



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

**CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA DE
UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE UN
PARALELO.**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

AUTOR:

RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ

TUTOR:

ING. ALFONSO ANÍBAL GUIJARRO RODRÍGUEZ, MG.

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2017**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR,
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO: CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA DE UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE UN PARALELO.

AUTOR: RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ

TUTOR:
Ing. Alfonso Guijarro Rodríguez Mg.

REVISOR:
Ing. Johana Trejo Alarcón M.Sc.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA: INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

FECHA DE PUBLICACIÓN:

No. DE PÁGS:138

ÁREAS TEMÁTICAS: PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

PALABRAS CLAVE: Procesamiento Digital de Imágenes, Detección facial, Reconocimiento facial, Prototipo, asistencia a clase.

RESUMEN: El reconocimiento facial es una aplicación relevante en el área de la visión por computadora, por lo cual, es importante disponer de soluciones que gestionen de forma eficiente un control de acceso a instalaciones de toda índole. Por tal motivo, el presente trabajo tiene como objetivo fundamental identificar rostros de estudiantes mediante el desarrollo de un prototipo que utilice técnicas de procesamiento digital de imágenes para llevar un mejor control de la asistencia a clase en la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil. Se utilizó el método científico, analítico-sintético e inductivo-deductivo para definir las bases teóricas aplicadas al reconocimiento facial, y para el desarrollo de la propuesta se usó la metodología Prototipado Rápido. Por lo tanto, el sistema está basado en el algoritmo Viola-Jones y Eigenfaces que está construido con técnicas de Análisis de Componentes Principales (PCA), bajo un ambiente controlado para tener un mejor rendimiento del prototipo; se utilizó el lenguaje de programación Python y la librería OpenCV, que implementa el método Viola-Jones para la detección de objetos en imágenes o videos. Por lo cual, el prototipo presenta la forma de tomar la asistencia en clase para tener un respaldo digital del registro de asistencia, debido a que el trabajo de controlar la asistencia se lo realiza de forma manual y es tedioso para el docente ya que cuesta bastante tiempo. Esto permitirá mejorar la calidad del sistema educativo en la Universidad de Guayaquil.

No. DE REGISTRO (en base de datos):

No. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:

(x) SI

() NO

CONTACTO CON AUTOR:

RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ

TELÉFONO:

0969888069

E-MAIL:

raul.hidalgov@ug.edu.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

NOMBRE: AB. JUAN CHÁVEZ ATOCHA, Esp.

TELÉFONO: 042307729

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación, “**CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA DE UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE UN PARALELO**” elaborado por el Sr. **RAÚL NASSIB HIDALGO VELIZ, Alumno no titulado** de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Ing. Alfonso Guijarro Rodríguez, Mg.

TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por el gran regalo que me dio. A mis padres Raul e Isabel, quienes me enseñaron valores éticos y morales desde el primer momento de mi existencia. A mi familia en general que apporto de diferentes formas durante este proceso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía en el transcurso de mi vida y permitirme cumplir este objetivo. A mis padres y toda mi familia, por apoyarme incondicionalmente durante mi vida estudiantil. A los docentes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil por la formación e instrucción impartida en las aulas. Al tutor de este proyecto de titulación, Ing. Alfonso Aníbal Guijarro Rodríguez por su colaboración y guía para la realización de este trabajo.

Muchas gracias a todos.

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMÁTICAS Y
FÍSICAS

Ing. Abel Alarcón Salvatierra, Mgs.
DIRECTOR
CISC

Ing. Johana Trejo Alarcón, M.Sc.
PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. Alfonso Guijarro Rodríguez, Mg.
PROFESOR TUTOR DEL PROYECTO
DE TITULACIÓN

Ab. Juan Chávez Atocha, Esp.
SECRETARIO

DECLARACIÓN EXPRESA

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

RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

**“CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA
DE UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE
UN PARALELO”**

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el
título de **INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

AUTOR: RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ
C.I. 0940486061

TUTOR: ING. ALFONSO GUIJARRO RODRÍGUEZ,
MG.

Guayaquil, Diciembre de 2017

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 RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Sistemas Computacionales cuyo problema es:

CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA DE UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE UN PARALELO.

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Raul Nassib Hidalgo Veliz

Cédula de ciudadanía N° 0940486061

Tutor: Ing. Alfonso Guijarro Rodríguez, Mg.

Guayaquil, Diciembre de 2017



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Autorización para Publicación de Proyecto de Titulación en Formato Digital

1. Identificación del Proyecto de Titulación

| | |
|--|---|
| Nombre Alumno: Raul Nassib Hidalgo Veliz | |
| Dirección: 25 de Julio y Pedro Menéndez Gilbert | |
| Teléfono: 0969888069 | E-mail: raul.hidalgov@ug.edu.ec |

| |
|--|
| Facultad: Ciencias Matemáticas y Físicas |
| Carrera: Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales |
| Proyecto de titulación al que opta: Ingeniero en Sistemas Computacionales |
| Profesor tutor: Ing. Alfonso Guijarro Rodríguez, Mg |

| |
|--|
| Título del Proyecto de titulación: CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA DE UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE UN PARALELO. |
|--|

| |
|---|
| Tema del Proyecto de Titulación: |
|---|

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 | <input checked="" type="checkbox"/> | Después de 1 año | <input type="checkbox"/> |
|-----------|-------------------------------------|------------------|--------------------------|

Firma Alumno:

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

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR | III |
| DEDICATORIA | IV |
| AGRADECIMIENTO | V |
| TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN | VI |
| DECLARACIÓN EXPRESA | VII |
| CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR | IX |
| ÍNDICE GENERAL | XI |
| ABREVIATURAS | XV |
| ÍNDICE DE CUADROS | XVI |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | XVII |
| RESUMEN | XVIII |
| ABSTRACT | XIX |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | 4 |
| EL PROBLEMA | 4 |
| DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 6 |
| ÁRBOL DEL PROBLEMA | 8 |
| SOLUCIÓN PROPUESTA | 11 |
| Delimitado: | 12 |
| Evidente: | 13 |
| Variables: | 13 |
| Variable dependiente: | 13 |
| Variable independiente: | 13 |
| OBJETIVOS | 14 |
| OBJETIVO GENERAL | 14 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 14 |
| ALCANCES DEL PROBLEMA | 15 |
| METODOLOGÍA | 16 |
| Método científico: | 17 |
| Analítico sintético: | 17 |
| Inductivo-Deductivo: | 17 |
| Metodología de Prototipado Rápido: | 18 |

| | |
|--|----|
| Método Viola-Jones: | 18 |
| Método Eigenfaces: | 19 |
| JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA | 19 |
| CAPÍTULO II | 21 |
| MARCO TEÓRICO | 21 |
| Fundamentación teórica | 21 |
| Tipos de imágenes | 23 |
| Imágenes binarias | 23 |
| Imágenes escalas a grises | 23 |
| Imágenes de color RGB (Red-Green-Blue) | 24 |
| Imágenes vectoriales | 24 |
| Imágenes bitmap | 24 |
| Imágenes multiespectrales | 25 |
| Técnicas de procesamiento digital de imágenes | 25 |
| Mejora de imagen | 26 |
| Restauración de imagen | 27 |
| Detección y estimación de imágenes | 28 |
| Reconstrucción de imágenes | 28 |
| Compresión de datos de imagen | 29 |
| Análisis de imágenes | 29 |
| Estimación espectral de la imagen | 29 |
| Etapas del procesamiento digital de imágenes | 30 |
| Adquisición de imágenes | 31 |
| Preprocesamiento | 32 |
| Segmentación | 32 |
| Presentación y Descripción | 32 |
| Reconocimiento e interpretación | 32 |
| Base de conocimiento | 33 |
| Detección de rostro | 33 |
| Método Elipse-Detection | 34 |
| Método SIFT | 34 |
| Algoritmo SURF | 36 |
| Método Ribarić, Lovrenčić, Pavešić | 36 |
| Método Viola-Jones | 36 |

| | |
|---|----|
| Reconocimiento facial | 39 |
| Aplicaciones de reconocimiento facial | 41 |
| Sistemas biométricos: | 41 |
| Métodos basados en apariencias Lineales | 42 |
| ICA | 42 |
| LDA | 43 |
| PCA | 43 |
| Métodos basados en apariencias No lineales | 44 |
| KPCA | 44 |
| KLDA | 44 |
| LLE | 44 |
| Metodología de Prototipado Rápido (MPR) | 45 |
| Fases | 46 |
| Prototipo | 47 |
| Fundamentación legal | 48 |
| CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR | 48 |
| LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR | 52 |
| Pregunta científica a contestar | 54 |
| Definiciones conceptuales | 54 |
| CAPITULO III | 58 |
| PROPUESTA TECNOLÓGICA | 58 |
| ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD | 59 |
| Factibilidad operacional | 59 |
| Factibilidad técnica | 63 |
| Factibilidad Legal | 65 |
| Factibilidad Económica | 65 |
| Etapas de la metodología del proyecto | 67 |
| Metodologías de investigación tradicional | 67 |
| Método científico: | 67 |
| Analítico sintético: | 67 |
| Inductivo-Deductivo: | 68 |
| Metodología de desarrollo | 68 |
| Metodología Prototipado Rápido (MPR) | 68 |
| Recolección de requerimientos | 69 |

| | |
|--|-----|
| Diseño rápido | 73 |
| Construcción de prototipo | 75 |
| Evaluación del prototipo por parte del usuario | 75 |
| Refinamiento del prototipo | 76 |
| Producto de ingeniería | 76 |
| Diseño de Casos de uso y Diagramas de Secuencia | 76 |
| Arquitectura del Sistema | 78 |
| Actas de Aceptación de Sistema | 79 |
| Fuentes | 80 |
| Método Viola-Jones | 80 |
| CAPÍTULO IV | 92 |
| Resultados Conclusiones y Recomendaciones | 92 |
| Informe de pruebas | 92 |
| Resultados | 93 |
| Cuadro De Meta-Análisis De Artículos | 99 |
| Científicos De Acuerdo Al Criterio De Inclusión: Detección Facial Y Reconocimiento Facial | 99 |
| Conclusiones | 102 |
| Recomendaciones | 103 |
| Bibliografía | 105 |
| ANEXOS | 113 |
| Anexo 1: Solicitud para tomar fotos en cursos | 114 |
| Anexo 2: Línea de tiempo sobre reconocimiento facial. | 115 |
| Anexo 3: Árbol de problema | 116 |
| Anexo 4: Meta Análisis | 117 |

ABREVIATURAS

| | |
|--------|---|
| UG | Universidad de Guayaquil |
| CISC | Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales |
| Ing. | Ingeniero |
| Msc. | Master en Ciencia |
| SIUG | Sistema Integral de la Universidad de Guayaquil |
| UCB | University of California of Berkeley |
| OpenCV | Librería de Visión de Computadora de Código Abierto |
| RGB | Modelo de color Rojo-Verde-Azul |
| IDE | Entorno de Desarrollo Integrado |
| PCA | Análisis de Componentes Principales |
| SIFT | Transformada de características invariantes en escala |
| SURF | Speeded Up Robust Features |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|-----|
| Cuadro N. 1 | 9 |
| Cuadro N. 2 | 10 |
| Cuadro N. 3 | 41 |
| Cuadro N. 4 | 59 |
| Cuadro N. 5 | 63 |
| Cuadro N. 6 | 64 |
| Cuadro N. 7 | 66 |
| Cuadro N. 8 | 71 |
| Cuadro N. 9 Resultado de Base de Datos de Rostros de Estudiantes al Aplicar Algoritmo de Detección Facial | 94 |
| Cuadro N. 10 | 100 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico N. 1 Imagen Original De Lena..... | 26 |
| Gráfico N. 2 Aplicación De Una Técnica De Mejora De Imagen | 27 |
| Gráfico N. 3 Aplicación De Diferentes Técnicas De Restauración De Imágenes | 28 |
| Gráfico N. 4 Histograma De La Imagen De Lena Y La Densidad Espectral De La Imagen..... | 30 |
| Gráfico N. 5 Etapas Del Procesamiento Digital De Imágenes..... | 31 |
| Gráfico N. 6 Elementos De Un Sistema De Reconocimiento De Rostros..... | 40 |
| Gráfico N. 7 Etapas De Metodología De Prototipado Rápido | 46 |
| Gráfico N. 8 Reducción de Brecha de Expectativas Para El Desarrollo..... | 47 |
| Gráfico N. 9 Proceso Actual Del Control De Asistencia | 70 |
| GRÁFICO N. 10 MATRIZ PODER-INTERÉS | 72 |
| Gráfico N. 11 Flujo De Proceso Para Controlar La Asistencia Basado En El Reconocimiento Facial..... | 73 |
| Gráfico N. 12 Prototipo De Detección Facial | 74 |
| Gráfico N. 13 Pruebas Del Prototipo Por El Usuario..... | 75 |
| Gráfico N. 14 Diagrama Esencial De Caso De Uso..... | 77 |
| Gráfico N. 15 Arquitectura Del Sistema | 79 |
| Gráfico N. 16 Pruebas Del Prototipo En Un Salón De Clase | 92 |



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**“CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA
DE UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE
UN PARALELO.”**

Autor: Raul Nassib Hidalgo Veliz
Tutor: Ing. Alfonso Guijarro Rodríguez, Mg.

RESUMEN

El reconocimiento facial es una aplicación relevante en el área de la visión por computadora, por lo cual, es importante disponer de soluciones que gestionen de forma eficiente un control de acceso a instalaciones de toda índole. Por tal motivo, el presente trabajo tiene como objetivo fundamental identificar rostros de estudiantes mediante el desarrollo de un prototipo que utilice técnicas de procesamiento digital de imágenes para llevar un mejor control de la asistencia a clase en la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil. Se utilizó el método científico, analítico-sintético e inductivo-deductivo para definir las bases teóricas aplicadas al reconocimiento facial, y para el desarrollo de la propuesta se usó la metodología Prototipado Rápido. Por lo tanto, el sistema está basado en el algoritmo Viola-Jones y Eigenfaces que está construido con técnicas de Análisis de Componentes Principales (PCA), bajo un ambiente controlado para tener un mejor rendimiento del prototipo; se utilizó el lenguaje de programación Python y la librería OpenCV, que implementa el método Viola-Jones para la detección de objetos en imágenes o videos. Por lo cual, el prototipo presenta la forma de tomar la asistencia en clase para tener un respaldo digital del registro de asistencia, debido a que el trabajo de controlar la asistencia se lo realiza de forma manual y es tedioso para el docente ya que cuesta bastante tiempo. Esto permitirá mejorar la calidad del sistema educativo en la Universidad de Guayaquil.

Palabras clave: Procesamiento Digital de Imágenes, Detección facial, Reconocimiento facial, Prototipo, asistencia a clase.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**“CONTROL OF CLASS ATTENDANCE BY DIGITAL IMAGE
PROCESSING. PROPOSAL OF A PROTOTYPE THAT
RECOGNIZES STUDENTS IN A CLASSROOM”**

Autor: Raul Nassib Hidalgo Veliz
Tutor: Ing. Alfonso Guijarro Rodríguez, Mg.

ABSTRACT

Face recognition is a relevant application in the area of computer vision, so it is important to have solutions that efficiently manage access control to all types of facilities. For this reason, the main objective of this work is to identify the faces of students by developing a prototype that uses digital image processing techniques to bring a better control of the attendance to class in the Department of Computer Science at the University of Guayaquil. The scientific, analytical-synthetic and inductive-deductive method was used to define the theoretical bases applied to facial recognition, and for the development of the proposal the Rapid Prototyping methodology was used. Therefore, the system is based on the Viola-Jones and Eigenfaces algorithm that is built with Major Components Analysis (PCA) techniques, under a controlled environment to have a better prototype performance; we used the Python programming language and the OpenCV library, which implements the Viola-Jones method for detecting objects in images or videos. Therefore, the prototype presents the way to take the attendance in class to have a digital backing of the attendance record, because the work of controlling the attendance is done manually and is tedious for the teacher since it costs a lot weather. This will improve the quality of the education system at the University of Guayaquil.

Keywords: Digital Image Processing, Face Detection, Facial Recognition, Prototype, Class attendance.

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la humanidad, se utilizaba el rostro para poder identificar a una persona, por tal motivo científicos informáticos, cognitivos, entre otros, desarrollaron métodos para permitirle a la computadora detectar y reconocer rostros. El primer sistema semiautomático de reconocimiento facial humano fue desarrollado por el científico Woodrow Wilson Bledsoe, junto con Helen Chan Wolf y Charles Bisson entre los años 1964 y 1965, que necesitaba de un administrador del sistema para localizar características del rostro como boca, nariz, orejas y ojos (Tikoo & Malik, 2016).

Esto permitió en la década de los setenta que varios investigadores como Goldsetein, Harnon y Lesk se enfocaron en el desarrollo de esta área de la visión por computadora, pero no fue hasta el año 1988 cuando Sirovich y Kirby desarrolló la técnica de Eigenfaces, que requería al menos 100 conjuntos de vectores para determinar un rostro alineado y normalizado.

El reconocimiento facial se utiliza en múltiples campos; por ejemplo, dentro de la seguridad conforme la tecnología avanza, crecen los niveles de fraudes de identidad, esto ha causado un gran problema social y económico. Por tal motivo, se utiliza el reconocimiento facial en aplicaciones de control de acceso de seguridad, porque permite desarrollar software que garantice un alto nivel de seguridad en instalaciones que

implementan este tipo de sistemas informáticos (Januzaj, Luma, Januzaj, & Ramaj, 2015). En la actualidad, también es ampliamente usado en las Unidades de Talento Humano de las entidades públicas y privadas para realizar un control biométrico del personal. Este proyecto pretende enfocarse en el control facial de asistencia de estudiantes a una clase determinada, como una herramienta de ayuda al profesor para un control más rápido y confiable.

La estructura general con la que se desarrolló el proyecto de titulación se divide en cuatro capítulos que comprenden lo siguiente:

Capítulo I- El Problema: Se establece aspectos relacionados a los antecedentes de la investigación sobre el procesamiento digital de imágenes, las causas y consecuencias plasmados en un árbol de problemas sobre el control de asistencia a clases, se definen los objetivos, la metodología y la justificación e importancia del proyecto de titulación.

Capítulo II- Marco Teórico: Contiene toda la información necesaria para aprender sobre una de las aplicaciones del procesamiento digital de imágenes, como es el reconocimiento facial y sus métodos, fundamentación legal, pregunta científica a contestarse y definiciones conceptuales.

Capítulo III- Propuesta Tecnológica: Se realiza un análisis de factibilidad del prototipo para conocer si es viable en áreas técnicas, económicas y legales, se describen las etapas de la metodología de la propuesta tecnológica, diseño de casos de uso y los entregables del proyecto.

Capítulo IV- Resultados, conclusiones y recomendaciones: Esta sección se va a detallar los criterios de aceptación del prototipo de reconocimiento facial, se detalla un informe de prueba para medir la calidad del producto, recomendaciones y conclusiones del proyecto de titulación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

ANTECEDENTES

La visión artificial es una rama de la ciencia de la computación, que busca representar el mundo real en pixeles, para lo cual, se captura la información del entorno físico con una cámara digital, luego se somete a metodologías de procesamiento de imágenes para extraer características relevantes, y emprender análisis, diagnósticos y toma de decisiones de procesos y procedimientos en forma automática (Avilés Pincay & Barcia Salavarría, 2016). El procesamiento de imágenes, es un tema en constante crecimiento, se evidencian estudio, investigaciones y soluciones aplicadas en diversas áreas de la ciencia, donde profesionales del área de la informática, electrónica, medicina, entre otras, unen esfuerzos para encontrar soluciones experimentales a problemas del mundo real.

El procesamiento digital de imágenes, sigue una metodología ya definida en otras investigaciones, donde la diferencia radica entre fases, sobre todo en segmentación y extracción de características, esto permite generar bases de datos, manipular la información, en forma de matrices, y plantear

posibles soluciones que aporten con la toma de decisiones (Esqueda Elizondo & Palafox Maestre, 2005; R. Gonzalez & Woods, 2007).

Por otra parte, el procesado de imágenes, presenta varias aristas de análisis, como; reconocimiento de borde, de objetos, facial, entre otros, siendo este último objeto de esta investigación, realmente uno de los temas que está en boga, debido a las soluciones que se encuentran en el medio, tal es el caso de soluciones biométricas de reconocimiento facial, aplicado en empresas para control de ingreso y salida de personal, acceso en centros de cómputo, como autenticación, entre otros. Las aplicaciones más exitosas de análisis y procesamiento de imágenes, han resuelto problemas de conteo vehicular, de peatones, objetos y sobre todo en reconocimiento de patrones sobre tejido humano, por otra parte la seguridad de cámaras, reconocimiento facial que utilizan la tecnología mencionada (Bourlai, 2016; Jha, 2007).

Por lo expuesto, se pretende aplicar las técnicas del procesamiento digital de imágenes, para desarrollar un prototipo de sistema que realice el control de asistencia a clase en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales, tomando una muestra de alumnos de un curso de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales (CISC), por las facilidades de acceso a sacar fotografías de sus rostros para hacer pruebas con el sistema.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La asistencia a clases de los estudiantes que cursan carreras de pregrado en Instituciones de Educación Superior (IES), representa un factor preponderante para aprobar las asignaturas, por tal motivo, la inasistencia resulta contraproducente en su formación e incide en el bajo rendimiento académico.

Es importante señalar que el salón de clases, considerado un espacio de enseñanza-aprendizaje, donde el estudiante recibe los conocimientos y desarrollar sus habilidades a partir de las orientaciones impartidas por el profesor, ha permitido desarrollar habilidades en el ámbito cognitivo del educando, debido a las diversas actividades que se presentan en clases.

Este espacio de aprendizaje, según las nuevas tendencias educativas desarrolla competencias bajo condiciones y eventos físicos, sociales y culturales, dando lugar a los estudiantes de responsabilizarse de su proceso de enseñanza. Una investigación realizada en la University College Dublin (UCD) demostró como estudiantes de último año de estudio, tienen una alta tasa de asistencia a clase por la responsabilidad de su aprendizaje y menor tasa de matriculados al programa de grado (Kelly, 2012).

El control de la asistencia a clases, es una labor importante para los docentes en las IES, debido a normativas, impuestas por el Consejo de Educación Superior (CES), por ejemplo, al tratar de garantizar la transferencia de conocimiento a los educandos matriculados; en la Universidad de Guayaquil (UG), se han establecido como políticas de clase la asistencia regular mínima con un promedio de 70% para aprobar una asignatura.

La seguridad en las aulas es un tema trascendental en las IES, ya que el fraude de identidad se ha vuelto un tema muy popular, por los distintos procedimientos que estamos expuestos en ese entorno. Por lo cual, la sociedad en general tienen diferentes formas para identificar a una persona: cedula de identidad, contraseña, rúbrica, huellas dactilares, entre otras.

