



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

**“Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando
Machine Learning para detectar e identificar intrusos”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

AUTOR:

Portilla Jimenez Jonathan Javier

TUTOR:

Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018

 Presidencia de la República del Ecuador				 Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes		 SENESCYT <small>Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación</small>	
REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA							
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN							
TÍTULO Y SUBTÍTULO:		“Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando Machine Learning para detectar e identificar intrusos”					
AUTOR (ES):		Portilla Jimenez Jonathan Javier					
REVISOR(ES)/TUTOR(ES):		Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG.					
INSTITUCIÓN:		Universidad de Guayaquil					
UNIDAD/FACULTAD:		Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas					
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:							
GRADO OBTENIDO:		INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES					
FECHA DE PUBLICACIÓN:						No. DE PÁGINAS:	162
ÁREAS TEMÁTICAS:		CIENCIAS BASICAS, BIOCONOCIMIENTO Y DESARROLLO INDUSTRIAL.					
PALABRAS CLAVES /KEYWORDS:		Machine Learning, Face_recognition, OpenCV, Inteligencia Artificial, Python, PHP, XAMPP.					
RESUMEN/ABSTRACT: Este proyecto presenta una forma de mantener un mejor control en el acceso de las personas al interior del edificio de las Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Universidad de Guayaquil. Para lograr este acometido se realizó un análisis de las mejores tecnologías que pueden emplearse para resolver esta problemática, donde se evidenció que por medio de tecnologías como machine learning y el reconocimiento facial se puede lograr obtener la identificación de las personas que son captadas por medio de una cámara de video. El prototipo del sistema propuesto brinda una idea de cómo se puede manejar esta información obtenida a través de un programa elaborado en Python para lograr el reconocimiento facial de personas en movimiento.							
ADJUNTO PDF:		SI	X	NO			
CONTACTO CON AUTOR/ES:		Teléfono: 0960557254			E-mail: jonathan.portillaj@ug.edu.ec		
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:		Nombre: Ab. Juan Chávez Atocha					
		Teléfono: 042307729					
		E-mail: juan.chaveza@ug.edu.ec					

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación, **“Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando Machine Learning para detectar e identificar intrusos”** elaborado por el Sr. **Jonathan Javier Portilla Jiménez**, Alumno no titulado de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG

TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, pues fueron ellos quienes siempre estuvieron ahí en todo momento brindándome siempre su apoyo y dándome ánimos para que pueda seguir adelante y no pierda el camino por el cual estaba siguiendo. Brindándome siempre sus buenos consejos y experiencias para que no caiga por malos pasos y así me aleje siempre del mal camino. Me enseñaron que con mucho esfuerzo y dedicación se pueden lograr grandes cosas en esta vida.

Portilla Jimenez Jonathan Javier

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme ayudado en los momentos que más lo necesite, porque sin él nada es posible.

A mis papás por siempre estar dispuestos a ayudarme y sacrificarse para que yo salga adelante.

A mis amigos, quienes no son muchos, pero los pocos que considero como tal siempre han estado ahí para darme su apoyo y darme ánimos cuando más lo necesité, a pesar de las peleas y diferencias que hayamos tenido siempre les estaré agradecido por los buenos momentos y por la ayuda que siempre me brindaron. Jonathan y Meyvi dos grandes amigos que me acompañaron hasta el final y a los cuales les estoy muy agradecido por haberme dado la oportunidad de ingresar a sus vidas y por compartir conmigo todo este largo camino. Joseph y Jokasta que a pesar de los distanciamientos y diferencias que hubieron también forman parte de esta meta la cual estoy cumpliendo con mucho entusiasmo y que a pesar de todo siempre les estaré agradecido por su apoyo.

Portilla Jimenez Jonathan Javier

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.

DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMATICAS Y
FISICAS

Ing. Harry Luna Aveiga, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

Ing. Lídice Haz López, Msi.

PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG.

PROFESOR TUTOR DEL
PROYECTO DE TITULACIÓN

Ab. Juan Chávez Atocha, Esp.

SECRETARIO TITULAR DE
LA CARRERA INGENIERIA EN
NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”.

JONATHAN JAVIER PORTILLA JIMÉNEZ



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

“Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando Machine Learning para detectar e identificar intrusos”

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el título de
INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES.

Autor: Jonathan Javier Portilla Jiménez

C.I.: 094151490-3

Tutor: Ing. Roberto Crespo Mendoza, MISG.

Guayaquil, septiembre de 2018

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por el estudiante **JONATHAN JAVIER PORTILLA JIMÉNEZ**, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones cuyo tema es:

“Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando Machine Learning para detectar e identificar intrusos”

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Portilla Jiménez Jonathan Javier

Apellidos y Nombres Completos

094151490-3

Cédula de ciudadanía N°

Tutor: Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG.

Guayaquil, septiembre de 2018



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Autorización para publicación de Proyecto de Titulación en Formato Digital

1. Identificación del Proyecto de Titulación

Nombre Alumno: Jonathan Javier Portilla Jiménez	
Dirección: Isla Trinitaria Coop. 4 de marzo Mz. 448 S. 3	
Teléfono: 0960557254	E-mail: jonathan.portillaj@ug.edu.ec

Facultad: Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
Carrera: Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones
Título al que opta: Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones
Profesor guía: Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG.

Título del Proyecto de titulación: “Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando Machine Learning para detectar e identificar intrusos”

Tema del Proyecto de titulación: Reconocimiento facial por medio de lenguaje de programación Python

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica del Proyecto de Titulación

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de este Proyecto de Titulación.

Publicación Electrónica:

Inmediata	X	Después de 1 Año	
-----------	---	------------------	--

Firma Alumno:

Jonathan Javier Portilla Jimenez

3. Forma de Envío

El texto del proyecto de titulación debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. O .RTF y. Puf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: .gif, .jpg o .TIFF.

DVDROM		CDROM	X
--------	--	-------	---

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN	VI
DECLARACIÓN EXPRESA	VII
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR	IX
ABREVIATURAS	XV
INDICE DE CUADROS	XVI
INDICE DE GRÁFICOS	XVII
RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
El Problema.....	3
Planteamiento del problema	3
Ubicación del problema en un contexto	3
Situación Conflicto. Nudos Críticos	4
Causas y Consecuencias del Problema.....	5
Delimitación del Problema	5
Formulación del Problema.....	6
Evaluación del Problema	6
Objetivos de la investigación	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos.....	7
Alcance del problema	8

Justificación e Importancia.....	9
Metodología del Proyecto	10
CAPÍTULO II	13
Marco Teórico	13
Antecedentes del estudio.....	13
Fundamentación Teórica	15
Biometría.....	15
Sistema biométrico	17
Reconocimiento de Patrones.....	22
Estructura de un sistema de reconocimiento de patrones.....	26
Reconocimiento facial.....	27
Inteligencia Artificial	30
Machine Learning	31
Fundamentación Legal	35
Pregunta Científica a Concretarse.....	40
Definiciones Conceptuales	40
CAPÍTULO III	42
Propuesta Tecnológica	42
Análisis de Factibilidad	44
Factibilidad Operacional	44
Factibilidad Técnica	45
Factibilidad legal	46
Factibilidad Económica.....	48
Etapas de la Metodología del Proyecto.....	52
Planeación	53
Modelado	56
Elaboración	63

Desarrollo, Entrega y Re-alimentación.....	70
Entrega del Producto Final	79
Entregables del Proyecto.....	80
Criterios de Validación de la Propuesta	82
Juicio de Experto	82
Prueba de Stress	83
Procesamiento y Análisis.....	88
Análisis General de las Encuestas	94
Capítulo IV.....	95
Criterios de Aceptación del Producto	95
Conclusiones.....	100
Recomendaciones	101
Bibliografía	102
ANEXOS	106
ANEXO 1	107
ANEXO 2	108
ANEXO 3.....	111
ANEXO 4.....	112
ANEXO 5.....	116
ANEXO 6.....	117
ANEXO 7.....	118
ANEXO 8.....	120
ANEXO 9.....	132

ABREVIATURAS

IA	Inteligencia Artificial
TI	Tecnologías de la Información
ML	Machine Learning
CISC	Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales
CINT	Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Causas y Consecuencias.....	5
Cuadro N° 2 Supuestos y Restricciones.....	11
Cuadro N° 3 Requerimientos de software.....	45
Cuadro N° 4 Requerimientos de hardware	46
Cuadro N° 5 Costos de software.....	48
Cuadro N° 6 Costos de hardware.....	49
Cuadro N° 7 Gastos Varios.....	50
Cuadro N° 8 Características de Análisis de Imágenes.....	54
Cuadro N° 9 Características de Análisis de Videos.....	55
Cuadro N° 10 Validación de los Algoritmos	58
Cuadro N° 11 Medición de los Parámetros de los Algoritmos.....	59
Cuadro N° 12 Características de Webcam 1	60
Cuadro N° 13 Características de Webcam 2.....	61
Cuadro N° 14 Características de Webcam 3.....	61
Cuadro N° 15 Características de Webcam 4.....	62
Cuadro N° 16 Características de Webcam 5.....	62
Cuadro N° 17 Características de Java.....	68
Cuadro N° 18 Características de Python.....	68
Cuadro N° 19 Características de C#.....	69
Cuadro N° 20 Características de R	69
Cuadro N° 21 Resultados de la pregunta 1.....	89
Cuadro N° 22 Resultados de la pregunta 2.....	90
Cuadro N° 23 Resultados de la pregunta 3.....	91
Cuadro N° 24 Resultados de la pregunta 4.....	92
Cuadro N° 25 Resultados de la pregunta 5.....	93
Cuadro N° 26 Evaluación del alcance del proyecto.....	95
Cuadro N° 27 Escala de medición del alcance.....	97
Cuadro N° 28 Criterios de aceptación del prototipo.....	98

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 <i>Funcionamiento de un sistema biométrico</i>	18
Gráfico N° 2 <i>Probabilidad de un usuario Falso Positivo y un Falso Negativo</i>	21
Gráfico N° 3 <i>Paradigmas del reconocimiento de patrones</i>	25
Gráfico N° 4 <i>Estructura de un sistema de reconocimiento de patrones</i>	26
Gráfico N° 5 <i>Sistema de biometría facial</i>	28
Gráfico N° 6 <i>Sistema Experto Machine Learning</i>	33
Gráfico N° 7 <i>Esquema de Algoritmo de Aprendizaje ML</i>	34
Gráfico N° 8 <i>Diagrama General del Sistema</i>	43
Gráfico N° 9 <i>Cálculo del VAN</i>	51
Gráfico N° 10 <i>Cálculo del TIR</i>	52
Gráfico N° 11 <i>Algoritmo del Sistema Prototipo</i>	57
Gráfico N° 12 <i>Visualización general de las tablas en la BD</i>	63
Gráfico N° 13 <i>Estructura de la tabla Evento</i>	64
Gráfico N° 14 <i>Estructura de la Tabla Registro</i>	64
Gráfico N° 15 <i>Estructura de la Tabla Persona</i>	65
Gráfico N° 16 <i>Estructura de la Tabla Foto</i>	66
Gráfico N° 17 <i>Interfaz del Software MySQL Workbench</i>	71
Gráfico N° 18 <i>Interfaz gráfica de XAMPP</i>	72
Gráfico N° 19 <i>Código Parcial utilizando Lenguaje Java</i>	74
Gráfico N° 20 <i>Instalación de Librerías necesarias</i>	75
Gráfico N° 21 <i>Instalación de CMake</i>	76
Gráfico N° 22 <i>Código Fuente en Python</i>	77
Gráfico N° 23 <i>Código fuente en PHP de la ventana de Login</i>	78
Gráfico N° 24 <i>Pantalla Principal del Sistema de Reconocimiento Facial</i>	80
Gráfico N° 25 <i>Ventana de Configuración de Hilos</i>	84
Gráfico N° 26 <i>Ventana de Configuración de la Aplicación</i>	85
Gráfico N° 27 <i>Ventana de Resultados en Árbol</i>	85
Gráfico N° 28 <i>Ventana con Gráfico del Resultado</i>	86
Gráfico N° 29 <i>Ventana de gráfico estadístico</i>	87
Gráfico N° 30 <i>Ventana de Reporte de Resumen</i>	88
Gráfico N° 31 <i>Resultados de la Pregunta 1</i>	89
Gráfico N° 32 <i>Resultados de la Pregunta 2</i>	90

Gráfico N° 33 <i>Resultados de la Pregunta 3</i>	91
Gráfico N° 34 <i>Resultados de la Pregunta 4</i>	92
Gráfico N° 35 <i>Resultados de la Pregunta 5</i>	93



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

**“Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando
Machine Learning para detectar e identificar intrusos”**

Autor: Jonathan Javier Portilla Jimenez

Tutor: Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG.

RESUMEN

Este proyecto presenta una forma de mantener un mejor control en el acceso de las personas al interior del edificio de las Carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Universidad de Guayaquil. Para lograr este cometido se realizó un análisis de las mejores tecnologías que pueden emplearse para resolver esta problemática, donde se evidenció que por medio de tecnologías como machine learning y el reconocimiento facial se puede lograr obtener la identificación de las personas que son captadas por medio de una cámara de video. El prototipo del sistema propuesto brinda una idea de cómo se puede manejar esta información obtenida a través de un programa elaborado en Python para lograr el reconocimiento facial de personas en movimiento.

Palabras Claves: Machine Learning, Face_recognition, OpenCV, Inteligencia Artificial, Python, PHP, XAMPP.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

“Analysis and Design of a Facial Recognition System applying Machine Learning to detect and identify intruders”

Author: Jonathan Javier Portilla Jimenez

Tutor: Ing. Roberto Crespo Mendoza, MSIG.

ABSTRACT

This project presents a way to maintain a better control in the access of the people inside the building of the Engineering Career in Computational Systems and Engineering in Networks and Telecommunications of the University of Guayaquil. To achieve this objective, an analysis was made of the best technologies that can be used to solve this problem, where it is evident that by means of technologies such as learning machine and facial recognition the identification of the people that are captured by middle of a video camera. The prototype of the proposed system offers an idea of how this information can be managed through a program developed in Python to achieve facial recognition of people in motion.

Key words: Machine Learning, Face_recognition, OpenCV, Artificial Intelligence, Python, PHP, XAMPP.

INTRODUCCIÓN

La forma más común de implementar tecnología de reconocimiento facial siempre ha sido a través de biométricos o como medio de acceso a algún determinado sitio, pero que pasaría si se le agrega una nueva funcionalidad a esta tecnología, la cual es muy útil en temas de seguridad.

Dado a que esta tecnología permite identificar con un alto índice de aceptabilidad la identidad de las personas. Se puede aprovechar para que no solo analice a una sola persona sino más bien que analice a varias personas al mismo tiempo. Esto con el fin de llevar un registro de todas las personas que ingresan a un determinado lugar, que en este caso se pone como ejemplo la puerta principal del Edificio de las CISC - CINT.

Adicional a esto se puede aprovechar las técnicas de machine learning para que el sistema aprenda el proceso lógico que debe realizar y así establecer el reconocimiento facial de las personas. La tecnología de machine learning permite que el sistema aprenda de forma automática el proceso que se lleva a cabo para codificar cada una de las partes del rostro de una persona captada en video. Como característica principal del sistema está la posibilidad de realizar un reconocimiento facial de las personas en movimiento.

La finalidad de este proyecto es realizar un análisis de un sistema de reconocimiento facial que aplique técnicas de machine learning. De esta manera proponer un diseño del mismo para guardar cada evento captado por la cámara de seguridad y así crear registros de acceso. Estos registros serán de ayuda para mantener un control correcto de las personas que ingresan a las instalaciones del edificio antes mencionado. Dentro de este documento se encuentra el proceso realizado, el cual está dividido en 4 capítulos que se detallan a continuación:

En el capítulo I se encuentran temáticas referentes al problema sobre el cual se investigó. Tratando en todo momento de esclarecer las dudas en cuanto al problema existente, así como también la situación actual, las causas y consecuencias del problema, delimitar el problema en un contexto, formular y evaluar el problema, objetivos, alcance, justificación y también la metodología que se llevó a cabo dentro del proyecto.

El capítulo II comprende temas netamente relacionados a la parte conceptual bajo el cual se rige el proyecto. Dentro de este capítulo se encuentra el marco teórico, donde se tiene los antecedentes bajo el cual el proyecto fue basado para su efectiva realización, la fundamentación teórica, necesaria para conocer los temas relacionados y de interés general. Además de tener temas como la fundamentación legal, la pregunta científica a realizarse y definiciones conceptuales que intervienen para la correcta comprensión de los temas a tratados dentro del proyecto.

El capítulo III consta en su totalidad de temas sobre la realización del prototipo que se mostró al final de este trabajo. Aquí se tienen los análisis de factibilidades para determinar si el proyecto se puede catalogar como viable frente a una posible implementación. Se desarrolló las etapas de la metodología, las cuales rigen el proceso de desarrollo del proyecto, se presenta los entregables realizados, los criterios que validen la propuesta tecnológica y por último se llevó a cabo un análisis de los resultados sobre las encuestas de satisfacción.

Finalmente, en el capítulo IV se puede evidenciar los criterios de aceptación que se realizaron para evaluar el prototipo final. Además, se muestran las conclusiones y recomendaciones establecidas para el presente proyecto.

CAPÍTULO I

El Problema

Planteamiento del problema

Ubicación del problema en un contexto

El reconocimiento facial ha sido un tema de gran interés en los últimos tiempos, debido a que en líneas de seguridad se busca siempre mantener un control absoluto de las personas que ingresan a un determinado lugar. Esto sumado a la creciente actividad delictiva en el entorno de la ciudad de Guayaquil, está llevando a buscar nuevas formas de mantener una correcta vigilancia y control de acceso a determinados sitios.

Aprovechando el uso de la tecnología de reconocimiento facial se busca tener información mucho más detallada del personal que ingresa en un determinado lugar. Logrando de esta manera realizar una mejor identificación y control.

En conjunto con este tipo de tecnología se busca complementar la inteligencia artificial y así tener mejores resultados en esta temática. Los beneficios que puede brindar la inteligencia artificial por medio de machine learning dentro de un sistema de reconocimiento facial son altos. El sistema de reconocimiento facial aplicando técnicas de machine learning, con el pasar del tiempo aprendería a determinar los rasgos más significativos de las personas. Esta característica de machine learning ayudaría a corregir falencias como el error en la identificación de un individuo por causa del envejecimiento y cambio de los rasgos físicos.

Con el avance de la tecnología a nivel mundial es imprescindible acoplar mecanismos tecnológicos para la vida diaria. Si bien es cierto que se han implementado mecanismos que ayudan a registrar el acceso a determinados sitios, estos no son lo suficientemente óptimos. Debido a esto, es muy común observar en la entrada de un lugar a personal de seguridad los cuales cumplen con la función de registrar y monitorear a las personas que ingresan en los establecimientos.

La creciente actividad delictiva en los últimos tiempos preocupa a muchas personas dentro del entorno social. Por esta razón surge la necesidad de establecer mejoras en los sistemas de control y no solo estancarse en métodos tradicionales, los cuales no representan una solución óptima.

Dentro de los establecimientos educativos, entre ellos, los institutos de educación superior, es importante manejar una buena identificación de las personas que ingresan a dichos establecimientos. En el edificio de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones perteneciente a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil se puede observar que no se realiza un correcto control en las personas que ingresan a dicho edificio. Esto da lugar a que no solo los estudiantes y personal administrativo del edificio ingresen sino también cualquier tipo de persona que no tenga ninguna relación con dicha institución.

Situación Conflicto. Nudos Críticos

Los sistemas de reconocimiento facial se están extendiendo a lo largo de la industria de seguridad y controles de acceso, pero cabe mencionar que aún se presentan inconvenientes y no resultan ser tan factibles estos tipos de sistemas. En muchas ocasiones por detalles como cambios en pequeños rasgos físicos de las personas, confunden al sistema y no realiza una correcta verificación de la misma.

Adicional a esto, dependiendo de la metodología empleada para el reconocimiento en el cual se basa el sistema se pueden presentar inconvenientes a nivel de píxeles. Para minimizar estos inconvenientes es necesario tener imágenes muy claras y de una gran resolución. En el caso de realizar un reconocimiento facial a partir de imágenes de video hay que tener en cuenta el tipo de cámara que se utiliza, ya que de ella depende la calidad de las imágenes que se capte en video y así obtener resultados más confiables.

Adicional a esto, uno de los mayores conflictos que representa este tipo de sistemas es la poca confiabilidad y el temor de las empresas a que en determinados momentos el sistema no pueda mostrar los resultados esperados.

Uno de los riesgos que se manejan al no tener implementado un buen sistema de identificación de personas se da al momento que ocurra algún tipo de acción delictiva y no exista un registro de las personas que podrían ser sospechosas.

Causas y Consecuencias del Problema

En el cuadro N° 1 se pueden observar algunas causas y consecuencias que conlleva el hecho de no tener un buen sistema de control de acceso.

Cuadro N° 1

CAUSAS Y CONSECUENCIAS

CAUSAS	CONSECUENCIAS
Libre ingreso a cualquier tipo de persona	Se puede presentar posibles actos delictivos
Llevar un registro de las personas de forma tradicional preguntando sus datos	Genera molestias y ocasiona la libre circulación de las personas al momento de ingresar
No realizar monitoreo de las personas que ingresan	Falta de información para saber qué personas ingresaron en determinado día

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Delimitación del Problema

Esta problemática está orientada a temas de seguridad del edificio de las carreras de ingeniería en Sistemas Computacionales e ingeniería en Networking y telecomunicaciones. En el mencionado edificio no se realiza una correcta monitorización de las personas que ingresan, específicamente en la puerta de la calle P. Icaza. por lo que se puede mencionar que no existe un correcto desempeño en el control de acceso a dicho edificio.

Formulación del Problema

¿De qué manera ayudaría machine learning al momento de establecer un mejor control en el monitoreo de las personas que ingresan al edificio?

Evaluación del Problema

- **Claro:** Por medio de este proyecto se pretende demostrar de forma práctica y entendible, a través de los diseños a elaborar, la manera de realizar el sistema. De esta forma, en un futuro al replicarlo se cuenta con el material de apoyo suficiente para su correcta implementación y desarrollo masivo.
- **Original:** Establecer un sistema de reconocimiento facial en la actualidad no es nada nuevo ya que se los puede encontrar comúnmente en biométricos para controlar la hora de ingreso o salida de las personas en un determinado lugar. Pese a esto se puede modificar la utilidad de esta tecnología llevándolo a un nivel más alto, así como se lo plantea en este proyecto. Por esta razón será más novedoso ya que se lo combina con otra tecnología como la Inteligencia Artificial y así se es posible abrir una brecha en la investigación y desarrollo masivo de este producto.
- **Factible:** El proyecto no representa mayores recursos monetarios puesto que los materiales tanto físicos como lógicos no son herramientas difíciles de adquirir y que a su vez puedan impedir la realización del proyecto. Teniendo en consideración que se lo analizará en base a una muestra, no sería necesario el empleo de una base de datos a gran escala. Por estas razones se determina que el proyecto se cumplirá dentro del tiempo estipulado por la Universidad de Guayaquil.
- **Identifica los productos esperados:** Al finalizar este proyecto se demuestra que la combinación de tecnologías como la Inteligencia Artificial y el Reconocimiento facial aportan en gran medida el control de acceso de las personas. Debido a esto se presenta como una alternativa viable para

mejorar la seguridad del edificio de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.

- **Delimitado:** Para el desarrollo de la aplicación se necesita la participación de los estudiantes o colaboradores de la Universidad y se tiene como referencia para sitio de acceso la puerta peatonal ubicada en el lado de la calle P. Icaza del edificio de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.
- **Evidente:** Para todos es conocido que no existe un control de acceso al edificio de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking. Dado que las personas en general ingresan libremente generando incertidumbre y ocasionando en determinados momentos que se pueda realizar algún tipo de delito. Siempre se ha evidenciado que el ingreso a estas instalaciones no es muy controlado por lo que crear una aplicación que ayude en este tema sería de gran utilidad.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Analizar y diseñar un sistema de reconocimiento facial con machine learning para detectar e identificar intrusos.

Objetivos Específicos

- Determinar el mejor algoritmo que se pueda utilizar para que la validación de la información sea más precisa.
- Crear un modelo Entidad – Relación que almacene la información registrada en el sistema de Reconocimiento facial.

- Desarrollar un programa en Python que permita realizar el reconocimiento facial a partir de imágenes captadas en video.
- Realizar una aplicación web que permita llevar un registro de las personas que ingresan al Edificio de las CISC – CINT.

Alcance del problema

Con este proyecto se busca aprovechar los beneficios que presenta la Inteligencia Artificial y así aportar con la seguridad del edificio de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones, permitiendo de esta forma tener información más detallada de las personas que ingresarían a dicho edificio.

Al final del proyecto se presenta un prototipo de todo el sistema para la demostración del mismo. Se entrega las especificaciones técnicas de los equipos necesarios para realizar el monitoreo y control del personal que ingresa.

Con el presente trabajo se adjunta el diseño de la base de datos que se necesita para el registro de cada uno de los usuarios del sistema, la cual puede ser llenada con información de los registros que tiene actualmente la universidad.

El prototipo del sistema a presentar es capaz de reconocer a la persona que sea enfocada por una cámara dentro de un rango determinado y en caso de no encontrar datos de la persona identificada por la cámara el sistema permitirá que se ingresen los datos de la nueva persona.

Se entrega además de los códigos fuentes del sistema, los requisitos que se necesitan para implementarlo. No se entregarán reportes, informes, servidores y tampoco instaladores. Este proyecto está pensado para su posible implementación en una sola puerta que está ubicada en el edificio de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones por el lado de la calle P. Icaza y únicamente orientado al personal que ingresa por esa puerta.

Se necesita la información de las personas que podrían ingresar libremente al edificio. No se entrega la información referente a los datos propios de la base de datos, ya que estos tendrán que ser obtenidos por las autoridades al momento en que decidan utilizar la aplicación.

Finalmente se hará la entrega de la aplicación que estará basado en un ambiente standalone donde se desarrollará una aplicación desktop, mas no un aplicativo móvil.

Justificación e Importancia

A partir de la inseguridad que se genera al momento de permitir el ingreso de cualquier tipo de persona dentro de una institución educativa y peor sin llevar un registro de los datos de aquellas, surge la necesidad de establecer un control en cuanto al ingreso de las personas en el edificio de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones. Dado que de esta manera se puede prevenir cualquier tipo de acto delictivo dentro de la institución y en cuyo caso de que algo ocurra se puede recurrir a los registros de las personas extrañas que ingresaron ese día al edificio.

Por lo antes mencionado, la institución ahorraría recursos al no tener personal de manera permanente controlando el acceso a las instalaciones ni solicitando los datos de todas las personas que ingresan, debido a que toda esta actividad la realizaría el sistema de forma automática.

Con esto la institución se beneficiaría ya que se puede evitar gastos como el de contratar personal que realice estos registros y mantendrá un mejor control de las personas que ingresan a dicho edificio.

Esta investigación, además de otorgar mayor seguridad al edificio de las CISC - CINT, sirve para el desarrollo de tecnologías como la Inteligencia Artificial y el Reconocimiento Facial. Gracias a esto se puede despertar el interés de la comunidad de estudiantes universitarios que se encuentran en dicha institución, para que puedan descubrir mayores y mejores implementaciones de este tipo de tecnologías.

Los estudiantes pueden involucrarse más en temas de desarrollo e implementaciones puesto que este sistema llamaría la atención de la comunidad

tecnológica de la facultad. Dando cabida a la curiosidad por descubrir nuevos conceptos tecnológicos y tratar de conocerlos e implementarlos.

Metodología del Proyecto

Para el desarrollo de este proyecto se empleó el tipo metodológico conocido como Prototipo. Por medio del cual se llevaron a cabo cada una de las fases que comprende este tipo de metodología. De esta forma el producto final, que en este caso es el sistema de Reconocimiento Facial, funcione de la manera más óptima posible.

Establecer la metodología para el desarrollo del proyecto es importante, por lo que es desde este punto donde inicia todo el proceso que conlleva finalmente a la presentación final del producto. Es primordial seguir muy bien las fases que trata el tipo de metodología a emplearse, no se debe saltar ninguna fase y se debe realizar de manera precisa para evitar retrasos en el futuro.

Se escoge este tipo de metodología porque es re-alimentable y permite al desarrollador regresar a la versión anterior del programa y realizar modificaciones para mejorarlo. Con esto se puede añadir nuevas características a la implementación que se está llevando a cabo.

Dentro de la metodología de prototipo existen fases que se deben cumplir para su buen desarrollo. Las fases que intervienen dentro de esta metodología son: Planeación, Modelado, Elaboración del Prototipo, Desarrollo, Entrega y Re-alimentación, y por último la entrega del producto final.

Por medio de esta metodología se puede seccionar en partes cada vez más pequeñas el trabajo propuesto, esto quiere decir, que después de la primera versión del sistema de reconocimiento facial se realizará una evaluación de esa versión y se podrá regresar a un punto anterior para tener la posibilidad de añadirle más características al sistema.

Al aplicar esta metodología se aprovecharía más el tiempo para desarrollar el sistema, por lo que no es indispensable terminar de forma completa cada fase ya que se puede volver a un punto anterior después de evaluar el sistema principal.

A continuación, en el cuadro N° 2 se presentan algunos supuestos y restricciones para tener en cuenta en la realización y ejecución del presente proyecto:

Cuadro N° 2

SUPUESTOS Y RESTRICCIONES

SUPUESTOS	<ul style="list-style-type: none"> • La capacidad de poder realizar un reconocimiento facial a partir de un video resulta ser complicado y difícil de aplicar, por lo que se tendría que tomar más referencias faciales. • Establecer que el sistema empiece a reconocer a las personas de forma automática sin la intervención del ser humano dificulta más la tarea de realizar el reconocimiento facial. • Se toma demasiado tiempo poder establecer un tipo de cámara adecuado para poder captar imágenes de video de buena resolución. • El sistema se vería en la necesidad de tener que capturar imágenes de una persona en distintos ángulos para que se pueda establecer un correcto reconocimiento.
RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Al reconocer a una persona no autorizada para entrar a un lugar determinado, el usuario se verá en la obligación de ingresar los datos de la persona antes identificada. • Se debe asignar a un usuario autorizado para que pueda realizar la monitorización del sistema. • A medida que pase el tiempo de utilización del sistema, comenzará a guardar mayor cantidad de

	registros por lo que se debe mantener un buen sistema de almacenamiento de la información.
--	--

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Una vez finalizado el proyecto, se ajusta a un plan de calidad para pulir detalles necesarios sobre el producto final y así obtener una aceptación mayor con el usuario final. Para tal fin, se mantuvo el prototipo bajo revisión constante por 7 días antes de la presentación final y así se comprobó su correcto funcionamiento.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

Antecedentes del estudio

En el proyecto de titulación se hace referencia a trabajos presentados anteriormente tanto en el ámbito Nacional como en el Internacional. Esto se debe a que guardan relación muy estrecha con el tema a tratar. Donde se revisan diversos enfoques de aplicación destinados al Reconocimiento facial y otros destinados a la utilización de la Inteligencia Artificial. A continuación, se presentan algunas de las referencias más significativas a tratar dentro del proyecto:

En el artículo **“Implementación de un sistema de control de acceso basado en reconocimiento facial”** desarrollado por los autores Poveda & Merchán (2015). Se trata de desarrollar un sistema que sea capaz de realizar una verificación del usuario en tiempo real. Para realizar esta acción se emplea un algoritmo denominado como Viola & Jones, siendo este algoritmo quien realiza la acción de descubrir los rostros de las personas y utiliza un método de eigenfaces para obtener el reconocimiento.

Indica también que para la aplicación y muestreo de este tipo de sistemas se podría utilizar cámaras web las cuales se conectan mediante un cable USB a una laptop o bien para obtener una mejor precisión de las imágenes captadas se podría utilizar una cámara IP, las cuales tienen una mejor resolución y brindan mejores opciones de configuración.

Dentro de este estudio realizado se determinó que para la correcta implementación del proyecto se lo debería dividir en etapas donde cada una de las etapas juega un papel importante para que la siguiente pueda cumplir con los resultados esperados. Si bien es cierto se necesitan imágenes de muy buena resolución para la detección facial, dentro del procedimiento interno del sistema estas imágenes son llevadas a resoluciones más bajas para poder determinar una cantidad aceptable de píxeles y de esta forma tener un mejor muestreo al momento de realizar la detección del rostro de una persona.

Otro trabajo tomado como referente de estudio es el desarrollado por los autores Ibarra & Paredes (2017) titulándose el proyecto, **“Redes Neuronales Artificiales para el control de Acceso basado en reconocimiento Facial”**. La razón de ser del mismo se centra en crear de cierta manera un sistema basado en redes neuronales artificiales que sea capaz de reconocer en el menor tiempo posible y con un margen mínimo de error el rostro del individuo ya sea un empleado o visitante con la finalidad de dar acceso a un determinado recurso; cabe mencionar que dicho proyecto fue desarrollado con el objetivo de mejorar la seguridad de una empresa en la ciudad de Ibarra – Ecuador.

Para hacer posible el reconocimiento facial, en el trabajo se utilizaron métodos orientados en las características geométricas; previo a la construcción del prototipo, los autores realizaron una exhaustiva revisión de la literatura para comprender el principio en el que se basan las redes neuronales artificiales asociadas al reconocimiento facial concluyendo que, para elaborar el programa estos debían apoyarse de la metodología para el desarrollo de sistemas inteligentes e ingeniería de Software.

En lo que concierne a los materiales utilizados para la ejecución del proyecto, se valieron de una Cámara web de alta definición (HD) la cual cumplió la función de captar en tiempo real en forma de video el rostro del individuo al que se le practicó la biometría a través del reconocimiento facial; por otro lado, hicieron uso de un ordenador portátil el cual alojó un sistema denominado DataControlAccess que hizo la función de servidor, así como también utilizaron una placa de Arduino denominada Mega 2560, aquella que almacenó la programación que les permitió interactuar con la cerradura eléctrica utilizada también para permitir o denegar el acceso a los usuarios.

El tercer y último referente de estudio es el proyecto desarrollado por el autor Bronte (2013) cuyo proyecto se titula, **“Sistema de Detección y Reconocimiento Facial de Conductores Mediante Sistemas de Visión Computacional”**. El principal objetivo que persiguió dicho trabajo fue el de desarrollar un sistema de reconocimiento facial que pueda ser implementado dentro de un vehículo y que se mantenga activo todo el tiempo, esto con la finalidad de evitar robos de los

automotores, ya sea que se encuentren en estado activo (en operación) o pasivo (fuera de operación).

Para extraer las características o rasgos faciales del individuo a través de la cámara, el sistema contó con la aplicación del algoritmo 2DPCA, el mismo que además de cumplir la función ya mencionada, comparaba las imágenes aprendidas de los conductores autorizados que se encontraban alojadas en una base de datos. Cabe indicar que el sistema era capaz de detectar y reconocer imágenes en dos ambientes distintos, uno en condiciones normales donde la iluminación no es un inconveniente y otro en condiciones nocturnas, para ello dentro del automotor instalaron matrices de led infrarrojos.

El sistema antirrobo consistía en que, si la persona montada en el asiento del conductor coincidía con los datos registrados en la base de datos, automáticamente el programa dejaría arrancar el vehículo, por caso contrario, el automóvil quedaba inhabilitado debido a que detectaba usuarios externos no autorizados.

Fundamentación Teórica

Biometría

Según lo mencionado por Conde (2014), “La biometría es la medición y análisis estadístico de las características físicas y de comportamiento único de las personas. La premisa básica de la autenticación biométrica es que cada persona puede ser identificada con precisión por sus rasgos físicos o de comportamiento intrínsecos.” (p. 32)

Cuando se habla de biometría se hace referencia a los rasgos fisiológicos o conductuales de un individuo, cabe mencionar que todas estas propiedades deben ser elementos que se encuentren en la capacidad de ser codificados, registrados, medidos y procesados a través de ordenadores. Usualmente este tipo de tecnología es empleada para ejercer algún tipo de identificación y controlar el acceso a un determinado lugar, o simplemente para lograr la detección y caracterización de personas que pudieran encontrarse bajo vigilancia.

Al hablarse de rasgos biométricos, se puede decir que son las características específicas que adopta un ser humano, los mismos que pueden ser extraídos de la cara, de la oreja, por medio de la voz, del iris, a través del ADN, de huellas dactilares, de la palma de la mano, entre otros; este tipo de biometría también se la conoce como biometría estática. Por otro lado, tratándose de los rasgos conductuales o biometría dinámica, se hace referencia precisamente a cualquier gesto o accionar que puede emitir el cuerpo a partir de una situación, ejemplo de ello es la forma en la que un individuo habla, camina, llega a escribir o elabora su firma, e incluso la manera en la que puede hacer uso y manipulación del teclado.

Indicadores de los rasgos biométricos

A partir de lo establecido por Aguilera (2013), es importante tener en cuenta que los rasgos empleados en sistemas biométricos deben por lo menos contar con los siguientes indicadores:

- **Unicidad:** Los rasgos tomados no pueden en ninguna circunstancia repetirse, por lo tanto, por cada usuario deben ser únicos.
- **Universalidad:** Cada usuario que se encuentra incluido en el sistema debe contar con los rasgos que el mismo solicita.
- **Cuantificable:** Los rasgos tomados por individuo tienen que ser elementos que se encuentren en la capacidad de ser codificados, registrados y procesados.
- **Rendimiento:** El sistema debe responder a todas las exigencias y requerimientos impuesto en su diseño, tomando en cuenta que estos son un factor importante que garantiza la confiabilidad de uso de las funciones asignadas.

- **Aceptabilidad:** Debe existir total confianza por parte de los usuarios al momento de hacer uso del sistema.
- **Evasión o usurpación:** El sistema debe ser capaz de responder ante situaciones fraudulentas; entre las más comunes se puede mencionar el robo de identidad o la modificación de los rasgos para burlar al sistema.

Sistema biométrico

El principal objetivo que tiene un sistema biométrico es el de identificar o validar de manera automatizada la identidad de un individuo partiendo del estudio de uno o varios rasgos del cuerpo humano. Todo individuo que forma parte del sistema, previo a un registro, se lo denomina o conoce como usuario.

La biometría aplicada a los sistemas de información, posibilitan la autenticación de los usuarios valiéndose de tecnologías electrónicas que basan sus procesos de reconocimiento en fórmulas matemáticas muy complejas para asegurar en lo posible, con un nivel de fallos casi nulo que la persona que hace la petición de ingreso a un determinado recurso o espacio físico es quien realmente indica ser. (Tapiador & Pizarro, 2014, pág. 71)

A partir de esta premisa, la biometría se podría incluir en el mundo de la criptografía y de la seguridad informática, además de relacionarla muy estrechamente con uno de los tres niveles o aspectos críticos en los que se pueden diferenciar de manera tradicional los buenos sistemas de seguridad:

1. Lo que un usuario sabe
2. Lo que un usuario puede poseer
3. Lo que el usuario es

Los dos primeros métodos se socializan o conocen como enfoques tradicionales de autenticación, sin embargo, el tercero mantiene una estrecha relación con los sistemas biométricos. Al hablarse de métodos tradicionales, específicamente lo que el usuario sabe, se asocia lo que este puede conocer, por ejemplo, las contraseñas, palabras clave de acceso, el nombre de usuario, entre otros

aspectos; por el lado de lo que el usuario puede poseer se encuentran las tarjetas magnéticas codificadas, licencias, pasaportes, entre otros.

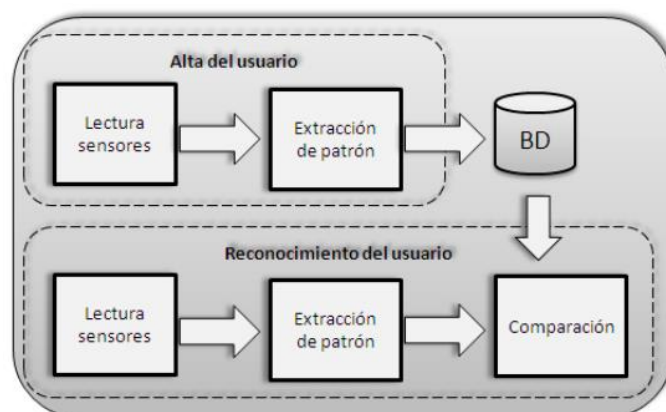
La principal desventaja que presentan los métodos tradicionales es que los recursos utilizados para la identificación del individuo pueden ser extraídos, perdidos, olvidados o adulterados, dejando efectos negativos para la persona desde el punto de vista económico, manipulación y acceso ilegal a recursos, clonación de tarjetas, etc.

