

Inteligencia artificial aplicada al prototipado de sistemas de identificación de personas con antecedentes legales

Adrián Felipe Graciano López

Semillerista – Semillero de redes y señales, Corporación Universitaria Americana, gracianoadrian3707@americana.edu.co, Medellín

Nicolás Ramírez Ortega

Semillerista – Semillero de redes y señales, Corporación Universitaria Americana, ramireznicolas6495@americana.edu.co, Medellín

David Alberto García Arango

Profesor Investigador, Corporación Universitaria Americana, dagarcia@coruniamericana.edu.co, Medellín

Recibido: 04/06/2023 - **Aceptado:** 04/07/2023 - **Publicado:** 28/08/2023

RESUMEN

En diversos lugares se cuenta con cámaras de reconocimiento facial, su principal función está orientada hacia la identificación del pasado judicial de todas las personas que transitan por la ciudad, el objetivo principal es detectar aquellas personas con algún antecedente judicial en curso, y de esta manera aportar a la seguridad de la ciudad. Las cámaras capturan una imagen que será enviada y contrastada con una base de datos de todas las personas que tengan orden de captura, por búsqueda o prisión domiciliaria que se encuentren fuera de su cobertura permitida por la ley, entre otros. Al detectar que la persona tiene alguna de las condiciones anteriormente mencionadas, se enviará una alerta de tal forma que se haga el seguimiento respectivo por parte del ente encargado. En ese sentido, la solución propuesta constará de los siguientes procesos: captura de imagen, búsqueda de imagen mediante contrastación, emisión de alerta en tiempo y lugar en caso de señal positiva y trazabilidad del recorrido de la persona identificada hasta dar con su captura y posteriormente se verifica sus antecedentes en el lugar por el ente encargado.

Haciendo uso de la metodología en cascada, se planteó el desarrollo en 3 fases: donde éstas tenían una estipulación de 8 meses. Fase 1: planteamiento del problema, establecimiento de objetivos, qué problema resuelve el proyecto. Fase 2: levantamiento de requisitos de acuerdo con la problemática y posible solución; estudio de los recursos y herramientas para el desarrollo. Fase 3: se hace uso de las herramientas y recursos para el desarrollo del código (Python, Pycharm, ordenador y cámara) se realizan los prototipos de prueba y error; se hace el desarrollo del programa final con las respectivas correcciones.

Palabras clave: sistema de monitoreo; reconocimiento facial; antecedentes legales; aprendizaje de máquina; inteligencia artificial.

ABSTRACT

In various places there are facial recognition cameras, their main function is oriented towards the identification of the judicial past of all the people who transit through the city, the main objective is to detect those people with some ongoing judicial record, and in this way Contribute to the safety of the city. The cameras capture an image that will be sent and contrasted with a database of all the people who have an arrest warrant, by search or house arrest who are outside their coverage allowed by law, among others. When detecting that the person has any of the aforementioned conditions, an alert will be sent in such a way that the respective follow-up is carried out by the entity in charge. In this sense, the proposed solution will consist of the following processes.

Making use of the cascade methodology, the development was proposed in 3 phases: where these had a stipulation of 8 months. Phase 1: problem statement, goal setting, what problem does the project solve. Phase 2: gathering of requirements according to the problem and possible solution; study of resources and tools for development. Phase 3: Use is made of the tools and resources for the development of the code (Python, Pycharm, computer and camera) trial and error prototypes are made; the development of the final program is made with the respective corrections.

Keywords: monitoring system; facial recognition; legal background; machine learning; artificial intelligence.

1. INTRODUCCIÓN

Desde 1979 los homicidios han incrementado significativamente (Bonilla, 2009), sin embargo, en estos años la tecnología era muy primitiva para obtener un buen porcentaje de capturas de aquellas personas que han cometido algún crimen para su posterior judicialización. La falta de reconocimiento facial en las cámaras de la policía hace que sea obsoleto la seguridad de la ciudad (Fundación Karisma, 2021), es poco eficiente el uso de las cámaras disponibles en la ciudad de Medellín (Empresa para la Seguridad y Soluciones Urbanas [ESU], 2021), incorporando esta tecnología de reconocimiento facial es posible incrementar a unos porcentajes muy altos las capturas, reduciendo así la tasa de las personas que están en las calles y tienen orden de captura vigente.

