

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY SEDE ESTOVACUY.

Ing. Rogelio Gómez Arrieta

Año 2019

gomezarrietar@uvm.edu.ve

Resumen.

En esta investigación se realizó el análisis y desarrollo del sistema de reconocimiento facial para la Universidad Valle del Momboy sede Estovacuy, mediante la aplicación de técnicas de programación, desarrollo de software y la implementación de tecnologías modernas para la computación, con la meta de demostrar como este sistema logra avances en cuanto a las medidas de seguridad y control de los estudiantes, profesores y personal administrativo adscritos a esta institución.

En la introducción de este informe se engloba la investigación realizada en cuanto al estudio del problema referente al reconocimiento facial al nivel mundial, dando varios puntos de como a lo largo de la historia se ha venido desarrollando esta gran tecnología, hasta tocar el punto de la problemática actual en la Universidad Valle del Momboy, donde se justifica el desarrollo de este trabajo de investigación.

La metodología usada para el desarrollo de este sistema fue la metodología ágil Desarrollo de software adaptivo (ASD), permitiendo lograr los objetivos planteados con efectividad, aumentando considerablemente la rapidez en la comprobación de rostros y legitimidad de identidad.

Palabras clave: Reconocimiento de patrones, Vectorización, Filtrado de imágenes, Java.

FACIAL RECOGNITION SYSTEM FOR VALLE DEL MOMBOY UNIVERSITY SEDE ESTOVACUY.

Engineer Rogelio Gómez Arrieta

Año 2019

gomezarrietar@uvm.edu.ve

Abstract.

In this research, I developed and analyze a system of facial recognition for the “Valle del Momboy University” in its Campus Estovacuy, applying programming techniques, software development and implementing modern technologies for computer sciences. The goal of this work was to show how this system achieves meaningful advances to improve security and control measures for students, professors, administrative and workers staff adscribed to this institution.

In the introduction of this paper, it is included the problem referred to the facial recognition all over the world and how engineers has been developing this great technology. It is also explained how “Valle del Momboy University” is involved in this needs and justify the investigation.

The studio was done under the Adaptive Software Development which allowed to accomplish effectively the established objectives, increasing the speed for facial recognition and legitimacy identity.

Keywords: Recognition of patterns, Vectorization, Filtering images, Java

Introducción.

Los seres humanos a menudo utilizan los rostros para reconocer individuos, los avances en las capacidades de computación en el último siglo permiten reconocimientos similares en forma computarizada.

Esta tecnología fue desarrollada en los años 60, de manera semiautomática ya que requería de un administrador que localizara los distintos rasgos faciales de la persona a identificar, donde posteriormente calculaba puntos de referencia en común y luego eran comparados con datos de referencia. Esto poco a poco se fue mejorando en las décadas posteriores, hasta hoy en día donde se sigue desarrollando más esta tecnología.

El reconocimiento facial en la actualidad, aun siendo una tecnología en desarrollo, ha sido implementado a nivel mundial, ya sea desde el punto de vista de la seguridad, como en beneficio para el consumidor. Por ejemplo, Microsoft está utilizando esta tecnología para la autenticación en Windows 10, Apple está buscando la manera de que los usuarios de iOS puedan compartir automáticamente las fotos con amigos “etiquetados” y también tanto Google como Facebook están usando el reconocimiento facial para etiquetar amigos y encontrar fotos de uno mismo.

No muy distante se encuentran las aplicaciones para Smartphone como Instagram y Snapchat, esta última en una de sus últimas actualizaciones implementaron en una de sus opciones los “filtros faciales”, no son más que filtros aplicados en tiempo real a los rostros de los usuarios, puedes tener orejas de conejo, ojos de caricatura, etc., todo en tiempo real mediante el uso del algoritmo de Viola Jones, que procesa la información de la imagen en escala de grises para saber si lo que está enfocando la cámara es un rostro, y lo mejor es que ocurre en menos de 4 segundos, dejándole a la compañía más de 750.000\$ de ganancia solo por aplicar dicha mejora.

Por otra parte, en China afirman haber creado el primer cajero automático de reconocimiento facial del mundo, en Alemania han estado desarrollando una tecnología para que el reconocimiento facial pueda funcionar en la oscuridad, incluso 30 iglesias alrededor del mundo implementan el software “Churchix” para saber quien asiste a misa, la Universidad de Stanford demostró que una inteligencia artificial entrenada para el reconocimiento facial podía detectar, a partir de la identificación de ciertos rasgos, la preferencia sexual de una persona.

El nuevo iPhone X consistirá en un sistema biométrico capaz de analizar en milésimas de segundo 30.000 puntos de los rasgos faciales. Dice que funciona de manera rápida y es totalmente seguro su uso porque, además, puede “aprender” del usuario, ajustándose incluso si la persona cambia de look o se quita las gafas de vista. Lo hace con una precisión milimétrica. Además, esos sensores son en teoría tan avanzados que operan en diferentes ángulos, con lo cual no requerirá de plantarse el dispositivo enfrente de la cara como un espejo. **Es más, al disponer de un sensor de infrarrojos resolverá la captura del rostro incluso en condiciones de baja luminosidad.**

Aunque sin duda es algo común, el software de reconocimiento facial apenas está comenzando, y le falta mucho desarrollo para llegar a la cima. Validando esto, expliquemos 2 categorías del reconocimiento facial: en entorno cooperativo, donde las

personas son conscientes de que su rostro va ser escaneado, de esta manera miraran de frente a la cámara para ser identificadas, por otra parte, en entornos no cooperativos las personas no son necesariamente conscientes de que su rostro está siendo escaneado, por tanto no harán ningún intento de mirar directamente a la cámara.

Hauhn, Jay (2011) “En entornos cooperativos, funciona bastante bien. Funciona tan bien como cualquier otro sistema biométrico, pero esa no es la “promesa” del reconocimiento facial. El reconocimiento facial no es tan difícil de vencer con una imagen”.