Por tal motivo, se pretende realizar un prototipo que permita detectar y reconocer rostros humanos de alumnos de un paralelo de la CISC, debido a proporcionar una solución eficaz en identificar a un estudiante con la ayuda de sus rasgos faciales y así realizar un control de asistencia a clase en el cual se tenga una evidencia digital del registro de su estancia en el salón de clase; por tal motivo, se realizaran pruebas del prototipo en un ambiente controlado en el edificio de la CISC, que se sitúa en la ciudad de

Guayaquil, en las calles Víctor Manuel Rendón 429 entre Baquerizo Moreno y Córdova.

ÁRBOL DEL PROBLEMA

La detección y reconocimiento facial permite que investigadores cognitivos, científicos informáticos, analistas en procesamiento digital de imágenes, entre otros, realicen investigaciones utilizando redes neuronales (Tikoo & Malik, 2016), o definiendo métodos para un control de acceso como medidas de seguridad que se pueden aplicar en diferentes escenarios como aeropuertos, bancos, universidades, etc. (Januzaj, Luma, Januzaj, & Ramaj, 2015).

Cabe indicar que el árbol de problemas se encuentra como anexo, donde se detalla de manera gráfica las causas, efectos y el problema principal; estas tienen una representación creativa en forma de árbol, donde las raíces son las causas del problema, el tronco el problema principal y las ramas sus efectos.

Cuadro N. 1

Causas Y Consecuencias Del Problema

| CAUSAS | CONSECUENCIAS |
|---|---|
| No percibe los rostros de las personas. | No produce un sentimiento de familiaridad al ver una cara. |
| No asocia rostros anteriormente vistos. | Alteración de reconocer rostros. |
| Cirugía plástica en el rostro. | Cambios permanentes en el rostro. |
| Usar lentes o gafas de sol. | Cambios temporales en la apariencia de la cara humana. |
| Implica una forma no intrusiva de capturar la información biométrica de la persona. | Proporciona un control de acceso más fácil en comparación con las otras soluciones biométricas. |
| Requiere una iluminación adecuada | Sistema altamente profesional en reconocer rostros. |
| Rendimiento del algoritmo de reconocimiento facial. | Largo tiempo de procesamiento en reconocer correctamente las caras. |
| Suplantación de identidad. | Puede engañar o hackear otras formas de autenticarse. |

Elaborado: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Información de investigación del proyecto

Por tal motivo, se ha realizado un análisis causal detallado en el cuadro N° 1, en el cual se evidencian factores del porque se debe tener un sistema de reconocimiento facial que registre la asistencia, debido que faltar a clases tiene un efecto negativo para los estudiantes. Se ha demostrado que existe una relación entre no asistir a clases con un bajo promedio en notas o un mal rendimiento en clase, lo cual perjudica la calidad del sistema educativo, como según varios estudios lo demuestran (Anderson, Whittington, & Xue, 2016; Jha, 2007; Kelly, 2012; Saparkhojayev & Guvercin, 2012; Tobias, 2010)

Cuadro N. 2

Delimitación Del Problema

| | |
|------------------------|--|
| CAMPO DE ACCIÓN | Educativo, Control de asistencias |
| ÁREA | El área donde el proyecto se encuentra orientado según el problema identificado, se encuentra en la mayoría de las instituciones educativas del mundo, pero validar el producto se realizara pruebas en la Carrera de Ingeniería en Sistemas |

| | |
|----------------|--|
| | computacionales de la Universidad de Guayaquil. |
| ASPECTO | Prototipo de reconocimiento facial – Tecnología |
| TEMA | Control de Asistencia a Clases Mediante Procesamiento Digital de Imágenes. Propuesta de un Prototipo que Reconozca los Alumnos de un Paralelo. |

Elaborado: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

SOLUCIÓN PROPUESTA

La razón por la cual se va a realizar un prototipo que permita realizar la detección y reconocimiento facial, para poder registrar que estudiantes se encuentra en el salón de clase y no exista una suplantación o fraude de la identidad; o en el peor de los casos que algún profesor tenga una enfermedad para reconocer un rostro humano, como es la prosopagnosia, que compromete múltiples regiones cerebrales y alteran el proceso de construcción de percepción o de memoria de caras humanas, causando

déficit en la función cerebral de reconocimiento de objetos, generalmente rostros humanos (Rivolta, 2013).

Por lo cual, se va a desarrollar un prototipo de sistema de reconocimiento facial en el lenguaje de programación Python, por ser un lenguaje que permite construir aplicaciones en diferentes áreas de ciencias aplicadas y adicionalmente, es de Código Abierto (Open Source). Este se acopla a la visión artificial por medio de la Librería de Código Abierto de Visión por Computador (OpenCV) para aplicar técnicas de PDI.

Los aspectos tomados en cuenta para evaluar la propuesta se detallan a continuación:

Delimitado:

En la actualidad el proceso de tomar asistencia a clase, lo lleva el docente, que registra la asistencia por medio de hojas de papel y en el mejor de los casos por medio de un computador, para comprobar que estudiante está en la clase; después de esto el profesor tiene la obligación de subir la información en el Sistema Integrado de la Universidad de Guayaquil (SIUG).

Evidente:

Los métodos como se lleva el control de asistencia no son eficientes por el tiempo que lleva el proceso de estar nombrando a cada estudiante y marcar su presencia o ausencia.

Relevante:

Es importante contar con un sistema que controle y verifique de manera automática el proceso de tomar asistencia a los estudiantes utilizando el reconocimiento facial, que es una de las aplicaciones de la visión artificial. Adicionalmente, se puede contar con respaldos del registro de asistencia que garanticen la fiabilidad del sistema.

Variables:

Durante el proceso de levantamiento de información se ha identificado claramente las variables.

Variable dependiente:

El Procesamiento Digital de Imágenes

Variable independiente:

El control de asistencia a clases, el reconocimiento de rostros de alumnos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar rostros de estudiantes mediante el software de procesamiento digital de imágenes para llevar un mejor control de la asistencia en la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar los fundamentos teóricos sobre procesamiento digital de imágenes para aplicarlo en la detección de rostros de personas.
- Determinar los requerimientos del sistema para la ejecución de los algoritmos de detección y reconocimiento de rostros.
- Establecer el flujo de procesos mediante el diseño del sistema para el reconocimiento facial.
- Diseñar un prototipo de software que realice el reconocimiento de rostros y minimice el tiempo de procesamiento para llevar a cabo el registro de la asistencia a clase de los alumnos.

ALCANCES DEL PROBLEMA

El prototipo de reconocimiento facial estará basada en una arquitectura que consta de una laptop que podrá captar imágenes en un salón de clase, para verificar si en esta imagen se encuentra objetos, como caras humanas de estudiantes en un paralelo, esto es esencial para la interacción inteligente que tendrá el docente y el prototipo propuesto.

- El resultado que se obtiene es crear un meta análisis sobre las temáticas de técnicas empleadas en la detección facial y reconocimiento facial, de diferentes trabajos con alto impacto científico. Además permitirá crear una línea de tiempo sobre el reconocimiento de rostros.
- Identificar y establecer los requerimientos del sistema que están disponible en el análisis de factibilidad técnica, además de las técnicas óptimas para la detección facial como el método Viola-Jones y para el reconocimiento de rostros como el método EigenFaces, porque tales métodos proveen una exactitud y precisión muy alta en su funcionalidad respectivamente, en referencia a otros métodos expuestos en el capítulo dos.

- Se determinara un diagrama de flujo de proceso sobre el control de asistencia en un paralelo basado por el reconocimiento facial, esto permitirá tener un enfoque y una orientación sobre los pasos que se debe seguir para diseñar un prototipo con estas características.
- El diseño del prototipo de software que realice el reconocimiento de rostros será desarrollado con la siguiente tecnología:
 - Lenguaje de programación: Python 2.7.13
 - OpenCV 3.2.0
 - Método Viola-Jones
 - Método EigenFaces
 - Directorio de archivos para guardar las imágenes de los rostros

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se utilizan un compendio de metodologías, como el método científico, analítico sintético, inductivo-deductivo para recolectar información. Para el desarrollo del sistema de reconocimiento facial se utilizara la metodología Prototipado Rápido, el método Viola-Jones y Eigenfaces.

A continuación se describirán brevemente las metodologías usadas en el proyecto:

Método científico:

Es un método tradicional de investigación que se base en lo empírico y consiste en un procedimiento de observación sistemática, experimental, análisis y formulación de la hipótesis. Es un camino valorado y usado como lenguaje universal entre la mayoría de los investigadores para llegar al conocimiento científico.

Analítico sintético:

Es un método para encontrar demostraciones en sistemas axiomáticos, es decir, se usa principalmente para encontrar deducciones de las conclusiones dadas de premisas principales encontradas en la investigación. Por lo tanto, se aplica para desarrollar el marco teórico, dado que el análisis es el descubrimiento de la demostración (Cellucci, 2013).

Inductivo-Deductivo:

Este método sugiere un patrón de ayuda, que permite identificar y definir el problema, luego formular la hipótesis, coleccionar, organizar y analizar los datos que se tienen de la investigación, para formular las conclusiones y verificar, rechazar o modificar la hipótesis planteada. Muchos

investigadores comienzan con un razonamiento inductivo basado en lo encontrado en el estudio.

Metodologías de desarrollo

Metodología de Prototipado Rápido:

(Guida & Tasso, 2014) Es una metodología para desarrollar software o hardware, y permite evaluar el producto durante el ciclo de vida del proyecto, consiste en realizar un análisis las veces que sea necesario en los requerimientos que establezca el usuario ya que la información expuesta no es clara al principio, además muestra el prototipo indicando de forma más eficiente lo que debe contener el sistema (Maximiliano Gutiérrez, Guillermo Cassasnovas, Oscar Picco, & Eduardo, 2013).

Método Viola-Jones:

Este método fue propuesto en 2001 por Paul Viola y Michael Jones para proporcionar una tasa rápida y precisa para detectar un objeto en tiempo real. Por tanto, este método es utilizado en aplicaciones en diferentes entornos para detectar el rostro humano dentro de un milisegundo en un marco, el algoritmo se encuentra algunos teléfonos móviles que permiten reconocer los rostros humanos mediante sus cámaras (Chaudhari, Sondur, & Vanjare, 2015).

Método Eigenfaces:

Este método fue desarrollado por Kirby y Sirovich en 1988, para ser aplicado como un método eficaz de reconocimiento facial en imágenes o fotogramas de video, que luego de ser detectados rostros en la imagen se recortan las caras para extraer las diversas características de cada individuo como, el contorno de la cara, la distancia entre los ojos, la nariz, etc. Con estas características propias de cada persona que son representativas de cada una de las dimensiones de la cara se compara con una base de datos de rostros para hacer la identificación de la persona (Wagh, Chaudhari, Thakare, & Patil, 2015).

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la formación profesional de estudiantes universitarios, existe una gran conexión entre la asistencia a clases y el rendimiento académico, y es gracias a esta combinación, que los estudiantes han llegado al éxito académico. Estudios anteriores han demostrado que asistir regularmente a clase influye en la obtención de mejores notas en asignaturas pre profesionales en los estudiantes (Kelly, 2012).

En función de lo acotado, se pretende proveer a la CISC de un prototipo tecnológica que permita detectar los alumnos en el salón de clases y registre en forma automática la asistencia a clases de los mismos, para

esto se consideran los siguientes aspectos, como fundamentos matemáticos e informáticos, el IDE de desarrollo con las librerías necesarias para representar los programas y finalmente las metodologías asociadas a esta parte de la ciencia como es el procesamiento digital de imágenes.

Este trabajo permitirá crear una guía de referencia para futuros desarrollos e implementaciones de software en el campo de acción de la visión artificial usando técnicas de detección y reconocimiento fácil. Para ello, se debe analizar cuál va a ser el algoritmo usado y bajo qué ambiente va a ser utilizado, debido a que este tipo de sistemas puede ser extrapolados a otras áreas como la seguridad, acceso a instalaciones, aplicativos móviles, entre otros.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo detalla de manera general un estado del arte sobre el procesamiento digital de imágenes, respecto los principales métodos, técnicas y algoritmos que se desarrollan en el campo de la visión artificial. Por lo cual, se abordara conceptos básicos de reconocimiento facial con el fin de establecer terminología que se emplea para este proyecto.

Fundamentación teórica

La visión humana permite percibir y entender el mundo que nos rodea, con esta premisa se comenzó el esfuerzo humano para desarrollar sistemas de visión artificial que permitan recibir y entender una imagen (Milan Sonka, Vaclav Hlavac, 2014). Por lo cual, todos los sistemas de PDI tienen como entrada una imagen digital para su funcionamiento, esto permite usar un sin número de técnicas o métodos para su procesamiento digital y así obtener conocimiento o una mejor interpretación de dicha imagen.

Por tanto, se debe tener en cuenta que tipo de filtros se aplica a la imagen digital dependiendo de la cantidad de brillo, iluminación, o color que se presenta al momento de captar una imagen. Esto es gracias al sensor de

luz que poseen en el lente las cámaras digitales, que permite captar el espectro de luz Rojo-Verde-Azul (RGB) (Milan Sonka, Vaclav Hlavac, 2014, p. 598), el sensor de luz registra la información con una profundidad de color de 8 bits por canal, es decir recepta (2^8) 256 tonalidades de rojo, 256 de verde y 256 de azul. Cabe indicar que una fotografía puede representar hasta 16.7 millones de colores ($256*256*256$).

Una imagen es la representación del mundo físico de un objeto iluminado por una fuente de radiación. En el proceso de formación de imágenes los elementos que están presentes son: un objeto, una fuente de radiación (luz visible, rayos X, electrones, etc.) que es captada generalmente por medios electrónicos.

Mientras que una imagen digital es una representación de una imagen bidimensional como un conjunto finito de valores digitales, se define como una función bidimensional $f(x,y)$ donde x y y son coordenadas en el plano y la función f es la amplitud llamada intensidad o nivel de gris en ese punto, las imágenes también se representan por medio de una matriz bidimensional donde los píxeles son la unidad más pequeña donde se almacena información como el color y el brillo de una parte de la imagen.

Tipos de imágenes

Los sistemas de PDI pueden recibir de entrada diferentes tipos de imágenes según el campo de acción donde se encuentre implementado dicho sistema, entre las utilizadas están las siguientes: imágenes binarias, imágenes a escalas de grises, imágenes de colores RGB, imágenes vectoriales, imagen bitmap e imágenes multiespectrales. Estas imágenes se detallan a continuación.

Imágenes binarias

Estas imágenes pueden tomar dos valores, como negro o blanco, o 0 y 1. Es referido como una imagen de 1 bit porque esta toma solo un dígito binario que representa cada píxel. Son usadas en aplicaciones donde solo se requiere información de la forma y contorno, por ejemplo reconocimiento óptico de caracteres. Donde cada píxel por encima del valor de umbral se vuelve blanco, y los que están debajo del umbral se vuelven negros (Milan Sonka, Vaclav Hlavac, 2014, p. 19).

Imágenes escalas a grises

Se refieren a las imágenes monocromáticas, debido a contener información sobre el nivel de gris. Mientras que el número de bits usado por cada píxel determina el número disponible de diferente nivel de gris, la imagen se representa en una matriz de $M \times N$ valores. Estas imágenes contienen una

escala a grises de 8 bits/píxel, lo que permite tener 256 diferentes niveles de gris (Alvarado & Fernández, 2012).

Imágenes de color RGB (Red-Green-Blue)

Las imágenes RGB pueden ser modeladas como tres bandas monocromáticas, donde cada banda de datos corresponde a un diferente color. La información actual guardada en la imagen digital es el nivel de gris en cada espectro de banda. Son representadas como rojo, verde y azul. Usan el estándar de 8 bits monocromáticos como un modelo, las imágenes de color pueden tener 24 bits para cada píxel, lo que corresponde 8 bits por cada uno de los tres colores RGB (Richter, 2016).

Imágenes vectoriales

Es una imagen digital compuesta por entidades geométricas independientes como polígonos, segmentos, arcos, entre otros. Cada objeto geométrico está definido por atributos matemáticos de forma, color, posición, etc. Lo que permite cambiar de escala, como reducirlas o ampliarlas, sin que la imagen pierda calidad en los bordes.

Imágenes bitmap

Las imágenes de mapa de bits, también llamadas matriciales, están formadas mediante una gran cantidad de píxeles. Se utilizan en escenas con gran variación tonal, como alternativa para reproducir objetos

sutilmente iluminados. Estas imágenes no permiten cambiar de escala porque se pierde resolución, este efecto, se conoce como pixelado y se hace más evidente en líneas curvas.

Imágenes multiespectrales

Estas imágenes contienen información fuera del rango del espectro visible humano, estas imágenes no se perciben usualmente porque la información representada no es directamente visible por el sistema humano. Se incluyen frecuencias como infrarrojas, ultravioletas, Rayos X, entre otras. Fueron desarrolladas para procesamiento espacial, pero actualmente se desarrollan nuevos algoritmos que permitan tratar este tipo de imágenes para mejorar la calidad (Deborah, Richard, & Hardeberg, 2014).

La lectura de las imágenes en programas que emplean técnicas de procesamiento digital de imágenes depende del formato que tenga la imagen, por lo tanto, las siguientes extensiones (.jpg, .png, .gif, etc.) son soportadas por las diferentes herramientas que utilicen estas técnicas.

Técnicas de procesamiento digital de imágenes

Para poder procesar imágenes se utiliza diferentes técnicas que mejoren su desempeño, y así obtener conocimiento de la imagen. Cabe mencionar que al momento de aplicar una técnica, los cambios a observar serán más o menos leves en función al tipo de imagen que procesemos. Por lo cual,

se evidencia como las técnicas de procesamiento y análisis de imágenes, permiten automatizar tareas en áreas como la ingeniería, medicina, seguridad, entre otras (A. Castillo, J. Ortegón, J. Vázquez, & J. Rivera, 2014; M. Wang et al., 2014).

El grafico 1 es la imagen de Lenna (o Lena), una de las imágenes de prueba estándar más utilizadas para los científicos e investigadores en trabajos donde aplican algoritmos o técnicas de PDI, por lo tanto, en las técnicas descritas a continuación se mostrara el resultado aplicado a la imagen original de Lena Soderberg.



Gráfico N. 1 Imagen Original De Lena

Elaboración: Datos de la investigación

Fuente: (Merchant, 2012)

Mejora de imagen

Es un conjunto de técnicas utilizadas en el tratamiento digital de imágenes, para mejorar la apariencia visual de una imagen o convertir la imagen a una forma que sea más adecuada para la interpretación humana o de la

máquina. Este procesamiento implica mejorar subjetivamente la calidad de varios tipos de información de imagen (por ejemplo, aristas), a menudo en un contexto perceptivo. A continuación se muestra el gráfico 2, donde se ha aplicado una técnica de mejora.



Gráfico N. 2 Aplicación De Una Técnica De Mejora De Imagen

Elaboración: Ji-Hee Han, Sejung Yang y Byung-Uk Lee

Fuente: (Han, Yang, & Lee, 2011)

Restauración de imagen

Esta técnica usa la corrección de los efectos de deblurring y / o otros efectos de distorsión introducidos en el proceso de formación de imagen, usualmente realizados a toda la imagen (Milan Sonka, Vaclav Hlavac, 2014, p. 162). A continuación se muestran resultados de la aplicación de técnicas de restauración en la imagen de Lena, como la técnica de Poisson, el método PIDSB-FA, y LD-TV, respectivamente aplicados a la imagen de prueba (Shi, Fang, & Wang, 2014).



Gráfico N. 3 Aplicación De Diferentes Técnicas De Restauración De Imágenes

Elaboración: Yu Shi, Houzhang Fang, y Guoyou Wang

Fuente: (Shi et al., 2014)

Detección y estimación de imágenes

En líneas generales se decide la presencia o ausencia de un objeto o clase de objetos en una escena de imagen y estima ciertas características o parámetros del objeto.

Reconstrucción de imágenes

Esencialmente es la reconstrucción de imágenes en un campo bidimensional, consiste a partir de sus proyecciones unidimensionales crear una imagen, donde las proyecciones se toman en varios ángulos con relación al objeto (Umbaugh & Umbaugh, 2010, p. 623).

Compresión de datos de imagen

Generalmente se codifica las imágenes basándose en la redundancia de información, para reducir sus requisitos de almacenamiento / transmisión de datos, al tiempo que mantiene su fidelidad general.

Análisis de imágenes

Principalmente implica investigación de datos de la imagen en una forma compatible con el procesamiento automático y automatizado, usualmente en un contexto interpretativo. Por ser un factor clave en la solución de problemas con imágenes.(Umbaugh & Umbaugh, 2010, p. 5)

Estimación espectral de la imagen

En un sentido amplio es el desarrollo de estimaciones de densidad espectral de potencia bidimensional para campos de imagen (utilizado en muchas de las tareas anteriores). A continuación en el grafico 4 se muestra el resultado de la de la técnica aplicada en Matlab, la primera es la imagen original de entrada, luego se muestra el histograma de la imagen procesada, y así tener la densidad espectral de la imagen no codificada.

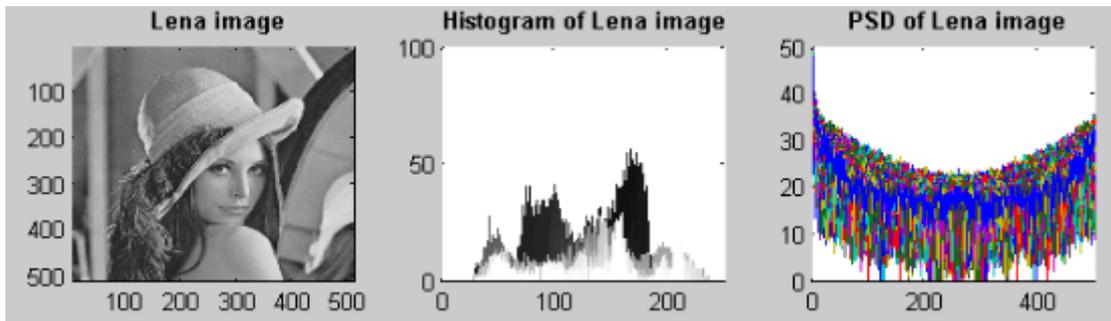


Gráfico N. 4 Histograma De La Imagen De Lena Y La Densidad Espectral De La Imagen

Elaboración: P. Tobin, L. Tobin, R. Gandia Blanquer, M. McKeever, y J. Blackledge

Fuente: (Tobin, Tobin, Blanquer, McKeever, & Blackledge, 2017)

Etapas del procesamiento digital de imágenes

Resulta útil mostrar en el siguiente gráfico como se detallan las etapas generales involucradas en el PDI. Debido a que todo sistema que use estas técnicas, tiene que recibir de entrada una imagen, y dependiendo del método aplicado se tendrá como salida atributos extraídos de las imágenes procesadas.