Por otro lado, los métodos de identificación que basan sus principios en la biometría brindan soluciones de identificación altamente seguras, robustas y lo más importante, naturales debido a que se apoyan de los rasgos fisiológicos o conductuales del cuerpo humano los cuales difícilmente pueden ser adulterados debido a que son permanentes y personales.

Funcionamiento de un sistema biométrico

En teoría general el funcionamiento de un sistema biométrico se encuentra distribuido en dos fases importantes: alta del usuario, donde se incluye la lectura de sensores y la extracción de patrón, y la segunda fase conocida como reconocimiento del usuario donde se incluye también la lectura de sensores y la extracción de patrón, todo ello para llegar a la etapa más importante del proceso que es la comparación a partir de los datos o patrones recogidos. Ver Gráfico N° 1.

Gráfico N° 1
Funcionamiento de un sistema biométrico



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: (Bertino & Orozco, 2016, pág. 105)

En la primera fase que se ejecuta dentro de un sistema biométrico, el sistema pone en marcha la recopilación de los rasgos biométricos por medio de sensores, posterior a ello, este procesa los datos tomados para obtener lo que se conoce como descriptores; por último, ejecuta el registro de los descriptores para luego proceder a compararlos con los que se encuentran almacenados en la base de datos para discriminar si éste se mantiene registrado en el sistema.

En esencia se puede aludir que un sistema biométrico parte sobre la base de un problema de reconocimiento de patrones. Cabe mencionar que, de acuerdo con el contexto, un sistema biométrico puede ser empleado para cumplir dos funciones específicas:

- **Identificación:** Dada la previa obtención de las características biométricas del individuo, dicha información es procesada a una base de datos para luego ejecutar una acción de búsqueda que permita discriminar y determinar a qué persona pertenece la información ingresada. En otras palabras, el sistema pone en marcha una fase de comparación del rasgo biométrico validando uno a uno los patrones incluidos en la BD.
- **Verificación:** A diferencia del caso anterior, en esta función no se realiza una búsqueda, sino que la información tomada es utilizada para validar que el individuo que intenta acceder a un determinado recurso es quien dice ser, es decir, el usuario pide una identidad, para ello presenta un rasgo particular para luego ser comparado con el que ya se encuentra incluido en la base de datos.

En el caso de existir un alto nivel de similitud entre los patrones comparados, el reclamo o petición se determina como genuino, no obstante, de no ser este el caso, el usuario es denominado como impostor. El resultado que se refleja al final del proceso puede ser un valor auténtico (verdadero) o inexistente (falso).

Variación de los rasgos biométricos

Según lo establece López & Toro (2013), “el funcionamiento de un sistema biométrico depende específicamente de dos premisas, la primera es la unicidad del rasgo biométrico, y la segunda su permanencia.” (p. 33)

Cuando se habla de la unicidad del rasgo biométrico se hace referencia a que no pueden existir características repetidas o coincidentes en más de una persona; por otro lado, cuando se trata el tema de permanencia del rasgo biométrico se habla de que el rasgo tomado no puede generar variabilidad a lo largo del tiempo, es decir, debe ser precisamente el mismo. No obstante, hay que tener en cuenta que la realidad es otra, pues en la práctica estas premisas muy difícilmente pueden ser cumplidas por varios motivos los cuales serán expresados a continuación.

Por lo general, la unicidad de los rasgos de una persona puede verse afectada por situaciones como la genética familiar, existiendo la posibilidad que exista algún tipo de similitud de rasgos entre familiares, siendo el caso más claro, la de los gemelos que guardan una apariencia facial muy coincidente.

Por otro lado, la permanencia de los rasgos biométricos es algo que no puede ser conservado en todo el tiempo, pues se presentan factores que complican su conservación, entre los que se pueden mencionar, los cambios que sufre el organismo de la persona (niñez, adolescencia, adultez, vejez), condiciones del entorno al momento del censado (temperatura, luminosidad), variedad de sensores empleados para la recopilación de datos, alteración involuntaria de los rasgos biométricos como cambios en la voz producto de una enfermedad respiratoria. Para todos los escenarios mencionados cada vez que se requiere la obtención de los rasgos se generan variaciones en las muestras ya tomadas.

La variación que se presenta en un conjunto de rasgos biométricos tomados de un usuario se la denomina variación intraclase o intra-usuario, tomando en cuenta que, debido a la variabilidad presentada, el proceso de reconocimiento no puede llevarse a cabo de manera exitosa.

Cabe mencionar que no es posible contar con rasgos biométricos que guarden una similitud exacta, es por ello por lo que, partiendo de esto se puede establecer la diferencia fundamental entre los sistemas biométricos y tradicionales. Por ejemplo, en este último basado en contraseñas, la clave de acceso debe ser coincidente en todo momento, no obstante, en los sistemas biométricos se analiza y verifica la identidad del usuario a partir del nivel de semejanza que existe entre los rasgos que se encuentran registrados y los que son presentados en su momento. (Ramos & Ribagorda, 2015, pág. 61)

Medición y errores presentados en los rasgos biométricos

Aguilera (2013) menciona que, en dependencia de la variabilidad que presente un sistema biométrico, un sistema de reconocimiento automatizado posiblemente puede generar 2 tipos de errores muy comunes desde el punto de vista de la seguridad informática.

- **Error falso positivo:** Se trata cuando una muestra que es completamente desconocida en el sistema se la declara erradamente como conocida.
- **Error falso negativo:** A diferencia de la anterior, este error se presenta cuando una muestra que forma parte del sistema es declarada como desconocida negándose rotundamente el acceso a determinados recursos.



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: (Baca, 2016, pág. 27)

A partir del Gráfico N° 2 se puede observar que las distribuciones de un usuario genuino y un impostor en algún punto se superponen, lo que da paso a la creación de un espacio normal que determina lo tolerante o sensible que es el sistema frente a situaciones de engaño.

Posicionando el valor de umbral T colocado en el espacio de tolerancia se presentan los falsos positivos y falsos negativos, tomando en cuenta que, con un nivel relativamente reducido, el sistema tendrá mayor capacidad de tolerancia a errores falsos positivos, por la parte contraria, si el sistema acoge valores elevados, este tendrá menor tolerancia a errores de este tipo haciéndolo más firme frente a situaciones donde se intenta suplantar la identidad del usuario.

Reconocimiento de Patrones

Si bien, los seres vivos adquieren la información del medio que los rodea gracias a los sentidos, como son el olfato, la audición, la vista y el tacto, los sistemas inteligentes consiguen obtener dicha información por medio de sensores para luego poder presentar los datos recopilados de manera conveniente para su procesamiento y posterior interpretación en los ordenadores. Los datos que se registran se denominan patrones pudiendo ser representados en forma de tablas de datos, imágenes o simplemente señales.

El reconocimiento de patrones involucra la forma en que un sistema de manera automática puede clasificar un objeto, ya sea físico o abstracto en una o varias clases en donde el ser humano tiene una participación mínima. La clasificación se orienta en el conocimiento que se tuvo con anterioridad del objeto o en los datos que fueron extraídos por medio de los patrones.

Para tener una idea más clara sobre la manera en que se lleva a cabo el reconocimiento de patrones es importante conceptualizar terminologías básicas inherentes en su estructura y funcionamiento entre las que se pueden mencionar:

- Patrones
- Clases
- Características

Patrones

Un patrón hace referencia a la entidad que se encuentra en la capacidad de ser identificada conforme a sus características o atributos, pudiendo ser concreto o abstracto. Al hablarse de patrones abstractos no son más que ideas

conceptualizadas, en cambio los patrones concretos muestran la representación física del objeto analizado.

Clases

A las clases se la conocen como las categorías o estados que adoptan los patrones. Los patrones que formen parte de la misma clase comparten los mismos atributos y conductas. Desde el punto de vista teórico una clase puede ser definida como un modelo o prototipado que simboliza un objeto.

Características

Como su nombre lo indica, las características son aquellas que describen a los patrones a partir de los valores que adoptan sus atributos, además, establecen el espacio de características o propiedades de una clase. Cabe indicar que los atributos pueden tomar valores numéricos, cadenas alfanuméricas o simplemente símbolos. En el caso de que se trate de atributos del tipo numérico sencillamente pueden ser simbolizados por medio de vectores, no obstante, de tratarse de valores expresados en caracteres o en símbolos estos serán representados a partir de cadenas o una distribución en árbol.

Similitud en el reconocimiento patrones

En el proceso de reconocimiento de patrones, la similitud hace referencia a los valores semejantes que puede contener un atributo en dos o más objetos. Dentro de la fase de reconocimiento se analiza la similitud entre un objeto captado y un modelo o prototipado que define a la clase a la que forma parte. Elementalmente existen 3 enfoques que se utilizan para discriminar la similitud que puede haber entre patrones: la clasificación, el estudio de regresión y la descripción. (Yáñez & Díaz, 2014, pág. 101)

Clasificación

En la clasificación el proceso involucra la asignación de un patrón completamente desconocido a una clase tomando como referencia la valoración de sus atributos. A manera de ejemplo, para discriminar entre un automóvil negro y una motocicleta,

a partir de estos objetos se pueden establecer dos atributos: el color y la forma. Por lo tanto, el vector de características quedaría de la siguiente manera:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} color \\ forma \end{bmatrix}$$

En términos más detallados, la clasificación se apoya en la medición que existe entre la distancia euclídea con relación a las propiedades del objeto y la del prototipo que idealiza dicho objeto. Para conseguir mejores resultados en el proceso de la clasificación, en ciertos casos resulta necesario asignarle pesos a una característica específica del objeto puesto que de esta manera puede incidir mayormente en la diferenciación.

Cabe mencionar que en la clasificación se pueden presentar ciertos tipos de errores que degradan su efectividad, entre los que se pueden mencionar: niveles altos de variación sobre los datos que son presentados, el escaso número de muestras tomadas para la evaluación o la incorrecta selección de las características a analizar.

Regresión

La función de la regresión se apoya principalmente en el proceso cognitivo de la inferencia, por lo tanto, la estimación del valor de una determinada variable se consigue al tomarse como referencia valores que fueron captados a priori ya sea de la misma que está siendo medida o de otras diferentes. La variación generada entre el valor estimado y el real produce un error de proximidad, por ende, el objetivo principal en el que se apoya un sistema de regresión es que el error sea lo más pequeño posible.

Descripción

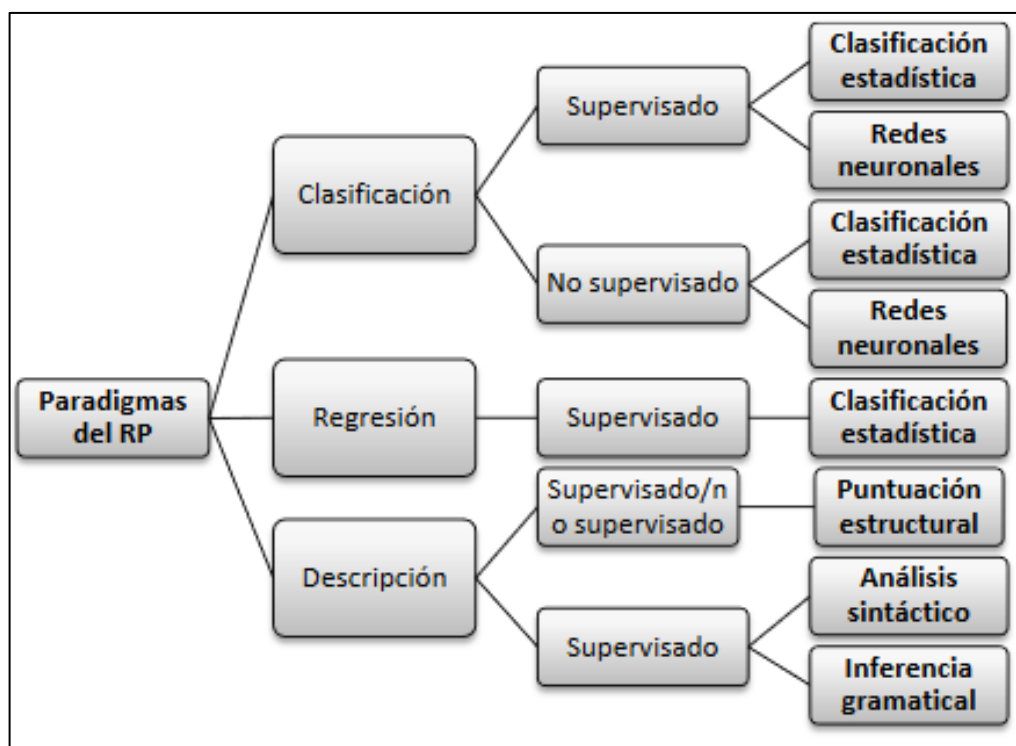
La descripción busca identificar la semejanza que puede existir en los objetos que parte desde una regla definida estructuralmente que se encuentra conformada por una secuenciación primitiva. Cabe indicar que tanto, la regresión como la clasificación discriminan la igualdad de los objetos aplicando una medición basada en la distancia, sin embargo, la descripción lleva a cabo la valoración partiendo de criterios sintácticos previamente establecidos.

Paradigmas del reconocimiento de patrones

Según lo definido por Romero & Calonge (2015), en el reconocimiento de patrones existen ciertos paradigmas que se presentan para dar solución a un problema, si bien, no existe una teoría específica sobre la manera de categorizarlos, se plantean aproximaciones que se apoyan básicamente en uno de los enfoques de análisis de similitud, aquellos que también son denominados hipótesis.

Cabe indicar que las hipótesis se pueden obtener a través de dos formas posibles: aprendizaje supervisado o también conocido como hipótesis inductiva, y el aprendizaje no supervisado llamado también hipótesis deductiva. Ver gráfico N° 3

Gráfico N° 3
Paradigmas del reconocimiento de patrones



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: (Romero & Calonge, 2015, pág. 10)

Cuando se trata de una hipótesis inductiva o aprendizaje supervisado, se determinan una serie de funciones que surgen de datos de entrenamiento o clases

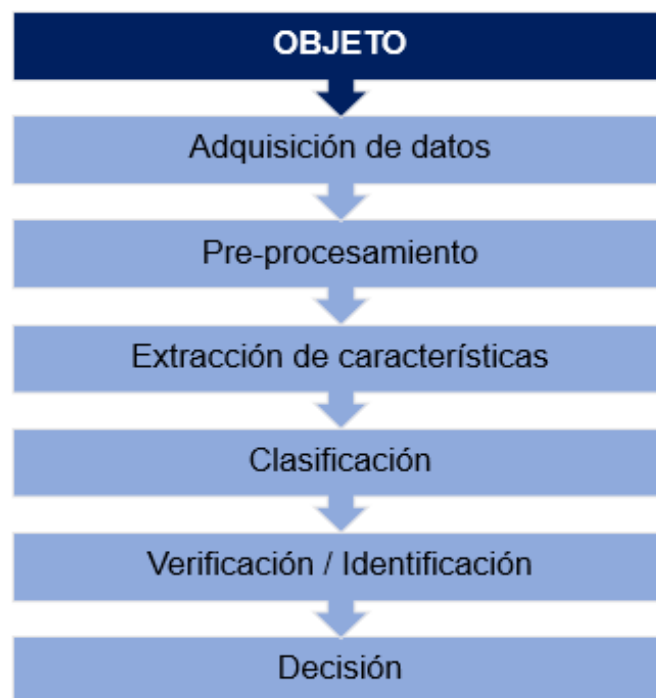
que anteriormente fueron establecidas. Es importante tener en cuenta que un patrón desconocido se somete a un proceso de evaluación en relación a sus funciones y en base al resultado que arroje se lo clasifica en una o varias clases.

Al hablar de una hipótesis deductiva o aprendizaje no supervisado no existe una preclasificación del objeto y en determinadas situaciones ni siquiera han sido establecidas las clases.

Estructura de un sistema de reconocimiento de patrones

Es importante tener presente que un sistema de reconocimiento de patrones indistintamente del paradigma que emplee se encuentra conformado por un conjunto de módulos que trabajan de manera metódica sobre los patrones en el que se incluyen: La Adquisición de datos, pre-procesamiento, Extracción de características, Clasificación, Verificación / Identificación, y por último la decisión, así como se muestra en el gráfico N° 4.

Gráfico N° 4
Estructura de un sistema de reconocimiento de patrones



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: (Aguilar & Castaño, 2016, pág. 55)

- **Adquisición de datos:** La inicialización del proceso parte de la recopilación de datos por medio de un sensor siendo el encargado de registrar las variables físicas para luego representarlas de manera conveniente haciendo posible su procesamiento y validación en el ordenador. Hay que tener en cuenta que la calidad en que los datos son tomados depende estrechamente de las características del sensor.
- **Pre-procesamiento:** El pre-procesamiento involucra la tarea de mejorar de cierta manera la calidad de los datos que fueron tomados previamente; las principales funciones que realiza son la normalización, eliminación de ruidos aleatorios y la exclusión de datos que no contribuyen en la toma de las muestras.
- **Extracción de características:** En este módulo se crea información importante de los datos; la información más significativa es registrada en los vectores de características.
- **Clasificación:** Los vectores de características son validados sobre una perspectiva de reconocimiento de patrones con la finalidad de determinar las clases y la asignación de un objeto que no se conoce a una de ellas.
- **Post-procesamiento:** Involucra la evaluación de los resultados conseguidos a partir de la clasificación para así, lograr determinar si el patrón analizado fue distribuido de manera correcta a la categoría que le corresponde.

Reconocimiento facial

Según lo determinado por Sánchez (2014), "El Reconocimiento facial es un sistema basado en algoritmos de procesamiento de imágenes o videos,

encargados de identificar a las personas de forma automática mediante el uso de cámaras.” (p.8).

Los sistemas biométricos electrónicos que se encuentran basados en los rasgos de la cara principalmente se fundamentan en la colocación de puntos sobre la imagen del rostro, así como también en la medición cuantificada de las distancias que pueden existir sobre estos. Cabe recalcar que el reconocimiento de facial se presenta como un área que se encuentra dentro del reconocimiento de patrones, basando su funcionamiento en este principio se pueden emplear técnicas tales como: igualamiento de plantillas, cálculo de eigenfaces, métodos que usan redes neuronales, etc.

Para implementar un sistema biométrico de reconocimiento facial, indistintamente de las técnicas o métodos aplicados se hace uso de dos conjuntos de datos principales: conjunto de entrenamiento y el conjunto de prueba. El primer conjunto se utiliza específicamente en la etapa de aprendizaje buscando que en lo posible los patrones siempre sean distintos entre sí, adicional a ello, que procuren representar el problema, para conseguir un alto nivel porcentual de generalización, por otro lado, el segundo conjunto de datos basado en los patrones actúa en la fase de reconocimiento. Ver gráfico N° 5.

Gráfico N° 5
Sistema de biometría facial



Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: (Salazar & Orozco, 2016, pág. 67)

En la mayor parte de las técnicas empleadas para el reconocimiento facial, este último incluye las siguientes etapas principales:

Preprocesamiento de la imagen: Tomando en cuenta que las capturas de las imágenes del rostro son efectuadas en diferentes instantes, esto produce que las imágenes captadas presenten variaciones en materia de iluminación, orientación e incluso en el tamaño del rostro. Por este motivo resulta imprescindible que la imagen antes de ser utilizada sea debidamente pre-procesada incluyendo acciones tales como la extracción de la cara sobre una imagen mayor en tamaño que guarde información poco significativa para el reconocimiento, normalización sobre el tamaño de las imágenes, es decir, que sean lo más estándar posibles, y la ejecución de alguna técnica de filtrado para perfeccionar la calidad de la imagen.

Eliminación de características: La efectividad del sistema de reconocimiento facial depende mucho de esta etapa; la función principal de la misma consiste en tomar la información más determinante de los rasgos de la cara, suprimiendo aquella que no suma significativamente para el reconocimiento. En muchas de las técnicas empleadas, las características más importantes que son tomadas de la cara son los ojos, cejas, barba (en el caso de que el individuo tenga), la nariz, la boca y su relación, es decir, la distancia existente entre cada uno de estos.

Entrenamiento: En el entrenamiento, el sistema debe valerse de alguna forma de aprendizaje que le dé la capacidad de guardar conocimientos automáticamente y ordenados sobre las caras que conforman el conjunto de entrenamiento, en otras palabras, aprendiendo de manera sistemática. Cabe indicar que el tipo de entrenamiento que se aplique depende mucho de la metodología utilizada para el reconocimiento.

Reconocimiento: Esta etapa principalmente la realizan los sistemas de reconocimiento facial; consiste en nutrir al sistema con imágenes de otros individuos, diferentes a los que se usan en el entrenamiento con el fin de conseguir un resultado que de alguna manera proporcione una codificación que posibilite identificar correctamente de qué persona se está tratando.

Inteligencia Artificial

Según lo expresado por Haugeland (2013), "La Inteligencia Artificial es la facultad de programar ordenadores que tengan la facultad de hacer aquello que la mente humana puede realizar aplicando un serio esfuerzo para entender la complejidad de la conducta humana en términos de proceso de información." (p. 66)

La inteligencia artificial se enfoca en ramas como la ciencia y la ingeniería; para este primero, se encarga de la evaluación y estudio de la capacidad de comprensión de los elementos artificiales y el principio de la inteligencia siendo muy útil para filósofos, biólogos, hasta psicólogos; por otro lado, definido desde el punto de vista de la ingeniería, se plantea como la creación de computadoras que adopten una conducta inteligente. Expresado de otra manera, la Inteligencia Artificial tiene por objetivo elaborar sistemas y máquinas que muestren un comportamiento autónomo, es decir, como si fuese ejercido por una persona, por lo tanto, en este sentido se podría decir que sea inteligente.

El aprender con el objetivo de resolver problemas, el percibir y poder adaptarse a entornos variantes, el ser creativo, entre otros, son las facetas que comúnmente se encuentran relacionados con el comportamiento que adquiere un agente inteligente (máquina). Cabe mencionar que la IA incorpora también un sin número de disciplinas, entre las más influyentes, la Psicología, Las TI, la Neurociencia, las Matemáticas, así como también la Física, la Ciencia Cognitiva, entre otros. (Escolano, Cazorla, & Colomina, 2015, pág. 39)

La Inteligencia Artificial busca incluir y analizar en gran medida las capacidades que tiene el hombre para poder incorporarlas a los ordenadores, así como también al mismo ser humano en la comprensión en los que se basa el principio de su capacidad de ser inteligente; a partir de esta premisa se puede aludir la razón por la que la IA deriva muchas ramas de estudio como las Redes Neuronales, Visión Artificial en el que juega un papel fundamental el aprendizaje automático, los Sistemas Expertos, Robótica, etc.

Visión por Ordenador

Al hablarse de visión por ordenador se hace referencia a la disciplina científica que cuenta con métodos que permiten obtener, codificar, evaluar e interpretar toda

imagen captada por un ordenador sobre todo lo que lo rodea. Es importante destacar que aquel campo se encuentra estrechamente relacionado con la teoría que involucra la extracción de información basado en imágenes de entrada en el que se utilizan prototipos y algoritmos de aprendizaje. En la actualidad se pueden mencionar aplicaciones que basan su funcionamiento en la visión por ordenador, entre los que más resaltan:

- Rastreo de video o de apreciación de movimiento
- Reconocimiento de objetos
- Reconstrucción de imágenes
- Detección de eventos

La visión por ordenador basa su principio de funcionamiento en sistemas y técnicas de construcción que recopilan un conjunto de datos desde un número determinado de imágenes dadas. El discernimiento o entendimiento de una imagen significa convertirla en una descripción del acontecimiento que simboliza la imagen, utilizando patrones construidos apoyados de la física, estadística, geometría, así como también en la teoría que involucra el aprendizaje de máquina.

Un inconveniente muy común que se presenta en la visión artificial es el discriminar si la imagen introducida posee una característica o propiedad determinada, objeto o actividad, para este caso en particular la visión por ordenador se puede dividir en la detección, analizándose la imagen con el fin de buscar una circunstancia específica; objeto de categorización, y por último en la identificación, donde se involucran acciones de reconocimiento orientado en una acción en particular del objeto en cuestión. (Hueso, 2014, pág. 13)

Machine Learning

Como es de conocer, el principal objetivo que persigue la visión artificial es la utilización de máquinas que de alguna manera simulan de forma casi perfecta la visión humana, estando en la capacidad de tomar medidas o muestras basadas solamente en la información que provee la entrada visual. No obstante, es preciso destacar que la etapa de toma de decisiones no podría ser un hecho sin la

existencia de una técnica que posibilite que el sistema aprenda de manera autónoma.

A partir de este principio, se puede deducir que el aprendizaje automático o también conocido como Machine Learning tiene como fin convertir los datos procesados en información. Un sistema tiene la capacidad de aprender a través de un conjunto de datos por medio de la extracción de ciertos patrones, para luego, tener la facultad de dar respuesta a interrogantes que tienen una estrecha relación con otros conjuntos de datos tomados de forma reciente.

Machine Learning es un sistema de aprendizaje autónomo que utiliza diferentes tipos de algoritmos para lograr un aprendizaje sin la intervención del ser humano. Esta es una tecnología muy utilizada actualmente en diversos campos tales como la medicina, la seguridad, Redes Sociales, etc. Alpaydin (2016), concluye que, “La máquina que realmente aprende es un algoritmo que revisa los datos y es capaz de predecir comportamientos futuros.” (p. 1).

Esta definición muestra de forma clara que no se trata de una máquina física la que aprende, sino que en realidad se trata de un código fuente o algoritmo el que realiza todo el proceso de aprendizaje. Por ende, se puede decir que, el aprendizaje automático es la ciencia que hace posible que un ordenador actúe autónomamente sin la necesidad de inyectar a cada momento programación. Es importante destacar que existen 3 tipos de algoritmos que se basan en Machine Learning tomando en cuenta los datos que se dispongan para entrenar al sistema:

- Aprendizaje supervisado
- Aprendizaje no supervisado
- Aprendizaje de refuerzo

En el aprendizaje supervisado, los conjuntos de datos obtenidos son etiquetados con el fin de facilitar las tareas de detección de los patrones, luego de ello son nuevamente utilizados en el proceso de etiquetar un conjunto de datos recientes.

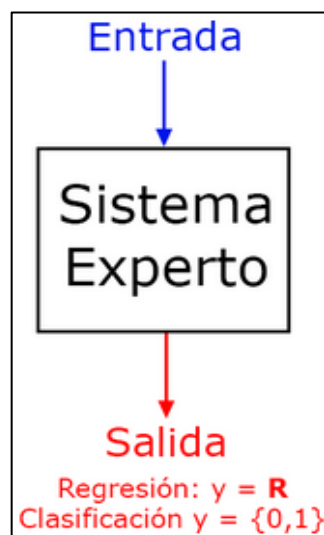
Por otro lado, en el aprendizaje no supervisado, el conjunto de datos no se encuentra etiquetado, por ende, basan su clasificación a partir de coincidencias o similitudes y diferencias; por último, en el aprendizaje de refuerzo, al igual que el anterior, el conjunto de datos tomados no cuentan con etiquetas, no obstante su

particularidad se presenta en que cuando se hayan llevado a cabo una o varias acciones de etiqueta el sistema de IA recibe re-alimentación a partir de los patrones conseguidos.

Aprendizaje del sistema en Machine Learning

Tomando en cuenta el principio de ML los sistemas tienen que ser capaces de aprender por sí solos sin la necesidad de ser programados de manera explícita con el fin de predecir acciones futuras, ejercer recomendaciones, clasificar ciertos elementos, anunciar algún tipo de evento, entre otros. Por ende, luego de que el programa haya pasado por una fase de entrenamiento, se conseguirá un sistema experto que es capaz de dar respuestas (salida) a partir de una determinada entrada (conjunto de datos) como consecuencia de haber empleado un método de clasificación o regresión que obligatoriamente el programa debe aprender sobre los datos ingresados. Ver Gráfico N° 6.

Gráfico N° 6
Sistema Experto Machine Learning



Elaborado por: Jonathan Portilla

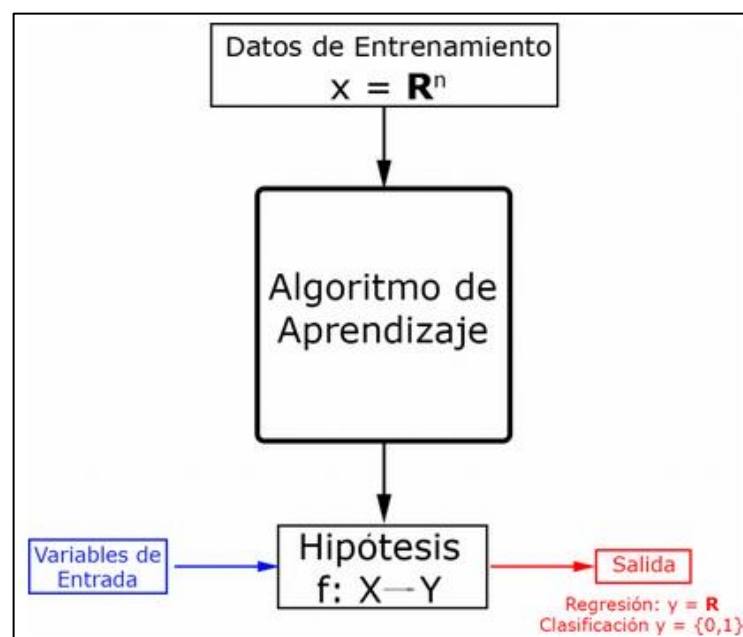
Fuente: (Harmon & King, 2015, pág. 116)

Cabe mencionar que el sistema experto se consigue a partir del tipo de técnicas de ML que se empleen, por lo tanto, es importante tener en cuenta que la función o regresión indiferentemente de los métodos empleados para el aprendizaje autónomo, son denominados hipótesis. En el mismo orden, para que los sistemas

puedan aprender, estos deben contar con un conjunto de datos de aprendizaje o entrenamiento (entrada y salida) requeridos para establecer la hipótesis que ayude a generalizar dichos datos de la manera más adecuada posible.

Al mencionar el término generalizar, se hace referencia principalmente a la forma en que el sistema puede predecir una determinada salida a partir de datos de entradas nuevos (datos de prueba) diferente a los datos ya procesados en la etapa de entrenamiento.

Gráfico N° 7
Esquema de Algoritmo de Aprendizaje ML



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: (Harmon & King, 2015, pág. 116)

Partiendo del Gráfico N° 7 se puede determinar que se cuenta con un conjunto de datos los cuales serán utilizados para brindarle enseñanza o entrenamiento al sistema. Al aplicarse cualquier técnica basada en Machine Learning al final del proceso se podrá establecer una hipótesis que a priori tiene que ser la función más correcta que concuerda y sistematiza los datos de entrenamiento.

Para tener una visión más clara del esquema; al aplicarse el aprendizaje supervisado en el que en cada una de las entradas de los datos de entrenamiento

se conoce sobre su salida debido al etiquetado que caracteriza a los patrones, para conseguir la hipótesis correspondiente es imprescindible obtener una función que se adapte al máximo posible a los datos de entrenamiento, con el fin de minimizar significativamente el error empírico, aquel que es medido como producto de la aplicación de la hipótesis sobre los datos de entrenamiento. En conclusión, lo que se busca es que la hipótesis conseguida adquiera el menor margen de error posible con los nuevos datos de entrada.

Fundamentación Legal

El presente proyecto se encuentra enmarcado dentro de las disposiciones legales proclamadas en la Constitución política del Ecuador, sus leyes y sus mandatos. A continuación, se citarán algunos de los artículos bajo los cuales se encuentra amparado el mismo.

Dentro de la CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR en el CAPÍTULO SEGUNDO Derechos del buen vivir SECCIÓN TERCERA sobre Comunicación e Información en el Artículo 16, Literales 1, 2 y 4 menciona que:

Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a: 1. Una comunicación libre, intercultural, incluyente, diversa y participativa, en todos los ámbitos de la interacción social, por cualquier medio y forma, en su propia lengua y con sus propios símbolos. 2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación... 4. El acceso y uso de todas las formas de comunicación visual, auditiva, sensorial y a otras que permitan la inclusión de personas con discapacidad. (*Constitución de la República del Ecuador*, 2008).

En este artículo se puede evidenciar la libre expresión que garantiza el estado ecuatoriano sin excepción ni discriminación. Siendo un país pluricultural donde se respeta y no se niega el acceso a la tecnología a todos los habitantes. Se resalta también en el literal 4 de este artículo el respeto hacia las personas discapacitadas para que no se les niegue el acceso a todas las formas de comunicación posibles.

A su vez en la CONSTITUCION POLÍTICA DEL ECUADOR en el CAPÍTULO SEGUNDO Derechos del Buen Vivir, SECCIÓN CUARTA Cultura y Ciencia, el Artículo 22 señala lo siguiente:

Las personas tienen derecho a desarrollar su capacidad creativa, al ejercicio digno y sostenido de las actividades culturales y artísticas, y a beneficiarse de la protección de los derechos morales y patrimoniales que les correspondan por las producciones científicas, literarias o artísticas de su autoría. (*Constitución de la República del Ecuador*, 2008).

Por medio de esto se conoce que el Gobierno Ecuatoriano brinda derecho soberano a todos sus habitantes de poder explotar su capacidad creativa en todos los ámbitos. Con esto se trata de impulsar y facilitar a la población de buscar mejores formas de desarrollar productos tecnológicos que benefician a la comunidad científica del Ecuador y a la población en general.

Aparte de impulsar el desarrollo tecnológico y la capacidad creativa de las personas, con este artículo se busca dar protección al derecho de propiedad intelectual. Al momento de presentar algún producto innovador, científico o de cualquier ámbito, se ampara dicho producto bajo los derechos morales y patrimoniales.

Mientras tanto, en el artículo 25 se indica lo siguiente “Las personas tienen derecho a gozar de los beneficios y aplicaciones del progreso científico y de los saberes ancestrales”(Constitución de la República del Ecuador, 2008). Con esto se brinda a los habitantes del país en General a tener acceso a los avances científicos y tecnológicos que se realicen dentro del territorio ecuatoriano. Permitiendo el disfrute de dichos avances y la utilización en los ámbitos pertinentes para los cuales fueron desarrollados.

En la SECCION OCTAVA sobre Ciencia, Tecnología, innovación y saberes ancestrales en su artículo 385 se establece que:

El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales... tendrá como finalidad: 1.- Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos... 3.- Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.(Constitución de la República del Ecuador, 2008)

En base a este artículo se puede señalar que la nombrada institución gubernamental se encuentra en la obligación de compartir los conocimientos científicos obtenidos en base a investigaciones o desarrollo por parte de la comunidad científica del país. Aparte de eso se ve en la obligación de desarrollar nuevas tecnologías que brinden un aporte sustancial a la diversa producción nacional.

Dentro del mismo marco de la CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR en su artículo 386 se indica lo siguiente:

El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y particulares, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales.

El Estado, a través del organismo competente, coordinará el sistema, establecerá los objetivos y políticas, de conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo, con la participación de los actores que lo conforman. (*Constitución de la República del Ecuador, 2008*)

El Gobierno Ecuatoriano mediante el organismo competente como el SENESCYT emprende programas de desarrollo e innovación involucrando a fuentes de desarrollo científico, siendo estos la mayoría de las instituciones educativas del país. Mediante este organismo el gobierno busca mantener un control para este tipo de desarrollo y de esta forma ayudar a fomentar el desarrollo tecnológico del país.

En el Artículo 387 en sus Literales 1, 2, 3, 4 y 5 se encuentran las responsabilidades del Estado las cuales se mencionan de la siguiente manera:

1. Facilitar e impulsar la incorporación a la sociedad del conocimiento para alcanzar los objetivos del régimen de desarrollo.
2. Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay.

3. Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.
4. Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.
5. Reconocer la condición de investigador de acuerdo con la Ley. *(Constitución de la República del Ecuador, 2008)*

Este artículo es de gran importancia frente a los temas de investigación científica que se desarrollan dentro del país. Dentro de esto se destaca la generación y producción del conocimiento, así como el acceso a los conocimientos científicos que van en aumento dentro de los últimos años.

Como se menciona en puntos anteriores en este artículo también se encuentra la responsabilidad por parte del estado de garantizar la libre creación del desarrollo tecnológico. Así también se debe resaltar el amparo de este artículo a toda la comunidad de investigadores.

En el artículo 388 de la misma CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR se estipula lo siguiente:

El Estado destinará los recursos necesarios para la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, la formación científica, la recuperación y desarrollo de saberes ancestrales y la difusión del conocimiento. Un porcentaje de estos recursos se destinará a financiar proyectos mediante fondos concursables. Las organizaciones que reciban fondos públicos estarán sujetas a la rendición de cuentas y al control estatal respectivo. *(Constitución de la República del Ecuador, 2008)*

Como principal ente regulador del país, es el estado quien se encargará de proporcionar los recursos vitales para una buena investigación científica por parte de la comunidad en general. De esta manera el Gobierno demuestra su total interés en el apoyo a este campo, siempre bajo el marco legal necesario y llevando un control bajo los recursos que el mismo estado proporciona.

Según lo establecido por el CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL en su TÍTULO IV Infracciones en Particular CAPÍTULO SEGUNDO Delitos contra los derechos de libertad SECCIÓN SEXTA Delitos contra el derecho a la intimidad personal y familiar en su Artículo 178 sobre la Violación a la intimidad indica que:

La persona que, sin contar con el consentimiento o la autorización legal, acceda, intercepte, examine, retenga, grabe, reproduzca, difunda o publique datos personales, mensajes de datos, voz, audio y vídeo, objetos postales, información contenida en soportes informáticos, comunicaciones privadas o reservadas de otra persona por cualquier medio, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

No son aplicables estas normas para la persona que divulgue grabaciones de audio y vídeo en las que interviene personalmente, ni cuando se trata de información pública de acuerdo con lo previsto en la ley. (COIP, 2016)

Ante lo anteriormente expuesto se tiene que ninguna persona tiene el derecho de poder divulgar datos personales de otra persona que no sea ella misma, puesto que si lo hace puede caer en prisión por un período de hasta tres años. Esto se debe a que cada persona es dueña de su información personal y hacer pública la información personal de otra persona estamos atentando a su intimidad. Esta norma tiene su excepción cuando se trate de información de ámbito público que esté previsto bajo la ley.

Dado el Decreto Ejecutivo 1425 donde se establece un reglamento para la adquisición de software por parte de las entidades contratantes del sector público, en su Artículo 2 sobre el Valor Agregado Ecuatoriano de los Servicios de Software se menciona lo siguiente:

En los servicios de desarrollo de software, se considerará como importante componente de valor agregado ecuatoriano cuando su desarrollo sea mayoritariamente ecuatoriano, es decir, si existe una participación mayoritaria de autores, desarrolladores o programadores ecuatorianos.

Los servicios en que no considere desarrollo de software se reconocerán como importante componente de valor agregado ecuatoriano a aquellos en cuya provisión participe personal técnico ecuatoriano de manera mayoritaria.

La entidad rectora del sistema nacional de Contratación Pública definirá los umbrales respectivos para determinar el componente de valor agregado ecuatoriano, que permita aplicar la prelación prescrita en el artículo 148 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. (Correa, 2016)

A partir de lo referenciado se hace mención a la importancia y potencial que tiene el talento ecuatoriano para desarrollar proyectos de tecnología, específicamente en el área de desarrollo, con esto se busca priorizar que en la mayoría de los proyectos tecnológicos desarrollados en Ecuador prevalezca la mano de obra local como valor agregado.

Pregunta Científica a Concretarse

¿Será posible conseguir que el reconocimiento facial a través de la tecnología Machine Learning ayude a detectar e identificar intrusos de manera autónoma y eficiente basándose en un algoritmo de aprendizaje automático?