El potencial del reconocimiento facial es sustancial, pero es lo suficientemente bueno para aplicarlo en diferentes sectores de la sociedad (entornos cooperativos). Con el constante avance tecnológico en las cámaras para captar imágenes cada vez con mayor definición, esta tecnología va adquiriendo fortaleza y precisión.

Lorenz, Bob (2011) “Muchas veces, lo que se encuentra son trampas del reconocimiento facial. Pero con las nuevas cámaras de alta definición, el aumento de mega píxeles y la cantidad de datos que pueden ser procesados, realmente se ha llegado a un punto de inflexión. Ahora puede conseguir imágenes más claras, las caras más definidas con lo que la detección se hace mejor”.

Ahora, teniendo en cuenta lo que significa la implementación del reconocimiento facial y de su infinidad de aplicaciones, cabe destacar que es una aplicación dirigida por computador que identifica automáticamente a una persona en una imagen digital. Esto es posible mediante un análisis de las características faciales del sujeto extraídas de la imagen o de un fotograma clave de una fuente de video, y comparándolas con una base de datos.

El reconocimiento facial se ha convertido en los últimos años en un área de investigación activa que abarca diversas disciplinas, como:

Procesado de imágenes: conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes digitales con el objetivo de obtener, a partir de una imagen origen, otra final donde el resultado de esta operación sea el más adecuado para una aplicación específica mejorando ciertas características de la misma donde se posibilite operaciones de procesado sobre ella (en nuestro caso compararla con otra imagen similar en la base de datos para su reconocimiento).

Reconocimiento de patrones: consiste en el reconocimiento de patrones de señales. Los patrones se obtienen a partir de los procesos de segmentación, extracción de características y descripción donde cada objeto queda representado por una colección de descriptores. El sistema de reconocimiento debe asignar a cada objeto su categoría o clase (conjunto de entidades que comparten alguna característica que las diferencia del resto) siguiendo los procesos de adquisición de datos, extracción de características y toma de decisiones.

Visión por ordenador: conocida también como visión artificial es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por un computador. La visión por computador trata de producir el mismo efecto en que los humanos reconocemos e interpretamos las imágenes, para que las computadoras puedan percibir y comprender una imagen.

Redes neuronales: Las redes de neuronas artificiales son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el sistema nervioso biológico. Se trata de un sistema de interconexión de neuronas que colaboran entre sí para producir un estímulo de salida.

Todas estas disciplinas poseen un amplio campo de aplicación, describirlas todas a profundidad en esta investigación sería contraproducente, sin embargo centrándonos en el objeto de estudio, esta tecnología implementada como medida de seguridad y control (en entorno cooperativo) reemplazaría al actual sistema de seguridad de los

miembros de la Universidad Valle del Momboy sede Estovacuy para su identificación en particular.

Este sistema de seguridad y control, desde la perspectiva empírica de los investigadores y miembros de la casa de estudio, destaca por tener fallas, y dichas fallas radican en la falta de uso de tecinas adyacentes a las ya existentes o de técnicas innovadoras.

Estas técnicas se pueden hallar indagando un poco en cómo se puede mejorar este sistema de seguridad, habiendo dicho esto, la mejora constaría del uso de tecnología.

La tecnología a implementar debe contar con la seguridad y la fiabilidad de un sistema de alta gama. La fiabilidad consta en que hoy en día se puede falsificar la identidad de una persona muy fácilmente y la idea es erradicar esta problemática. Esta tecnología de reconocimiento facial estará basada en la utilización de recursos que se encuentren al alcance de los investigadores y en la utilización de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Validando lo anterior, se debe dar solución a la siguiente problemática:

- La congestión a la entrada del plantel, gastos de tiempo y dinero en proceso de carnetización y control estudiantil, como también la fiabilidad de un sistema estable que genere un entorno de seguridad.

Nos centramos en la aplicación de técnicas y conocimientos, aprendidos durante la carrera. Así como explorar nuevos conocimientos en el área, teniendo la oportunidad de diseñar tecnologías innovadoras como el reconocimiento facial estando a la altura de las tendencias actuales, de esta forma dar un toque de innovación alusivo a la facultad de ingeniería e infundiendo inspiración a los estudiantes; para el desarrollo local de tecnologías similares para las instalaciones de la Universidad Valle del Momboy.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación científica, contamos con el financiamiento propio del proyecto, por ende, desarrollaremos este trabajo de manera autónoma, estando orientados por los apoyos que la casa de estudio ofrece (grupo focal). El periodo de desarrollo está comprendido a partir del mes de febrero del 2017.

Las etapas a desarrollar están descritas en los objetivos específicos de la investigación científica, no obstante para dar una pequeña introducción, comenzaríamos con la recopilación de información referente al sistema que se va desarrollar (como modelos propuestos e implementados, requisitos de desarrollo por parte de la autoridad en la Universidad), habiendo recopilado esta información procederíamos a la programación en si (modelos, estructuras, bases de datos, etc.) y por ultimo; se proporciona todo el proceso desarrollado para su evaluación y posible implementación.

Objetivo General.

Diseñar un Sistema de Reconocimiento Facial para la Universidad Valle Momboy sede Estovacuy.

Objetivos específicos.

Recopilar información referente a sistemas de reconocimiento facial propuestos.

Determinar las características del sistema de reconocimiento facial para la Universidad Valle del Momboy sede Estovacuy.

Diseñar el sistema de reconocimiento facial para la aplicación medidas de seguridad de la Universidad Valle del Momboy sede Estovacuy.

Desarrollo.

Librerías claves usadas para el desarrollo.

OPENCV: librería de visión artificial para el desarrollo eficiente de aplicaciones de reconocimiento, desarrollada por Intel basándose en código C y C++ optimizado.

JavaCV: Librería de visión artificial derivada de OPENCV con código disponible en Java.

DerbySQL: librería para la creación y manipulación de base de datos en formato SQL.

MySQL: librería para la creación y manipulación de base de datos en formato SQL

PostgreSQL: librería para la creación y manipulación de base de datos en formato SQL.

SQL-Server: librería para la creación y manipulación de base de datos en formato SQL.

JUnique: librería que gestiona la sesión del programa para evitar su ejecución simultánea.