El desarrollo del presente artículo muestra una solución para ayudar al sistema de seguridad de la ciudad de Medellín, con la captura de presuntos ladrones, violadores, personas que estén involucradas en homicidios, entre otros. Disminuir la delincuencia en la ciudad, robos, aquellas personas que tengan prisión domiciliaria y estén por fuera de su perímetro, así como la reducción de los índices de inseguridad en la ciudad en el marco del plan de desarrollo Medellín Futuro (Medellín, 2022).

La captura policial y el uso de datos personales no es en absoluto un fenómeno nuevo. Las personas que viven en el Reino Unido ya están acostumbradas al uso generalizado por parte de la policía de la grabación de vídeo de circuito cerrado (CCTV), ANPR y, cada vez más, BWV (Bradford et al., 2020).

2. MARCO TEÓRICO Y/O ANTECEDENTES

La implementación de machine learning en la actualidad se presenta en diferentes ámbitos de la actualidad, pasando por el campo de la salud (Gu et al., 2022), en la psicología (Xu et al., 2022; Siriborvornratanakul, 2022), incluso en el transporte (Chang et al., 2010).

En la década de 1970, Goldstein, Harmon y Lesk (citado en BeeDIGITAL, 2022) pudieron agregar mayor precisión a un sistema de reconocimiento facial manual. Usaron 21 marcadores subjetivos específicos que incluyen el grosor de los labios y el color del cabello para identificar las caras automáticamente. Al igual que con el sistema de Bledsoe, la biometría real aún tenía que ser computada manualmente. En ese sentido, se concibió el proyecto EIGENFACES (a finales de los años 80 y principios de los 90).

En 1988, Sirovich y Kirby comenzaron a aplicar el álgebra lineal al problema del reconocimiento facial. Lo que se conoció como el enfoque Eigenface comenzó como una búsqueda de una representación de imágenes faciales de baja dimensión. Sirovich y Kirby pudieron mostrar que el análisis de características en una colección de imágenes faciales podría formar un conjunto de características basadas en los valores y vectores propios (Sirovich y Kirby, 1987).

Para extraer los rasgos faciales, se utiliza un filtro Gabor sensible a la dirección y su elección de características locales, no es sensible a la postura, las cuales son barreras en lugar de características globales. Extrayendo las características de los datos de entrenamiento se puede obtener un diccionario de compresión (Aguirre et al., 2018; Zheng y Peng, 2019). Para superar los problemas relacionados con la adquisición de imágenes en un entorno no controlado, como la variación de la iluminación, las oclusiones y los cambios de poses, se utiliza un módulo de normalización de rostros. Este módulo tiene como objetivo sintetizar (crear) una imagen de un rostro con pose frontal y expresión neutra a partir de una imagen de rostro no frontal (Martins et al., 2022).

Ahora bien, en relación con la utilización de esta tecnología, en la actualidad, son 109 países que han aprobado el uso de la tecnología de reconocimiento facial como método de vigilancia. El nivel de adopción de esta tecnología en Europa es bastante elevado, esta se utiliza o se ha aprobado para su uso en 32 países europeos. España, Francia o Alemania son algunos de los países que cuentan con esta tecnología en uso; la mayoría de las cámaras están en puntos neurálgicos como estaciones de ferrocarril y aeropuertos. Por el contrario, en Bélgica el uso público de esta tecnología es ilegal (Mena, 2021).

A nivel nacional, Colombia cuenta con el uso de esta tecnología en ciudades principales. Por ejemplo, en Bogotá, la secretaría de movilidad adecuará 72 cámaras “salvavidas” que fueron instaladas en el 2020 en los más de 92 puntos estratégicos de la ciudad con la finalidad de aportar a la prevención y mitigación de conflictos, así como para realizar la trazabilidad de las infracciones de tránsito (Garzón, 2022). Migración Colombia presentó el 2 de junio un sistema de reconocimiento biométrico facial para agilizar el proceso migratorio a la salida de extranjeros que visiten el país en el aeropuerto El Dorado, este desarrollo se denomina “biomig para extranjeros” (Peña, 2023).

