a opciones del administrador, pero el administrador si tendrá acceso total al sistema.

Como medida de fiabilidad, la base de datos cuenta con bitácoras, en el que se podrá verificar los procesos realizados, así como el lugar y hora.

3.3.4 Disponibilidad

El sistema será desarrollado con un nivel de disponibilidad adecuado, con el fin de preservar la ejecución de tareas en horas en las que no se debería estar trabajando; es decir, se establecerán horas para la utilización del sistema.

El sistema estará disponible de lunes a viernes a partir de las 7 am. hasta las 6 pm. se tomará como referencia el horario de atención de los bancos ya que son las entidades en las que más aceptación tendrá el sistema.

También se manejará un sistema transaccional el cual soporte las tareas de administración requeridas, este tendrá una disponibilidad semanal de:

| Índice de disponibilidad | Tiempo de inactividad |
|---------------------------------|------------------------------|
| 50.59% | 3 días y 11 horas |

3.3.5 Mantenibilidad

El sistema para su correcto funcionamiento y permanencia debe estar en óptimas condiciones, deberá empezar por un mantenimiento correctivo.

Las operaciones de mantenimiento del sistema deberán ser realizadas por una persona que tenga el suficiente conocimiento en Bases de Datos y desarrollo de sistemas informáticos, además que debe conocer como está estructurado este proyecto íntegramente, por lo que la mejor opción es una persona implicada de forma directa en el desarrollo y ejecución del mismo.

Las tareas implicadas en el mantenimiento para comprobar el correcto funcionamiento del sistema y hacer los correctivos necesarios en caso de surgir algún inconveniente, tendrán una duración de 3 meses y se realizarán bajo la petición del cliente.

Después de este período el cliente y la empresa finalizaran el contrato de desarrollo del sistema, quedando conformes en ambas partes.

3.3.6 Portabilidad

Como el sistema servirá para manejar gran cantidad de información en cuanto a usuarios, se requiere un servidor lo suficientemente robusto para que soporte la base de Datos, sin proporcionar ningún problema y que el sistema operativo de este sea compatible con la antes mencionada; el software encargado en la verificación de firmas se instalara en los puestos de trabajo en los que tenga instalado Windows Xp o Windows 7, tomando en cuenta las características de cada máquina, la aplicación no podrá correr en otro Sistema operativo que no sea de Microsoft.

3.4 Otros requisitos

4.2 CASOS DE USO PARA LA ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

Los casos de uso son modelos que permiten tener una idea más clara sobre los módulos o procesos principales que contará el sistema para la verificación de firmas personales; en cada caso de uso se especificará un requerimiento que necesite ser analizado a profundidad, detallando el proceso necesario para ser implementado y hacia quien o que va enfocado este requerimiento.

| CASOS DE USO – MODELO DE DESCRIPCION | | | | |
|---|--|--|----------------------|--|
| CU – CU1 | | Ingreso de usuarios a la base de datos | | |
| Autor: | Daniel Jiménes | Última modificación por: | Daniel Jiménes | |
| Fecha de Creación: | 15 de Marzo del 2012 | Fecha última modificación: | 18 de Marzo del 2012 | |
| RELACIONES | | | | |
| <p>Descripción: Permite a los usuarios poder registrar su información y hacer uso del sistema posteriormente.</p> | | | | |
| <p>Fundamento: La necesidad de automatizar cada día los procesos diarios de cada persona nos lleva a la implementación de un sistema encargado de la verificación de la firma personal de cada persona, característica principal en cualquier trámite legal.</p> | | | | |
| Precondiciones | Que la base de datos esté disponible y funcionando correctamente. | | | |
| Pos condiciones | El usuario quedara registrado en el sistema. | | | |
| Actor Primario | Usuarios. | | | |
| FLUJO DE EVENTOS | | | | |
| Intenciones del Usuario | Responsabilidades del Sistema | Excepciones | | |
| Agilitar los procesos en las transacciones, mayor seguridad en el proceso y registrar su información correctamente. | El sistema verificará que la cedula o RUC del usuario sea correcto, visualizara la información ingresada por el usuario, almacenara la información del usuario | Perdida de conexión del usuario | | |

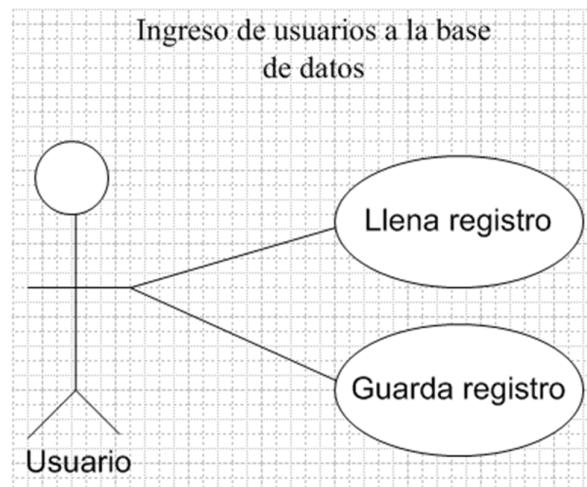


Figura 4.8 Ingreso de usuarios a la base de datos

| CASOS DE USO – MODELO DE DESCRIPCION | | | |
|--|---|--|----------------------|
| CU – CU2 | | Manejo de Reportes o informes | |
| Autor: | Daniel Jiménes | Última modificación por: | Daniel Jiménes |
| Fecha de Creación: | 15 de Marzo del 2012 | Fecha última modificación: | 18 de Marzo del 2012 |
| RELACIONES | | | |
| <p>Descripción: El sistema permitirá obtener información acerca de los intentos de ingreso por parte de los usuarios y personas ajenas al sistema.</p> | | | |
| <p>Fundamento: Con el fin de ayudar a mejorar el funcionamiento del sistema se empleara el uso de informes o bitácoras que ayuden a solucionar problemas con el manejo del sistema y herramientas afines.</p> | | | |
| Precondiciones | El equipo en el cual se encuentra el sistema debe tener instalado un sistema que permita leer documentos PDF. | | |
| Pos condiciones | Documento con la información necesaria de los registrados y los errores ocurridos durante el proceso de autenticación. | | |
| Actor Primario | Usuario y administrador del sistema | | |
| FLUJO DE EVENTOS | | | |
| Intenciones del Usuario | Responsabilidades del Sistema | Excepciones | |
| Obtener una guía para el proceso de autenticación. En cuanto al administrador obtener reportes de posibles fallos o accesos no autorizados. | El sistema permitirá escoger el tipo de reporte a utilizar ya sea para el usuario como para el administrador del sistema. | Los criterios de filtración estén mal ingresados | |

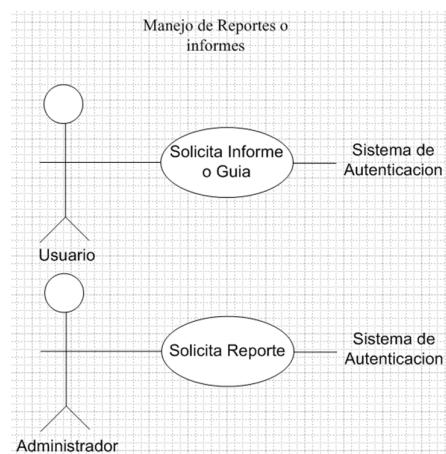


Figura 4.9 Manejo de Reportes o informes

| CASOS DE USO – MODELO DE DESCRIPCION | | | |
|--|--|--|---|
| CU – CU3 | | Sistema de seguridad | |
| Autor: | Geovanny Paredes | Última modificación por: | Geovanny Paredes |
| Fecha de Creación: | 15 de Marzo del 2012 | Fecha última modificación: | 18 de Marzo del 2012 |
| RELACIONES | | | |
| <p>Descripción: Permite establecer sistemas de seguridad tras un número determinado de intentos a fin de evitar robos de información y accesos no autorizados.</p> | | | |
| <p>Fundamento: La falsificación de firmas es el proceso más empleado y por esta razón se ha implementado un sistema de seguridad el cual permita evitar este tipo de fraudes, lo que se pretende es dar al usuario un número determinado de intentos posterior a esto el sistema se bloqueara pudiendo ser liberado ya sea por la persona verdadera o el administrador del sistema.</p> | | | |
| Precondiciones | Acceso del usuario normalmente | | |
| Pos condiciones | Tras un número de intentos fallidos el sistema se bloqueara. | | |
| Actor Primario | Usuario y administrador del sistema. | | |
| FLUJO DE EVENTOS | | | |
| Intenciones del Usuario | | Responsabilidades del Sistema | Excepciones |
| El usuario realizará el proceso de autenticación normalmente hasta agotar el número de intentos asignados. | | El sistema se bloqueara una vez agotados el número de intentos y solamente se liberara una vez contestadas todas las preguntas o mediante la autorización del administrador del sistema. | Falta de consistencia en los datos que proporcione mal información. |

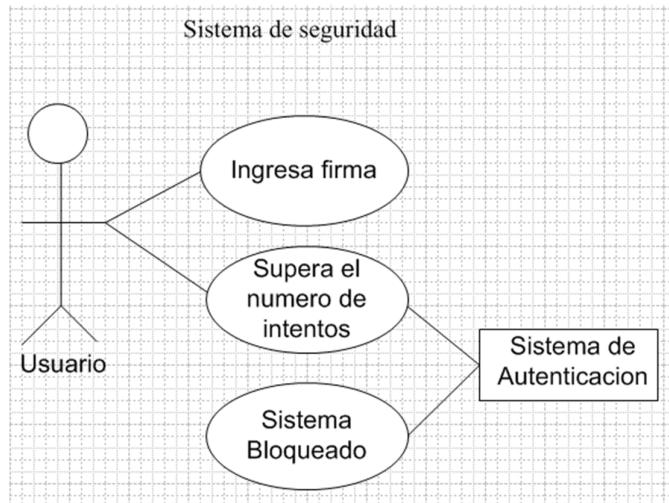


Figura 4.10 Sistema de seguridad

| CASOS DE USO – MODELO DE DESCRIPCION | | | | |
|---|--|---|---|--|
| CU – CU4 | | Administración del sistema | | |
| Autor: | Daniel Jiménes | Última modificación por: | Daniel Jiménes | |
| Fecha de Creación: | 15 de Marzo del 2012 | Fecha última modificación: | 18 de Marzo del 2012 | |
| RELACIONES | | | | |
| <p>Descripción: Permitirá administrar el sistema a fin de mejorarlo o corregir problemas en la ejecución del mismo.</p> | | | | |
| <p>Fundamento: Un sistema es cada vez más robusto cuando se van corrigiendo problemas o agujeros de seguridad, es por esta razón que nuestro sistema deberá ser administrable y a la vez optimo, evitando posibles alteraciones o modificaciones no autorizadas.</p> | | | | |
| Precondiciones | Existencia de algún problema o posible modificación del sistema. | | | |
| Pos condiciones | Sistema funcionando correctamente | | | |
| Actor Primario | Administrador del sistema. | | | |
| FLUJO DE EVENTOS | | | | |
| Intenciones del Usuario | | Responsabilidades del Sistema | Excepciones | |
| Si el usuario no se encuentra satisfecho con el grado de aceptación en cuanto al manejo del sistema es necesario aplicar mejoras o corregir problemas. | | El sistema mediante las bitácoras y reportes presentara los diferentes problemas suscitados al momento de su utilización. | Mala utilización del sistema por parte del usuario. | |