Clases claves a usadas para el desarrollo del sistema.

La programación de este software se encuentra basada en POO (programación orientada a objetos), por tanto las librerías claves que integran este software son las clases mismas que componen al programa, las cuales son:

- **FaceDetector.java:** encargada de permitirnos detectar rostros mediante la cámara, esto se logra mediante el uso de la librería OPENCV y varios parámetros que se requieren para el reconocimiento de patrones.
- **FaceRecognition.java:** esta clase toma las proyecciones realizadas por facedetector para realizar la posterior comparación entre las distintas clases, mediante cálculos matemáticos, con objetivo de reconocimiento.
- **LivePainter.java:** esta clase toma los parámetros que se pasan de la FaceDetector.java y los utiliza para la construcción de la imagen mostrada en la interfaz de usuario, está encargada de sincronizar los parámetros con la construcción de la imagen.
- **Basics.java:** encargada de controlar los parámetros de la cámara, tanto externos tales como: fotos por segundo, tasa de refrescado de imagen, rango valido de reconocimiento, e internos como lo son: ecualizador de imagen.

Metodología usada.

Para este trabajo de investigación, se decidió utilizar la metodología ágil ASD, conocida como Desarrollo Adaptativo de Software, la cual consta de las siguientes características:

- Iterativo.
- Orientado a los componentes del software.
- Tolerante a los cambios.
- Guiado por los riesgos.
- La revisión de componentes sirve para aprender de los errores y volver a iniciar el ciclo de desarrollo.

Técnicas de programación usadas.

Técnica Multithread.

En la programación se utilizó esta técnica, que no es más que procesos ligeros, de esta forma podemos ejecutar distintos procesos por separados para no producir interferencias unos de otros, en este caso se utiliza el LivePainter, FaceRecognition y FaceDetector se ejecutan por separados y se sincronizan entre sí, de igual manera para el FaceDetector se usa la técnica LBP para la detección por parte de la cámara y la de HAAR para la sincronización de la misma.

Optimización de la programación.

- **Percance:** Durante el desarrollo del software se detectó que el consumo del procesador por parte del sistema era de más del 80%, esto causaba que la maquina se congelara en ocasiones debido al masivo uso de CPU de esta.
- ✓ **Solución:** se realizaron una serie de estudios, para concluir con la raíz del problema, se detectó que en el código había un percance que el algoritmo usa técnicas de reconocimiento facial basadas en HAAR, pero se le cambio a la técnica LBP.
- **Percance:** se detectó que el consumo de memoria RAM por parte del programa era excesivo para ejecutarse en máquinas de bajos recursos debido a que el *carbage collector* (destructor) no destruía las clases sin usar y que para cada objeto de la clase se creaba una variable nueva cada vez que se ejecutaba.
- ✓ **Solución:** se realizó una función para que las variables de los objetos de las clases fuesen usadas por una sola variable global y esta navegara como un arreglo para cada variable que fuese utilizada, evitando así la masiva creación y destrucción de valores en el programa.

Técnicas de detección usada.

Haarcascade.

Esta técnica usa un conjunto de bloques para reconocer formas, usan 3 filtros digitales para detectar orillas, líneas y diagonales. El valor de la característica de 2 bloques es la diferencia entre la suma de los pixeles entre las 2 regiones, estas regiones tienen un mismo tamaño y una misma forma y son adyacentes vertical u horizontalmente, una característica de 3 bloques calcula la suma dentro de los bloques de las orillas y lo resta de la suma del bloque del centro. Finalmente una característica basada en 4 bloques, calcula la diferencia entre los pares diagonales de los bloques.

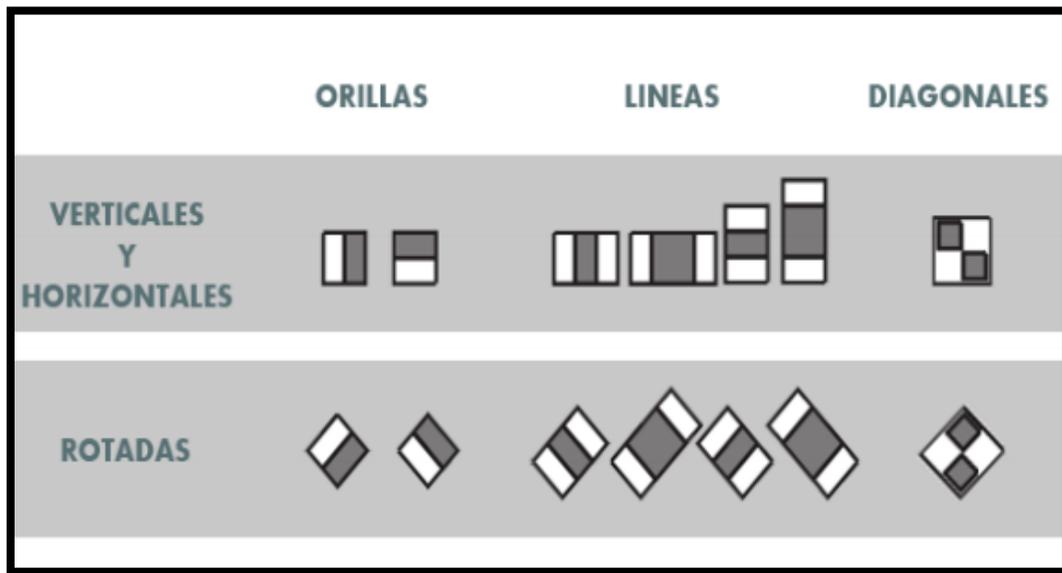


Ilustración 1 Briceño E. Gómez R. (2017)

El algoritmo busca en la imagen combinaciones de estos patrones. Por ejemplo, si queremos detectar un rostro, como es en nuestro caso, el algoritmo buscará en la imagen la combinación de estos bloques que, si se juntan, se aproximan a un rostro.

(Opencv.org).