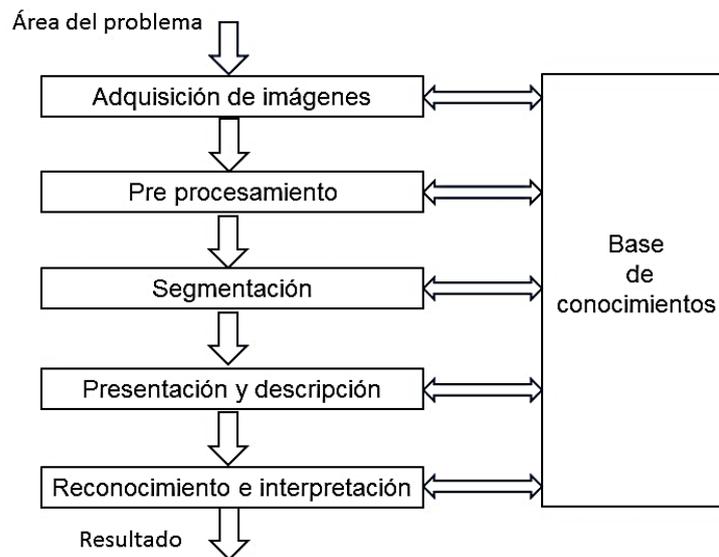


Gráfico N. 5 Etapas Del Procesamiento Digital De Imágenes

Elaboración: Raul Hidalgo Veliz

Fuente: (R. C. Gonzalez & Woods, 2017)

A continuación se detalla cada etapa involucrada en el modelo general de PDI:

Adquisición de imágenes

En esta etapa, se encuentran los sensores de imágenes y la capacidad para digitalizar las señales producidas por los sensores. Un sensor puede ser una cámara de video, cámaras digitales, teléfonos inteligentes, convertidores analógico-digital, entre otros. Estos dispositivos pueden formar una representación de la imagen digital (Milan Sonka, Vaclav Hlavac, 2014, p. 117)

Preprocesamiento

El paso de procesamiento tiene un uso muy frecuente, debido a que reduce el entorno que no es de interés para reducir el problema y así dar información adicional a la imagen, sobre todo su función es mejorar la imagen.

Segmentación

Es un proceso que se utiliza para extraer o aislar del resto de la imagen los objetos para su posterior análisis, debido a que particiona una imagen de entrada en sus partes constituyentes u objetos. Se extrae y reconoce cada uno de los objetos presentes en la imagen (Milan Sonka, Vaclav Hlavac, 2014, p. 178).

Presentación y Descripción

El paso de representación y descripción consiste en una selección de características (descripción), el proceso consiste en extraerlas en representaciones como bordes y regiones. Lo que permite tener información cuantitativa para diferenciar una clase de objetos con otras.

Reconocimiento e interpretación

Es el proceso que permite etiquetar o asignar un nombre, a un objeto basándose en la información provista por los descriptores. Involucra la asignación de significado a un conjunto de objetos reconocidos.

Base de conocimiento

Este módulo controla la interacción con todas las etapas del PDI, pues guía la operación de cada módulo del proceso. Es el conocimiento sobre el área del problema y como está codificado dentro del sistema de PDI, puede ser desde una base de datos con información relevante de la población de estudio hasta un almacén de datos con imágenes satelitales, entre otras (R. C. Gonzalez & Woods, 2017).

Detección de rostro

Para el reconocimiento facial, el tema clave es la detección de rostros, las técnicas que existen para extraer características efectivas y construir clasificadores robustos es un desafío para investigadores en esta área de la ciencia (Lopar & Ribarić, 2013). Entre los métodos de detección facial están:

- Ellipse Detection.
- Scale-invariant feature transform (SIFT).
- Speeded-Up Robust Features (SURF).
- Template matching.
- Ribarić, Lovrenčić, Pavešič.
- Método Viola-Jones.

A continuación estos métodos de detección facial se van a describir, por lo cual, el cuadro 2 muestra las ventajas y desventajas de los métodos de estudio.

Método Ellipse-Detection

Este método se basa en detectar la forma ovalada del rostro humano, por lo cual, trata de detectar mediante la búsqueda de elipses en una imagen de entrada al sistema. El procesamiento del método es computacionalmente intenso, debido a tener como salidas muchos falsos positivos, lo cual lleva a un largo tiempo de detectar caras humanas en tiempo real, lo que ralentiza en proceso de este método (Lopar & Ribarić, 2013).

Método SIFT

El método Scale Invariant Feature Transform (SIFT), usado en la visión artificial para extraer puntos de interés relevante de las imágenes procesadas que sirve posteriormente para la detectar objetos, registrar objetos en movimiento, entre otros. Debido a que el objetivo de este algoritmo es localizar las características en la imagen a través de descriptores es utilizado como técnica de reconocimiento facial, donde resultados demuestran tener mejores resultados bajo condiciones de ambientes controlados de iluminación (J Križaj, V. Štruc, & N Pavešic, 2010).

Cuadro N. 2

Métodos De Detección Facial

| Método de detección | Ventajas | Desventajas |
|-------------------------------------|--|--|
| Viola-Jones | Preciso y muy rápido. | Necesita aprendizaje. Pequeño número de falsos positivos. |
| Ellipse Detection | Empareja bien a la forma de la cabeza humana. | Muy lento, alto número de falsos positivos. |
| SIFT | Un método excelente para hacer emparejar objetos. | Muy alta sensibilidad a los cambios en las condiciones de iluminación. |
| SURF | Un excelente método para hacer coincidir objetos, más rápido que SIFT. | Muy alta sensibilidad a los cambios en las condiciones de iluminación. |
| Ribarić, Lovrenčić, Pavešič. | Preciso y rápido. | Pequeño número de falsos positivos, largo procedimiento de entrenamiento |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: (Lopar & Ribarić, 2013)

Algoritmo SURF

El algoritmo Speeded Up Robust Features (SURF), está basado parcialmente en los mismos principios del método SIFT, pero el procesamiento es más robusto y rápido afirman sus autores. Sirve como descriptor y detector de características, para utilizarlo en reconocer objetos, reconstrucción 3D, registro de imágenes, entre otros. Consiste en cuatro fases críticas como: generación de la imagen integral, un detector rápido, la asignación del descriptor y la generación del descriptor (A, Hebbar, Shekhar, Murthy, & Natarajan, 2015).

Método Ribarić, Lovrenčić, Pavešić

El extractor de características propuesto por los investigadores Slobodan Ribarić, Juraj Lovrenčić, y Nikola Pavešić en 2010, busca detectar el rostro de personas para determinar si los ojos están abiertos o presentan un fatiga mientras se conduce un automóvil, esto resulta una forma prometedora para diseñar un sistema en tiempo real para monitorear la fatiga del conductor, lo que causa un largo procedimiento de entrenamiento (Pooja Routhu & Rohit, 2016).

Método Viola-Jones

Cabe destacar que los investigadores Paul Viola y Michael Jones han creado una metodología robusta y en tiempo real para la detección de

rostros. En la actualidad es el algoritmo más usado en cámaras de teléfonos celulares, perímetros de seguridad, biométricos y la lista continua (Chaudhari et al., 2015; Y.-Q. Wang, 2014). Este método consta de cuatro fases las cuales son:

- Clasificador con características parecidas a Haar.
- Creación de imagen integral para detección rápida de características.
- Método de aprendizaje automático AdaBoost.
- Clasificador en cascada para combinar muchas características eficientemente.

En función de lo expuesto se va a detallar las cuatro fases claves de este enfoque:

Clasificador con características parecidas a Haar

Las características de Haar se utilizan para detectar variaciones blanca y negra en la imagen debido a que todos los rostros humanos comparten propiedades similares. Esta forma un solo rectángulo alrededor de la cara detectada. Basado en algunas propiedades comunes en rostros, como son, la sombra de color cerca de la nariz o frente se forma un contorno.

Haar usa las características de rectángulos que está relacionada con una ubicación especial de la imagen, se utilizan características de dos, tres y

cuatro rectángulos, para definir la diferencia en brillo entre rectángulos blanco y negro sobre un área específica.

Imágenes integrales

La imagen integral es el contorno de los valores de píxeles en las imágenes originales. Se utilizan para evaluar rápido la detección de características de rectángulos en tiempo constante, debido a que cada área rectangular de cada característica está siempre adyacente a al menos otro rectángulo, se deduce que cualquier característica de dos rectángulos se puede calcular en seis referencias de arreglo, cualquier característica de tres rectángulos en ocho y cualquier característica de cuatro rectángulos en nueve.

Método de aprendizaje automático Adaboost

El algoritmo de AdaBoost ayuda a seleccionar características pequeñas de la cara que facilita la evaluación rápida y fácil. Al igual que otros métodos, el algoritmo AdaBoost da la región deseada del objeto descartando antecedentes innecesarios. Se usa un procedimiento para combinar diferentes clasificadores construidos utilizando el mismo conjunto de datos, una motivación para combinar clasificadores es mejorar un clasificador inestable, y un clasificador débil es aquel en el que un pequeño cambio Aprendizaje / parámetros de clasificación produce un cambio grande en el clasificador. Esto permite al algoritmo construir un clasificador fuerte con

una combinación lineal de clasificadores débiles. Este modelo puede interpretarse mediante el uso de redes neuronales.

Clasificador en cascada

En cascada, cada etapa tiene un clasificador fuerte. Elimina las caras candidatas rápidamente usando una cascada de etapas. La cascada elimina a los candidatos haciendo Requisitos más estrictos en cada etapa con etapas posteriores Siendo mucho más difícil para un candidato pasar. Los candidatos salen de la cascada si pasan todas las etapas o fallan en cualquier etapa. Se detecta una cara si un candidato pasa todas las etapas del clasificador.

Reconocimiento facial

El reconocimiento facial es una de las aplicaciones más exitosas del PDI, ha ganado una atención significativa debido a la disponibilidad de tecnologías viables, como las soluciones móviles, los sistemas de biométricos, entre otros. Estos permiten identificar automáticamente a persona en una imagen digital. Sin embargo, es posible a diferentes algoritmos que se han creado para extraer las características faciales del sujeto y comparar con una base de datos (Wojcik, Gromaszek, & Junisbekov, 2016).

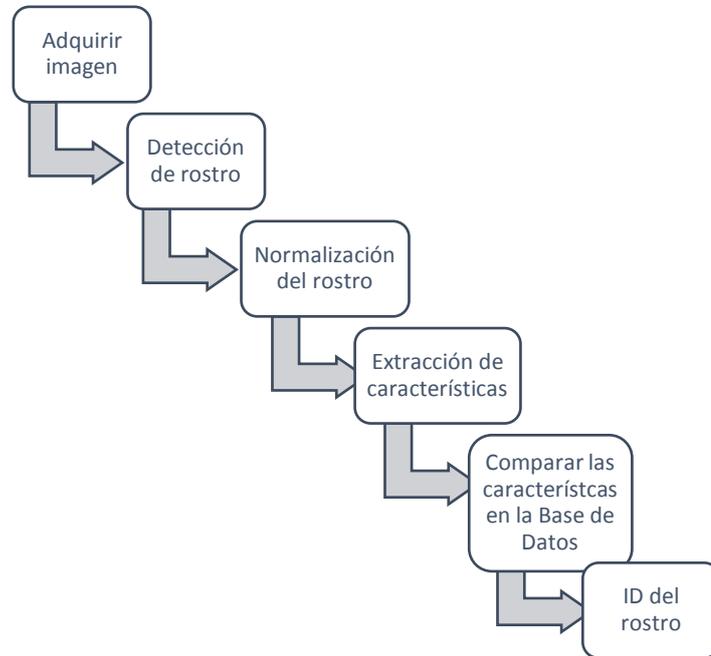


Gráfico N. 6 Elementos De Un Sistema De Reconocimiento De Rostros

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la investigación

Desde el inicio de los sistemas de reconocimiento facial en el año 1960 cuando se hacía parte del procesamiento manualmente hasta la actualidad donde recientes avances permiten realizar automáticamente en tiempo real el análisis facial, reconocimiento de patrones y aprendizaje automático. Posibilitan desarrollar sistemas automáticos de reconocimiento facial prácticos y robustos. El gráfico 6 muestra los elementos básicos de un sistema de reconocimiento facial.

Aplicaciones de reconocimiento facial

Sistemas biométricos:

En la actualidad el reconocimiento facial es uno de los métodos más populares en tecnología usada en sistemas biométricos en comparación con otras tecnologías como reconocimiento de voz, huella dactilar, el escaneo de retina, entre otros. Este tipo de tecnología proporciona más seguridad y precisión en ambientes controlados (Siswanto, Nugroho, & Galinium, 2014).

Cuadro N. 3

Comparativa De Tecnologías Biométricas

| | Huella | Facial | Iris | Voz |
|----------------------|--------|--------|----------------|---------------------------|
| Tipo | Físico | Físico | Físico | Físico- Comportamiento |
| Método | Activo | Pasivo | Activo | Activo |
| Fallo en el registro | 4% | 0% | 4.1 – 4.6 % | 0.1 – 0.86 % |
| Coste | Medio | Alto | Muy alto | Medio-alto |
| Aceptación social | Media | Alta | Baja | Alta |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: (Vicerrectorado de Investigación - Universidad Politécnica de Madrid, 2014)

Se comprueba que las diferentes tecnologías biométricas tienen sus beneficios y desventajas, pero en el caso de la tecnología para identificar por medio del rostro humano ofrece una alta fiabilidad, bajo grado de intrusismo y una percepción social conveniente del sistema.

Métodos basados en apariencias Lineales

Muchas aplicaciones de reconocimiento facial son desarrolladas con este tipo de métodos por ser eficaces bajo ciertos parámetros como expresión facial, iluminación, entre otros factores. Pero si se presenta un cambio a dichos factores estos algoritmos tienden a fallar en reconocer adecuadamente rostros. A continuación se detallan algunos de los métodos basados en apariencias más usados:

ICA

El Análisis de Componentes Independientes (ICA) es un método computacional que permite localizar una combinación lineal de datos no-gaussianos, de forma que sus componentes sean estadísticamente autosuficientes. Su funcionamiento está basado en un modelo generativo que trata de explicar cómo las fuentes son mezcladas para generar las señales observadas asumiendo un modelo lineal de mezcla (Fernández-Higuera et al., 2014).

LDA

El Análisis Discriminante Lineal (LDA) algoritmo encuentra una combinación lineal de características que segmenta dos o más clases de eventos u objetos. Lo que permite encontrar los vectores en el espacio esencial que mejor discriminan entre las clases. Se utiliza en reconocimiento de patrones, estadística, aprendizaje automático, entre otros. (Taleb, El, Ouis, & Mammam, 2014).

PCA

El Análisis de Componentes Principales (PCA) es un método desarrollado por Matthew Turk and Alex Pentland para disminuir la dimensionalidad de un conjunto de datos, esto permite identificar una imagen desconocida, esa imagen se proyecta también en el espacio de la cara para obtener su conjunto de pesos. Al comparar un conjunto de pesos para la cara desconocida con conjuntos de pesos de caras conocidas, se puede identificar la cara (Taleb et al., 2014).

Lo que permite que estos métodos reconozcan el rostro de personas en imágenes es proyectar el semblante sobre un subespacio lineal extendido por imágenes del Eigenface.

Métodos basados en apariencias No lineales

Este tipo de métodos utiliza técnicas del kernel, donde se puede mapear las imágenes de la cara de entrada en un espacio de mayor dimensión para ver linealmente y simplificado un sin número de rostros.

KPCA

Kernel Principal Component Analysis (KPCA) es un método mejorado de PCA, que usa técnicas de métodos de kernel. Se tiene un núcleo de reproducción para las operaciones lineales de PCA, es muy utilizado en el reconocimiento facial por permitir a los componentes principales se calculen dentro del espacio de producto de los píxeles de entrada que constituyen un patrón facial. (Kim, Jung, & Kim, 2002; Wojcik et al., 2016).

KLDA

El Análisis Discriminante Lineal del Núcleo (KLDA) generaliza LDA ya que en el espacio transformado, los componentes principales están relacionados no linealmente con las variables de entrada. KLDA mapea el espacio de entrada en un espacio de características no lineales de alta dimensionalidad (Ahn, Bou, Partida, & Sunu, 2012).

LLE

El Método Incorporación Lineal Local o Locally Linear Embedding (LLE) ha heredado la simplicidad de los métodos lineales y la capacidad de tratar

con datos complejos de los no lineales. Se ha demostrado su utilidad con la combinación con otros métodos de análisis de datos como redes neuronales y colectores de datos disjuntos. Por lo tanto se ha generalizado su uso en muchas áreas de la ciencia (Roweis & Saul, 2000; Wojcik et al., 2016).

Metodología de Prototipado Rápido (MPR)

Es una metodología para desarrollar software o hardware, y permite evaluar el producto durante el ciclo de vida del proyecto, consiste en realizar un análisis las veces que sea necesario en los requerimientos que establezca el usuario ya que la información expuesta no es clara al principio, además muestra el prototipo indicando de forma más eficiente lo que debe contener el sistema (Maximiliano Gutiérrez, Guillermo Cassasnovas, Oscar Picco, & Eduardo, 2013).

Cabe recalcar que la creación de un prototipo es fundamental para desarrollar software de acuerdo a las necesidades del usuario ya que permite familiarizar al usuario final desde la creación de un prototipo de funcionalidades básica y así obtener una clara representación de los requisitos del software final. Por lo cual, un prototipo le ayudara a validar, a ampliar y evolucionar sus ideas sobre un gran software o simplemente el diseño de pantallas del sistema que desea desarrollar (Arnowitz, Arent, & Berger, 2007).

Fases

- Recolección de requerimientos.
- Diseño rápido.
- Construcción de prototipo.
- Evaluación del prototipo por parte del usuario.
- Refinamiento del prototipo.
- Producto de ingeniería.

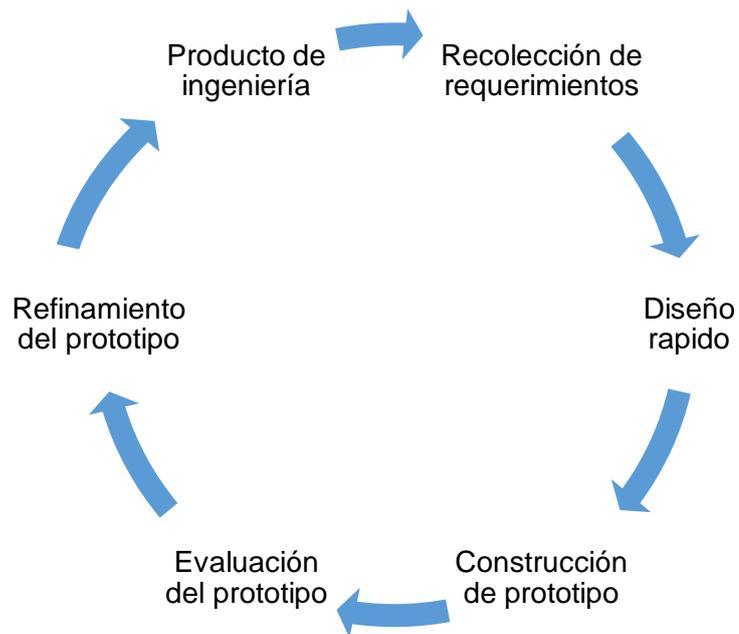


Gráfico N. 7 Etapas De Metodología De Prototipado Rápido

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: (Lino Quimis & Vera Plua, 2017)

Prototipo

Los prototipos son representaciones tangibles de un software que va a ser desarrollado en el futuro. Debido que un prototipo es cualquier intento de realizar cualquier aspecto del contenido del software que dirige simultáneamente la verificación, validación y prueba del sistema en construcción. Los prototipos virtuales pueden ser desarrollados de forma paralela si el proyecto merece diseñar el hardware del prototipo (Arnowitz et al., 2007; Schutter, 2014)e. Existen otros aspectos para construir un prototipo como:

- Estado Actual de la Técnica
- Requisitos
- Contenido

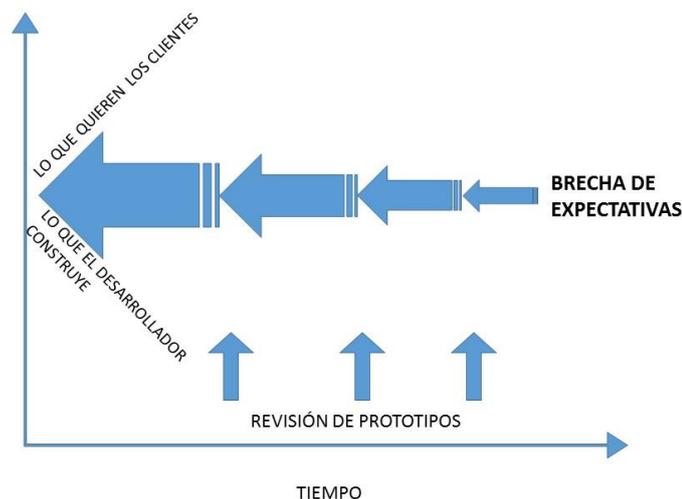


Gráfico N. 8 Reducción de Brecha de Expectativas Para El Desarrollo

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: (Wieggers, 1996)

Fundamentación legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR

TITULO I

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO

Capítulo primero

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado:

5. Planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir.

Sección tercera

Comunicación e Información

Art. 16.- Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.

5. Integrar los espacios de participación previstos en la Constitución en el campo de la comunicación.

Sección cuarta

Cultura y ciencia

Art. 22.- 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.

Sección quinta

Educación

Art. 26.- La educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. Las personas, las familias y la sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo.

Art. 27.- La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar.

La educación es indispensable para el conocimiento, el ejercicio de los derechos y la construcción de un país soberano, y constituye un eje estratégico para el desarrollo nacional.

Art. 28.- La educación responderá al interés público y no estará al servicio de intereses individuales y corporativos. Se garantizará el acceso universal, permanencia, movilidad y egreso sin discriminación alguna y la obligatoriedad en el nivel inicial, básico y bachillerato o su equivalente.

Es derecho de toda persona y comunidad interactuar entre culturas y participar en una sociedad que aprende. El Estado promoverá el diálogo intercultural en sus múltiples dimensiones.

El aprendizaje se desarrollará de forma escolarizada y no escolarizada.

La educación pública será universal y laica en todos sus niveles, y gratuita hasta el tercer nivel de educación superior inclusive.

TITULO VI
RÉGIMEN DE DESARROLLO

Capítulo primero

Principios generales

Art. 277.- Para la consecución del buen vivir, serán deberes generales del Estado:

6. Promover e impulsar la ciencia, la tecnología, las artes, los saberes ancestrales y en general las actividades de la iniciativa creativa comunitaria, asociativa, cooperativa y privada.

TITULO VII
RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Sección primera

Educación

Art. 350.- El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

Sección octava

Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales

Art. 388.- 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.

LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

TÍTULO IV

IGUALDAD DE OPORTUNIDADES

CAPÍTULO 2

DE LA GARANTÍA DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES

Art. 80.- Gratuidad de la educación superior pública hasta el tercer nivel.-
Se garantiza la gratuidad de la educación superior pública hasta el tercer nivel. La gratuidad observará el criterio de responsabilidad académica de los y las estudiantes, de acuerdo con los siguientes criterios:

a) La gratuidad será para los y las estudiantes regulares que se matriculen en por lo menos el sesenta por ciento de todas las materias o créditos que permite su malla curricular en cada período, ciclo o nivel:

- b) La gratuidad será también para los y las estudiantes que se inscriban en el nivel preuniversitario, prepolitécnico o su equivalente, bajo los parámetros del Sistema de Nivelación y Admisión;
- c) La responsabilidad académica se cumplirá por los y las estudiantes regulares que aprueben las materias o créditos del período, ciclo o nivel, en el tiempo y en las condiciones ordinarias establecidas. No se cubrirán las segundas ni terceras matrículas, tampoco las consideradas especiales o extraordinarias:
- d) El Estado, por concepto de gratuidad, financiará una sola carrera o programa académico de tercer nivel por estudiante. Se exceptúan los casos de las y los estudiantes que cambien de carrera o programa, cuyas materias puedan ser revalidadas;
- f) Se prohíbe el cobro de rubros por utilización de laboratorios, bibliotecas, acceso a servicios informáticos e idiomas. Utilización de bienes y otros. Correspondientes a la escolaridad de los y las estudiantes universitarios y politécnicos:
- g) Para garantizar un adecuado y permanente financiamiento del Sistema de Educación Superior y la gratuidad. La Secretaría Nacional de Educación Superior. Ciencia. Tecnología e Innovación desarrollará un estudio de costos por carrera/programa académico por estudiante, el cual será actualizado periódicamente;

Pregunta científica a contestar

Para deducir varios indicios en la realización del proyecto de titulación se ha planteado la siguiente pregunta:

¿Cree usted que se mejorara el control de asistencia a clase de los estudiantes de las IES mediante un sistema de reconocimiento de rostros?

Definiciones conceptuales

Píxel: Unidad básica de una imagen digitalizada en pantalla a base de puntos de color o en escala de grises (Oxford Dictionaries, 2017b).

Imagen: Es una matriz, de píxeles cuadrados (elementos de imagen) dispuestos en Columnas y filas.

Procesamiento digital de imágenes: Es el análisis y la manipulación de una imagen digitalizada, especialmente con el fin de mejorar su calidad.

Meta análisis: Conjunto de herramientas estadísticas, que son útiles para sintetizar los datos de una colección de estudios.

Algoritmo: Conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite hacer un cálculo y hallar la solución de un tipo de problemas (Oxford Dictionaries, 2017a).

Método: Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2017).

Metodología: Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

Prototipo: Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica (Oxford Dictionaries, 2017c).

Sistema: Conjunto de elementos o partes coordinadas que responden a una ley, o que, ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a determinado objeto o función (Oxford University Press, 2017).

Línea de tiempo: Es una técnica que se utiliza para ordenar y registrar datos cronológicos como fechas y períodos de tiempo de forma clara y didáctica sobre un tema en específico.

Prosopagnosia: Enfermedad que afecta parte cognoscitiva del cerebro que incapacita el reconocer e identificar rostros previamente vistos (Rivolta, 2013).

Ineficiencia: Incapacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

Lenguaje de programación: Un sistema de símbolos y reglas definidos con precisión para escribir programas de computadora (Oxford University Press, 2017).

Python: Es ampliamente utilizado como lenguaje de programación de alto nivel para programación de propósito general, es poderoso, rápido y corre en diferentes sistemas operativos (Python Software Foundation, 2017).

Opencv: Es una biblioteca de funciones de programación dirigida principalmente a la visión por computador en tiempo real, bajo una licencia BSD (OpenCV Team, 2017).

NumPy: Es un paquete fundamental para la computación científica en Python. Está licenciado bajo la licencia BSD, lo que permite la reutilización con pocas restricciones (NumPy Organization, 2017)

Matplotlib: Es una biblioteca de trazado de Python 2D que produce figuras de calidad en una variedad de formatos impresos y entornos interactivos a través de plataformas (Matplotlib Development Team, 2017).

Licencia BSD: Es una clase de licencias extremadamente simples y muy liberales para el software de computadora que fue desarrollado originalmente en la Universidad de California en Berkeley (UCB) (The linux Information Project, 2005).

CAPITULO III

PROPUESTA TECNOLÓGICA

En el presente proyecto tiene como finalidad realizar un prototipo que utilice técnicas de reconocimiento facial proporcionado por OpenCV, para poder controlar la gestión de asistencia a clase de estudiantes en un paralelo.

El prototipo proporciona la funcionalidad mínima para demostrar que un sistema de reconocimiento facial necesita estar bajo un ambiente controlado de factores externos como luminosidad, oscuridad, desenfoque, entre otros. Por tal motivo, se presenta la arquitectura necesaria para poder implementar la idea del prototipo de reconocimiento facial en un futuro proyecto.

El prototipo está desarrollado en Python debido a ser un lenguaje de programación de código abierto compatible con la Licencia Pública General (GNU). Donde se utilizó la librería OpenCV que permite el funcionamiento de librerías de visión artificial, y así desarrollar el método Viola-Jones que permite detectar rostros humanos en videos e imágenes, mientras el algoritmo eigenfaces permite realizar el reconocimiento facial según los rostros que previamente se tengan registrados en la base de conocimiento.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Factibilidad operacional

El prototipo que se diseñó para proponer un control de asistencia a clase mediante técnicas de reconocimiento facial permite a los docentes y estudiantes a adaptarse sumamente rápido a esta tecnología debido a ser reconocimiento facial un tecnología no intrusiva.

Cuadro N. 4

Análisis Comparativo De Tecnologías Usadas Para Reconocer Personas

| Característica | Ventajas | Desventajas |
|------------------------|--|---|
| Reconocimiento de iris | 1. Muy alta precisión. 2. El tiempo de verificación es menor. | 1. Intrusivo. 2. Muy caro. |
| Escaneo de retina | 1. Confiable. 2. Muy precisa y eficiente para identificar a individuos. | 1. El dispositivo se puede utilizar uno a la vez. 2. Mucho tiempo para la gran multitud. |

| | | |
|------------------------------|--|--|
| | | 3. Susceptible de ser vandalizado. |
| Reconocimiento de voz | 1. Ayuda a las personas que tienen problemas con las manos en el trabajo. | 1. La persona necesita estar en estrecho contacto con el dispositivo. 2. No es confiable. 3. Menos exacta con la voz de fondo. |
| Geometría de la mano | 1. Fácil integración en dispositivos y sistemas. 2. La cantidad de datos requerida para identificar de forma exclusiva a un usuario en un sistema es pequeña. | 1. Muy caro. 2. Tamaño considerable. 3. No es válido para personas con artritis, ya que no pueden poner la mano en el escáner correctamente. |
| Huella dactilar | 1. Confiable Muy preciso y eficiente para identificar a los individuos. | 1. El dispositivo se puede utilizar uno a la vez. 2. Mucho tiempo para la gran multitud. |

| | | |
|------------------------------|---|--|
| | | 3. Contacto directo con el instrumento. |
| Firma | <ul style="list-style-type: none"> 1. No intrusivo. 2. Menos tiempo de verificación. 3. Tecnología barata. | <ul style="list-style-type: none"> 1. No es fiable ya que las firmas pueden copiarse si es fácil. 2. No coherencia en cada firma hecha por un individuo. |
| Reconocimiento facial | <ul style="list-style-type: none"> 1. No intrusivo. 2. Tecnología barata. 3. Menos tiempo. | <ul style="list-style-type: none"> 1. No se pueden detectar caras parciales. 2. No puede detectar rostros con iluminación inadecuada, variaciones de posición, oclusión. |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: (Surekha, Kanchan Jayant Nazare, Raju, & Dey, 2017)

Cabe indicar que no hubo el suficiente apoyo por parte de la dirección de la CISC, debido a que en la etapa de planificación del proyecto se realizó una solicitud al director de la carrera para pedir autorización de tomar fotos

a los rostros de estudiantes de cursos ya establecidos previamente, por tal motivo se utilizó los rostros de varios colegas que cursan un curso en la UG, ya que dieron toda la apertura en el proyecto para sacar fotos de sus rostros y así poder hacer pruebas de campo para medir la factibilidad del prototipo.

Actualmente el control de asistencia a clase lo realiza el docente en cada materia durante las horas que tenga clase en un día específico. Este proceso tiende a ser tedioso y lento porque se lleva manualmente en hojas, o en el mejor de los casos a través de un computador donde se registra la asistencia de cada alumno que asistió a dicha materia, cabe indicar que las IES están normadas a tener máximo 40 alumnos matriculados en un salón de clase, para no perder la calidad en la educación.

En el cuadro número 3, se muestra un análisis comparativo de las distintas tecnologías biométricas usadas en el campo de la seguridad para acceso a instalaciones, donde se muestra que el reconocimiento facial es la tecnología más viable por no ser intrusiva al momento de capturar la identidad de los individuos a reconocer, además de tener un menor tiempo de procesamiento para identificar personas, lo que permite abaratar los costos del proyecto.

Factibilidad técnica

El análisis de factibilidad técnica evalúa si el Hardware y Software están disponibles (en el caso del Software, si puede desarrollarse) y si tienen las capacidades técnicas requeridas por cada alternativa del diseño que se esté considerando. Los estudios de factibilidad técnica también consideran el intercambio de información por medio de las interfaces entre los sistemas actuales y nuevos.

Cuadro N. 5

Requerimientos De Hardware

| CARACTERÍSTICAS | ESPECIFICACIONES |
|--------------------------|---|
| Sistema Operativo | Windows 7 Professional SP1 |
| Tipo del S.O. | 64 Bits |
| Memoria RAM | 4 GB |
| Procesador | 2,2 GHz Intel Core i7-3632QM |
| Disco Duro | 500 GB |
| Marca | HP |
| Modelo | Pavilion g6 2319ss |
| Cámara | Cámara web HP TrueVision con micrófono digital integrado |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Este proyecto es factible técnicamente, debido a tener el hardware y software necesarios para el diseño del prototipo de reconocimiento facial, y esto permite utilizar los métodos de detección y reconocimiento de rostros que existen en la actualidad, debido a contar con la capacidad de desarrollar en el lenguaje Python, se van a detallar los requerimientos para la consecución del proyecto.

Cuadro N. 6

Requerimientos De Software

| HERRAMIENTA | CARACTERÍSTICA |
|---------------------------------|--|
| Sistema Operativo | Windows 7 Professional SP1 64 Bits o superior. |
| IDE | Wing IDE Personal 6.0 |
| Lenguaje de programación | Python 2.7.13 |
| Librería | OpenCV 3.2.0 |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Factibilidad Legal

El proyecto es factible legalmente, porque no infringe ninguna ley ya establecida en nuestro país, debido, a lo regido en la Constitución de la República del Ecuador en los artículos 3 #5, 22, 388, entre otros; además de la Ley Orgánica de Educación Superior en el artículo 80, y el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación en el artículo 1.

Factibilidad Económica

El desarrollo del prototipo es factible económicamente porque contamos con herramientas open source, debido a que durante la investigación de las bases teóricas sobre detección y reconocimiento facial se determinaron los recursos necesarios para diseñar dicho prototipo, evaluando los costos y beneficios del proyecto, por lo que no se necesitará realizar compras de licencias que llevaría a incrementar el costo real del proyecto.

Teniendo en cuenta que el desarrollo de un proyecto de reconocimiento facial representa una baja inversión, en contraste a otros sistemas biométricos para identificar personas, resulta viable la construcción de este prototipo debido a ser el costo real de inversión bajo referente al costo total del proyecto.

Cuadro N. 7

Presupuesto Del Proyecto

| Cant. | Recursos | Descripción | Tiempo | Costo total del proyecto | Costo real invertido |
|--------------|----------------------|---------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1 | Laptop | Desarrollador | - | \$1200 | \$0 |
| 1 | Desarrollador | Proyecto de titulación | 4 meses | \$640 | \$0 |
| 1 | Transporte | Desarrollador | 4 meses | \$400 | \$400 |
| 1 | Alimentación | Desarrollador | 4 meses | \$300 | \$300 |
| | Útiles de oficina | Desarrollador | - | \$230 | \$230 |
| | Internet | Desarrollador | 4 meses | \$160 | \$160 |
| Total | | | | \$2930 | \$1090 |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Etapas de la metodología del proyecto

Este proyecto de titulación engloba un conjunto de metodologías, en primer lugar para definir las bases teóricas se utilizaron metodologías de investigación tradicionales, como el método científico, método analítico-sintético, método inductivo-deductivo; y como segunda instancia se utilizó la metodología de desarrollo Prototipado Rápido. Así se pudo determinar conceptos claves para definir la realidad y actualidad del tema.

Metodologías de investigación tradicional

Método científico:

Este método tradicional de investigación permitió basarse en lo empírico para establecer procedimiento de observación sistemática, y experimental de las técnicas del PDI, lo que permitió hacer analizar la hipótesis del prototipo de reconocimiento facial y determinar que el proyecto es factible. Por ser un camino usado y valorado como lenguaje universal entre la mayoría de los investigadores para llegar al conocimiento científico. Nos permite demostrar a través de la experimentación de un prototipo de reconocimiento facial, como este tipo de tecnologías son precisas y seguras a implementar en ambientes controlados de factores externos.

Analítico sintético:

El método se aplicó para elaborar el marco teórico, las demostraciones del estudio desarrolladas en el meta-análisis para una óptima interpretación de

aspectos técnicos como los estudios, aplicaciones, herramientas que se están usando para el desarrollo de numerosas investigaciones sobre el reconocimiento facial, las conclusiones del proyecto.

Inductivo-Deductivo:

Por medio de este método se identificó y definió el problema, se formuló la hipótesis, coleccionó, organizó y analizó los datos que se tienen de la investigación de las técnicas del PDI, los métodos de detección facial y reconocimiento facial. Por lo tanto, permitió establecer criterios de exclusión e inclusión durante el proceso de establecimiento de la problemática, y toda la información de los temas investigados para formular las conclusiones y verificar, rechazar o modificar la hipótesis planteada.

Metodología de desarrollo

Metodología Prototipado Rápido (MPR)

Para el diseño del prototipo de reconocimiento facial basado en el control de asistencia a clases se utilizó la MPR, que permite construir un modelo del producto final, ya que un prototipo es cualquier intento de realizar cualquier aspecto del contenido de software (Arnowitz et al., 2007).

Lo cual permite realizar varias etapas para llegar al prototipo final, estas se describen de a continuación:

Fases

Recolección de requerimientos

En esta primera fase se establecieron reuniones entre el desarrollador del prototipo y uno de los usuarios, en este caso es el Tutor de Tesis, donde se recaba la información del problema a resolver, se analizó juntos cuáles son sus requerimientos y objetivos para realizar el proyecto y llegar a la solución del mismo.

De una manera más amplia se observó todo el proceso actual para tomar asistencia en un salón de clase de la CISC. Por lo tanto, se estableció este proceso en el siguiente gráfico, lo cual inician los docentes de forma manual, y luego comienzan a nombrar a cada estudiante para ir marcando en su registro la asistencia de ese día clase. Así se determinó que este proceso es ineficiente y tiende a ser tedioso para los docentes que llegan a tener alrededor de 40 alumnos en cada curso.

Este método tradicional hace difícil autenticar o verificar si cada alumno está presente en un gran ambiente de clase. Esto implica otro trabajo manual de calcular el porcentaje de asistencia, que en las IES se tiene estipulado el porcentaje mínimo de 70% que el alumno debe tener para no perder la materia por faltar a clases.

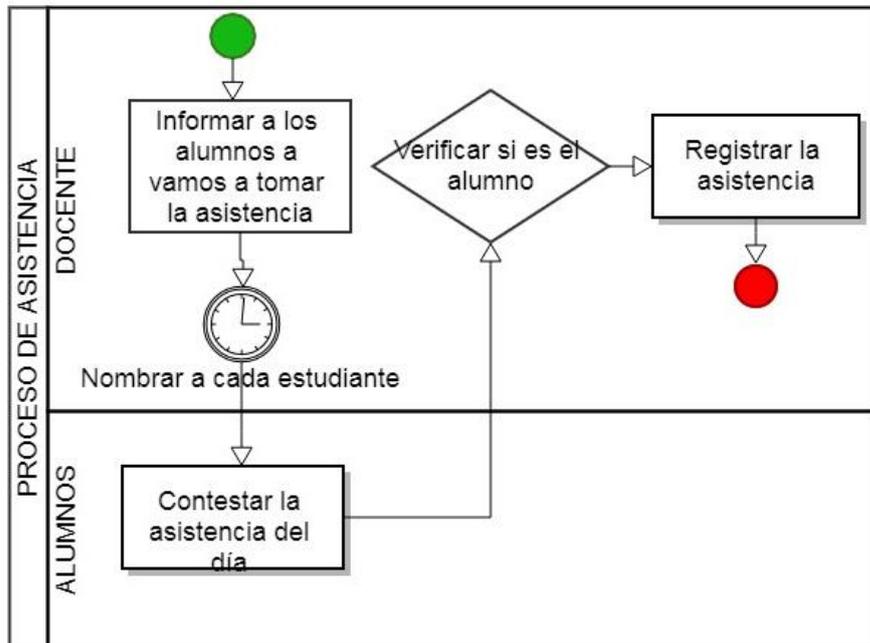


Gráfico N. 9 Proceso Actual Del Control De Asistencia

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Raul Nassib Hidalgo Veliz

El gráfico del proceso actual del control de asistencia se realizó bajo la Notación y Modelo de Proceso de Negocio (BPMN), siendo esta una notación gráfica estandarizada que permite establecer todos los involucrados en el proceso de una manera fácil y entendible, además es apoyado por un gran número de compañías proveedores de tecnología de la información (Patrice Briol, 2013). Entre los involucrados de este proceso se estableció el docente y los alumnos.

Se identificaron a los actores del proyecto mediante un análisis de involucrados, que permitió realizar la interpretación de los intereses, necesidades y expectativas, y así establecer para cada rol que tipo de involucrado es, directo o indirecto. Entre los involucrados directos tenemos al director de proyecto, al Director de la CISC y al tutor de la tesis.

Se realizó una valoración de los involucrados mediante la matriz de Poder-Interés para una mayor interpretación de las estrategias que hemos planteado en el diseño del prototipo de reconocimiento facial, y así tener a los involucrados directos e indirectos con un mayor interés en este trabajo.

Cuadro N. 8

Lista De Involucrados Del Proyecto

| Lista de involucrados | Tipo |
|------------------------------|-------------|
| Profesores | Indirecto |
| Estudiantes | Indirecto |
| Director de carrera | Directo |
| Padres de familia | Indirecto |

| | |
|-------------------------|-----------|
| Ministerio de Educación | Indirecto |
| Decano | Indirecto |
| Director de proyecto | Directo |
| Tutor | Directo |
| Revisor | Indirecto |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la investigación

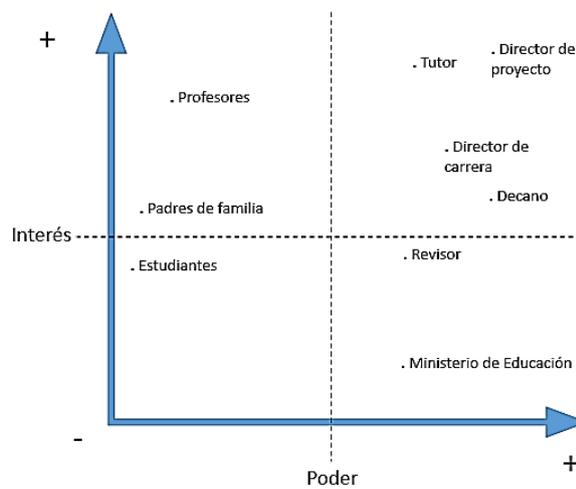


GRÁFICO N. 10 MATRIZ PODER-INTERÉS

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Diseño rápido

Se establecieron dos versiones durante la esta fase donde se diseñó el prototipo que detectar rostros humanos y luego que reconozca a la persona que estaba en frente de la cámara web.

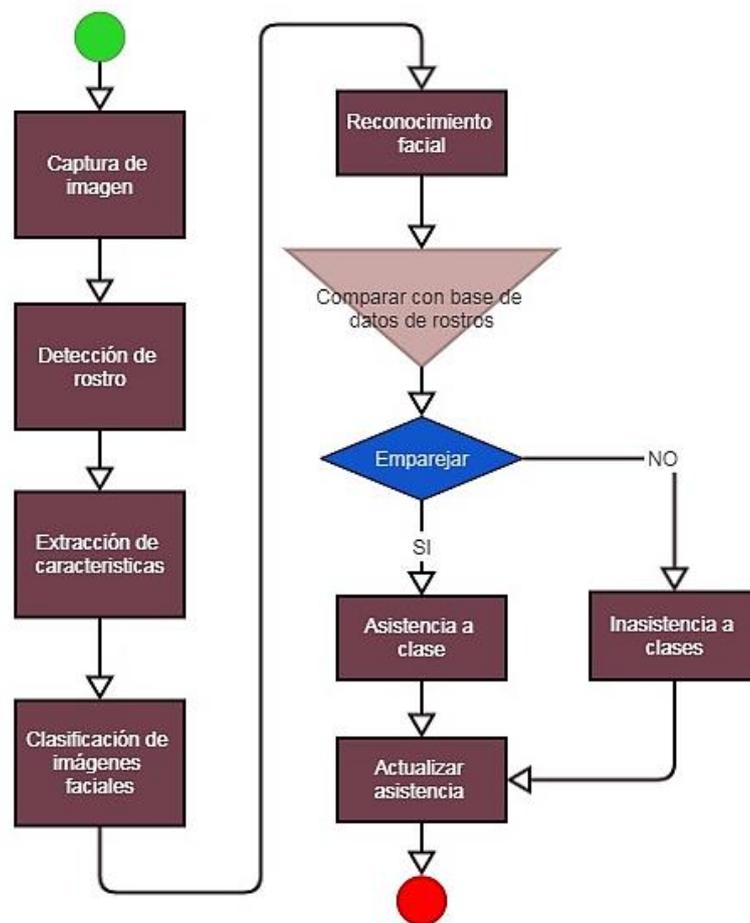


Gráfico N. 11 Flujo De Proceso Para Controlar La Asistencia Basado En El Reconocimiento Facial

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Durante esta etapa se diseñó la solución al problema de detección y reconocimiento facial aplicado a la sistematización del proceso actual de controlar la asistencia en un salón de clase.

Análisis: Se procedió a analizar los requerimientos, según los datos que se obtuvo de la fase de recolección de requerimientos, lo que permitió ir alineados a la planificación del proyecto de titulación.

Diseño: Se realizó el diseño el prototipo de detección y reconocimiento facial, por lo cual, se estableció el flujo de proceso de controlar la asistencia por medio de este prototipo.



Gráfico N. 12 Prototipo De Detección Facial
Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Construcción de prototipo

Con la información ya obtenida, se procede a escoger el lenguaje de programación para realizar el prototipo de detección y reconocimiento facial, por lo cual, se escogió Python y la librería OpenCV, que permite dar la funcionalidad para procesamiento de imágenes, es necesario instalar otros paquetes como NumPy y Matplotlib. Debido a facilitar la utilización de instrucciones de visión artificial.