Finalmente, en Pereira, se instaló un total de 200 cámaras de reconocimiento facial que se suman a las 297 existentes, de las cuales 289 son únicamente de control y vigilancia están ubicadas estratégicamente (Chaverra, 2022).

3. METODOLOGÍA O DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El tipo de metodología desarrollada es la metodología experimental ya que fue necesario hacer los estudios de comportamiento de proyecto, los cambios y que puede generar en la población y seguridad. Para poder recolectar los datos y variables reales, se utilizan las técnicas de encuestas, entrevistas y análisis de datos y los instrumentos hoja de encuesta, cuestionarios entre otros, aportes voluntarios y críticas del prototipo (Castillo, 2020). Después de tener toda la información recolectada se continúa con la investigación (Henao et al., 2017) y la formulación de las hipótesis que se presenten, sacar las conclusiones de los datos y hacer la mejora o rechazar las hipótesis. Al concluir con los datos obtenidos poder hacer el análisis de qué tan cerca podemos estar de lograr los objetivos específicos y generales o que se pueden mejorar para lograrlo (Lifeder, 2022).

Para el desarrollo de este proyecto o programa de software se utilizó el modelo en cascada, se utilizó una secuencia lógica paso a paso, desde plantear los requisitos hasta la implementación del programa y posibles actualizaciones, haciendo más sencillo la creación del producto final. También está conformado por la tecnología más usada para el reconocimiento facial, en estos programas el machine learning es una rama de la inteligencia artificial que permite que las máquinas aprendan sin ser expresamente programadas para ello (García et al., 2020; Datos.gob.es, 2020). Los Modelos en cascada son las actividades fundamentales del proceso de desarrollo de software se llevan a cabo como fases separadas y consecutivas (Aguirre et. al, 2017). Estas actividades son: especificación (análisis y definición de requerimientos), implantación (diseño, codificación, validación) y mantenimiento (Cervantes y Gómez, 2012).

Haciendo uso de esta metodología por bloques se establece el desarrollo de las fases que componen cada bloque. Antes de las fases iniciales se establece levantamiento de requisitos del problema y posible solución teniendo presente el levantamiento y su análisis, se establecen posibles lenguajes de desarrollo y recursos (recurso humano, económico y de máquina), para las siguientes fases consecutivas; ya establecido el lenguaje, tipo de máquina y cámara, se empieza con el código de reconocimiento facial y sus objetivos, ya con un respectivo código para la fase final se desarrollan prototipos y correcciones al programa, se establece un producto final con buen rendimiento de reconocimiento en tiempo real. En la Figura 1 se presentan los componentes metodológicos del desarrollo de la solución.

Figura 1

Componentes metodológicos – fases de desarrollo del proyecto



Nota. Elaboración propia

Los requisitos para hacer más efectiva la elaboración del proyecto es realizar mejoras en las versiones del lenguaje para obtener más efectividad en el desarrollo del código, en la parte electrónica una cámara que tenga un mejor enfoque y reconocimiento en tiempo real. Los lenguajes de programación utilizados para la creación del programa es Python y PyCharm, para obtener una mayor efectividad en el reconocimiento facial, como uso de base de datos principal a la cual se le suministrarán los datos biométricos, huellas, fotos, entre otro tipo de información.

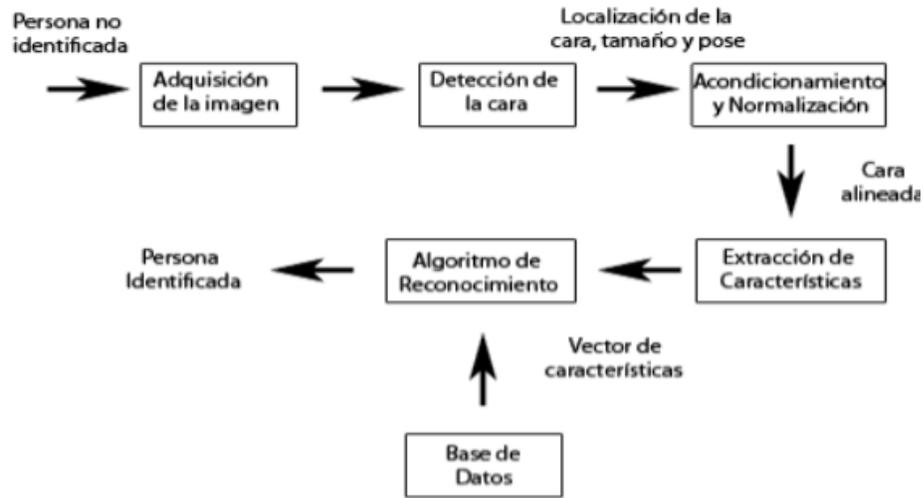
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS O HALLAZGOS