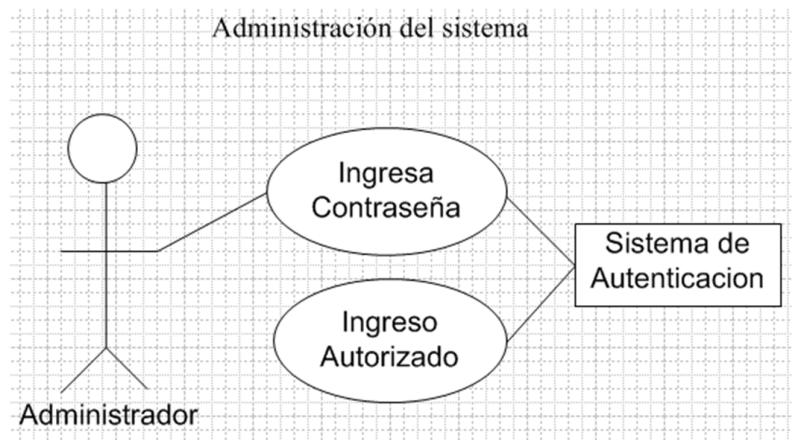


Figura 4.11 Administración del sistema

| CASOS DE USO – MODELO DE DESCRIPCION | | | |
|---|--|--|--|
| CU – CU5 | | Sistema de Backup | |
| Autor: | Geovanny Paredes | Última modificación por: | Geovanny Paredes |
| Fecha de Creación: | 15 de Marzo del 2012 | Fecha última modificación: | 18 de Marzo del 2012 |
| RELACIONES | | | |
| Descripción: Permite respaldar toda la información necesaria en cuanto a usuarios y sus datos. | | | |
| Fundamento: La información es un activo muy importante dentro de cada institución, es por esta razón que se debe tomar todas las medidas necesarias a fin de preservarla, en una base de datos se puede llevar un sistema de respaldo evitando de esta manera posibles pérdidas de la información. | | | |
| Precondiciones | Gran cantidad de datos los cuales necesitan ser respaldados. | | |
| Pos condiciones | Respaldo de datos correcto. | | |
| Actor Primario | Administrador de la Base de datos. | | |
| FLUJO DE EVENTOS | | | |
| Intenciones del Usuario | | Responsabilidades del Sistema | Excepciones |
| El sistema cuenta con una base de datos extensa la cual necesita urgentemente ser respaldada. | | Tener un sistema de respaldo completamente seguro el cual migre todos los datos sin excepción, ya que todos los datos son importantes. | Inconsistencia en los datos de los usuarios. |

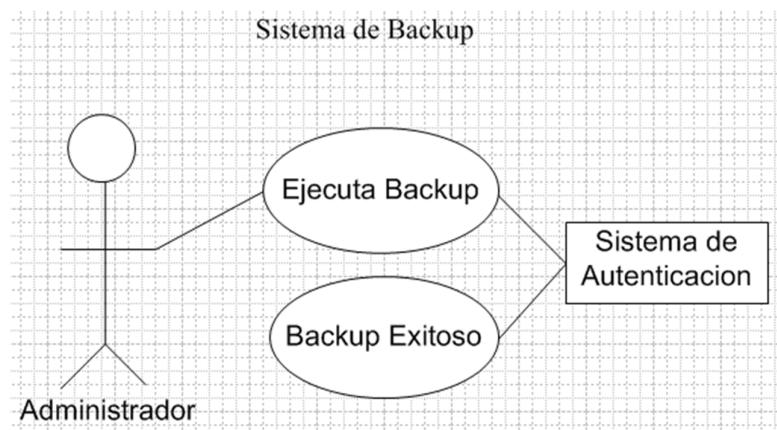


Figura 4.12 Sistema de Backup

4.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL PROTOTIPO

El diseño arquitectónico permitirá apreciar de mejor manera como esta estructurado el sistema, tomando en cuenta sus módulos y sub módulos, la forma en la que estos se enlazan y la manera en que comparten la información.

También se tomará en cuenta la estructura total del sistema; es decir, se considerará la ordenación de clases previamente creadas, y presentará una idea clara sobre el proceso que se sigue para la autenticación del usuario mediante su firma personal.

A continuación se presentan los diferentes diagramas mediante los cuales se expondrá el funcionamiento del sistema:

DIAGRAMA DE CLASES

Véase anexo 1

DIAGRAMA DE ESTADOS

Véase anexo 2

DIAGRAMA DE COMPONENTES

Véase anexo 3

DIAGRAMA DE DESPLEGUE

Véase anexo 4

4.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

Este documento tiene como finalidad combatir las diferentes amenazas y posibles riesgos que implica la creación de un sistema; de esta manera, el entorno en el cual se va a implementar debe contar con todas las seguridades posibles, a fin de evitar fraudes o modificaciones que dañen la información contenida.

El hecho de que un sistema esté disponible a todos los usuarios implica un alto grado de riesgos e inseguridades, por esta razón existe la necesidad de crear reglas que eviten que los usuarios ejecuten procesos ajenos al sistema.

Para cada riesgo detectado es necesario crear una política de prevención, de esta manera se tendrá un control total sobre el sistema y sobre sus posibles modificaciones; a su vez es necesario adelantarse a los problemas a fin de evitar que se engendren, disminuyendo el peligro implicado.

A continuación se especificarán los puntos necesarios para prevenir y controlar los riesgos y amenazas que pudieran darse durante o después de la implementación del sistema, basándose en una plantilla de documento realizada de manera concreta para este proceso:

ANALISIS DE RIESGOS

PROYECTO: Análisis, Diseño e Implementación de un prototipo de sistema para el reconocimiento de firmas personales con métodos de visión artificial.

FICHA DEL DOCUMENTO

La ficha del documento indica las veces que fue revisada la plantilla de análisis de requerimientos, especificando la última fecha de revisión y la cantidad de veces que ésta fue estudiada para su validación; al igual que las personas involucradas y su respectiva aceptación por parte del encargado de la revisión de la misma.

| FECHA | REVISIÓN | AUTOR | FIRMA DE ACEPTACION |
|--------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------|
| 23/04/2012 | Segunda | Daniel Jiménes Geovanny Paredes | |

Documento validado por las partes en fecha: 19/03/2012

| ALUMNOS | DIRECTOR |
|-----------------------------------|--------------------|
| Daniel Jiménes – Geovanny Paredes | Ing. Eduardo Pinos |

| | |
|--|----|
| FICHA DEL DOCUMENTO | 89 |
| CONTENIDO | 90 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 91 |
| 2 Marco Teorico del analisis de riesgos | 91 |
| 3 Objetivos | 92 |
| 4 Identificacion de peligros | 92 |
| 5 Estimacion de riesgos | 92 |
| 6 Manejo de riesgos | 93 |
| 7 Comunicación de riesgos | 95 |
| 8 CONCLUSIONES | 95 |

1 INTRODUCCIÓN

Análisis, Diseño e Implementación de un prototipo de sistema para el reconocimiento de firmas personales con métodos de visión artificial.

2 MARCO TEORICO

En cuanto a seguridad se refiere todos los sistemas deben contar con mecanismos capaces de brindar la mayor seguridad a todos sus usuarios, es por esta razón que se debe tomar todas las medidas necesarias a fin de evitar posibles plagios o robos de información, y a la vez crear un sistema capaz de combatir estas amenazas a lo largo de su utilización.

Existe un viejo dicho en la seguridad que dice: “todo lo que no está permitido debe estar prohibido” y esto es lo que debe afirmar el porvenir de los sistemas en la actualidad.

Al hablar de seguridad se mencionan la existencia de seguridades físicas y seguridades lógicas, que pueden ser aplicadas a cualquier sistema y serán de mucha ayuda para combatir algún tipo de amenaza que se presente; al hablar de amenazas automáticamente se tiene un resultado y este genera un riesgo por lo cual es de gran importancia crear un plan o grupo de acciones para poder combatir y prevenir posibles daños a los sistemas.

En cuanto a seguridades lógicas son todas las maneras de aplicar procedimientos a fin de certificar un sistema y que este sea accesible solamente a personas o sistemas informáticos autorizados.

Al hablar de seguridades físicas se tiene varios mecanismos, que ayudarán a evitar posibles fraudes, como por ejemplo, cámaras de seguridad o el manejo adecuado de contraseñas por parte de los administradores del sistema.

Al tener asegurado el sistema se ha cumplido con la primera parte, pero hay que llevar a cabo un análisis minucioso sobre los riesgos que conlleva la utilización del sistema y a la vez hay que generar mecanismos de defensa ante posibles ataques.

El análisis de riesgos es una herramienta muy importante para todas las personas que van tomar decisiones sobre el manejo de un determinado sistema o sobre un curso de acción en particular, a fin de manejar riesgos en forma objetiva, repetible y documentada.

Es por ello que a continuación se tratarán los diferentes puntos sobre análisis de riesgos que tiene un sistema y cuáles serían los mecanismos para combatirlos.

3 OBJETIVOS

- ✚ Analizar cuales son los riesgos potenciales que se generan a partir de la implementación del sistema.
- ✚ Definir que en que magnitud pueden afectar directa o indirectamente al sistema.
- ✚ Definir políticas o normas de seguridad necesarias para poder prevenir y combatir los riesgos encontrados.
- ✚ Crear reglas para el uso del sistema por parte de los usuarios a fin de evitar posibles plagios de información o alteración de la misma.

4 IDENTIFICACION DE PELIGROS

Véase anexo 5

5 ESTIMACION DE RIESGOS

Para la estimación de riesgos se debe tomar en cuenta la siguiente tabla:

| | | CONSECUENCIAS | | |
|-------------------------|-------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| | | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO |
| P R O B A B I L I D A D | BAJO | RIESGO NORMAL | RIESGO TOLERABLE | RIESGO MODERADO |
| | MEDIO | RIESGO TOLERABLE | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE |
| | ALTO | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |

Para determinar la magnitud del riesgo se debe tomar en cuenta la siguiente formula:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD} \times \text{CONSECUENCIA}$$

Aplicando la formula con la ayuda de la tabla se puede tener la estimación de riesgos presentes en el proyecto; a continuación se desarrollaran cada uno de los riesgos más potenciales y se analizara tomando en cuenta la tabla anterior:

- PRIMER RIESGO – EL USUARIO NO CIERRA SU SESION.

Este riesgo tiene una probabilidad de que ocurra muy alta, con una consecuencia extremadamente dañina, dando como resultado un riesgo intolerable a lo cual se debe prestar suma atención a mecanismos necesarios para controlar estos sucesos y evitar posibles daños al sistema o a las cuentas de los usuarios.

➤ SEGUNDO RIESGO – EL USUARIO NO REALIZA CORRECTAMENTE LA FIRMA

Para este riesgo se podría dar una probabilidad media, con una consecuencia dañina, dando como resultado un riesgo moderado; el usuario es la persona responsable del proceso de autenticación por lo que se necesita dedicación al momento de realizar la firma base, por lo que se pide suma atención a todos los detalles al momento de realizarla.

➤ TERCER RIESGO – INGRESO DE DATOS ERRONEOS

La probabilidad de que ocurra este riesgo es alta, con una consecuencia extremadamente dañina; como resultado se tiene un riesgo intolerable por lo que es necesario tomar las medidas adecuadas a fin de prevenir datos incoherentes que puedan alterar el funcionamiento del sistema o simplemente la búsqueda de un determinado usuario.

➤ CUARTO RIESGO – FACIL ACCESO A LA BASE DE DATOS

El tener un fácil acceso a la base de datos tiene una probabilidad baja con consecuencias extremadamente dañinas, por lo cual se tendría un riesgo moderado; por esta razón se debe tener mucha precaución al momento de utilizar la base de datos, especialmente en el manejo de usuarios y sesiones.