Definiciones Conceptuales

Python: Es un tipo de lenguaje de programación de fácil entendimiento que no necesita ser compilado y está establecido como un lenguaje de código abierto. Como característica principal se tiene que este lenguaje de programación es del tipo Cross plataforma, es decir, que se puede ejecutar en diversos sistemas operativos. (Kumar, 2018)

Inteligencia Artificial: Esto se define como un conjunto de algoritmos planteados de tal manera que las máquinas puedan realizar acciones de forma autónoma sin la intervención del ser humano. Por medio de la inteligencia artificial, las máquinas pueden aprender constantemente en base a un código o algoritmo planteado y así poder desarrollar las actividades de manera más precisa. (Pino & Gómez, 2015)

OPenCV: Es una librería escrita en C/C++, la cual puede ser utilizada por varios lenguajes de programación, entre ellos, Python. Esta librería incluye una gran cantidad de algoritmos entre los cuales se destaca el machine learning. Gracias

al empleo de esta librería se pueden realizar aplicaciones que permita detectar intrusos en video y al ser multiplataforma no es necesario utilizar un sistema operativo específico. (Minichino & Howse, 2015)

Eigenfaces: Es una técnica utilizada para el reconocimiento de caras el cual está basado en el análisis de componentes principales. Por lo cual, “Este método realiza una proyección lineal del espacio de imágenes a un espacio de características de menor dimensión.”(Ottado, 2010).

Usuario Final: Se refiere a la persona que estará encargada de utilizar el sistema de control de acceso, la cual podrá acceder a la información proporcionada por el sistema y utilizarla de la forma en que se crea conveniente. (Alarcón, 2016)

CAPÍTULO III

Propuesta Tecnológica

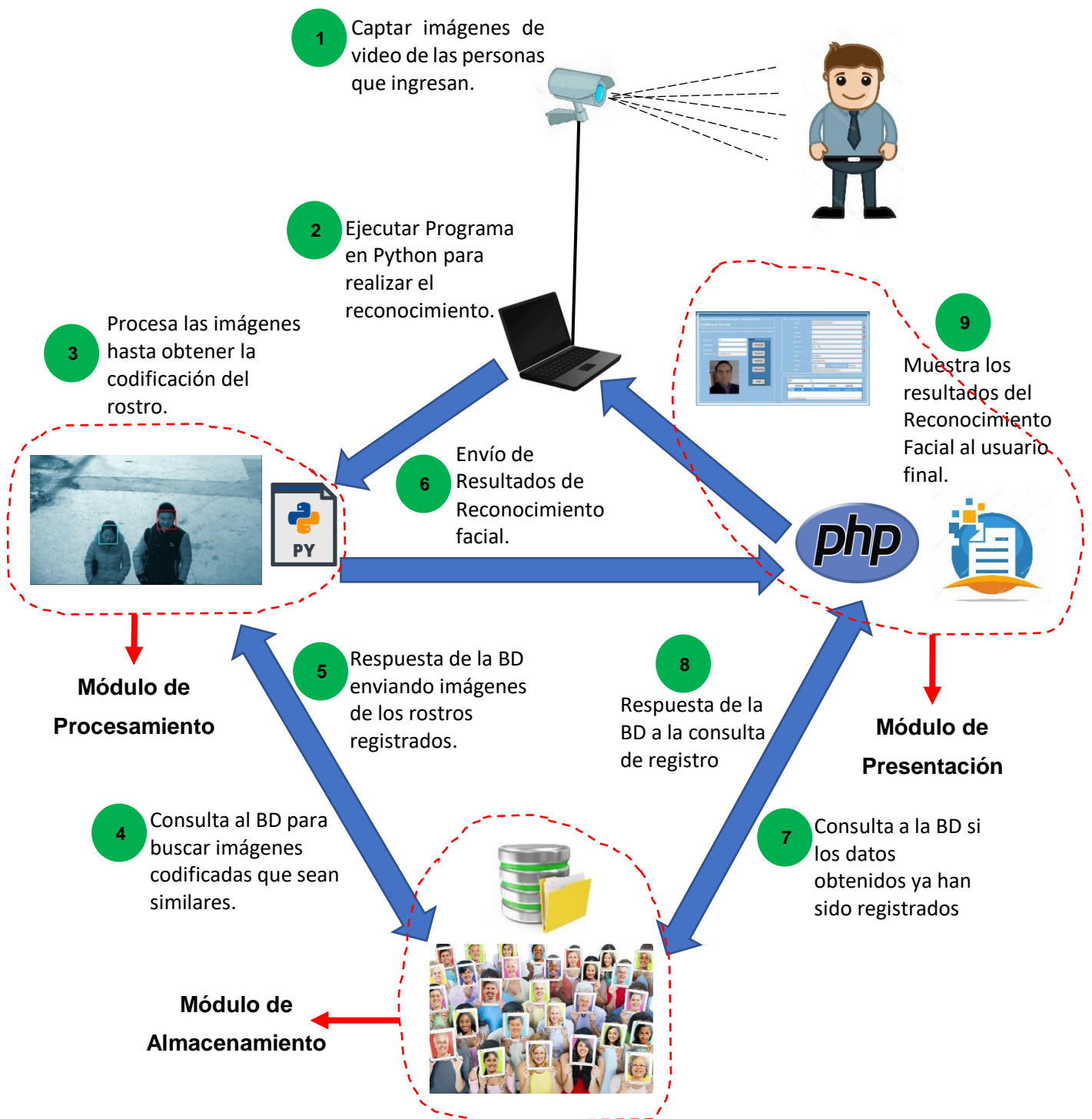
Este proyecto presenta un esquema basado en un ambiente standalone, destinado en un sistema operativo Windows, por lo cual se cuenta con máquinas basadas en este sistema operativo. La estructura física del proyecto está dividida en módulos, tales como: módulo de almacenamiento, módulo de procesamiento y módulo de Presentación.

Las funciones de cada módulo están relacionadas entre sí, por lo que se debe mantener una total comunicación entre cada uno de los módulos. Dentro del módulo de almacenamiento se encuentra la base de datos del sistema en general y es aquí donde se guardará toda la información procesada.

En el módulo de procesamiento se encuentra la cámara de video vigilancia la cual, al estar conectada directamente a una PC captará toda la información necesaria para el sistema. Mientras que, en el módulo de presentación, se encuentra la interfaz gráfica del sistema, donde el usuario final observará todos los datos recogidos por el sistema y así realizar el control en el sistema de acceso.

Para evitar perder los datos obtenidos por la cámara de video, se realiza la conexión de la misma empleando un medio físico hacia el sistema de control de acceso. Desde el aplicativo desktop que debe utilizar la persona encargada del monitoreo puede realizar funciones que son de utilidad al momento de mantener un control en el acceso de las personas. Una funcionalidad por destacar es la ingresar directamente los datos de una persona desconocida a la base de datos y así lograr que el sistema aprenda por medio de la información ingresada. Ver Gráfico N° 8.

Gráfico N° 8
Diagrama General del Sistema



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Análisis de Factibilidad

Esta parte del estudio es vital para determinar la viabilidad del proyecto ya que se revisan los factores claves como lo son las factibilidades operacionales, técnicas, legales y Económicas de las cuales depende este proyecto, siendo esta sección la de mayor importancia para su desarrollo.

En cada factibilidad se obtendrá un resultado único, dependiendo del análisis previo que se haya realizado dicho resultado puede ser positivo o negativo para el proyecto. En muchas ocasiones no todas las factibilidades darán como resultado un valor positivo, entiéndase como valor positivo al decir que el proyecto si es factible.

Factibilidad Operacional

Para determinar si el proyecto es factible de forma operacional se realizó un conversatorio con uno de los posibles candidatos a manejar el sistema en caso de que se llegara a implementar. Antes de realizar el conversatorio, se expuso de manera muy general la forma de funcionar el sistema. Esto se lo realizó con el fin de que el usuario tenga una idea mucho más clara de lo que se le está preguntando. Las respuestas más destacadas del conversatorio se encuentran en el Anexo 1.

Al no contar con un sistema de registro de las personas que ingresan a las dependencias de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, este proyecto se presenta de forma muy amigable para los usuarios puesto que ayuda a mantener un control en el ingreso de las personas.

El sistema es de fácil acceso ya que se desarrolló para que funcione bajo una plataforma web. Si bien es cierto que este proyecto se lo utiliza de forma standalone, esto no impide que la plataforma funcione dentro de un hosting en la nube y de esta manera lograr que trabaje en línea. Se podrá acceder a las funcionalidades del sistema por medio de una pantalla de login, donde el usuario deberá usar sus credenciales asignadas en base a su perfil de usuario para tener acceso.

Dentro de las opiniones más importantes de la persona con la cual se realizó el conversatorio se pueden destacar respuestas como la de no saber con exactitud

la identidad de las personas que ingresan al edificio de la carrera por la puerta peatonal de la calle P. Icaza, dado que en dicha puerta ingresan varias personas durante el día y resultaría una gran ventaja para el personal contar con un sistema que reconozca y guarde el registro de las personas que ingresan por dicha puerta.

Al no mostrar inconformidad con la forma en que el sistema de Reconocimiento Facial funciona y siendo amigable con el usuario final se concluye que el proyecto es factible operacionalmente, pudiéndose desarrollar de la forma planteada a los usuarios finales.

Factibilidad Técnica

Dentro de este análisis se determinan las necesidades de Hardware y Software que el proyecto necesita para su desarrollo y funcionamiento óptimo. De esta manera se demuestra si se cuenta con los recursos necesarios para desarrollar el sistema. Hoy en día existen varias aplicaciones open source y multiplataformas que facilitan la tarea al momento de realizar el desarrollo de un sistema, esto se debe a la gran variedad de plataformas en las que actualmente se trabaja.

A continuación, se muestra en los cuadros N° 3 y 4 los recursos técnicos necesarios tanto de hardware como de software para el desarrollo de este sistema:

Cuadro N° 3

REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

SOFTWARE	
TIPO	NOMBRE
Lenguajes de Programación	Python, PHP
Gestor de la Base de Datos	PhpMyAdmin
Framework	Yii Framework
Sistema Operativo	Windows
IDE	Sublime Text, Notepad++, Power Shell de Windows, XAMPP
Navegador	Google Chrome

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 4

REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

HARDWARE	
TIPO	CARACTERÍSTICAS
Laptop o PC Desktop	<ul style="list-style-type: none">• Memoria Ram de 16 GB• Procesador Intel Core I7 7ma Generación• Disco Duro de 1TB• Tarjeta de Memoria Nvidia 16 GB
Cámara	Cámara web 1080 p con conector USB

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

De acuerdo con la información mostrada en las tablas, se puede apreciar que se necesitan más recursos de Software que de Hardware, y esto es debido a que se está llevando a cabo un análisis para el desarrollo de un sistema. Al cumplirse estos requerimientos mínimos tanto de Software como de hardware, se podrá lograr una correcta implementación del sistema en cualquier momento.

Estos requerimientos son fáciles de adquirir actualmente por lo que se determina que el proyecto es factible técnicamente, en base a los requisitos presentados anteriormente, cabe señalar que estos requisitos cuentan también si se desea llevar a cabo la implementación de este diseño.

Factibilidad legal

Enmarcar el proyecto dentro de las leyes del estado ecuatoriano, representa un punto importante para llevar a cabo en cualquier momento su implementación. Desde aquí depende el sustento legal del proyecto y se determina si las acciones que conllevan para realizarlo violan las leyes de este país o en su defecto causen algún impacto negativo dentro de la sociedad.

A continuación, se presentarán algunos artículos en base a la constitución del estado ecuatoriano bajo el cual este proyecto se fundamenta para establecer su factibilidad legal.

Según lo determinado en el Reglamento a la Ley de vigilancia y seguridad privada en su capítulo I sobre Generalidades en el artículo 2 sobre prohibición de servicios se señala lo siguiente:

Art. 2.- Prohibición de Servicios. - Prohíbese la prestación de servicios de vigilancia, seguridad e investigación privada bajo cualquier forma o denominación a toda persona natural o jurídica que no esté legalmente autorizada. El incumplimiento a esta disposición dará lugar a la sanción administrativa establecida en la disposición general octava de la Ley de Vigilancia y Seguridad Privada, sin perjuicio de las acciones legales correspondientes. (Decreto Presidencial No.1181, 2008)

En base a este artículo cabe destacar que ninguna persona bien sea natural o jurídica tiene derecho alguno a prestar un servicio de video vigilancia a menos que esté debidamente autorizada para realizarlo. De no acatarse esta disposición la persona que incumpliere deberá acogerse a las acciones legales pertinentes que el estado crea necesario.

Mientras tanto en el mencionado reglamento en su capítulo I sobre Generalidades en el artículo en el artículo 3 sobre estado de Emergencia y Movilización menciona lo siguiente:

...El personal que presta servicios en las compañías de vigilancia y seguridad privada, por su preparación y condición, se constituyen en elemento de apoyo y auxilio a la Policía Nacional, única y exclusivamente en actividades de información para la prevención del delito. (Decreto Presidencial No.1181, 2008)

En este artículo se puede evidenciar que en determinados momentos los servicios de vigilancia y seguridad de parte de las compañías pueden catalogarse como un elemento de apoyo para la Policía Nacional pero únicamente cuando se refiera a actividades que sirvan para obtener información para la prevención del delito.

Una vez que se han analizado los artículos bajo las cuales un sistema de reconocimiento facial puede estar amparado, se llega a la conclusión que este

proyecto es factible legalmente dado que no existe prohibición alguna para poder instalar un sistema de reconocimiento facial basado en cámaras de video.

Factibilidad Económica

Los recursos económicos serán siempre un punto importante para analizar si se quiere realizar algún tipo de proyecto tecnológico ya que de este depende su realización. Dentro de este proyecto se tienen en cuenta cada uno de los componentes que se deben utilizar tanto a nivel de hardware como de software.

Un proyecto con un costo muy elevado representa una gran desventaja, puesto que en la mayoría de los casos no se cuenta con un presupuesto demasiado alto para la realización de un proyecto. Para el diseño de este proyecto, la mayoría de los componentes de software son de tipo open source por lo que no representarán mayores gastos para su desarrollo.

Dentro de los componentes de software que se utilizan se tiene herramientas como XAMPP, utilizado para obtener el intérprete de PHP y también para poder utilizar el motor de base de datos de MySQL, Power Shell de Windows o el CMD, esto se lo utilizará para poder ejecutar el programa en Python además que servirá para la instalación de las librerías necesarias, navegador web como Google Chrome o también se puede utilizar Mozilla Firefox, lenguajes de programación como Python y PHP. Ver el Cuadro N° 5

Cuadro N° 5

COSTOS DE SOFTWARE

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
XAMPP	1	\$0	\$0
Sublime Text	1	\$0	\$0
Power Shell o CMD	1	\$0	\$0
Windows 10 Pro	1	\$0	\$0

Python	1	\$0	\$0
PHP	1	\$0	\$0
TOTAL			\$0

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Por otro lado, también se dispone de recursos de hardware los cuales tienen la misma importancia que los recursos de software dado que son los medios físicos donde se ejecuta el sistema. Entre los recursos de hardware se destacan como principal herramienta la cámara web que sirve para poder captar cada una de las imágenes en video de las personas que ingresan. Aparte de la cámara también se emplea el uso de una laptop con características descritas anteriormente. Ver Cuadro N° 6

Cuadro N° 6

COSTOS DE HARDWARE

Descripción	Cantidad / Meses	Precio Unitario	Total
Laptop o PC Desktop	1	\$1200	\$1200
Cámara Web HD 1080P	1	\$135	\$135
1 Desarrollador	2	\$800	\$1600
TOTAL			\$2935

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Como anotación adicional se menciona que para la realización de este proyecto se tuvieron gastos adicionales pertenecientes a la investigación y realización de los estudios necesarios para determinar el correcto análisis y diseño del mismo. Entre los gastos adicionales se toman en cuenta los gastos por movilización, por

comida e impresiones de oficios necesarios aparte de la documentación realizada, a continuación, se dispone el Cuadro N° 7 perteneciente a los gastos adicionales.

Cuadro N° 7
GASTOS VARIOS

Descripción	Cantidad	Medida	Precio Unitario	Total
Servicio de Internet	6	Meses	\$30	\$180
Impresiones	110	Hojas	\$0.15	\$16,5
Transporte	10	Días	\$0.60	\$6.00
Comida	10	Almuerzos	\$2.50	\$25
TOTAL				\$227,50

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

En este proyecto también se consideran gastos varios, necesarios para realizar esta documentación. Pero estos gastos no deben ser considerados si se desea implementar este proyecto, porque estos gastos no representan impedimento alguno para que el proyecto se lleve a cabo.

Dado que los resultados obtenidos por las diferentes factibilidades estudiadas a continuación se concluyen que el proyecto es totalmente factible por lo que no presenta ningún problema tanto de tipo operacional, técnico, legal o económico, pudiéndose desarrollar con total normalidad y si se desea llevar a cabo su implementación tampoco representaría ningún problema.

VAN y TIR

Para las empresas en general sobre todo las del ámbito privado siempre toman en cuenta cuánto tiempo les tomará recuperar todo el dinero utilizado en un proyecto por lo cual es imprescindible que el proyecto mantenga buenos valores de retornos a corto o mediano plazo. Este proyecto mantiene una ventaja ya que está utilizando software en su totalidad Open Source que, si bien no garantiza que

no tenga costo alguno su utilización, pero si nos da la facilidad de manejar un código totalmente liberado.

La inversión inicial que demanda este proyecto está por los \$2935 por lo cual a simple vista vemos que no demanda mucho gasto el tratar de realizar este prototipo. Para esta ocasión, emplearemos un porcentaje de rentabilidad del 10%. Por otra parte, los gastos anuales quedarían recompensados por la reducción del costo que conlleva el contratar a personal humano para realizar las tareas de registros. Este valor asciende a un aproximado de \$6300 lo cual al implementar el sistema estaría siendo ahorrados.

Dado los datos anteriores se procede a calcular el Valor del VAN retornándonos un valor final de \$7800,95 lo cual estaría proyectado para un total de 3 años. A continuación, en el Gráfico N° 9 se aprecia el cálculo realizado para determinar el valor de VAN del proyecto.

Gráfico N° 9
Cálculo del VAN

Rentabilidad 10,00%

Inversión inicial 2.935,00

Valor Actual Neto (VAN) 7.800,95

aceptable

Limpiar formulario

AÑO	COBROS	PAGOS	FLUJOS DE CAJA
0			-2.935,00
1	6.300,0	3.845,0	2.455,00
2	6.300,0	910,0	5.390,00
3	6.300,0	910,0	5.390,00

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Luego de haber calculado el valor actual neto del proyecto y de haber determinado que mediante ese resultado se recupera el valor de la inversión en el segundo año de producción del sistema, se define que el proyecto presenta un valor de retorno de la inversión en un corto plazo.

Dado que el valor del VAN es muy aceptable se procede a calcular la tasa interna de retorno, la cual brindará un resultado proporcional de nuestro proyecto por lo que se tiene el siguiente cálculo mostrado en el Gráfico N° 10.

Gráfico N° 10
Cálculo del TIR

Desembolso Inicial <input style="width: 150px;" type="text" value="4.865,95"/> Tasa Interna de Retorno (TIR) <input style="width: 150px;" type="text" value="61,51%"/> <input type="button" value="Limpiar formulario"/>			
AÑO	COBROS	PAGOS	FLUJOS DE CAJA
0			-4.865,95
1	<input style="width: 100px;" type="text" value="6.300,0"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="3.845,0"/>	2.455,00
2	<input style="width: 100px;" type="text" value="6.300,0"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="910,0"/>	5.390,00
3	<input style="width: 100px;" type="text" value="6.300,0"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="910,0"/>	5.390,00

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

De acuerdo al resultado obtenido se concluye que el proyecto es altamente factible de forma económica ya que no representa gastos mayores. Teniendo en cuenta que para que un proyecto sea determinado factible, el valor del VAN debe ser mayor a cero mientras que el TIR debe proporcionar un valor igual o mayor a la tasa de rebaja del proyecto en general. En los datos mostrados anteriormente tenemos un valor de VAN de \$7800,95 a los 3 años de producción del proyecto y con un valor de TIR del 61,51% permitiendo tener una buena confiabilidad del proyecto.

Etapas de la Metodología del Proyecto

Según lo ya especificado en el primer capítulo, la metodología a emplearse será del tipo prototipo. El cual consta de varias fases para su correcta implementación, por ello se detallan cada una de ellas en base a los requerimientos exigidos en este proyecto.

Es importante que cada una de las fases de esta metodología se lleve a cabo de tal manera que al final se obtengan los mejores resultados de este prototipo. Se debe tener en cuenta que si una de las fases falla entonces el desarrollo del proyecto se verá comprometido de tal forma que el producto final no resultará como se esperaba.

Planeación

Cada vez que se necesite realizar un proyecto, sobre todo tecnológico es importante siempre desarrollar un plan de lo que se requiere, también conocido como levantamiento de información. Esta importancia se debe a que este es el punto de partida y es donde se va a definir lo que se va a realizar en el proyecto desde un punto de vista inicial.

En esta fase se realizaron actividades tales como observar la concurrencia de las personas que ingresan al edificio de las CISC – CINT. Esta actividad se la realizó tanto en la entrada de la calle Víctor Manuel Rendón como de la puerta que está hacia la calle P. Icaza

Aquí se determinó que muchas personas ingresaban a las dependencias de la institución académica pero que ninguna de ellas era previamente registrada antes de poder ingresar. A su vez, tampoco existe un guardia que verifique si realmente es un estudiante de la facultad o es alguna persona ajena a la institución.

Una vez que se logró determinar cuál de las dos entradas al edificio de la carrera era la más concurrida se procedió a plantear una idea de cómo poder manejar un registro con la información de las personas al momento de ingresar. Debido a que se busca siempre optimizar los procesos se realizó una profunda investigación en sistemas automatizados que ayuden a procesar datos y guardarlos de forma automática.

Entendiendo el concepto de machine learning y el principio de funcionamiento de los sistemas biométricos se consideró tomar la tecnología de inteligencia artificial como machine learning y asociarla al principio de registro de los sistemas biométricos por reconocimiento facial. Surgiendo así la idea de analizar y diseñar

un sistema de detección e identificación de intrusos por medio de reconocimiento facial aplicando machine learning.

Para determinar cómo usar técnicas de machine learning se realizaron estudios muy profundos sobre su funcionamiento y sobre qué tipo de lenguaje de programación servirían para poder desarrollar este tipo de sistemas. Luego de la investigación se concluye que Python es uno de los lenguajes actualmente utilizados para el desarrollo de sistemas basado en Inteligencia Artificial.

Este lenguaje de programación es muy popular por sus librerías basadas en algoritmos de IA, por lo que facilita el desarrollo de este tipo de proyectos. Como característica principal se tiene a Python como un lenguaje Cross plataforma, lo cual permite ser utilizado en cualquier tipo de sistema operativo evitando estar ligado a uno en específico.

Al estar presentando un sistema que basa su funcionamiento por medio de imágenes captadas en video es necesario utilizar una técnica de video analytics que permita tomar imágenes a partir de un video para luego procesarlas. En los Cuadros 8 y 9 veremos algunas características de Análisis de información.

Cuadro N° 8
Características de Análisis de Imágenes

Análisis a partir de Imágenes
<ul style="list-style-type: none">• Se necesita tener una imagen clara de lo que se requiere analizar• Las imágenes deben ser obtenidas a partir de una cámara fotográfica• Para la correcta captura de la imagen el individuo debe permanecer estático y frente a la cámara por un momento.

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 9
Características de Análisis de Videos

**Análisis a partir de Video
(Video Analytics)**

- Se requiere de una cámara de Video de alta resolución
- Permite analizar el contenido de un video en tiempo real
- Puede estar asociado a un sistema de video vigilancia activo
- Puede anexarse a un sistema de CCTV haciéndolo mucho más eficiente.
- No es necesario que el individuo esté frente a la cámara durante un tiempo determinado.

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Realizar un análisis de los rostros a partir de imágenes captadas por una cámara fotográfica no resulta tan eficiente, debido a que una persona debe estar frente a la cámara por un tiempo determinado para conseguir la imagen deseada. Por otro lado, al realizar un análisis de video se puede utilizar una cámara video y hacer un análisis de la información captada en tiempo real sin necesidad que el individuo permanezca frente a la cámara de forma obligatoria. Se optimizaría el tiempo y no generaría molestia en las personas ya que no deben ir a cada rato a tomarse una fotografía para poder identificarlos.

Debido a estos aspectos se llegó a la conclusión que la manera más óptima de realizar un reconocimiento facial es a partir de técnicas de análisis de video.

En esta fase también se elaboró un cronograma de actividades el cual ayudó a fijar los tiempos de ejecución del prototipo a presentar. Cada una de las

actividades fueron establecidas acorde a las necesidades del prototipo a desarrollar. Dicho cronograma fue realizado en Microsoft Project y muestra todas las actividades a realizar dentro de este proyecto, a su vez esta documentación se la puede encontrar en el Anexo 2.

Modelado

Como su nombre lo indica modelar significa realizar un diseño bajo el cual se pueda basar para diseñar el sistema final. Al realizar el modelado de un proyecto se podrá tener una idea mucho más tangible de lo que se quiere lograr al finalizar el proyecto. Es aquí donde se realizaron los diseños preliminares del prototipo que a su vez muestra la forma en cómo inicialmente se manifestó el prototipo a realizar.

Dentro de los diseños preliminares que se realizaron durante esta fase se puede mencionar el diagrama de entidad – relación, el cual se lo puede visualizar en el anexo 3, este diagrama es indispensable para la creación de la base de datos que se necesite utilizar para guardar los registros de cada persona.

Además de esto también se puede mencionar el modelado del diseño de la interfaz gráfica que se plantea presentar para el usuario final del sistema. Mostrando una interfaz sencilla y de fácil manejo que permitirá a los usuarios familiarizarse con el sistema de forma rápida.

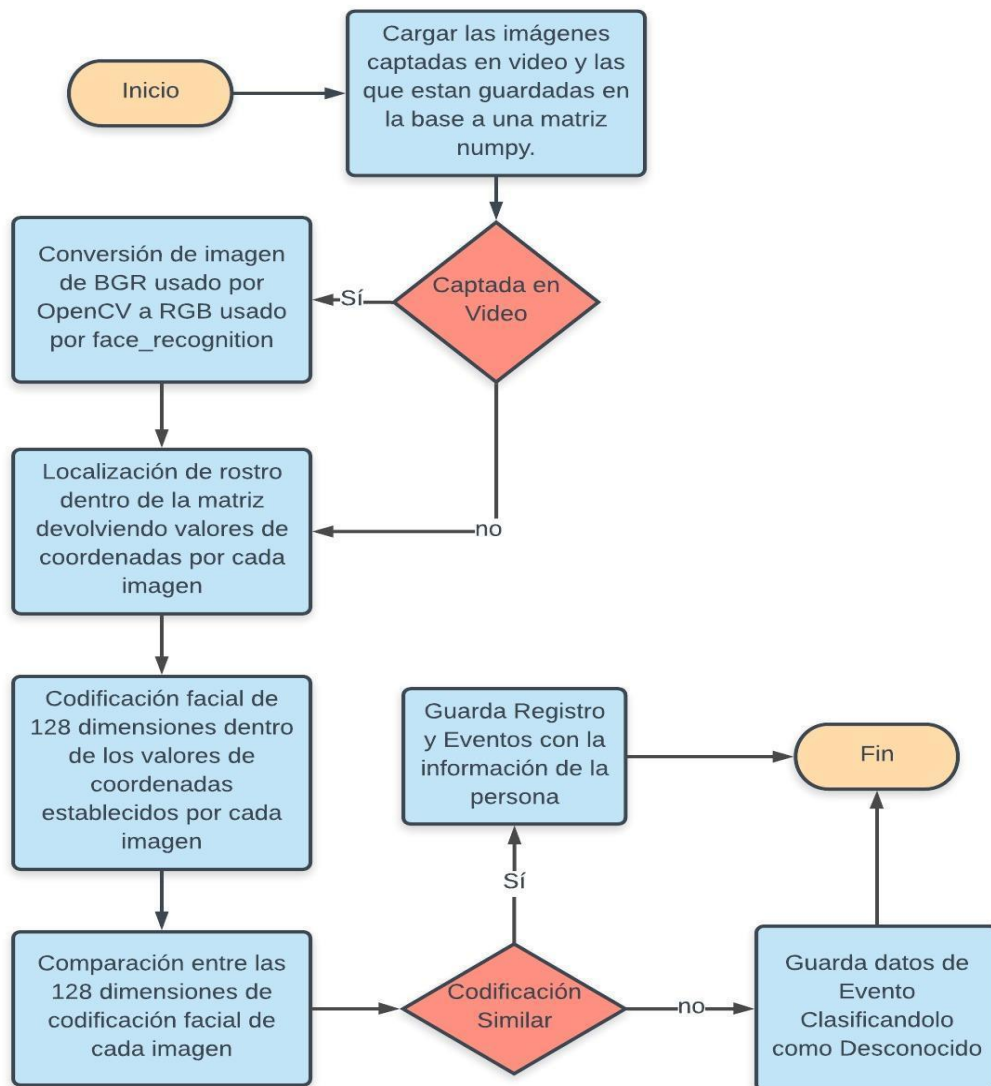
Aquí también se determinó cómo funciona el sistema, en donde se trabajó dentro de una infraestructura standalone, con el fin de emplear todo en un mismo equipo. Se desarrolló un programa basado en Python que permita conectarse con la cámara web y esta a su vez proporcione la imagen en video instantáneo.

Al detectar un rostro, el sistema debe cargar las imágenes guardadas en la base de datos y realizar una comparación entre la imagen que está captando la cámara con la imagen registrada en el sistema. De esta manera se determinará la identidad de una persona, caso contrario si el sistema capta una persona desconocida enviará una notificación a la interfaz que opera el usuario final indicando que ingresaron personas desconocidas.

El principio de funcionamiento del sistema no es complejo, puesto que se lo dividió en módulos o secciones para que opere de forma tal que se distribuya la carga de procesamiento.

Para el funcionamiento del sistema se desarrolló un algoritmo básico que mediante técnicas de comparación permite determinar el reconocimiento de las personas. A continuación, se mostrará en el Gráfico N° 11 la representación gráfica del algoritmo que se emplea en el proyecto.

Gráfico N° 11
Algoritmo del Sistema Prototipo



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Como se puede apreciar dentro del diagrama se estableció la forma en cómo debe funcionar el sistema una vez finalizado. Dando de esta manera su representación gráfica del algoritmo a utilizar por el sistema de reconocimiento facial empleado en este proyecto.

Una vez que el sistema empiece a captar imágenes de varias personas debe realizar el reconocimiento de forma automática por medio de los procesos de Machine Learning. Al realizar este procedimiento se cumple con las fases de reconocimiento facial que se deben seguir. El sistema debe funcionar de manera óptima siempre y cuando se cumplan también las especificaciones técnicas establecidas anteriormente.

Por otro lado, en esta fase también se realizó el diseño de la base de datos que el sistema empleará para guardar los registros y demás datos del sistema. De esta manera se obtuvieron las bases necesarias del diseño para realizar el prototipo del proyecto.

Para determinar el mejor algoritmo que ayude a validar la información de manera precisa, teniendo en cuenta que la información respectiva en este proyecto se refiere a los rostros de las personas a identificar. En el Cuadro N° 10 se puede evidenciar la Validación de los algoritmos.

Cuadro N° 10
Validación de los Algoritmos

Algoritmos	Capacidad de detectar Rostros	Capacidad para detectar partes del Rostro
Viola & Jones	Detecta rostros donde no hay y no permite detectar rostros con partes cubiertas	Detecta ojos en lugares que no debería
Método Comparativo	Solo detecta rostros si existen en video	Codifica cada parte del Rostro por lo tanto les da un valor único y diferente.

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Para medir el nivel de aceptación de los algoritmos mostrados anteriormente se procede a evaluarlos y de esta manera determinar cuál de los dos cumple de mejor manera el trabajo presentado.

Cuadro N° 11
Medición de los Parámetros de los Algoritmos

Parámetros Algoritmos	Capacidad de detectar Rostros	Capacidad para detectar partes del Rostro
Viola & Jones	MEDIO	MEDIO
Método Comparativo	ALTO	ALTO

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

En base al cuadro N° 11 se tiene que para los resultados mostrados se ponderan los siguientes valores de calificación:

- ALTO = 100%
- MEDIO = 50%
- BAJO = 0%

A través de los resultados obtenidos se evidencia que utilizando el algoritmo del método comparativo se obtienen los mejores resultados, por lo que se llega a la conclusión de utilizar este tipo de algoritmo en lugar del comúnmente utilizado Viola & Jones.

Aquí se realizaron dos tipos de pruebas para validar la información la primera consistió en medir la capacidad de los dos algoritmos para detectar rostros, utilizando el método de Viola & Jones se presentaron inconvenientes al momento de realizar esta tarea. Los inconvenientes presentados fueron que no detectaba el rostro de la persona si se inclinaba un poco hacia un costado, también marcaba

rostros en lugares donde no había, al cubrir un poco el rostro de la persona no lograba identificarlo como tal.

A diferencia del Algoritmo de Viola & Jones con el algoritmo comparativo se pudieron apreciar resultados mejores ya que únicamente detectaba rostros si aparecían en la imagen, no marcaba rostros en lugares inexistentes, si la persona giraba un poco su cabeza aún podía identificar que existía un rostro, y si la persona se cubre un poco el rostro también es capaz de identificarlo, aunque con un porcentaje de acierto un poco menor.

En el Anexo 7 se podrá evidenciar los resultados finales en base a la utilización de los dos algoritmos y se podrá evidenciar la diferencia entre los dos. De esta manera queda comprobado porque el mejor algoritmo a utilizar para este proyecto es el método comparativo.

Debido a la necesidad de contar con imágenes de alta resolución para este proyecto se necesita buscar la herramienta que pueda brindar las mejores imágenes para su posterior procesamiento y análisis mediante el sistema de reconocimiento facial, por ende, a continuación, en los Cuadros N° 13, 14, 15, 16 y 17 se presentan algunas características de las herramientas que se pueden utilizar en este proyecto.

Cuadro N° 12
Características de Webcam 1

C920 HD PRO-WEBCAM
<ul style="list-style-type: none">• Presenta buen balance en las grabaciones de video.• Verdadera calidad de 1080p al realizar video grabaciones• Proporciona una grabación de audio bastante limpia en modo estéreo.• Tipo de enfoque: automático• Compatible con Windows® 10 o posterior, Windows 8, Windows 7• Funcionalidad Plug and Play.

Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 13
Características de Webcam 2

Creative Live!Cam Chat HD
<ul style="list-style-type: none">• Diseño bastante reducido• Tiene la posibilidad de inclinarla hacia arriba y hacia abajo.• Enfoque del lente fijo• Calidad de video HD de 720p• Funcionalidad Plug and Play.• Cuenta con una velocidad en Fotogramas de 30 FPS.

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 14
Características de Webcam 3

Microsoft LifeCam HD 3000
<ul style="list-style-type: none">• Ofrece una vista panorámica en formato de 16:9• Proporciona una tecnología TrueColor, la cual ofrece imágenes de video de colores brillantes y vívidos.• Ofrece una calidad de imagen de hasta unos 720p.• Su soporte hecho de goma hace que colocarla en cualquier sitio sea bastante fácil.• El soporte carece de movilidad.• Durante transmisiones en vivo, pueden percibirse ciertos efectos de congelamiento.

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 15
Características de Webcam 4

C270 HD WEBCAM
<ul style="list-style-type: none">• Presenta una resolución máxima de hasta 720p/30 fps.• Mantiene un campo visual de hasta unos 60°• Tipo de enfoque: Fijo• Tecnología de lente: Estándar.• Compatible con: Windows® 10 o posterior, Windows 8, Windows 7

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 16
Características de Webcam 5

Webcam Elegant
<ul style="list-style-type: none">• Es compatible con la mayoría de las versiones de Windows.• Alcanza una calidad de imagen de hasta unos 480p.• Proporciona una funcionalidad Plug and Play.• Cuenta con micrófono incorporado.

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Datos de la Investigación

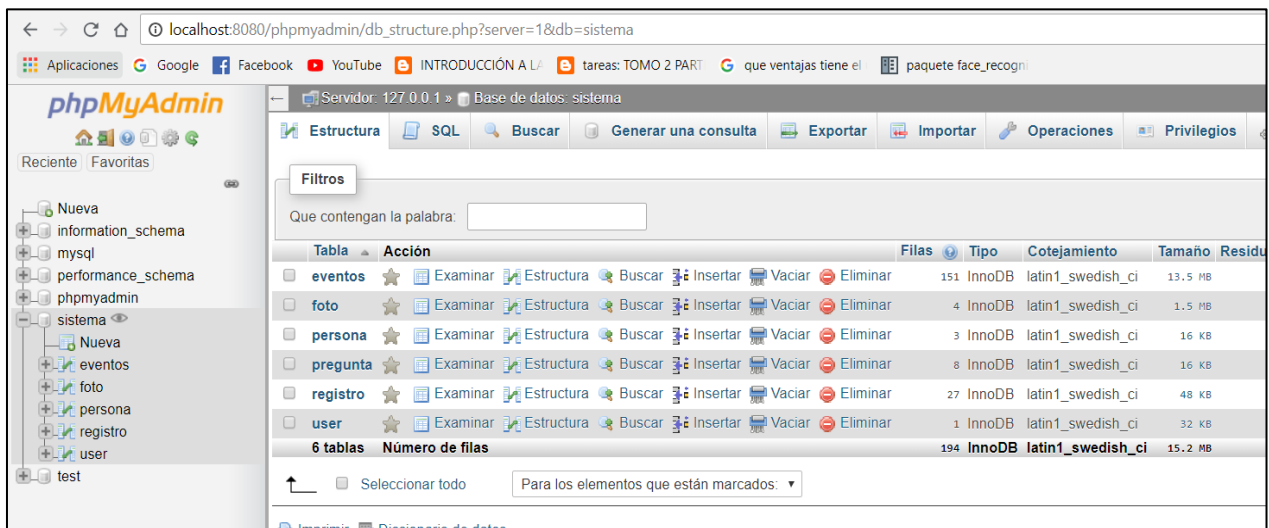
Luego de presentar las características de cada una de las herramientas necesarias para grabar video se concluye que se necesita una cámara con las características del modelo C920 HD PRO-WEBCAM. Este modelo de cámara permite obtener imágenes de video con una calidad de hasta 1080p lo cual es el tipo de imágenes óptimas para el proyecto. Además de ser muy fácil de instalar gracias a su funcionalidad Plug and Play se enmarca como la herramienta ideal para la función del prototipo.

Elaboración

Para esta fase se tiene la explicación del diagrama Entidad-Relación utilizado para el prototipo, el cual consta de 6 tablas cada una con un ID que estará dado de forma auto incremental para que puedan realizarse una fácil administración de los datos guardados en cada una de las tablas a realizar.

Las tablas que se usarán dentro de este diagrama llevarán como nombre: Evento, Registro, Persona, Fotos, Pregunta y Usuarios, así como se muestra en el Gráfico N° 12 cada una de ellas guardará información importante para la correcta funcionalidad del sistema. Las tablas que mayormente se destacan son las tablas Evento y Registro debido a que estas tablas almacenarán la información más crítica del sistema.

Gráfico N° 12
Visualización general de las tablas en la BD



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'sistema'. The left sidebar shows the database structure with 'sistema' selected. The main area displays a table of database tables with columns: Tabla, Acción, Filas, Tipo, Cotejamiento, Tamaño, and Residu. The tables listed are: eventos (151 rows, InnoDB, latin1_swedish_ci, 13.5 MB), foto (4 rows, InnoDB, latin1_swedish_ci, 1.5 MB), persona (3 rows, InnoDB, latin1_swedish_ci, 16 KB), pregunta (8 rows, InnoDB, latin1_swedish_ci, 16 KB), registro (27 rows, InnoDB, latin1_swedish_ci, 48 KB), and user (1 row, InnoDB, latin1_swedish_ci, 32 KB). A summary row shows 6 tables with a total of 194 rows.