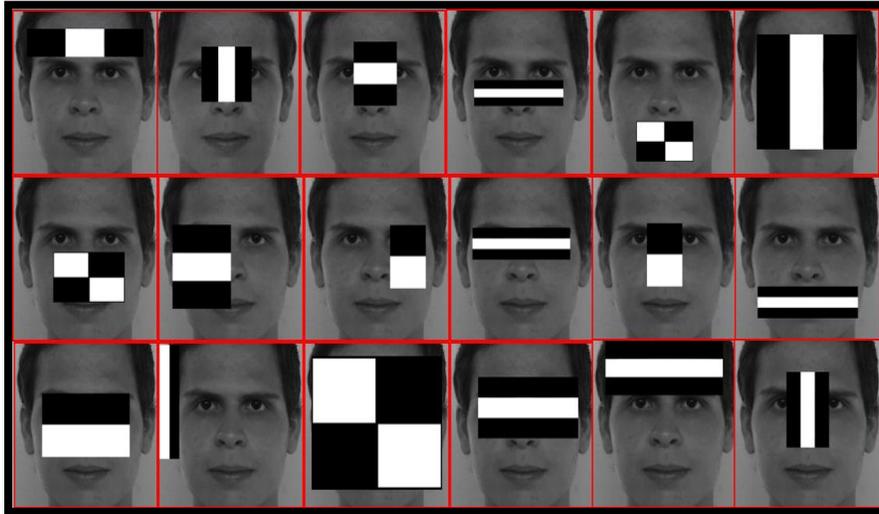


Ilustración 2 Briceño E. Gómez R. (2017)

LBPcascade.

En esta técnica se usa el operador LBP, que puede ser visto como un acercamiento unificador hacia los modelos estadísticos y los modelos estructurales del análisis de texturas. Al principio el operador LBP de textura fue introducido como una medida complementaria para medir el contraste local de una imagen, LBP trabaja con los 8 vecinos más cercanos de un píxel y maneja los conceptos de umbral y pesos.

El umbral es un valor que se toma como referencia y es propio de cada vecindad, los pesos son valores resultantes de trabajar con potencias de base 2 y exponente k siendo $0 \leq k \leq 7$. El valor del píxel central es el que se toma como umbral, posteriormente se produce un código LBP para cada vecindad al multiplicar los valores del umbral con los pesos dados a los píxeles correspondientes y finalmente se suma el resultado.

Primero se localiza el píxel central y su valor, luego se compara con los valores de la vecindad, y se establece la condición de si un píxel de la vecindad es mayor o igual que el píxel central, su valor es 0, si el píxel de la vecindad es menor que el píxel central su valor será 1, construyendo así el umbral.

Para los pesos, se asignan valores potencia de 2, arbitrariamente solo para los valores vecinos, no del píxel central. Ahora los valores de la vecindad umbralizada se

multiplican por los de los pesos dados a los pixeles correspondientes y se construye un patrón local binario.

(Cecilia Aguerrebere y German Capdehourat).

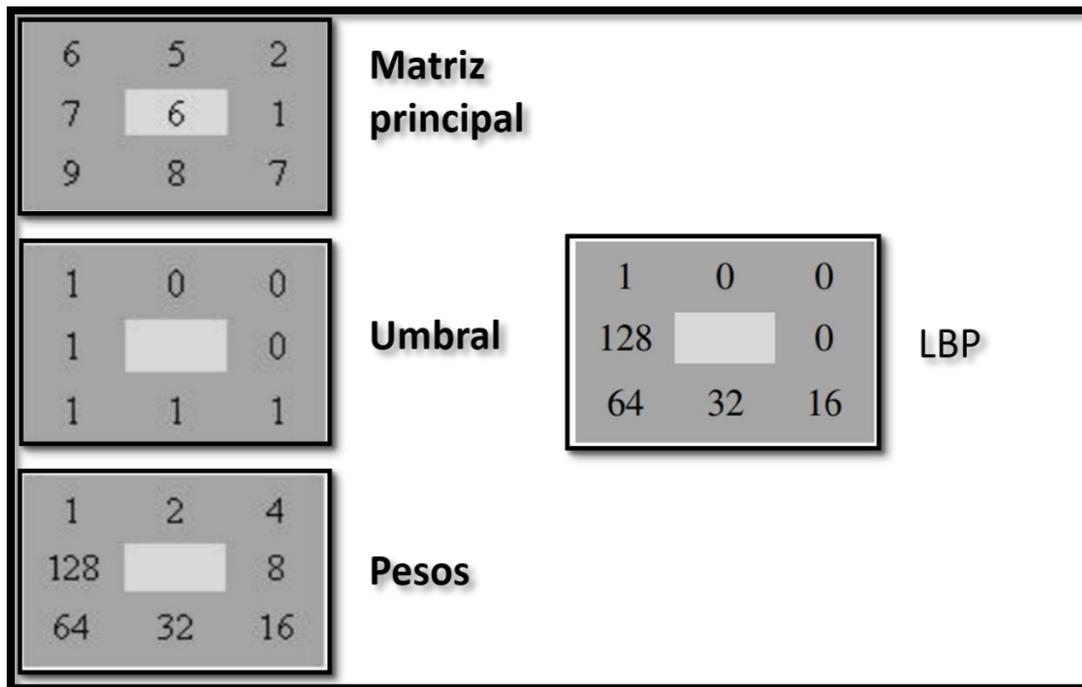


Ilustración 3 Briceño E. Gómez R. (2017)

Este proceso se repite por toda la imagen, donde los valores para cada uno se procesan y se construye la imagen basándose en su textura.

0	0	1	1	0	0
0		16	128		0
128	64	32	64	32	16
1	1	128	128	1	1
1		64	64		1
1	16	32	32	16	1
0	0	1	1	0	0
0		16	128		0
128	64	32	64	32	16

Ilustración 4 Briceño E. Gómez R. (2017)

Técnica de reconocimiento usada.

Eigenfaces.

Es una técnica que permite determinar, mediante la ortogonalidad dimensional (disposición en ángulos rectos), que vectores ofrecen más información a un conjunto de datos de dimensión N, sin embargo la información obtenida con Eigenfaces, contiene datos redundantes que solo ocasionan que un sistema de clasificación contenga un alto costo computacional, para minimizar esto se aplica PCA (Análisis de Componentes principales, técnica para reducir la dimensionalidad de los datos), el cual toma una cantidad menor de los vectores entregados por las imágenes de la base de datos pero con información necesaria para la reconstrucción de rostros de las imágenes ingresadas.