➤ QUINTO RIESGO - ILUMINACION INSUFICIENTE O MAL DIRECCIONADA

Por falta de iluminación se podría tener una probabilidad alta con una consecuencia dañina, esto da como resultado un riesgo importante para lo cual se recomienda analizar el lugar en donde se va a implementar el sistema ya que la captura de la firma se realizará con dispositivos sensibles a variaciones de luz, lo cual provocaría fallos en el sistema o la captura de la firma.

6 MANEJO DE RIESGOS

➤ PRIMER RIESGO – EL USUARIO NO CIERRA SU SESIÓN.

Para manejar correctamente este riesgo es importante la educación y capacitación a todo el personal que va a utilizar este sistema, a su vez ellos delegaran personas para que ofrezcan ayuda a los clientes al momento de realizar su autenticación.

Al incentivar en la sociedad una cultura de seguridad se logrará una mayor capacidad de identificar los riesgos inmersos en la utilización de sistemas, cuya información almacenada es muy importante, tanto para el usuario como para el administrador del mismo.

➤ SEGUNDO RIESGO – EL USUARIO NO REALIZA CORRECTAMENTE LA FIRMA

Al momento que el usuario decide utilizar el sistema de reconocimiento de firmas personales, está aceptando concientizarse en la utilización del mismo; es por esta razón que se debe prestar gran interés a todos los detalles al momento de realizar la firma por primera vez.

El usuario debe tener presente que el sistema cuenta con medidas de seguridad, las cuales procederán a ejecutarse una vez que el usuario termine el número de intentos previamente asignados, el objetivo de esto es impedir que personas ajenas al sistema quieran acceder al mismo de forma ilícita.

➤ TERCER RIESGO – INGRESO DE DATOS ERRONEOS

Para el manejo de riesgos relacionados al ingreso de datos erróneos se procurara validar la mayor cantidad de información ofrecida al usuario, por ejemplo, en el campo cédula no se podrá ingresar letras, o viceversa, en el campo nombre no se podrá ingresar números; de esta manera se estará controlando la correcta utilización del sistema y se evitara daños futuros.

➤ CUARTO RIESGO – FACIL ACCESO A LA BASE DE DATOS

El acceso a la base de datos es la tarea más importante que debe tener en cuenta el administrador del programa por lo cual se necesita obligatoriamente contar con todas las seguridades necesarias para prevenir robos de información o alteración de la misma.

En cuanto al manejo de base de datos se debe utilizar contraseñas seguras y a la vez roles, mediante los cuales se restrinja el acceso a ciertas partes de la base que no pueden ser modificadas por ninguna persona no autorizada.

➤ QUINTO RIESGO - ILUMINACION INSUFICIENTE O MAL DIRECCIONADA

Para manejar este riesgo es de gran importancia la realización de un análisis previo de las condiciones del lugar, conjuntamente con los requerimientos que necesitan los dispositivos de captura para funcionar correctamente.

El ambiente juega un papel muy importante, es por esta razón que no se recomienda lugares donde exista poca luz o viceversa, se recomienda ambientes controlados a fin de evitar variaciones al momento de realizar la captura de la firma.

7 COMUNICACIÓN DE RIESGOS

Ningún sistema debería ser utilizado sin antes haber seguido un proceso de capacitación por parte del personal que lo desarrolló; esta es la primera medida de seguridad que se debería tener presente al momento de implantar un sistema.

Entre los objetivos que se persigue se puede encontrar a los siguientes:

- ✚ Promover el conocimiento y entendimiento de todos los usuarios sobre el sistema desarrollado.
- ✚ Inculcar buenas costumbres al momento de tomar las decisiones y al momento de implementarlas como medidas de manejo de riesgos.
- ✚ Fomentar el desarrollo mediante entrega de información y programas de educación a todas las personas interesadas en utilizar el sistema.
- ✚ Promover confianza en la utilización del sistema para verificación de firmas en las instituciones públicas y privadas.
- ✚ Promover la participación de todos los sectores interesados
- ✚ Intercambiar información con los usuarios sobre las actitudes, conocimientos y valores relacionados a los riesgos inmersos en la utilización del sistema.

Una vez que se logre fomentar un sentido de pertenencia por el sistema y a la vez un alto grado de seguridad por parte de los usuarios, se estará en la capacidad para utilizar el sistema de manera óptima, respetando normas y estatutos los cuales servirán únicamente para fomentar el desarrollo y superación de toda la sociedad.

8 CONCLUSIONES

El análisis de riesgos es una herramienta muy importante en el desarrollo de un sistema, ya que permite analizar profundamente los puntos débiles del software y de esta manera planificar métodos, mediante los cuales se pueda evitar caer en estos errores los cuales perjudicarían notablemente el desarrollo del sistema.

Mediante el análisis de riesgos se ha podido encontrar los puntos más vulnerables del sistema para la verificación de firmas personales y a la vez generar maneras para combatir estos riesgos, enfocándose principalmente en el desarrollo continuo tanto del software como de las personas que lo utilizan.

Entre algunas de las falencias, resalta la falta de educación y concientización que se debe inculcar a los usuarios que van a utilizar el sistema, ya que ellos son los únicos responsables del manejo de su información; por ende deben saber todas las medidas de seguridad necesarias para prevenir posibles alteraciones de su información o en los peores de los casos el robo de la misma.

4.5 PROGRAMACIÓN DEL PROTOTIPO

El sistema para la verificación de firmas personales se encuentra desarrollado bajo el lenguaje de programación Java 1.6; la plataforma sobre la cual trabajara el sistema es Windows desde la versión XP hasta Windows 7.

A continuación se detallara las 2 clases principales que conforman el sistema para la verificación de firmas principales; se tiene una clase llamada VentFirmas, encargada del ingreso de los datos del usuario, en la cual se dispone de los siguientes métodos:

calculaRVector()

Método para calcular una matriz unidimensional en función de los pixeles de la firma.

setCoeficientes()

Método que agrega los coeficientes calculados con el método FFT a un vector que luego al momento de grabar en archivo se promedia según el número de muestras ingresadas al inicio

momentos()

Método que calcula la matriz de momentos invariantes de HU

guardaFI()

Método que guarda en archivo los coeficientes de los momentos invariantes de HU

leeDescr()

Método que lee el archivo de los descriptores que fueron calculados con el método surf del código en C, y que nos permite mejorar la clasificación @return

recTempCoef()

Método intermedio para calcular los coeficientes de Fourier en el momento de ingresar la firma y controlar que las muestras sean similares @return

La segunda clase es llamada VentanaComp, esta hereda todo lo de la clase VentFirmas y su función principal es la de autenticar a los usuarios; esta clase dispone de métodos adicionales como:

abreArchivo(String path)

Método que me abre los archivos con los coeficientes de Fourier y HU respectivamente para realizar el análisis de autenticación @param path

interpreta(int corr)

Método común para la interpretación de los valores calculados con las distancias euclídeas de los coeficientes de Fourier y Hu, tanto de las firmas originales con las de entrada para la autentificación @param corr

distanciaEuclideaHU()

Método que calcula los valores que miden la similitud entre las firmas de entrada y las firmas registradas en los archivos de texto del sistema, para el método de HU

distanciaEuclideaFU()

Método que calcula los valores que miden la similitud entre las firmas de entrada y las firmas registradas en los archivos de texto del sistema, para el método de Fourier

ejecutaCodigoC()

Método que ejecuta el código en OpenCV y que ejecuta el método Surf para la obtención de descriptores que determinen similitud entre las firmas

actionPerformed(ActionEvent e)

Método que realiza la acción de identificación de la firma ingresada con sus respectivas validaciones para usuarios activos.

4.6 PRUEBAS

En este apartado se realizaran todas las pruebas necesarias a fin de verificar el correcto funcionamiento del sistema ante diferentes situaciones, también se tomaran los datos obtenidos en estas pruebas con la finalidad de mejorar el sistema actual o corregir posibles errores que en él se encuentren.

Las pruebas al sistema son una herramienta muy importante en el desarrollo del mismo, ya que permiten descubrir los puntos fuertes y débiles ayudando así al mejoramiento constante de la herramienta.

A continuación se puntualizara el documento de pruebas realizado al sistema de verificación de firmas personales:

SISTEMA PARA RECONOCIMIENTO DE FIRMAS PERSONALES CON MÉTODOS DE VISIÓN ARTIFICIAL

PLAN DE PRUEBAS

VERSIÓN [1.0]

Historia de revisiones

| Fecha | Versión | Descripción | Autor |
|--------------|----------------|----------------------------------|------------------|
| [23/04/2012] | [1.0] | Documento de Pruebas del Sistema | Geovanny Paredes |
| [23/04/2012] | [1.0] | Documento de Pruebas del Sistema | Daniel Jiménes |

Introducción

Propósito

Este Plan de Verificación para el prototipo de Reconocimiento de firmas personales con métodos de Visión Artificial busca comprobar que el sistema cubre los requerimientos del usuario y tiene un buen nivel de confianza.

REQUERIMIENTOS A VERIFICAR

| | |
|----------------------|---|
| Función | Ingreso de firmas |
| Descripción | Este proceso se refiere al registro de un usuario y su respectiva firma, resumida en su representación matemática y guardada en archivo, para su posterior utilización en el proceso de autenticación. |
| Entradas | <ul style="list-style-type: none">- Nombre y Apellido de usuario- Ingreso de firma a través de la tableta digital |
| Fuentes | Información del usuario almacenada en archivo y base de datos. |
| Salidas | <ul style="list-style-type: none">- Archivo de texto con los descriptores de las firmas- Registro en base de datos |
| Acción | Se ingresa la firma de usuario a través de una tableta digital, y la interfaz de programa, dos veces, controlando que sean similares, teniendo la posibilidad de cancelar todos los procesos o borrar la firma ingresada en la pantalla. |
| Restricciones | <ul style="list-style-type: none">- Verificar que no exista un usuario con el mismo nombre y apellido- Verificar que las muestras de la firma sean similares para generar un promedio final de la firma de ingreso |

| | |
|----------------------|--|
| Función | Autenticación |
| Descripción | Este proceso se refiere a la autenticación de un usuario y su respectiva firma, mediante el análisis con procesos de visión artificial, para determinar la relación de similitud entre las firma original y la de ingreso al sistema |
| Entradas | <ul style="list-style-type: none">- Nombre y Apellido de usuario- Ingreso de firma a través de la tableta digital- Método adoptado para la verificación de la firma |
| Fuentes | Información del usuario almacenada en archivo y base de datos. |
| Salidas | <ul style="list-style-type: none">- Mensajes de validación- Tiempo de ejecución del proceso- Valores de precisión del proceso- Valores de los descriptores de similitud entre firmas |
| Acción | Se ingresa la firma de usuario a través de una tableta digital, y la interfaz de programa, seleccionando el método de verificación, pudiendo cancelar la operación o limpiar la pantalla donde se ingresa la firma. Además se tiene la opción de generar un análisis de firmas mediante sus imágenes y comprobar su similitud visualmente, siempre y cuando se registre un administrador, previamente. |
| Restricciones | <ul style="list-style-type: none">- Se verificará que exista el usuario- Se controlará el número de intentos para la autenticación de la firma- Se restringirá el acceso al sistema si las firmas son inválidas- Existirá una configuración de rigidez de los métodos, los cuales serán solo para los administradores del sistema |

| | |
|----------------------|--|
| Función | Datos de usuario |
| Descripción | Este proceso nos permite interactuar con el sistema al cual se nos permite el acceso luego de haber autenticado con éxito la firma de un usuario. |
| Entradas | - Datos de actualización para el respectivo sistema |
| Fuentes | Información del usuario almacenada en la base de datos. |
| Salidas | - Información y procesos del sistema |
| Acción | Una vez autenticado un usuario, este podrá interactuar con el sistema, haciendo uso de la información almacenada para el sistema, y manipulándola según los permisos para el usuario. El usuario podrá además salir del sistema, para que otro usuario pueda registrar o autenticar su firma personal. |
| Restricciones | - El usuario no podrá acceder al sistema si no es validada su firma personal. |

| | |
|----------------------|--|
| Función | Administración |
| Descripción | Este proceso nos permite acceder a los permisos de configuración del sistema y la opción de análisis visual de firmas, a través del registro de un administrador con sus respectivas credenciales. |
| Entradas | - Nombre de usuario - Clave |
| Fuentes | Contraseña implícita en el código fuente del programa |
| Salidas | - Acceso al sistema como administrador |
| Acción | Un administrador ingresa al sistema ingresando sus credenciales. |
| Restricciones | - El usuario no podrá acceder como administrador sin las credenciales requeridas |