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residu
eventos	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	151	InnoDB	latin1_swedish_ci	13.5 MB	
foto	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	latin1_swedish_ci	1.5 MB	
persona	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	3	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	
pregunta	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	8	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KB	
registro	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	27	InnoDB	latin1_swedish_ci	48 KB	
user	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1	InnoDB	latin1_swedish_ci	32 KB	
6 tablas	Número de filas	194	InnoDB	latin1_swedish_ci	15.2 MB	

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Dentro de la tabla eventos se procede a guardar toda la información que pertenece a los sucesos ocurridos y que son captados por la cámara, esta tabla cuenta con los campos ID de tabla, fecha y foto teniéndose como llave primaria el campo ID de tabla puesto que servirá para identificar cada uno de los eventos de manera óptima. Así como se muestra en el Gráfico N° 13.

Gráfico N° 13
Estructura de la tabla Evento

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	fecha	timestamp	on update CURRENT_TIMESTAMP		No	CURRENT_TIMESTAMP		ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP
3	foto	mediumblob			Sí	Ninguna		

Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: Jonathan Portilla

La tabla Registro por otro lado guarda únicamente los registros de las personas conocidas que el sistema haya detectado por lo que no se guarda a las personas que el sistema no haya aprendido a identificarlas aún. Esta tabla contará con 4 campo los cuales se los identificará como Id de tabla, persona_id, evento_id y la fecha en que se realizó el registro. Esto se puede evidenciar en el Gráfico N° 14.

Gráfico N° 14
Estructura de la Tabla Registro

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	persona_id	int(11)			No	Ninguna		
3	evento_id	int(11)			No	Ninguna		
4	fecha	timestamp	on update CURRENT_TIMESTAMP		No	CURRENT_TIMESTAMP		ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP

Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: Jonathan Portilla

Para esta tabla se tomará como llave primaria al campo Id de tabla, mientras que se ha seleccionado a los campos de persona_id y evento_id como llaves foráneas,

dado que de estos campos se extraerá la información proveniente de las demás tablas.

En la tabla Persona se encuentra toda la información pertinente respecto a las personas guardadas dentro de la base local del sistema, es desde aquí donde se cuenta con la información general de cada una para su posterior registro. Esta tabla contiene campos como el ID de la tabla, Cédula, Nombre, Apellido, Sexo, Email, Teléfono y el número de celular. Se cuenta con una llave primaria dentro de la tabla persona la cual corresponde al campo Id de la tabla. Así como se muestra en el Gráfico N° 15.

Gráfico N° 15
Estructura de la Tabla Persona

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	[Edit]
2	cedula	varchar(10)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			[Edit]
3	nombre	varchar(45)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			[Edit]
4	apellido	varchar(45)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			[Edit]
5	sexo	varchar(45)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			[Edit]
6	email	varchar(45)	latin1_swedish_ci		Si	Ninguna			[Edit]
7	telefono	varchar(10)	latin1_swedish_ci		Si	Ninguna			[Edit]
8	celular	varchar(10)	latin1_swedish_ci		Si	Ninguna			[Edit]
9	estado	int(11)			No	1			[Edit]

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Una de las tablas principales que también se debe mencionar es la tabla de fotos dado que aquí es donde se almacenan todas las fotos necesarias de cada una de las personas. De esta manera, el sistema en base a las fotos realiza el procesamiento adecuado para identificar a cada una de las personas. En esta tabla está la información que ayuda al sistema a realizar un aprendizaje permanente.

La tabla fotos está compuesta por los campos Id de la tabla, persona_id, foto y la fecha, así como se muestra en el Gráfico N° 16. Al igual que las anteriores esta tabla también está ligada a las demás no solo por la información vital que contiene sino también porque ayuda a simplificar la búsqueda de cada una de las personas. La llave primaria dentro de esta tabla es el campo Id de la tabla, mientras que se eligió disponer de una llave foránea la cual está dada por el campo persona_id.

Gráfico N° 16
Estructura de la Tabla Foto

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	persona_id	int(11)			No	Ninguna		
3	foto	mediumblob			No	Ninguna		
4	fecha	timestamp		on update CURRENT_TIMESTAMP	No	CURRENT_TIMESTAMP		ON UPDATE CURRENT

Acción	Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
Eliminar	PRIMARY	BTREE	Si	No	id	2	A	No	
Eliminar	persona_foto_idx	BTREE	No	No	persona_id	2	A	No	

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Al estar ligada cada una de las tablas se evita la redundancia de información, acción que se conoce como Normalización por lo cual queda establecido que al seguir este modelo la base de datos opera de forma Normalizada y cumple con los requerimientos explícitos para el sistema.

Para el manejo del sistema se desarrolló un diagrama de casos de uso el mismo que determinará los roles de los usuarios, tanto a nivel de administrador como de los usuarios finales. Esto se lo realizó con el fin de poder tener un mejor control en las personas que manejaría el sistema final. El Diagrama de caso de usos podrá encontrarse en el anexo 4

El sistema tiene la posibilidad de contar con un usuario Administrador el mismo que puede acceder a todas las funcionalidades del sistema las cuales se definen como poder agregar nueva información de las personas y poder crear nuevas

personas, tiene la libertad de poder modificar o eliminar los datos existentes de alguna persona en específico dentro del sistema.

Puede visualizar la pantalla de Registro y obtener un reporte de los mismos en base a las necesidades presentadas. También tiene la posibilidad de visualizar toda la ficha de los eventos suscitados a lo largo del día, así como de los eventos presentados en días anteriores y puede manipular dicha información en base a lo que él considere necesario. Por último, tiene la posibilidad de crear nuevos usuarios y otorgarle permisos ya sea como de administrador o bien como de un usuario final.

El usuario final también tiene acceso a la información proporcionada por el sistema, pero a diferencia del administrador no puede modificar ni eliminar registros o eventos que se hayan guardado en el sistema. Puede crear nuevas personas para nutrir al sistema de una base más grande y ampliar su nivel de aprendizaje.

El usuario final también puede obtener reportes en base a las necesidades que se le presenten debido a que al final del día es el usuario final quien debe llevar una bitácora impresa de los registros diarios proporcionados por el sistema. La interfaz del usuario final tiene acceso para crear nuevos usuarios debido a que esta funcionalidad, únicamente se la da al usuario administrador.

Normalmente se debe elegir solo a un usuario administrador quien debe ser el responsable de manipular toda la información que el sistema pueda proporcionarle. El administrador debe cumplir con los requerimientos que la Universidad imponga para hacerse responsable de toda la información que tiene a su disposición. A pesar de esto, el proyecto fue elaborado con la capacidad de crear más de un usuario con permisos de administrador para el caso que se lo requiera.

En esta ocasión se tomarán en cuenta algunos de los lenguajes de programación más destacables, de los cuales se elegirá solo al lenguaje de programación que cumpla con los requerimientos que este proyecto necesita. En los Cuadros 18, 19, 20 y 21 se puede apreciar algunas características que servirán para escoger el algoritmo más óptimo.

Cuadro N° 17
Características de Java

Java
<ul style="list-style-type: none">• Lenguaje orientado a objetos con tipos estáticos, donde cada variable, función o método debe tener designado el tipo de dato que lo acompañará.• Existen tipos primitivos y objetos.• Los objetos que se crean deben estar instanciados.• No posee un intérprete por lo que es necesario que sus códigos deban ser compilados.

Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 18
Características de Python

Python
<ul style="list-style-type: none">• No se necesita especificar los tipos de variables que se vayan a utilizar.• Los objetos pueden ser definidos por el programador• Es un lenguaje Cross Plataforma• Tiene asignado un intérprete por lo que no necesita de un compilador• Codificación de fácil interpretación y variedad de librerías destinadas para la Inteligencia Artificial.• Posee una gran comunidad detrás de su desarrollo para la actualización y mejora de nuevas librerías.• Es OpenSource

Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 19
Características de C#

C#
<ul style="list-style-type: none">• Es un lenguaje orientado a objetos.• Su sintaxis está basada en C y C++• Es interoperable, permitiendo interactuar con algún otro archivo nativos del sistema operativo.• Su proceso de compilación es simple.

Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

Cuadro N° 20
Características de R

R
<ul style="list-style-type: none">• Lenguaje de programación orientado a cálculos estadísticos y análisis de datos• Es un lenguaje orientado a objetos.• Forma parte de un proyecto colaborativo y abierto• Permite integrarse con distintas bases de datos.• Permite generar gráficos de alta calidad

Elaborado por: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

Debido a las características presentadas anteriormente se elige a Python como el lenguaje óptimo para la realización de este proyecto y esto debido a que puede integrar librerías y paquetes creados para la tarea de reconocimiento facial, además de poder utilizar mediante este lenguaje librerías necesarias para el aprendizaje automático tales como Numpy, OpenCV, Matplotlib, Scikit, Theano, etc.

Desarrollo, Entrega y Re-alimentación

Durante esta etapa de desarrollo se realizó más de una versión del diseño final del sistema, esto se debió a la funcionalidad concreta del sistema ya que en los primeros diseños del prototipo no lograba cumplir con las necesidades que fueron planteadas por lo que hubo la necesidad de cambiar varios aspectos entre ellos el mismo lenguaje de programación.

Dentro de las librerías que se utilizaron en el desarrollo de este proyecto se menciona que la librería OPenCV se mantuvo por lo que resulta de vital importancia para el desarrollo del proyecto. El programa pudo llevarse a cabo empleando solo esta librería para lograr el reconocimiento facial pero no se lo realizó de esta manera debido a que no ayudaba a cumplir con los objetivos del sistema.

El sistema en general está segmentado en 3 partes del desarrollo, las cuales se mencionan a continuación:

- Módulo de Almacenamiento
- Módulo de Procesamiento
- Módulo de Presentación

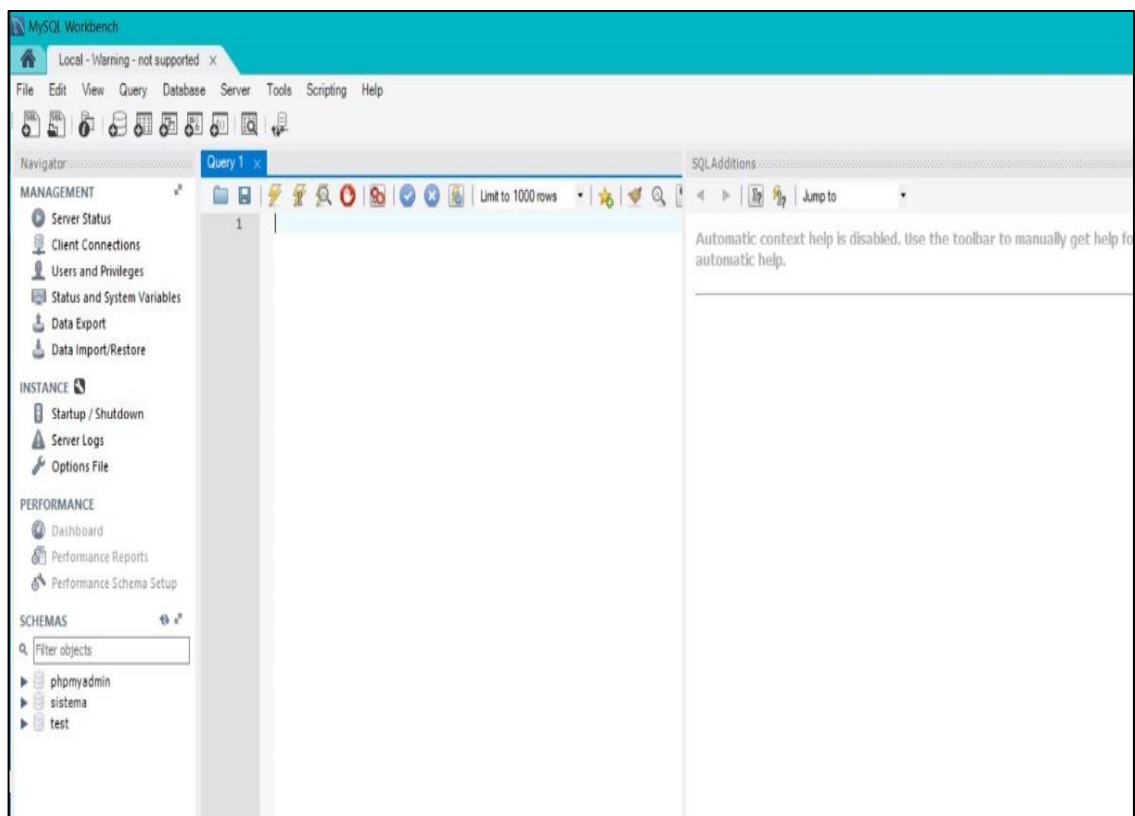
Cada módulo fue desarrollado en base a los requerimientos presentados anteriormente para cumplir con los objetivos del prototipo pasando por fases en la cual se realizaron cambios debido a que no lograban satisfacer las necesidades del proyecto.

Módulo de Almacenamiento

El módulo de almacenamiento es denominado así ya que es donde se hizo el total desarrollo de la base de datos para el proyecto. Este módulo presentó un cambio desde su versión inicial y esto fue debido a que no lograba guardar los datos de forma organizada y presentaba mucha redundancia de información en sus tablas por lo que resultaba poco óptimo desarrollar el sistema manteniendo esta base de datos.

Para el desarrollo de la base de datos se emplearon herramientas a nivel inicial como MySQL Workbench, el cual es un entorno de MySQL para desarrollar bases de datos bajo este lenguaje. La interfaz de este IDE no resultó ser muy amigable para la manipulación de la base de datos, siendo descartada su utilidad. Se puede observar la interfaz de Workbench en el Gráfico N° 17.

Gráfico N° 17
Interfaz del Software MySQL Workbench

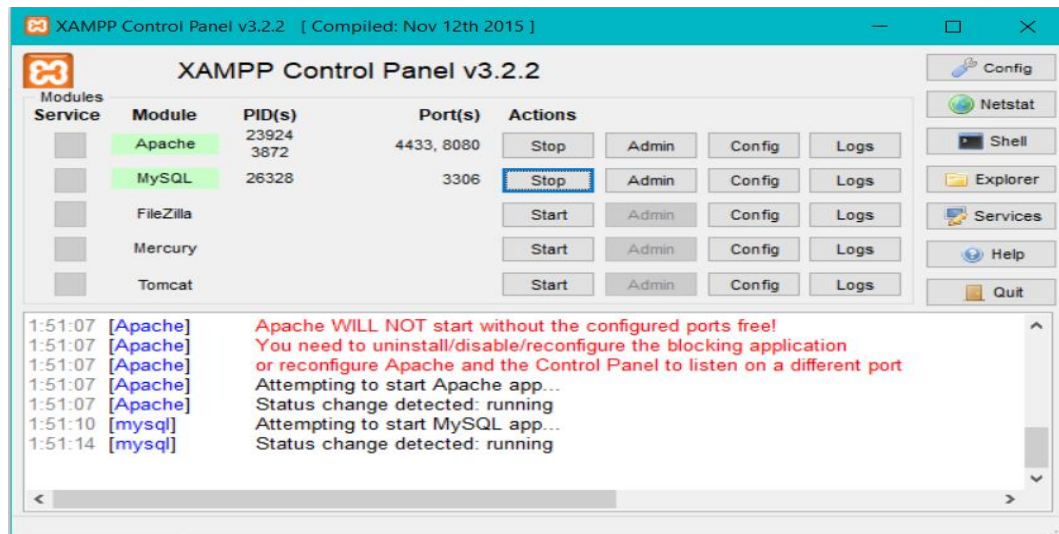


Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Una vez descartado Workbench como medio de trabajo para crear la base de datos del sistema, se buscó una nueva herramienta que ayude a simplificar el trabajo y sea mucho más amigable. Por temas de facilidad en el manejo y facilidad de implementación se eligió a XAMPP, donde se puede apreciar su interfaz en el Gráfico N° 18, para que sirva de medio para crear la base de datos en MySQL.

Gráfico N° 18
Interfaz gráfica de XAMPP



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

La ventaja de XAMPP por sobre Workbench se debe a que su desarrollo basado en PHP brindará el apoyo necesario para la creación del siguiente módulo ya que viene incluido dentro del software un intérprete de PHP. Una vez que se determinó el software mediante el cual se crea la base, se continúa con su posterior desarrollo.

En primera instancia la base de datos contaba con tres tablas principales las cuales fueron las tablas de Eventos, Personas y Registro. Estas tablas cumplían con la demanda de la información que se pretendía almacenar, pero a su vez no era la opción más óptima y esto se debe a que no existía unificación en las tablas, y cada una trabajaba por separado guardando información repetida en cada una de ellas.

Luego de revisar la primera versión de la base de datos se determinó unificar cada una de las tablas, además de modificar los campos y agregar otras tablas como por ejemplo la tabla de usuario y la tabla de fotos, así como también los campos de ID de cada tabla. Gracias a esto se logró la normalización de la base de datos, optimizando la búsqueda de la información que se requiere.

La nueva versión de la base de datos resultaba ser la mejor opción para implementarla en conjunto con el sistema dado que al estar unificadas las tablas de la base de datos se puede mostrar datos en conjunto y al consultar en una tabla me mostrará la referencia de la siguiente tabla y por ende su información. Por ejemplo, al consultar en la tabla Registro se tiene el Id de la persona el cual ayudará a determinar los datos generales de esa persona a la que hace referencia el ID.

Una vez terminado de desarrollar por completo el módulo de Almacenamiento se procede a continuar con el desarrollo del siguiente módulo el cual corresponde al módulo de procesamiento.

Módulo de Procesamiento

Se puede llamar a este módulo también como el módulo de enlace o módulo central y esto se debe a que dentro de este módulo se realizará la conexión tanto del Módulo de Almacenamiento como del módulo de presentación, sirviendo de esta manera como nexo entre todo el sistema.

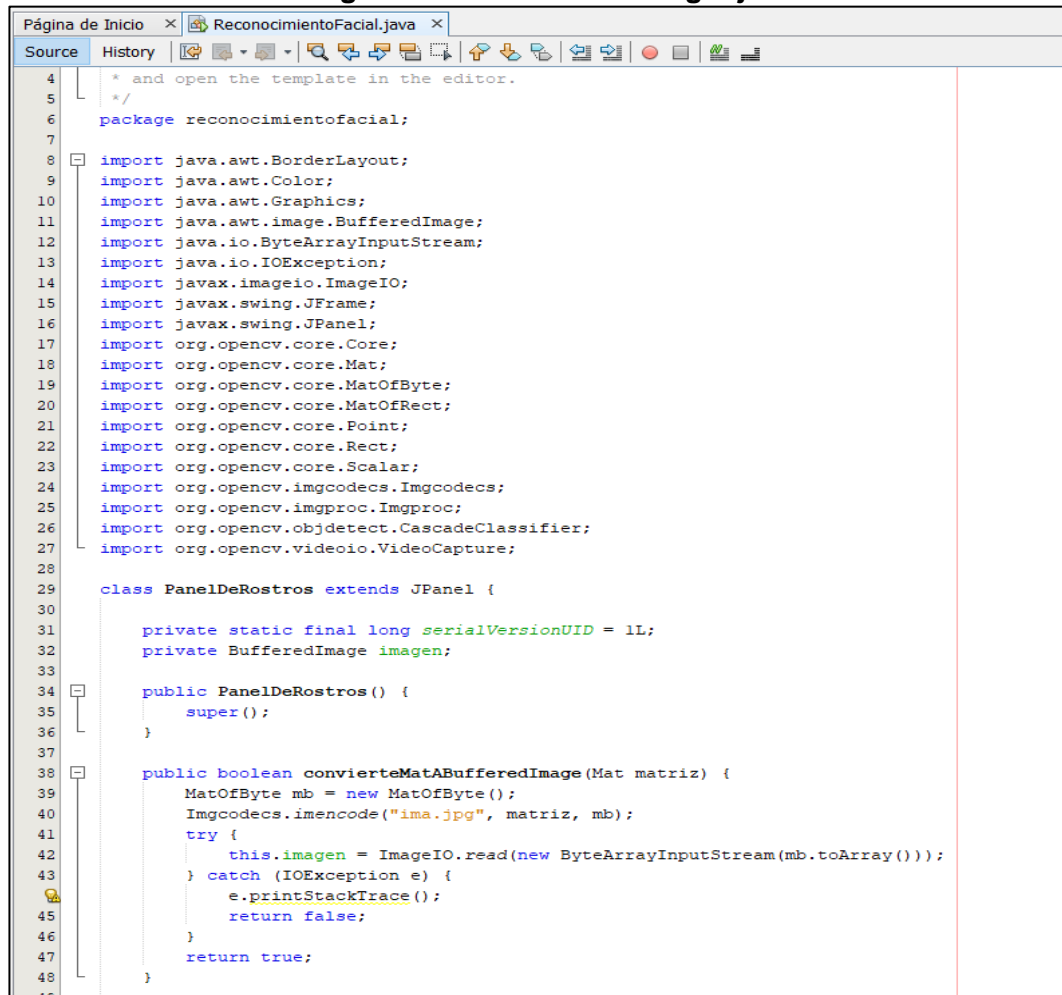
En esta parte del desarrollo es donde se evidenciaron muchos más cambios, dado que al ser el módulo de nexo se debieron cumplir con varias pautas que permitan realizar el enlace correcto del sistema con la base de datos. Como punto de partida aquí también es donde se realizó toda la operación de reconocimiento facial con machine learning.

Al iniciar la etapa de desarrollo se buscó instalar todos los implementos necesarios para la creación del sistema en el lenguaje de programación “Python”, pero se presentaron inconvenientes con el equipo en el cual se estaba intentando desarrollar el sistema debido a que no permitía la instalación de las librerías necesarias para la creación del prototipo. Debido a este inconveniente se buscó otro tipo de lenguaje de programación que permitiera llevar a cabo el proyecto.

Se determinó que el lenguaje de programación java permitía al igual que Python utilizar la librería OpenCV la cual ofrece las mejores funciones para desarrollar un estudio de video análisis y permite utilizar algoritmos de detección facial. Con este se llevó a cabo la creación del primer prototipo del sistema, el cual cumplía con la

función de detectar los rostros humanos pero que a su vez era poco eficiente. El sistema no permitía determinar a quién correspondía cada uno de los rostros que capturaba en video. En el Gráfico N° 19 se puede apreciar el código de este prototipo en el IDE de NetBeans.

Gráfico N° 19
Código Parcial utilizando Lenguaje Java



```
4  * and open the template in the editor.
5  */
6  package reconocimientofacial;
7
8  import java.awt.BorderLayout;
9  import java.awt.Color;
10 import java.awt.Graphics;
11 import java.awt.image.BufferedImage;
12 import java.io.ByteArrayInputStream;
13 import java.io.IOException;
14 import javax.imageio.ImageIO;
15 import javax.swing.JFrame;
16 import javax.swing.JPanel;
17 import org.opencv.core.Core;
18 import org.opencv.core.Mat;
19 import org.opencv.core.MatOfByte;
20 import org.opencv.core.MatOfRect;
21 import org.opencv.core.Point;
22 import org.opencv.core.Rect;
23 import org.opencv.core.Scalar;
24 import org.opencv.imgcodecs.Imgcodecs;
25 import org.opencv.imgproc.Imgproc;
26 import org.opencv.objdetect.CascadeClassifier;
27 import org.opencv.videoio.VideoCapture;
28
29 class PanelDeRostros extends JPanel {
30
31     private static final long serialVersionUID = 1L;
32     private BufferedImage imagen;
33
34     public PanelDeRostros() {
35         super();
36     }
37
38     public boolean convierteMatABufferedImage(Mat matriz) {
39         MatOfByte mb = new MatOfByte();
40         Imgcodecs.imencode("ima.jpg", matriz, mb);
41         try {
42             this.imagen = ImageIO.read(new ByteArrayInputStream(mb.toArray()));
43         } catch (IOException e) {
44             e.printStackTrace();
45             return false;
46         }
47         return true;
48     }
49 }
```

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

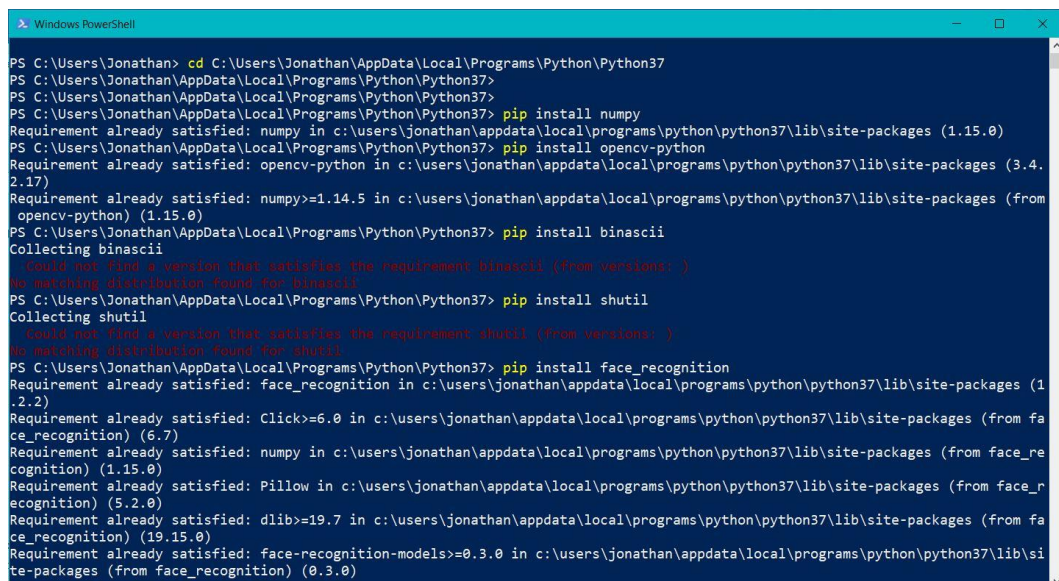
Una vez presentado este inconveniente con esta versión del prototipo y desarrollando una investigación mucho más profunda en base al tema, se determinó que la mejor opción para realizar este tipo de proyectos era el lenguaje de programación como Python.

Para realizar la segunda versión del prototipo se buscó una solución para la instalación de las librerías, determinándose como fallo que el equipo donde se intentó implementar presentaba daños en la carpeta de archivos del sistema. Una vez solucionado el problema con los archivos del sistema del equipo a utilizar se instalaron las librerías con total normalidad.

En esta ocasión se instalaron las librerías necesarias como OpenCV, Numpy, binascii, shutil, datetime, mysql.connector y face_recognition. Dentro de este apartado de librerías se determinó que face_recognition contiene funciones para poder operar en base al algoritmo que se planteó inicialmente, por lo que es imprescindible el uso de esta librería.

La realización de esta versión de prototipo no contó con una prueba final debido a que no se pudo llevar a cabo porque a pesar de tener las librerías no se podía ejecutar por problemas en incompatibilidad de versiones. Estas fallas fueron totalmente investigadas por lo que se tuvo que recurrir a la instalación de nuevas librerías más actualizadas. En el Gráfico N° 20 se puede evidenciar la falla con compatibilidad de algunas librerías.

Gráfico N° 20
Instalación de Librerías necesarias



```
PS C:\Users\Jonathan> cd C:\Users\Jonathan\AppData\Local\Programs\Python\Python37
PS C:\Users\Jonathan\AppData\Local\Programs\Python\Python37>
PS C:\Users\Jonathan\AppData\Local\Programs\Python\Python37> pip install numpy
Requirement already satisfied: numpy in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (1.15.0)
PS C:\Users\Jonathan\AppData\Local\Programs\Python\Python37> pip install opencv-python
Requirement already satisfied: opencv-python in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (3.4.2.17)
Requirement already satisfied: numpy>=1.14.5 in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from opencv-python) (1.15.0)
PS C:\Users\Jonathan\AppData\Local\Programs\Python\Python37> pip install binascii
Collecting binascii
  Could not find a version that satisfies the requirement binascii (from versions: )
No matching distribution found for binascii
PS C:\Users\Jonathan\AppData\Local\Programs\Python\Python37> pip install shutil
Collecting shutil
  Could not find a version that satisfies the requirement shutil (from versions: )
No matching distribution found for shutil
PS C:\Users\Jonathan\AppData\Local\Programs\Python\Python37> pip install face_recognition
Requirement already satisfied: face_recognition in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (1.2.2)
Requirement already satisfied: Click>=6.0 in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from face_recognition) (6.7)
Requirement already satisfied: numpy in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from face_recognition) (1.15.0)
Requirement already satisfied: Pillow in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from face_recognition) (5.2.0)
Requirement already satisfied: dlib>=19.7 in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from face_recognition) (19.15.0)
Requirement already satisfied: face-recognition-models>=0.3.0 in c:\users\jonathan\appdata\local\programs\python\python37\lib\site-packages (from face_recognition) (0.3.0)
```

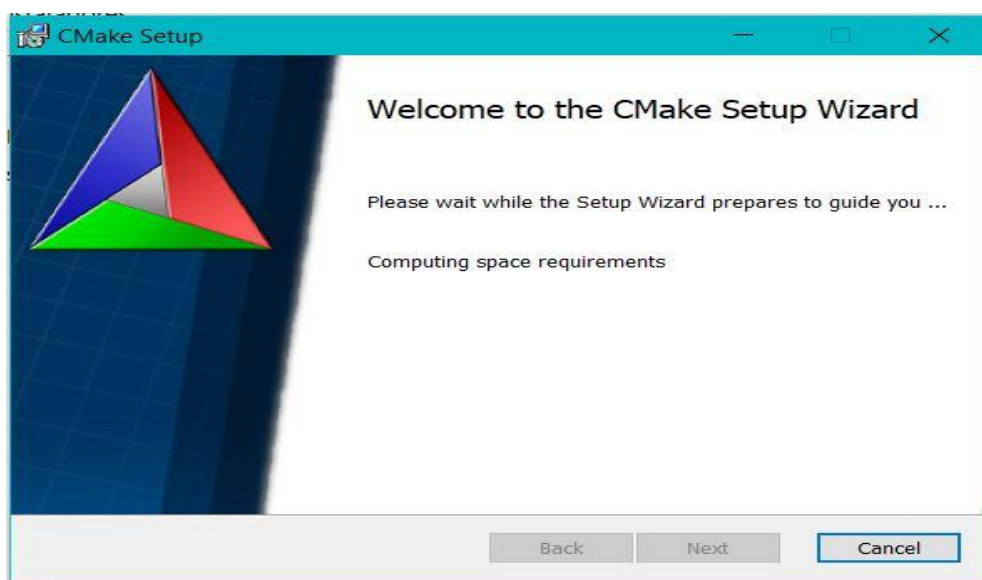
Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

La tercera versión del prototipo muestra un resultado más exitoso ya que aquí se instalaron complementos como cmake, el cual es necesario para que pueda funcionar el paquete face_recognition. Aquí se instaló la última versión del lenguaje de programación como Python ya que la versión de cmake funciona con la versión más reciente de Python y no con la versión 2.7 anteriormente utilizada.

Al realizar estas modificaciones a la versión anterior del programa se pudo realizar la utilización de la librería y se procedió a llevar a cabo el algoritmo presentado anteriormente. Los resultados en esta versión fueron satisfactorios ya que se logró completar la fase de reconocimiento y conexión con la base de datos, en donde se guardaban los datos con total normalidad. En el Gráfico N° 21 se puede evidenciar la instalación de cmake.

Gráfico N° 21
Instalación de CMake



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

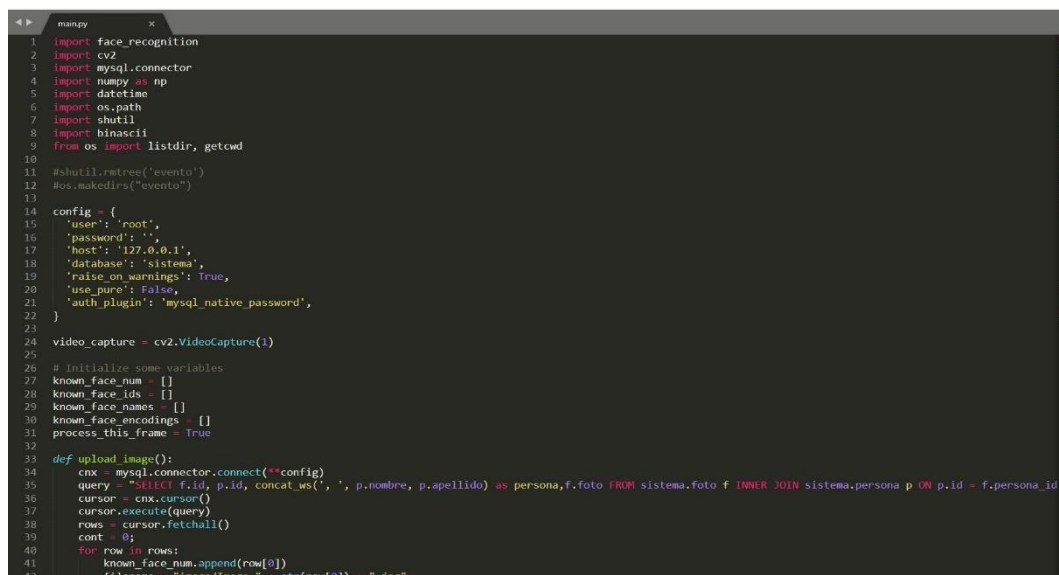
El procesamiento de la información se manejó de forma exitosa pudiéndose construir un programa completamente lineal basado en el análisis de las imágenes captadas en video mediante la utilización de la librería OPenCV. La utilización de las librerías tanto como de OpenCV como de la biblioteca de Face_recognition ayudan a simplificar de gran manera la tarea de reconocimiento facial. Dado que se encuentran métodos de machine learning dentro de la biblioteca

face_recognition se tendrá mejores resultados a la hora de procesar todas las imágenes para su reconocimiento.

A más de realizar las tareas de reconocimiento y aprendizaje este módulo se encarga de enviar los datos correspondientes a la base de datos, así como de enviarlos para su presentación al módulo asignado para esta tarea. La ventaja de segmentar de esta manera el desarrollo del sistema es que permite trabajar todo de forma más organizada y poder identificar los errores en caso de que aparezcan.

El código fuente empleado para este módulo lo se puede visualizar en el Gráfico N° 22, donde se mostrará cada una de las funciones que entrega este módulo para la aplicación del sistema.

Gráfico N° 22
Código Fuente en Python



```
1 import face_recognition
2 import cv2
3 import mysql.connector
4 import numpy as np
5 import datetime
6 import os.path
7 import shutil
8 import binascii
9 from os import listdir, getcwd
10
11 #shutil.rmtree('evento')
12 #os.makedirs("evento")
13
14 config = {
15     'user': 'root',
16     'password': '',
17     'host': '127.0.0.1',
18     'database': 'sistema',
19     'raise_on_warnings': True,
20     'use_pure': False,
21     'auth_plugin': 'mysql_native_password',
22 }
23
24 video_capture = cv2.VideoCapture(1)
25
26 # Initialize some variables
27 known_face_num = []
28 known_face_ids = []
29 known_face_names = []
30 known_face_encodings = []
31 process_this_frame = True
32
33 def upload_image():
34     cnx = mysql.connector.connect(**config)
35     query = "SELECT f.id, p.id, concat_ws(' ', p.nombre, p.apellido) as persona, f.foto FROM sistema.foto f INNER JOIN sistema.persona p ON p.id = f.persona_id"
36     cursor = cnx.cursor()
37     cursor.execute(query)
38     rows = cursor.fetchall()
39     cont = 0
40     for row in rows:
41         known_face_num.append(row[0])
42         # known_face_ids.append(row[1])
43         # known_face_names.append(row[2])
44         # known_face_encodings.append(row[3])
```

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Módulo de Presentación

Esta fase es la que visualizará plenamente el usuario final dado que aquí es donde se crea la interfaz que utiliza el usuario, cabe destacar que si bien esta parte no es el tema central del proyecto no deja de ser menos importante. Por medio de

este módulo se da a conocer la manera en cómo se muestran los resultados previamente canalizados por los otros módulos.

Inicialmente se intentó realizar toda la interfaz por medio del empleo del lenguaje de programación java pero dado a que no se lograron resultados óptimos se buscó una mejor manera de implementarlo. Incursionando con Yii Framework se pudo evidenciar que era mucho más fácil de implementar y de manejar una experiencia totalmente web dado que este Framework está basado en PHP, por lo que resulta óptimo emplear PHP. En el Gráfico N° 23 se puede evidenciar el código principal de la interfaz.

Gráfico N° 23
Código fuente en PHP de la ventana de Login

```
login.php
1 <?php
2
3 /* @var $this yii\web\View */
4 /* @var $form yii\bootstrap\ActiveForm */
5 /* @var $model app\models\LoginForm */
6
7 use yii\helpers\Html;
8 use yii\bootstrap\ActiveForm;
9
10 $this->title = 'Login';
11 $this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
12 ?>
13 <div class="site-login">
14     <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>
15
16     <p>Please fill out the following fields to login:</p>
17
18     <?php $form = ActiveForm::begin([
19         'id' => 'login-form',
20         'layout' => 'horizontal',
21         'fieldConfig' => [
22             'template' => "{label}\n<div class=\"col-lg-3\">{input}</div>\n<div class=\"col-lg-8\">{error}</div>",
23             'labelOptions' => ['class' => 'col-lg-1 control-label'],
24         ],
25     ]); ?>
26
27     <?= $form->field($model, 'username')->textInput(['autofocus' => true]) ?>
28
29     <?= $form->field($model, 'password')->passwordInput() ?>
30
31     <?= $form->field($model, 'rememberMe')->checkbox([
32         'template' => "<div class=\"col-lg-offset-1 col-lg-3\">{input} {label}</div>\n<div class=\"col-lg-8\">{error}</div>",
33     ]) ?>
34
35     <div class="form-group">
36         <div class="col-lg-offset-1 col-lg-11">
37             <?= Html::submitButton('Login', ['class' => 'btn btn-primary', 'name' => 'login-button']) ?>
38         </div>
39     </div>
40
41 <?php ActiveForm::end(); ?>
```

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Para trabajar con Yii Framework se debe de tener un servidor web con soporte para PHP 5.1.0 en adelante y gracias a que XAMPP al trabajar con PHPmyAdmin se cuenta con el soporte requerido para dicho Framework. Se emplearon formularios independientes para cada pestaña requerida en el sistema, ayudando de esta manera a que la aplicación se maneje dentro de un directorio ordenado.

Entrega del Producto Final

Se procede a la presentación final del producto bajo la satisfacción del cliente y aprobación del mismo se deja establecido el funcionamiento del sistema. Se indicó también que el sistema es un prototipo con el cual se puede realizar una futura implementación si así se lo desea. Cada fase del proyecto fue cumplida de acuerdo a lo que se estableció previamente por lo que el prototipo termina siendo del agrado del cliente y está listo para su utilización si así se lo requiere.

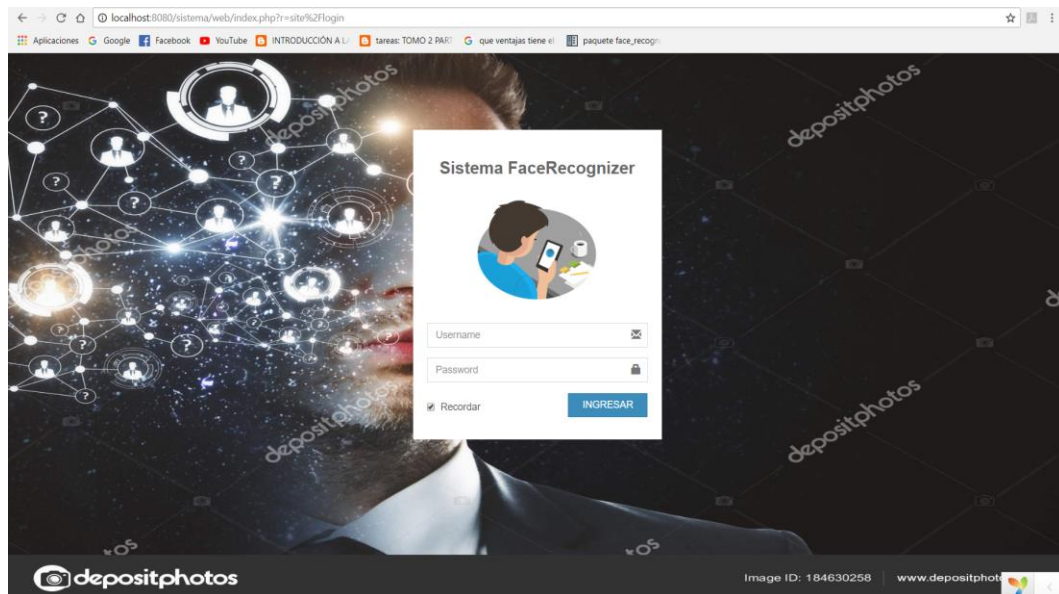
Además del sistema se hace también la entrega del manual de usuario para que puedan realizar una correcta funcionalidad del sistema, teniendo en cuenta todos los parámetros que el mismo presenta. En este manual de usuario se cuenta con toda la información necesaria para que el usuario final pudiendo ser tanto Administrador como el operario puedan entender cada una de las funciones del sistema y cómo poder utilizarlas.