El reconocimiento propiamente dicho se logra mediante la proyección de una imagen de un rostro en el subespacio formado por los Eigenfaces y comparando su posición con la de los otros rostros conocidos. Los Eigenfaces son un conjunto de vectores representados gráficamente convirtiéndose en una especie de mapa de las variaciones entre imágenes. Las imágenes son tratadas como un vector en un espacio multidimensional, a su vez cada cara individual puede ser representada como una

combinación lineal de los Eigenfaces y esta puede ser representada por los “mejores” Eigenfaces con mayores Eigenvalores (valores de los vectores), los M mejores Eigenfaces conforman un subespacio M-dimensional, de las caras de todas las posibles imágenes. Este método se logra mediante los siguientes pasos:

- Adquisición de una serie de imágenes de caras iniciales.
- Cálculo de los Eigenfaces del conjunto de entrenamiento, almacenando únicamente las M dimensiones que correspondan con los eigenvalores mayores.
- Calculo de un conjunto de pesos (valores asignados arbitrariamente por posición en el vector) basados en la imagen de entrada y las M-eigenfaces mediante la proyección de la imagen de entrada sobre cada una de las Eigenfaces.
- Determinar si la imagen de la cara pertenece o no pertenece al conjunto de entrenamiento, por medio de la distancia Euclídeana.

Fórmulas matemáticas usadas por Eigenfaces:

Sea $x = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ un vector cualquiera, donde x_i , es una imagen de entrenamiento. Donde n son la cantidad de imágenes de entrenamiento y u la imagen promedio:

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

La matriz de covarianza se construye a partir de:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - u)(x_i - u)^t$$

Los eigenvalores λ_i y los Eigenfaces v_i de S :

$$Sv_i = \lambda_i v_i, i = 1, 2, \dots, n$$

Se ordenan los Eigenfaces de manera descendente por sus eigenvalores. El principal componente K son los Eigenfaces correspondiente al mayor eigenvalor de K .

Los principales componentes de K del vector x dado son dados por:

$$y = w^T(x - u)$$

Donde $W = (v_1, v_2, \dots, v_k)$

La reconstrucción de los PCA base está dada por:

$$x = Wy + u$$

Entonces el método Eigenfaces realiza el reconocimiento facial por:

- Proyectando todas las imágenes de entrenamiento en un subespacio de PCA.
- Proyectando la imagen de consulta en el subespacio de PCA.
- Encontrando el vecino más cercano entre las imágenes de entrenamiento proyectadas y la imagen de consulta proyectada.

(Kshirsagar, Baviskar, & Gaikwad).

(opencv.org).

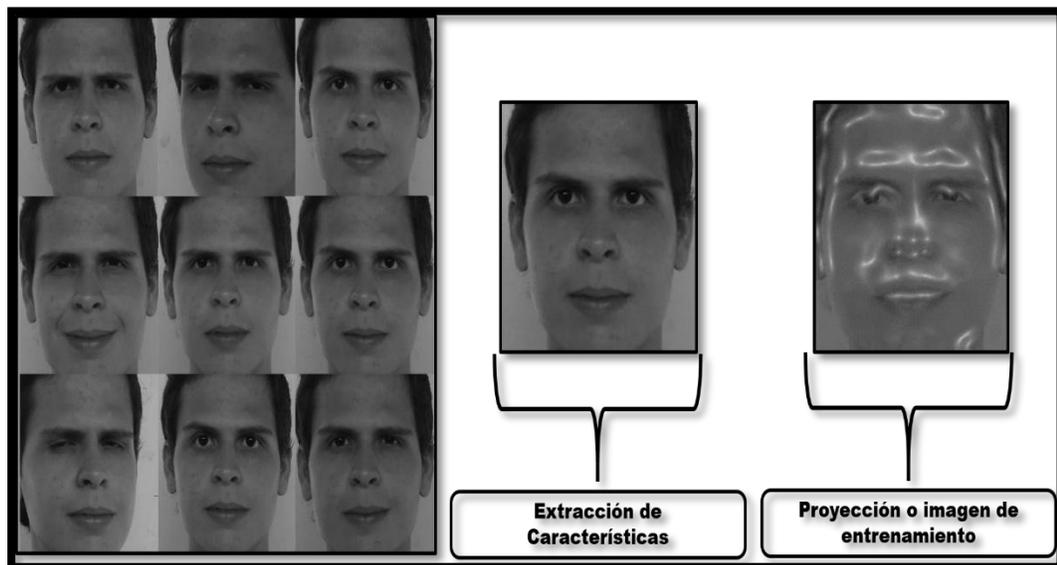


Ilustración 5 Briceño E. Gómez R. (2017)

Funcionalidades internas del sistema.

Ventana de configuración.

Nos permite configurar los parámetros de la cámara y como los realiza esta.
Estableciendo como:

Panel cámara.

Fotos por segundo máximo: (por defecto 10 máximo 30), permite configurar la cantidad de fotos por segundo de la cámara, cabe destacar que esta configuración se adapta al tipo de cámara a usar para el sistema.

Tasa de refrescamiento de cuadro: (medida en hercios, por defecto a 2) permite configurar la tasa de refrescamiento de detección de rostros, esto permite mayor velocidad de actualización de cuadro en la detección de rostros haciéndola más sensible a movimientos.

Panel renderizado.

Difuminado de escalado: (por defecto en NO), permite optimizar la imagen, suavizando los bordes de la misma.

Muestra a negro: (por defecto en NO) permite mostrar la escala de grises de lo que graba la cámara, funcionalidad a tomar en cuenta a la hora de detectar rostros.

Grosor de cuadro: (por defecto en 3) permite configurar el grosor de cuadro focal, dando así mejor especificación de los rostros del fotograma actual de la cámara.

Panel de calibración.