4.6.1 Pruebas de los módulos

➤ **Prueba de unidad**

Ingreso de firmas

| Prueba | Resultados |
|--------------------------|--|
| Verificación de usuarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se ingresó credenciales de usuarios ya existentes, comprobando que controla que no se repita estos identificadores. - Se comprobó el correcto registro del usuario tanto en el archivo de descriptores como en la base de datos |
| Verificación similitud | <ul style="list-style-type: none"> - El módulo responde correctamente a la restricción para verificar que se ingresen muestras de una firma similar, y procesar los respectivos coeficientes como un promedio que represente a la firma original |

Autenticación

| Prueba | Resultados |
|--|---|
| Verificación de usuario | <ul style="list-style-type: none">- Se ingreso credenciales de usuarios comprobando si el usuario existe, procede al proceso de determinar si la firma es la correcta |
| Control del número de intentos para la autenticación de la firma | <ul style="list-style-type: none">- En esta sección se comprobó el correcto funcionamiento de los métodos que controlan el número de intentos inválidos para la autenticación, además que resetea a cero estos intentos en caso de tener una aproximación de similitud. |
| Verificación de autenticación | <ul style="list-style-type: none">- Se comprobó el correcto funcionamiento de los procesos implementados para la autenticación de firmas |

Datos de usuario

| Prueba | Resultados |
|-----------------------|--|
| Desbloqueo del módulo | <ul style="list-style-type: none">- Se comprobó el desbloqueo de la interfaz interna, dentro del módulo, luego de haberse autenticado correctamente.- Se comprobó la desconexión del sistema, y bloquear nuevamente éste módulo |

Administración

| Prueba | Resultados |
|---|---|
| Desbloqueo del proceso de configuración de los métodos de autenticación | <ul style="list-style-type: none">- En éste módulo se comprobó la validación de las credenciales de administrador para poder acceder al bloque de configuración de rigidez de los métodos de autenticación, desbloqueando con éxito la interfaz correspondiente, que se encuentra internamente en el módulo de administración- Se comprobó la salida del administrador, y bloquear nuevamente el bloque de configuración |

➤ **Prueba de Generales de integración**

En las pruebas finales se consideró la correcta iteración de los diferentes módulos, la misma que está descrita en el siguiente escenario.

Escenario de prueba final

El usuario accede al sistema: inicialmente se tiene la ventana de ayuda o información de usuario, dentro de la cual se accede a una ayuda en video del sistema. El usuario interactúa con los diferentes módulos, accediendo la primera vez al módulo de Ingreso de Firmas, para poder registrar su firma personal.

Se comprueba las validaciones entre módulos, en el caso de existir ya un usuario registrado con las mismas credenciales, no se efectúa el registro nuevamente, además se verifica la validez de las variables globales que controlan el bloqueo de acceso al sistema.

El usuario ingresa al sistema correctamente: se comprueba la validez de las variables de control que me permiten tener un usuario activo para el módulo de Datos de usuario. Se presenta asimismo la posibilidad de tener un usuario ya registrado e identificado, en el momento de querer acceder al sistema nuevamente con una nueva identificación, en el que se comprueba la correcta parametrización hacia un módulo interno, de cambio de usuario, para advertir sobre el aceptar salir del registro anterior y autenticarse con un nuevo usuario.

El administrador se registra: la posibilidad de ingreso de un administrador se presenta en el caso de que un usuario requiere asistencia, o el sistema sea demasiado exigente y se necesite modificar la rigidez. Además el administrador podría ser especialista en reconocimiento de firmas, con lo que se dispone de las imágenes original y de ingreso a autenticar. Por lo tanto el administrador se registra, comprobándose que sin su usuario y clave no es posible su acceso como administrador. Posteriormente se comprueba la funcionalidad de ésta sección, comprobando que la variable global de administrador activo, responde satisfactoriamente en la interacción de los diferentes módulos, siendo posible en este caso la visualización del botón de análisis de imágenes en el módulo de Autenticación.

4.6.2 Evaluación y definición de los métodos con mejores resultados del prototipo

Los métodos evaluados en el sistema son:

- Momentos invariantes de Hu
- Descriptores de Fourier

Para la evaluación de estos métodos se efectúo un análisis en tiempos de ejecución, cantidad de descriptores utilizados, por cada método, y finalmente el análisis en función de precisión.

Se realizaron algunas pruebas iniciales con 16 diferentes firmas distintas, en donde se considera que se dispone de un proceso que analiza la firma entrante con cada una de las firmas registradas, razón por la que si se tiene una base de firmas más grandes los resultados en tiempo de ejecución tenderán a incrementarse.

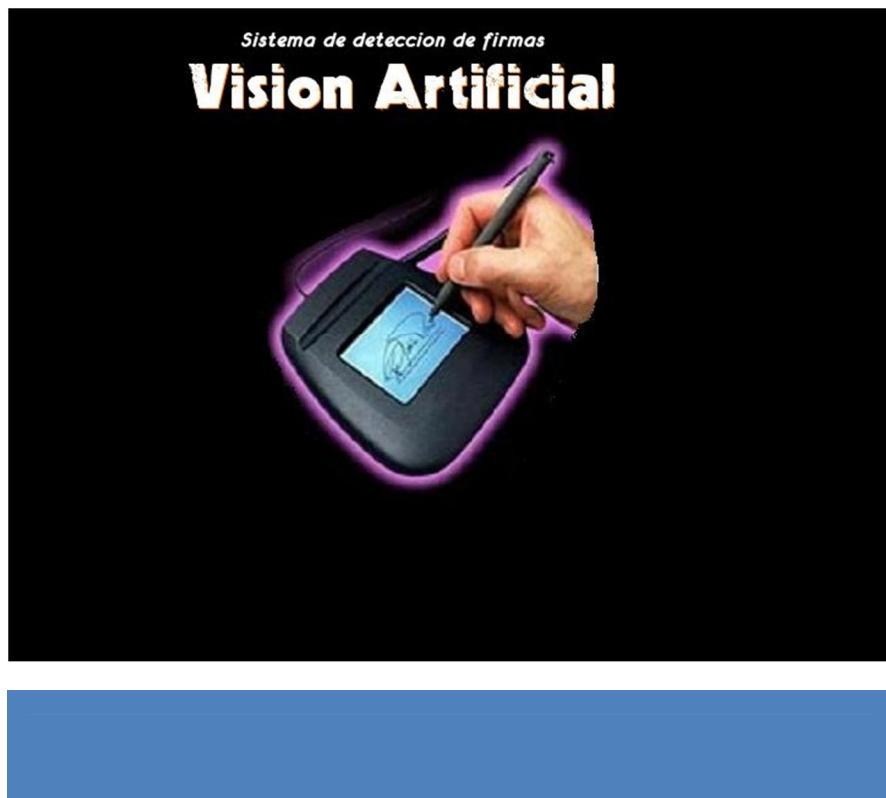
A continuación se resume las evaluaciones en la siguiente tabla:

| Método | Tiempo | Cantidad de descriptores | Precisión |
|----------------|------------------------------|--------------------------|--|
| Fourier | Tiempo cercanos a 2 segundos | 64 descriptores | El factor de precisión varía entre 0.15 y 0.25 |
| Hu | Tiempo cercano a 1 segundo | 7 momentos invariantes | El factor de precisión varía entre 1.5 y 2.5 |

Según la tabla anterior Fourier muestra más precisión al momento de ejecutar el análisis de autentificación, no así en su tiempo de ejecución. Los momentos invariantes de Hu en cambio muestran mayor rapidez, debido a la cantidad de descriptores a analizar, reflejándose así en una menor precisión para la autentificación. Cabe recalcar que las constantes de verificación fueron escogidas en función de las pruebas ejecutadas en el prototipo.

Por lo tanto se concluye que para la ejecución de este prototipo se recomienda utilizar el método de Fourier, en base a la precisión que ofrece.

4.6 DOCUMENTACION O MANUAL DE USUARIO



En este manual se detallará los pasos necesarios para la utilización del sistema de detección de firmas, desde el ingreso de las firmas hasta su correspondiente identificación

SISTEMA DE DETECCION DE FIRMAS

El programa consta de una interfaz desarrollada en java, con 5 pestañas, las cuales poseen los siguientes procesos:

- Información de usuario
- Ingreso de firmas
- Autenticación
- Datos de usuario
- Administración

Información de usuario

Esta pestaña presenta al usuario la posibilidad de ver una ayuda en video de la utilización del programa, dividida en 3 opciones:

- Ingreso de firmas
- Autenticación
- Análisis de imágenes



Figura 1. Vista de la pestaña de ayuda

Ingreso de firmas

Aquí se requerirá ingresar toda la información necesaria para el registro del usuario, la pestaña de ingreso de firmas nos presenta la siguiente vista:



Figura 2. Vista de la pestaña de ingreso de firmas

1. **Área de credenciales:** en esta sección se ingresará la identificación del usuario que está registrando la firma por primera vez. Esta identificación constará del nombre y apellido. Además el sistema controla que no exista ya un usuario con esas credenciales registrado con anterioridad.
2. **Fecha y hora:** en ésta sección se nos muestra la fecha y hora actual del sistema.
3. **Tiempo de ejecución:** en ésta sección se nos indicará el tiempo que el sistema tardará en ingresar la firma al sistema.
4. **Área de ingreso de la firma:** ésta sección es el lienzo en donde se ingresará la firma del usuario.
5. **Botón de guardar:** el botón de guardar, nos permitirá ejecutar la acción de guardar la firma en el sistema.
6. **Botón de cancelar:** el botón de cancelar me permitirá anular la acción de ingresar la firma al sistema, además de limpiar el área de la credencial de usuario.
7. **Botón de Limpiar:** el botón limpiar me permite limpiar el lienzo donde se inserta la firma, pudiendo nuevamente ingresar la misma al lienzo.

➤ **Proceso de ingreso de la firma**

A continuación se muestra un ejemplo de ingreso de una firma al sistema.