Dentro de esta fase también se realiza la entrega de la guía técnica la cual es necesaria para entender la correcta implementación del sistema y el proceso de instalación de cada una de las librerías que se utilizan dentro del prototipo. Así también se muestra la forma de instalar los complementos necesarios tales como XAMPP, Yii Framework y cmake, los cuales permitieron realizar la adaptación total del sistema.

De esta manera queda por concluido el proyecto, teniendo en cuenta la satisfacción total del cliente frente a todos los requerimientos establecidos previamente para su realización, mostrando cada una de las fases de su desarrollo hasta su funcionamiento. En el Gráfico N° 24 se puede apreciar la ventana principal del sistema desarrollado.

Gráfico N° 24

Pantalla Principal del Sistema de Reconocimiento Facial



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Entregables del Proyecto

Los entregables representan la base fundamental de todo el trabajo realizado durante el tiempo que se estuvo realizando todo el proyecto. Por cada una de las fases de la metodología que comprendió el proyecto se determinaron entregables que ayudarán a constatar todo el trabajo realizado.

A continuación, se presentan cada uno de los entregables realizados a lo largo del proyecto:

- Cronograma de Actividades, el cual fue realizado en Microsoft Project.
- Diagrama Entidad – Relación (DER) de la base de datos a utilizar.
- Casos de Uso del Sistema
- Encuestas
- Código fuente desarrollado en Python
- Código fuente desarrollado en PHP
- Manual de Usuario

- Guía Técnica
- Prototipo Final del Proyecto

Cronograma de Actividades

Dentro de este cronograma se podrá encontrar todas las fases del desarrollo del proyecto incluido las fechas en las que se determinó la duración de cada actividad realizada. Ver Anexo 2

Modelo Entidad – Relación

Aquí se observa la estructura de la base de datos de forma general y cómo se encuentra conectada entre las diferentes tablas que la conforman. Ver Anexo 3

Casos de Uso del Sistema

Los casos de uso son la manera de representar los roles de cada uno de los usuarios que intervienen dentro del manejo del sistema, indicando cuáles son las funciones que podrán tener cada uno de ellos. Ver Anexo 4

Encuestas

Estas fueron realizadas para poder determinar el nivel de aceptación del prototipo, con ellas se pudo determinar si las personas en general y afines al perfil de usuarios del sistema presentan o no interés por el proyecto. Ver Anexo 6

Código Fuente Desarrollado en Python

Consta de todo el código utilizado en Python con las funciones de reconocimiento facial y aprendizaje automático que presenta el proyecto, destacando también la conexión con los módulos de Presentación y Almacenamiento. Adjunto en CD

Código Fuente Desarrollado en PHP

Consta de todo el código utilizado en PHP, aquí es donde se encuentra alojada toda la configuración de la aplicación web mediante la utilización de Yii Framework. Adjunto en CD

Manual de Usuario

Este manual tendrá definido cada una de las funciones del sistema y se podrá observar la forma correcta de cómo se debe utilizar el sistema dependiendo de los permisos de usuario que le sean otorgados por el administrador. Ver Anexo 8

Guía Técnica

Mediante esta guía se podrá conocer la forma en cómo se debe instalar los componentes y demás librerías que son necesarias para poner en marcha el sistema en general del prototipo. Ver Anexo 9

Prototipo Final del Proyecto

Es la representación de todo el trabajo realizado a lo largo de la duración de este proyecto por cuanto aquí se mostrará todo el conjunto de archivos necesarios para la ejecución del mismo. Adjunto en CD

Criterios de Validación de la Propuesta

Este proyecto será evaluado de acuerdo a la experiencia y juicio de un experto dentro del área, también estará sujeto a pruebas de estrés las cuales evaluarán el desarrollo óptimo del sistema y es aquí donde se determinarán los puntos críticos que presenta el prototipo y bajo los cuales se podrá tomar medidas preventivas respecto a su funcionamiento.

Además de las validaciones antes mencionadas, este proyecto se verá incluido dentro de una encuesta la cual determinará el nivel de aceptación que presenta ante las personas en general y futuros posibles usuarios del sistema.

Juicio de Experto

Según las opiniones brindadas por el experto se llegó a determinar que el sistema cumple con los requerimientos necesarios para lo cual fue diseñado. Pero a pesar de esto indicó que pueden realizarse mejoras al actual diseño entre las cuales se tiene, la función de obtener un reporte de seguridad. De esta manera el usuario podría revisar de forma detallada los eventos con posibilidad de comprometer la

seguridad de las personas y de las instalaciones. Esta valoración del Experto en el área se la puede observar en el Anexo 5

El experto en el área también recomendó que no se deberían descartar los tiempos en los cuales el individuo permanece frente a la cámara. De esta forma se puede conocer cuánto tiempo estuvo un individuo de forma sospechosa en algún determinado lugar.

El proyecto tiene como interés principal brindar un apoyo a la seguridad dentro del Edificio de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones, por lo que siempre estará sujeto a cambios que ayuden a mejorar su nivel de seguridad.

De acuerdo a las validaciones realizadas se puede determinar que el proyecto es totalmente viable y factible en tanto ha tenido buena aceptación por el experto y demás usuarios en general, así como las respuestas de las encuestas fueron totalmente positivas dando una buena noción para el uso de este proyecto.

Prueba de Stress

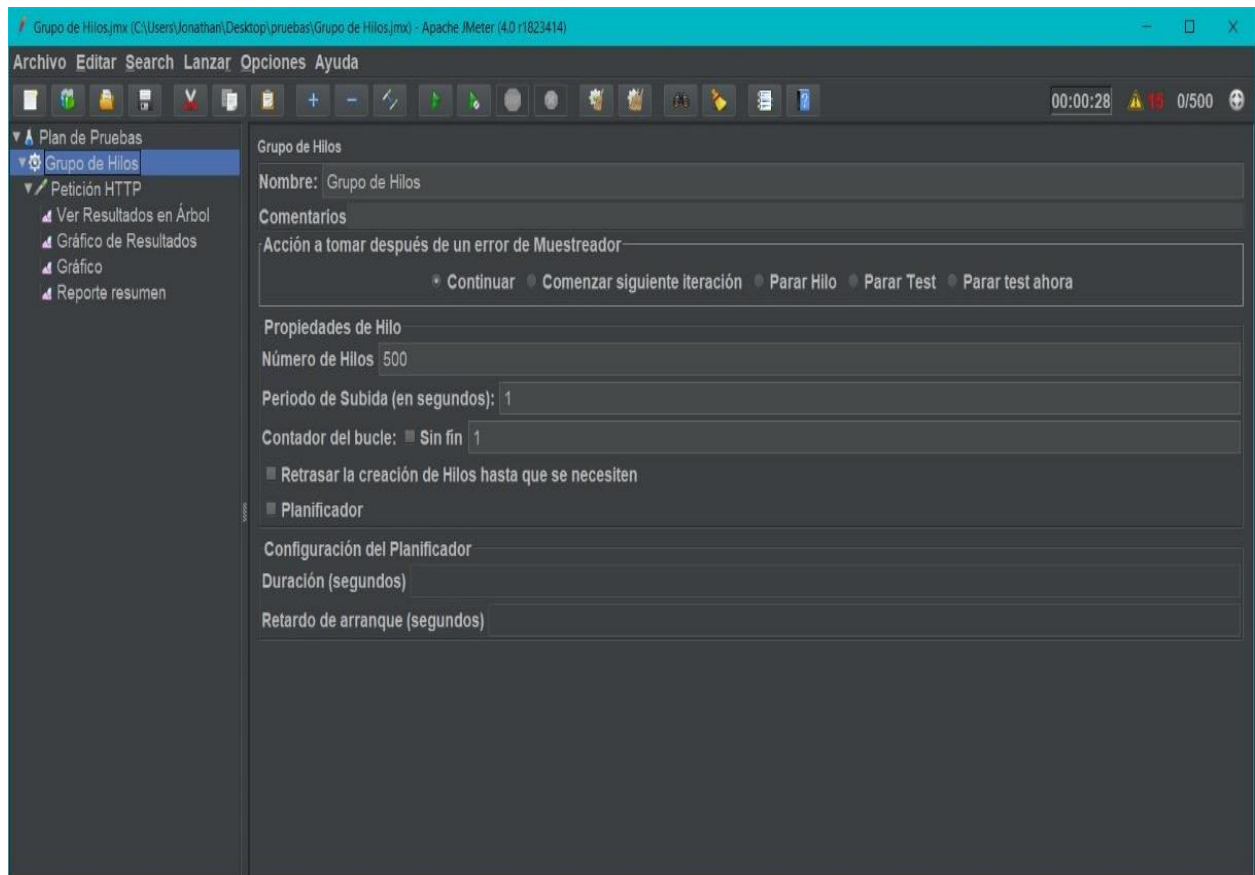
Para realizar esta prueba se utilizó una herramienta de tipo software la cual permite evaluar el rendimiento del proyecto. El software a utilizar en esta ocasión es Apache Jmeter. Esta aplicación permite analizar cualquier tipo de servidores web por medio de sus aplicaciones.

Este software permite generar una gran carga de peticiones a la aplicación y de esta manera determinar el rendimiento de la misma frente a una alta cantidad de peticiones realizadas al mismo tiempo. Según lo publicado por (Apache, 2018) “Apache Jmeter se puede usar para probar el rendimiento tanto en recursos dinámicos como estáticos, aplicaciones web dinámicas.” Esto permite utilizarlo como herramienta para medir el performance del aplicativo de este proyecto.

A continuación, se muestra las pruebas realizadas con Apache Jmeter donde se observa en primer lugar los parámetros básicos establecidos para esta prueba. En el Gráfico N° 25 se puede observar que se realizaran 500 peticiones al sistema

para medir su nivel de respuesta frente a esta cantidad de peticiones, donde cada petición fue realizada con un lapso de 1 segundo por período.

Gráfico N° 25
Ventana de Configuración de Hilos



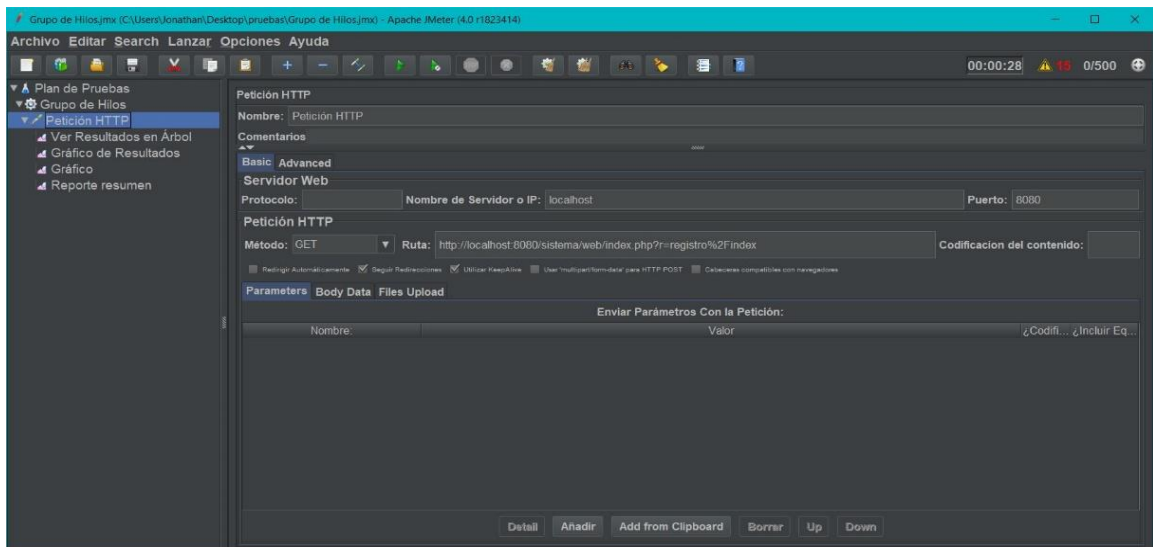
Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Luego de haber definido el número de peticiones que se le realizará a la aplicación se establece el nombre del servidor de la aplicación, para este caso al realizarlo de manera local se establecería como localhost. Se establece también el puerto mediante el cual se comunicará con la aplicación y se define la ruta de la aplicación a evaluar. Estos parámetros se los define, así como se muestra en el Gráfico N° 26.

Gráfico N° 26

Ventana de Configuración de la Aplicación



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Una vez que se hayan configurado cada uno de los parámetros de la prueba a realizar se deberán observar los resultados de acuerdo a los datos que se requieran obtener. Para este caso se visualizan resultados tales como resultados en árbol, el gráfico de resultados, gráfico estadístico, y el resumen del reporte, así como se muestran en los Gráficos 27, 28, 29 y 30.

Gráfico N° 27

Ventana de Resultados en Árbol

The screenshot shows the Apache JMeter results tree window. The left sidebar contains a tree view with 'Plan de Pruebas', 'Grupo de Hilos', and 'Petición HTTP'. The main panel is titled 'Ver Resultados en Árbol' and includes fields for 'Nombre: Ver Resultados en Árbol', 'Comentarios', and 'Escribir todos los datos a Archivo'. There is a 'Nombre de archivo' field and a 'Log/Mostrar sólo:' dropdown menu. The table below shows the results of the test.

Muestra #	Tiempo de c...	Nombre del ...	Etiqueta	Tiempo de ...	Estado	Bytes	Sent Bytes	Latency	Cu
40	21.04.03	158 Grupo de H...	Petición	13076		286531	332	3246	
41	21.04.03	176 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
42	21.04.03	165 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
43	21.04.03	165 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
44	21.04.03	169 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
45	21.04.03	169 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
46	21.04.03	170 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
47	21.04.03	173 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
48	21.04.03	164 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
49	21.04.03	163 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
50	21.04.03	163 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
51	21.04.03	166 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
52	21.04.03	166 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
53	21.04.03	176 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
54	21.04.03	164 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
55	21.04.03	164 Grupo de H...	Petición	13083		286531	332	3246	
56	21.04.03	233 Grupo de H...	Petición	14106		286531	332	4105	
57	21.04.03	233 Grupo de H...	Petición	14106		286531	332	4105	
58	21.04.03	233 Grupo de H...	Petición	14106		286531	332	4105	
59	21.04.03	227 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
60	21.04.03	116 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
61	21.04.03	016 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
62	21.04.03	228 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
63	21.04.03	030 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
64	21.04.03	030 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
65	21.04.03	050 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
66	21.04.03	051 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
67	21.04.03	052 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
68	21.04.03	051 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
69	21.04.03	052 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	
70	21.04.03	052 Grupo de H...	Petición	14113		286531	332	4074	

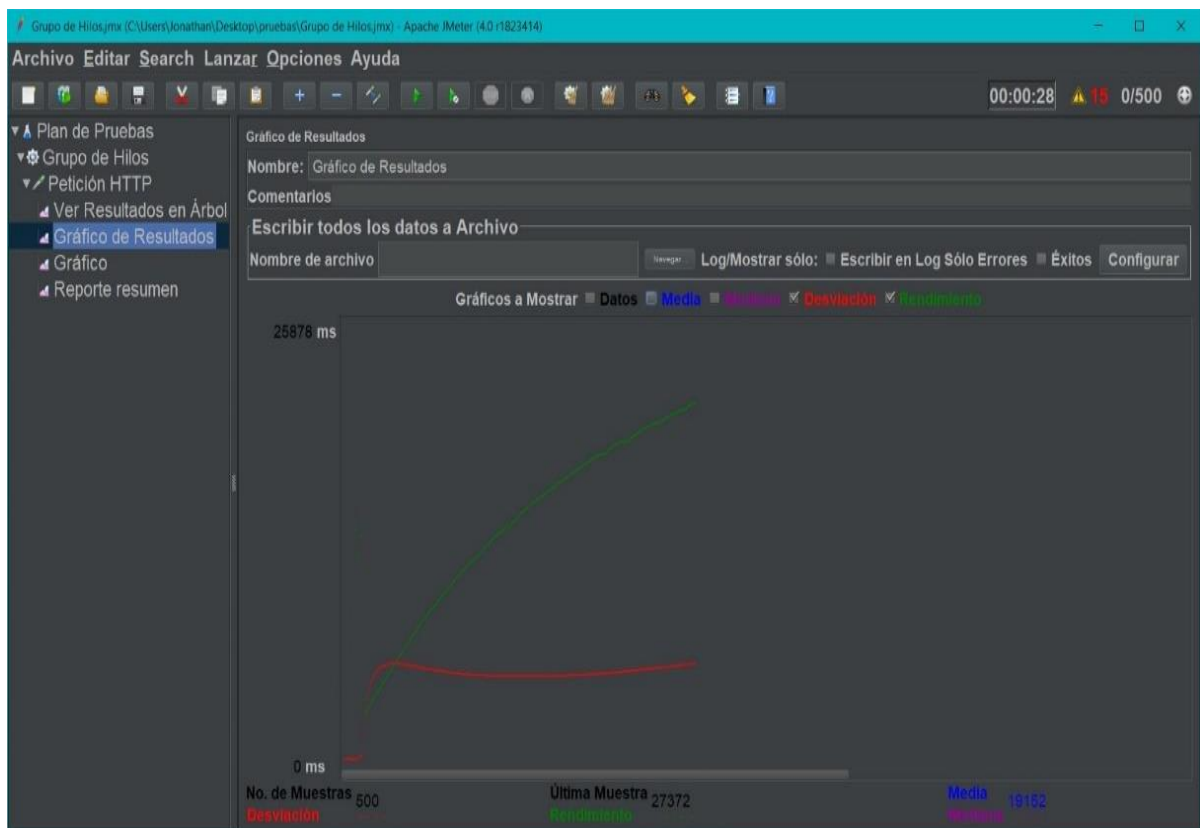
At the bottom, there are checkboxes for 'Scroll automatically?', 'Child samples?', and 'No. de Muestras 500'. The status bar shows 'Última Muestra 27372', 'Media 19152', and 'Desvian'.

Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

En esta ventana se pueden apreciar diferentes aspectos dentro del test realizado en la cual se puede observar parámetros como el número de petición, el tiempo en que se realizó la petición y como dato importante se tiene el estado. Para esta prueba se concluye que al realizar 500 peticiones con un lapso de un segundo el prototipo funciona con total normalidad.

Gráfico N° 28 Ventana con Gráfico del Resultado



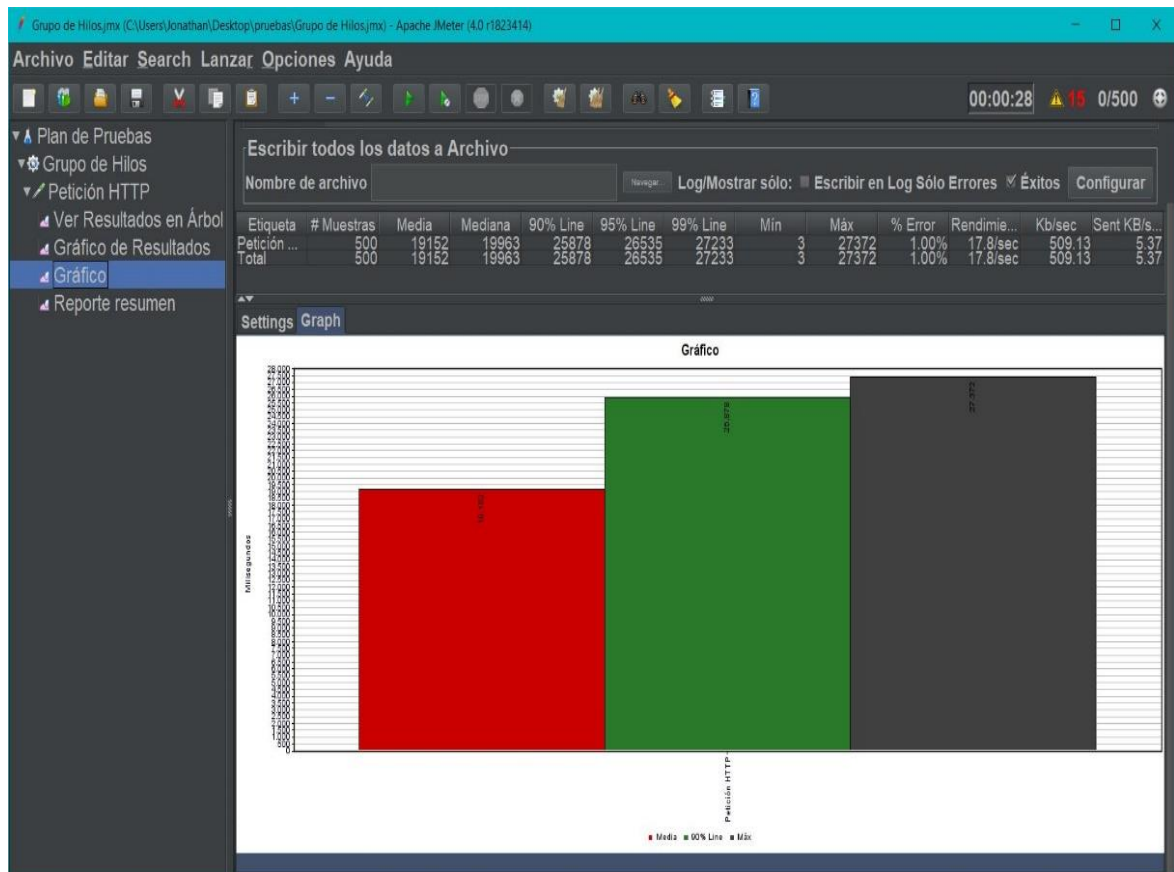
Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Para este resultado se puede determinar que la prueba muestra un índice de estabilidad alto por encima del índice de errores durante las peticiones realizadas por lo que se determina que el sistema se mantiene en buen estado a pesar de recibir muchas peticiones.

Gráfico N° 29

Ventana de gráfico estadístico



Elaborado por: Jonathan Portilla

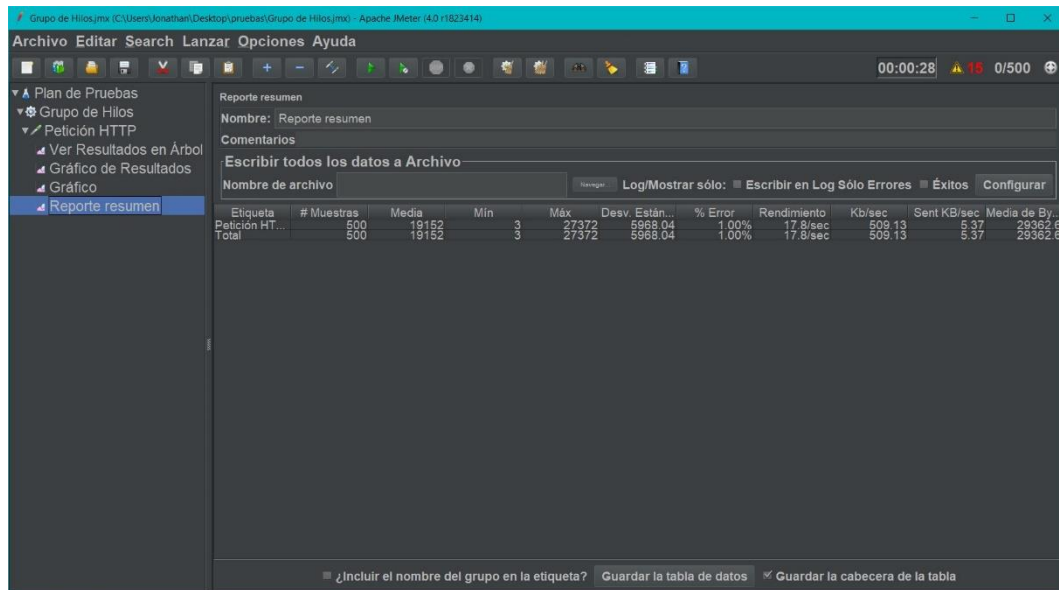
Fuente: Jonathan Portilla

Dentro de este resultado se pueden observar datos importantes como hasta qué punto crítico el sistema puede funcionar de manera óptima, dando como resultado que el sistema puede funcionar de forma óptima hasta un total de 27372 peticiones realizadas, presentándose un rendimiento del 90% hasta las 25878 peticiones.

Por lo tanto, según la prueba realizada el prototipo presenta una tasa de error del 1.00% con un rendimiento de peticiones en 17.8/s. También se destaca la cantidad de paquetes que se envían en cada petición el cual se realiza en un promedio de 5.37 KB/s. Esta ventana de resultados brinda la posibilidad de establecer un rango de peticiones determinadas para que la aplicación no se sobrecargue y así evitar la caída del sistema en general.

Gráfico N° 30

Ventana de Reporte de Resumen



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Jonathan Portilla

Finalmente, se tiene la ventana de resumen en donde se puede evidenciar los resultados obtenidos a lo largo de la prueba realizada. Cada uno de los resultados que se obtienen ayudan a prevenir que el sistema en un futuro llegue a colapsar por un determinado número de peticiones realizadas al servidor.

Es de vital importancia realizar este tipo de pruebas durante un determinado tiempo para tener un historial del comportamiento del sistema, con esto los administradores del mismo pueden realizar un plan de acción para mejorar o mantener el performance del sistema y así su funcionamiento se pueda mantener de forma óptima.

Procesamiento y Análisis

Los resultados de las encuestas realizadas, las cuales se adjuntan en el anexo 6, son mostrados a continuación, por lo que se determinará el análisis de las respuestas a cada una de las preguntas. En total se efectuaron 5 preguntas para cada encuesta, donde los encuestados solo tenían la necesidad de marcar con una X la respuesta que decidieran escoger.

Pregunta 1: En la escala del 1 al 5 (Siendo 1 la calificación menos amigable y 5 la más amigable) indique usted que tan amigable encuentra la interfaz gráfica del sistema.

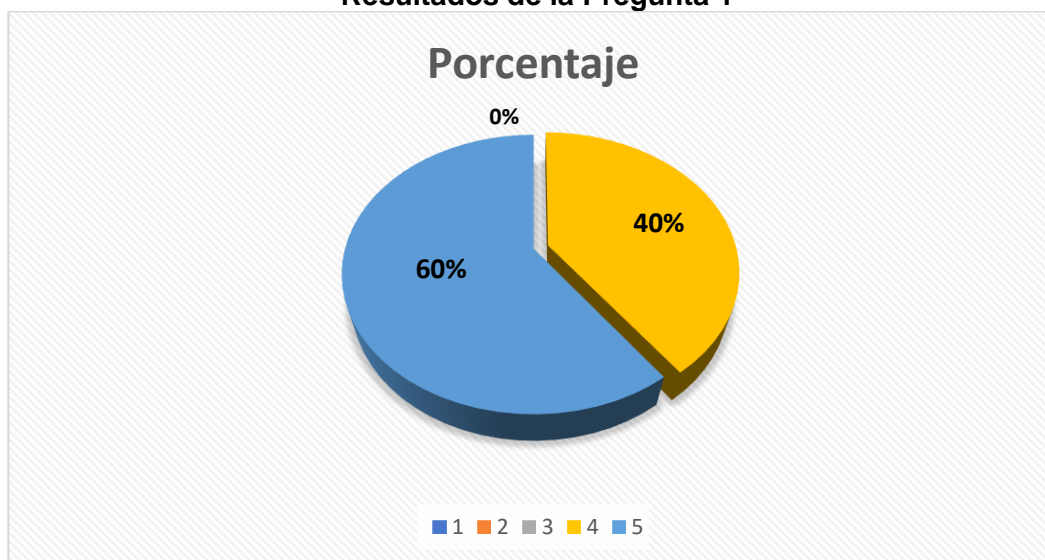
Cuadro N° 21
RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	6	40%
5	9	60%
TOTAL	15	100%

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Colegio Americano, Universidad de Guayaquil

Gráfico N° 31
Resultados de la Pregunta 1



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Resultados de la Encuesta

Análisis: En base a los resultados obtenidos mediante esta pregunta se puede determinar que la mayor parte de las personas encuestadas encuentran la interfaz gráfica del sistema de una forma muy amigable, considerándose un 60% a la máxima valoración y un 40% a una valoración un poco menor pero que se encuentra en un rango muy aceptable.

Pregunta 2: ¿Cree usted que la aplicación podría ser un aporte para otras instituciones públicas o privadas?

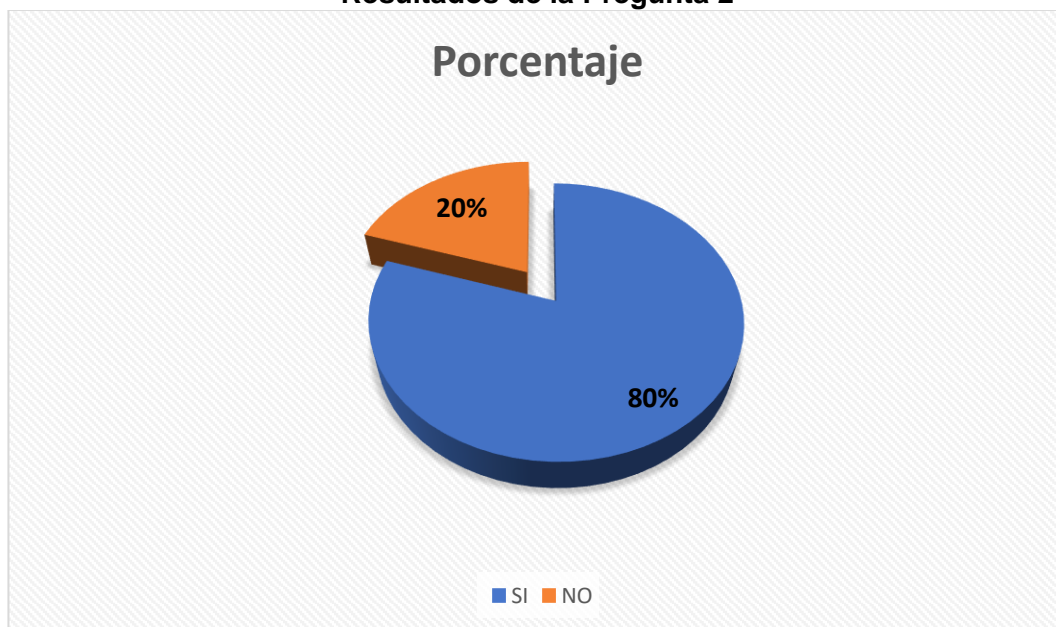
Cuadro N° 22
RESULTADOS DE LA PREGUNTA 2

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	12	80%
NO	3	20%
TOTAL	15	100%

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Colegio Americano, Universidad de Guayaquil

Gráfico N° 32
Resultados de la Pregunta 2



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Resultados de la Encuesta

Análisis: Mediante esta pregunta se pudo determinar el criterio de las personas en cuanto a al aporte que podría brindar el presente proyecto ya sea tanto al sector público como al privado entre las cuales un 80% respondió que el proyecto sí podría representar un aporte beneficioso mientras que solo un 20% opinó lo contrario. Gracias a esto se pudo evaluar el interés general de las personas en este proyecto.

Pregunta 3: ¿Estaría usted de acuerdo en utilizar esta aplicación para realizar los registros de ingreso de las personas a un determinado lugar?

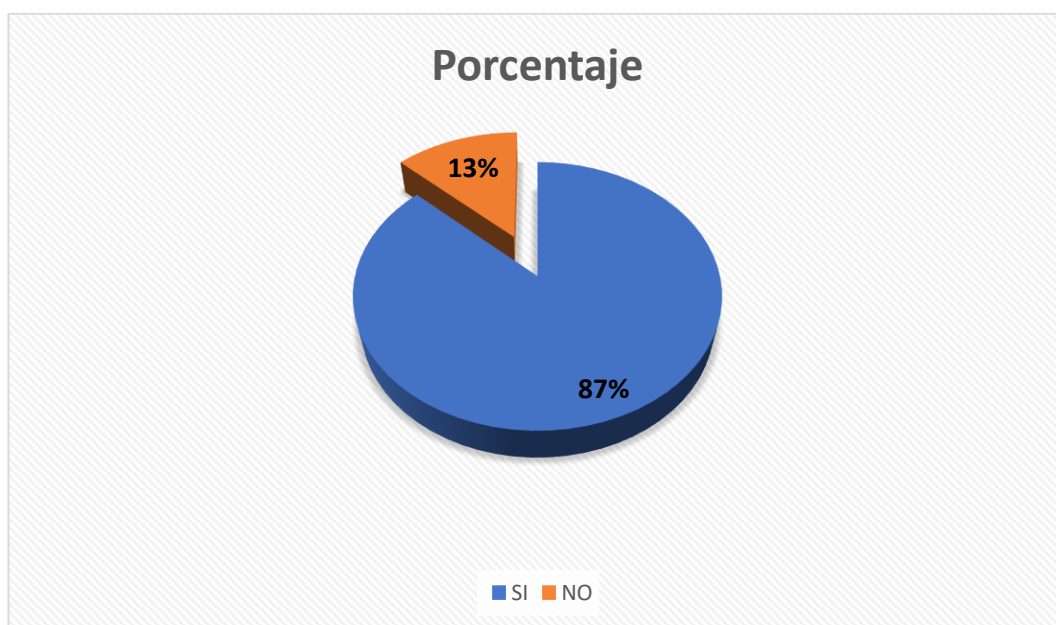
Cuadro N° 23
RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	13	87%
NO	2	13%
TOTAL	15	100%

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Colegio Americano, Universidad de Guayaquil

Gráfico N° 33
Resultados de la Pregunta 3



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Resultados de la Encuesta

Análisis: Mediante esta pregunta se pudo conocer con más exactitud si las personas están o no dispuestas a usar el sistema que se les presentó, obteniendo como resultado un total del 87% opinando a favor, mientras que solo el 13% opinó en contra. Con esto se llega a la conclusión que las personas si estaría dispuestas a usar este sistema.

Pregunta 4: Del 1 al 5 indique el grado de eficiencia que usted cree que tiene el sistema propuesto.

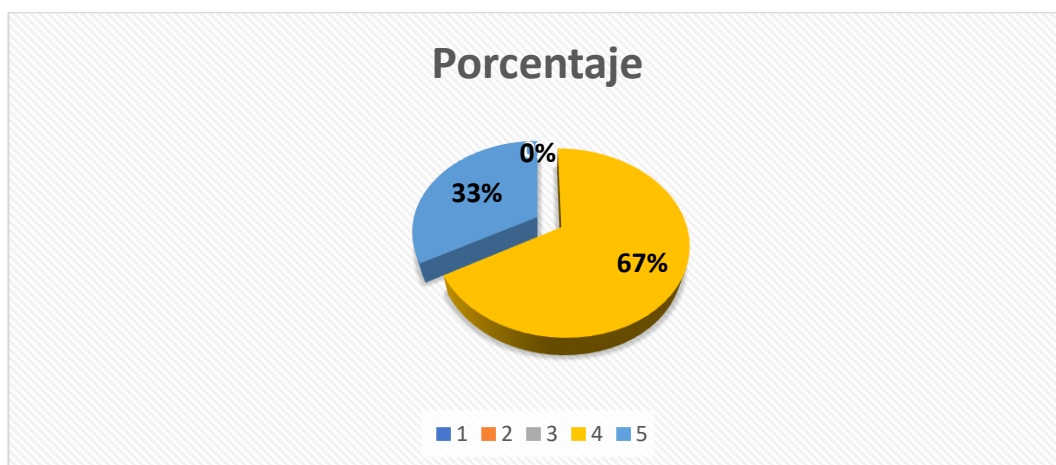
Cuadro N° 24
RESULTADOS DE LA PREGUNTA 4

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	10	67%
5	5	33%
TOTAL	15	100%

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Colegio Americano, Universidad de Guayaquil

Gráfico N° 34
Resultados de la Pregunta 4



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Resultados de la Encuesta

Análisis: Esta pregunta se la realizó con la finalidad de conocer desde la perspectiva del usuario general la eficiencia del sistema y de esta manera poder prevenir fallas futuras del mismo. De los resultados se puede deducir que para la apreciación de los usuarios finales el sistema tiene un alto grado de eficiencia, mostrando un total del 33% en su máxima ponderación mientras que el 67% restante corresponde, si bien no a la máxima calificación, pero sí a una calificación bastante aceptable.

Pregunta 5: Indique el nivel de aceptabilidad del sistema expresado rangos porcentuales.

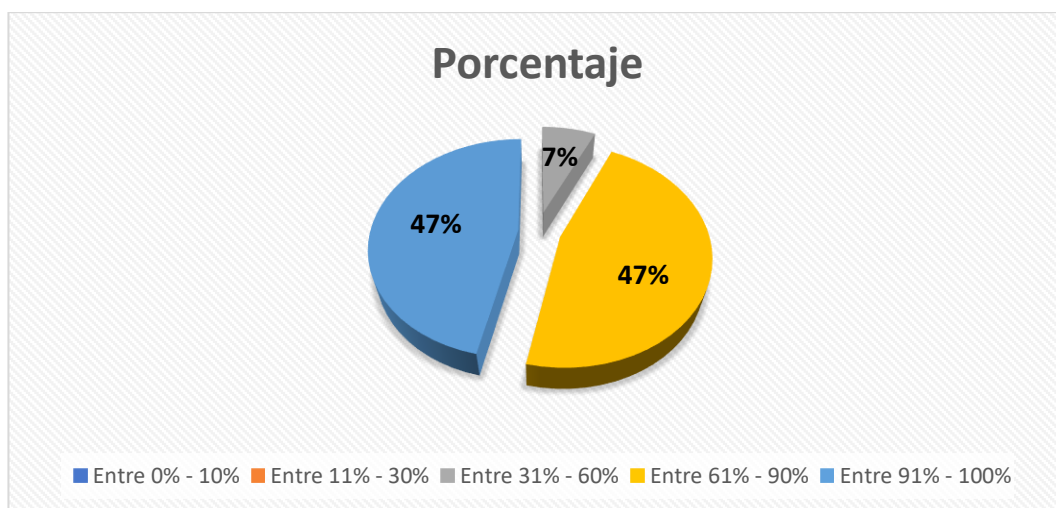
Cuadro N° 25
RESULTADOS DE LA PREGUNTA 5

OPCIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
Entre 0% – 10%	0	0%
Entre 11% – 30%	0	0%
Entre 31% - 60%	1	7%
Entre 61% - 90%	7	47%
Entre 91% - 100%	7	47%
TOTAL	15	100%

Elaboración: Jonathan Portilla

Fuente: Colegio Americano, Universidad de Guayaquil

Gráfico N° 35
Resultados de la Pregunta 5



Elaborado por: Jonathan Portilla

Fuente: Resultados de la Encuesta

Análisis: Mediante esta pregunta se pudo conocer en grados porcentuales cuál es el nivel de aceptación del prototipo de todas las personas encuestadas, por lo que se puede evidenciar que la mayoría respondió con un alto porcentaje de aceptación correspondiendo un 47% a la máxima aceptación posible, 47% a una ponderación buena, mientras que solo un 7% consideró el sistema medianamente aceptable.

Análisis General de las Encuestas

Como conclusión a las encuestas realizadas se puede determinar que el sistema presenta gran aceptación por parte de los usuarios finales. Por tal motivo se puede establecer que el sistema es altamente viable para su futura implementación. Si bien es cierto que se registraron también inconformidades por parte de los usuarios, no llegan a representar una limitante para producir el sistema.

