

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA DE SISTEMAS

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO DE SISTEMAS

TEMA:
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES A PARTIR DE MUESTRAS DE
IMÁGENES PROVISTAS DE UNA CÁMARA EN TIEMPO REAL
UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL

AUTOR:
DIEGO FERNANDO MARTÍNEZ CUENCA

TUTOR:
ALONSO RENÉ ARÉVALO CAMPOS

Quito, abril de 2016

Cesión de derechos de autor

Yo Diego Fernando Martínez Cuenca, con documento de identificación N° 1717010076, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: PROCESAMIENTO DE IMÁGENES A PARTIR DE MUESTRAS DE IMÁGENES PROVISTAS DE UNA CÁMARA EN TIEMPO REAL UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nombre: Diego Fernando Martínez
Cédula: 1717010076
Fecha: abril de 2016

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación PROCESAMIENTO DE IMÁGENES A PARTIR DE MUESTRAS DE IMÁGENES PROVISTAS DE UNA CÁMARA EN TIEMPO REAL UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL realizado por Diego Fernando Martínez Cuenca, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, abril de 2016


Alonso René Arévalo Campos

Cédula de identidad: 1717047566

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por permitirme llegar al fin de mi carrera universitaria con éxito y ver reflejado todo el esfuerzo de todos estos años de estudio.

A mi hijo por ser lo más grande y valioso que Dios me ha regalado, quien es mi fuente de inspiración y la razón que me impulsa a seguir adelante.

A mi madre por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo su esfuerzo y sacrificio, lo que finalmente se ve reflejado como un triunfo profesional alcanzado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	3
Justificación del tema.....	4
Objetivo general	6
Objetivo específico	6
CAPÍTULO 1	7
ESTADO DEL ARTE	7
1.1 Marco referencial.....	7
1.2 Marco teórico	7
1.2.1 Visión global	7
1.2.2 Perspectiva regional.....	11
1.2.3 Perspectiva local.....	12
1.2.4 Resumen / Conclusión	12
CAPÍTULO 2	13
MARCO METODOLÓGICO	13
2.1 Análisis.....	13
2.1.1 Muestra (Objetivo Grupal).....	13
2.1.2 Método de muestreo	14
2.1.3 Método de recolección de datos	15
2.1.4 Exploración de documentos	15

2.1.5	Análisis del sistema y método de diseño	16
2.2	Metodología.....	17
2.2.1	Metodología Extreme Programming Extreme Programming(XP).....	17
2.2.2	Razones para utilizar la metodología XP.....	17
2.2.3	Fases de XP	18
2.3	Instrumentos	19
2.3.1	Plan de pruebas para el sistema	19
CAPÍTULO 3		20
PROTOTIPO – SIMULACIÓN.....		20
3.1	Requisitos funcionales	20
3.2	Requisitos no funcionales	21
3.3	Diagramas	22
3.3.1	Diagramas de Caso de Uso	22
3.3.2	Diagramas de actividad.....	24
3.3.3	Diagramas de flujo de datos (DFD).....	27
3.3.4	Diagrama de Clases	29
3.3.5	Diagrama entidad Relación	30
CAPÍTULO 4		32
PRUEBAS Y RESULTADOS.....		32
4.1	Pruebas	32
4.1.1	Plan de pruebas.....	32
4.1.2	Pruebas del sistema.....	33

4.1.3	Verificación de los objetivos.....	37
4.2	Plan de trabajo	38
	CONCLUSIONES	41
	RECOMENDACIONES	43
	REFERENCIAS	44
	ANEXOS	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características de los vectores utilizando eigenfaces	9
Figura 2. Aproximación estadística para clasificar muestras	10
Figura 3. Comparación Elastic Bunch Graph Matching	11
Figura 4. Diagrama del proceso de agregar y eliminar un usuario	23
Figura 5. Reconocimiento facial de un nuevo usuario	24
Figura 6. Proceso para agregar un nuevo usuario por parte del administrador	25
Figura 7. Autenticación usuario normal y administrador	25
Figura 8. Eliminación de cuentas de usuario	26
Figura 9. Sistemas DFD Diagrama Contexto	27
Figura 10. Sistema DFD Diagrama nivel 1	28
Figura 11. Diagrama de clases	30
Figura 12. Diagrama de relación entre clases	30
Figura 13. Diagrama entidad/relación	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de pruebas	32
Tabla 2. Caso de prueba N° 1: correspondencia pantalla conexión con la base	33
Tabla 3. Caso de prueba N° 2: Opciones de Acceso	34
Tabla 4. Caso de prueba N° 3: Herramientas del sistema	35
Tabla 5. Caso de prueba N° 4: correspondencia pantalla reportes	37
Tabla 6. Diseñar la base de datos del sistema y los requisitos	39
Tabla 7. Estudio de las funcionalidades del sistema.....	39
Tabla 8. Para realizar las pruebas y mantenimiento	40
Tabla 9. Para finalizar la documentación y presentación.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos de Software para OpenCV para Escritorio	45
Anexo 2. Requerimientos de Hardware para OpenCV para Escritorio	46
Anexo 3. Reporte de Usuarios del Sistema	47
Anexo 4. Reporte de actividades del sistema.	48
Anexo 5. Reporte individual por usuario.	49

RESUMEN

Con la creciente inseguridad informática la seguridad de la información o acceso a lugares los cuales se necesite una previa autorización, se ha convertido en un eje importante tanto en los sectores públicos como privados. Aunque existen varias tecnologías para controlar el acceso a lugares restringidos, archivos o recursos, para hacer cumplir las políticas de seguridad, no existe una tecnología libre, accesible y estable que pueda verificar que el usuario que está intentando acceder es la misma que ha sido registrada previamente o autorizada. El presente proyecto plantea un Sistema Biométrico Facial que tiene como objetivo solventar este problema y validar la presencia de un usuario legítimo al momento de autenticarse. Por lo tanto personas no autorizadas tienen menos oportunidades de acceder a lugares que no han sido autorizadas o acceso a información sensible. El objetivo de este proyecto es brindar una nueva opción de seguridad mediante el reconocimiento del rostro humano en tiempo real ya que es único para cada persona.

ABSTRACT

With the growing computer insecurity the security of information or access to places which prior an authorization is required, it has become an important in public and private sectors. Although many technologies have been developed to control access to files or resources, to enforce security policies, and to audit network usages, there does not exist a stable technology free that can verify that the user who is trying to enter at the system is the same person who logged in. The Facial Biometric System has been adopted to monitor the presence at the time of authentication. Therefore, only the legitimate user could be registered and unauthorized entities have less chance to hijack the register. The aim is to provide a new security option by recognizing the human face in real time as it is unique to each person.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se aplica el campo de la visión artificial y la biometría con un especial enfoque en la tecnología del reconocimiento facial. Además muestra las ventajas de utilizar el reconocimiento facial y las posibles aplicaciones que pueden ser desarrolladas con esta tecnología. También se solventan varias interrogantes concernientes al estudio, limitaciones y delimitaciones de la utilización esta tecnología.

Un sistema eficiente es aquel que es capaz de identificar personas, interpretar sus acciones, y reaccionar adecuadamente. Por lo tanto, una de las partes más importantes de los sistemas eficientes es el disponer de un sistema de identificación de personas que no dependa de la intervención humana para su correcto funcionamiento.

Los programas de reconocimiento facial son ideales para este tipo de sistemas ya que son rápidos, baratos y discretos, si se combinan con sistemas de reconocimiento de voz y dactilares se convierten en sistemas muy robustos frente a posibles intentos de violación de la seguridad. Además, dado que los seres humanos se reconocen entre sí principalmente por sus rostros y voces, al crear sistemas semejantes harán que se sientan cómodos interactuando en un entorno que realice lo mismo.

El proyecto se enfoca principalmente en el análisis de imágenes de rostros humanos con el propósito de identificar datos como: la distancia entre los ojos, la longitud de la nariz, el ángulo de la mandíbula, etcétera; con el propósito de crear un archivo que servirá como muestra al momento de identificar la identidad de un rostro específico.

Utilizando estas muestras, el sistema las compara unas con otras y produce los puntos nodales que miden la similitud de las imágenes.

Las fuentes de donde se obtienen las imágenes para el reconocimiento facial son: capturas de cámaras de video, video streaming; y, fotos preexistentes como las obtenidas al momento de realizar la toma de muestras.

El proyecto está orientado estrictamente al reconocimiento facial (imágenes del rostro), ya que también se puede detectar: colores, formas geométricas, objetos específicos, etcétera. Para ello se utilizarán los algoritmos de reconocimiento eigenface y fisherface.

Para realizar el reconocimiento facial se seguirán los siguientes pasos:

- Identificar el rostro humano.
- Extraerlo de la imagen descartando el resto de la imagen. En el caso de existir varios rostros en una misma imagen se analizará el primer rostro detectado.
- Se medirá los puntos trazados en el rostro (puntos nodales), tales como: la distancia entre los ojos, la forma de los pómulos y demás características.

Obviamente, un sistema de este tipo es limitado basándose en el ángulo de la imagen del rostro capturado y las condiciones de iluminación presentes.

Las nuevas tecnologías que están en desarrollo plantean crear modelos tridimensionales del rostro de una persona basándose en una fotografía digital con el fin de crear más puntos nodales para la

comparación y con ello disminuir el porcentaje de error en el reconocimiento (Tsecnet, 2016).

Los algoritmos de detección actualmente existentes no muestran un alto grado de precisión en la detección de rostros especialmente en ambientes no controlados, como por ejemplo cambios en la postura, gestos faciales, las modificaciones que las personas se realizan en el rostro de un día para el otro como lo son con los maquillajes, entre otras; modelos 3D morfológicos, redes neuronales y algoritmos de planificación han demostrado algunas mejoras en tales escenarios. Sin embargo, estos enfoques son aún débiles en la diferenciación de un par de gemelos idénticos ya que sus puntos nodales son coincidentes.

Los sistemas de reconocimiento facial son utilizados en su mayoría en países desarrollados especialmente en aplicaciones de gran escala como lo son los de identificación ciudadana, control de acceso, aplicaciones de vigilancia, aplicaciones policiales, e incluso para el inicio de sesión de sistemas operativos avanzados.

Antecedentes

El reconocimiento facial automatizado es relativamente un concepto nuevo. El cual dio sus primeras apariciones en el año 1980 con el primer sistema semiautomático para el reconocimiento facial el cual requería de un operador humano con la finalidad de localizar rasgos específicos como ojos, nariz, orejas y boca en imágenes fotográficas, para que el sistema calculara las distancias a los puntos nodales e identifique y compare con los registros existentes.

El primer proveedor de Reconocimiento Facial fue acreditado por FRVT (The Face Recognition Vendor Tests) el cual a partir del año 2000 fue el encargado de evaluar los mejores algoritmos de reconocimiento facial con lo cual marcó el inicio general de productos de reconocimiento facial comercialmente disponibles (Guðnason, 2016).

Actualmente FRVT invita a los investigadores a evaluar sus algoritmos. Este proceso ha sido útil para los investigadores y los posibles compradores para ver que métodos y algoritmos son los mejores, cuáles son sus fortalezas y debilidades, también ayuda a definir los requisitos para trabajos y mejoras futuras.

Investigadores de la Universidad Estatal de han recogido la mayor parte de los métodos y algoritmos de reconocimiento facial que han tenido los mejores resultados y los han distribuido de forma gratuita. Más adelante se revisará el desempeño de los tres métodos más principales de estas distribuciones.