Rango de rostro mínimo: (por defecto en 40%) basándose en distancia, del tamaño de la imagen, valida o no el rostro detectado por la cámara.

Ecuilizador de Histogramas: permite mejorar la imagen en calidad de brillo y contraste a nivel de FaceDetector, con el fin de mejorar la detección de rostros.

Tasa de confianza: (por defecto en 5000) permite configurar el nivel aceptable de confianza para el reconocimiento.

Panel de servidor.

Nos permite saber en qué estado se encuentra la conexión con el servidor de la base de datos, mostrando los estados en distintos colores dependiendo de en cual se encuentre, como se ilustra en la siguiente imagen:



Ilustración 6 Briceño E. Gómez R. (2017)
Ventanas más relevantes del sistema.

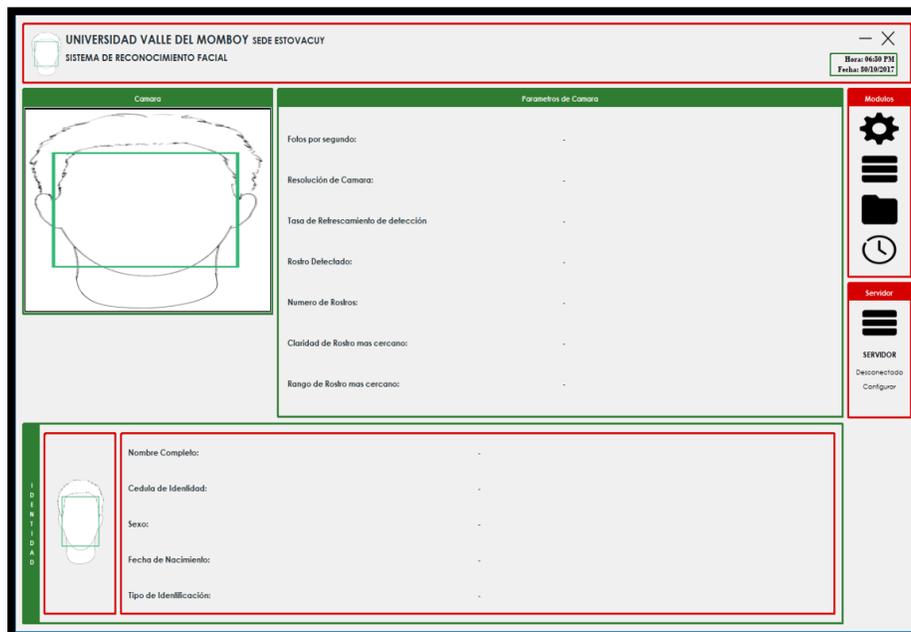


Ilustración 7 Briceño E. Gómez R. (2017)

Esta es la interfaz principal del programa cuando este se ejecuta, mostrando los módulos y el panel con la imagen captada por la cámara, el de identidad (el cual indica la persona identificada) y los distintos parámetros de la cámara.



Ilustración 8 Briceño E. Gómez R. (2017)

Esta es la ventana de configuración, se abre al pulsar el botón de configuración del panel de módulos, nos permite configurar varios parámetros de la cámara para adaptarse a distintas preferencias de usuarios.

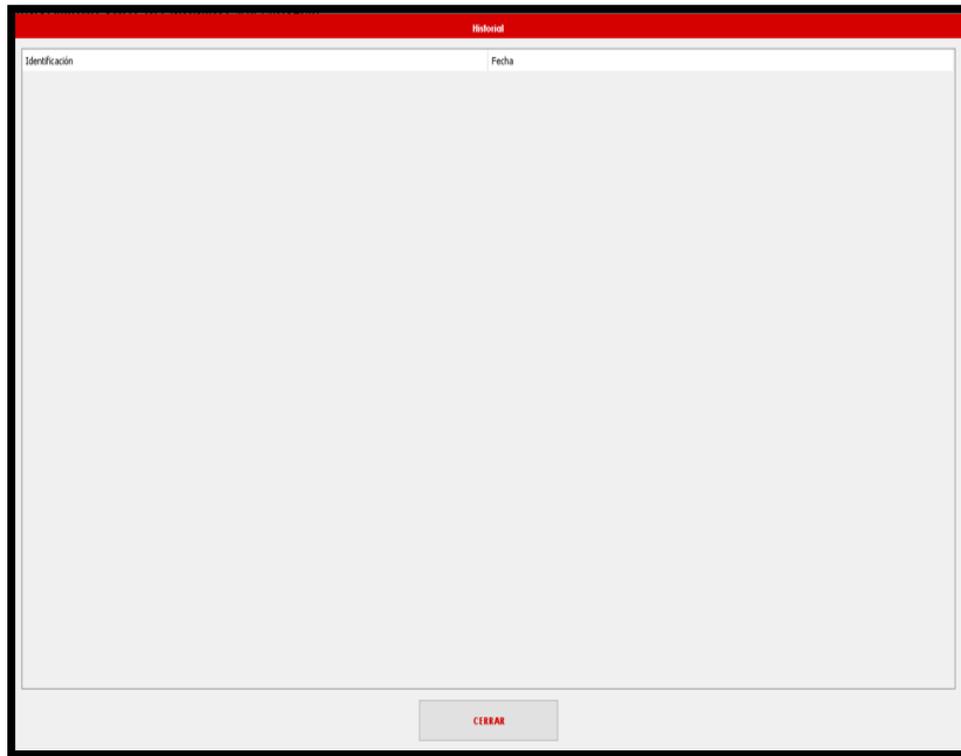


Ilustración 9 Briceño E. Gómez R. (2017)

Esta es la ventana de historial, la cual nos permite tener conocimiento sobre la fecha y hora del reconocimiento, mostrando datos de la persona reconocida.

Componentes para la configuración de la base de datos del servidor.

Como medida adicional, se creó una pequeña aplicación web en donde el usuario podrá agregar, modificar y eliminar datos de la base de datos, teniendo en cuenta que dichos cambios solo sean realizados por personal autorizado, ya que en estos cambios se encuentran las identidades de los sujetos a reconocer.