Fase 1: Se realiza una investigación para identificar posibles causas del problema que se abordará. Teniendo presente la información obtenida de diferentes fuentes, se hace el análisis de la causa del problema, efectos en el entorno y posteriormente se plantean posibles soluciones utilizando las tecnologías actuales para el desarrollo del código. Al hacer el análisis de la solución viable, se opta por utilizar la metodología en cascada utilizada para el desarrollo de software y con uso de esta, se plantean las fases.

Fase 2: En esta fase se comienza con la asignación de tareas para la diagramación de la estructura del proyecto (diagrama de clase, diagrama UML, diagrama de uso). Con los objetivos planteados, se procede a usar el lenguaje de programación viable para el desarrollo (Python y Pycharm) donde se asignan tareas para el desarrollo del código, prototipos y se estipulan tiempos para los entregables.

En este diagrama se muestra el proceso en el cual se basará el reconocimiento facial, una vez detecte una persona en tiempo real y se establecen las funciones que tendrá el programa después de la detección del rostro.

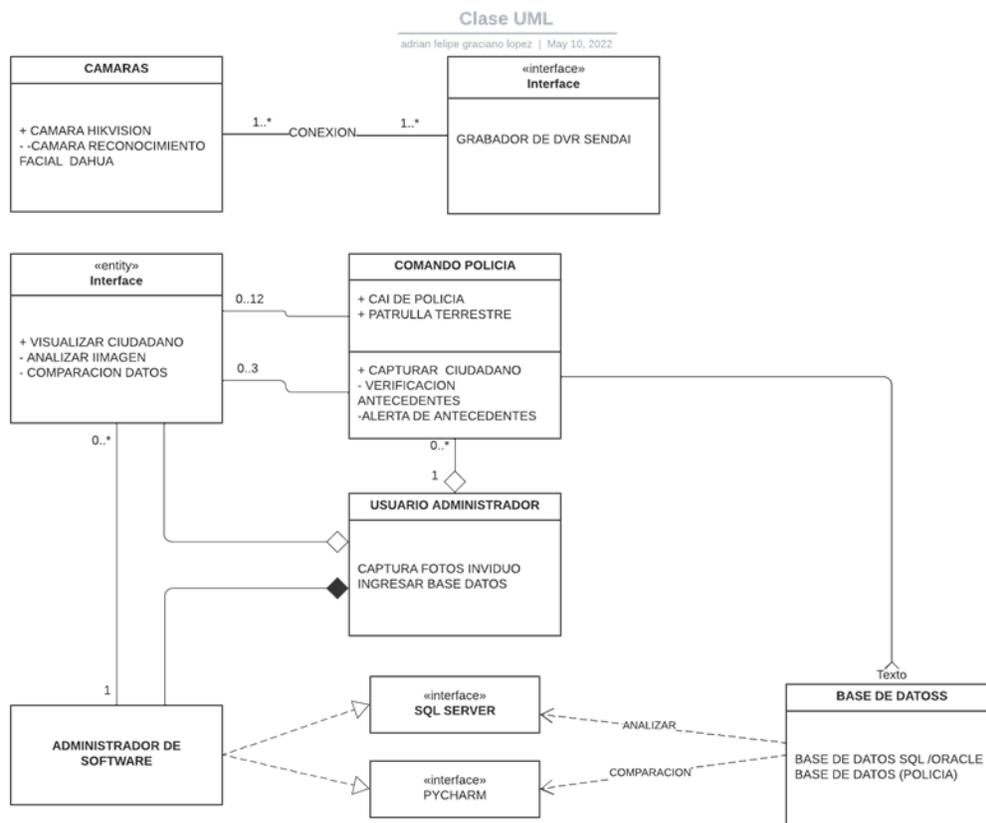
Figura 2
Proceso del reconocimiento facial



Nota. Elaboración propia.