Justificación del tema

El propósito de este producto tecnológico es proveer de un sistema de reconocimiento facial que obtendrá imágenes a partir de una cámara en tiempo real, el cual analizará para comprobar la autenticidad del usuario, tratando de mejorar la precisión del reconocimiento especialmente en condiciones no controladas que implican variaciones en la iluminación, las expresiones faciales, los ángulos faciales. Todo esto se lo realizara mediante la utilización de un enfoque laplacianface con mapas proyectivos lineales LPP (Localidad Preservar Proyecciones) para el reconocimiento facial.

Los objetivos del producto tecnológico en base a los requisitos funcionales planteados por el tutor incluyen lo siguiente:

- Para que los rostros de los usuarios sean enrolados (proceso de toma de muestras) en el sistema: El sistema será capaz de crear un archivo muestra tipo plantilla del rostro para cada usuario a través de un flujo de video de la cámara en forma de fotografías instantáneas en diferentes ángulos del rostro. Cada plantilla del rostro contendrá una extracción de las partes faciales como las distancias entre: la nariz, la boca, los ojos, etc... Esta plantilla creada será utilizada en las pruebas de detección posteriores, así como también en pruebas de comparación y reconocimiento con diferentes rostros de sujetos a prueba.
- Para poder proporcionar detección de rostros y seguimiento de los movimientos: el sistema será capaz de diferenciar únicamente el rostro discriminando el resto del cuerpo para posteriormente utilizarlo en el reconocimiento facial. Esto se realizara a través de la captura del flujo de entrada de video de la cámara en tiempo real, por lo tanto el rostro será detectado aun cuando el sujeto se encuentre en movimiento utilizando el módulo de seguimiento de rostros.
- Para permitir a los usuarios autenticarse a través del módulo de reconocimiento facial y la autenticación de dos formas: El sistema será capaz de comparar las muestras o plantillas creadas en el proceso de enrolamiento y dar un nivel de seguridad al realizar el reconocimiento facial, también el sistema rechazara los rostros detectados que no coincidan con muestras previamente obtenidas; y por lo tanto tomar una decisión ya sea positiva o negativa al momento de autenticar al usuario.

El uso de medios tradicionales de logueo también podrán complementar el reconocimiento facial con el fin de mejorar la seguridad.

- Para mejorar la precisión del reconocimiento facial: La precisión de detección del rostro y del reconocimiento facial se puede mejorar mediante la toma de diversas muestras con ángulos diferentes al momento de realizar el enrolamiento en escenarios controlados, es decir donde exista suficiente iluminación y las poses del usuario sean las normales. El uso de algoritmos eficaces como los Laplacianfaces con mapas proyectivos lineales (Locality Preserving Projection) ayudarán a mejorar la precisión y nivel de seguridad.

Objetivo general

Realizar el procesamiento de imágenes a partir de muestras de imágenes provistas de una cámara en tiempo real utilizando visión artificial.

Objetivo específico

- a) Realizar el estudio de un sistema automatizado que permita identificar rostros previamente muestreados, mediante el reconocimiento facial utilizando visión artificial, y aplicarlo en un sistema biométrico facial.
- b) Realizar el reconocimiento facial mediante una cámara en tiempo real.
- c) Realizar un muestreo de imágenes con personas a ser identificadas.
- d) Realizar el estudio un sistema para la identificación de personas mediante sus rasgos faciales

CAPÍTULO 1

ESTADO DEL ARTE

1.1 Marco referencial

Previo al desarrollo del sistema de Reconocimiento Facial se realizará una investigación para la identificación de otras obras en campos concernientes. Ya que esto conduce a problemas, oportunidades y posibilidades de investigación que han sido pasados por alto por otros investigadores. En el caso de este proyecto se utilizará una biblioteca de visión artificial llamada OpenCV para lo cual se realizará una revisión de la documentación oficial concerniente al campo específico del control de acceso con el objetivo de identificar las oportunidades que han de ser aprovechadas y los problemas que pueden ser resueltos con esta tecnología.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Visión global

A nivel mundial especialmente en los países desarrollados los sistemas de reconocimiento facial se despliegan en aplicaciones como: identificación ciudadana a gran escala, aplicaciones de vigilancia, las aplicaciones relacionadas con la ley tales como la identificación de los delincuentes en los aeropuertos, inicios de sesión de algunos sistemas operativos, el control de acceso a sistema de almacenamiento de información, y entre muchas otras aplicaciones. Diversos enfoques o algoritmos de reconocimiento facial han estado en uso en todo el mundo implementando este tipo de tecnologías, algunos de ellos incluyen algoritmos como: Eigenfaces, Análisis de

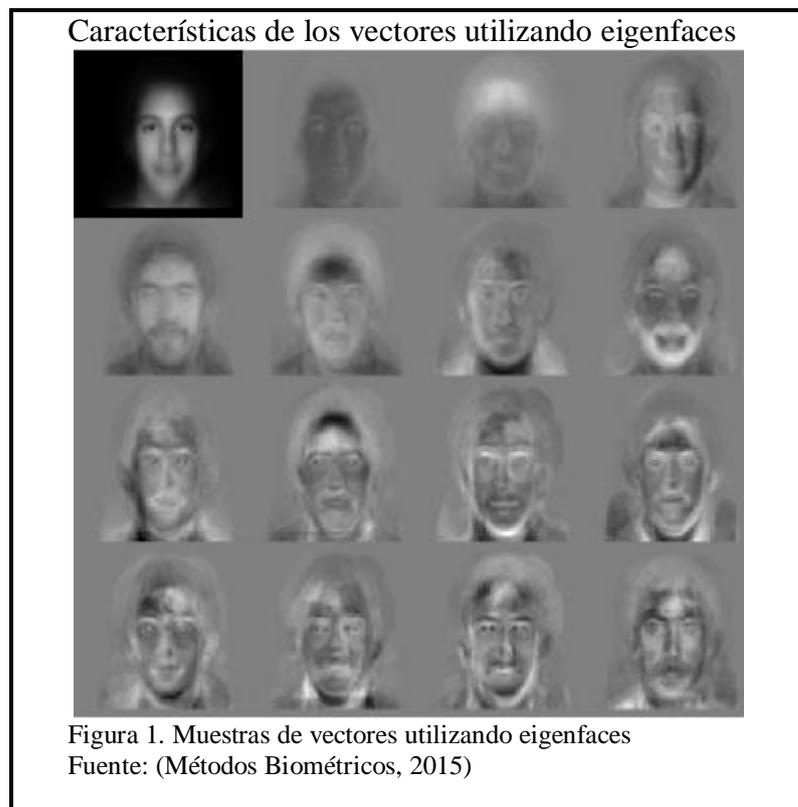
los Principales Componentes (PCA), análisis discriminante lineal (LDA), Apoyo Vector Machine (SVM), Modelos Hiden Markov (HMM), entre muchos otros. La mayoría de estos algoritmos utilizan matrices y técnicas de probabilidad y estadística para extraer y analizar las partes del rostro.

Según el Consejo Nacional de Seguridad de los Estados Unidos (NSTC), Subcomité de biometría, los enfoques predominantes para el reconocimiento facial son: geométrica (función basada) y fotométricos (vista basada). Debido al aumento de la demanda en la investigación de este campo, se han evaluado diferentes algoritmos, en la que tres de ellos han sido destacados en la tarea del reconocimiento, esto son: PCA, LDA, y EBGM; los cuales se analizan a continuación.

Análisis de componentes principales (Principal Component Analysis, PCA)

El análisis de componentes principales hace referencia a las particularidades faciales del individuo, siendo una técnica desarrollada en el año 1998 por los investigadores Kirby & Sirovich, en el análisis de componentes principales es de vital importancia que tanto el sondeo como las imágenes posean el mismo tamaño, siendo normalizadas con anterioridad de tal forma que los ojos y la boca queden alineados en las imágenes de modo que se establezca un patrón diferencial para los individuos, con la reducción de dimensiones se logra captar solamente aquella información facial no correlativa definida como Eigenfaces. A través de las imágenes faciales se establece una suma ponderada, la cual se traduce en una memoria que desarrolla un conjunto de una dimensión, es decir se

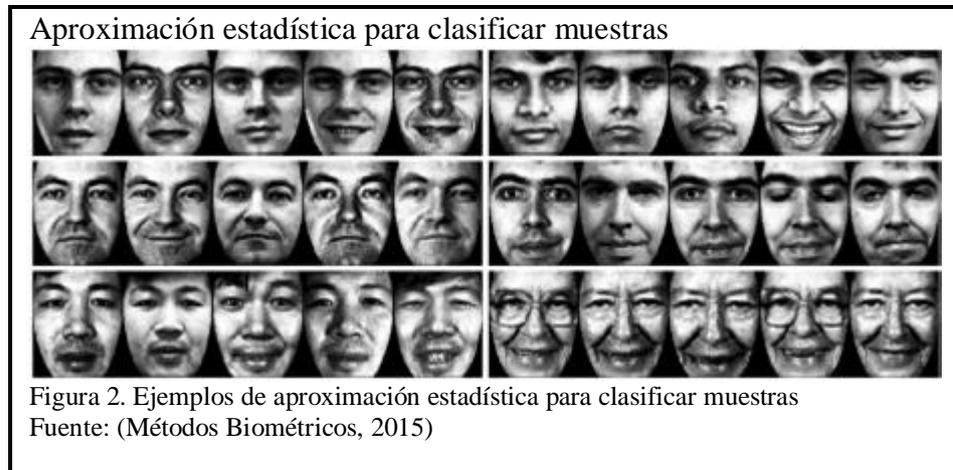
logra una imagen detallada de los rasgos y características del individuo que la hacen irreplicable, la cual se justifica en la teoría de puntos nodales, es decir vectores de rasgo, el PCA demanda una imagen facial total para lograr un pleno rendimiento, teniendo como principal ventaja el resumen de datos para lograr una identificación efectiva en la proporción de 1/1000 (Métodos Biométricos, 2015)



Análisis lineal discriminante (Linear Discriminant Analysis, LDA)

El Análisis lineal discriminante se revela como la aproximación estadística capaz de lograr una clasificación efectiva de datos con la tendencia de maximizar la varianza entre clases, minimizándose la varianza específica de cada clase, es decir de cada usuario, la figura detalla las especificaciones y variaciones entre clases, es de destacar que al abordar datos faciales de alta dimensión dicha técnica carece de

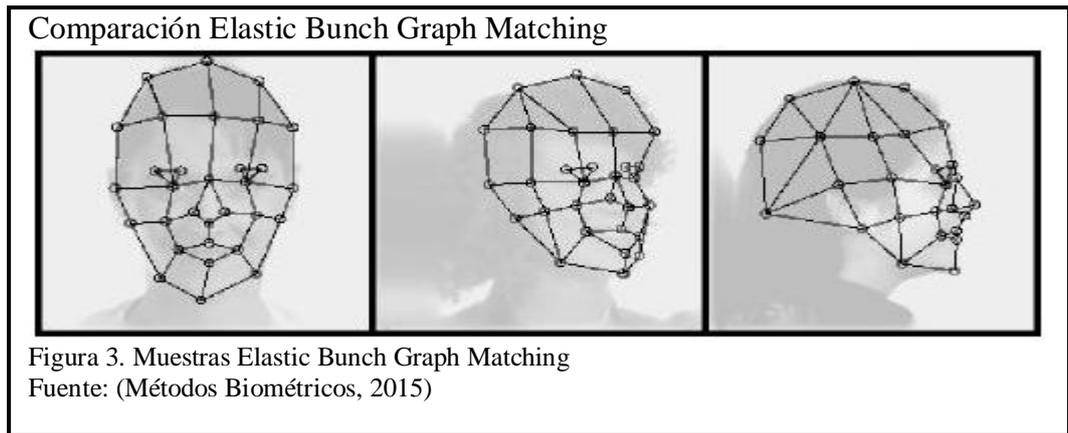
efectividad en las muestras de tamaño pequeño en comparación con la dimensionalidad del espacio de muestra (Métodos Biométricos, 2015).