Se indica también mediante la encuesta que la mayor parte de las personas opinan que el sistema puede no solo beneficiar a la Universidad de Guayaquil sino a otras instituciones ya sean estas públicas o privadas.

CAPÍTULO IV

Criterios de Aceptación del Producto

Los criterios de evaluación dados para este proyecto dependen de los alcances propuestos, así como también de las funcionalidades dadas por el sistema. Estos criterios son realizados para medir el nivel de aceptación del prototipo final presentado, donde se consideró cada uno de los criterios proporcionados por expertos en el tema. Ver Cuadro N° 27.

Cuadro N° 26
EVALUACIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN BASE AL ALCANCE	
Alcances del Proyecto	Medición del Alcance
Obtener las especificaciones técnicas que permitan el correcto desarrollo del prototipo a presentar el cual consta de un sistema de monitoreo y control.	Al finalizar el proyecto se pudo conocer de manera concreta las especificaciones técnicas necesarias que un equipo debe tener para comprobar el funcionamiento del prototipo desarrollado.
Presentación del prototipo final integrando cada uno de los módulos que intervienen en el prototipo siendo éstos, el módulo de Almacenamiento, procesamiento y presentación.	Se presentaron cada uno de los módulos desarrollados a lo largo del proyecto, así como su completa estructura y diseño bajo el cual fueron creados cada uno de ellos.
Realizar un diseño de base de datos donde el sistema mantendrá disponible la información procesada dentro del mismo y así determinar los datos que serán registrados para cada una de las personas a identificar.	Se realizaron los diseños de la base de datos que el sistema utilizará al final de la realización del prototipo en donde se pueden destacar, el diseño entidad – relación, así como también el modelo entidad – relación de la base de datos que se implementó.

El sistema presentado deberá reconocer a una persona que será enfocada por una cámara y de no reconocerla deberá ser capaz de capturar la imagen de dicha persona y dar la posibilidad de registrarlo.	Una vez presentado el prototipo final del se pudo evidenciar que el sistema reconoce perfectamente a las personas que tiene registrado en su base de datos, mas no a las personas que no tiene registrado por lo cual el sistema permite el ingreso de los datos de la persona que no identificó.
Se realizará la entrega del código fuente utilizado para el funcionamiento del prototipo, esto incluye el código fuente desarrollado en los diversos lenguajes de programación	Una vez terminado el proyecto se adjunta el código fuente de la versión final del prototipo donde se puede conocer cómo está desarrollado tanto en el módulo de procesamiento y en el módulo de presentación del sistema.
En este proyecto no se entregará ningún tipo de instalador ni tampoco dispositivos de tipo hardware puesto que dichos dispositivos únicamente se los utilizará para la demostración del funcionamiento del prototipo.	Los dispositivos del tipo hardware que se utilizaron a lo largo del proyecto tanto como para pruebas y presentación final del prototipo no serán entregados ni tampoco los instaladores de los programas utilizados para el desarrollo del proyecto.
La información que se obtendrá de las personas para la demostración del prototipo no será tomada de la base de datos de la Universidad, sino que será escogido de forma aleatoria con personas que pertenezcan a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas.	Los datos de una persona siempre son considerados como confidenciales dentro de cualquier tipo de organización así que para esta ocasión no será necesario tomar una base de datos específica, por el contrario, se creará en base de forma aleatoria de un grupo de personas vinculadas a la facultad.
El desarrollo de la aplicación se la llevará a cabo mediante una	El desarrollo del aplicativo se lo realizó de forma standalone destinado para el

infraestructura standalone la cual presentará una aplicación de escritorio mas no un aplicativo móvil.	funcionamiento en una desktop sin presentar una aplicación de tipo móvil.
--	---

Elaboración: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

En base al criterio emitido por el Ing. Jorge Alvarado Chang se define que el prototipo cumplió debidamente con cada uno de los alcances, y por lo tanto el proyecto presenta un alto índice de aplicabilidad y desarrollo. Cabe destacar que los alcances planteados no limitan la expansión, ya que este es presentado como una visión a futuro donde se pueden integrar mayores bases de datos y así ampliar el nivel de efectividad del sistema.

Para una proyección más destacable de los resultados del criterio de aceptación en base a los alcances se ha diseñado un muestreo de calificación de los puntos más importantes evaluados en este criterio, así como se muestra en el Cuadro N° 28.

Cuadro N° 27
ESCALA DE MEDICIÓN DEL ALCANCE

Tipos de Alcance Valores de Alcance	Especificaciones Técnicas	Diseño y Elaboración de la base de dato	Infraestructura de la Aplicación	Presentación del Prototipo Final
Aceptabilidad de Alcance	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
Beneficios	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
Facilidad de Implementación	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

Elaboración: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

Para una mejor comprensión de los datos mostrados en la tabla anterior a continuación se muestran los valores de ponderación que se utilizaron para la calificación de los criterios anteriormente descritos.

- ALTO = 100%
- MEDIO = 50%
- BAJO = 0%

De acuerdo con estos valores se puede determinar que el proyecto cumple debidamente todos los alcances planteados con anterioridad determinando así un alto grado de aceptación.

Cuadro N° 28
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PROTOTIPO

VARIABLES	DETALLE	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIÓN
Manejo	Sistema Interactivo de fácil manejo y amigable con el Usuario Final.	X		
Resultados	Confiabilidad muy alta en los resultados mostrados por el sistema.	X		
Tiempo de Respuesta	Guarda los datos de forma inmediata tanto en la base de datos de MySQL como su posterior visualización en el sistema.	X		
Hardware	Utiliza elementos de fácil acceso y	X		

	con buena disponibilidad en el mercado para desarrollar el proyecto			
Desempeño	El sistema funciona de forma continua sin presentar colapsos del mismo por largos tiempos de uso.	X		
Funcionalidad	El sistema reconoce con un alto porcentaje de acierto los rostros de cada persona identificada por el mismo.	X		

Elaboración: Jonathan Portilla
Fuente: Datos de la Investigación

De acuerdo a los datos mostrados en el Cuadro N° 29 se concluye que el proyecto cumple con la aceptación de expertos en el área determinando así su buen funcionamiento, para el propósito que ha sido diseñado.

Además, aparte de realizar estos criterios de evaluación se determinó que para este proyecto se utilice un software como Apache Jmeter. El cual permitió determinar en base a una prueba de Stress la correcta funcionalidad del sistema. Se sometió al sistema a un alto índice de peticiones durante un tiempo determinado para medir el performance general del sistema cuando se encuentra bajo una gran demanda de peticiones por parte de los usuarios finales. En base a los resultados obtenidos al realizar dicha prueba se determinó que el sistema es altamente confiable y puede ser capaz de trabajar con varias peticiones al mismo tiempo.

Conclusiones

- En base a la investigación realizada a lo largo del proceso de desarrollo del proyecto se concluye que para la correcta validación de la información el mejor algoritmo a utilizar es el algoritmo del método comparativo. Dado que las pruebas realizadas frente al otro algoritmo dieron como resultado que el algoritmo del método comparativo es el más óptimo para este proyecto.
- El modelo creado para la base de datos muestra una completa unificación de las tablas por lo tanto acceder a la información de cada una de ellas es totalmente fácil. Debido a esto se concluye que el modelo presentado en este proyecto cumple con las necesidades del mismo y está totalmente abierto a nuevas modificaciones que se requieran realizar.
- Mediante el empleo de librerías como OpenCV y de la biblioteca de funciones como face_recognition hacen de Python un gran lenguaje para incursionar en el mundo del reconocimiento facial. Por lo que se determina que el programa cumple con todas las funciones pensadas al inicio del proyecto mostrando un porcentaje de aceptación alto al momento de realizar el reconocimiento de rostros de las personas.
- Para realizar una aplicación web se utilizó el lenguaje de programación PHP y esto debido a que hoy en día la mayoría de las aplicaciones son pensadas para que funcionen a través de un navegador web. Aquí se concluye que la aplicación realizada mostró una buena aceptación por parte de las personas a quienes fueron presentadas, debido a su facilidad de manejo.

Recomendaciones

- Se recomienda que el algoritmo del método comparativo debe ser desarrollado en un lenguaje de programación como Python para que funcione de la manera más adecuada. Esto debido a que existen varias librerías con funciones simplificadas que ayudan a disminuir el tiempo de procesamiento en la información del algoritmo.
- Si bien es cierto el actual modelo Entidad – Relación cumple con la finalidad del sistema, se recomienda diseñar un modelo más completo que permita amplificar la base de datos para que pueda ser asociada a nuevos campos de información.
- Para desarrollar este proyecto en Python se recomienda utilizar la versión 3.7 debido a que es compatible con la mayor cantidad de librerías desarrolladas en la actualidad, entre ellas se tiene a `face_recognition`.
- Se recomienda que para una buena presentación de la aplicación se utilice a Yii Framework como base de toda la aplicación. Dado a que es un Framework basado puramente en código PHP lo cual permite un fácil acoplamiento a las funciones del sistema, facilitando la tarea de programar el aplicativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., & Castaño, V. (2016). *Diseño e implementación de un sistema para el reconocimiento de patrones utilizando videocámaras*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Aguilera, P. (2013). *Seguridad informática*. Madrid: Editex.
- Alarcón, V. (2016). *Desarrollo de sistemas de información*. Catalunya: Ediciones UPC.
- Alpaydin, E. (2016). *Machine Learning*. London: Massachusetts Institute of Technology.
- Apache. (2018). *The Apache Software Foundation*. Obtenido de Apache JMeter: <https://jmeter.apache.org/>
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi: Comunicación e Información.
- Baca, G. (2016). *Introducción a la seguridad informática*. México D.F.: Grupo Editorial Patria.
- Bertino, C., & Orozco, S. (2016). *Diseño e implementación de un sistema biométrico de reconocimiento palmar*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Bronte, S. (2013). *Sistema de Detección y Reconocimiento Facial de Conductores Mediante Sistemas de Visión Computacional*. Alcalá: Universidad de Alcalá.
- Conde, C. (2014). *Biometría: reconocimiento facial mediante fusión 2D Y 3D*. Barcelona: Pearson Educación.
- Correa, R. (2016). *Decreto Ejecutivo 1425*.
- Decreto Presidencial No.1181. (17 de 07 de 2008). *Reglamento a la Ley de vigilancia y seguridad privada*. Obtenido de http://psm.du.edu/media/documents/national_regulations/countries/america

as/ecuador/ecuador_decreto_no1181_2008_regulations_for_private_security.pdf

- Escolano, F., Cazorla, M., & Colomina, O. (2015). *Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación*. Madrid: Paraninfo.
- Harmon, P., & King, D. (2015). *Sistemas expertos: aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial*. Madrid: Díaz de Santos, S.A.
- Haugeland, J. (2013). *La Inteligencia Artificial*. México D.F.: Siglo Veintiuno.
- Hueso, A. d. (2014). *Visión por computador: fundamentos y métodos*. Barcelona: Pearson Educación.
- Ibarra, J., & Paredes, K. (2017). *Redes Neuronales Artificiales para el control de Acceso basado en reconocimiento Facial*. Ibarra: Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.
- Kumar, N. (2018). *Fundamentos de la programación de Python: un manual para principiantes*. México D.F.: Paraninfo.
- López, N., & Toro, J. (2013). *Técnicas de biometría basadas en patrones faciales del ser humano*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Minichino, J., & Howse, J. (2015). *Aprendizaje de OpenCV 3 Computer Vision con Python*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Ministerio de Justicia. (2016). *COIP*. Quito: Ministerio de Justicia.
- Pino, R., & Gómez, A. (2015). *Introducción a la Inteligencia Artificial*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Pontin, M. W. (30 de 05 de 2007). *MIT TECHNOLOGY REVIEW*. Obtenido de <https://www.technologyreview.com/s/407976/better-face-recognition-software/>
- Poveda, M., & Merchán, F. (2015). *Implementación de un sistema de control de acceso basado en reconocimiento facial*. Ancón: Ciudad de Panamá.
- Ramos, B., & Ribagorda, A. (2015). *Avances en criptología y seguridad de la información*. Madrid: Díaz de Santos.

- Romero, L., & Calonge, T. (2015). Redes Neuronales y Reconocimiento de Patrones. *Scopus*, 9-10.
- Salazar, C., & Orozco, S. (2016). *Diseño de un sistema biométrico de reconocimiento facial en tiempo real*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Sánchez, J. (2014). *Reconocimiento facial robusto a oclusiones por medio de seccionamiento de imágenes*. Barcelona: Reverte.
- Tapiador, M., & Pizarro, J. (2014). *Tecnologías biométricas aplicadas a la seguridad*. México D.F.: Paraninfo.
- Yáñez, C., & Díaz, J. (2014). *Reconocimiento de patrones: avances y perspectivas*. México D.F.: Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional.
- Poveda, M., & Merchán, F. (2016). Implementación de un sistema de control de acceso basado en reconocimiento facial. *Prisma Tecnológico*, 6(1), 34-39.
- Méndez, P., & Ibarra, J. (2014). Implementación de una red neuronal de convolución para el reconocimiento de poses en imágenes de rostros. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 6(2).
- Morales-Vargas, E., Reyes-Garcia, C. A., & Peregrina-Barreto, H. Reconocimiento de expresiones faciales con base en la dinámica de puntos de referencia faciales.
- Eslava Ríos, J. (2013). *Reconocimiento facial en tiempo real* (Bachelor's thesis).
- Correa, A. C., Jimenez, A. E. S., & Ortiz, F. A. P. (2013). Reconocimiento de rostros y gestos faciales mediante un análisis de relevancia con imágenes 3D. *Revista de Investigación, desarrollo e innovación*, 4(1), 7-20.
- Pico, B. O. P., Rondón, P., & Arguello, H. (2011). Sistema de reconocimiento facial basado en imágenes con color. *Revista UIS Ingenierías*, 10(2), 113-122.
- Villalba, A., Artacho, J. M., Sanchez, D., & Bernués, E. AUTENTICUZ: SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA CONTROL DE ACCESO AUTOMÁTICO.

Lora, D., Cerro, P., Barrio García, A. A. D., & Botella Juan, G. (2015). Sistema de Seguridad Basado en una Plataforma Heterogénea Distribuida.

Arguello Fuentes, H. (2011). Sistemas de reconocimiento basados en la imagen facial. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 8(3).

Castrillon, W. A., Alvarez, D. A., & López, A. F. (2008). Técnicas de extracción de características en imágenes para el reconocimiento de expresiones faciales. *Scientia et technica*, 14(38), 7-12.

Reconocimiento, E., & Discurso, E. F. TECNICAS DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE EMOCIONES. *Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información.*, 107.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). In. Retrieved from <http://archivobiblioteca.asambleanacional.gob.ec/2008issuu-espanol>

Gonzales, A. (2014). ¿Qué es Machine Learning? *CleverData BigData Prediction*.

Gracia, L. (2013). ¿Qué es OpenCV? Retrieved from <https://unpocodejava.com/2013/10/09/que-es-opencv/>

Lara, M., & Alejandro, R. (2016). Sistema de votación electrónico con mecanismo biométrico de autenticación para las elecciones de dignidades de la Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE)". Ecuador-PUCESE-Escuela de Sistemas y Computación,

Ottado, G. (2010). *Reconocimiento de caras: Eigenfaces y Fisherfaces*. Retrieved from https://eva.fing.edu.uy/file.php/514/ARCHIVO/2010/TrabajosFinales2010/informe_final_ottado.pdf

Zaforas, M. (2017). ¿Es Python el lenguaje del Futuro? Retrieved from <https://www.paradigmadigital.com/dev/es-python-el-lenguaje-del-futuro/>

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Conversatorio con el Sr. Francisco

Lugar: Edificio Cisc-Cint

A continuación, se citarán algunas de las respuestas más relevantes otorgadas de parte del Sr. Francisco

Tema 1: Interfaz de Usuario

Respuesta: “La interfaz me parece muy buena, se ve fácil de usar y con la práctica en el día a día al usar la aplicación no tendría ningún inconveniente”

Tema 2: Funciones del Sistema

Respuesta: “Estoy de acuerdo con las funciones donde se pueden evidenciar los registros de las personas también la función de poder revisar los eventos que ocurren durante el día”

Tema 3: Imágenes Captadas en Video

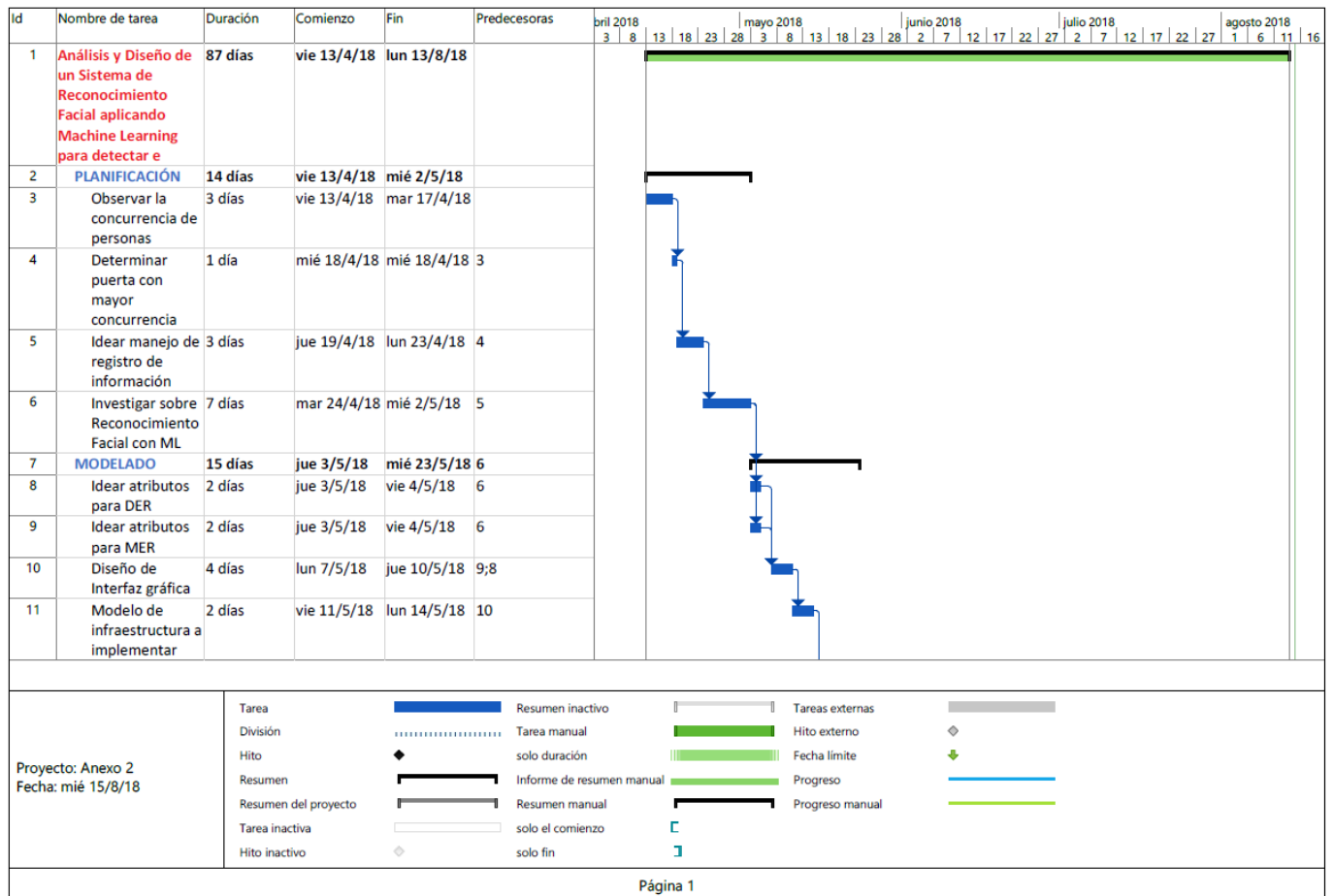
Respuesta: “Opino que se debería poder ver en pantalla más grande la imagen emitida en video y así se pueda tener una mejor apreciación de las cosas que están sucediendo mientras la cámara está emitiendo la imagen de video”

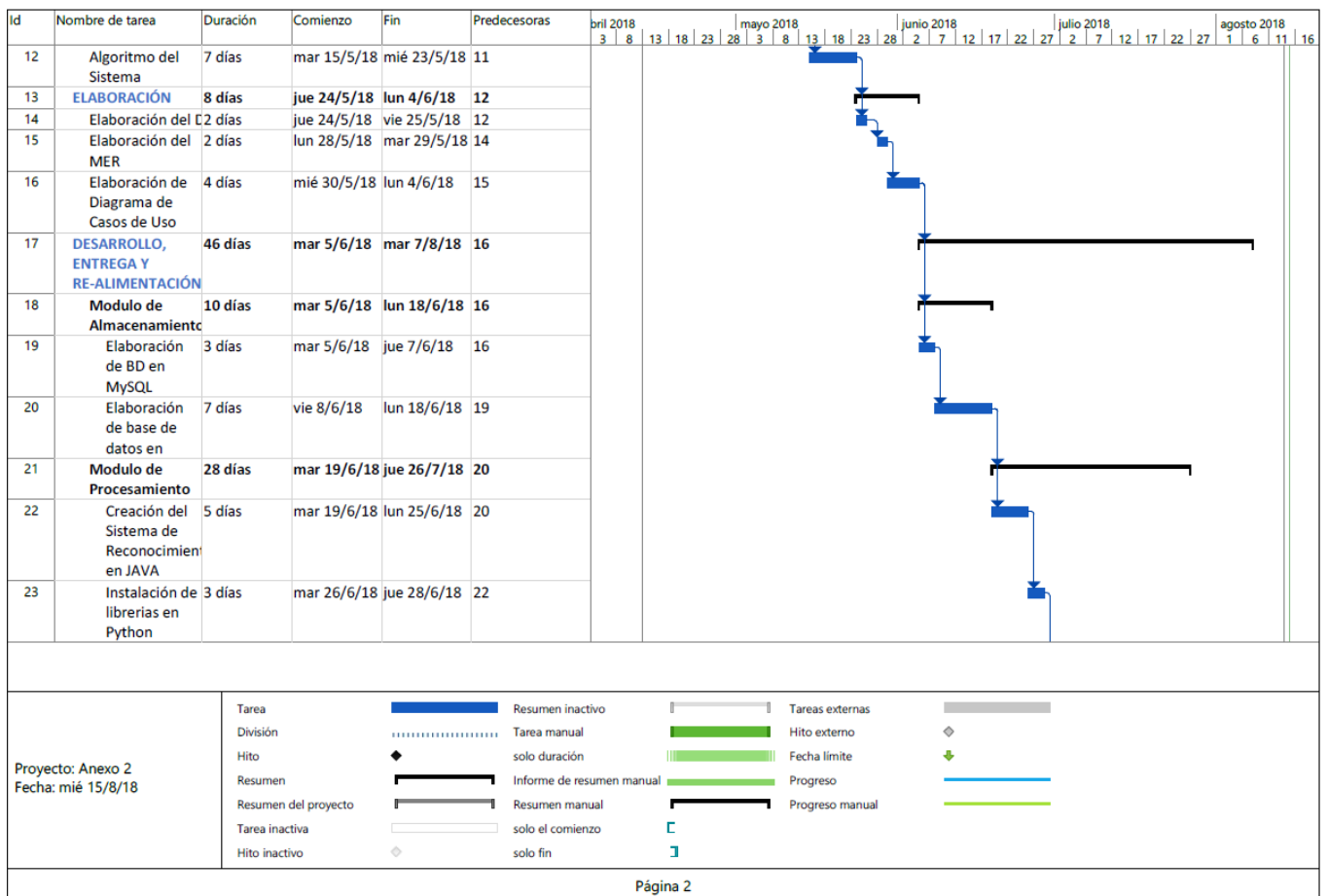
Tema 4: Observaciones frente al Sistema

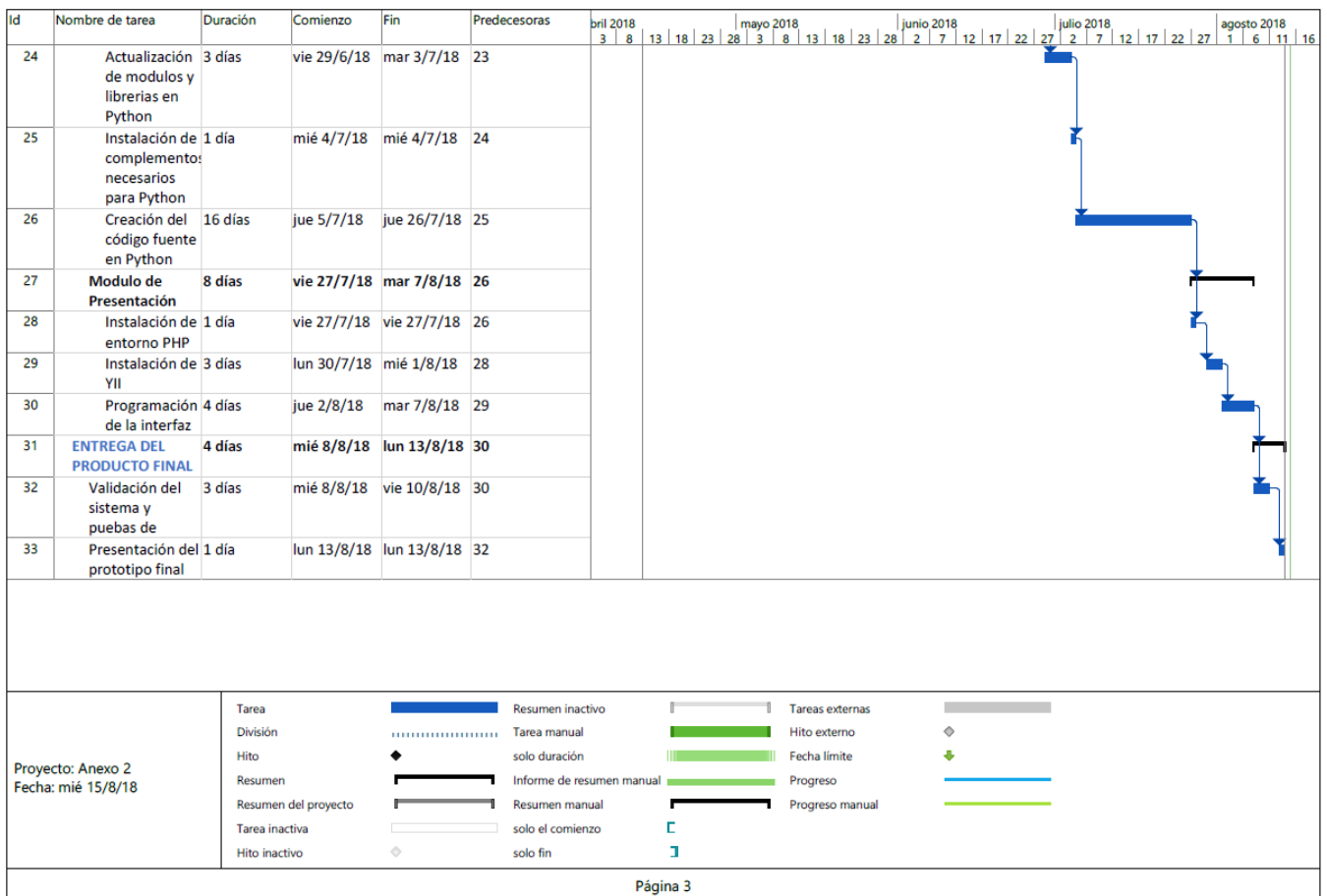
Respuesta: “Creo que se debería poder ampliar un poco más la imagen que se guarda en la función de registro para que de esta manera se pueda tener una mejor apreciación de la imagen o en su defecto debería tener la posibilidad hacerle clic para que se amplíe y luego vuelva a su estado original”

ANEXO 2

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES



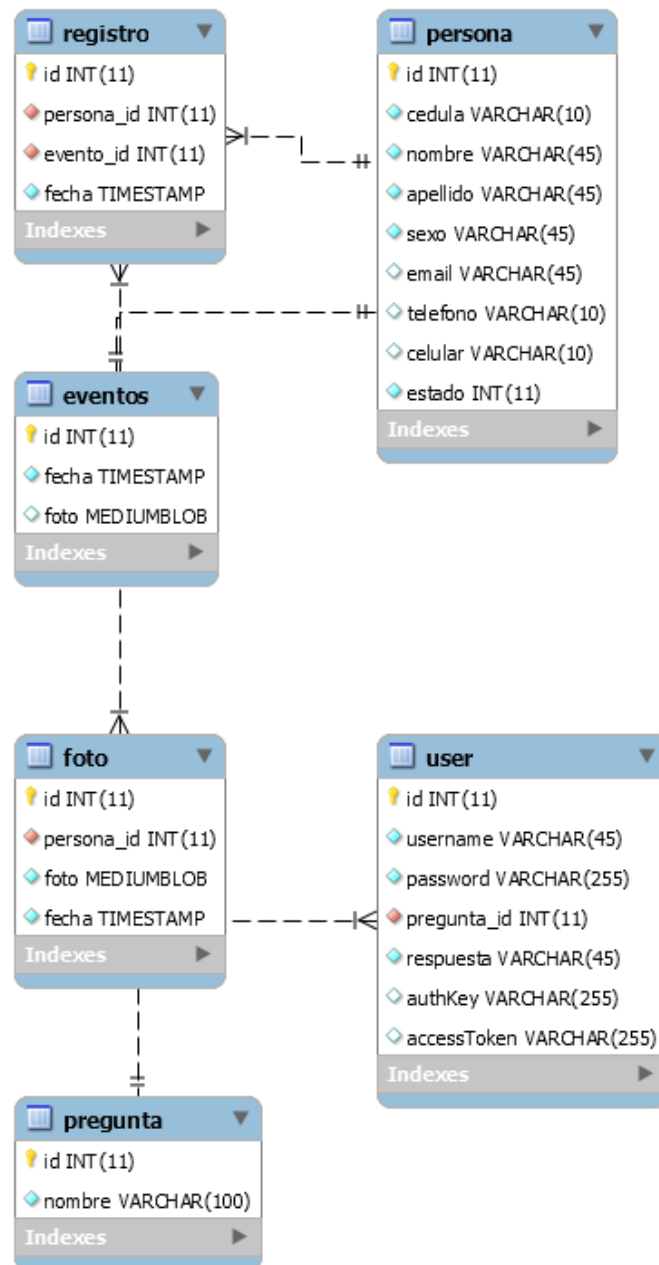




ANEXO 3

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

MODELO ENTIDAD - RELACIÓN



ANEXO 4

Diagrama de Casos de Uso



Caso de Uso	Crear/Eliminar Usuarios
Descripción	El administrador es capaz de eliminar y crear nuevos usuarios otorgándole permisos
Actores del Sistema	Administrador
Precondiciones	La aplicación debe estar conectada a la BD
Postcondiciones	Ingresar al Sistema
Flujos Principales	<ol style="list-style-type: none">1. El Administrador ingresa al sistema2. Se dirige a la opción de usuarios3. Llena los datos del nuevo usuario4. Le otorga los permisos

Caso de Uso	Eliminar/Registros y Eventos
Descripción	El administrador es capaz de eliminar Registros y eventos que sean innecesarios
Actores del Sistema	Administrador
Precondiciones	La aplicación debe estar conectada a la BD
Postcondiciones	Desaparición de Evento o Registro
Flujos Principales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador ingresa al sistema 2. Se dirige a la opción de Registros o Eventos 3. Selecciona el Registro o Evento a Eliminar 4. Elimina el Registro o Evento

Caso de Uso	Autenticación de Usuario
Descripción	Tanto el Administrador como el usuario Final son capaces de ingresar al sistema
Actores del Sistema	Administrador – Usuario Final
Precondiciones	Ninguna
Postcondiciones	Ingresar al Sistema
Flujos Principales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador o usuario deben abrir un browser con la dirección del sistema 2. Ingresar sus datos de Login 3. Seleccionar Ingresar

Caso de Uso	Crear Personas
Descripción	Tanto el Administrador como el usuario serán capaces de poder ingresar los datos de una nueva persona
Actores del Sistema	Administrador – Usuario Final
Precondiciones	La Aplicación debe estar conectada a la BD. Debe estar ejecutándose el programa en Python Deben estar dentro del sistema
Postcondiciones	Persona Nueva Ingresada
Flujos Principales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador o usuario deben seleccionar la opción Persona 2. Ingresar los datos de la persona 3. Seleccionar Registrar

Caso de Uso	Visualizar Registros/Eventos
Descripción	Tanto el Administrador como el usuario Final son capaces de visualizar los registros y Eventos
Actores del Sistema	Administrador – Usuario Final
Precondiciones	La Aplicación debe estar conectada a la BD. Debe estar ejecutándose el programa en Python Deben estar dentro del sistema
Postcondiciones	Visualización de Registros o Eventos
Flujos Principales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador o usuario deben seleccionar la opción Registro o Eventos 2. Visualizar el Registro o Evento Requerido

Caso de Uso	Visualizar Notificaciones
Descripción	Tanto el Administrador como el usuario Final son capaces de visualizar las notificaciones de alerta de persona desconocida
Actores del Sistema	Administrador – Usuario Final
Precondiciones	La Aplicación debe estar conectada a la BD. Debe estar ejecutándose el programa en Python Deben estar dentro del sistema
Postcondiciones	Visualización de Notificaciones
Flujos Principales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador o usuario deben Seleccionar el icono de Notificación 2. Seleccionar la notificación 3. Visualizar la notificación

ANEXO 5

Guayaquil, 06 de agosto del 2018

JUICIO DE EXPERTO

En mi calidad de docente de la FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS de la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

CERTIFICO:

De acuerdo con la sesión realizada con el estudiante **PORTILLA JIMENEZ JONATHAN JAVIER**, para analizar su propuesta en el tema de titulación:

“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL APLICANDO MACHINE LEARNING PARA DETECTAR E IDENTIFICAR DE PERSONAS.”

Validando la funcionalidad y optimización de la plataforma del diseño del sistema de reconocimiento facial, el cual dispongo las siguientes recomendaciones:

- Que la Aplicación no descarte los tiempos en que el individuo permanece en cámara y que dicho tiempo sea almacenado dentro del primer registro.
- Se sugiere también implementar un algoritmo de búsqueda optimizado para reducir tiempos de procesamiento en la búsqueda.
- Se indicó que se necesita obtener un reporte de seguridad donde el usuario pueda revisar los eventos que podrían comprometer la seguridad de las instalaciones.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado, para los fines que sean conveniente.

Muy atentamente,

Ing. Jorge Alvarado Chang
C.I. 0908903230

ANEXO 6

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL PROYECTO

TEMA: Análisis y Diseño de un Sistema de Reconocimiento Facial aplicando Machine Learning para detectar e identificar intrusos

Nota: Marque con una X la respuesta correcta, por favor lea bien la pregunta antes de contestar.

