

Sistema de reconocimiento facial para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas

Facial recognition system for the search and identification of missing persons

Marcos Valerio Poma Carrillo

marcospoma.carrillo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0021-7429-1525>

Universidad Pública de El Alto

La Paz – Bolivia

Pablo José Guerrero

pabloguerrero.edu@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0999-071X>

Universidad Pública de El Alto

La Paz – Bolivia

Artículo recibido 09 de noviembre de 2024 / Arbitrado 23 de noviembre de 2024 / Aceptado 08 febrero 2025 / Publicado 05 de abril de 2025

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de reconocimiento facial utilizando Python y OpenCV para mejorar la búsqueda e identificación de personas desaparecidas en el Distrito 1 de El Alto, Bolivia. Mediante el análisis de imágenes, el sistema comparará rostros con una base de datos existente, proporcionando información relevante para las investigaciones. A través de un enfoque cuantitativo y una investigación aplicada-descriptiva, se recopilarán datos mediante encuestas y cuestionarios para comprender los procesos de búsqueda y la aplicación de esta tecnología. La viabilidad del proyecto se sustenta en la disponibilidad de herramientas como OpenCV, la comunidad de desarrollo en Python y los recursos económicos complementarios de la Policía Boliviana. Como resultado, implementó un sistema funcional con un dominio y hosting, optimizando la identificación de personas desaparecidas. En la fase de monitoreo y evaluación, se establecieron indicadores para recopilar datos y mejorar continuamente el sistema. Este proyecto representó un avance en el uso de la tecnología para fortalecer la seguridad y agilizar los procesos de localización en la comunidad.

Palabras Clave: Reconocimiento facial, hosting, dominio.

ABSTRACT

This project aims to develop a facial recognition system using Python and OpenCV to improve the search and identification of missing persons in District 1 of El Alto, Bolivia. Through image analysis, the system will compare faces with an existing database, providing relevant information for investigations. Using a quantitative approach and applied-descriptive research, data will be collected through surveys and questionnaires to understand the search processes and the application of this technology. The project's viability is based on the availability of tools such as OpenCV, the Python development community, and the complementary financial resources of the Bolivian Police. As a result, a functional system with a domain and hosting is expected to be implemented, optimizing the identification of missing persons. In the monitoring and evaluation phase, indicators will be established to collect data and continuously improve the system. This project represents a breakthrough in the use of technology to strengthen security and streamline location processes in the community.

Keyword: Facial recognition, hosting, domain name.

INTRODUCCIÓN

La desaparición de personas es una problemática alarmante que afecta a nivel global, generando preocupación en diversas entidades internacionales. En este contexto, la Comisión Internacional sobre Personas Desaparecidas (ICMP) se ha posicionado como una organización dedicada a abordar esta grave situación. La ICMP se preocupa por el aumento de casos de desapariciones, ya sean forzadas o voluntarias, y trabaja arduamente en estrecha colaboración con gobiernos y otras organizaciones para proporcionar asistencia técnica y mejorar la gestión de estos casos.

En línea con este objetivo, la ICMP ha desarrollado el Sistema Integrado de Gestión de Datos (iDMS), un software especializado que permite mejorar la eficacia en la recopilación, análisis y difusión de información relacionada con personas desaparecidas. Esta herramienta se convierte en un recurso esencial para optimizar los procesos de investigación y seguimiento, promoviendo una respuesta más rápida y eficiente.

Asimismo, este software se erige como un instrumento fundamental para mejorar la eficacia en la recolección, análisis y difusión de información pertinente relacionada con individuos desaparecidos. Al trabajar de cerca con gobiernos y organizaciones, la ICMP busca no solo abordar los casos existentes, sino también prevenir futuras desapariciones mediante la optimización de los procesos de manejo de datos y la cooperación internacional. La búsqueda y la identificación de personas desaparecidas se ven, así, impulsadas por un enfoque integral respaldado por tecnología avanzada y colaboración interinstitucional.

Por otro lado, en Bolivia, los datos del Observatorio Boliviano de Seguridad Ciudadana y Lucha Contra las Drogas revelan una preocupante tendencia en los casos de personas desaparecidas. En 2017, en ocho departamentos del país (exceptuando Cochabamba), se registraron 2.600 desapariciones y 2.176 apariciones. En 2018, los casos alcanzaron 2.472 desapariciones y 1.811 apariciones, mientras que, en el primer semestre de 2019, se reportaron 1.720 desapariciones y 1.204 apariciones. Estos datos reflejan la persistencia del problema y la necesidad de fortalecer los mecanismos de búsqueda e identificación de personas en el país. (Defensoría del Pueblo, 2020).