Correspondencia entre agrupaciones de grafos elásticos (Elastic Bunch Graph Matching, EBGM)

La correspondencia entre agrupaciones de grafos elásticos, es aquella que aborda las imágenes faciales reales tomando en cuenta las variaciones como la iluminación y expresión, creándose un enlace dinámico, el cual proyecta el rostro sobre la planilla elástica, la cual es capaz de captar la imagen circundante de un píxel.

Como resultado se logra una imagen el filtro de Gabor, la cual detecta al detalle las características de la misma tomándose como premisa la respuesta del filtro Gabor a los diferentes nodo Gabor, dicho método es capaz de revelar con claridad el perfil del objeto tomado como muestra, siendo su mayor dificultad el encontrar puntos de referencia precisos de modo que dicho método eleva su efectividad al combinar los métodos PCA y LDA (Métodos Biométricos, 2015).



1.2.2 Perspectiva regional

A nivel regional, el reconocimiento facial se ha utilizado sobre todo en América del Norte para proporcionar control de acceso a edificios. KIMALDI es un ejemplo de una empresa con sede en Estados Unidos de América que ofrece soluciones biométricas incluyendo sistemas de reconocimiento facial. Según el estudio del caso KIMALDI tiene una filosofía de negocio que gira en torno a la prevención de actividades fraudulentas tales como el acceso no autorizado a las zonas restringidas, la captura facial y reconocimiento de personas que participan en actos de vandalismo, el espionaje industrial, entre otras amenazas. Su sistema utiliza la función de Análisis (LFA) algoritmo y Visionics tecnología local para el reconocimiento facial.

Sin embargo, los mejores algoritmos y más precisos que se han desarrollado en los últimos años son modelos 3D morphable, y redes neuronales que supera el algoritmo de LFA especialmente en escenarios no controlados. Por lo tanto, aprovechando las tecnologías actuales es significativa la precisión con la que se realiza el reconocimiento facial.

1.2.3 Perspectiva local

A nivel local, el reconocimiento facial aún no ha sido identificado como un estándar en los diversos campos. Esta tecnología se utiliza sobre todo en el plano individual, especialmente para el inicio de sesión de algunos computadores actuales donde la seguridad es esencial. Sin embargo, en edificios como el Consejo de la Judicatura ya se ha implementado sistemas de reconocimiento facial con el objetivo de llevar un control de asistencia de los funcionarios.

1.2.4 Resumen / Conclusión

Los tres enfoques para resolver problemas de reconocimiento descritos anteriormente son los que se encuentran más ampliamente documentados en todo el mundo actualmente. En este proyecto se pondrá en uso el enfoque Laplacianfaces desarrollado por Xiaofei. Este algoritmo hace uso de LPP (Locality preserving projections) para mejorar la eficiencia de la detección y el reconocimiento.

Teóricamente, en base a las pruebas realizadas en la Universidad de Yale, PIE y MSRA (bases de datos de rostros capturados), el enfoque Laplacianfaces puede aumentar la precisión del reconocimiento en condiciones no controladas en aproximadamente un 25% a través de comparar las tasas de error, dimensiones del rostro y subespacio (universo de muestras de rostros) en diversas bases de datos. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es ver cómo este enfoque puede ser explotado para resolver el problema del reconocimiento automático del rostro y al mismo tiempo mejorar el nivel de precisión sobre todo en condiciones no controladas.

CAPÍTULO 2

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo se centra en la identificación de los distintos beneficiarios del proyecto, los diversos métodos utilizados para el muestreo, recolección, análisis de los datos y el lenguaje de programación para el desarrollo del sistema. También proporciona un plan simple de pruebas para el sistema.

2.1 Análisis

El mundo de hoy se está moviendo mucho hacia la tecnología y con ello la creciente necesidad de seguridad informática, la cual requiere cada vez más de sistemas eficientes para mantener, mejorar y simplificar nuestro día a día en cada una de las operaciones, así como proporcionar medios seguros de almacenamiento de datos donde usuarios maliciosos no puedan tener acceso.

Por lo que haciendo uso de una metodología se pretende cubrir las necesidades del beneficiario del proyecto (Usuario final), la aplicación de las distintas fases y métodos ayudará a simplificar la recopilación de datos, analizar la funcionalidad del sistema y la interacción de los diversos componentes entre sí.

2.1.1 Muestra (Objetivo Grupal)

El sistema de reconocimiento facial será diseñado para funcionar como un prototipo de un sistema de administración de cuentas de usuario. El sistema se ejecutará a través de una estrategia paralela para analizar su eficiencia y precisión.

Con esta estrategia paralela que consiste en hacer uso del sistema de reconocimiento facial y los medios tradicionales de autenticación que son nombres de usuario y contraseña brindarán un nivel más alto de certeza en el reconocimiento.

El sistema requerirá que el usuario administrador cree la cuenta de un usuario normal y lo someta a un proceso de toma de muestras en la cual se tomaran 20 fotografías en distintas formas con el fin de mejorar la eficiencia al momento de realizar el reconocimiento.

Si la evaluación muestra resultados positivos, el sistema estará destinado a ser de código abierto donde otros desarrolladores e investigadores tendrán libre acceso al código e información con el objetivo de utilizar o mejorar el sistema, así como integrar el sistema a otras aplicaciones que requieran medios sofisticados y mejoras de la autenticación.

2.1.2 Método de muestreo

El tipo de muestreo que se utilizará para este proyecto será el aleatorio con el fin de seleccionar los 20 individuos que estarán dispuestos a participar en el proceso de retroalimentación del sistema y con ello cumplir las perspectivas del proyecto.

Los mismos individuos se utilizarán durante todas las pruebas que el sistema así lo amerite. Esta técnica de muestreo es la más adecuada para este tipo de proyectos ya que sus elementos no están limitados por ningún tipo de características demográficas como el sexo, la edad, entre otros; que es el caso del muestreo estratificado.

Cualquier estudiante o individuo puede participar ya que este proyecto apunta a influir en cómo las personas tienen acceso a los diversos sistemas que interactúan diariamente.

2.1.3 Método de recolección de datos

Para que el proyecto sea válido necesita estar sustentado en información verificable, que responda a lo que se pretende demostrar con hipótesis. Para ello se realizará un proceso de recolección de datos en forma planificada y teniendo claros los objetivos sobre el nivel y profundidad de la información a recolectar.

En este proyecto se utilizaran los siguientes métodos de recolección de datos:

- a) Fuentes Primarias
- b) Fuentes Secundarias

Se utilizara las fuentes primarias para obtener datos directamente de los usuarios del sistema, mientras las fuentes secundarias para obtener datos pre-elaborados, como pueden ser datos obtenidos de cálculos estadísticos, e investigaciones en internet.

2.1.4 Exploración de documentos

La exploración de documentos es el proceso de pasar por una serie de obras literarias que han sido realizadas por otros autores; revisar sus pensamientos, ideas y opiniones hacia un tema en particular.

La cual consiste en los siguientes instrumentos:

- a) *La lectura de la documentación oficial*

En las lecturas de las páginas oficiales, se puede tener una mejor idea de cómo desarrollar un sistema eficiente y como utilizar los métodos de clasificación de datos, incluyendo un profundo entendimiento de los diversos algoritmos matemáticos, así como temas relacionados a las probabilidades y matrices que serán de utilidad durante las pruebas del sistema. Será también de ayuda para encontrar nuevas ideas sobre la forma y estructura que tendrá el producto final.

b) Investigación de Internet

Aquí es donde se investigará en línea para reunir toda la información acerca de los sistemas relacionados y sus aplicaciones. Esto permitirá dar paso a nuevas ideas.

c) Exploración de las bibliotecas digitales

Esto implicar el uso del Internet para acceder a las bibliotecas en línea la cual brinda grandes colecciones de diversos artículos relacionados con el desarrollo del sistema de reconocimiento facial automatizado, y con ello hacer uso a las facilidades que brinda la universidad para acceder a bibliotecas virtuales.

2.1.5 Análisis del sistema y método de diseño

XP también llamado Programación Extrema es una metodología de desarrollo de sistemas utilizado para planificar, analizar, diseñar e implementar. Esta metodología generalmente incluye cinco (5) principales pasos que se detallan a continuación:

- d) Sistemas fase de planificación
- e) Sistemas fase de análisis y diseño
- f) Sistemas fase de codificación

- g) Sistemas fase de pruebas
- h) Operación de sistemas, soporte (opcional)

Al finalizar nuestro proyecto utilizando rigurosamente la metodología XP se tendrá como resultado un producto estable y entregado en los plazos previstos.

Una de las fases más importantes es el diseño y análisis que incluyen los diagramas de flujo de datos, casos de uso, diagramas de secuencia y Diagramas Entidad Relación, esquema de la base de datos.

2.2 Metodología

2.2.1 Metodología Extreme Programming Extreme Programming(XP).

Dicha metodología posee un desarrollo ligero enfocada en prácticas óptimas que garantizan el desarrollo de aplicaciones y al mismo tiempo se garantiza una relación del equipo de trabajo con el usuario.

El uso de la metodología XP, se basa en la experiencia del usuario para la especificación de requerimientos, donde el usuario final especifica las funcionalidades que debe tener el sistema.

2.2.2 Razones para utilizar la metodología XP.

Muchos de los proyectos fracasan, porque exceden los plazos previstos para su entrega, y esto conlleva a superar el presupuesto, además no se ajustan a las necesidades del usuario final, presentando una calidad deficiente y por lo tanto inutilizable.

La presente investigación se enfoca en dicha situación haciendo uso de una metodología efectiva, la cual se caracteriza por lograr dar una respuesta efectiva a los diferentes intereses y necesidades del usuario, garantizándose una identificación veraz, susceptible a brindar una respuesta inmediata ante cualquier tipo de transformación y adaptándose plenamente a las exigencias del cliente.

2.2.3 Fases de XP

Es de destacar que la programación externa puede ser dividida en cuatro fases, las cuales son:

Planificación: es la etapa o fase en la que se establece un intercambio con los elementos que intervienen en el proyecto, realizándose encuentros con el tutor encargado de la dirección de la investigación.

Diseño: Una de las principales características de la metodología XP es el uso de diseños simplificados, de modo que se logre la mejor información partiendo de premisas sencillas y de fácil comprensión, a través de las cuales se economice tiempo y recursos.

Desarrollo: Constituye la etapa crítica en la metodología XP en la que se simplifica el programa pero a su vez se garantiza su plena funcionalidad, lográndose una codificación específica de los requerimientos captados.

Pruebas: En esta fase se verifica la plena disposición del sistema a través de pruebas funcionales en las que se pueda detectar cualquier tipo de error que afecte el sistema.

2.3 Instrumentos

El lenguaje de programación utilizado en el desarrollo de todo el sistema es Java, para el módulo de reconocimiento facial se utilizará la librería java OpenCV, El NetBeans IDE 7 será utilizado como editor de código fuente para el desarrollo de los distintos subsistemas y módulos. Microsoft Windows 7 de 32 bits ha sido utilizado como la plataforma de pruebas. Sin embargo, el sistema también será orientado para cualquier plataforma que soporte Java Runtime Environment 7.