1. En la escala del 1 al 5 (Siendo 1 la calificación menos amigable y 5 la más amigable) indique usted que tan amigable encuentra la interfaz gráfica del sistema

1	2	3	4	5

2. Cree usted que la aplicación podría ser un aporte para otras instituciones públicas o privadas

_____ SI
_____ NO

3. Estaría usted de acuerdo en utilizar esta aplicación para realizar los registros de ingreso de las personas a un determinado lugar

_____ SI
_____ NO

4. Del 1 al 5 indique el grado de eficiencia que usted cree que tiene el sistema propuesto

1	2	3	4	5

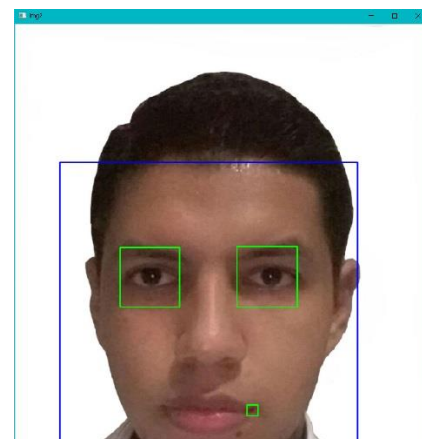
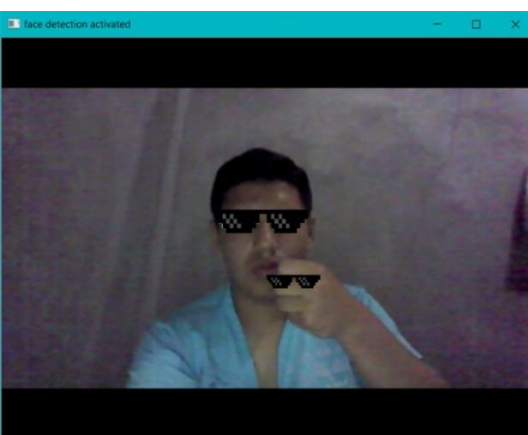
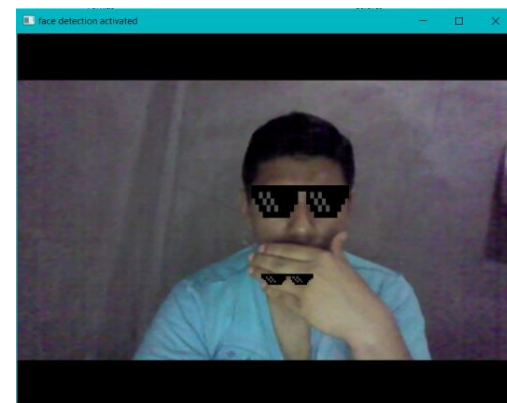
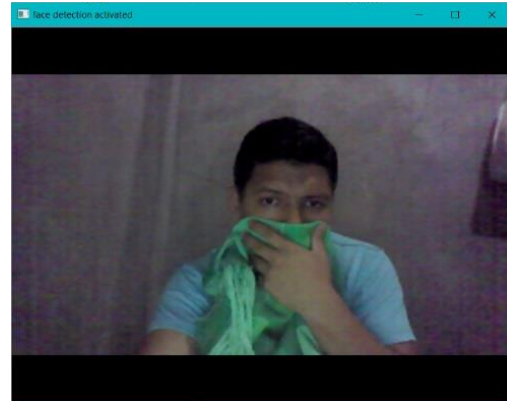
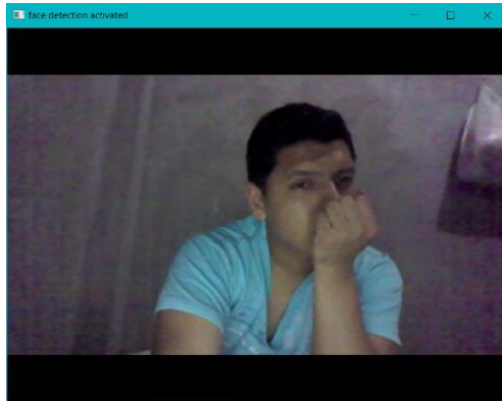
5. Indique el nivel de aceptabilidad del sistema expresado rangos porcentuales

_____ Entre 0% – 10%
_____ Entre 11% – 30%
_____ Entre 31% - 60%
_____ Entre 61% - 90%
_____ Entre 91% - 100%

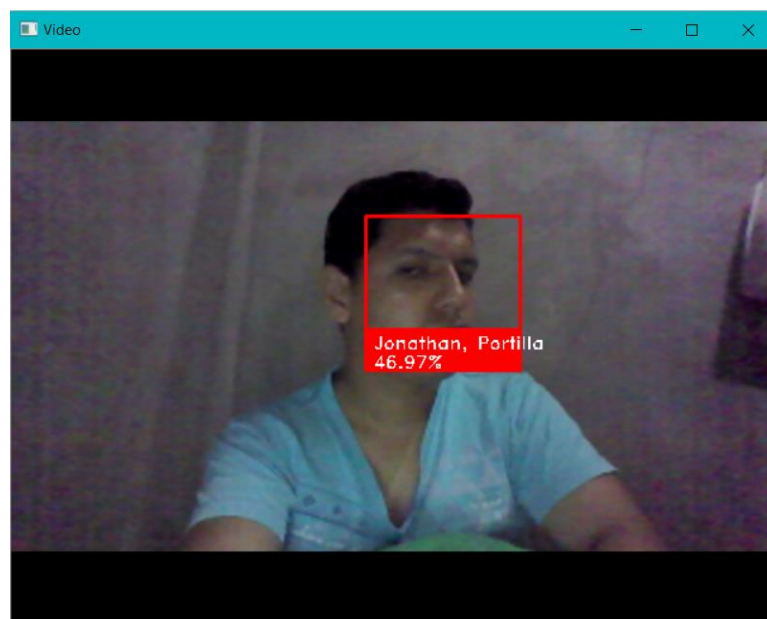
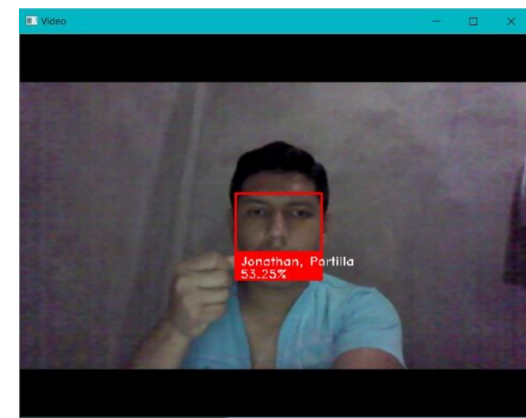
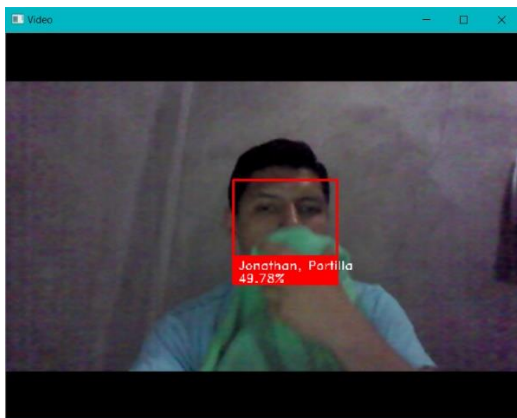
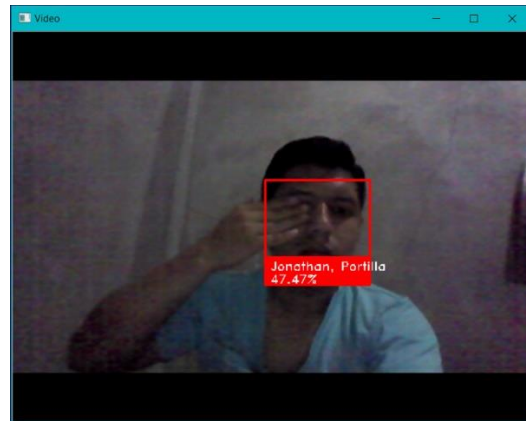
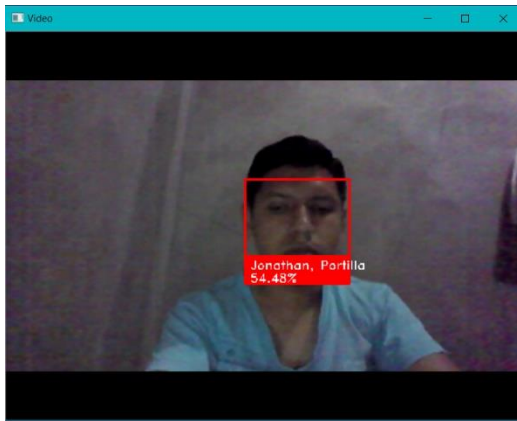
ANEXO 7

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

Resultados de Validación de Información a través del Algoritmo Viola & Jones



Resultados de Validación de Información a través del Algoritmo Comparativo



ANEXO 8

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

Manual de Usuario

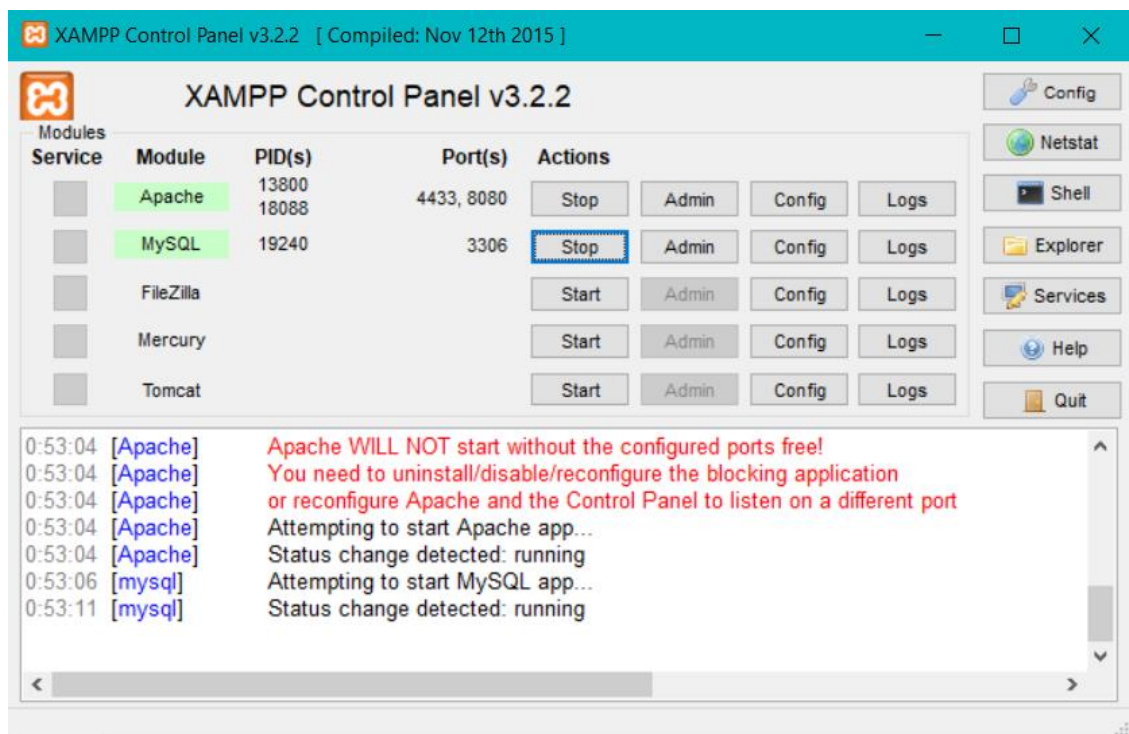
Introducción

En el siguiente apartado se presentará la forma de usar el sistema de reconocimiento facial mostrando cada una de las funciones para el usuario final. Gracias a esto se cuenta con la información necesaria para que cualquier persona que desee operar este prototipo lo realice de forma correcta.

Gestión del Sistema

Habilitar XAMPP para gestión de la BD y del aplicativo web

Para iniciar XAMPP lo primero que se debe realizar es buscar su carpeta de origen y abrir su aplicativo, luego de esto se debe hacer clic en iniciar tanto para el módulo de Apache, el cual contiene el intérprete para PHP, y el módulo de MySQL, aquí se encuentra el intérprete de la base de datos realizada en PHPmyAdmin.



Antes de continuar se debe verificar que tanto el módulo de Apache como el módulo de MySQL se hayan iniciado correctamente, esto lo comprobamos visualizando los dos módulos resaltados de color verde.

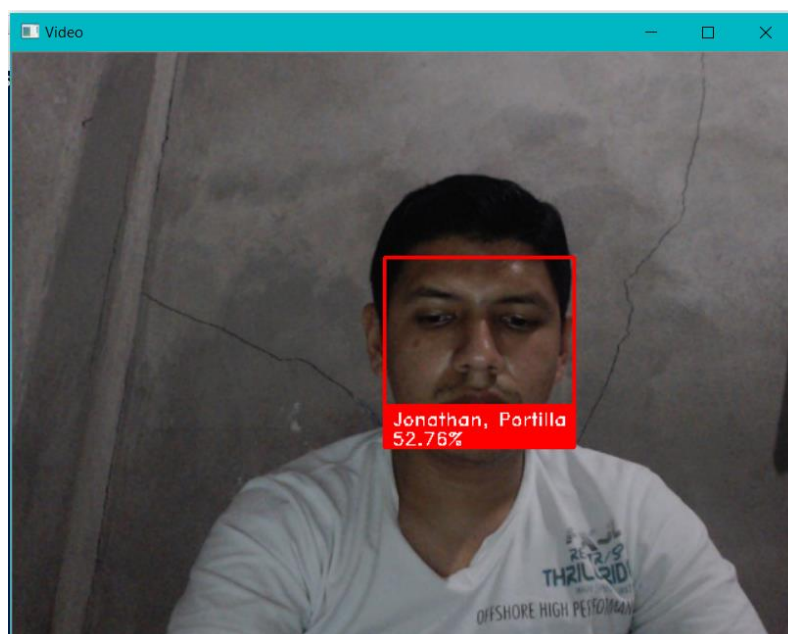
Ejecutando el programa realizado en Python

Para esto debemos abrir una ventana de Power Shell de Windows y ubicarnos en la carpeta raíz donde se encuentra alojado nuestro archivo main, el cual contiene todo el código fuente desarrollado en Python.

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\Jonathan\Desktop\Reconocimiento_facial\ReconocimientoFacial-master>
PS C:\Users\Jonathan\Desktop\Reconocimiento_facial\ReconocimientoFacial-master>
```

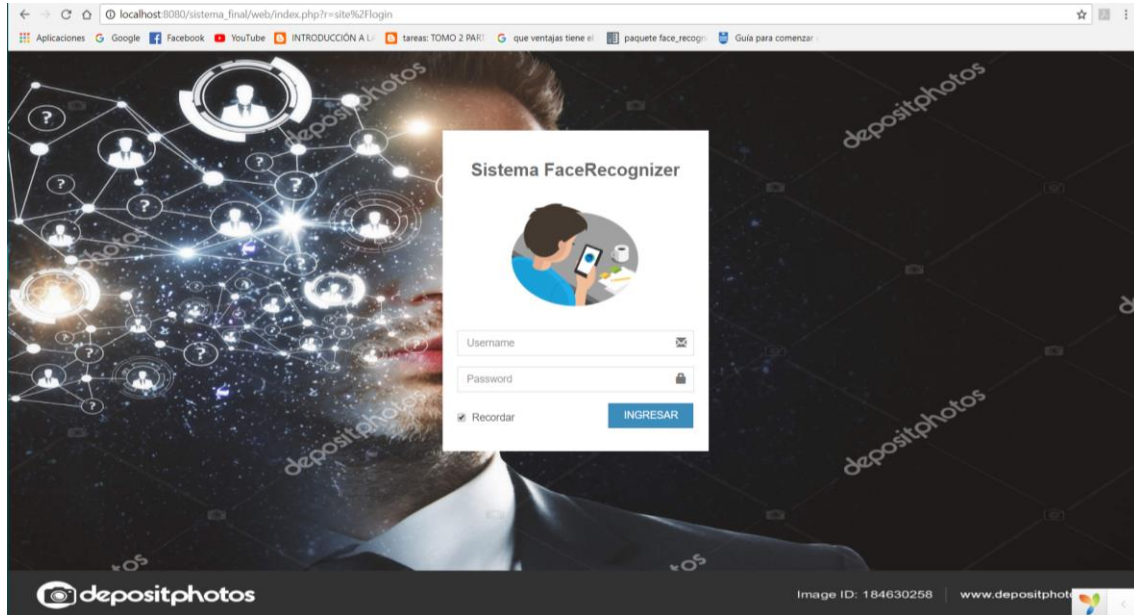
Una vez realizado esto debemos ejecutar el programa en Python con el siguiente comando *“python main.py”* al hacerlo podemos verificar que el programa abre una pequeña ventana donde se muestra la imagen en vivo de lo que la cámara está grabando y comenzará a realizar el reconocimiento facial de las personas que estén frente a ellas.

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\Jonathan\Desktop\Reconocimiento_facial\ReconocimientoFacial-master>
PS C:\Users\Jonathan\Desktop\Reconocimiento_facial\ReconocimientoFacial-master>
PS C:\Users\Jonathan\Desktop\Reconocimiento_facial\ReconocimientoFacial-master>
PS C:\Users\Jonathan\Desktop\Reconocimiento_facial\ReconocimientoFacial-master> python main.py
```

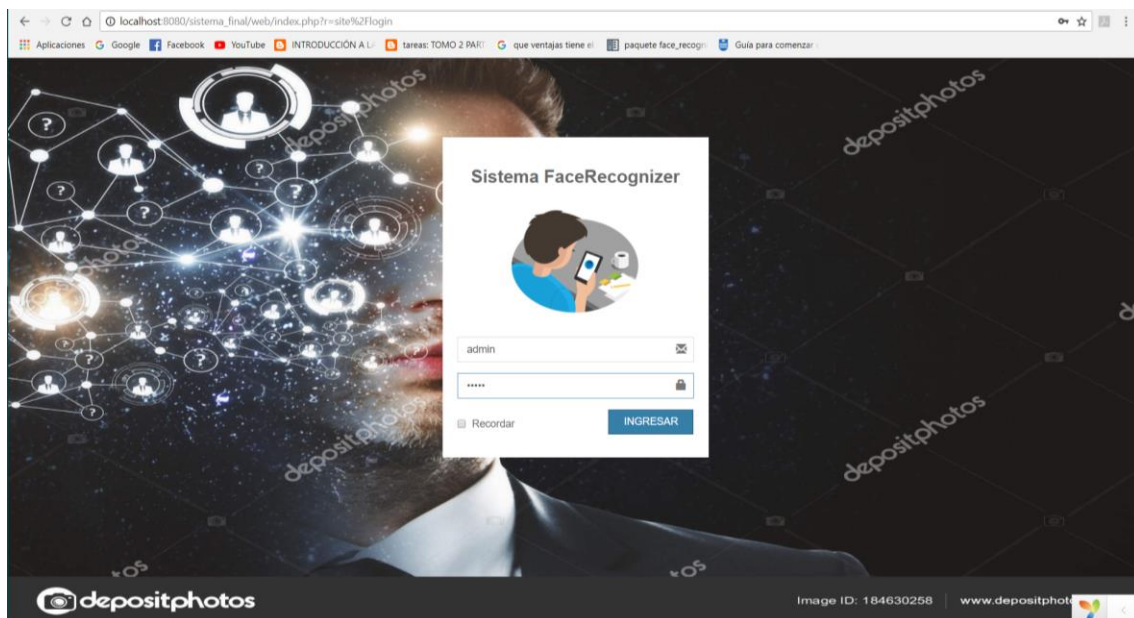


Abriendo la aplicación web del sistema

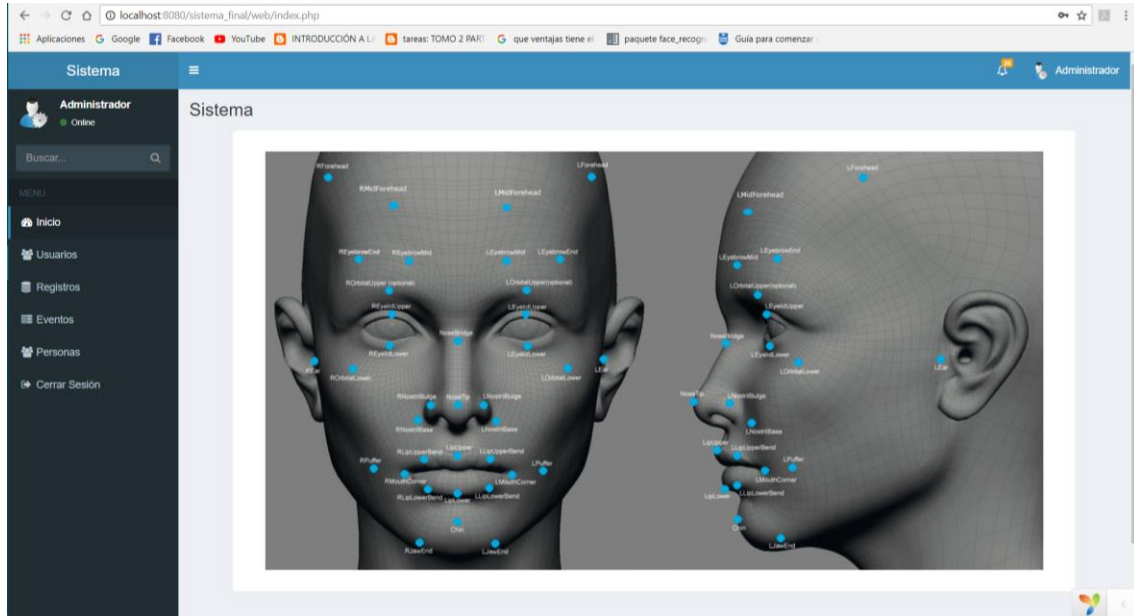
Se debe abrir un navegador y en la barra de direcciones ingresar al siguiente sitio http://localhost:8080/sistema_final/web/index.php con esto se cargará la página de inicio del sistema y se podrá visualizar la siguiente pantalla.



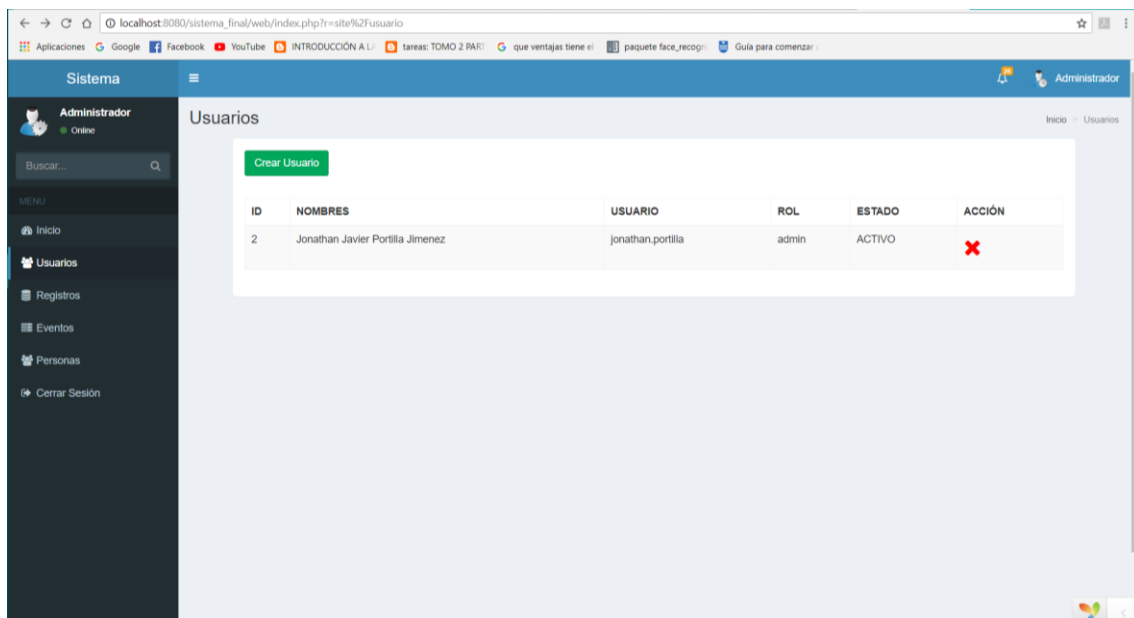
Una vez que la pantalla de login del sistema haya iniciado se deberá ingresar con el nombre de usuario registrado en el sistema y a su vez deberá la contraseña para dicho usuario, para luego ser redirigido a la pantalla inicial.



Una vez ingresado podemos evidenciar el contenido del sistema y las múltiples funciones que esta nos ofrece. En el panel izquierdo se puede evidenciar las pestañas de Usuarios, Registros, Eventos y Personas. Mientras que en la parte superior derecha se puede evidenciar el rol del usuario que acaba de ingresar, en este caso es un usuario Administrador.



Si seleccionamos la pestaña de Usuarios podemos revisar un formulario con los usuarios que se encuentran registrados en el sistema los cuales dependiendo del rol pueden ser Administradores o Usuarios Finales.



Desde aquí, si tenemos permisos de Administrador se puede crear un usuario diferente para que puedan ingresar al sistema, esto se logra haciendo clic en la pestaña de Crear Usuario. Se deberán llenar cada uno de los campos con el tipo de información requerida y al final se da clic en guardar para habilitar el usuario creado.

The screenshot shows the 'Crear Usuario' form within the 'Sistema' administrator interface. The form includes the following fields:

- Nombres ***: A text input field.
- Usuario ***: A text input field.
- Rol ***: A dropdown menu with 'Usuario' selected.
- Pregunta de seguridad ***: A dropdown menu with 'Seleccione' selected.
- Respuesta ***: A text input field.
- Contraseña ***: A text input field.

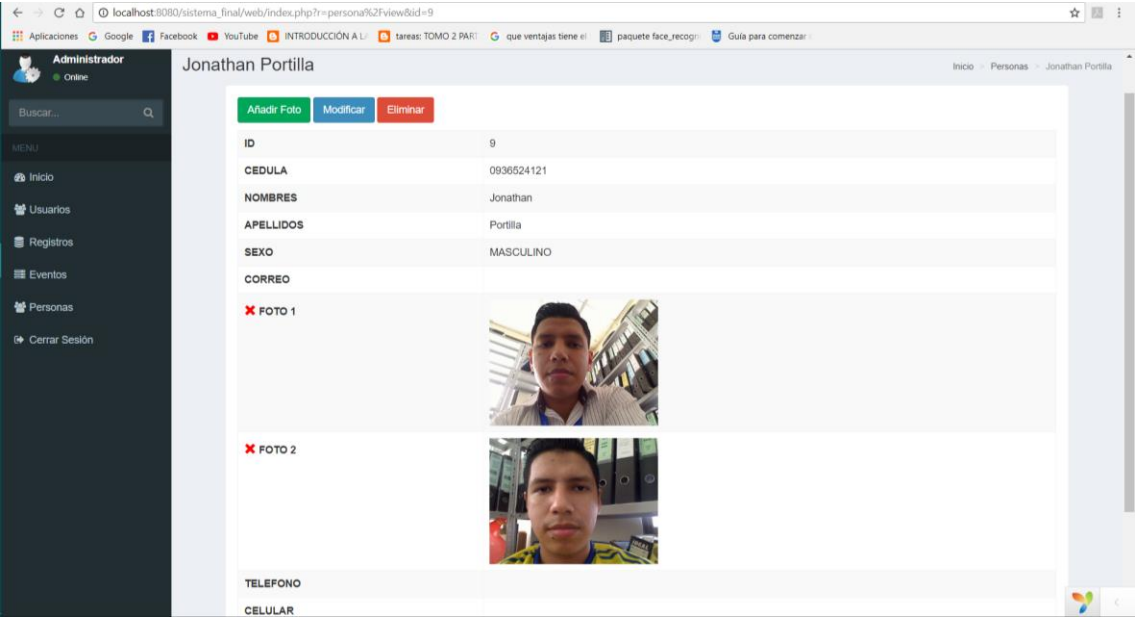
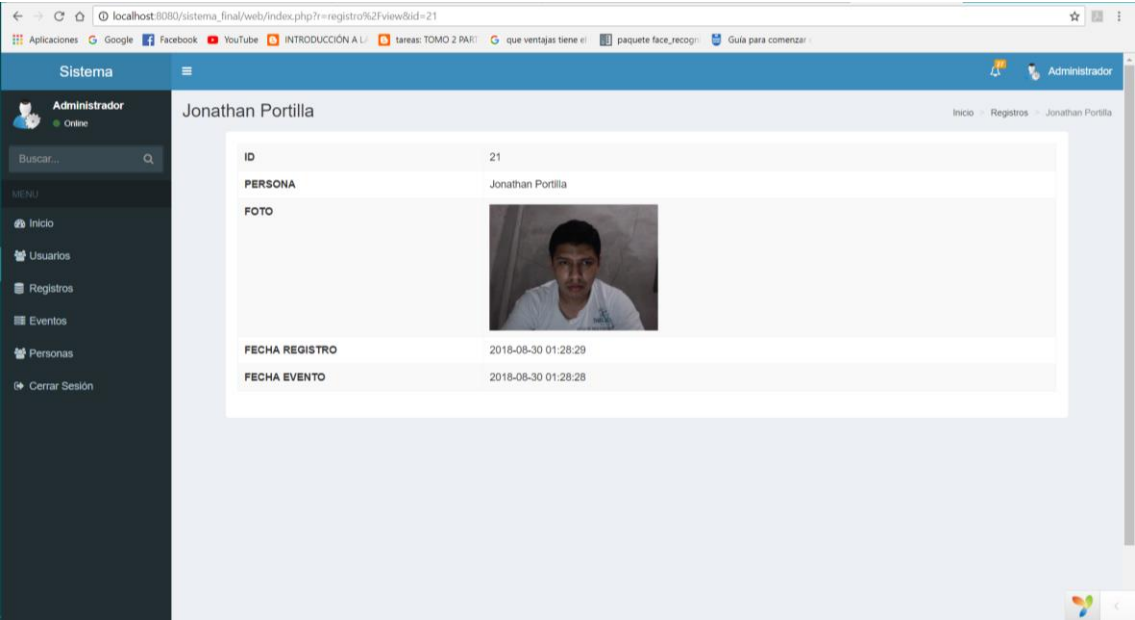
A green **GUARDAR** button is located at the bottom of the form. The left sidebar shows the 'Administrador' menu with options like 'Inicio', 'Usuarios', 'Registros', 'Eventos', 'Personas', and 'Cerrar Sesión'.

En la pestaña de Registros se pueden visualizar cada uno de los registros realizados por el sistema, es desde aquí donde podremos ver la identificación de cada una de las personas que hayan ingresado y hayan sido captados por la cámara web.







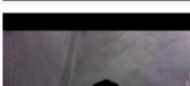

The screenshot displays the 'Registros' page, which shows a table of user login records. The table has the following columns: ID, Nombre, Foto, Fecha y Hora de Entrada, Fecha y Hora de Salida, and Acciones. The records show multiple logins for 'Jonathan Portilla' and one for 'Jean Pierre Chavez'.

ID	Nombre	Foto	Fecha y Hora de Entrada	Fecha y Hora de Salida	Acciones
17	Jonathan Portilla		2018-08-29 15:21:22	2018-08-29 15:21:22	
18	Jonathan Portilla		2018-08-29 15:25:04	2018-08-29 15:25:03	
19	Jonathan Portilla		2018-08-29 15:25:04	2018-08-29 15:25:04	
20	Jonathan Portilla		2018-08-29 15:27:07	2018-08-29 15:27:06	
21	Jonathan Portilla		2018-08-30 01:28:29	2018-08-30 01:28:28	
22	Jonathan Portilla		2018-08-30 01:28:29	2018-08-30 01:28:28	
23	Jonathan Portilla		2018-08-30 01:28:31	2018-08-30 01:28:30	
24	Jean Pierre Chavez		2018-08-30 08:08:55	2018-08-29 15:26:05	

En este apartado también se contará con opciones para visualizar los datos de cada registro haciendo clic en el icono de lupa que aparece al costado derecho de cada registro y a su vez si se hace clic en el icono de la persona se puede visualizar los datos con los que se haya registrado esa persona.



En la pestaña Eventos se puede revisar los eventos que han sido captados por la cámara de seguridad y mediante el cual cada vez que la cámara detecta un rostro sea o no sea de una persona registrada en la base de datos lo guardará en este formulario y se presentará de la siguiente manera.

9		2018-08-28 21:00:37	 Jonathan Portilla
10		2018-08-29 02:21:03	
11		2018-08-29 02:21:05	 Jonathan Portilla
12		2018-08-29 02:21:05	 Jonathan Portilla

Dentro de este formulario no tendremos mayores opciones, solo se podrá revisar cada uno de los eventos y además se podrá registrar un evento de una persona desconocida para que el sistema pueda aprender de esta información proporcionada y pueda reconocer la próxima vez a la persona q se ha registrado.

[Cerrar Sesión](#)

Persona

Seleccione ▼

Evento

+ Nuevo

Cédula

Nombres

Apellidos

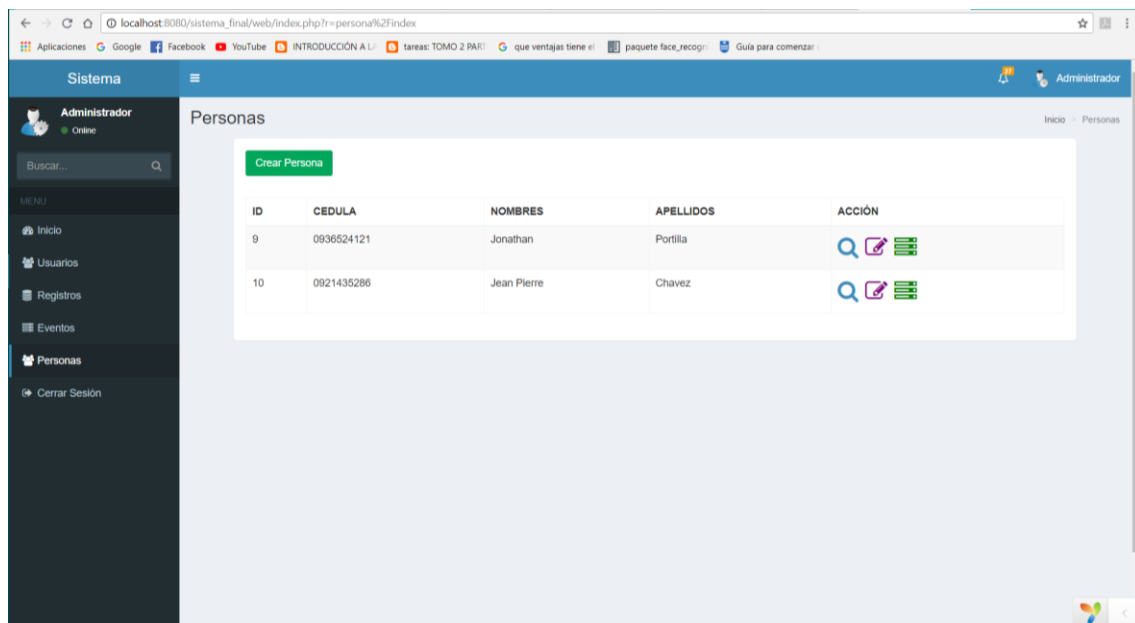
Sexo MASCULINO ▼

Email

Teléfono

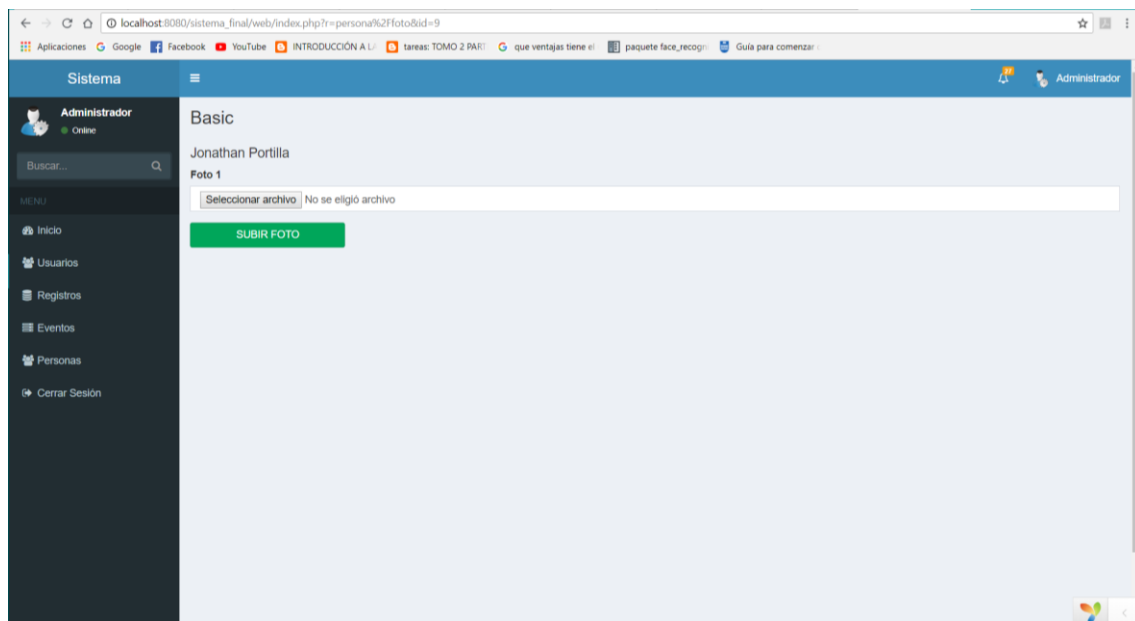
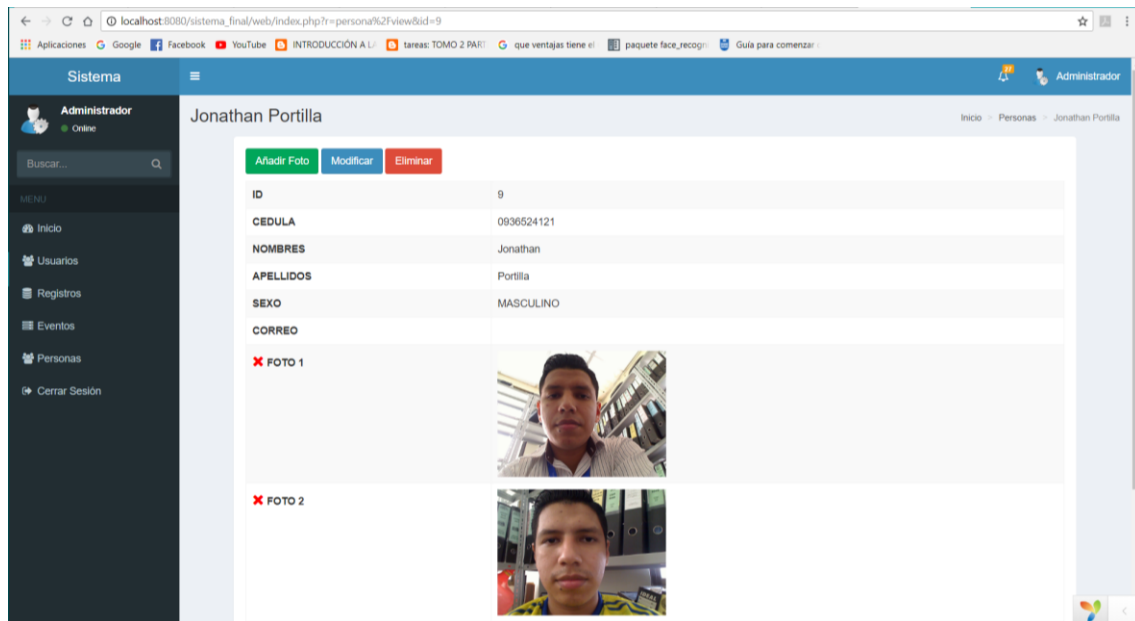
Celular

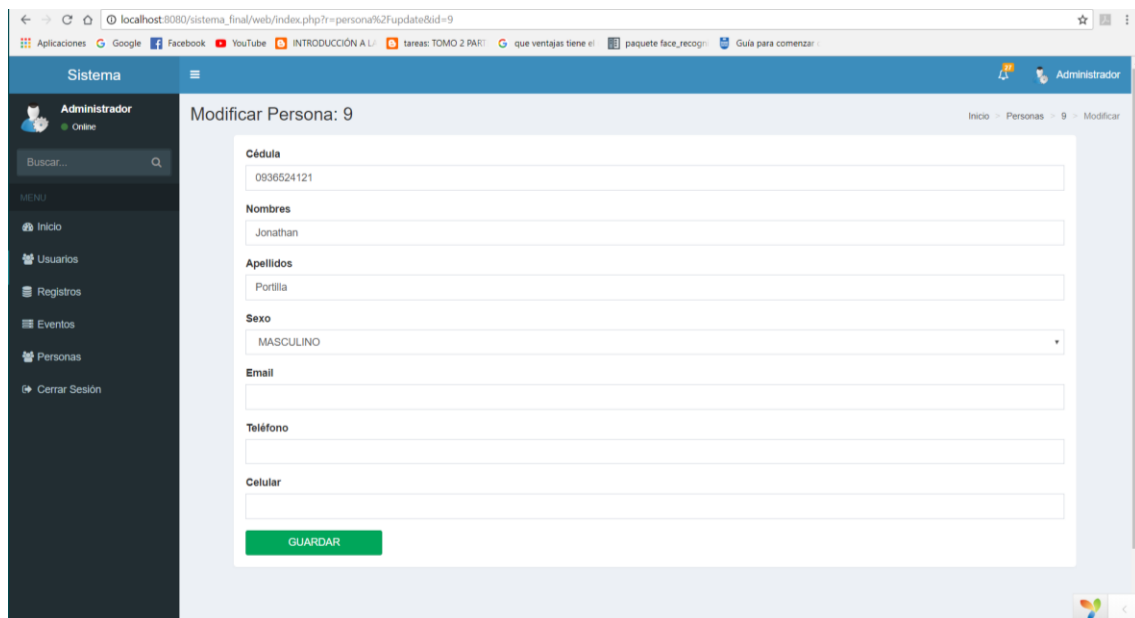
En la Pestaña de Personas se pueden visualizar las personas que están registradas dentro de la base de datos y esta es desde aquí donde el sistema tomará la información necesaria de cada una para poder hacer una correcta identificación de cada una de ellas.



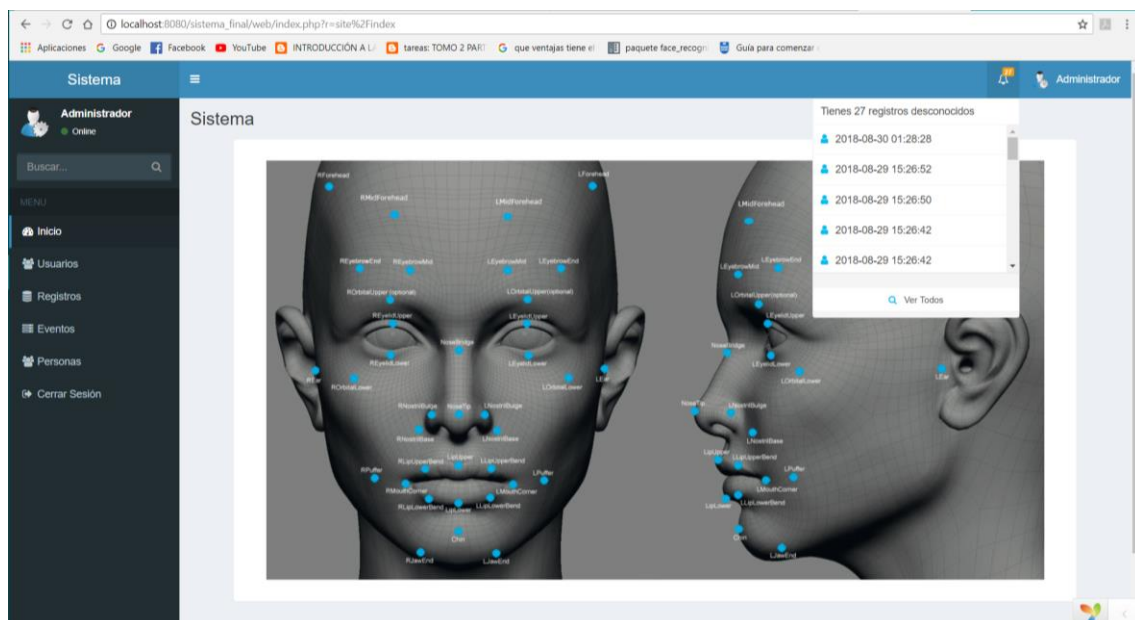
En este formulario también se cuenta con opciones como la de visualizar los datos de cada una de las personas, editar los datos y a su vez también se puede revisar todos los eventos que hayan sido captados de esa persona por la cámara.

Al visualizar los datos de una persona también se puede desde ese formulario nutrir a la base de datos de una foto adicional de esa persona para que reconocimiento facial de la misma se lleve de forma más acertada. Se pueden modificar los datos ya ingresados de esa persona desde este lugar y si se desea también se puede eliminar a una persona de la base de datos.