Evaluación del prototipo por parte del usuario

El prototipo es evaluado por el cliente, el cual está encargado de comprobar si el prototipo cumple con los requerimientos necesario para resolver el problema de la ineficiencia en la primera fase de la metodología, el cliente puede enviarlo a corregir por nuevos requerimientos no mencionados para el desarrollo del software o puede aprobarlo, después de la aceptación el diseño del prototipo ya no cambia.



Gráfico N. 13 Pruebas Del Prototipo Por El Usuario

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Información

Refinamiento del prototipo

Durante esta fase se trabajó en mejorar la funcionalidad del prototipo de reconocimiento facial, debido a recibir el informe de las correcciones que fueron planteadas por el usuario, de esta forma se tendrá que cubrir las falencias encontradas de la propuesta, por lo tanto, se realizó las correcciones y debidas aceptaciones por el usuario, y así alinearse a los objetivos planteados del proyecto de titulación.

Producto de ingeniería

En esta fase se la entrega de la propuesta, que fue verificado por el usuario en el entorno donde se ejecutara el funcionamiento del prototipo, como es un salón de clase de la CISC y validada la funcionalidad del prototipo para una futura puesta en marcha.

Diseño de Casos de uso y Diagramas de Secuencia

A través de los casos de usos se logra describir e identificar la funcionalidad y el funcionamiento del prototipo desde la perspectiva de los usuarios finales, así servirá como una terminología para ser entendida la propuesta. Por lo tanto, se mantuvo una participación activa del usuario para tener una total precisión del proceso de controlar la asistencia de alumnos por medio del prototipo de reconocimiento facial.

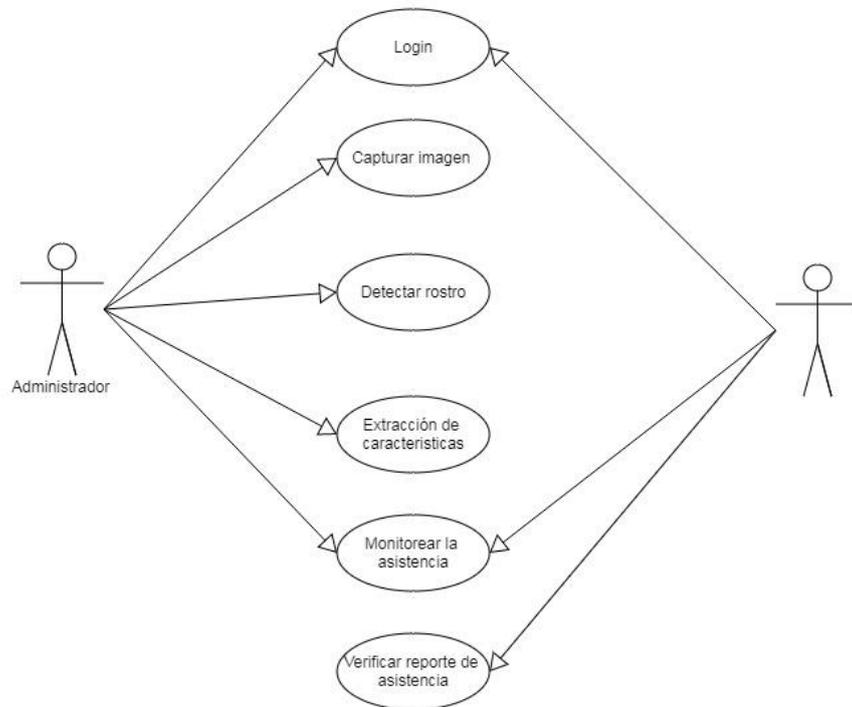


Gráfico N. 14 Diagrama Esencial De Caso De Uso

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigacion

Arquitectura del Sistema

La arquitectura del prototipo de detección de estudiantes para tener un control de asistencia en un paralelo se muestra en el siguiente gráfico. Para entender la funcionalidad y el funcionamiento de la propuesta de forma fácil y simple de comprender. Para que el prototipo funcione debe estar bajo un ambiente controlado de factores externos como condiciones de iluminación, orientación de la cámara y la posición de la cara de los alumnos en el salón de clase.

Por lo tanto, necesitaremos de los siguientes dispositivos de hardware para que el prototipo funcione: En primer lugar, la laptop debe tener una cámara web activa que permita capturar la imagen del salón de clase, para poder percibir los rostros de los alumnos. Cuando el algoritmo de detección de caras por medio de la cámara detecte a los alumnos se aplica técnicas de PDI, para mejorar la imagen para tener un óptimo procesamiento. Por lo cual, se transforma las rostros de los alumnos en imágenes en escala de grises. Y luego se recorta la cara del estudiante para ser comparada con la base de datos de los alumnos. Y así tener un control de asistencia de un curso.

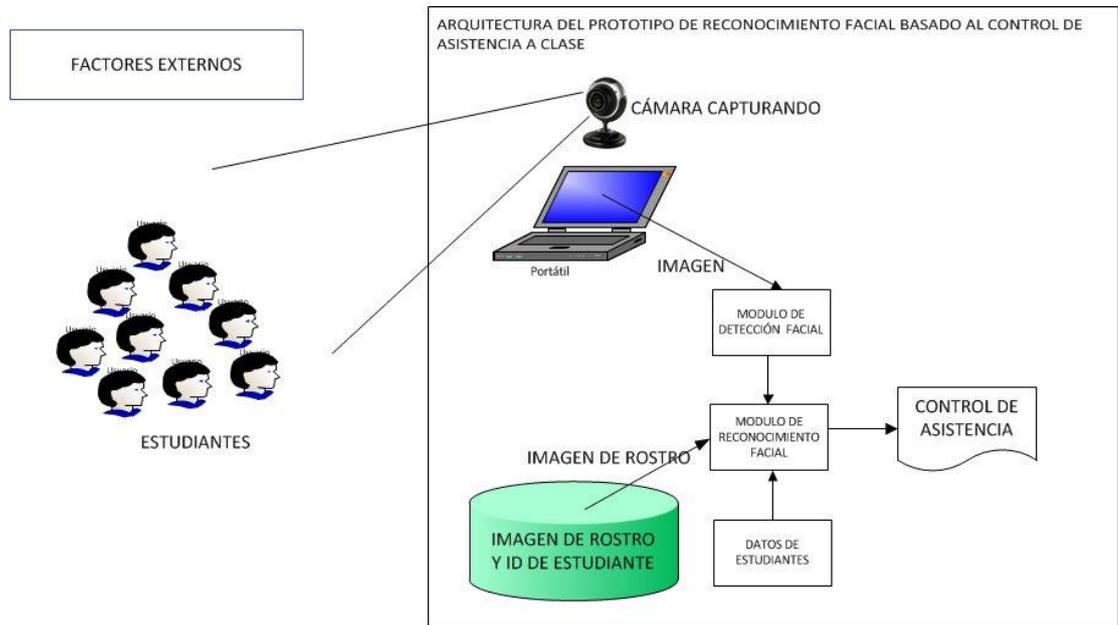


Gráfico N. 15 Arquitectura Del Sistema

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Actas de Aceptación de Sistema

Cabe recalcar que el prototipo va a ser probado en la CISC, por lo tanto, se realizó una solicitud al entonces Director de la carrera, donde se negó rotundamente el poder tomar fotos de los estudiante de cursos designados en la fase de recolección de requerimientos para tener una muestra más grande para realizar el prototipo. Donde se indicó que existirían problemas de privacidad de los alumnos a los cuales le iba a tomar fotos, pero como se indica en la sección de factibilidad legal no existe ninguna ley que nos prohíbe realizar este tipo de proyecto, ya que se tiene el previo permiso por parte de los alumnos para tomar fotos.

Fuentes

Método Viola-Jones

Mediante el método Viola-Jones que puede ser interpretado a un tipo de lenguaje de programación que proporcione la utilización de la librería OpenCV, con lo cual, permita crear programas con funcionalidad abarcan una gran gama de procesos en el área de visión artificial, visión robótica, reconocimientos de objetos, entre otros.

A continuación se presenta el algoritmo Viola-Jones, el primer sistemas de detección facial en tiempo real. Se descifrará el algoritmo para entender como realiza una detección precisa y rápida. Por tal motivo, se necesita seguir las siguientes ordenes detalladas en forma de algoritmo: Crear un Clasificador con características Haar, crear una imagen integral para el computo de entidades, seleccionar las características a través de Adaboost y por ultimo asignar a un clasificar en cascada para una eficiente asignación de recursos computacionales (Y.-Q. Wang, 2014).

Algoritmo 1 Clasificador con características parecidas a Haar

1: **Input:** a 24x24 image with zero mean and unit variance

2: **Output:** a $d \times 1$ scalar vector with its feature index f ranging from 1 to d

3: Set the feature index $f \leftarrow 0$

4: Compute feature type (a)

5: **for** all (i, j) such that $1 \leq i \leq 24$ and $1 \leq j \leq 24$ **do**

6: **for** all (w,h) such that $i+h-1 \leq 24$ and $j+2w-1 \leq 24$ **do**

7: compute the sum S1 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

8: compute the sum S2 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+w, j+2w-1]$

9: record this feature parametrized by (1, i, j,w,h): $S1 - S2$

10: $f \leftarrow f+1$

11: **end for**

12: **end for**

13: Compute feature type (b)

14: **for** all (i, j) such that $1 \leq i \leq 24$ and $1 \leq j \leq 24$ **do**

15: **for** all (w,h) such that $i+h-1 \leq 24$ and $j+3w-1 \leq 24$ **do**

16: compute the sum S1 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

17: compute the sum S2 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+w, j+2w-1]$

18: compute the sum S3 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+2w, j+3w-1]$

19: record this feature parametrized by (2, i, j,w,h): $S1 - S2 + S3$

20: $f \leftarrow f+1$

21: **end for**

22: **end for**

23: Compute feature type (c)

24: **for** all (i, j) such that $1 \leq i \leq 24$ and $1 \leq j \leq 24$ **do**

25: **for** all (w,h) such that $i+2h-1 \leq 24$ and $j+w-1 \leq 24$ **do**

26: compute the sum S1 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

27: compute the sum S2 of the pixels in $[i+h, i+2h-1] \times [j, j+w-1]$

28: record this feature parametrized by $(3, i, j, w, h)$: $S1 - S2$

29: $f \leftarrow f+1$

30: **end for**

31: **end for**

32: Compute feature type (d)

33: **for** all (i, j) such that $1 \leq i \leq 24$ and $1 \leq j \leq 24$ **do**

34: **for** all (w, h) such that $i+3h-1 \leq 24$ and $j+w-1 \leq 24$ **do**

35: compute the sum S1 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

36: compute the sum S2 of the pixels in $[i+h, i+2h-1] \times [j, j+w-1]$

37: compute the sum S3 of the pixels in $[i+2h, i+3h-1] \times [j, j+w-1]$

38: record this feature parametrized by $(4, i, j, w, h)$: $S1 - S2 + S3$

39: $f \leftarrow f+1$

40: **end for**

41: **end for**

42: Compute feature type (e)

43: **for** all (i, j) such that $1 \leq i \leq 24$ and $1 \leq j \leq 24$ **do**

44: **for** all (w, h) such that $i+2h-1 \leq 24$ and $j+2w-1 \leq 24$ **do**

45: compute the sum S1 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

46: compute the sum S2 of the pixels in $[i+h, i+2h-1] \times [j, j+w-1]$

47: compute the sum S3 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+w, j+2w-1]$

```

48:         compute the sum S4 of the pixels in [i+h, i+2h-1]×[j +w, j +2w
-1]
49:         record this feature parametrized by (5, i, j,w,h): S1 -S2 -S3
+S4
50:         f←f+1
51:     end for
52: end for

```

Algoritmo 2 Imagen Integral

```

1: Input: an image I of size N xM.
2: Output: its integral image II of the same size.
3: Set II(1, 1) = I(1, 1).
4: for i = 1 to N do
5:     for j = 1 to M do
6:         II(i, j) = I(i, j) + II(i, j - 1) + II(i - 1, j) - II(i - 1, j - 1) and II is
defined to be zero whenever its argument (i, j) ventures out of
I's domain.
7:     end for
8: end for

```

Algoritmo 3 Escala de Características

1: **Input:** an $e \times e$ image with zero mean and unit variance ($e \geq 24$)

2: **Parameter:** a Haar-like feature type and its parameter (i, j, w, h) as defined in Algorithm 1

3: **Output:** the feature value

4: **if** feature type (a) **then**

5: set the original feature support size $a \leftarrow 2wh$

6: $i \leftarrow \lfloor Jie/24K \rfloor, j \leftarrow \lfloor Jje/24K \rfloor, h \leftarrow \lfloor Jhe/24K \rfloor$ where $\lfloor z \rfloor$ defines the nearest integer to $z \in \mathbb{R}^+$

7: $w \leftarrow \max\{\kappa \in \mathbb{N} : \kappa \leq \lfloor J1+2we/24K/2 \rfloor, 2\kappa \leq e-j+1\}$

8: compute the sum $S1$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

9: compute the sum $S2$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+w, j+2w-1]$

10: return the scaled feature $\frac{(S1-S2)a}{2wh}$

11: **end if**

12: **if** feature type (b) **then**

13: set the original feature support size $a \leftarrow 3wh$

14: $i \leftarrow \lfloor Jie/24K \rfloor, j \leftarrow \lfloor Jje/24K \rfloor, h \leftarrow \lfloor Jhe/24K \rfloor$

15: $w \leftarrow \max\{\kappa \in \mathbb{N} : \kappa \leq \lfloor J1+3we/24K/3 \rfloor, 3\kappa \leq e-j+1\}$

16: compute the sum $S1$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

17: compute the sum $S2$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+w, j+2w-1]$

18: compute the sum $S3$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+2w, j+3w-1]$

19: return the scaled feature $\frac{(S1-S2+S3)a}{3wh}$

20: **end if**

21: **if** feature type (c) **then**

22: set the original feature support size $a \leftarrow 2wh$

23: $i \leftarrow Jie/24K, j \leftarrow Jje/24K, w \leftarrow Jwe/24K$

24: $h \leftarrow \max\{\kappa \in \mathbb{N} : \kappa \leq J1+2he/24K/2, 2\kappa \leq e-i+1\}$

25: compute the sum $S1$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

26: compute the sum $S2$ of the pixels in $[i+h, i+2h-1] \times [j, j+w-1]$

27: return the scaled feature $\frac{(S1-S2)a}{2wh}$

28: **end if**

29: **if** feature type (d) **then**

30: set the original feature support size $a \leftarrow 3wh$

31: $i \leftarrow Jie/24K, j \leftarrow Jje/24K, w \leftarrow Jwe/24K$

32: $h \leftarrow \max\{\kappa \in \mathbb{N} : \kappa \leq J1+3he/24K/3, 3\kappa \leq e-i+1\}$

33: compute the sum $S1$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

34: compute the sum $S2$ of the pixels in $[i+h, i+2h-1] \times [j, j+w-1]$

35: compute the sum $S3$ of the pixels in $[i+2h, i+3h-1] \times [j, j+w-1]$

36: return the scaled feature $\frac{(S1-S2+S3)a}{3wh}$

37: **end if**

38: **if** feature type (e) **then**

39: set the original feature support size $a \leftarrow 4wh$

40: $i \leftarrow Jie/24K, j \leftarrow Jje/24K$

41: $w \leftarrow \max\{\kappa \in \mathbb{N} : \kappa \leq J1+2we/24K/2, 2\kappa \leq e-j+1\}$

42: $h \leftarrow \max\{\kappa \in \mathbb{N} : \kappa \leq J1+2he/24K/2, 2\kappa \leq e-i+1\}$

43: compute the sum $S1$ of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j, j+w-1]$

44: compute the sum $S2$ of the pixels in $[i+h, i+2h-1] \times [j, j+w-1]$

45: compute the sum S_3 of the pixels in $[i, i+h-1] \times [j+w, j+2w-1]$

46: compute the sum S_4 of the pixels in $[i+h, i+2h-1] \times [j+w, j+2w-1]$

47: return the scaled feature $\frac{(S_1 - S_2 - S_3 + S_4)a}{4wh}$

48: **end if**

Algoritmo 4 Decisión Stump por la búsqueda exhaustiva

1: **Input:** n training examples arranged in ascending order of feature π_{fxi1}
 $\pi_{fxi2} \leq \dots \leq \pi_{fxin}$, probabilistic example weights $(w_k)_{1 \leq k \leq n}$.

2: **Output:** the decision stump's threshold τ , toggle T , error E and margin M .

3: **Initialization:** $\tau \leftarrow \min_{1 \leq i \leq n} \pi_{fxi} - 1$, $M \leftarrow 0$ and $E \leftarrow 2$ (an arbitrary upper bound of the empirical loss).

4: Sum up the weights of the positive (resp. negative) examples whose f -th feature is bigger than the present threshold: $W_1^+ \leftarrow \sum_{i=1}^n w_i 1_{y_i=1}$ (resp. $W_1^- \leftarrow \sum_{i=1}^n w_i 1_{y_i=-1}$).

5: Sum up the weights of the positive (resp. negative) examples whose f -th feature is smaller than the present threshold: $W_{-1}^+ \leftarrow 0$ (resp. $W_{-1}^- \leftarrow 0$).

6: Set iterator $j \leftarrow 0$, $\tau \leftarrow \tau$ and $M \leftarrow M$.

7: **while true do**

8: Select the toggle to minimize the weighted error: $\text{error}^+ \leftarrow W_{-1}^- + W_1^+$
 -1 and $\text{error}^- \leftarrow W_1^+ + W_{-1}^-$.

9: **if** $\text{error}^+ < \text{error}^-$ **then**

```

10:      E ←error+ and T ←-1.
11:  else
12:      E ←error- and T ←-1.
13:  end if
14:  if E < E or E = E & M > M then
15:    E ← ? E, τ ←? τ, M ← ? M and T ← T .
16:  end if
17:  if j = n then
18:    Break
19:  end if
20:  j ←j +1.
21:  while true do
22:    if yij = -1 then
23:      W- -1 ←W- -1 +wij and W+ -1 ←W+ -1 -wij.
24:    else
25:      W- 1 ←W- 1 +wij and W+ 1 ←W+ 1 -wij.
26:    end if
27:    To find a new valid threshold, we need to handle duplicate
features.
28:    if j = n or πfxij =? πfxij+1 then
29:      Break.
30:    else
31:      j ←j +1.

```

```

32:         end if
33:     end while
34:     if j = n then
35:          $\tau \leftarrow \max_{1 \leq i \leq n} \pi f_{xi} + 1$  and  $M \leftarrow 0$ .
36:     else
37:          $\tau \leftarrow (\pi f_{xij} + \pi f_{xij+1})/2$  and  $M \leftarrow \pi f_{xij+1} - \pi f_{xij}$ .
38:     end if
39: end while

```

Algoritmo 5 Mejor Stump

```

1: Input: n training examples, their probabilistic weights  $(w_i)_{1 \leq i \leq n}$ , number
of features d.
2: Output: the best decision stump's threshold, toggle, error and margin.
3: Set the best decision stump's error to 2.
4: for f = 1 to d do
5:     Compute the decision stump associated with feature f using
Algorithm 4.
6:     if this decision stump has a lower weighted error (3) than the best
stump or a wider margin if the weighted error are the same then
7:         set this decision stump to be the best.
8:     end if
9: end for

```

Algoritmo 6 Adaboost

1: **Input:** n training examples $(x_i, y_i) \in \mathbb{R}^d \times \{-1, 1\}$, $1 \leq i \leq n$, number of training rounds T.

2: **Parameter:** the initial probabilistic weights $w_i(1)$ for $1 \leq i \leq n$.

3: **Output:** a strong learner/committee.

4: **for** t = 1 to T **do**

5: Run Algorithm 5 to train a decision stump h_t using the weights $w \cdot (t)$ and get its weighted error ϵ_t

$$\epsilon_t = \sum_{i=1}^n w_i(t) \mathbf{1}_{h_t(x_i) \neq y_i},$$

6: **if** t = 0 and t = 1 **then**

7: training ends and return $h_1(\cdot)$.

8: **else**

9: set $\alpha_t = \frac{1}{2} \ln \frac{1 - \epsilon_t}{\epsilon_t}$

10: update the weights

$$\forall i, w_i(t+1) = \frac{w_i(t)}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_t} \mathbf{1}_{h_t(x_i) \neq y_i} + \frac{1}{1 - \epsilon_t} \mathbf{1}_{h_t(x_i) = y_i} \right).$$

11: **end if**

12: **end for**

13: Return the rule

$$f^T(\cdot) = \text{sign} \left[\sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(\cdot) \right].$$

Algoritmo 7 Detección de rostros con un clasificador de cascada entrenado por Adaboost

1: **Input:** an $M \times N$ grayscale image I and an L -layer cascade of shifted classifiers trained using Algorithm 10

2: **Parameter:** a window scale multiplier c

3: **Output:** P , the set of windows declared positive by the cascade

4: Set $P = \{[i, i+e-1] \times [j, j+e-1] \subset I : e = \lfloor 24c^k \rfloor, k \in \mathbb{N}\}$

5: **for** $l = 1$ to L **do**

6: **for** every window in P **do**

7: Remove the windowed image's mean and compute its standard deviation.

8: **if** the standard deviation is bigger than 1 **then**

9: divide the image by this standard deviation and compute its features required by the shifted classifier at layer l with Algorithm 3

```
10:           if the cascade's l-th layer predicts negative then
11:               discard this window from P
12:           end if
13:       else
14:           discard this window from P
15:       end if
16:   end for
17: end for
18: Return P
```

CAPÍTULO IV

Resultados Conclusiones y Recomendaciones

Informe de pruebas

Las pruebas realizadas con el prototipo de detección facial fueron realizadas durante el ciclo 1 periodo 2017-2018 en la CISC, donde inicialmente se había solicitado mediante una carta al Director en curso de la carrera el debido permiso para tomar fotos de estudiantes en cursos establecidos previamente.



Gráfico N. 16 Pruebas Del Prototipo En Un Salón De Clase

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Resultados de la Investigación

Por lo tanto, se estableció un grupo de estudio donde cada alumno acepto aparecer en la investigación, y así se obtuvo nuestra muestra con lo cual se tiene la base de datos de rostros de los estudiantes.

Resultados

Por medio de la versión de Python 2.7.13 utilizada para el desarrollo del algoritmo de detección facial. Se logró crear un grupo de entrenamiento para hacer pruebas del prototipo, donde se capturo imágenes de estudiantes de la Universidad de Guayaquil. Donde doce estudiantes fueron escogidos para esta investigación, porque voluntariamente accedieron a que sus rostros aparezcan en la base de datos creada para el modulo del prototipo de detección facial.

Es así como el rostro de cada estudiante fue capturado 20 veces, con lo cual, permitió obtener diferentes poses o expresiones del estudiante para alimentar a la base de datos que va a ser comparada para determinar e identificar a cada individuo, del grupo de entrenamiento también se obtuvieron falsos positivos que dependió del ambiente donde se estaba sacando las fotos

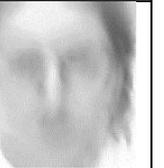
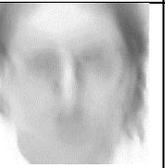
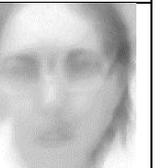
Estos falsos positivos, son errores comunes que están presentes cuando se aplica técnicas de PDI o al momento usar algoritmos de detección de características, extracción de características, detección de objetos, entre otros. En este caso se presentaron por los diferentes ambientes de prueba, como en presencia de mucha iluminación o en escasa iluminación para comprobar la precisión del algoritmo.