2.3.1 Plan de pruebas para el sistema

El sistema se pondrá a prueba a través de tres pasos principales que incluyen el módulo de pruebas unitarias, pruebas de rendimiento, y finalmente las pruebas del sistema.

Pruebas unitarias: Se trata de las pruebas a los distintos componentes del sistema. En este caso, la prueba que se realizará a los módulos inscripción, detección y gestión de cuentas de usuario.

Pruebas de Rendimiento: Prueba de la eficacia y la precisión de la detección y el reconocimiento.

Pruebas del Sistema: Prueba de la funcionalidad general del sistema verificando que todos los módulos trabajen correctamente y sincronizados.

CAPÍTULO 3

PROTOTIPO – SIMULACIÓN

El capítulo se enfoca en aplicar las diversas técnicas de análisis y diseño de sistemas que ayudarán a visualizar cómo el sistema funcionará después de la implementación, además cómo será su funcionamiento interno, su interacción con los usuarios, y si se obtiene los resultados esperados.

Algunas de las técnicas utilizadas incluyen casos de uso, diagramas de actividad, diagramas de flujo de datos, diagramas de clases, y el diagrama entidad-relación. Pero previo a esto se debe entender los requisitos funcionales y no funcionales para el sistema con el fin de servir de base para el diseño del sistema.

3.1 Requisitos funcionales

Para que el sistema acepte los datos de forma correcta, los procese, almacene, y proporcione la salida correcta de manera oportuna, los requisitos funcionales para el sistema tienen que estar cubiertos en su totalidad. El Sistema Biométrico de reconocimiento facial debe cumplir con los siguientes requisitos funcionales:

- a) El administrador debe ser capaz de crear, ver y eliminar cuentas de usuario con o sin registros.
- b) Cada registro representa información sobre una persona y contiene una imagen de su rostro.
- c) El registros consiste en:
 - Nombre.

- Apellido.
- Teléfono.
- Dirección (ciudad, calles).
- Imagen Rostro
- Número de identificación (Cédula).

- d) El sistema será capaz de capturar la imagen del rostro proveniente de una entrada de video, como una cámara web y realizar la búsqueda de un rostro coincidente en la base de datos y mostrarlo en los resultados.
- e) El usuario puede ser capaz de ver la información de su registro completamente una vez que es asignado el rol de acceso al sistema de información.
- f) El sistema también puede hacer un filtro de eliminación del ruido en las imágenes.

3.2 Requisitos no funcionales

A fin de que los requisitos funcionales lleguen a realizarse, los requisitos no funcionales son importantes ya que proporcionan la base para el funcionamiento real del sistema. Los requisitos no funcionales para el sistema son:

- a) Los registros se mantienen en una base de datos.
- b) Cada registro se le asigna un identificador único (id-número).
- c) El administrador es capaz de recuperar datos del usuario y administrarlos, mediante la introducción de un id o nombre.

- d) Las imágenes son pre-procesadas e ignoran las partes irrelevantes, esto significa localización y normalización del entorno del rostro.
- e) El rostro debe ser localizado mediante la detección de límites internos y externos que remarcan el área del rostro detectado.
- f) Para mejorar el rendimiento, la base de datos incluye una imagen transformada (muestra) por el algoritmo LPP para cada registro, es decir, la plantilla debe estar lista cuando se lo necesita.
- g) La base de datos se desarrollará utilizando SQLITE MAESTRO

3.3 Diagramas

3.3.1 Diagramas de Caso de Uso

Estos son diagramas en los que se visualizan la relación o interacción entre los usuarios del sistema y el sistema mismo. Un caso de uso se compone de los actores que son usuarios, las asociaciones que son las relaciones, y los casos que son las actividades y las operaciones realizadas por el usuario o invocados por un módulo en el sistema.

En este caso, el sistema de reconocimiento facial automatizado tiene sólo dos actores que son el usuario (que tiene bajo nivel de acceso) y el administrador (que tiene un alto nivel de acceso), como se lo puede visualizar en las siguientes imágenes:

Diagrama del proceso de agregar y eliminar un usuario

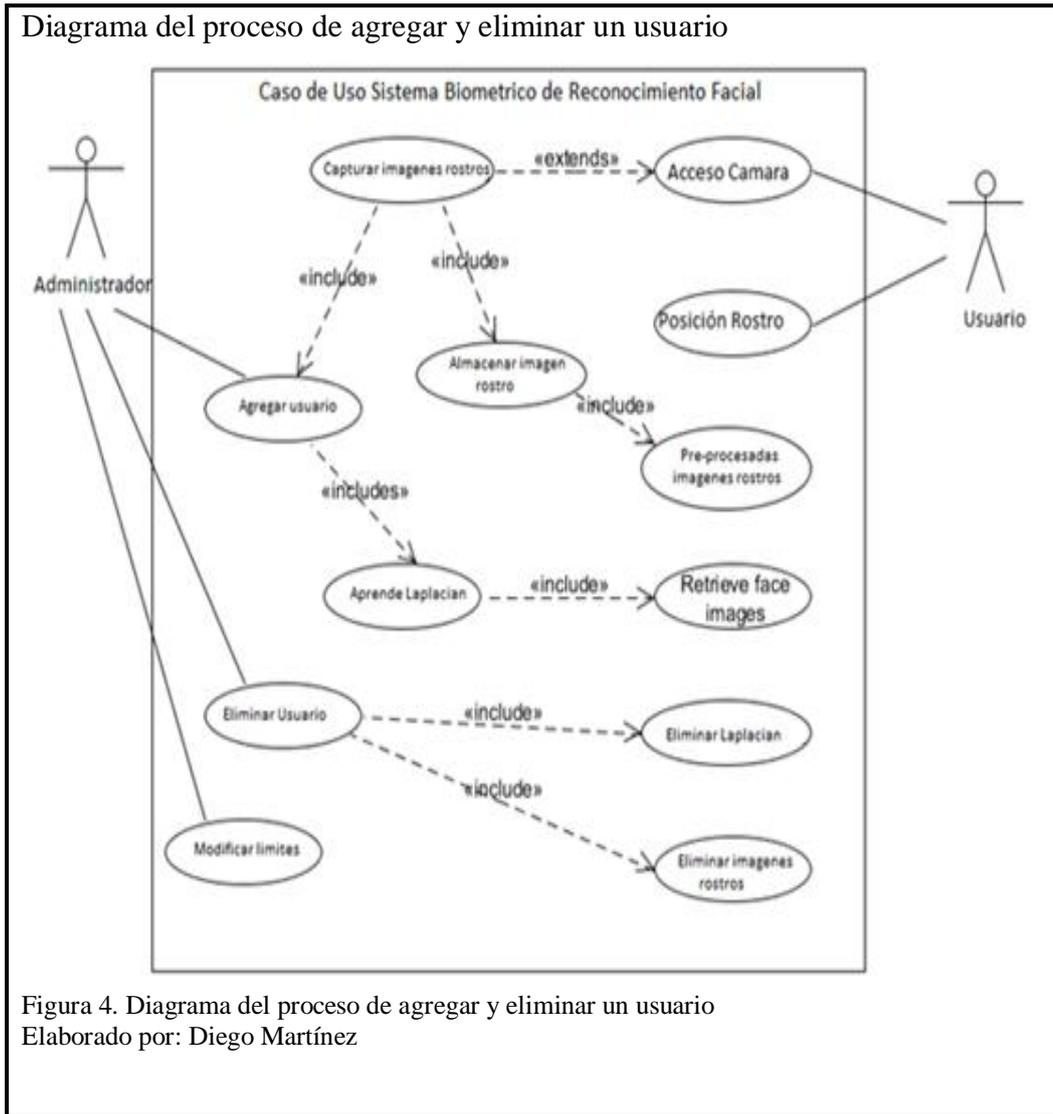
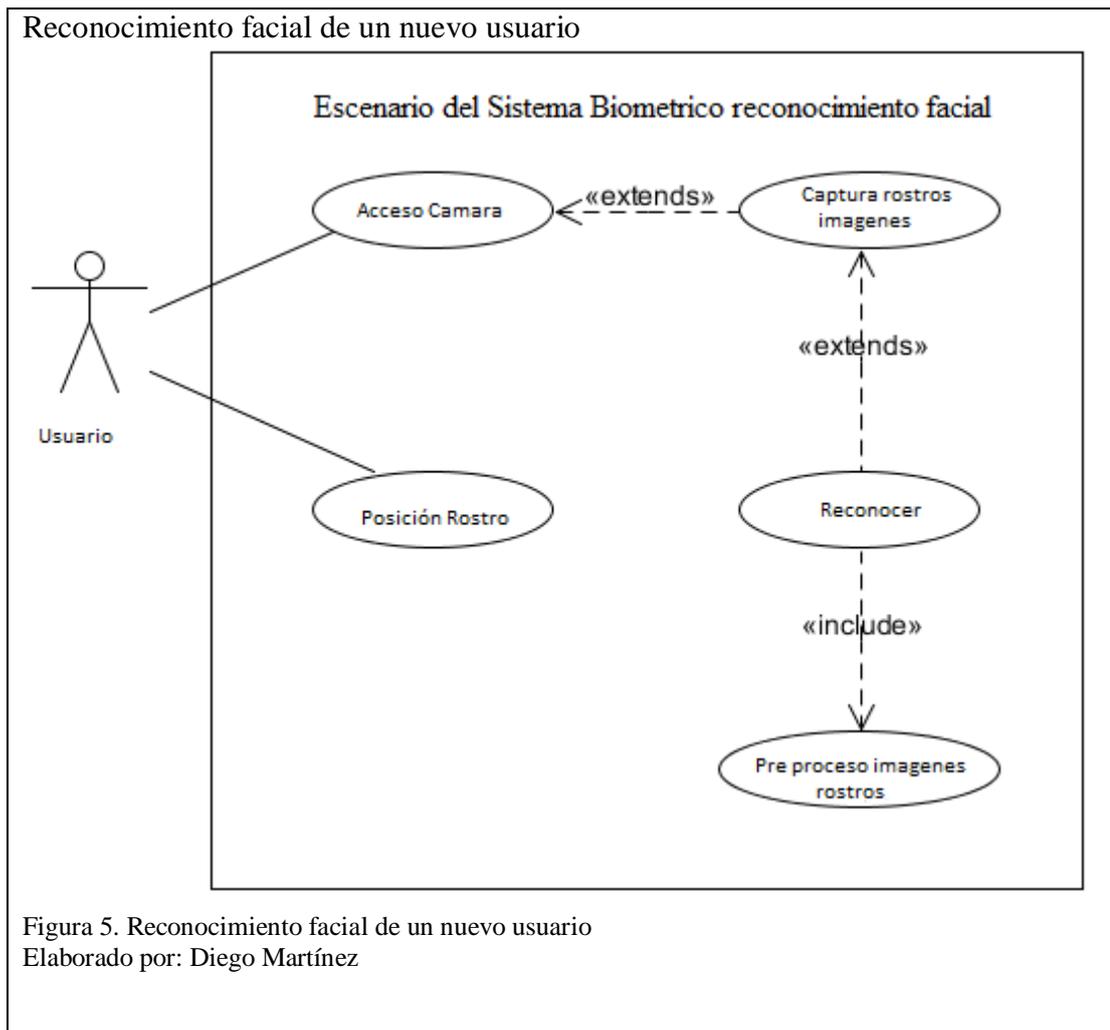


Figura 4. Diagrama del proceso de agregar y eliminar un usuario
Elaborado por: Diego Martínez

En este diagrama se muestra como se agrega y remueve un usuario. En este diagrama sólo hay dos tipos de actores o usuarios que interactuarán con el sistema. Se trata principalmente de un administrador y un usuario normal. El administrador es un usuario del sistema que va añadir y eliminar otros usuarios que deben ser reconocidos por el sistema a través de una interfaz gráfica de usuario.