En el diagrama de clases (figura 3) se usa para relacionar entre las tablas los objetos que se están programando y poder mostrar una estructura del sistema.

Figura 3
Diagrama asociado a la solución



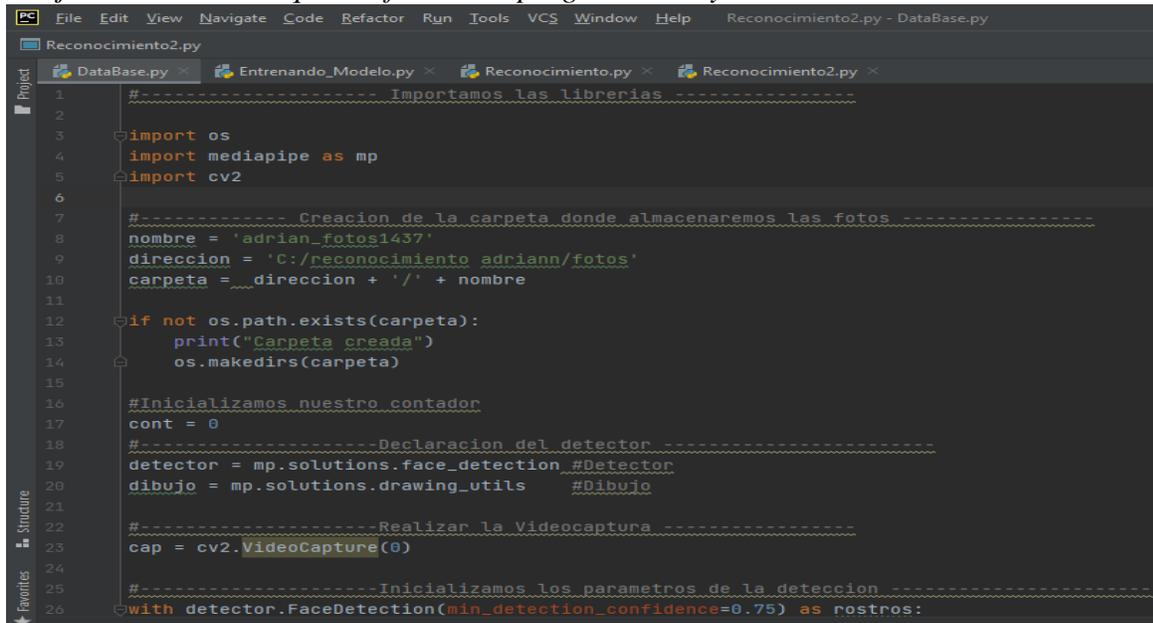
Nota. Elaboración propia, creado en UML lucidchart.

Fase 3: Para esta fase, ya desarrolladas las tareas asignadas durante las fases 1 y 2, se realiza la compilación de los archivos desarrollados y prototipos creados, para realizar las pruebas de estrés, pruebas de testing, de rendimiento y de aceptación y de esta manera encontrar aquellos errores durante el funcionamiento para el mejoramiento continuo y así obtener un producto final que cumpla con los objetivos propuestos.

En la Figura 4, se pueden observar los archivos que fueron programados en el entorno de programación Pycharm basado en Python, estos cuatro archivos conforman el programa de reconocimiento facial, donde cada archivo cumple una función específica.