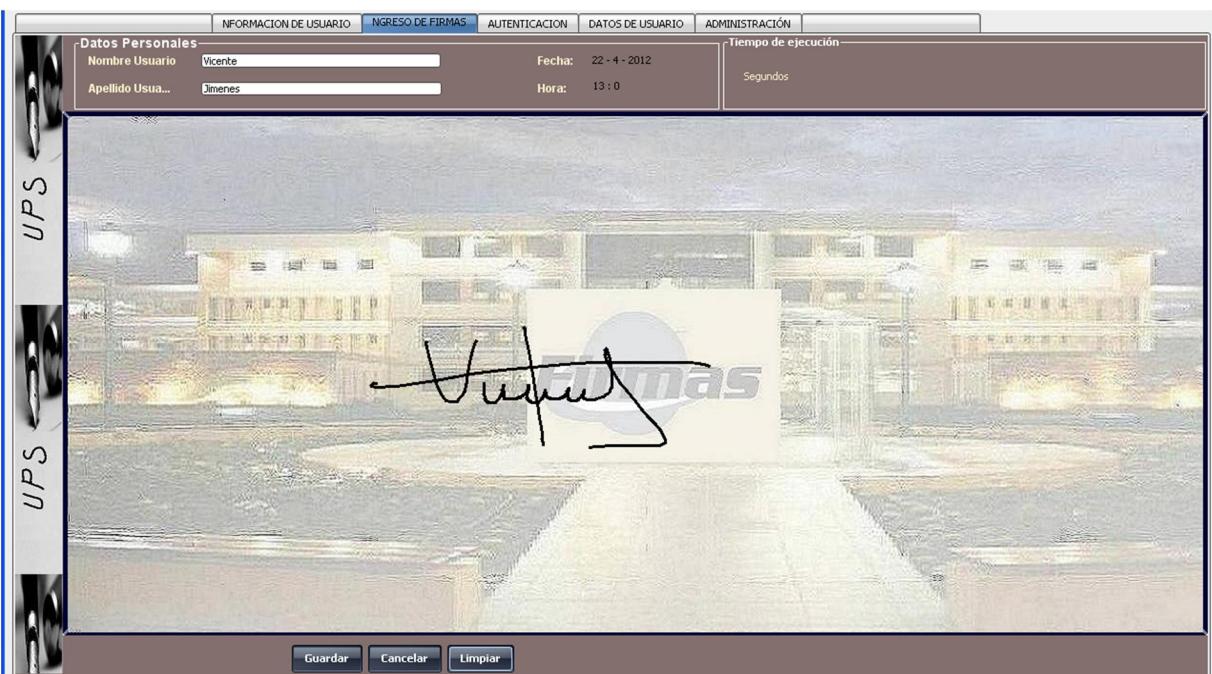


Figura 3(a). Ejemplo de ingreso de una firma, muestra 1

En la figura 3(a) vemos el ingreso de una firma por primera vez, luego de la cual una vez accionado el botón de guardar y si es que la credencial de usuario es nueva me indica que debemos ingresar una segunda firma similar a la primera.

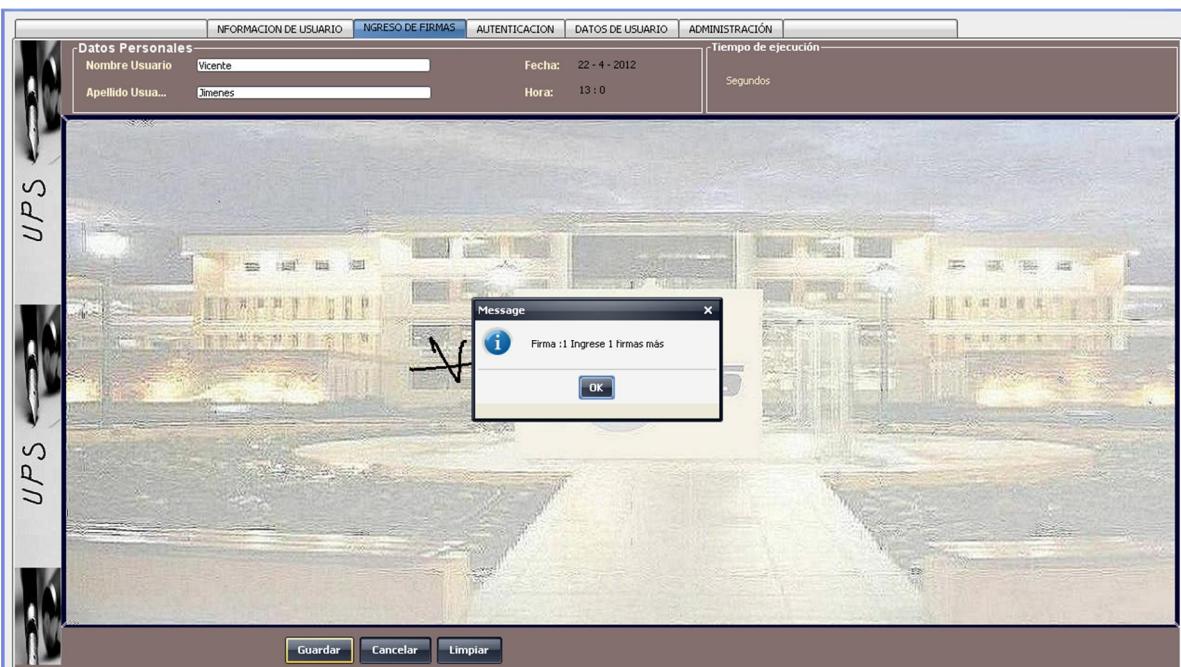


Figura 3(b). Ejemplo de ingreso de una firma, muestra 2

Si la segunda firma fue parecida, se nos indicará un mensaje diciendo que la firma ha sido ingresada, caso contrario se indicará que se ingrese una firma más parecida a la inicial.

Autenticación

La pestaña de autenticación presenta la siguiente vista, la cual es la misma que el de registro de la firma, con características adicionales, requeridas para la autenticación.

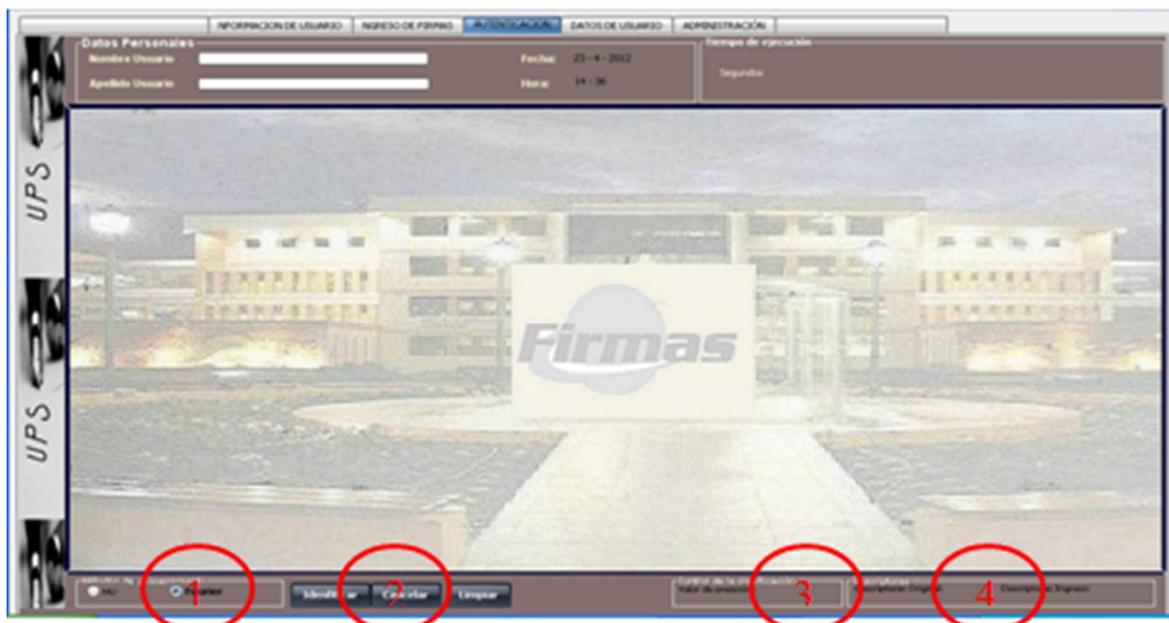


Figura 4. Vista de la pestaña de identificación

1. **Métodos de procesamiento:** ésta sección nos permite escoger entre los dos métodos disponibles para el reconocimiento de las firmas, que son Hu, y Fourier.
2. **Botón Identificar:** éste botón nos permite ejecutar la acción de identificación de la firma, para poder ingresar al sistema.
3. **Control de clasificación:** ésta sección nos permite visualizar un valor de control, que nos permite determinar que tan similar es la firma. Éste valor es configurable, y podrá ser cambiado solo por el administrador, el cual deberá ingresar unas credenciales para poder ingresar al sistema como tal.
4. **Descriptores:** ésta sección nos permite visualizar dos valores de control, (descriptores de ingreso, y descriptoros originales), los cuales deberán ser cercanos, para poder determinar una similitud entre la firma ingresada en el sistema y la firma que se requiere identificar.

➤ **Proceso de autenticación de la firma**

A continuación se mostrará un ejemplo de como se realiza una autenticación de una firma.

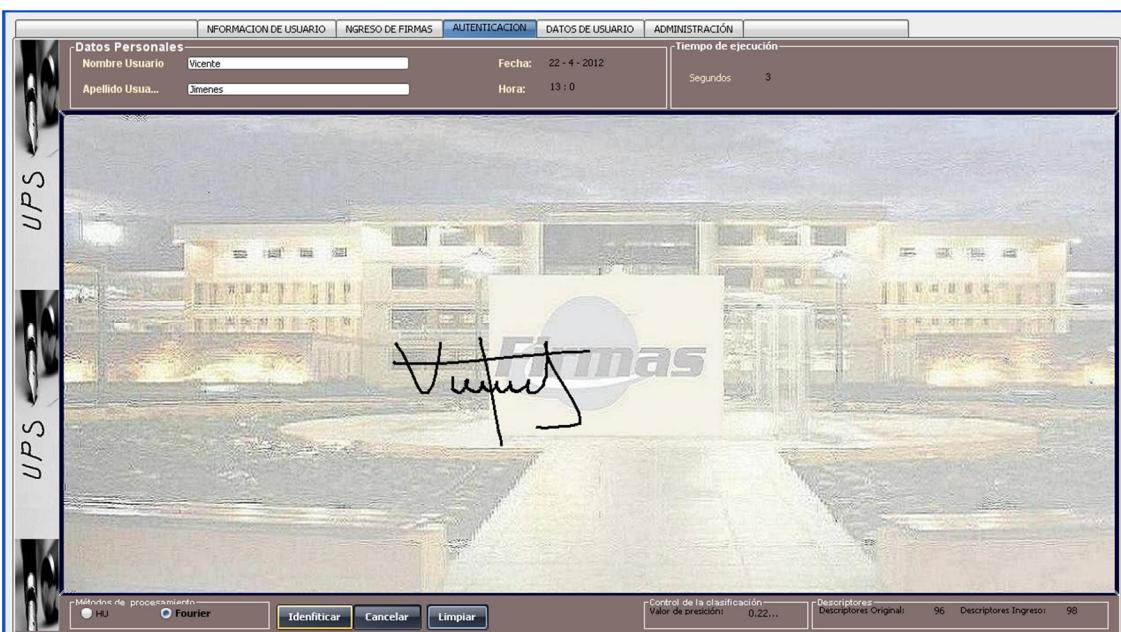
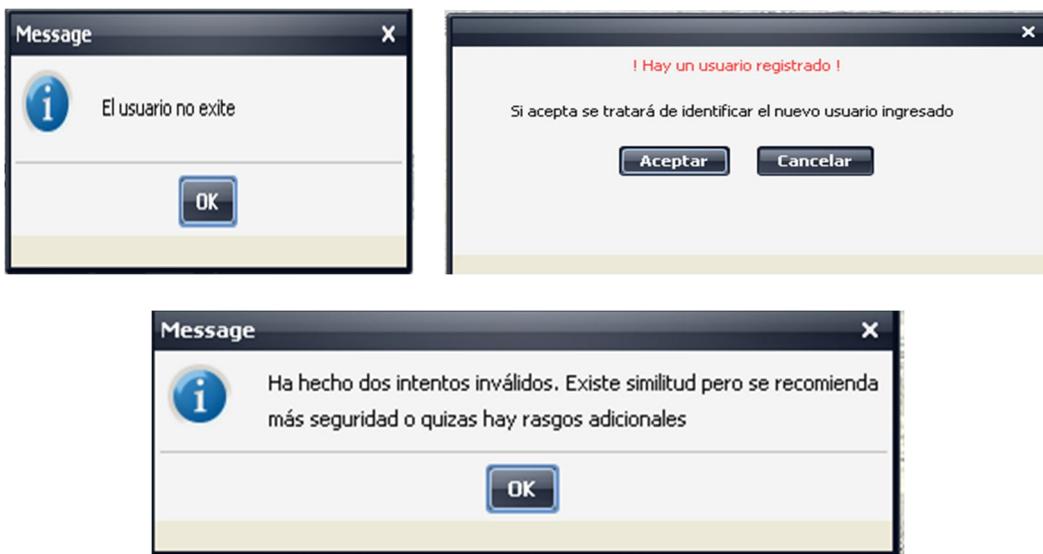


Figura 5. Ejemplo del proceso de autenticación (ingreso de la firma)

En la figura 5 se puede observar como se ingresa la firma a identificar en la vista de autenticación, pudiendo obtener diferentes respuestas del sistema, siendo éstas.