El nuevo usuario que será un integrante del sistema necesita previamente ser enrolado mediante el ingreso de datos y captura del rostro por parte del administrador.

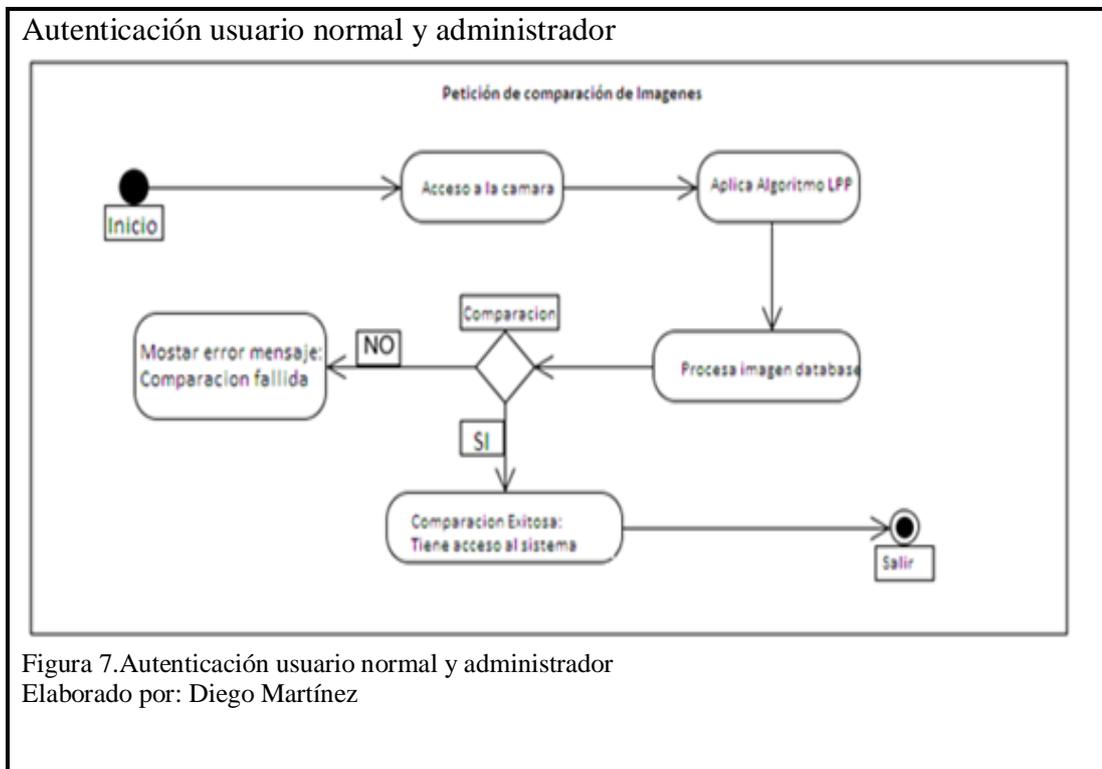
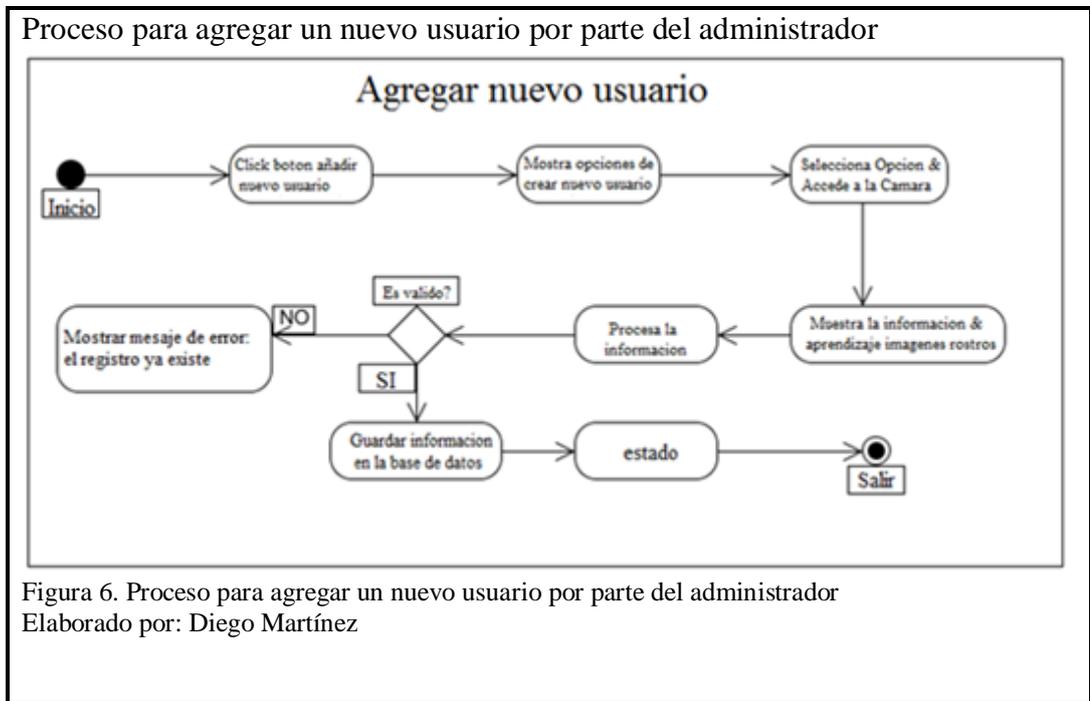


En este diagrama, se muestra como el sistema reconoce a un usuario que ha sido agregado, para ser enrolado por el sistema mediante el uso de una cámara y una interfaz gráfica de usuario que contiene una ventana de vídeo en tiempo real. La ventana es utilizada por el usuario para ayudar a posicionar los rostros de los usuarios que son capturados por el sistema.

3.3.2 Diagramas de actividad

Un diagrama de actividad es un modelo que muestra paso a paso las actividades del usuario en los diferentes escenarios. Ayuda a mostrar con eficientes interfaces de usuario como cada usuario interactúa con el sistema. En este caso, los diagramas de

actividad muestran los dos tipos de usuarios el administrador y el usuario común como se puede observar en las siguientes imágenes:



Eliminación de cuentas de usuario

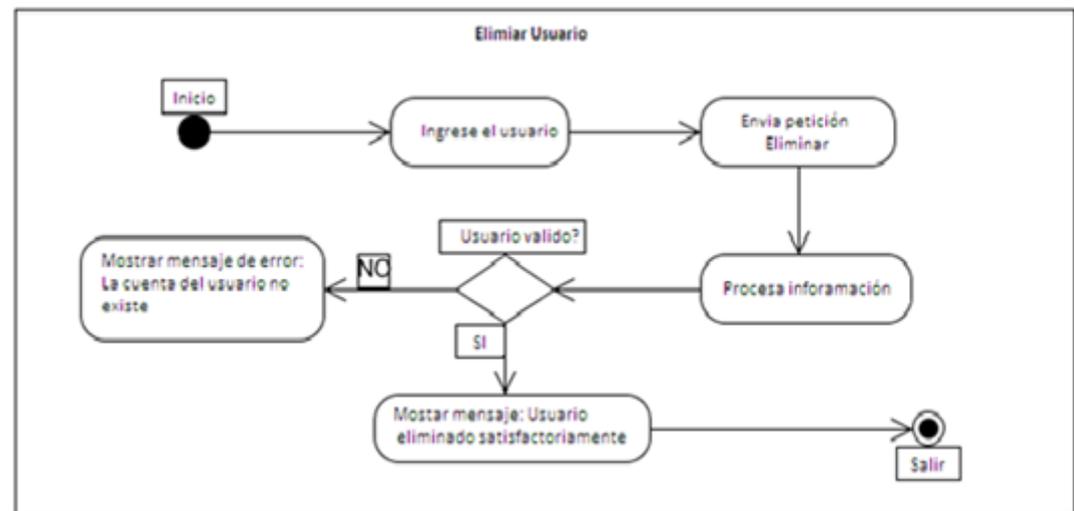


Figura 8. Eliminación de cuentas de usuario
Elaborado por: Diego Martínez

La primera actividad es llamada en el proceso de insertar un nuevo usuario. En este caso, el administrador puede enrolar dos cosas los datos personales y la fotografía del usuario. La cámara es utilizada para capturar las imágenes de muestra. Si la información concerniente a un usuario en particular ya existe, el sistema mostrará un mensaje de error.

La segunda actividad es la llamada de petición de comparación. En este caso, el usuario y el administrador pueden acceder al sistema a través del reconocimiento facial. El usuario tendrá acceso a la cámara para permitir el flujo de vídeo. El algoritmo de reconocimiento facial se utiliza para que coincida el rostro que es capturado por la cámara en forma de streaming y los rostros tomados en el proceso de toma de muestras. Si no hay ninguna coincidencia, el usuario no puede acceder al sistema.

La tercera actividad es utilizada para remover el usuario. En este caso, el administrador es capaz de eliminar cuentas de usuario de la base de datos. Un ID de

usuario será proporcionado a el sistema e inicia la solicitud de eliminación. Si existe el usuario, el sistema eliminará su registro, pero si no, el sistema mostrará un mensaje de error que no existe la cuenta del usuario.

3.3.3 Diagramas de flujo de datos (DFD)

Son diagramas que muestran el flujo de los datos entre los módulos del sistema, subsistemas, usuarios y sistemas externos. Se encuentran conformados por entidades las cuales mantienen las partes externas del sistema, como son los usuarios y los sistemas externos, procesos que son las partes funcionales del sistema, los flujos de datos que son los que muestran los movimientos de los datos y su almacenamiento para mantener los datos en forma de registros en la Base de datos. En este caso DFD para automatizar el reconocimiento facial automatizado que incluye el contexto DFD (nivel 0) y el nivel DFD 1 diagramas que se muestran en las siguientes figuras:

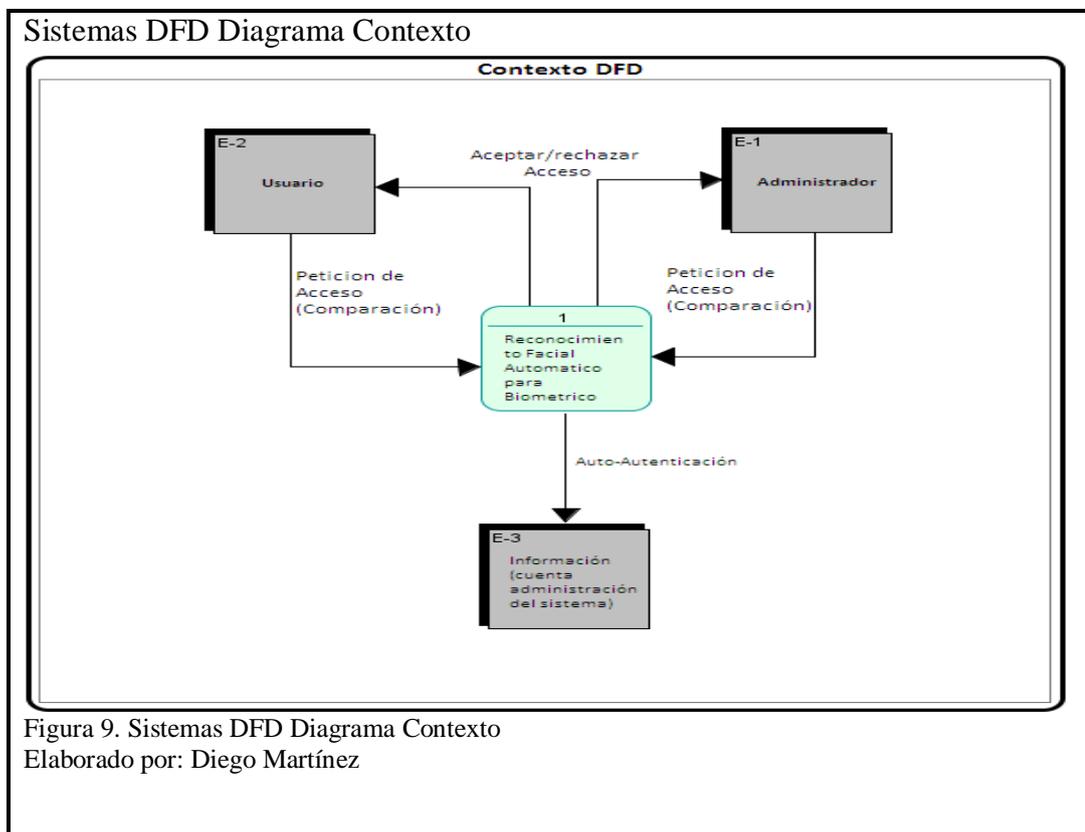
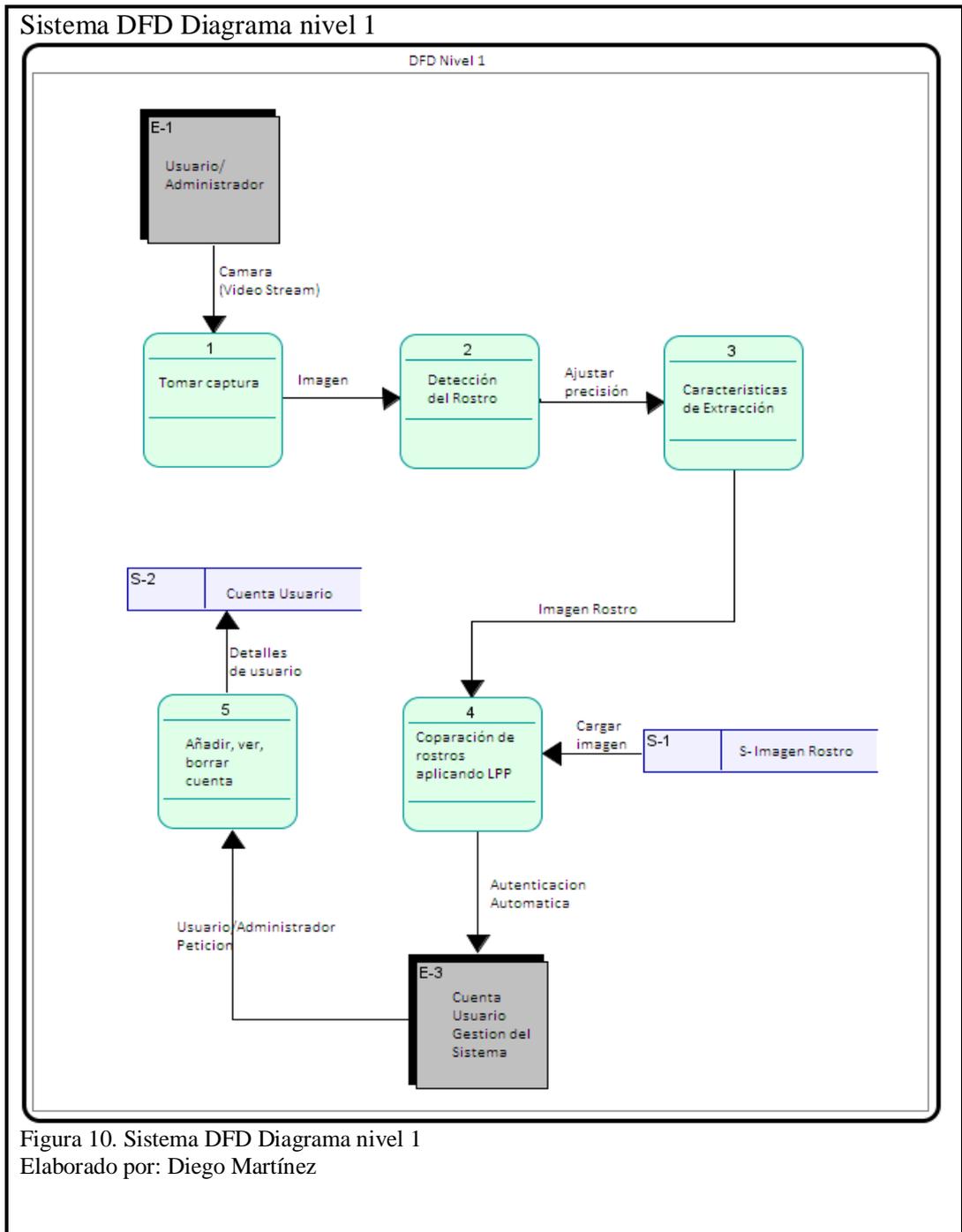


Figura 9. Sistemas DFD Diagrama Contexto
Elaborado por: Diego Martínez



En el Diagrama de sistemas DFD Contexto, se muestra el nivel de DFD 0, que se compone de tres entidades, es decir, usuario, administrador y el sistema.

Por lo tanto se puede observar que tanto el usuario y el administrador necesitan el acceso al Sistema a través del módulo de reconocimiento facial donde puede haber una aceptación o rechazo por parte del sistema. El módulo de reconocimiento facial

también proporciona la funcionalidad de auto-autenticación para mejorar la seguridad.

En el Diagrama DFD de nivel 1 se muestra como se compone de varios procesos es decir, toma de instantáneas, detección de rostros, extracción de características, comparación de rostros, añadir, ver y eliminar cuentas. Las imágenes del rostro y las cuentas de usuario forman los almacenes de datos para el sistema mientras el usuario / administrador y el Sistema forman las entidades. La detección del rostro y el algoritmo de extracción de características se utilizan para diferenciar un rostro de otros objetos en la secuencia de vídeo.

Una imagen del rostro es analizada en el proceso donde un algoritmo de reconocimiento facial es usado para calcular una única matriz de covarianza de la muestra. Múltiples muestras de rostros de un mismo usuario crean una matriz de covarianza promedio que mejora el reconocimiento. El usuario se autentica siempre y cuando exista igualdad, por lo tanto, si tiene privilegios administrativos las actividades de añadir, ver, y eliminación se habilitaran de forma automática.

3.3.4 Diagrama de Clases

Son diagramas UML encargados de representar las relaciones entre las clases que componen el sistema. Dichas clases contienen funcionalidades de varios módulos y subsistemas. En este caso, hay varias clases que componen la funcionalidad del Sistema, incluyendo las librerías importadas desde fuentes externas, interfaces de usuario, conexión a la base de datos, matriz principal para los cálculos vectoriales, principales métodos y atributos.