Figura 4

Conjunto de archivos que conforman el programa en Pycharm



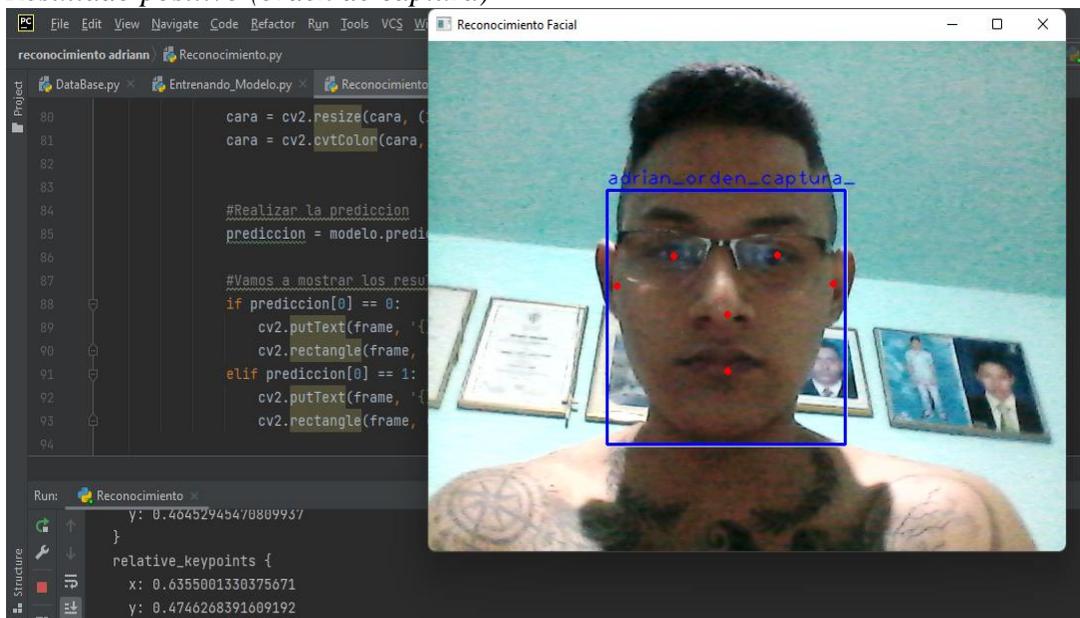
```
1 #----- Importamos las librerias -----
2
3 import os
4 import mediapipe as mp
5 import cv2
6
7 #----- Creacion de la carpeta donde almacenaremos las fotos -----
8 nombre = 'adrian_fotos1437'
9 direccion = 'C:/reconocimiento adriann/fotos'
10 carpeta = direccion + '/' + nombre
11
12 if not os.path.exists(carpeta):
13     print("Carpeta creada")
14     os.makedirs(carpeta)
15
16 #Inicializamos nuestro contador
17 cont = 0
18 #-----Declaracion del detector -----
19 detector = mp.solutions.face_detection #Detector
20 dibujo = mp.solutions.drawing_utils #Dibujo
21
22 #-----Realizar la Videocaptura -----
23 cap = cv2.VideoCapture(0)
24
25 #-----Inicializamos los parametros de la deteccion -----
26 with detector.FaceDetection(min_detection_confidence=0.75) as rostros:
```

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 5 se logra visualizar cuando el programa reconoce el rostro de un individuo que, de acuerdo con la base de datos, presenta antecedentes con vigencia activa para lo cual se procede que el programa emita una alerta sobre este individuo.

Figura 5

Resultado positivo (orden de captura)

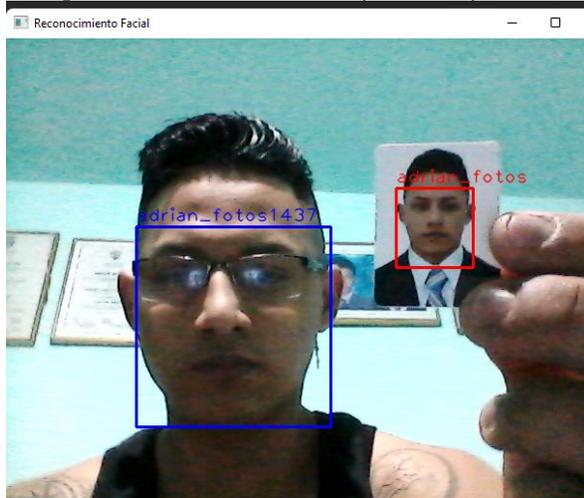


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 6, se observa la comparación de los datos suministrados a la base de datos con el reconocimiento en tiempo real, teniendo en cuenta que no hubo una carpeta creada con datos estáticos (fotografía).