- No existir el usuario
- Existe un usuario anterior que se registro con éxito pero no ha salido del sistema.
- La firma tiene un parecido pero tiene rasgos adicionales o en su defecto carece de rasgos originales.
- El usuario hace varios intentos fallidos y se resetea los datos ingresados.
- La firma es correcta, incorrecta.



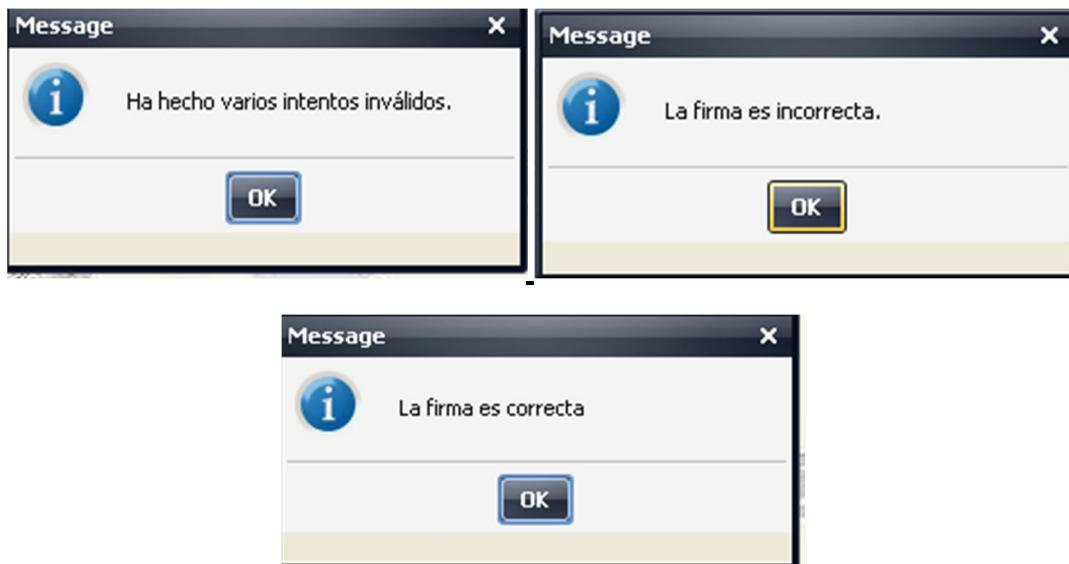


Figura 6. Mensajes del proceso de identificación de firmas

Datos de usuario

La pestaña de datos de usuario presenta la siguiente vista:

The screenshot shows a software application window with a top navigation bar containing tabs: INFORMACION DE USUARIO, NGRESO DE FIRMAS, AUTENTICACION, DATOS DE USUARIO (which is highlighted in blue), and ADMINISTRACIÓN. Below this is a large empty white area. In the center of this area is a smaller window titled 'Datos de usuario' with a sub-tab 'Actualización de datos'. This inner window displays user information in a table format:

| Credenciales: | Daniel Vicente Jimenes Calle |
|--------------------|------------------------------|
| Cédula: | 0103047623 |
| Area Asignada: | Area C |
| Código de trabajo: | 1329Tecnico |

At the bottom of the inner window is a 'Salir' (Exit) button.

Figura 7. Vista de la pestaña datos de usuario (información propiamente dicha)

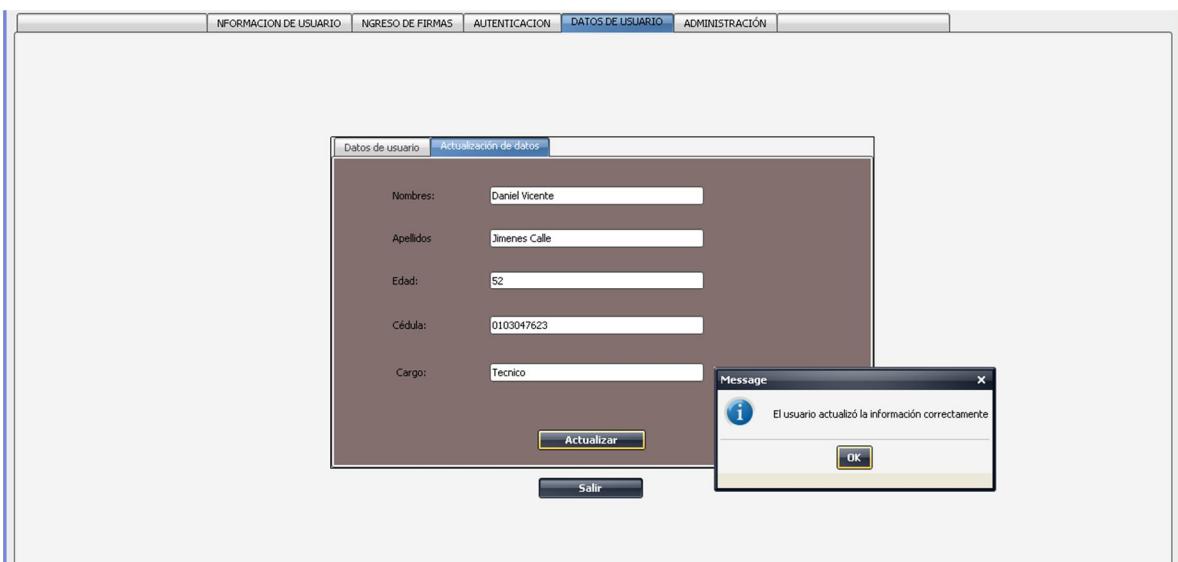


Figura 8. Vista de la pestaña datos de usuario (actualización de información)

Como vemos en las figuras 7 y 8, el usuario una vez autenticado correctamente podrá acceder a su información y su respectiva actualización si así se requiere, caso contrario ésta pestaña estará bloqueada.

Al igual vemos que ésta pestaña posee el botón de salir para abandonar el sistema, y dejar que cualquier usuario que ingrese a autenticarse no acceda a la información.

Administración

La pestaña de administración presenta la siguiente vista:

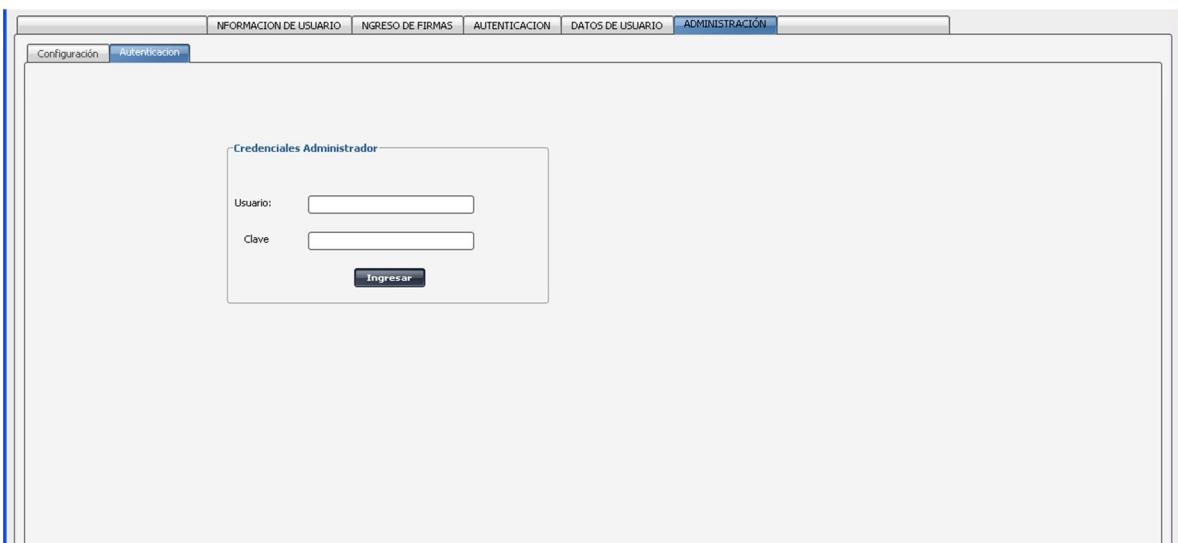


Figura 9. Vista de la pestaña de administración (Autenticación de administrador)

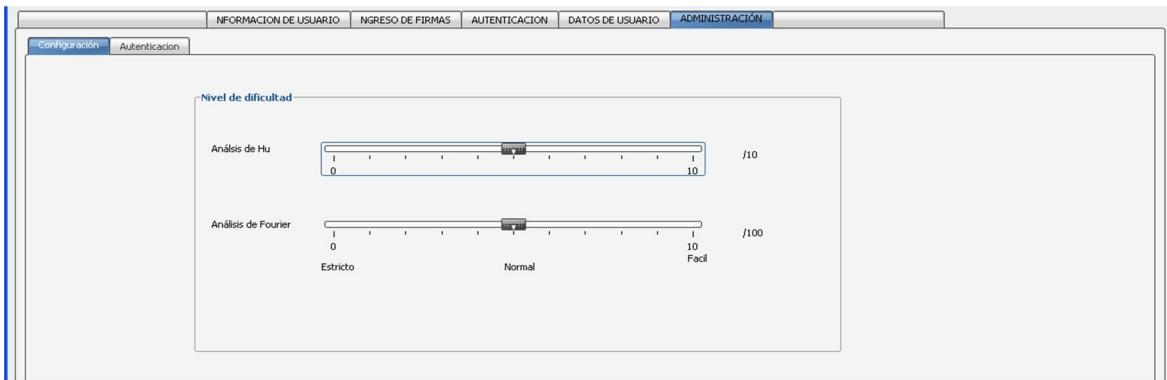


Figura 10. Vista de la pestaña de administración (configuración)

La funcionalidad de administración es permitir configurar la precisión con la que se identifique al usuario, aumentando o disminuyendo el rango de cercanía entre la firma original y la entrante, a través de las regletas en la pestaña de configuración, y para los métodos de HU y Fourier. Además el administrador podrá observar la opción de imágenes dentro de la pestaña de identificación, en caso de requerirse un análisis visual.