Diagrama de clases

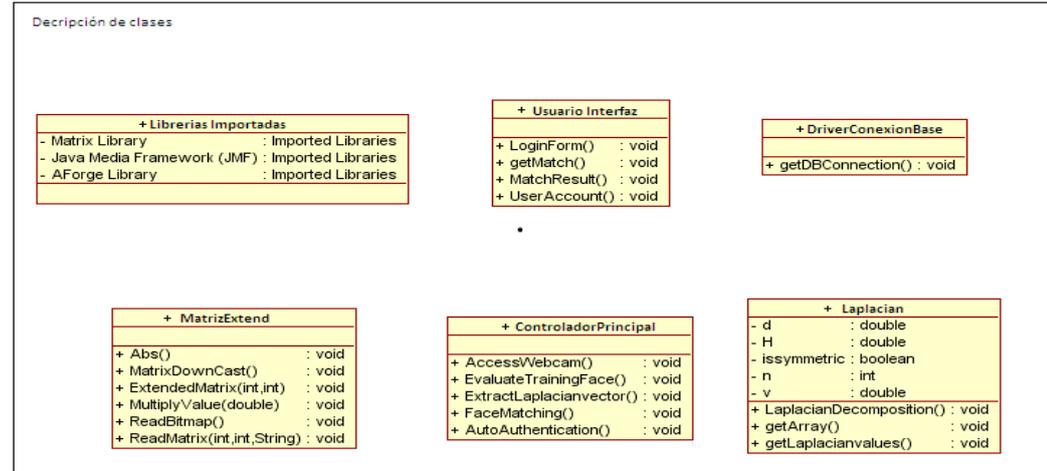


Figura 11. Diagrama de clases
Elaborado por: Diego Martínez

Diagrama de relación entre clases

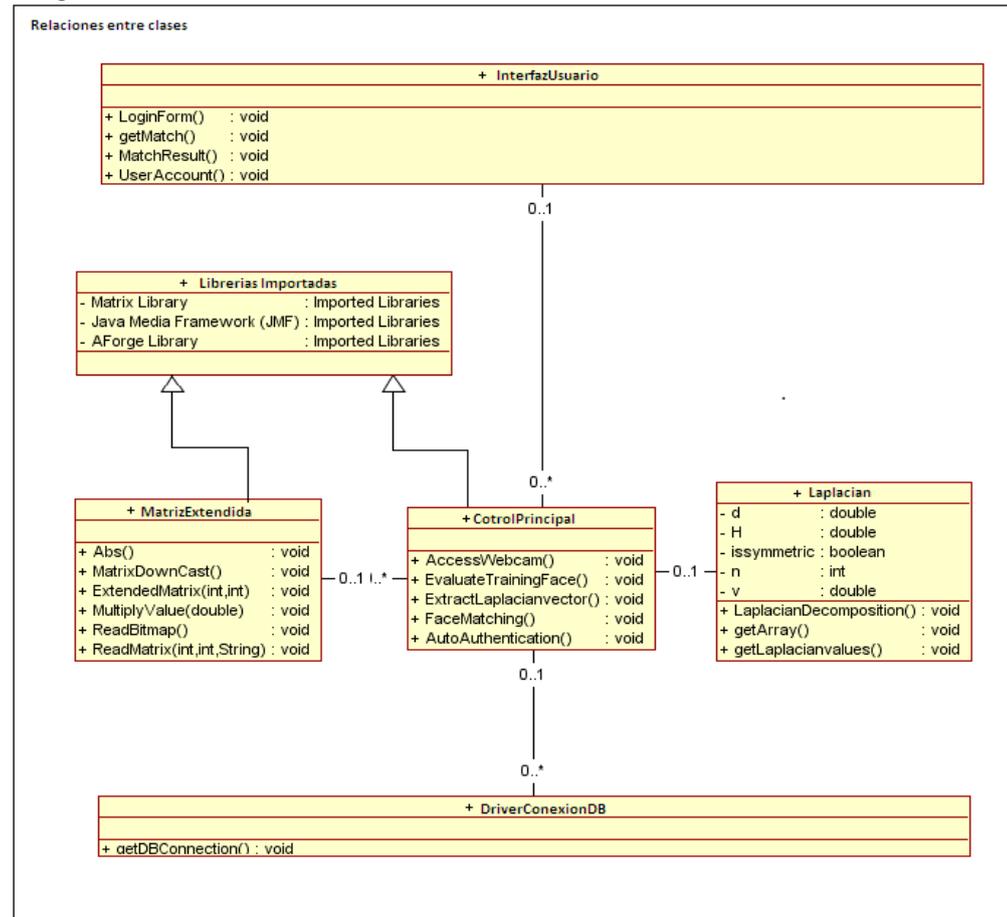
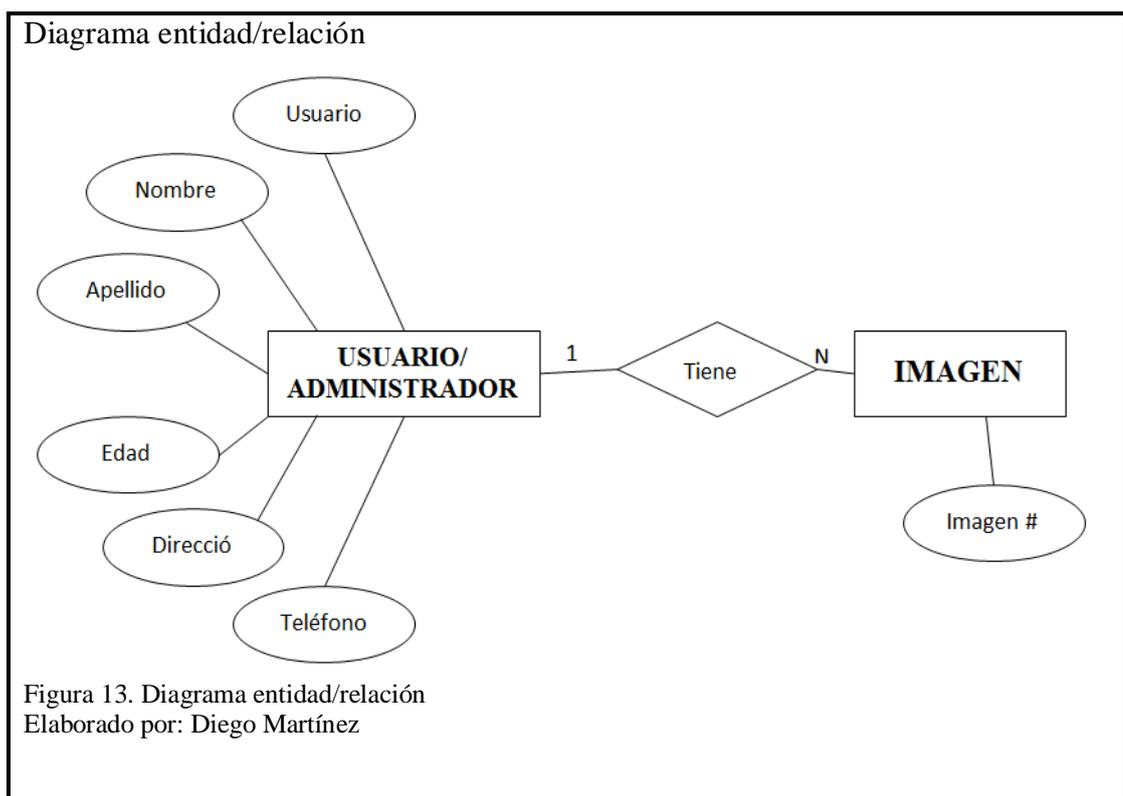


Figura 12. Diagrama de relación entre clases
Elaborado por: Diego Martínez

3.3.5 Diagrama entidad Relación

Es una técnica de modelado que muestra la relación entre diversas entidades dentro de una base de datos. Se Utiliza para presentar un modelo conceptual de datos, la forma como se almacenan y se accede a la base de datos. Se compone de entidades, relaciones y tipos de datos almacenados.

En este caso, el Diagrama Entidad Relación en su mayoría está compuesto por una tabla dentro de la base de datos manteniendo los detalles del usuario, junto con su imagen. Un diagrama entidad-relación para el sistema biométrico facial se muestra en la siguiente figura:



Basado en el Diagrama Entidad Relación, N significa un usuario ya sea Administrador o usuario normal que puede tener múltiples muestras de rostros en la Base de Datos.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

En esta etapa se presentan las pruebas pertinentes a las que es sometido el Sistema de Reconocimiento Facial de tal manera que se verifique errores y defectos que puedan existir en la simulación y el funcionamiento. Además, se describe la programación del proyecto en sus diversas etapas, siguiendo los objetivos planteados y tareas con sus respectivos tiempos de entrega, además define los recursos y herramientas que se utilizaran para la realización de los distintos módulos y tareas junto con sus costos.

4.1 Pruebas

“La prueba es un proceso que se enfoca sobre la lógica interna del software y las funciones externas. Es un proceso de ejecución de un programa con la intención de descubrir un error, no puede asegurar la ausencia de defectos; solo puede demostrar que existen defectos en el software” (CONSOLACIÓN, 2015).

4.1.1 Plan de pruebas

A continuación se describe los métodos para verificar que la solución propuesta satisface la especificación requerida y cumple con las necesidades del usuario final.

Tabla 1.
Plan de pruebas

Tipo de prueba	Descripción	Herramienta utilizada
Pruebas funcionales	Las pruebas funcionales permiten encontrar en el sistema discrepancias entre el software desarrollado y/o configurado y la especificación	No se utilizara software, debido a que este tipo de prueba verifica la implementación de los casos de uso en la solución

	funcional.	propuesta de forma manual.
Pruebas no funcionales	Las pruebas no funcionales garantizan el correcto desempeño y funcionamiento de la aplicación, lo que ayudara a tener una mejor aceptación por parte de los usuarios, enfatizando los siguientes atributos.	No es necesario utilizar software, debido a que este tipo de prueba verifica el cumplimiento de los requerimientos no funcionales de forma manual.

Nota: En la tabla se muestra el plan de pruebas para el sistema.

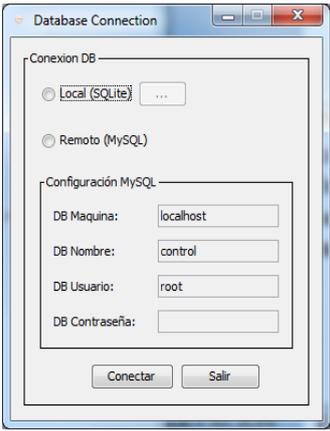
Elaborado por: Diego Martínez

4.1.2 Pruebas del sistema

Carga del sistema

Tabla 2.

Caso de prueba N° 1: correspondencia pantalla conexión con la base

CASO DE PRUEBA N°1 CORRESPONDENCIA PANTALLA DE CONECCION A LA BASE <i>Reconocimiento Facial</i>			
PUNTOS DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión : Local(SQLite) • Remoto(MySQL) • Conectar 		
CONDICION ENTRADA	SALIDA ESPERADA	SALIDA OBTENIDA	RESPUESTA PRUEBA
SELECCIONAR conexión Local(SQLite)	Un cuadro de dialogo el cual dará la opción de seleccionar la base física SQLite.	Al seleccionar una opción se habilita el botón de selección el cual permite buscar la base SQLite	Se despliega la pantalla de opciones de acceso.
Remoto (MySQL)	La habilitación de los campos para ingresar los parámetros de conexión hacia MySQL remoto.	Al seleccionar se habilito los campos para el ingreso de los parámetros de conexión hacia la base de datos MySQL.	
Conectar	Proceder a conectar con la base de datos seleccionada anteriormente.	Se despliega la carga del aplicativo señal que la conexión fue exitosa.	

			
OBSERVACION	En caso de que el sistema no encuentre la base de datos desplegará un mensaje de alerta el cual indicara el problema que se suscitó con la conexión.		

Nota: En la tabla se muestra las pruebas y la carga del sistema.

Elaborado por: Diego Martínez

Tabla 3.

Caso de prueba N° 2: Opciones de Acceso

CASO DE PRUEBA N°2 CORRESPONDENCIA PANTALLA DE ACCESO Reconocimiento Facial			
PUNTOS DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de una cuenta de administrador • Acceso con sistema de reconocimiento facial • Acceso con nombre de usuario y contraseña • Acceso con dos factores de autenticación (enfoco combinado) 		
CONDICION DE ENTRADA	SALIDA ESPERADA	SALIDA OBTENIDA	RESPUESTA PRUEBA
SELECCIONAR Configuración de una cuenta de administrador	La primera vez que el sistema es ejecutado únicamente se podrá obtener la opción de creación del usuario administrador	El sistema presenta un formulario para la creación del usuario administrador.	
Acceso con sistema de reconocimiento facial	El sistema reconoce de forma automática el rostro del usuario y le da la opción de poder ingresar al sistema.	El sistema muestra una pantalla en la que se encuentra detectando el rostro para identificarlo.	

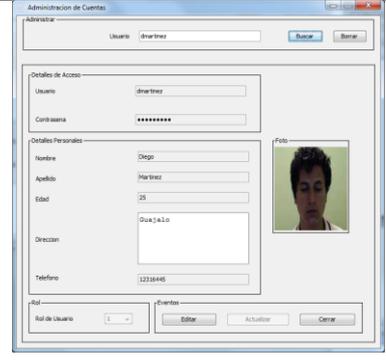
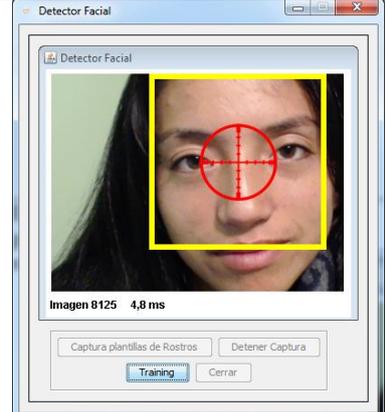
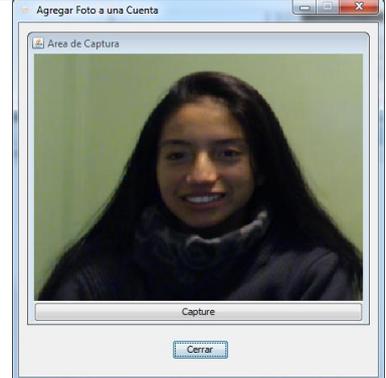
Acceso con nombre de usuario y contraseña	El sistema dará la opción de autenticación tradicional por medio de usuario y contraseña para un caso de no poseer cámara.	El sistema muestra una pantalla de ingreso de usuario y contraseña.	
Acceso con dos factores de autenticación (enfoque combinado)	El sistema mostrara dos opciones de autenticación la tradicional y el biométrico.	El sistema presenta dos opciones de autenticación.	
OBSERVACIÓN	Previo al acceso por reconocimiento facial el sistema necesita realizar el proceso de toma de muestras el cual se mostrará más adelante.		

Nota: En la tabla se muestra las opciones de autenticación que ofrece el sistema.