Figura 6

Comparación de datos en diferentes formatos



Nota. Elaboración propia.

Según los objetivos propuestos, se tiene que se han creado prototipos para realizar pruebas a pequeña escala o para verificar errores del código durante su función, se cumplió en un 100% con su elaboración y función principal verificando entre sus funciones programas que, para obtener mejores resultados en su reconocimiento facial, se debe realizar una mejora en la cámara, una cámara que cumpla con estándares de mejor calidad en megapíxeles, enfoque, un buen sensor, lente, buena apertura y procesamiento.

5. CONCLUSIONES

Al principio, durante el desarrollo del código, se encontraron varios errores e inconvenientes a corregir los prototipos; tales como mejorar el hardware y así obtener mayor calidad en los resultados en la ejecución del programa.

Haciendo uso de la metodología implementada, se pudo desarrollar el programa cumpliendo con las tareas y tiempos estipulados en las fases para lograr un entregable en condiciones óptimas.

Se debe seguir buscando mejoras continuas a la estructura del proyecto teniendo presente el avance de la IA en la actualidad se prevé el mantenimiento continuo y programado para que sea un proyecto que se adapte a varios entornos de reconocimiento.

Se concluye que para la implementación del proyecto a un nivel industrial se prevé socializar el proyecto con las diferentes entidades del gobierno en busca de un apoyo económico para su uso en áreas de mayor impacto, teniendo presente que el manejo de información de terceros está reglamentado por la constitución, debido que este tipo de información no puede ser tratada y manipulada sin autorización ya que está regido por la ley de protección de datos personales 1581 del 2012.

6. REFERENCIAS

- Aguirre, E., García, D. y Henao, C. (2017). Diseño y simulación de un amplificador “Instrumental Operacional” como apoyo en la lectura y transmisión de señales mioeléctricas por un solo canal con bajo ruido. *Revista CINTEX*, 22(1), 11-23. <https://doi.org/10.33131/24222208.284>
- Aguirre, E., Taborda, H., García, D. y Sidek, S. (2018). Proceso de extracción y almacenaje de características a partir de imágenes de huellas de mordida en el desarrollo de un software para la identificación de personas mediante procesamiento digital de imágenes. *Revista Espacios*, 39(11). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n11/a18v39n11p02.pdf>
- BeeDIGITAL. (2022). Historia y evolución del reconocimiento facial. *BeeDIGITAL*. <https://www.beedigital.es/tendencias-digitales/historia-y-evolucion-del-reconocimiento-facial/>
- Bradford, B., Yesberg, J. A., Jackson, J. y Dawson, P. A. (2020). Live Facial Recognition: Trust and Legitimacy as Predictors of Public Support for Police Use of New Technology. *The British Journal of Criminology*, 60(6), 1502-1522. <https://doi.org/10.1093/bjc/azaa032>
- Bonilla, L. (2009). Demografía, juventud y homicidios en Colombia, 1979-2006. *Lecturas de Economía*, (72), 103-140. <http://www.scielo.org.co/pdf/le/n72/n72a05.pdf>
- Castillo, B. (14 de octubre de 2020). 6 Tipos de métodos de investigación. *Guía Universitaria México*. <https://guiauniversitaria.mx/6-tipos-de-metodos-de-investigacion/>
- Cervantes, J. y Gómez, M. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Universidades*, (52), 37-47. <https://www.redalyc.org/pdf/373/37326902005.pdf>
- Chang, B., Tsai, H. y Young, C. (2010). *Intelligent data fusion system for predicting vehicle collision warning using vision/GPS sensing*. *Expert Systems with Applications*, 37(3), 2439-2450. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.07.036>
- Chaverra, D. (28 de junio de 2022). *Pereira instala 200 nuevas cámaras de reconocimiento facial*. Ventas de Seguridad. <https://www.ventasdeseguridad.com/2022062822218/noticias/empresas/pereira-instala-200-nuevas-camaras-de-reconocimiento-facial.html>
- Datos.gob.es. (31 de agosto de 2020). *¿Cómo aprenden las máquinas? Machine Learning y sus diferentes tipos*. datos.gob.es. <https://datos.gob.es/es/blog/como-aprenden-las-maquinas-machine-learning-y-sus-diferentes-tipos>
- Empresa para la Seguridad y Soluciones Urbanas - ESU. (9 de agosto de 2021). 2856 Cámaras de vigilancia en Medellín. <https://www.esu.com.co/noticias-camaras-de-vigilancia-en-medellin/>