Cuadro N. 9

Resultado de Base de Datos de Rostros de Estudiantes al Aplicar Algoritmo de Detección Facial

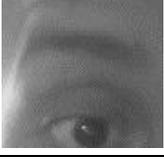
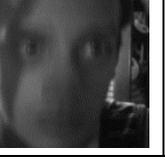
| N° | Identificador | Imágenes de estudiantes | | | |
|----|---------------|---|--|---|---|
| 1 | UG001 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 2 | UG002 |  |  |  |  |

| | | | | | |
|---|-------|---|--|---|---|
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 3 | UG003 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 4 | UG004 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |

| | | | | | |
|---|-------|---|--|---|---|
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 5 | UG005 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 6 | UG006 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |

| | | | | | |
|---|-------|---|--|---|---|
| | |  |  |  |  |
| 7 | UG007 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 8 | UG008 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 9 | UG009 |  |  |  |  |

| | | | | | |
|----|-------|---|--|---|---|
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 10 | UG010 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| 11 | UG011 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |

| | | | | | |
|----|-------|--|---|--|--|
| | |  |  |  |  |
| 12 | UG012 |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |
| | |  |  |  |  |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Resultado de la Investigación

Cuadro De Meta-Análisis De Artículos

Científicos De Acuerdo Al Criterio De Inclusión: Detección Facial Y

Reconocimiento Facial

Para una mejor comprensión del cuadro del Meta-análisis detección facial y reconocimiento facial, cabe indicar que se encuentra como anexo por la cantidad de información que en este se encuentra. Por tal motivo, se

procede a explicar el detalle de cada uno de los campos presentes del meta análisis.

Cuadro N. 10

Campos Del Cuadro Del Meta Análisis

| CAMPOS DEL CUADRO DEL RESUMEN GENERAL | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| BASE DE DATOS CIENTÍFICAS | Indica de que base de datos fue descargado |
| AÑO DE PUBLICACIÓN | Tiempo en el que fue publicado |
| TÍTULO | Título del documento dado por el autor. |
| PALABRAS CLAVES | Etiquetas agregadas por el/los autor/es de la publicación que permiten a los usuarios a encontrar más fácilmente el trabajo. |
| AUTOR/ES | Nombre de las personas que escribieron el artículo. |
| OBJETIVOS | Fin que se quiere alcanzar mostrando de manera clara y |

| | |
|------------------|--|
| | precisa, los resultados de la investigación |
| TRABAJOS FUTUROS | Son metas planteadas por los autores que permiten darle continuidad a este proyecto. |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Conclusiones

- Por medio de la investigación de fundamentos teóricos se logró obtener un meta análisis y una línea de tiempo sobre detección y reconocimiento facial, donde se muestra como esta área de la informática está siendo estudiada y utilizada conjuntamente en varios campos de las ciencias aplicadas para solucionar problemas cotidianos y emergentes.
- Se establecieron los requerimientos de hardware y software en el análisis de factibilidad, además de determinar cuál es el algoritmo óptimo para la detección facial y reconocimiento de rostros, siendo Viola-Jones y Eigenfaces, respectivamente, los métodos que ofrecen una alta tasa de precisión bajo condiciones controladas de iluminación, posición y orientación de la cara.
- Mediante un óptimo flujo de proceso que aplica técnicas de procesamiento digital de imágenes, como la detección de rostros y reconocimiento facial, permitió diseñar un modelo que puede ser enfocado y utilizado al ámbito de controlar la asistencia de alumnos en un paralelo de clase.
- Finalmente, se diseñó un prototipo que emplea métodos de procesamiento digital de imágenes, lo cual permitió detectar rostros

eficazmente bajo un ambiente controlado de factores externos y así llevar una mejor gestión en el registro de estudiantes en un aula.

Recomendaciones

- Se espera que el meta análisis presentado en este trabajo sobre detección facial y reconocimiento de rostros sea de beneficio para estudiantes o profesionales que realicen próximas investigaciones o estudios en esta área de la informática.
- Dado que en la actualidad, los sistemas de reconocimiento facial se emplean en diferentes campos de acción, se debe innovar los procesos de gestionar la asistencia en los paralelos de clase. Por lo tanto, se espera que utilicen el flujo de proceso propuesto en este trabajo para una futura implementación, el cual brinda las metodologías de detección facial y reconocimiento de rostros más usadas por su fiabilidad y precisión.
- Se propone cambiar el paradigma de llevar un control de asistencia de forma manual, a uno automatizado, debido a ser el proceso manual ineficiente y tedioso tanto para profesores y alumnos. Mientras con un sistema informático se obtendrá seguridad que la persona que sea detectada es realmente un alumno de la CISC, así alinearse a las reglas expuestas por la UG, de solo tener a alumnos

matriculados recibiendo clase y no permitir el ingreso de personas ajenas a la institución en un salón de clase.

- El prototipo de detección facial aplicado a gestionar la asistencia a clase puede ser mejorado integrando nuevos módulos de servicio, como un módulo de transmisión de videos del aula, reportes de asistencia, entre otros, o consolidándolo con el sistema actual que maneja de UG, como es el SIUG.
- Establecer una nueva línea de investigación en la UG, sobre visión por computador, debido a que esta área de la informática permite que los dispositivos puedan tener visión para procesar la información que tienen en su entorno cercano, y así ayudar a resolver problemas cotidianos de la comunidad con un gran aporte científico.

Bibliografía

- A. Castillo, J. Ortegón, J. Vázquez, & J. Rivera. (2014). Virtual Laboratory for Digital Image Processing. *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*, 12(6). Retrieved from http://ewh.ieee.org/reg/9/etrans/ieee/issues/vol12/vol12issue6Sept.2014/12TLA6_32Castillo.pdf
- A, V., Hebbar, D., Shekhar, V. S., Murthy, K. N. B., & Natarajan, S. (2015). Two Novel Detector-Descriptor Based Approaches for Face Recognition Using SIFT and SURF. *Procedia Computer Science*, 70, 185–197. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2015.10.070>
- Ahn, R., Bou, D., Partida, A., & Sunu, J. (2012). An overview of methods for image classification. Retrieved from http://web.csulb.edu/~jchang9/m521/m521_sp12_FinalReport_Ray_Bou_Gus_Justin.pdf
- Alvarado, J. D., & Fernández, J. (2012). Análisis de textura en imágenes a escala de grises, utilizando patrones locales binarios (LBP). *ENGI Revista Electrónica de La Facultad de Ingeniería*, 1(1). Retrieved from http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://revistas_electronicas.unicundi.edu.co/index.php/Revistas_electronicas/articulo/view/5&num=1&strip=1&vwsrc=0
- Anderson, T., Whittington, C., & Xue, J. L. (2016). Classes to passes : Is class attendance a determinant of grades in undergraduate engineering subjects? In *AAEE2016 CONFERENCE Coffs Harbour, Australia*. Coffs Harbour, Australia.
- Arnowitz, J., Arent, M., & Berger, N. (2007). *Effective prototyping for software makers* (1st Editio). Elsevier. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=zqWDogXzn2UC&dq=rapid+prototyping++software+engineering+book&source=gbs_navlinks_s
- Avilés Pincay, A. I., & Barcia Salavarría, J. R. (2016). *ELABORAR UN CLASIFICADOR PARA EL PROCESAMIENTO DIGITAL*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

- Bourlai, T. (2016). *Face recognition across the imaging spectrum*. (Springer, Ed.).
- Cellucci, C. (2013). The Analytic-Synthetic Method (pp. 75–94). Springer, Dordrecht. http://doi.org/10.1007/978-94-007-6091-2_5
- Chaudhari, M., Sondur, S., & Vanjare, G. (2015). A Review on Face Detection and study of Viola Jones method. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 25(FEBRUARY 2011), 54–61.
- Deborah, H., Richard, N., & Hardeberg, J. Y. (2014). On the Quality Evaluation of Spectral Image Processing Algorithms. In *2014 Tenth International Conference on Signal-Image Technology and Internet-Based Systems* (pp. 133–140). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SITIS.2014.50>
- Esqueda Elizondo, J. J., & Palafox Maestre, L. E. (2005). *Fundamentos de procesamiento de imágenes*. (UABC, Ed.). Mexicali. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=h4Gj8GuwPVkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Fernández-Higuera, A. A., Velázquez-Rodríguez, C. E., Becerra-García, R. A., García-Bermúdez, R. V., Joya-Caparrós, G., & Velázquez-Mariño, M. (2014). Aplicaciones del Análisis de Componentes Independientes al procesamiento de registros de movimientos oculares sacádicos. In *IV Encuentro Regional de Bioingeniería BioVC 2014*. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4428.3042>
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2017). *Digital Image Processing, 4th Edition*. (Pearson, Ed.) (4th Edition). Prentice Hall. Retrieved from <https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Gonzalez-Digital-Image-Processing-4th-Edition/PGM241219.html#>
- Gonzalez, R., & Woods, R. (2007). *Digital Image Processing. Digital Image Processing*. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2011.02229.x>
- Guida, G., & Tasso, C. (2014). *Topics in expert system design: methodologies and tools* (2nd Editio). North-Holland.
- Han, J.-H., Yang, S., & Lee, B.-U. (2011). A Novel 3-D Color Histogram

- Equalization Method With Uniform 1-D Gray Scale Histogram. *IEEE Transactions on Image Processing*, 20(2), 506–512. <http://doi.org/10.1109/TIP.2010.2068555>
- J Križaj, V. Štruc, & N Pavešić. (2010). Adaptation of SIFT features for face recognition under varying illumination. In *MIPRO 2010: 33rd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics: May 24-28, 2010, Opatija, Croatia*. Croatian Society for Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics.
- Jha, A. (2007). Class Room Attendance System Using Facial Recognition System. *The International Journal of Mathematics Science, Technology and Management*, 2(3), 2319–8125. Retrieved from www.klresearch.org
- Kelly, G. E. (2012). Lecture attendance rates at university and related factors. *Journal of Further and Higher Education*, 36(1), 17–40. <http://doi.org/10.1080/0309877X.2011.596196>
- Kim, K. I., Jung, K., & Kim, H. J. (2002). Face Recognition Using Kernel Principal Component Analysis. *IEEE SIGNAL PROCESSING LETTERS*, 9(2). <http://doi.org/10.1109/97.991133>
- Lino Quimis, D. del R., & Vera Plua, V. H. (2017). *Desarrollo del Sistema de Planificación y Control de Eventos Académicos para el Vicerectorado Académico de la Universidad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17638>
- Lopar, M., & Ribarić, S. (2013). An Overview and Evaluation of Various Face and Eyes Detection Algorithms for Driver Fatigue Monitoring Systems. In *Proceedings of the Croatian Computer Vision Workshop* (pp. 15–18). Zagreb, Croatia.
- Matplotlib Development Team. (2017). Matplotlib: Python trazado - Matplotlib 2.0.2 documentación. Retrieved August 11, 2017, from

<https://matplotlib.org/>

Maximiliano Gutiérrez, H., Guillermo Cassasnovas, F., Oscar Picco, M., & Eduardo, J. (2013). Metodología de prototipado rápido para sistemas embebidos utilizando lógica programable. In *Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información*. Cordova, Argentina. Retrieved from <http://www.conaiisi.unsl.edu.ar/portugues/2013/208-672-1-DR.pdf>

Merchant, B. (2012). Lenna, the First Lady of the Internet - Motherboard. Retrieved August 27, 2017, from https://motherboard.vice.com/en_us/article/z44qg5/meet-lenna-the-first-lady-of-the-internet--2

Milan Sonka, Vaclav Hlavac, R. B. (2014). *Image Processing, Analysis, and Machine Vision - Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle - Google Libros*. (Cengage Learning, Ed.). Retrieved from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QePKAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=digital+image+processing&ots=96hz63I9H0&sig=tBr cEvcyBHV1xgdk6zXiBQ9xSw#v=onepage&q=%22digital image processing%22&f=false>

NumPy Organization. (2017). NumPy — NumPy. Retrieved September 11, 2017, from <http://www.numpy.org/>

OpenCV Team. (2017). OpenCV library. Retrieved September 11, 2017, from <http://opencv.org/>

Oxford Dictionaries. (2017a). algoritmo – definition of algoritmo in Spanish from Oxford Dictionaries. Retrieved August 28, 2017, from <https://es.oxforddictionaries.com/definition/algoritmo>

Oxford Dictionaries. (2017b). píxel – definición de píxel en español del Diccionarios Oxford. Retrieved August 6, 2017, from <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/pixel>

Oxford Dictionaries. (2017c). prototipo – definition of prototipo in Spanish from Oxford Dictionaries. Retrieved August 28, 2017, from <https://es.oxforddictionaries.com/definition/prototipo>

- Oxford University Press. (2017). Oxford Dictionary. Retrieved September 11, 2017, from <https://es.oxforddictionaries.com>
- Patrice Briol. (2013). *BPMN 2.0 Distilled: The Business Process Modeling Notation - Patrice Briol - Google Libros*. (Lulu Press, Ed.). Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=jlVeCAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=BPMN&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjVubvAuarWAhUDGZoKHQfBDgMQuwUILDAA#v=onepage&q=BPMN&f=false>
- Pooja Routhu, & Rohit, R. G. S. (2016). A Survey on Sleepy Eye Detection. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 4(3). Retrieved from http://www.erpublication.org/published_paper/IJETR041343.pdf
- Python Software Foundation. (2017). About Python™ | Python.org. Retrieved September 11, 2017, from <https://www.python.org/about/>
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2017). DLE: método - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved August 28, 2017, from <http://dle.rae.es/?id=P7dyaFK>
- Richter, T. (2016). JPEG on STERIODS: Common optimization techniques for JPEG image compression. *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP, 2016-Augus*, 61–65. <http://doi.org/10.1109/ICIP.2016.7532319>
- Rivolta, D. (2013). *Prosopagnosia : when all faces look the same*. (Springer Science & Business Media, Ed.). Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=2AfABAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Roweis, S. T., & Saul, L. K. (2000). *Nonlinear Dimensionality Reduction by Locally Linear Embedding. Source: Science, New Series* (Vol. 290). Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3081722>
- Saparkhojayev, N., & Guvercin, S. (2012). Attendance Control System based on RFID-technology. *International Journal of Computer Science Issues*, 9(3), 227–230.

- Schutter, T. De. (2014). *Better Software. Faster! : best practices in virtual prototyping*.
- Shi, Y., Fang, H., & Wang, G. (2014). Poissonian image deconvolution via sparse and redundant representations and framelet regularization. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014(December). <http://doi.org/10.1155/2014/917040>
- Siswanto, A. R. S., Nugroho, A. S., & Galinium, M. (2014). Implementation of face recognition algorithm for biometrics based time attendance system. *Proceedings - 2014 International Conference on ICT for Smart Society: "Smart System Platform Development for City and Society, GoeSmart 2014", ICISS 2014*, 149–154. <http://doi.org/10.1109/ICTSS.2014.7013165>
- Surekha, B., Kanchan Jayant Nazare, Raju, S. V., & Dey, N. (2017). Attendance Recording System Using Partial Face Recognition Algorithm. In *Intelligent Techniques in Signal Processing for Multimedia Security* (Vol. 660, pp. 47–64). Springer, Cham. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-44790-2>
- Taleb, I., El, M., Ouis, A., & Mammam, M. O. (2014). Access Control Using Automated Face Recognition based on the PCA and LDA algorithms. In *ISKO-Maghreb: Concepts and Tools for knowledge Management (ISKO-Maghreb), 2014 4th International Symposium* (pp. 1–5). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ISKO-Maghreb.2014.7033455>
- The linux Information Project. (2005). BSD license definition. Retrieved September 11, 2017, from <http://www.linfo.org/bsdlicense.html>
- Tikoo, S., & Malik, N. (2016). Detection , Segmentation and Recognition of Face and its Features using Neural Network, 5(6), 130–136. <http://doi.org/10.17148/IJARCCE.2016.5627>
- Tobias, M. (2010). *Análisis de factibilidad de la implementación de un sistema de asistencia a clase mediante huella dactilar en la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller."* Universidad Autonoma de Tamaulipas.

- Tobin, P., Tobin, L., Blanquer, R. G., McKeever, M., & Blackledge, J. (2017). One-to-cloud one-time pad data encryption: Introducing virtual prototyping with PSpice. In *2017 28th Irish Signals and Systems Conference (ISSC)* (pp. 1–6). <http://doi.org/10.1109/ISSC.2017.7983647>
- Umbaugh, S. E., & Umbaugh, S. E. (2010). *Digital image processing and analysis: human and computer vision applications with CVIPtools*. Taylor & Francis. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=UQTMw5uoGHgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Vicerrectorado de Investigación - Universidad Politécnica de Madrid. (2014). *Biometría - Dossier capacidades y soluciones tecnológicas UPM*. Madrid. Retrieved from [http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado de Investigación/Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación \(OTRI\)/documentos/20120203_UPM_Biometria.pdf](http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Investigacion/Oficina%20de%20Transferencia%20de%20Resultados%20de%20Investigacion%20(OTRI)/documentos/20120203_UPM_Biometria.pdf)
- Wagh, P., Chaudhari, J., Thakare, R., & Patil, S. (2015). Attendance System based on Face Recognition using Eigen face and PCA Algorithms. In *2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)* (pp. 303–308). <http://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2015.7380478>
- Wang, M., Liu, Q., Feng, J., Jiang, Q., Zou, X., & Pan, J. (2014). Recognition of defect structure of graphene by image processing technique. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, *11*(2), 391–395. <http://doi.org/10.1166/jctn.2014.3365>
- Wang, Y.-Q. (2014). An Analysis of the Viola-Jones Face Detection Algorithm. *Image Processing On Line*, *4*, 128–148. <http://doi.org/10.5201/ipol.2014.104>
- Wieggers, K. E. (1996). *Creating a software engineering culture*. Dorset House Pub.
- Wojcik, W., Gromaszek, K., & Junisbekov, M. (2016). Face Recognition:

Issues, Methods and Alternative Applications. In *Face Recognition - Semisupervised Classification, Subspace Projection and Evaluation Methods*. InTech. <http://doi.org/10.5772/62950>

ANEXOS

Anexo 1: Solicitud para tomar fotos en cursos

 **UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**
ESPECIE UNIVERSITARIA – NIVEL PREGRADO

Guayaquil, 10 de julio de 2017

Ing. Roberto Crespo Mendoza, Mgs.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
Ciudad.

Me complace extender un cordial saludo, y a la vez solicitar al estudiante no titulado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, **Raul Nassib Hidalgo Veliz** con C.I. **0940486061**, tener el debido permiso de usted, para tomar fotos de los rostros de los estudiantes en los cursos detallados en la siguiente tabla y realizar encuestas para validar el análisis causal del Proyecto de Tesis.

| CURSO | MATERIA |
|-------|-------------------------------------|
| 55A | Organización y Arquitectura |
| 55B | Organización y Arquitectura |
| 57A | Administración de Centro de Computo |
| 57A | Seguridad Informática |

Tema de tesis:
Control de asistencia a clases mediante procesamiento digital de imágenes. Propuesta de un prototipo que reconozca los alumnos de un paralelo.

Agradezco la atención brindada.