Elaborado por: Diego Martínez

Tabla 4.
Caso de prueba N° 3: Herramientas del sistema

CASO DE PRUEBA N°3 CORRESPONDENCIA HERRAMIENTAS DEL SISTEMA <i>Reconocimiento Facial</i>			
PUNTOS DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> ● Perfil de usuario ● Administración de Cuentas ● Training ● Reconociendo Automático ● Añadir foto de Perfil 		
CONDICION DE ENTRADA	SALIDA ESPERADA	SALIDA OBTENIDA	RESPUESTA PRUEBA
SELECCIONAR Perfil de Usuario	El sistema mostrara las credenciales del usuario que accedió exitosamente	Se muestra una pantalla con los datos del usuario actual	

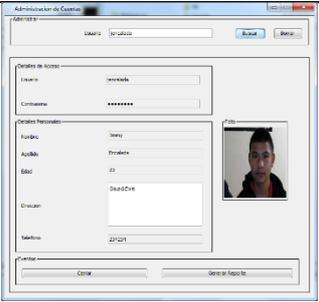
<p>Administración de Cuentas</p>	<p>El sistema presenta una opción de búsqueda de usuarios en la cual se necesitara ingresar el ID del usuario a buscar.</p>	<p>El sistema muestra los detalles del usuario buscado.</p>	
<p>Training</p>	<p>El sistema permitirá realizar la toma de muestras de rostros para la detección automática.</p>	<p>El sistema realiza el proceso de toma de muestras utilizando el reconocimiento facial.</p>	
<p>Reconociendo Automático</p>	<p>El sistema pasa a un estado de reconocimiento automático de usuarios registrados</p>	<p>El sistema reconoce de forma automática y muestra los datos del usuario.</p>	
<p>Añadir foto de perfil</p>	<p>El sistema da la opción de agregar fotos de perfil para los usuarios.</p>	<p>El sistema muestra una pantalla con la cual se puede capturar una imagen que servirá como perfil del usuario.</p>	
<p>OBSERVACION</p>	<p>Para que el sistema trabaje más eficientemente necesita tener suficiente iluminación para la captura y enfoque, caso contrario el proceso de reconocimiento es demoroso.</p>		

Nota: En la tabla se muestra las diferentes herramientas del sistema.

Elaborado por: Diego Martínez

Tabla 5.

Caso de prueba N° 4: correspondencia pantalla reportes

CASO DE PRUEBA N°4 CORRESPONDENCIA PANTALLA REPORTES <i>Reconocimiento Facial</i>			
PUNTOS DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte Usuarios • Reporte General • Reporte Individual 		
CONDICION DE ENTRADA	SALIDA ESPERADA	SALIDA OBTENIDA	RESPUESTA PRUEBA
Reporte Usuarios	Se desplegará el reporte de los usuarios registrados en el sistema.	Se muestra un reporte con los usuarios existentes en el sistema	ANEXO 3
Reporte General	Se desplegará un reporte con las descripciones, fechas y horas en que el sistema biométrico facial ha sido utilizado para el control de acceso.	Se muestra un reporte el cual muestra las actividades registradas por el sistema Biométrico	ANEXO 4
Reporte Individual	El sistema muestra una opción de búsqueda en la cual puede demostrar la actividad de un usuario específico.	El sistema muestra un ventana de búsqueda y genera el reporte. Anexo 5	
Observación	El sistema despliega los reportes un una ventana la cual permite visualizarlos o expórtalos al formato pdf.		

Nota: En la tabla se muestra la salida de los reportes del sistema.

Elaborado por: Diego Martínez

4.1.3 Verificación de los objetivos

La realización del estudio del sistema automatizado permitió identificar los rostros previamente mostrados a través del reconocimiento facial, utilizando visión artificial y aplicando un sistema biométrico facial, de tal forma que se desarrolló una

precisión en la detección de rostros y del reconocimiento fácil que permite una mejor regulación y control del personal que ingresa a la institución.

Al lograrse el reconocimiento facial a través de una cámara en tiempo real se ampliaron las capacidades de control y supervisión de entrada y salida de personal y por ende se logra una mejor disposición del mismo para lograr materializar los objetivos empresariales.

Del mismo modo se logró realizar un muestreo de imágenes con personas a ser identificadas para garantizar de esta forma la disminución de posibles errores y por ende permitir el acceso a áreas restringidas a personal no autorizado, elevándose significativamente la calidad de las medidas de seguridad de la empresa.

Finalmente es de destacar que se llevó a cabo el estudio de un sistema para la identificación de personas mediante sus rasgos faciales incrementándose el nivel de exactitud en los controles de personal y garantizándose de esta forma la inexistencia de fugas de información.

4.2 Plan de trabajo

El propósito de este proyecto de investigación es el obtener un producto de reconocimiento facial el cual verificará la autenticidad del usuario de un sistema informático, con el principal objetivo de mejorar la precisión del reconocimiento especialmente en ambientes no controlados.

Se estima que el proyecto tardará aproximadamente 22 semanas en total. Hay un total de 13 tareas que al término conducirán al logro de la meta del proyecto. Las tareas se han agrupado en cada uno de los objetivos del proyecto. Esto es como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 6.

Diseñar la base de datos del sistema y los requisitos

Objetivo 2	Para el diseño del sistema y los requisitos de base de datos			Duración	2 semanas
TAREA	COMIENZO	ACABADO	Acciones a tomar	Recursos necesarios	Entregables esperados
Modelado UML	2/3/15	3/3/15	El diseño de casos de uso, actividad y diagramas de clases	Unified Modeling Language UML	Modelos UML
Modelado de procesos de negocios	3/3/16	6/3/15	El diseño de diagramas de flujo de datos	Diagramas de flujo de datos (DFD) en ModelSphere	Modelos DFD
El modelado de datos	6/3/15	9/3/15	El diseño de la tabla de usuario y administrador, y estableció las relaciones.	Entidad Relación Diagramas (ERD) en ModelSphere	Modelos ERD

Nota: En la tabla se muestra el diseño y requisitos para el diseño de la base de datos.

Elaborado por: Diego Martínez

Tabla 7.

Estudio de las funcionalidades del sistema

Objetivo 3	Para implementar las funcionalidades del sistema			Duración	12 semanas
TAREA	COMIENZO	ACABADO	Acciones a tomar	Recursos necesarios	Entregables esperados
La creación de bases de datos	9/3/15	20/4/15	Creación de usuario y la tabla de administrador, y las relaciones.	SQLite / MySQL	Esquemas de bases de datos
Modelado de la interfaz de usuario y el diseño	20/4/15	25/4/15	Creación de ingreso, inscripción y cuentas de usuario Las interfaces de administración.	NetBeans IDE 8 y herramientas CASE	Sistema gráfico de interfaces de usuario
Sistema de codificación	25/5/15	28/5/15	Codificación diversos módulos del sistema, la detección y adaptación; las cuentas de usuario.	JMF, Matrix Biblioteca, AForge Biblioteca y NetBeans IDE 7	Módulos del sistema y subsistemas

Nota: En la tabla se muestra las funcionalidades del sistema.

Elaborado por: Diego Martínez

Tabla 8.

Para realizar las pruebas y mantenimiento

Objetivo 4	Para llevar a cabo las pruebas del sistema		Duración		2 semanas
TAREA	COMIENZO	ACABADO	Acciones a tomar	Recursos necesarios	Entregables esperados
Módulo / Unidad de Pruebas	28/5/15	2/6/15	Prueba de la inscripción, la detección y búsqueda de módulos. Representa Testing usuario módulo de gestión.	Trial corre	Todos los módulos funcionan en consecuencia
Pruebas de Rendimiento	2/6/15	9/6/15	Prueba de la eficacia y la precisión de la detección y el reconocimiento.	Trial corre	Buen rendimiento
Prueba del Sistema	9/6/15	15/6/15	Prueba de la funcionalidad general del sistema verificando que todos los módulos trabajan juntos.	Trial corre	El trabajo de todo el sistema en consecuencia

Nota: En la tabla se muestra el plan para realizar las pruebas y mantenimiento del sistema.

Elaborado por: Diego Martínez

Tabla 9.

Para finalizar la documentación y presentación

Objetivo 5	Para finalizar la documentación y presentación		Duración		1 semana
TAREA	COMIENZO	ACABADO	Acciones a tomar	Recursos necesarios	Entregables esperados
Revisión de la documentación	1/7/15	6/7/15	Finalización de la documentación y la evaluación de los diferentes capítulos	MS Word	Una documentación completa y final del sistema
Desarrollo Presentación	6/7/15	9/7/15	Finalizando el desarrollo presentación	MS PowerPoint	Una presentación completa y definitiva de PowerPoint

					para el sistema
--	--	--	--	--	-----------------

Nota: En la tabla se muestra la documentación y presentación necesarias del sistema.

Elaborado por: Diego Martínez

CONCLUSIONES

El estudio y construcción del sistema de reconocimiento facial se revela como una herramienta agilizadora y exacta en la labor de identificar rostros humanos y como resultado en el incremento de la capacidad de control y vigilancia empresarial.

El uso de cámaras de tiempo real con visión artificial actualmente constituye una de las herramientas de reconocimiento facial de mayor precisión y objetividad en el procesamiento de imágenes.

La biblioteca Open CV de visión artificial es un elemento capaz de brindar una serie de facilidades en el reconocimiento de objetos, a partir de la cual es posible desarrollar sistemas de reconocimiento de un elevado nivel de exactitud.

Con el uso de librerías de libre distribución en el desarrollo de la aplicación se logra un significativo ahorro de recursos económicos y tiempo, dada la posibilidad de llevar a cabo dicha aplicación sin la existencia de una estructura física.

Los sistemas de reconocimiento facial han revolucionado los medios tradicionales de control, regulación y acceso a instalaciones, lográndose un mayor nivel de exactitud en tales actividades y una mejor utilización de recursos económicos.

El sistema de reconocimiento facial se revela como una tecnología avanzada capaz de mejorar, incentivar y revolucionar la seguridad empresarial de modo que es casi imposible penetrar dicho sistema de seguridad, elevándose por consecuencia la calidad del servicio.

RECOMENDACIONES

Desarrollar estudios de perfeccionamiento y profundización de los sistemas de reconocimiento facial con el objetivo de incrementar el nivel de calidad de las medidas de seguridad empresariales.

Fomentar el uso de cámaras en tiempo real con el uso de visión artificial como tecnología de avanzada capaz de lograr mejores niveles de exactitud en el desarrollo de medidas de control personal.

Incrementar la explotación de la información provista por las bibliotecas Open CV de visión artificial, de modo que puedan ser desarrollados sistemas de reconocimiento de mayor eficiencia y calidad.

Hacer un uso extensivo de las librerías de libre distribución como elemento capaz de potencializar las labores investigativas en sistemas de reconocimiento facial con menores costes y tiempos de investigación.

Sustituir de forma paulatina los medios tradicionales de control, regulación y acceso a las instalaciones por sistemas de reconocimiento facial que logren una mayor calidad en los servicios y niveles elevados de ahorro de recursos materiales y humanos.

Difundir las ventajas del uso de sistemas de reconocimiento facial sobre otros métodos tradicionales de control y acceso de forma tal que se garantice una mejor seguridad en la calidad del servicio de vigilancia y control empresarial.

REFERENCIAS

Baggion, D. L. (2012). *Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects*. Birmingham: Packt Publishing.

CONSOLACIÓN. (6 de Septiembre de 2015). *Pruebas de software*. Obtenido de <http://www.ecured.cu/index.php?title=Prueb>

Dalal, J. (2013). *OpenCV Starter*. Birmingham: Packt Publishing.

Guðnason, H. (5 de Enero de 2016). *ru*. Obtenido de <http://www.ru.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=9551>

Howse, J. (2013). *Android Application*. Birmingham: Packt Publishing.

Howse, J. (2013). *OpenCV Computer Vision with Python*. Birmingham: Packt Publishing.

Korniyakov, K. (2013). *OpenCV for iOS*. Birmingham: Packt Publishing.

Laganière, R. (2011). *OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook*. Birmingham: Packt Publishing.

Lee, J. (2014). *Getting Started with OpenCV in Java*. Yawei: Bridgeport.

Métodos Biométricos. (17 de agosto de 2015). *biometria*. Obtenido de <http://www.biometria.gov.ar/>: <http://www.biometria.gov.ar/metodos-biometricos/facial.aspx>

tsecnet. (6 de Enero de 2016). *intelligent video analysis*. Obtenido de FACE RECOGNITIONS SOLUTIONS: <http://www.tsecnet.com/en/solutions/intelligent-video-analysis/9/face-recognitions-solutions>