- Fundación Karisma. (1 de julio de 2021). El sistema de reconocimiento facial de la Registraduría Nacional. <https://digitalid.karisma.org.co/2021/07/01/sistema-reconocimiento-facial-registraduria/#:~:text=Desde%202018%2C%20sin%20hacerlo%20p%C3%BAblico,99%20mil%20millones%20de%20pesos.>
- García, D., Ortega, J., Pinto, A., Gutiérrez, M. y Rendón, L. (2020). Redes neuronales para identificar factores asociados al diseño de una propuesta de formación en línea de artesanos en marketing digital. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E35), 62-73. <https://www.proquest.com/openview/713a5a5c23c2291157f813b30f1ba124/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Garzón, J. (2022). *Propuesta de prevención y mitigación de los conflictos derivados por las acciones de la primera línea en el portal de Transmilenio de las Américas Bogotá* [Trabajo de grado de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio institucional Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/43723>
- Gu, J., Xie, R., Zhao, Y., Zhao, Z., Xu, D., Ding M, Lin, T., Xu, W., Nie, Z., Miao, E., Tan, D., Zhu, S., Shen, D. y Fei, J. (2022). A machine learning-based approach to predicting the malignant and metastasis of thyroid cancer. *Frontiers Oncology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.938292>
- Henao, F., García, D., Aguirre, E., González, A., Bracho, R., Solorzano, J. y Arboleda, A. (2017). Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería. *Revista Lasallista de investigación*, 14(1), 179-197. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69551301017>
- Lifeder. (21 de diciembre de 2022). *Método científico*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/pasos-metodo-cientifico/>
- Martins, P., Silva, J. y Bernardino, A. (2022). Multispectral Facial Recognition in the Wild. *Sensors*, 22(11). <https://doi.org/10.3390/s22114219>
- Medellín. (6 de julio de 2022). *Alcaldía de Medellín entregó balance de seguridad semestral; así les fue*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/medellin-balance-de-seguridad-de-la-alcaldia-en-el-2022-685064>
- Mena, M. (4 de noviembre de 2021). *El mapa del reconocimiento facial en Europa*. Statista Infografías. <https://es.statista.com/grafico/22270/paises-europeos-que-utilizan-sistemas-de-reconocimiento-facial/#:~:text=A%C3%BAn%20y%20as%C3%AD%2C%20en%20la,vigilancia%2C%20seg%C3%BAn%20datos%20de%20Surfshark.>

- Peña, C. (2 de junio de 2023). *Nuevas medidas en El Dorado: instalan biometría facial para turistas extranjeros*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/vida/viajar/nuevas-medidas-en-aeropuerto-el-dorado-instalan-biometria-para-turistas-extranjeros-774209>
- Siriborvornratanakul, T. (2022). *Human behavior in image-based Road Health Inspection Systems despite the emerging AutoML*. *Journal of Big Data*, 9(96). <https://doi.org/10.1186/s40537-022-00646-8>
- Sirovich, L. y Kirby, M. (1987). *Low-Dimensional Procedure for the Characterization of Human Faces*. *Journal of the Optical Society of America A*, 4(3), 519-524. <http://dx.doi.org/10.1364/JOSAA.4.000519>
- Xu, S., Yang, Z., Chakraborty, D., Chua, Y., Tolomeo, S., Winkler, S., Birnbaum, M., Tan, B-L., Lee, J. y Dauwels, J. (2022). Identifying psychiatric manifestations in schizophrenia and depression from audio-visual behavioural indicators through a machine-learning approach. *Schizophrenia*, 8(92). <https://doi.org/10.1038/s41537-022-00287-z>
- Zheng, J. y Peng, J. (2019). A novel pedestrian detection algorithm based on data fusion of face images. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(5). <https://doi.org/10.1177/1550147719845276>