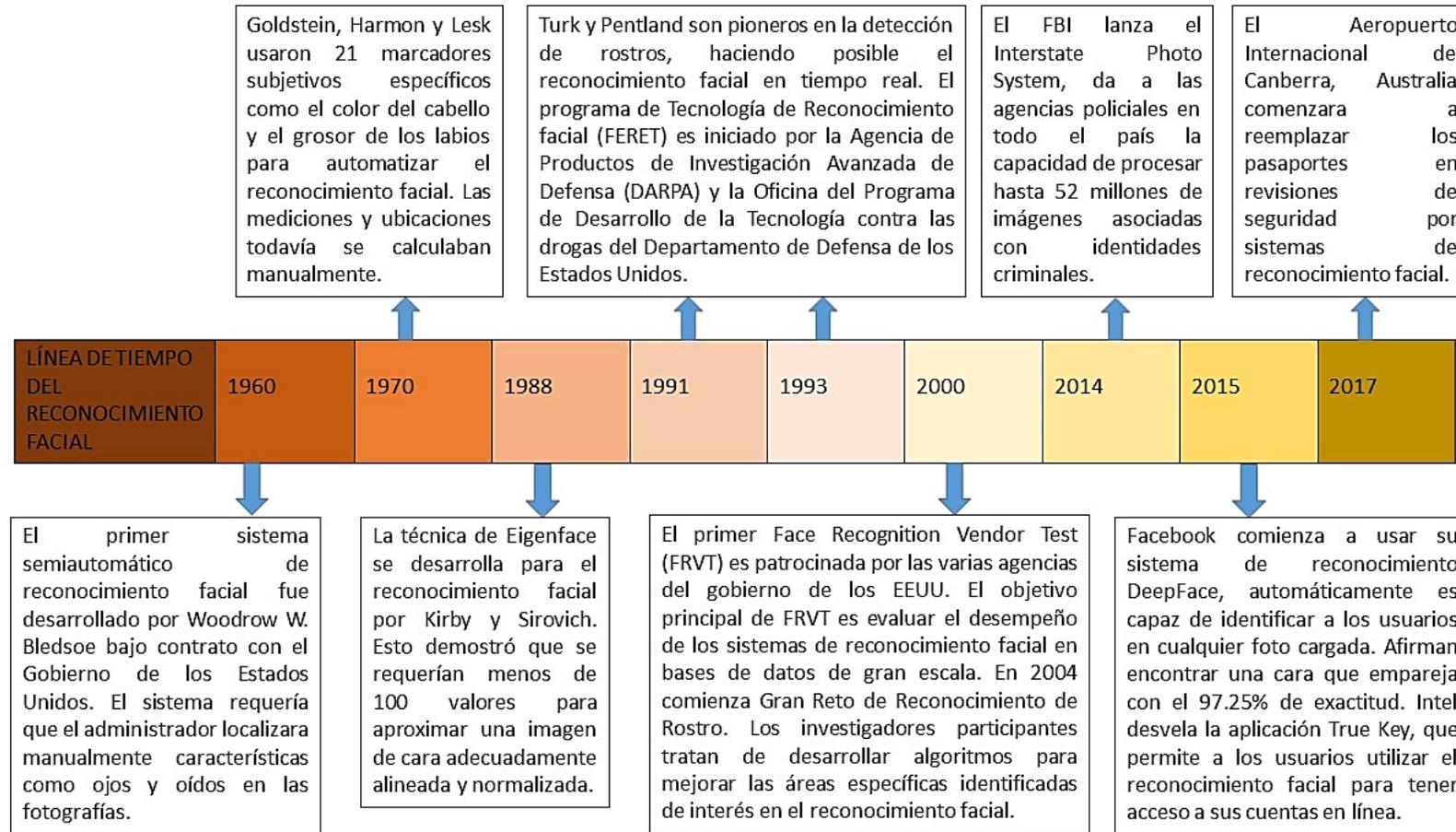
Universidad de Guayaquil

Atentamente,

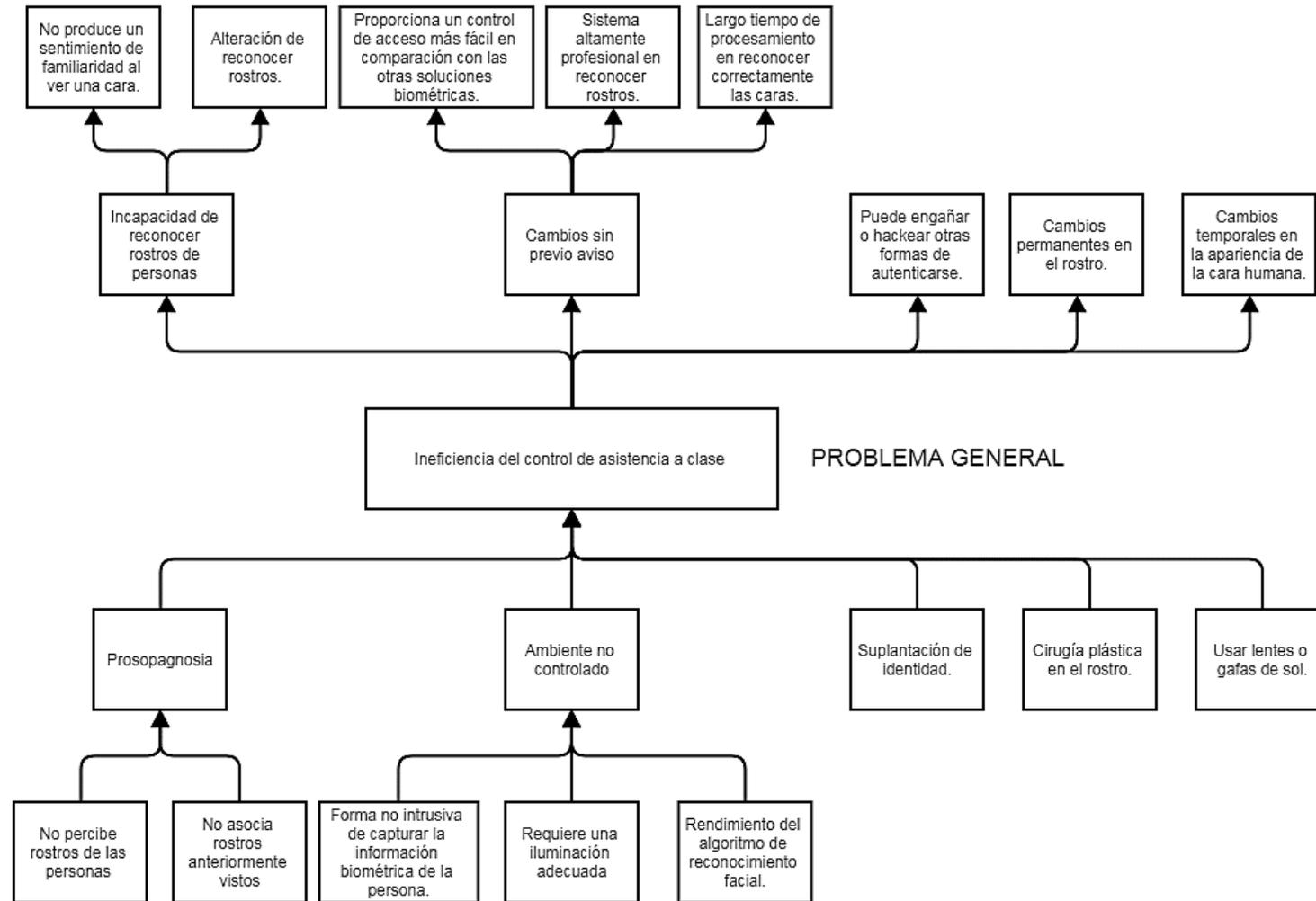

Raul Nassib Hidalgo Veliz

Recibido
V. H. H.
10/7/2017
15:27

Anexo 2: Línea de tiempo sobre reconocimiento facial.



Anexo 3: Árbol de problema



Anexo 4: Meta Análisis

| Base De Datos Científicas | Año de Publicación | Título | Palabras Claves | Autor/Es | Objetivos | Trabajos Futuros |
|---|--------------------|--|---|-------------------------------------|--|--|
| International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT) | 2017 | Detection and facial recognition for Investigation | face recognition; eigenface; sift; image processing | Jeerawat Detsing, y Mahasak Ketcham | Ayudar en la detección y reconocimiento facial para arrestar a los sospechosos para su investigación usando técnicas y trucos "Eigen face" y emparejando con "SIFT" (Scale invariant Feature Transform). | Se puede dar lugar al uso práctico de este tipo de tecnologías |

| | | | | | | |
|--|------|---|--|---|--|--|
| Indian Journal of Science and Technology | 2017 | Biometric Attendance Prediction using Face Recognition Method | Biometric Features, Computer Vision Communities, Machine Learning, Pattern Recognition | K. Uma, S. Srilatha, D. Kushal, A. R. Pallavi, V. Nanda Kumar | Aplicación de un sistema digitalizado de registro de asistencia. | Los siguientes son el alcance futuro del proyecto: Lector de cifrado de barras centrado en la clasificación de asistencia. Método de asistencia distinta con la instantánea mediante el login de Estudiante. |
|--|------|---|--|---|--|--|

| | | | | | | |
|---|------|---|--|---------------------------|---|---|
| Cloud Computing, Data Science & Engineering - Confluence, 2017 7th International Conference on | 2017 | An efficient automated attendance management system based on Eigen Face recognition | computer vision, educational administrative data processing, face recognition, graphical user interfaces, principal component analysis, visual databases | E. Rekha ; P. Ramaprasad | Automatizar el sistema de asistencia mediante la integración de la tecnología de reconocimiento facial utilizando la base de datos Eigen Face y el algoritmo PCA con Matlab GUI | No se propone un trabajo futuro |
| Journal of Biosensors & Bioelectronics | 2016 | Detection, Segmentation and Recognition of Face and its Features Using Neural Network | Face detection; Biometric analysis; Recognition; Backpropagation; Neural networks | Smriti Tikoo, Nitin Malik | Utilizar método de reconocimiento facial basado en redes neuronales | Mejorar enfoques anteriores utilizando redes neuronales |

| | | | | | | |
|--|------|---|---|----------------------------|---|--|
| International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering | 2016 | Gender Recognition from Faces Using Fuzzy Clustering and Nearest Neighbor Classifier | gender recognition, face images, FERET, fuzzy clustering, NN classifier | M. Mytri Madhurya, K.Vivek | Proponer una nueva técnica de agrupación de género utilizando imágenes faciales frontales de individuos. | No se propone un trabajo futuro |
| Conference: 2016 International Conference on Microelectronics, Computing and Communications (MicroCom) | 2016 | RFID and pose invariant face verification based automated classroom attendance system | Student Attendance; Face Recognition; RFID; FANNC | Srivignesh Pss, M. Bhaskar | Presentar un sistema compacto y confiable de asistencia en el aula utilizando RFID y verificación facial. | Probar el sistema en diversas condiciones de iluminación y el sistema de verificación de cara para tener confianza de eliminar la dependencia del sistema de identificación RFID de estudiantes. |

| | | | | | | |
|--|------|--|--|---|--|--|
| Libro Springer: Intelligent Techniques in Signal Processing for Multimedia Security | 2016 | Attendance Recording System Using Partial Face Recognition Algorithm | Biometrics, Face recognition, Face detection, Viola-Jones algorithm, Gabor ternary pattern, Sparse representatio n | Borra Surekha, Kanchan Jayant NazareS. Viswanadha RajuNilanjan Dey | Se introduce un sistema inteligente de captura y gestión de asistencia basado en el algoritmo Viola-Jones y algoritmos de reconocimiento parcial de la cara para dos entornos: controlados y no controlados. | Este sistema podría ser utilizado para el mercado de asistencia de los estudiantes y el personal en cualquier organización |
| INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS & TECHNOLOGY | 2015 | Eigen Faces and Principle Component Analysis for Face Recognition Systems: A Comparative Study | Face recognition, Eigenfaces, Eigenvectors, Eigenvalues, Principle Component Analysis (PCA). | Abdelfatah Aref Tamimi, Omaira N. A. AL-Allaf, Mohammad A. Alia | Comparar investigaciones literarias relacionadas con Eigenfaces y PCA para sistemas de reconocimiento facial. | Mejorar el reconocimiento de cara en tiempo real será sugerido y desarrollado basado en el algoritmo de Eigenfaces. |

| | | | | | | |
|---|------|--|--|--|--|---|
| International Journal of Computer Trends and Technology | 2015 | A review on Face Detection and study of Viola Jones method | Adaboost, face detection, challenges, haar cascade. | Monali Chaudhari, Shanta sondur, Gauresh Vanjare | describe la necesidad y métodos adoptados para detectar un rostro humano. | Seguir investigando metodos de deteccion facial |
| ELSEVIER: Computers and Electrical Engineering | 2015 | Multi-quantized local binary patterns for facial gender classification | Feature extraction,Pattern classification, Local binary patterns,Gender classification | Bhavik Patel, R.P. Maheshwari, R. Balasubramanian | Presentar los Local Binary Patterns (LBP) multi-cuantificados para la clasificación de género facial. | No se propone un trabajo futuro |
| International Journal of Computer Applications | 2015 | Survey Paper on the Timeline of Face Detection Techniques | HCI ,Face recognition, Eigen faces, PCA, Neural Networks, Geometric Based Template Matching. | Smita Marwadi, Avishkar Anand, Himadri Singh, Barkha Rani Pandey | Centrarse en una breve encuesta sobre las técnicas actualmente empleadas de reconocimiento facial, junto con sus ventajas y desventajas de | Mejorar enfoques integrados en el costo computacional involucrado para el procesamiento de técnicas de detección facial |

| | | | | | | |
|--|------|--|--|--|--|--|
| | | | | | aplicaciones y limitaciones. | |
| International Journal of Advance Foundation and Research in Computer | 2015 | A Review on Face Recognition based Attendance System | Automatic attendance, Face detection, Face Recognition, Image database, Eignface | Sandeep Tiwari,Priyanka More,Diksha Deshpande,Jayendra Singh Patel | Describir la expansión de un sistema de asistencia estudiantil basado en la tecnología de reconocimiento facial y autenticación. | Prestar atención en la verificación del rendimiento del algoritmo contra las imágenes generales y estudiar la modificación necesaria para hacer el algoritmo fuerte con cualquier imagen |

| | | | | | | |
|--|------|---|---|---|--|--|
| International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT), 2015 | 2015 | Attendance system based on face recognition using eigen face and PCA algorithms | Face recognition, Algorithm design and analysis, Databases, Headers, Magnetic heads, Servers, Classification algorithms | Priyanka Wagh, Roshani Thakare, Jagruti Chaudhari, Shweta Patil | Proponer forma efectiva de mantener la asistencia y los registros de los estudiantes. | Implementar este tipo de sistemas en ambientes no controlados |
| Image processing on line Journal | 2014 | An Analysis of the Viola-Jones Face Detection Algorithm | face detection; Viola-Jones algorithm; integral image; Adaboost | Yi-Qing Wang | Proponer un paso de post-procesamiento para reducir la redundancia de detección utilizando un argumento de robustez. | No hay trabajos futuros debido a sólo analizar el método de Viola Jones. |
| TESIS: Universidad San Francisco de Quito | 2014 | Implementación de un sistema de identificación de poses en | | Paul Esteban Méndez Silva | Presentar la implementación de un sistema de reconocimiento de poses basado en | Seguir investigando los objetos de estudio basado en algoritmos |

| | | | | | | |
|--|------|---|--|---|--|--|
| | | imágenes de rostros | | | redes neuronales de convolución | de redes neuronales de múltiples capas |
| International Conference on Digital Information Management (ICDIM), 2014 | 2014 | A conceptual model for automated attendance marking system using facial recognition | Face recognition, Face, Databases, Cameras, Biometrics (access control), Principal component analysis, Noise | Mashhood Sajid ; Rubab Hussain ; Muhammad Usman | Proponer un modelo conceptual para el sistema automatizado de asistencia a través del reconocimiento facial. | Resolver el problema de reconocer a estudiantes de un país musulmán, donde las mujeres usan generalmente el velo y los hombres tienen barba que puede cambiar la forma y el tamaño de la postura de la longitud. |

| | | | | | | |
|--|------|--|--|---------------------------------|---|--|
| International Journal of Advances in Engineering & Technology, | 2014 | IMPLEMENTATION OF CLASSROOM ATTENDANCE SYSTEM BASED ON FACE RECOGNITION IN CLASS | | Ajinkya Patil, Mrudang Shukla | Proponer un nuevo enfoque de registrar la asistencia utilizando la detección de rostros y el sistema de reconocimiento facial | Podemos utilizar el sistema de detección y reconocimiento para identificar a criminales en las estaciones de autobuses |
| Libro Springer | 2013 | Principles of Digital Image Processing | | Wilhelm Burger, y Mark J. Burge | Proporcionar una introducción moderna y algorítmica al procesamiento de imágenes digitales, diseñado para ser utilizado tanto por estudiantes que desean una base sólida sobre la cual construir, como por profesionales en | No se propone un trabajo futuro |

| | | | | | | |
|---|------|--|--|-----------------------------------|--|---|
| | | | | | busca de análisis críticos y implementaciones concretas de las técnicas más importantes. | |
| Proceeding of the Croatian Computer Vision Workshop | 2013 | An Overview and Evaluation of Various Face and Eyes Detection Algorithms for Driver Fatigue Monitoring Systems | driver fatigue monitoring; face detection; eyes detection; behavioral parameters | Markan Lopar and Slobodan Ribarić | Examinar diversos métodos y algoritmos para la detección de cara y ojos para decidir cuáles son aplicables para su uso en un sistema de monitorización de la fatiga del conductor. | Incluir la investigación y desarrollo de métodos para la detección de la boca y la determinación del grado de apertura bucal. |

| | | | | | | |
|---|------|--|---|-------------------------------------|---|--|
| CLEI Electronic Journal | 2012 | Facial Recognition Using Neural Networks over GPGPU | Face recognition, Neural Networks, Parallel Computing, GPGPU | Juan Pablo Balarini | Decidir hacia donde apunta la cara de cierta persona en una imagen. | Mejorar aún más la eficiencia computacional del algoritmo presentado y abordar otros problemas de clasificación / procesamiento de imágenes utilizando RNA implementadas en la GPU |
| TESIS: Pontificia Universidad Católica de Chile | 2012 | Learning discriminative features for face recognition. | reconocimiento facial; patrones locales binarios; árbol de decisión, 3d; búsqueda local | Daniel Ignacio Maturana Sanguinetti | Introducir y analizar dos métodos supervisados para aprender descriptores discriminativos tipo PLB para cada región facial. | La aplicación de DLBP y DTLBP a otras tareas de visión por ordenador, como la detección de peatones |

| | | | | | | |
|---|------|---|--|-----------------------------------|--|--|
| TESIS: Universidad de Chile | 2012 | Diseño e implementación de una plataforma de software para reconocimiento facial en video | | Dario Eduardo Villalon de la Vega | Presentar una revisión del estado del arte en el ámbito de las metodologías de reconocimiento facial y sus principales áreas de aplicación hoy en día. | Utilización de algoritmos alternativos para reconocimiento facial, y a la inclusión de funciones adicionales de pre-proceso de imágenes, con el fin de mejorar la estandarización de los rostros a procesar. |
| TESIS: Universidad Nacional Colombia | 2010 | Reconocimiento de imágenes faciales | modelo matemático para el reconocimiento e identificación de caras | Patricia Santana Cema | Desarrollar un modelo matemático para el reconocimiento e identificación de caras basado en técnicas del álgebra lineal. | Se sugiere experimentar con fotos de personas NN reales y con retratos hablados pintados por un |

| | | | | | | |
|--|------|---|--|------------------------|--|---|
| | | | | | | dibujante para obtener resultados más fieles a la realidad respecto al reconocimiento. |
| Conference: 32nd International Conference on Information Technology Interfaces (IEEE ITI-2010) | 2010 | Using real time computer vision algorithms in automatic attendance management systems | computer vision, object tracking, face recognition, machine learning, teaching | Visar Shehu, Agni Dika | Proponemos el uso de algoritmos de detección de rostros en tiempo real integrados en un Sistema de Gestión de Aprendizaje existente, que detecta y registra automáticamente a los estudiantes que asisten a una conferencia. | Mejorar diferentes módulos hasta alcanzar una tasa de detección e identificación aceptable. |

| | | | | | | |
|--|------|--|--|------------------|---|---|
| | 2009 | Real-Time Gesture Recognition using Eigenvectors | hand shape, gesture recognition, eigenvectors, sign language | Vaughn Segers M. | Implementar para el reconocimiento de gestos utilizando vectores propios en condiciones controladas | Seguimiento, escala y rotación siguen siendo un problema en el reconocimiento. El sistema requiere que el usuario cumpla con las restricciones establecidas para un reconocimiento exacto. Una mayor variedad de temas de capacitación también ayudaría al reconocimiento. Métodos de seguimiento de la mano que no |
|--|------|--|--|------------------|---|---|

| | | | | | | |
|---|------|---|---|---|---|--|
| | | | | | | afectan a la velocidad del programa sería beneficioso. |
| III International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP'2008) | 2008 | FACE AND FACIAL FEATURE DETECTION EVALUATION Performance Evaluation of Public Domain Haar Detectors for | face and facial feature detection, haar wavelets, human computer interaction. | M. Castrillo Santana, O. Deniz Suárez, L. Anton Canals y J. Lorenzo Navarro | Proponer una combinación jerárquica simple de esos clasificadores para aumentar la tasa de detección de rasgos faciales, al tiempo que se reduce la tasa de | Considerar que se puede hacer más trabajo para obtener un enfoque en cascada más robusto utilizando los clasificadores disponibles en el dominio |

| | | | | | | |
|---|------|--|--|-------------------------------------|---|--|
| | | Face and Facial Feature Detection | | | detección de falso rostro. | público, proporcionando información confiable. |
| IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 6, NO. 2, | 2008 | Combinación de técnicas de reconocimiento de rostros con imágenes infrarrojas empleando algoritmos genéticos | Reconocimiento de rostros, imágenes infrarrojas, algoritmos genéticos, reconocimiento de patrones. | D. Martínez, E. Caicedo y H. Loaiza | Presentar los resultados obtenidos, el uso de algoritmos genéticos para la combinación de técnicas y clasificadores utilizados en el reconocimientos de rostros con imágenes infrarrojos. | |

| | | | | | | |
|--|------|---|--|--|---|--|
| XII Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio | 2007 | Un nuevo método para la detección de caras basado en Integrales Difusas | Detección facial | Antonio Rama,y Francesc Tarrés | Presentar un nuevo detector de rostros utilizando el operador Fuzzy Integral no lineal. | Es necesario realizar un análisis más extenso para determinar en que condiciones o restricciones un método funciona mejor que otro. Otro aspecto importante que se debería estudiar es el valor de las medidas difusas |
| The 3rd AEARU Workshop on Network Education | 2005 | Face Recognition-based Lecture Attendance System | face recognition, automatic attendance, face detection | Yohei KAWAGUCHI, Tetsuo SHOJI, Weijane LIN, Koh KAKUSHO, Michihiko MINOH | Proponer un sistema que toma la asistencia de los estudiantes para la clase usando el reconocimiento facial | Nos proponemos mejorar la efectividad de la detección de rostros utilizando la interacción |

| | | | | | | |
|---|------|---|---|--|---|--|
| | | | | | | entre nuestro sistema, los estudiantes y el profesor |
| International Journal of Computers Vision | 2004 | Robust Real-Time Face Detection | face detection, boosting, human sensing | Paul Viola,y Michael J. Jones | Describir un marco de detección de rostros capaz de procesar imágenes extremadamente rápido al tiempo que alcanza altas tasas de detección. | Entrenar el clasificador para reconocer otros objetos, tales como peatones o automóviles |
| REVISTA COLOMBIANA DE FISICA, VOL. 35, | 2003 | DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS EN FRUTAS MEDIANTE EL | | Edgar Leonairo Pencue, Jaury León-Téllez | Presentar una técnica de metrología no destructiva que permita proveer información valiosa del producto. | Determinar otros parametros de inspección no visuales |

| | | | | | | |
|--|------|--|---|---|--|--|
| | | PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES | | | | |
| IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 24, | 2002 | Detecting Faces in Images: A Survey | Face detection, face recognition, object recognition, view-based recognition, statistical pattern recognition, machine learning | Ming-Hsuan Yang, David J. Kriegman, and Narendra Ahuja | Categorizar y evaluar los algoritmos de deteccion facial | Establecer lineas de investigaciones futuras de visión artificial |

| | | | | | | |
|---------------------|------|---|---|--------------------------------------|--|--|
| Brain and Cognition | 2002 | Sex differences in face recognition—Women's faces make the difference | Sex differences; Face recognition; Episodic memory; Verbal ability; Cognition; Differential interests | Catharina Lewina, and Agneta Herlitz | Proponer el rendimiento del reconocimiento facial superior de las mujeres. | Se necesitan más investigaciones en este ámbito antes de poder extraer conclusiones. |
|---------------------|------|---|---|--------------------------------------|--|--|

| | | | | | | |
|--|-------------|--|--|--|--|--|
| <p>Proceedings of the International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition</p> | <p>1995</p> | <p>Face Recognition and Gender Determination</p> | <p>face recognition, gender determination, general face knowledge, elastic graph matching procedure, input picture, system efficient</p> | <p>Laurenz Wiskott y, Jean-Marc Fellous z, Norbert Krüger y, Christoph von der Malsburg yz</p> | <p>Presentar una versión especializada de un sistema de reconocimiento de objetos generales.</p> | <p>Introducir diferentes tipos de aprendizaje para el reconocimiento facial.</p> |
|--|-------------|--|--|--|--|--|



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES

CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA DE
UN PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE UN
PARALELO.

MANUAL DE USUARIO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

AUTOR:

RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ

TUTOR:

ING. ALFONSO ANÍBAL GUIJARRO RODRÍGUEZ, MG.

GUAYAQUIL – ECUADOR
2017

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Diseño del Prototipo de Detección facial | 1 |
| Módulo de Inicio | 1 |
| Módulo de Reporte de asistencia | 2 |
| Módulo Datos del estudiante | 3 |
| Módulo lista de asistencia | 4 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|---|
| GRÁFICO N. 1 PANTALLA PRINCIPAL DEL PROTOTIPO..... | 2 |
| GRÁFICO N. 2 PANTALLA DE REPORTE DE ASISTENCIA | 3 |
| GRÁFICO N. 3 PANTALLA DE DATOS DEL ESTUDIANTE..... | 4 |
| GRÁFICO N. 4 LISTA DE ASISTENCIA | 5 |

INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra el funcionamiento del prototipo de detección facial que permite capturar el rostro de estudiantes en un salón de clase, debido a dar a conocer cada proceso que se debe seguir para tener un funcionamiento adecuado.