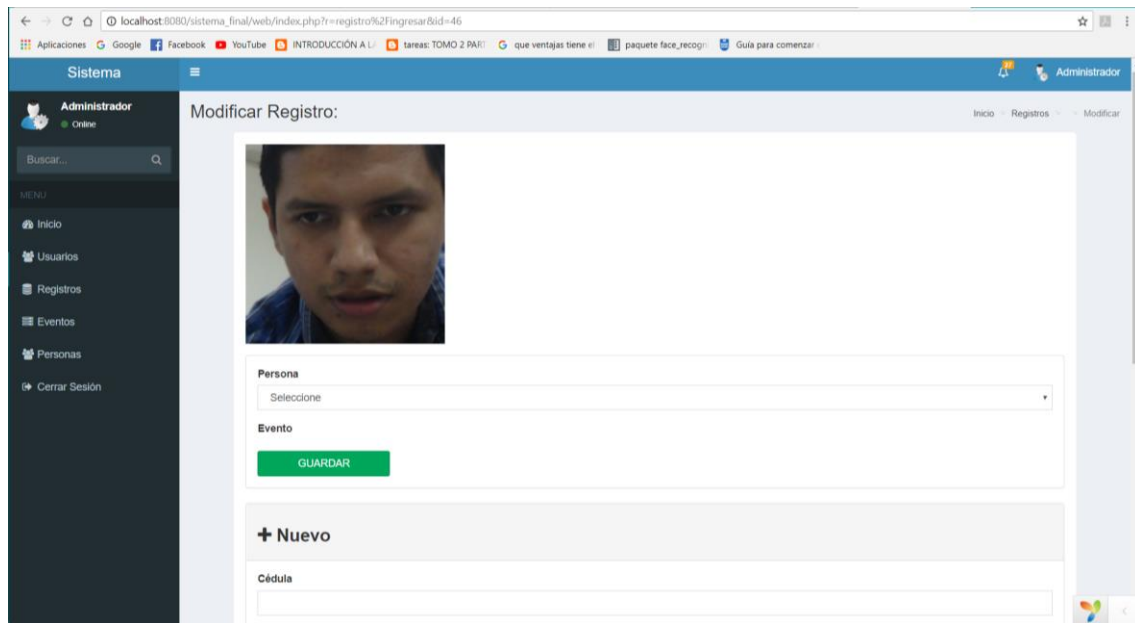




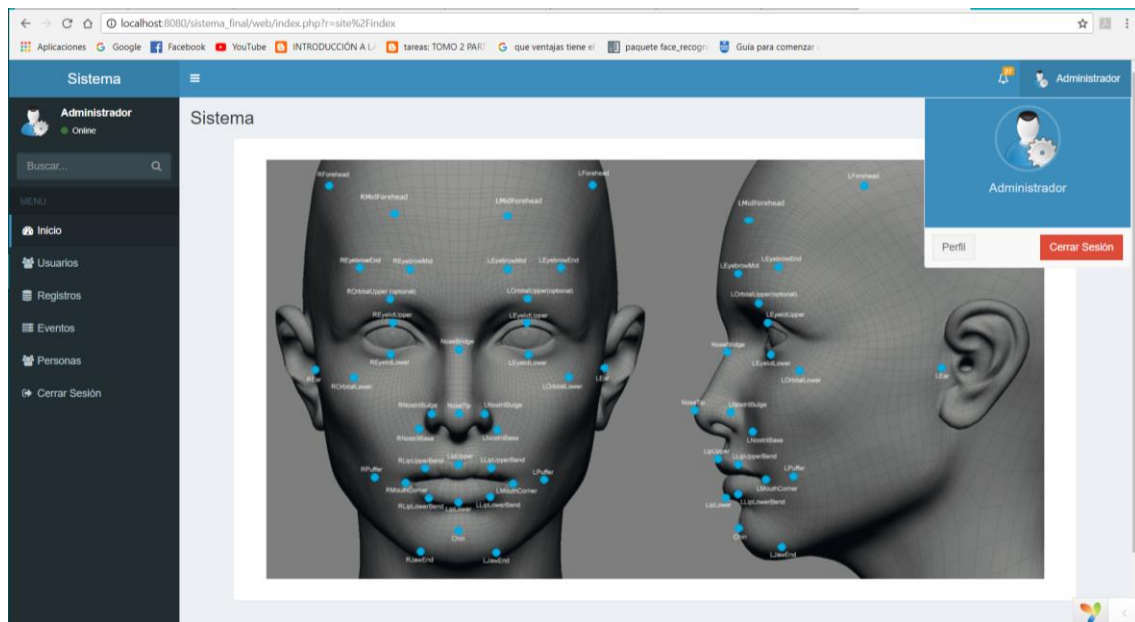
En la parte superior derecha de la pantalla se puede apreciar un icono de notificación y es aquí donde se pueden revisar los eventos que han sido captados por la cámara y que no están registrados a la base aquí es donde se pueden evidenciar las personas sospechosas que hayan ingresado a la institución.



Al hacer en uno de los eventos desconocidos se puede visualizar la foto de la persona q no ha sido registrada por el sistema y permitirá al usuario poder ingresar sus datos para que a la próxima el sistema sea capaz de reconocerlo y registrarlo directamente.



Por último, tenemos la opción de cerrar sesión y así poder salir del sistema cuando ya no se lo vaya a utilizar.



ANEXO 9

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES**

Guía Técnica

Introducción

En esta guía se podrá contar con el material de apoyo suficiente para poder instalar los complementos necesarios para que pueda funcionar el prototipo propuesto en este proyecto. Se explicará paso a paso lo que se debe realizar para una funcionalidad completa del sistema.

Instalación de Complementos

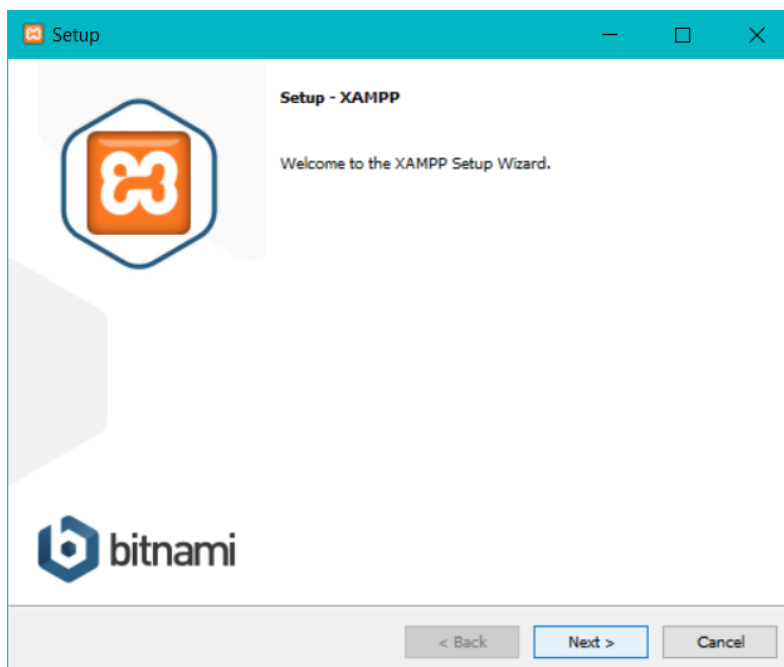
Instalación de XAMPP

1. Ingresar a la siguiente dirección web

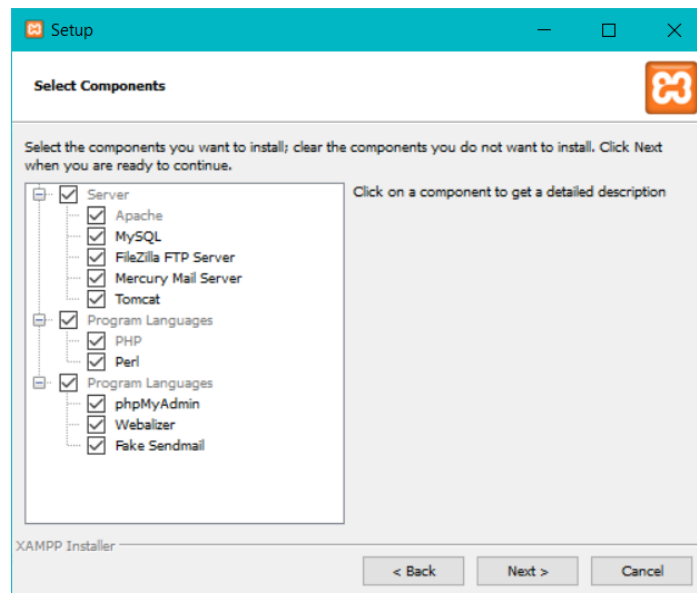
<https://www.apachefriends.org/es/index.html> y descargar el instalador de XAMPP compatible para Windows con su última versión de PHP.



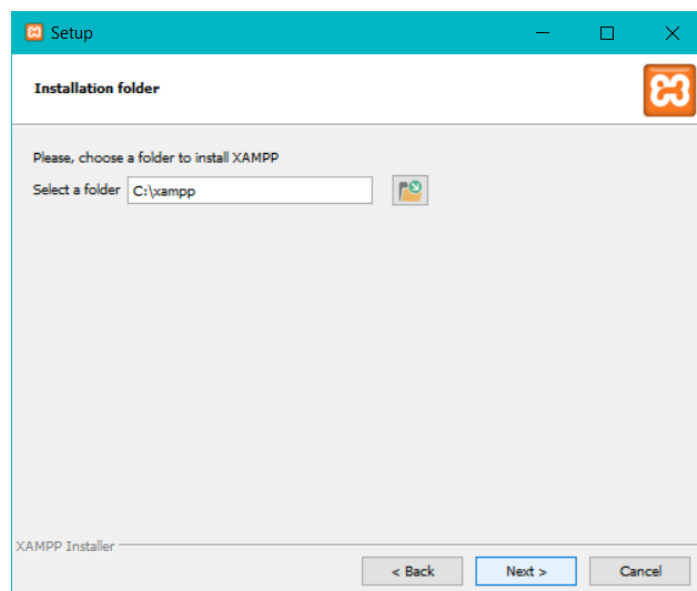
2. Una vez descargado, se ejecuta el instalador el cual en la primera pantalla mostrará un mensaje de bienvenida al que se debe dar clic en siguiente.



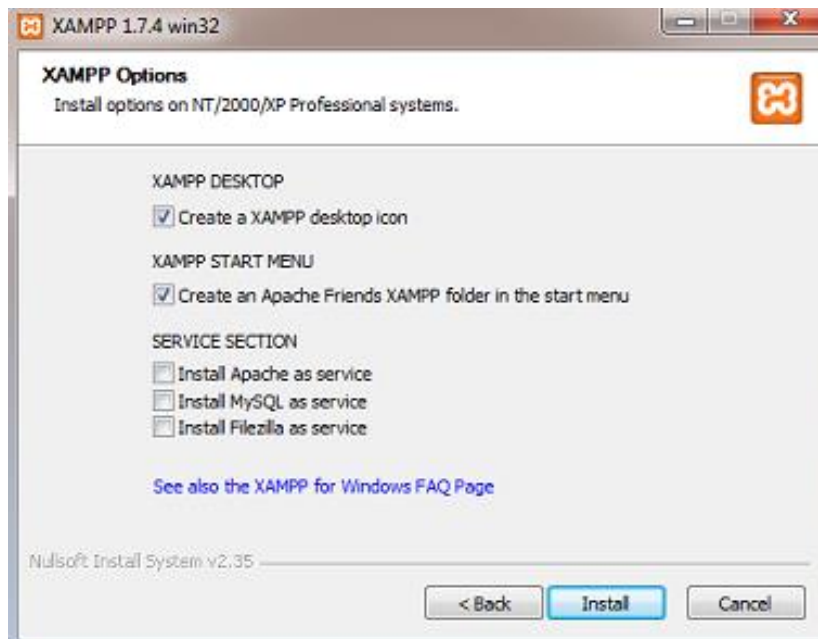
3. Se deberá seleccionar los componentes que se desean instalar, en este punto lo más importante es seleccionar el servidor de MySQL con su lenguaje de programación phpMyAdmin. Entre tanto PHP viene marcado por defecto al momento de la instalación. Una vez escogido los componentes necesarios hay que dar clic en siguiente.



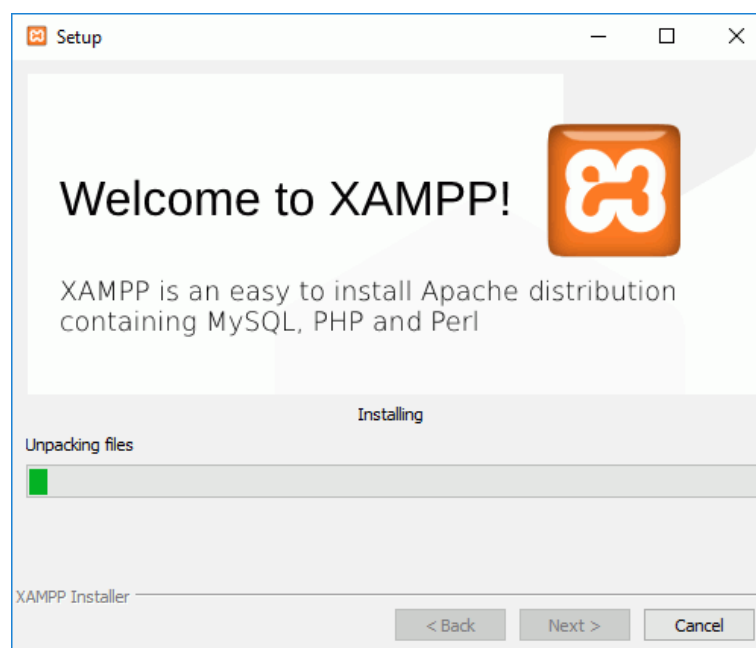
4. Se debe escoger la ruta de instalación de los componentes previamente seleccionados por lo que es recomendable dejar que se instalen directamente en el disco local C. Una vez que se haya escogido la ubicación de los archivos, se da clic en siguiente.



5. En esta ventana permitirá al usuario crear un acceso directo desde el escritorio y permitirá la instalación de otros servicios, los cuales para la práctica no son de importancia y se los puede omitir.



6. Se espera hasta que se hayan terminado de instalar todos los componentes y se da clic en siguiente.

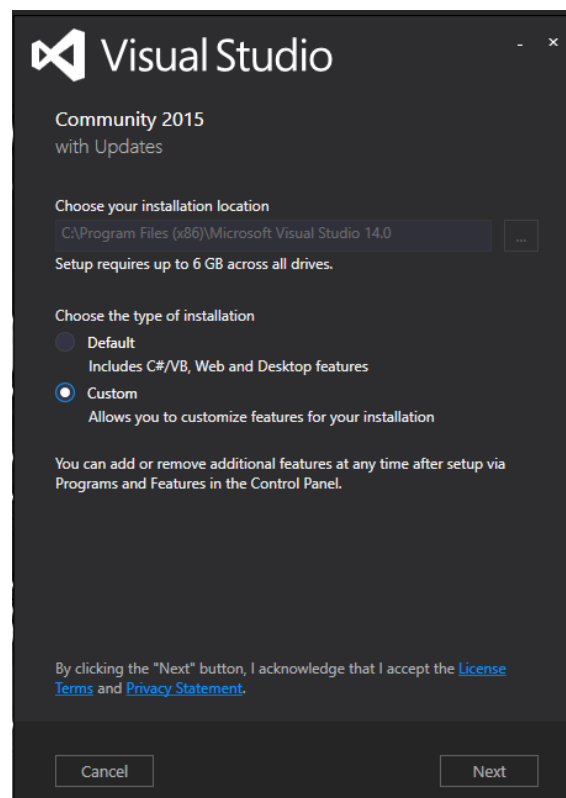


7. Una vez que haya concluido con la instalación deberá aparecer una ventana con el mensaje de instalación completada y hay que dar clic en Finalizar.

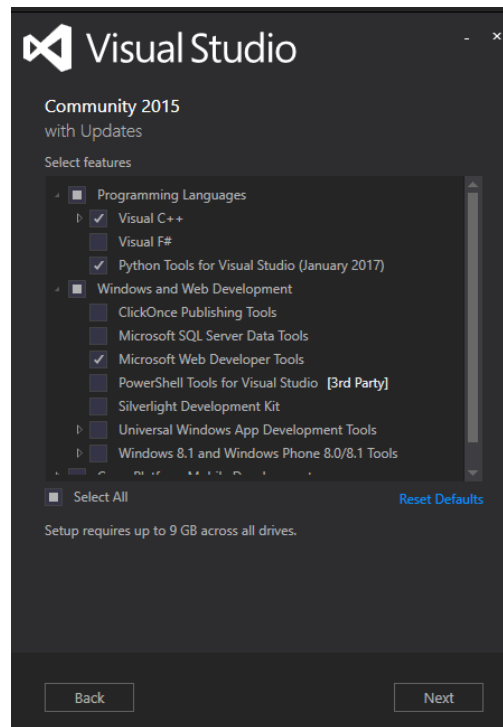


Instalación de OpenCV

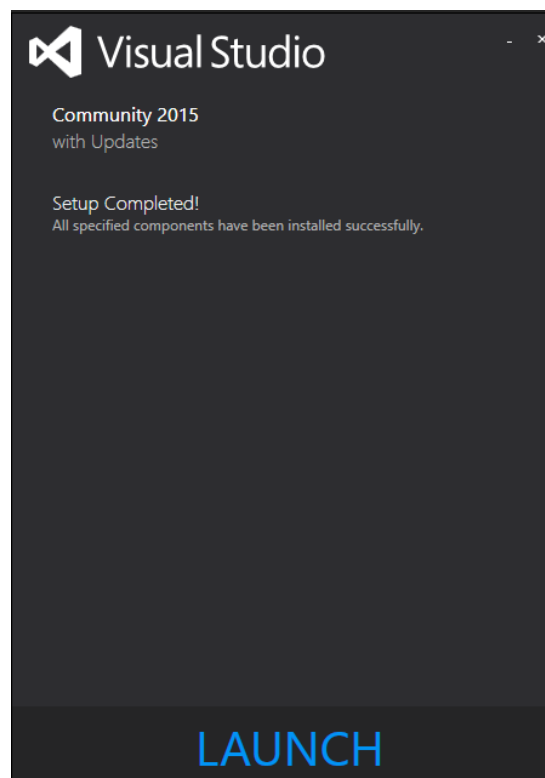
1. Instalar Visual Studio para lo cual se debe descargar e instalar Visual Studio 2015 community edition desde <https://www.visualstudio.com/vs/older-downloads/>.



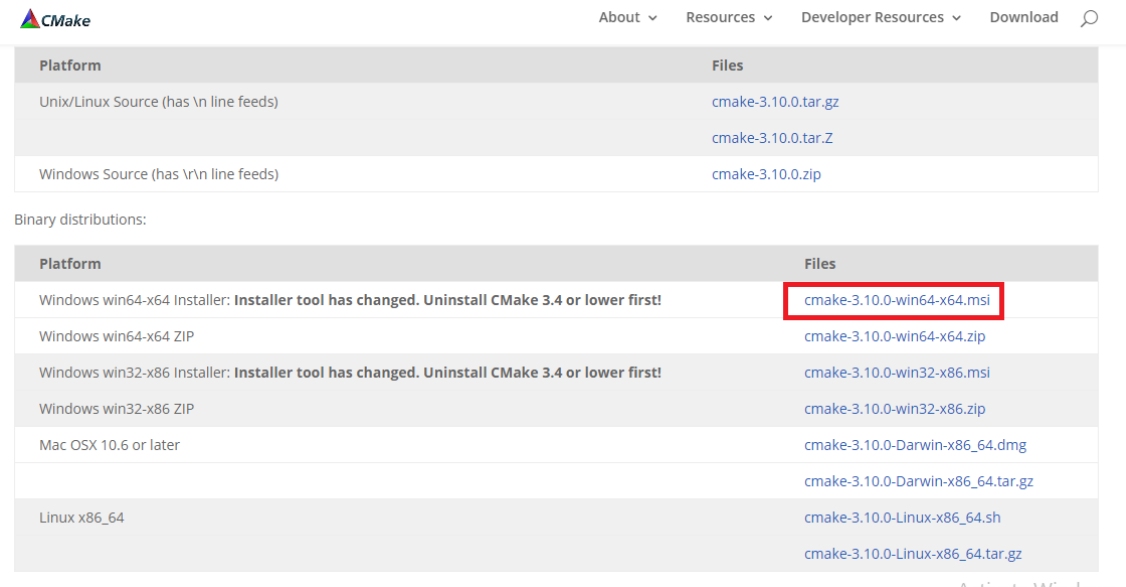
2. En la siguiente pantalla dentro de Lenguajes de programación, seleccione las herramientas de Visual C++ y Python para Visual Studio. Haga clic en Siguiente.



3. Hacer clic en siguiente. Tomará algún tiempo completar la instalación.



4. Instalar Cmake. Se descarga desde el siguiente link <https://cmake.org/download/> y luego se procede a la instalación de la versión 3.10.0



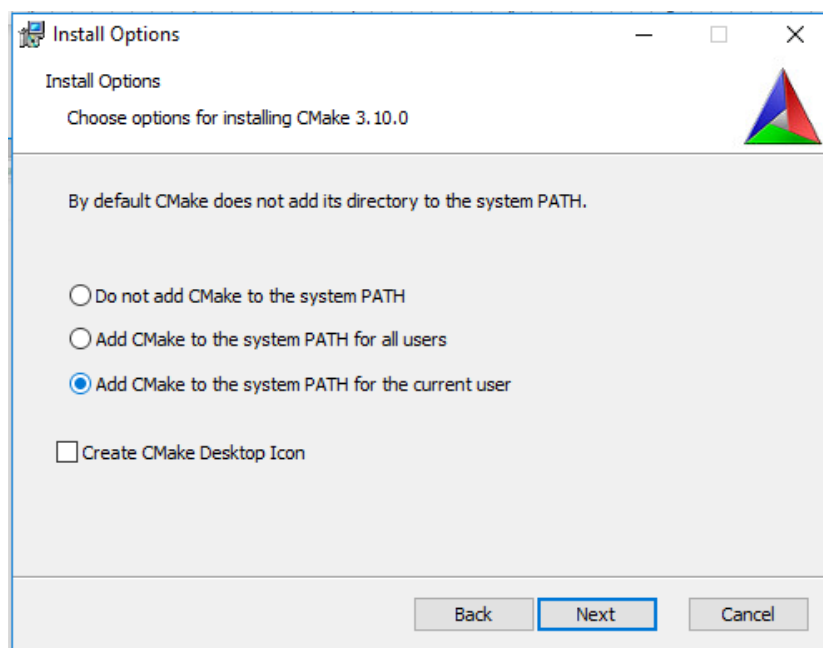
The screenshot shows the CMake website's download page. At the top, there is a navigation bar with links for 'About', 'Resources', 'Developer Resources', and 'Download'. Below this, there are two tables. The first table, titled 'Platform' and 'Files', lists source code downloads for Unix/Linux and Windows. The second table, titled 'Binary distributions:', lists pre-built installers and archives for various operating systems. In the Windows win64-x64 Installer row, the file 'cmake-3.10.0-win64-x64.msi' is highlighted with a red rectangle.

Platform	Files
Unix/Linux Source (has \n line feeds)	cmake-3.10.0.tar.gz cmake-3.10.0.tar.Z
Windows Source (has \r\n line feeds)	cmake-3.10.0.zip

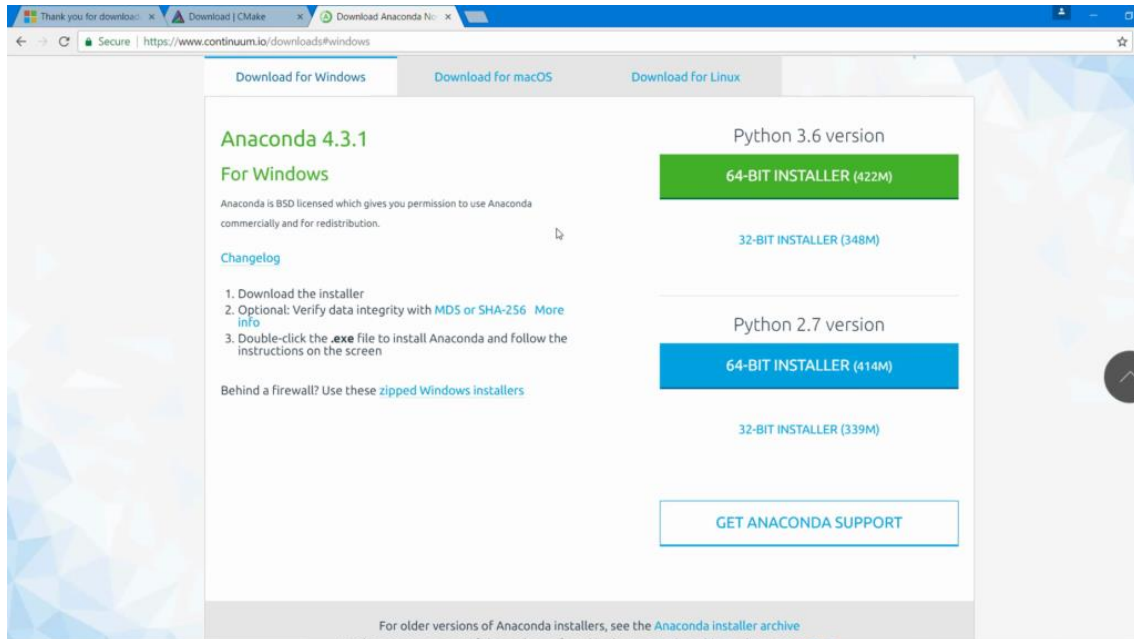
Binary distributions:

Platform	Files
Windows win64-x64 Installer: Installer tool has changed. Uninstall CMake 3.4 or lower first!	cmake-3.10.0-win64-x64.msi
Windows win64-x64 ZIP	cmake-3.10.0-win64-x64.zip
Windows win32-x86 Installer: Installer tool has changed. Uninstall CMake 3.4 or lower first!	cmake-3.10.0-win32-x86.msi
Windows win32-x86 ZIP	cmake-3.10.0-win32-x86.zip
Mac OSX 10.6 or later	cmake-3.10.0-Darwin-x86_64.dmg cmake-3.10.0-Darwin-x86_64.tar.gz
Linux x86_64	cmake-3.10.0-Linux-x86_64.sh cmake-3.10.0-Linux-x86_64.tar.gz

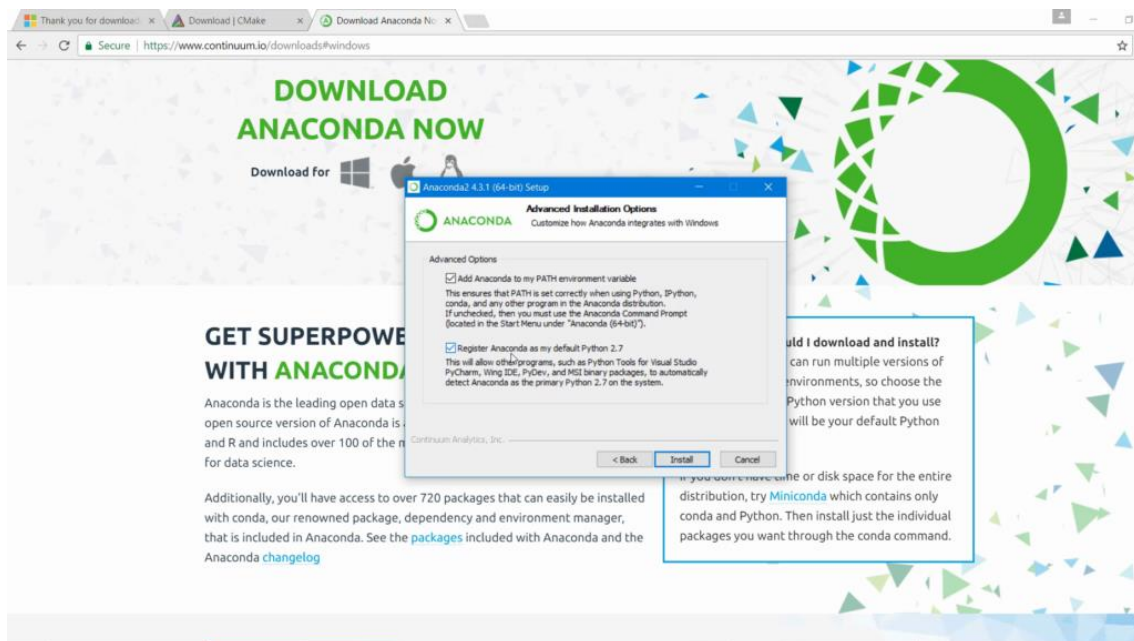
5. Durante la instalación, seleccione "Agregar CMake a la RUTA del sistema"



6. Descargue e instale la versión Anaconda de 64 bits de <https://www.continuum.io/downloads> . Se recomienda instalar Anaconda 3. En caso de que desee construir enlaces Python de OpenCV para Python 2, también puede instalar Anaconda 2, pero no podrá usar Dlib en Python 2.



7. Al instalar Anaconda, asegúrese de marcar las opciones: Agregar Anaconda a mi variable de entorno PATH y Registre Anaconda como mi Python predeterminado



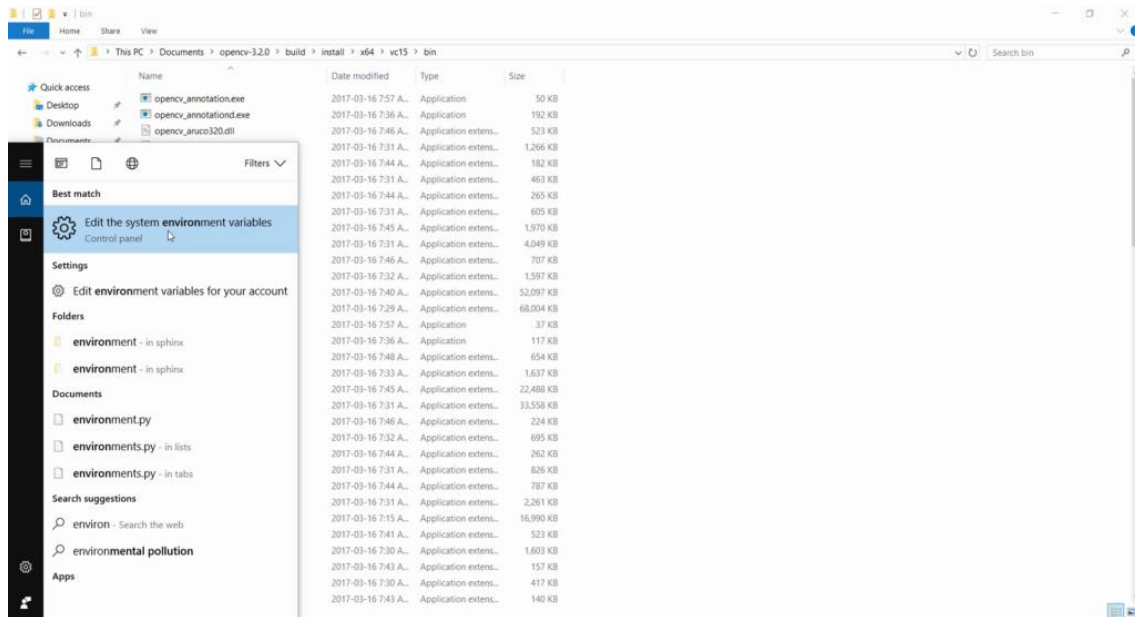
8. Vaya a <https://github.com/opencv/opencv/releases> y descargue el código fuente de opencv-3.3.1 zip

The screenshot shows the GitHub release page for OpenCV 3.3.1. The page header includes the repository name 'opencv / opencv' and statistics: 1,832 Watch, 19,892 Star, and 14,671 Fork. The 'Releases' tab is selected. On the left, a 'Latest release' badge points to version 3.3.1. The main content area displays the release details for 'OpenCV 3.3.1', noting it was released 29 days ago. Below this, a 'Downloads' section lists several files: 'opencv-3.3.1-android-sdk.zip' (305 MB), 'opencv-3.3.1-ios-framework.zip' (149 MB), 'opencv-3.3.1-vc14.exe' (142 MB), 'Source code (zip)' (highlighted with a red box), and 'Source code (tar.gz)'. A watermark 'Activate Windows' is visible at the bottom right.

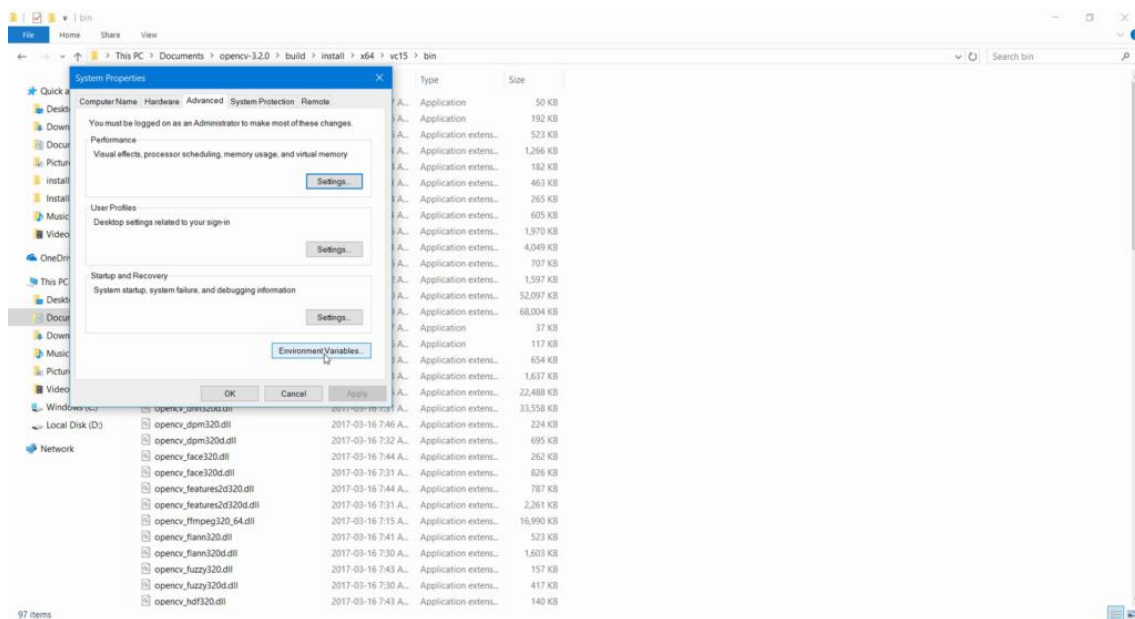
9. Vaya a https://github.com/opencv/opencv_contrib/releases y descargue el código fuente de opencv_contrib-3.3.1 zip

The screenshot shows the GitHub releases page for 'opencv / opencv_contrib'. The page header includes the repository name and statistics: 271 Watch, 2,064 Star, and 2,159 Fork. The 'Releases' tab is selected. The release list shows several versions. The '3.3.1' release, dated 'on Oct 23', is highlighted with a red box and shows download links for 'zip' and 'tar.gz'. Other releases include '3.3.0' (Aug 4), '3.3.0-rc' (Jun 30), '3.2.0' (Dec 23, 2016), and '3.2.0-rc'. A watermark 'Activate Windows' is visible at the bottom right.

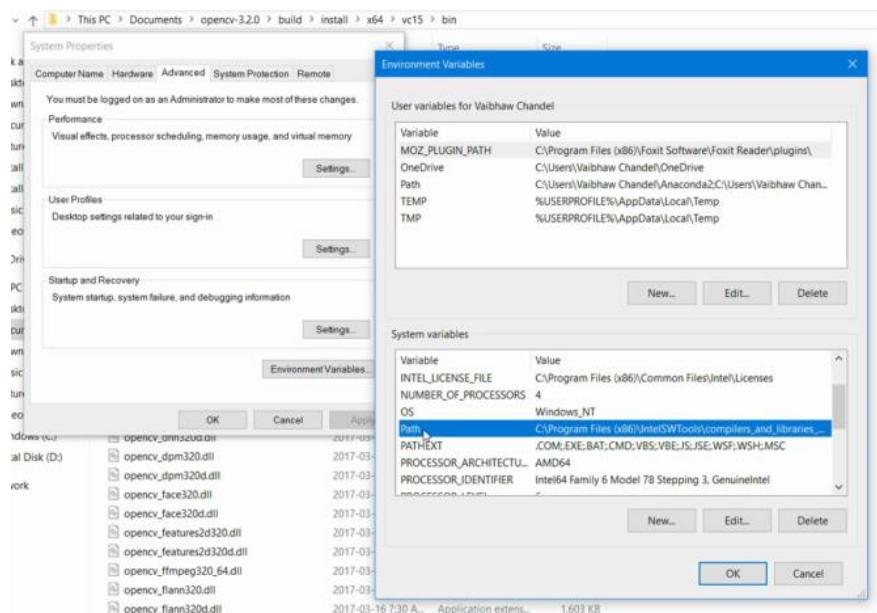
10. Antes que nada, agregaremos la ruta de los archivos dll de OpenCV a nuestra RUTA del sistema. Presione la tecla Super de Windows, busque "variables de entorno"



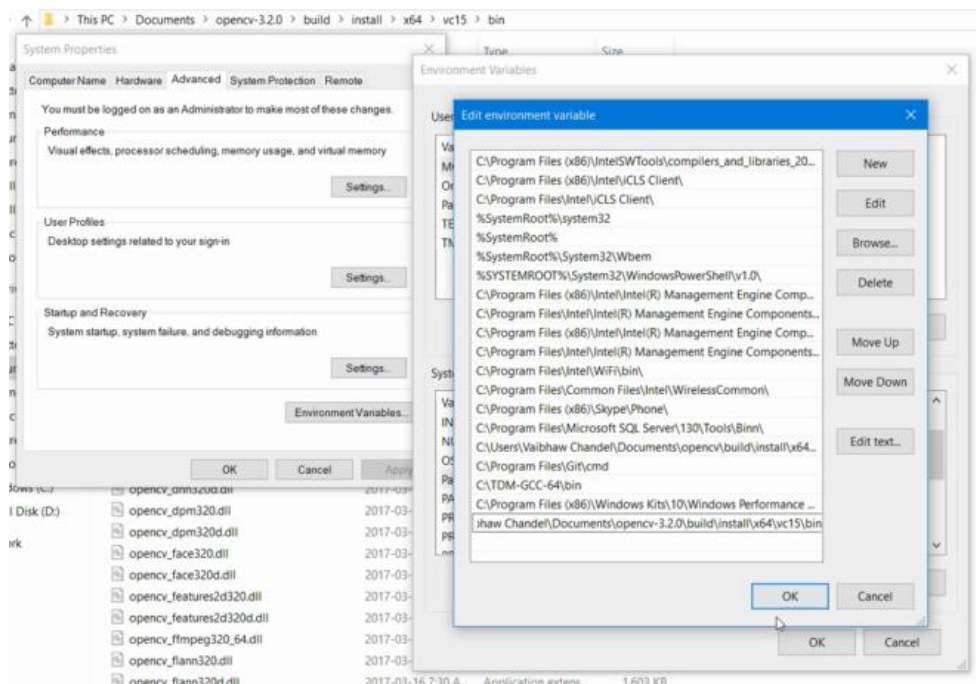
11. Haga clic en Variables de entorno en la ventana Propiedades del sistema



12. En Variables del sistema, seleccione Ruta de acceso y haga clic en Editar



13. Haga clic en Nuevo y proporcione la ruta a OPENCV_PATH\build\install\x64\vc15\bin y haga clic en Aceptar. Dependiendo de dónde haya guardado la carpeta opencv-3.3.1 y qué versión de Visual Studio utilizó para compilar OpenCV, esta ruta sería diferente.



Ahora haz clic en Ok para guardar. No cierre la ventana Variables del entorno todavía. Actualizaremos la variable OPENCV_DIR en el siguiente paso.