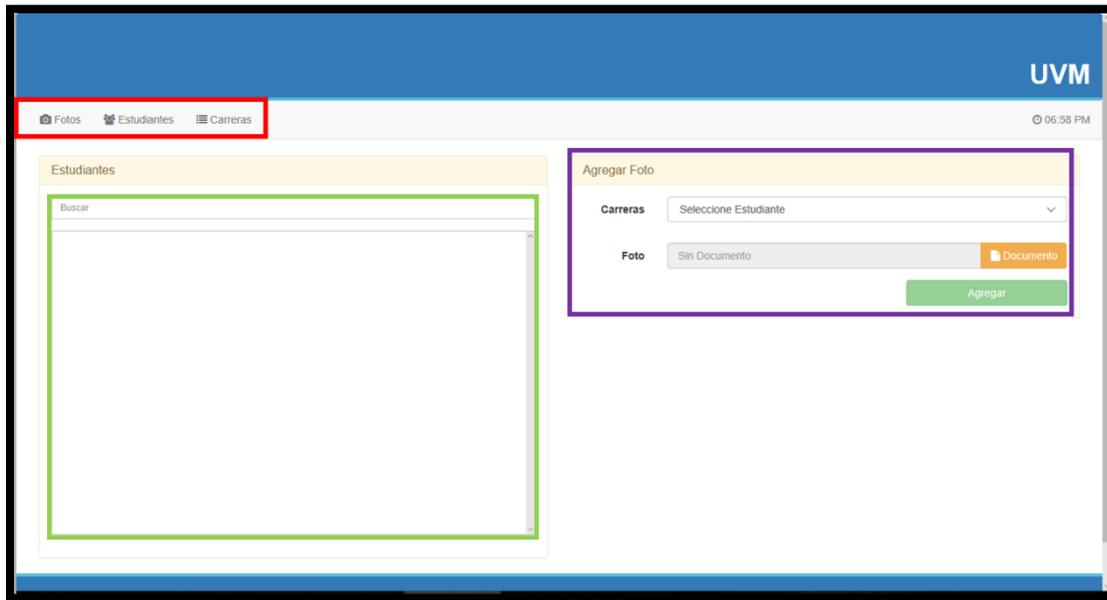
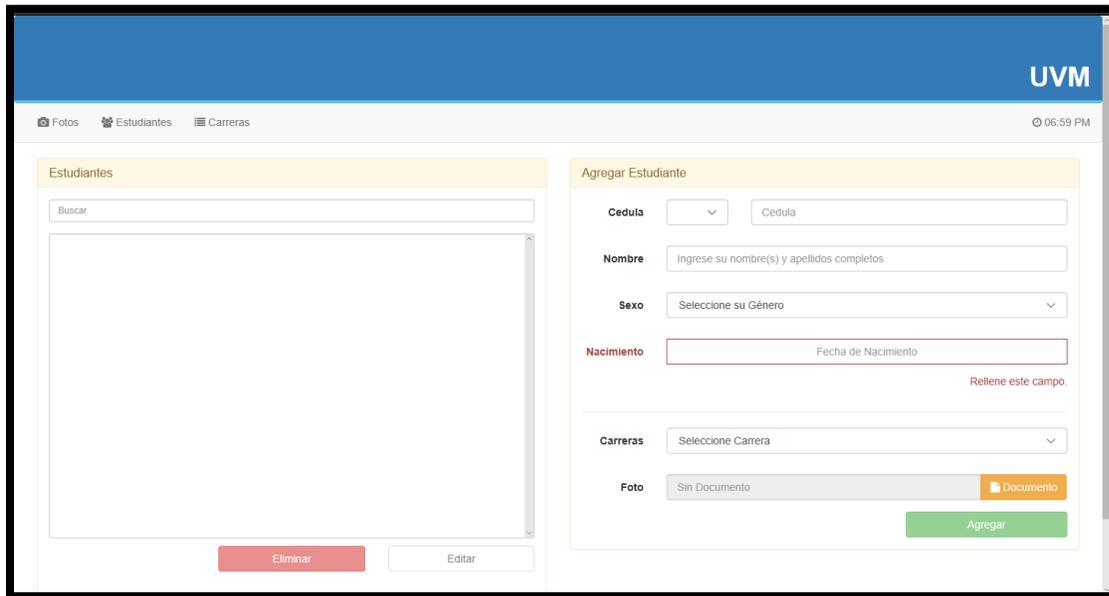


Ilustración 10 Briceño E. Gómez R. (2017) Gestión Fotos

Apreciando la ilustración, nos percatamos de la interfaz de la aplicación web para gestionar datos (en este caso de la tabla fotos), detallando:

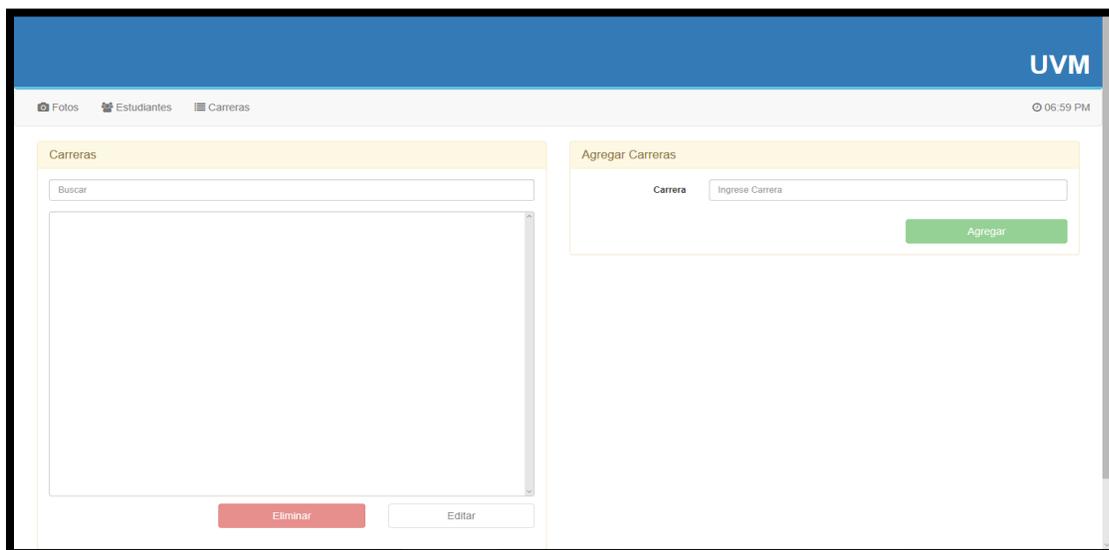
- En **Rojo**, una barra donde podremos explorar entre las distintas tablas para agregar y buscar datos.
- En **Verde**, un panel donde se ilustrara la tabla con los distintos datos almacenados y una barra de búsqueda indexada.
- En **Morado**, el panel para seleccionar el tipo de dato a agregar y la búsqueda del documento perteneciente al dato que queremos agregar.