Este manual tiene como objetivo, ser un documento de guía a los usuarios para manejar el prototipo de detección facial.

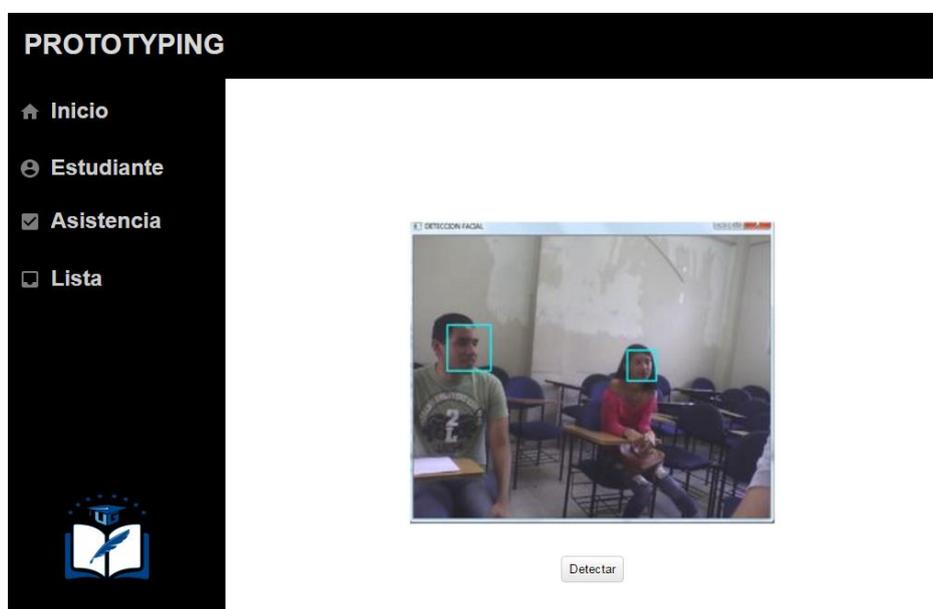
Diseño del Prototipo de Detección facial

El prototipo de detección facial permite, capturar el rostro de estudiantes mediante la cámara del dispositivo que se tenga configurado previamente por el usuario, así se podrá llevar un control en la asistencia a clase de los alumnos que se encuentran en el salón de clase.

Módulo de Inicio

Para ingresar al prototipo se hace por medio de la pantalla principal se puede observar las opciones que tiene, por lo cual, se puede activar el prototipo de detección facial para identificar los rostros humanos que se encuentran en ese momento, cabe recalcar que en este momento se debe tener unas condiciones de luminosidad optimas, ni poca luz, ni exceso de brillo; porque la imagen se distorsiona y no se podrá identificar ningún objeto.

GRÁFICO N. 17 PANTALLA PRINCIPAL DEL PROTOTIPO



Elaboración: Raul Nassib Hidalgo Veliz
Fuente: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Módulo de Reporte de asistencia

A través del módulo de reporte de asistencia se puede tener la estancia de un alumno en una fecha indicada, para lo cual, se debe dar clic en la para seleccionar una fecha.

Se puede modificar un registro de asistencia, si se desea, dando clic en las opciones de Si No Justificar Asistencia, como es Si, No y Justificar. Donde Si, representa que asistió a clase, No, significa que faltó a clase y Justificar, que el alumno presenta un justificativo en periodo oportuno que está definido por el docente.

GRÁFICO N. 18 PANTALLA DE REPORTE DE ASISTENCIA

PROTOTYPING

Inicio
Estudiante
Asistencia
Lista

Reporte de Asistencia

Fecha de Asistencia

| N° | Nombre | Asistencia |
|----|----------|---|
| 1 | Alumno 1 | Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Justificar <input type="checkbox"/> |
| 2 | Alumno 2 | Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Justificar <input type="checkbox"/> |

Elaboración: Raul Nassib Hidalgo Veliz
Fuente: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Módulo Datos del estudiante

Por medio de este módulo se puede ingresar datos personales del estudiante, así como información relevante sobre el curso, semestre y jornada. Con lo cual, se tiene datos importantes del estudiante. Se debe dar clic en el textbox Cedula de Identidad, para escribir el número de identificación. Se debe dar clic en el textbox Nombre, para indicar el nombre del estudiante. Se debe dar clic en datebox Fecha de Nacimiento, para seleccionar la fecha correspondiente. Marcar el checkbox Discapacidad si el estudiante presenta una.

Cabe destacar que se debe capturar varias imágenes del rostro de un estudiante y guardarla en un directorio, para que sirva de comparación a la hora de comparar a que rostro pertenece.

GRÁFICO N. 19 PANTALLA DE DATOS DEL ESTUDIANTE

PROTOTYPING

- Inicio
- Estudiante
- Asistencia**
- Lista



Datos del Estudiante

| | | |
|------------------------|--------------------------|---|
| Cedula de Identidad | <input type="text"/> |  |
| Nombres | <input type="text"/> | |
| Apellidos | <input type="text"/> | |
| Fecha de Nacimiento | <input type="text"/> | |
| Lugar de Nacimiento | <input type="text"/> | Correo personal <input type="text"/> |
| Sexo | <input type="text"/> | |
| Discapacidad | <input type="checkbox"/> | |
| Lugar de Residencia | <input type="text"/> | Semestre <input type="text"/> |
| País | <input type="text"/> | Curso <input type="text"/> |
| Provincia | <input type="text"/> | Jornada <input type="text"/> |
| Ciudad | <input type="text"/> | |
| Dirección Domiciliaria | <input type="text"/> | |

Elaboración: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Módulo lista de asistencia

Este módulo se ingresa la lista de asistencia que el sistema llena, cuando hace la detección de rostros, lo cual trae y presenta información como Cedula y Nombre.

GRÁFICO N. 20 LISTA DE ASISTENCIA

PROTOTYPING

- Inicio
- Estudiante
- Asistencia
- Lista



LISTA DE ASISTENCIA

| Cedula | Nombre |
|---------|-----------------|
| 5396410 | GONZALEZ CA... |
| 5396722 | DE ANDA ROD... |
| 5396824 | DE LA GARZA ... |
| 5397298 | RAMIREZ OBR... |
| 5397322 | GUEVARA GO... |
| 5397342 | VIELMA FLORE.. |
| 5397378 | MOTA GAMEZ ... |
| 5397886 | CHACÓN SAN... |
| 5397888 | RAMIREZ MAR... |
| 5398027 | VITE HERNAN... |
| 5398142 | CANDIA GUAJ... |

Elaboración: Raul Nassib Hidalgo Veliz
Fuente: Raul Nassib Hidalgo Veliz



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES

CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES MEDIANTE
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. PROPUESTA DE UN
PROTOTIPO QUE RECONOZCA LOS ALUMNOS DE UN
PARALELO.

MANUAL TÉCNICO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

AUTOR:

RAUL NASSIB HIDALGO VELIZ

TUTOR:

ING. ALFONSO ANÍBAL GUIJARRO RODRÍGUEZ, MG.

GUAYAQUIL – ECUADOR
2017

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|---|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS | 1 |
| Objetivo General | 1 |
| Objetivos específicos | 1 |
| Requerimientos del proyecto | 2 |
| Descarga de Python | 3 |
| Instalación de Python 2.7.13 | 4 |
| Librerías para procesamiento digital de imágenes | 6 |
| Instalación de Numpy | 7 |
| Instalación de matplotlib | 7 |
| Verificar instalación | 8 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----------|
| GRÁFICO N. 1 Flujo de proceso de reconocimiento facial para controlar la asistencia en clase | 3 |
| GRÁFICO N. 2 Página oficial de descarga Python | 4 |
| GRÁFICO N. 3 Instalación de Python 2.7.13 | 5 |
| GRÁFICO N. 4 Versión de Python instalado | 6 |
| GRÁFICO N. 5 Instalación de Numpy | 7 |
| GRÁFICO N. 6 Instalación de matplotlib | 7 |
| GRÁFICO N. 7 Instalar OpenCV en C: \ | 8 |
| GRÁFICO N. 8 Agregar biblioteca OpenCV | 9 |

INTRODUCCIÓN

El presente documento detalla cómo se automatizó el proceso de tomar la asistencia en un salón de clase, que es un tema importante tanto para docentes y estudiantes, ya que juega un papel preponderante en la estancia de los alumnos en las instituciones educativas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Detallar la funcionalidad y elaboración del prototipo de detección facial, para el usuario pueda realizar modificaciones e ir agregando más características al proyecto.

Objetivos específicos

- Mostrar los requerimientos necesarios del proyecto.
- Determinar las librerías usadas en Python.

Requerimientos del proyecto

Cuadro N. 11 Especificaciones técnicas

| HERRAMIENTA | CARACTERÍSTICA |
|---------------------------------|--|
| Sistema Operativo | Windows 7 Professional SP1 64 Bits o superior. |
| IDE | Wing IDE Personal 6.0 |
| Lenguaje de programación | Python 2.7.13 |
| Librería | OpenCV 3.2.0 |

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

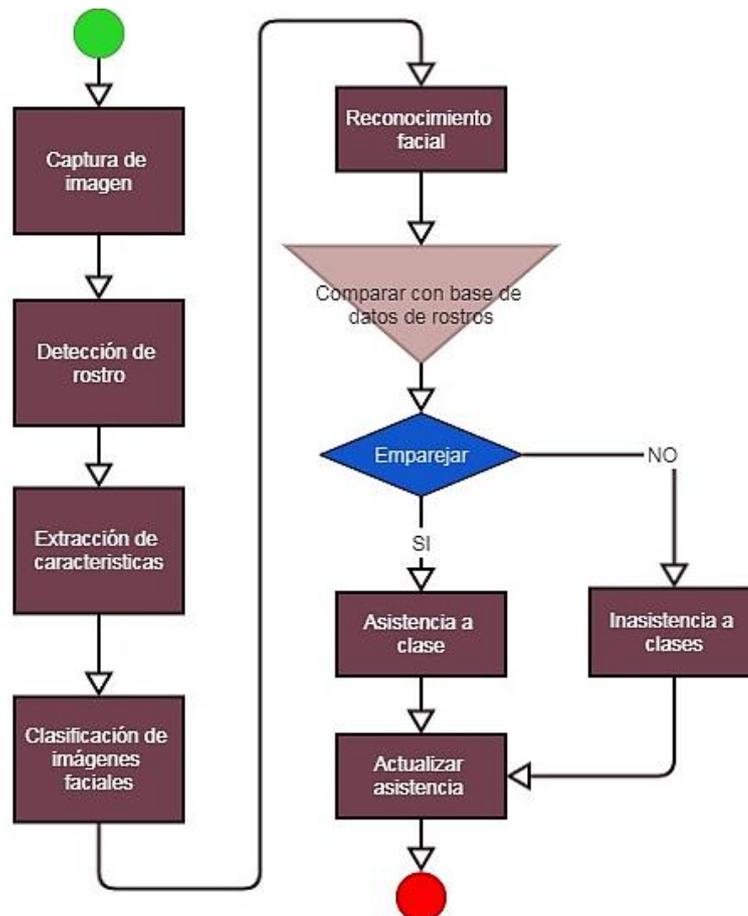
Fuente: Datos de la Investigación

Además se detalla el hardware utilizado en el proyecto para un excelente funcionamiento:

- Disco duro 50GB
- Procesador Core I7 - 3632QM
- Memoria RAM 4GB
- Camara web HP TrueVision

Diagrama de flujo del proceso de controlar la asistencia mediante el uso de técnicas de procesamiento digital de imágenes

GRÁFICO N. 21 Flujo de proceso de reconocimiento facial para controlar la asistencia en clase



Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Descarga de Python

En primer lugar, se debe instalar Python 2.7.13, debido a la versión 3.6.4 da errores al cargar librerías que se van a utilizar para el prototipo de reconocimiento facial. Por lo tanto, entrar al sitio web oficial de Python para

descargarlo, como se observa en la imagen siguiente, seleccionar Python 2.7.13, para comenzar la descarga.

GRÁFICO N. 22 Página oficial de descarga Python



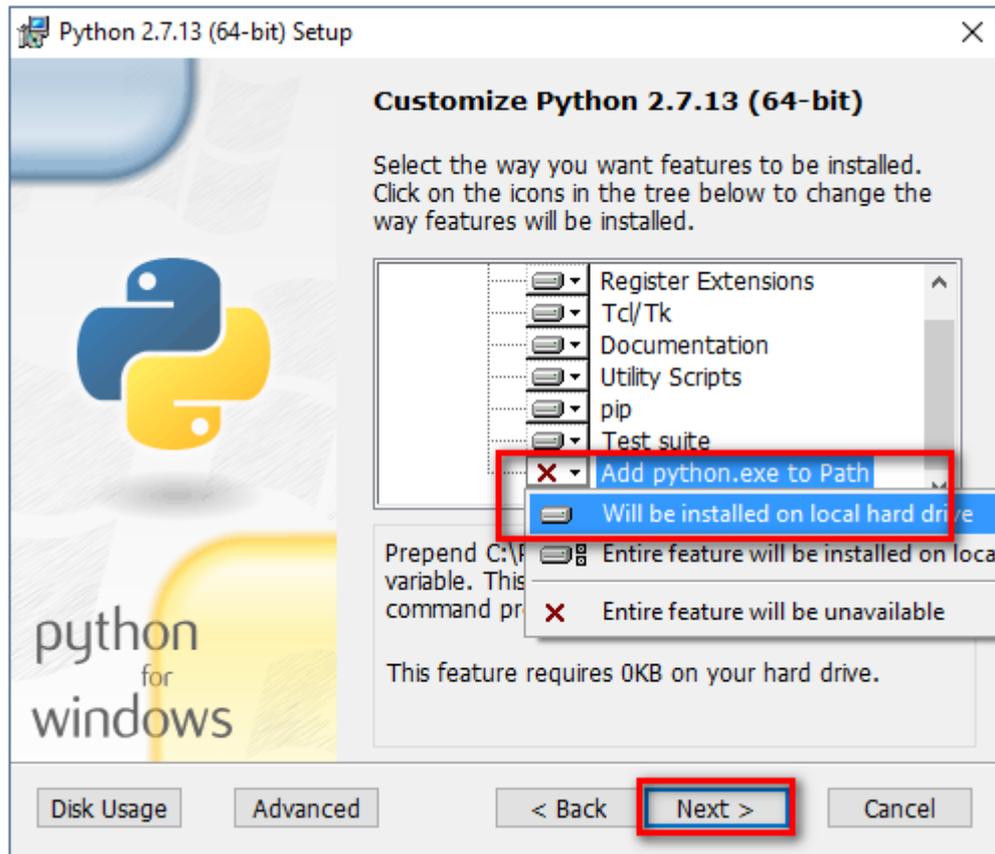
Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Instalación de Python 2.7.13

La instalación de Python 2, es fácil debido a un Setup en el cual debe ir dando clic en Next para terminar de instalar Python. Como se muestra en la siguiente imagen.

GRÁFICO N. 23 Instalación de Python 2.7.13



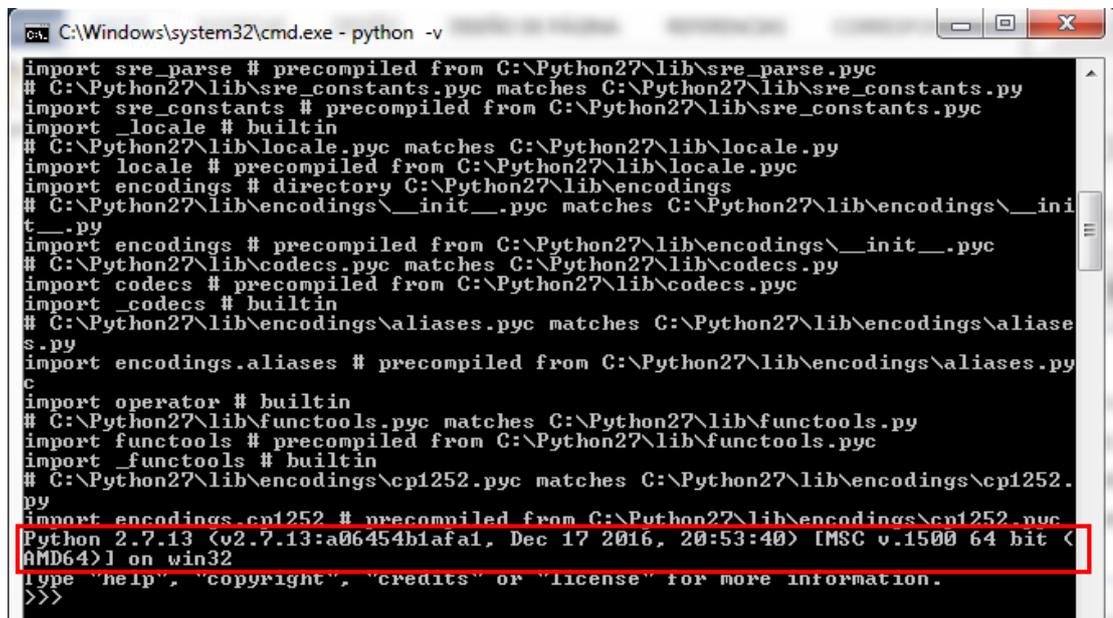
Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Como se muestra en la imagen no es necesario tomar más decisiones en la instalación de Python, debido a seguir el asistente de instalación. Cuando esta finalice, confirme la instalación abriendo el símbolo de sistema y escribiendo el siguiente comando:

Python -v

GRÁFICO N. 24 Versión de Python instalado



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - python -v
import sre_parse # precompiled from C:\Python27\lib\sre_parse.pyc
# C:\Python27\lib\sre_constants.pyc matches C:\Python27\lib\sre_constants.py
import sre_constants # precompiled from C:\Python27\lib\sre_constants.pyc
import _locale # builtin
# C:\Python27\lib\locale.pyc matches C:\Python27\lib\locale.py
import locale # precompiled from C:\Python27\lib\locale.pyc
import encodings # directory C:\Python27\lib\encodings
# C:\Python27\lib\encodings\__init__.pyc matches C:\Python27\lib\encodings\__init__.py
import encodings # precompiled from C:\Python27\lib\encodings\__init__.pyc
# C:\Python27\lib\codecs.pyc matches C:\Python27\lib\codecs.py
import codecs # precompiled from C:\Python27\lib\codecs.pyc
import _codecs # builtin
# C:\Python27\lib\encodings\aliases.pyc matches C:\Python27\lib\encodings\aliases.py
import encodings.aliases # precompiled from C:\Python27\lib\encodings\aliases.py
import operator # builtin
# C:\Python27\lib\functools.pyc matches C:\Python27\lib\functools.py
import functools # precompiled from C:\Python27\lib\functools.pyc
import _functools # builtin
# C:\Python27\lib\encodings\cp1252.pyc matches C:\Python27\lib\encodings\cp1252.py
import encodings.cp1252 # precompiled from C:\Python27\lib\encodings\cp1252.pyc
Python 2.7.13 (v2.7.13:a06454b1afa1, Dec 17 2016, 20:53:40) [MSC v.1500 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
```

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

El grafico 4, muestra información sobre la instalación de Python, como la fecha cuando este fue instalado.

Librerías para procesamiento digital de imágenes

Las librerías necesarias para poder utilizar Python para procesamiento digital de imágenes (PDI) son las siguientes:

- Numpy
- Matplotlib

Por lo tanto, se debe instalar numpy y matplotlib. Existen diferentes formas de instalar estas librerías y una forma simple y eficiente es usando la

consola del símbolo de sistema y debe tener acceso a internet durante este tipo de instalación.

Instalación de Numpy

Para la instalación de numpy, se debe escribir el siguiente comando:

Pip install numpy

GRÁFICO N. 25 Instalación de Numpy

```
C:\Users\Raul>pip install numpy
Requirement already satisfied: numpy in c:\python27\lib\site-packages
C:\Users\Raul>
```

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Instalación de matplotlib

Para instalar matplotlib, se escribe en el símbolo de sistema el siguiente comando:

Pip install matplotlib

GRÁFICO N. 26 Instalación de matplotlib

```
C:\Users\Raul>pip install matplotlib
Requirement already satisfied: matplotlib in c:\python27\lib\site-packages
Requirement already satisfied: six>=1.10 in c:\python27\lib\site-packages (from matplotlib)
Requirement already satisfied: pytz in c:\python27\lib\site-packages (from matplotlib)
Requirement already satisfied: cyclor>=0.10 in c:\python27\lib\site-packages (from matplotlib)
```

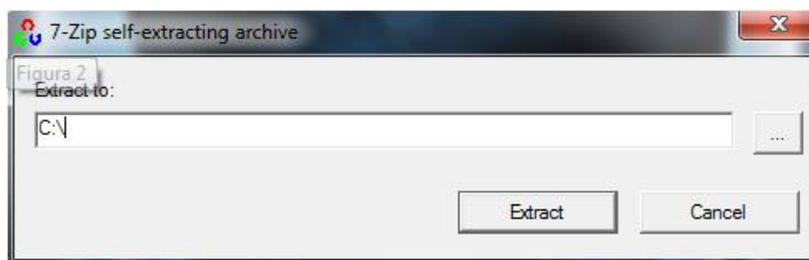
Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Verificar instalación

Luego que se tiene ya instalado estas librerías se descarga OpenCV en la página oficial en su versión más reciente e instalar OpenCV en la raíz del C:\.

**GRÁFICO N. 27 Instalar OpenCV en C: **



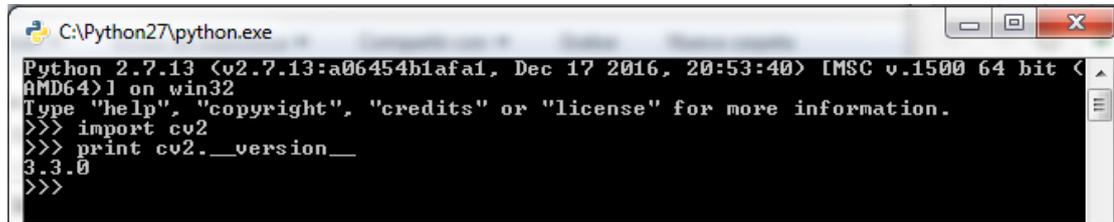
Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación

Luego ir a **C:\opencv/build/python/2.7/x86** y copiar el archivo **cv2.pyd** a **C:/Python27/lib/site-packeges**. Para comprobar la instalación abrir el Python (command line) y escribir la consola los siguientes comandos:

```
>>> import cv2  
>>> print cv2.__version__
```

GRÁFICO N. 28 Agregar biblioteca OpenCV



```
C:\Python27\python.exe
Python 2.7.13 <v2.7.13:a06454b1afa1, Dec 17 2016, 20:53:40> [MSC v.1500 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import cv2
>>> print cv2.__version__
3.3.0
>>>
```

Realizado por: Raul Nassib Hidalgo Veliz

Fuente: Datos de la Investigación