Funcionalidad del botón imágenes

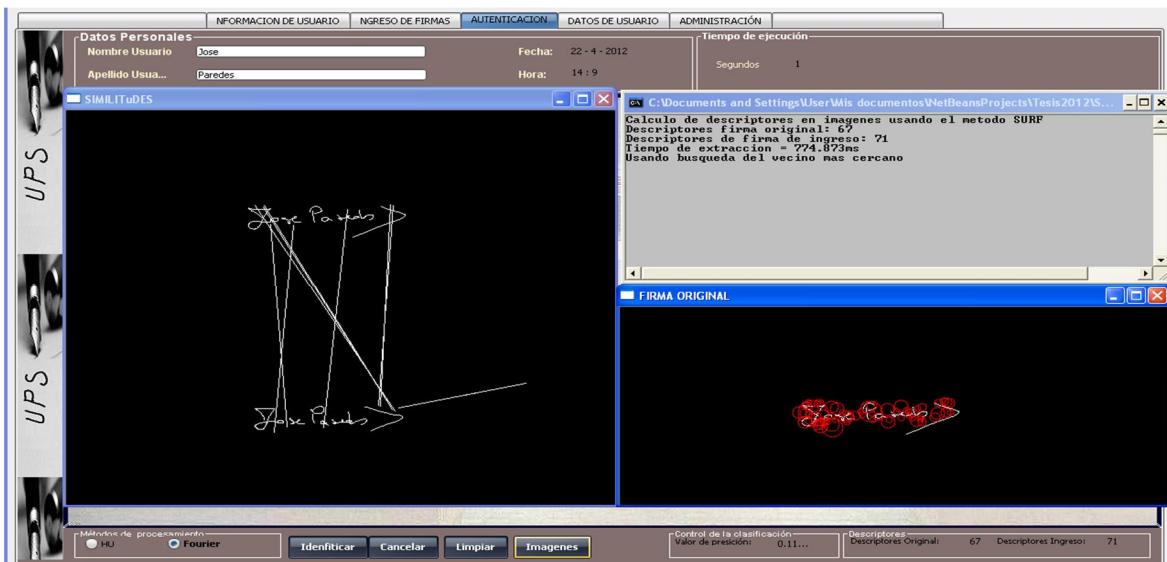


Figura 11. Funcionalidad del botón imágenes

En la figura 11, vemos que el botón de imágenes de la pestaña de autenticación es visible, siempre y cuando se registre el administrador, la misma que nos permite generar las imágenes de la firma de ingreso original y la firma ingresada a verificar con sus respectivas similitudes, además de ver una pantalla que me resumen los resultados del análisis, en el que se observa que cantidad de descriptores posee cada imagen. Además se observa una imagen adicional en el que se observa los puntos característicos que considera el programa para seleccionar los descriptores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Reconocimiento de iris y retina

- URL: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recoirisyretna.html>

(Citado en la página 5)

[2] Estructura del ojo humano

- URL: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recoirisyretna.html>

(Citado en la página 6)

[3] Reconocimiento de iris y retina

- URL: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recoiris.html>

(Citado en la página 6)

[4] Captura de la geometría de la mano

- URL: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recomano.html>

(Citado en la página 7)

[5] Reconocimiento de voz

- URL: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/recovoz.html>

(Citado en la página 9)

[6] Distribución de cada sistema de reconocimiento biométrico

- URL: <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/clasificacionuso.html>

(Citado en la página 10)

[7] Representación de una Imagen Analógica

- URL: <http://tecnonuevo.blogspot.com/2007/11/biometra-en-la-palma-de-la-mano.html>

(Citado en la página 18)

[8] Procesamiento de imagen analógica

- URL: <http://haciendofotos.com/consejos-fotografias-en-blanco-y-negro-contraste/>

(Citado en la página 19)

[9] Matriz resultante de una imagen

- URL:<http://www.itpuebla.edu.mx/Eventos/MemoriasyResSemanaInformatica2007/29-ProcesamientoImagenesDigitales.pdf>

(Citado en la página 19)

[10] Esquema de representación de una imagen digital

- URL:<http://www.itpuebla.edu.mx/Eventos/MemoriasyResSemanaInformatica2007/29-ProcesamientoImagenesDigitales.pdf>

(Citado en la página 20)

[11] Composición de pixeles en una imagen

- URL: <http://informatica.uv.es/doctorado/AIRF/ParteAI/tema2.pdf>

(Citado en la página 20)

[12] Tabla de dimensiones de cada pixel

- URL: <http://informatica.uv.es/doctorado/AIRF/ParteAI/tema2.pdf>

(Citado en la página 21)

[13] Gama de colores para pixeles

- URL: <http://informatica.uv.es/doctorado/AIRF/ParteAI/tema2.pdf>

(Citado en la página 21)

[14] Vecindad entre pixeles

- URL: <http://informatica.uv.es/doctorado/AIRF/ParteAI/tema2.pdf>

(Citado en la página 21)

[15] Histograma de una imagen

- URL: <http://asignatura.us.es/imagendigital/tema1-1.pdf>

(Citado en la página 22)

[16] Direcciones para entornos de 4 y 8 vecinos respectivamente

- URL: <http://www.thewebfoto.com/2-hacer-fotos/217-el-histograma>

(Citado en la página 23)

[17] Contorno de la figura original y sentido de recorrido

- URL: <http://www.lcc.uma.es/~munozp/Pres-Tema8%20PI.ppt>

(Citado en la página 23)

[18] Signatura de un cuadrado

- URL: <http://www.lcc.uma.es/~munozp/Pres-Tema8%20PI.ppt>

(Citado en la página 25)

[19] Cantidad de descriptores utilizados en cada imagen

- URL: <http://www.lcc.uma.es/~munozp/Pres-Tema8%20PI.ppt>

(Citado en la página 26)

[20] Imagen de resolución 256 x 193 vista como matriz

➤ URL: <http://www.sav.us.es/formaciononline/asignaturas/asigpid/.../pid.ppt>

(Citado en la página 42)

[21] Tipos de datos de imágenes

➤ URL: <http://elvex.ugr.es/software/nc/help/spanish/nc/clustering/KMeans.html>

(Citado en la página 44)

[22] Formatos para imágenes que soporta Matlab

➤ URL: http://genoma.unsam.edu.ar/trac/docencia/wiki/Bioinformatica/Guias/Data_Mining

(Citado en la página 44)

[23] Comandos para conversión de tipo de datos de imágenes

➤ URL: http://www.invec.ec/porquecu.aspx?men_id=4.1.1

(Citado en la página 46)

[24] Operaciones con matrices

➤ URL: <http://informatica.uv.es/iiguia/VC/tutorial.pdf>

(Citado en la página 49)

CITAS BIBLIOGRAFICAS

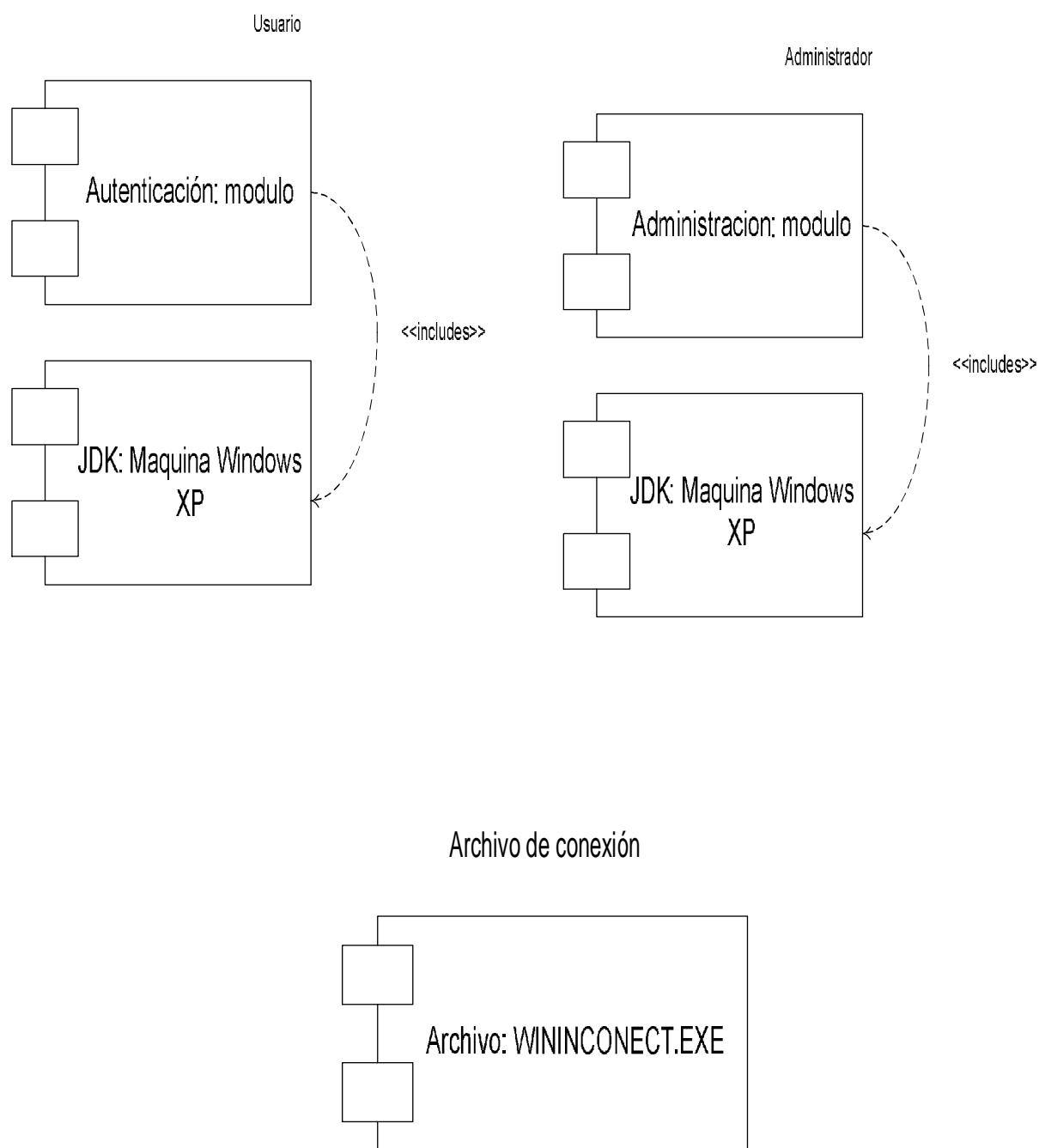
- (1) <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/clasificacionuso.html>
(Citado en la pagina 4)
- (2) <http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/clasificacionuso.html>
(Citado en la pagina 5)
- (3) <http://www.visionartificial.com.ar/cediba1.htm>
(Citado en la pagina 15)
- (4) <http://es.wikipedia.org/wiki/MATLAB>
(Citado en la pagina 41)
- (5) <http://www.mathworks.com/help/toolbox/images/ref/im2bw.html>
(Citado en la pagina 52)
- (6) <http://www.mathworks.com/help/techdoc/ref/fft.html>
(Citado en la pagina 54)