The screenshot displays a web application interface for student management. The top navigation bar includes 'Fotos', 'Estudiantes', and 'Carreras'. The main content area is split into two panels. The left panel, titled 'Estudiantes', contains a search input field and a large empty table area, with 'Eliminar' and 'Editar' buttons at the bottom. The right panel, titled 'Agregar Estudiante', is a form with the following fields: 'Cedula' (dropdown and text), 'Nombre' (text), 'Sexo' (dropdown), 'Nacimiento' (text with a red border and 'Rellene este campo.' error), 'Carreras' (dropdown), and 'Foto' (file upload). A green 'Agregar' button is at the bottom right.

Ilustración 11 Briceño E. Gómez R. (2017) Gestión Estudiantes

En esta interfaz podremos gestionar la tabla Estudiante de la base de datos, pidiendo los datos obligatorios para ser agregado a la tabla. También en el panel de la derecha tenemos acceso a la opción editar, en caso que se requiera.



The screenshot displays a web application interface for career management. The top navigation bar includes 'Fotos', 'Estudiantes', and 'Carreras'. The main content area is split into two panels. The left panel, titled 'Carreras', contains a search input field and a large empty table area, with 'Eliminar' and 'Editar' buttons at the bottom. The right panel, titled 'Agregar Carreras', is a form with a 'Carrera' text input field and a green 'Agregar' button.

Ilustración 12 Briceño E. Gómez R. (2017) Gestión Carreras

Situados en la tabla carreras, podremos agregar un dato pertinente a esta tabla, cabe destacar que carreras pertenece al tipo de datos sobre ¿Qué cargo ocupa la persona identificada?, empleado, profesor, estudiante, etc.

Conclusiones.

Tras haber culminado el desarrollo del proyecto junto con las investigaciones, los percances y las soluciones a las que hemos llegado, se concluye que el reconocimiento facial es una tecnología que se encuentra al alcance de todos, hemos dado cabida al objetivo general, cumpliendo los específicos, se diseñaron los modelos, se completó la programación y se procedieron con las pruebas del programa y su documentación respectiva. El programa posee un nivel de ejecución bastante rápido orientado a trabajar con máquinas de escasos recursos de así requerirse, por ende la implementación daría mucho soporte en las áreas mencionadas durante la introducción de este informe y su alcance podría llegar más lejos del que se propone en este trabajo de investigación.

Puede ser de gran ayuda en el área de control de asistencias, ayudando al plantel a ahorrar costo y tiempo en impresiones, sería de manera digital colaborándose con un capta huellas, también puede brindar control del tipo social ante cualquier situación irregular dentro del plantel, colocando cámaras en las adyacencias del mismo, entre otros aspectos más. Recordemos que teniendo las herramientas correctas podemos incrementar la calidad y capacidad tecnológica para la universidad.

Citas Bibliográficas.

- **Ana Paula Rumoaldo (2017) recuperado de:**
<http://www.letraslibres.com/espana-mexico/ciencia-y-tecnologia/el-lado-oscuro-del-reconocimiento-facial>
- **Cecilia Arreguebere y German Capdehourat (2006)**
- **Reconocimiento de Caras con Características Locales (2017) recuperado de:**
http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/biometria/proyectos/patrones/RecPat_CG.pdf
- **Face recognition with OpenCV. (2017) recuperado de:**
https://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/face_recognition/tutorial_local_binary_patterns_histograms_in_opencv.html
- **Reconocimiento de Caras: Eigenfaces y Fisherfaces. Guillermo Ottado (2017) recuperado de:**
https://eva.fing.edu.uy/file.php/514/ARCHIVO/2010/TrabajosFinales2010/informe_final_ottado.pdf
- **J.M Sanchez (2017) recuperado de:**
http://www.abc.es/tecnologia/informatica/software/abci-apple-faceid-reconocimiento-facial-smartphones-revolucion-o-nuevo-camelotecnologico-201710020328_noticia.html
- **Kaya Yurleff (2017) recuperado de:** <http://cnnespanol.cnn.com/2017/04/18/asi-funcionan-los-nuevos-filtros-3d-de-snapchat/>
- **Kshirsagar, Baviskar, & Gaikwad (2017) recuperado de:**
http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_40/recursos/05_v25_30/revista_26/01052016/21.pdf
- **Local Binary Patterns applied to Face Detection and Recognition recuperado de Laura Sanchez Lopez (2010) recuperado de:**
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/10772/PFC_LauraSanchez_%28LBP_applied_to_FaceDetection%26Recognition%29.pdf

- **Opencv.org (2017).**
- **Oscar Montalvo (2016) recuperado de:** <http://www.psafes.com/es/blog/conoce-tecnologia-mascaras-de-snapchat/>
- **Reinhard Klette (2014) recuperado de:** Md. Abdur Rahim, Md. Najmul Hossain, Tanzillah Wahid & Md. Shafiul Azam (2017) Face Recognition using Local Binary Patterns (LBP) https://globaljournals.org/GJCST_Volume13/1-Face-Recognition-using-Local.pdf
- **Introduction to face detection and face recognition Shervin Emami (2012) recuperado de:** <http://www.shervinemami.info/faceRecognition.html>