ANEXO 1

ANEXO 2

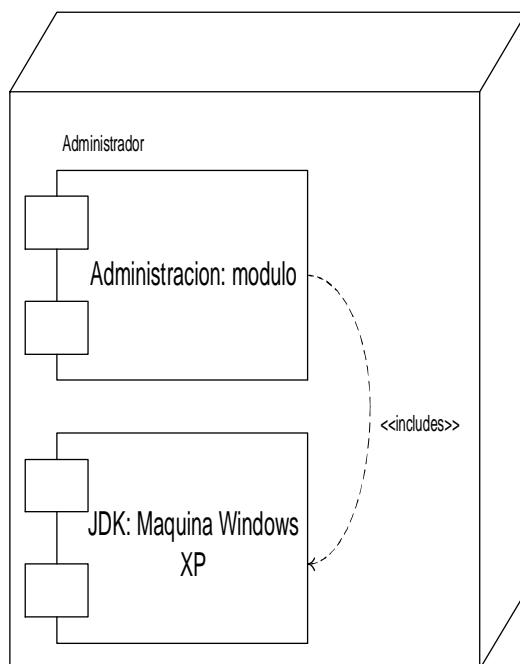
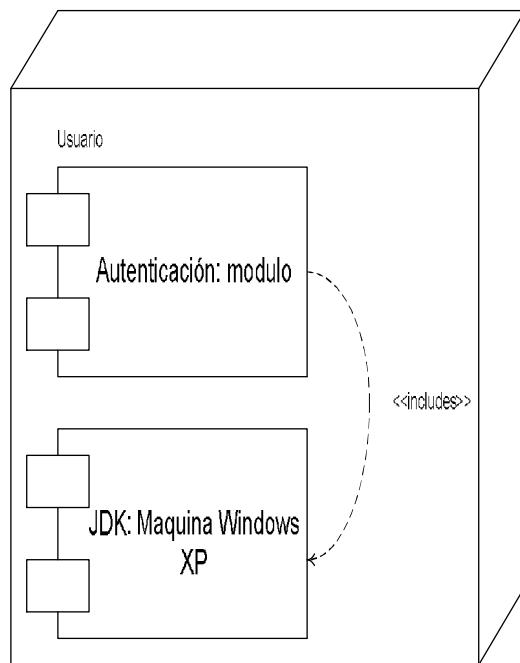
ANEXO 3

DIAGRAMA DE COMPONENTES



ANEXO 4

DIAGRAMA DE DESPLIEGUE



ANEXO 5

TIPO: OPERACIONAL

PROBABILIDAD DE RIESGO: ALTO

| Nº | ACTIVIDAD | PELIGRO | RIESGO | CONSECUENCIA | OBSERVACIONES |
|----|--------------------------------|-------------------------|--|--|---|
| 1 | EL USUARIO NO CIERRA SU SESIÓN | ACCESO SIN AUTORIZACIÓN | POSIBLE INTRUSIÓN NO AUTORIZADA AL SISTEMA | ROBO DE INFORMACIÓN O ALTERACIÓN DE LA MISMA | FALTA DE CONOCIMIENTO POR PARTE DEL USUARIO SOBRE NORMAS DE SEGURIDAD |

TIPO: MECANICO

PROBABILIDAD DE RIESGO: MEDIO

| Nº | ACTIVIDAD | PELIGRO | RIESGO | CONSECUENCIA | OBSERVACIONES |
|----|--|--|---------------------|---|---|
| 2 | EL USUARIO NO REALIZA CORRECTAMENTE LA FIRMA | SE SUPERE EL NUMERO DE INTENTOS PERMITIDOS | BLOQUEO DEL SISTEMA | EL USUARIO NO PODRA ACCEDER A SU CUENTA | FALTA DE PRACTICA EN LOS DETALLES DE LA FIRMA |

TIPO: OPERACIONAL

PROBABILIDAD DE RIESGO: ALTO

| Nº | ACTIVIDAD | PELIGRO | RIESGO | CONSECUENCIA | OBSERVACIONES |
|----|---------------------------|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| 3 | INGRESO DE DATOS ERRONEOS | IMPOSIBLE DE VERIFICAR LA AUTENTICIDAD DE UNA PERSONA | FALTA DE PERSONALIDAD DEL USUARIO | PERDIDA DE TIEMPO EN LOS TRAMITES LEGALES | DATOS DEL USUARIO INCONSISTENTES |

TIPO: OPERACIONAL

PROBABILIDAD DE RIESGO: BAJO

| No | ACTIVIDAD | PELIGRO | RIESGO | CONSECUENCIA | OBSERVACIONES |
|----|---------------------------------------|---------------------------|---|----------------------|--|
| 4 | FÁCIL ACCESO A LA BASE DE DATOS | ACCESOS NO AUTORIZADOS | POSIBLE ROBO DE INFORMACION O ALTERACION DE LA MISMA | CAIDA DEL SISTEMA | FALTA DE CONTROL POR PARTE DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO |

TIPO: FISICO

PROBABILIDAD DE RIESGO: ALTO

| No | ACTIVIDAD | PELIGRO | RIESGO | CONSECUENCIA | OBSERVACIONES |
|----|--|--|---|---|---|
| 5 | ILUMINACION INSUFICIENTE O MAL DIRECCIONADA | FALLO EN EL REGISTRO DEL USUARIO | EL SISTEMA NO TRABAJARA CORRECTAMENTE | IMPOSIBILIDAD DE ACCESO AL SISTEMA RAPIDAMENTE | EL NIVEL DE LUZ JUEGA UN PAPEL MUY IMPORTANTE AL MOMENTO DE PROCESAR LA FIRMA |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los procedimientos de visión artificial empleados para el reconocimiento de imágenes digitales y el análisis de sistemas identificadores de objetos fueron pieza clave en el diseño, análisis e implementación del Sistema para el reconocimiento de firmas personales, en donde el producto resultante se caracteriza por aplicar métodos de representación e interpretación matemática de las firmas personales ingresadas, dentro de lo que se concluiría que el desempeño del sistema sería mejor con una máquina con un buen procesador. Además se considera la precisión usada para la autentificación, determinándose por la cantidad de información representativa de las firmas, considerando al igual que la precisión sería inversamente proporcional al tiempo de ejecución.

El prototipo se caracteriza además por disponer de un área de configuración para la precisión de la rigidez de los métodos empleados, la cual se refiere al umbral dentro del que se consideraría una firma correcta o no. Este umbral se lo tomó considerando la distancia euclídea entre una firma original, y una firma ingresada al sistema para autentificar, y que se asume es correcta. Se recomienda usar un umbral no muy bajo para usuarios que no están acostumbrados al sistema, para luego con el tiempo irlo incrementando, y mejorar así la seguridad del mismo.

Se pudo comprobar además que con un umbral estricto, el sistema reconoce si existen detalles extras o se carece de rasgos en la firma original. Al desarrollar el prototipo en java, se utilizó la lógica de análisis de imágenes en Matlab, para lo que se va guardando directamente dato a dato los pixeles que se registran desde la tableta digital, en un vector para las coordenadas X y Y respectivamente, para luego éstas procesarlas con técnicas de normalización de datos y pre-procesamiento necesarios para su análisis posterior.

Al finalizar el prototipo, el sistema resultante adquirió las características de los sistemas online, en donde la rapidez, o detalle con que se va registrando las firmas originales en la fase inicial se controla en el momento de autenticarlas, y que en el caso de nuestro prototipo se validaría según las variaciones en la cantidad de pixeles almacenados en los vectores de coordenadas de acuerdo a la velocidad y forma de firmar. Finalmente como el análisis matemático se los efectúa en función de los pixeles y su densidad, se concluye que se debe tener presente la forma en cómo se registró las firmas al momento de ingresarlas por primera vez en el sistema como originales.

Dentro de los procesos de prueba para la autentificación de las firmas se identificó un problema potencial en su reconocimiento, para el método de descriptores de Fourier en donde se pueden coincidir cercanamente en sus valores, debido a la similitud en la densidad de pixeles de una u otra firma, para lo que se agregó un código alterno en C, que realiza un análisis de puntos de interés y los cuantifica basándose en el método Surf. Controlando que la cantidad de puntos de interés para la firma original sea cercana a la que se ingresa para la autentificación, se pudo mejorar el sistema, logrando así un prototipo, con una aproximación bastante buena, no obstante se podría dar espacio a otros modos de representar e interpretar una firma.

Por ejemplo, el método Surf utiliza wavelets, que utiliza una manera similar de representación al de los descriptores de Fourier, pero que en vez de utilizar senos y cosenos, emplea un filtro especial, que podría detectar igualmente los detalles de la firma, resumiendo quizás en uno solo el análisis de autenticación. Además Surf al emplear un análisis con replicado de imágenes y filtrado, internamente resuelto con determinantes Hessianas, y filtros Gaussianos, que buscan en principio acelerar el proceso para encontrar los respectivos puntos de interés, su escala y dirección, sugieren a los futuros investigadores, una mejor comprensión de este método, ya que al ser un método libre de patentes, puede ser implementado de mejor manera, para el desarrollo de aplicaciones que requieran detectar puntos de interés.

En lo que respecta a software relacionado, encontramos el proyecto de la empresa Esolva, de España, cuyo link de información es <http://www.esolva.com/firmas/index.html>, y en donde se podrá encontrar mayor información sobre sus características. Esolva propone un análisis de firmas sobre imágenes en archivo, realizando varios pre-procesamiento, filtrados de imagen, y recorrido de pixeles para encontrar, áreas de interés de las firmas, a través de métodos como esqueletizado de la imagen, etiquetado de trazos, normalizado y comparación de los trazos mediante ajustes de distancias.

El sistema de Esolva según su información en línea nos indica que ha sido probada sobre una máquina AMD XP 2.1GHZ, obteniendo resultados por debajo del segundo, considerando que el sistema, emplea una comparación directa con las firmas a verificar. Nuestro prototipo hace varias comparativas intencionadas, a buscar posibles falsos verdaderos, o lo que es lo mismo, posibles confusiones con otras firmas, además de considerarla como vía para medir mejor los tiempos para los dos métodos usados. La máquina en la que se probó nuestro sistema es una AMD Turion Mobile 64 1.8MHZ, y el tiempo promedio para los dos métodos es de 1.5 segundos, el mismo que podría ser mejorado, modificando el prototipo para la comparativa solo entre firmas con un mismo identificador.

Comparado con nuestro prototipo, la diferencia radicaría en que nuestro sistema se basa en el principio del análisis de imágenes, pero no realiza ningún barrido, sino mientras el usuario va firmando en la tableta, se va registrando las coordenadas de cada pixel, dando más eficiencia a los procesos, evitando además los filtros para eliminar ruido en las imágenes. El prototipo posee una estructura de programación flexible, en donde se puede ampliar las funcionalidades, añadir métodos de representación e interpretación de firmas personales, o agregar características a los módulos de usuario.

En lo que respecta a software en el Ecuador, encontramos un prototipo similar al nuestro en funcionalidad, permitiendo al usuario ingresar una firma a través de un dispositivo digital, en donde los procesos, para la representación e interpretación de las firmas personales, usan métodos de inteligencia artificial como la lógica difusa, y filtros para detectar bordes. Comparando con nuestro prototipo vemos que poseen, estructuras similares, en cuanto, a la obtención de los datos, extracción de características, y clasificación, aclarando que nuestro sistema no trabaja sobre las imágenes, cuando emplea los métodos de Fourier o Hu, solamente, el código en C, usa de parámetro la imagen original, y la de ingreso, para su optimización.

Otra ventaja de nuestro prototipo es que aprovecha las imágenes usadas como parámetros para el código C auxiliar, para indicar visualmente los puntos de interés que coinciden entre la firma original y la que se registra para su verificación, por lo que cualquier persona sin mucho conocimiento de firmas puede evaluar su similitud.

Como observación respecto a los métodos se pudo ver que los descriptores de Fourier requieren más procedimientos, para lograr que estos sean invariantes a la rotación escalamiento, y traslación. Los momentos invariantes de Hu en cambio, utilizan solo la aplicación de fórmulas para cada uno de sus 7 descriptores, los mismos que se considerarían como una especie de promediado de pixeles, que adquieren implícitamente las cualidades mencionadas anteriormente.

Finalmente se recomienda a los usuarios del prototipo, que para lograr el éxito se requerirá de su colaboración, en principio conociendo el mecanismo de ingreso de datos al sistema y la forma de como el sistema reconoce las firmas.