A causa de esto la Defensoría del Pueblo, en colaboración con instituciones gubernamentales y organizaciones sociales, ha impulsado el "Proyecto de Ley Reporte, Difusión y Coordinación para La Búsqueda de Personas Desaparecidas", con el objetivo de mejorar la búsqueda e identificación de personas reportadas como desaparecidas. Así mismo, propone que los medios de comunicación dediquen espacios gratuitos durante los horarios de mayor audiencia para difundir información sobre personas desaparecidas (Defensoría del Pueblo, 2020).

De igual manera, la organización Munasim Kullakita en conjunto con la Policía Boliviana, ha lanzado en el 2022 la aplicación "Alerta Juliana", la cual tiene como objetivo difundir información, para poder identificar a las personas desaparecidas. La aplicación permite que los usuarios notifiquen directamente desde sus teléfonos móviles sobre la desaparición de alguien, además de visualizar y compartir afiches de búsqueda con otros usuarios (Opinión Bolivia, 2023).

Además, el uso de aplicaciones y plataformas específicas, como "Alerta Juliana", ha sido fundamental en la búsqueda e identificación de personas desaparecidas. Sin embargo, también se ha hecho evidente el papel crucial que desempeñan las redes sociales, ya que han facilitado la creación de comunidades virtuales y grupos dedicados a compartir información sobre estos casos.

En este contexto, en el Distrito 1 de la ciudad de El Alto, donde residen aproximadamente 97,843 habitantes, la problemática de las desapariciones ha adquirido una presencia alarmante, generando preocupación en la comunidad local. Cada vez más, la desaparición de personas deja de ser una simple estadística para convertirse en una realidad angustiante, afectando profundamente a las familias que viven con la incertidumbre del paradero de sus seres queridos. Esta situación no solo impacta emocionalmente a los afectados, sino que también genera una creciente sensación de vulnerabilidad en la población.

Por otro lado, esta problemática plantea desafíos significativos en términos de seguridad y gestión comunitaria. La búsqueda de personas desaparecidas implica no solo el dolor de los familiares, sino también una compleja labor logística y operativa para las autoridades locales. La falta de información coordinada y la ausencia de un sistema eficiente de identificación y seguimiento de casos dificultan aún más la resolución de estas situaciones.

Ante este panorama, se vuelve evidente la necesidad de fortalecer los mecanismos de búsqueda e identificación. Actualmente, los recursos limitados y la falta de tecnologías especializadas agravan el problema, lo que subraya la urgencia de desarrollar estrategias más efectivas (Delfino, 2022). En este sentido, la comunidad local, en conjunto con las autoridades y organizaciones pertinentes, enfrenta el reto de implementar soluciones innovadoras que permitan mejorar la búsqueda y localización de personas desaparecidas en el Distrito 1.

Por tanto, la implementación de tecnologías modernas, en particular el reconocimiento facial en una plataforma web, para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas en el Distrito 1 de El Alto, responde a la urgente necesidad de optimizar los procesos actuales. En este sentido, la evidencia internacional respalda la eficacia de estas herramientas en la reducción significativa de casos sin resolver, ofreciendo una alternativa innovadora para abordar esta problemática. Por ello, integrar el reconocimiento facial en una plataforma web especializada permitiría centralizar y agilizar la recopilación de información, facilitando una búsqueda más eficiente y precisa.

Asimismo, esta propuesta busca superar las limitaciones de los métodos tradicionales de búsqueda e identificación en El Alto, donde la difusión de información es limitada, los procedimientos son lentos y la resolución de casos a menudo depende de factores externos como el poder económico o las influencias familiares. En este contexto, la incorporación de tecnologías avanzadas no solo mejoraría la equidad en la atención de los casos, sino que también permitiría acelerar la respuesta en situaciones críticas, donde cada momento es crucial.

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es desarrollar un sistema de reconocimiento facial utilizando Python y OpenCV para optimizar la búsqueda e identificación de personas desaparecidas en el Distrito 1 de El Alto, mejorando así la eficiencia y efectividad de los procesos actuales.

MÉTODO

Este proyecto se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para probar hipótesis mediante técnicas estadísticas. Además, se empleará un diseño de investigación aplicada-descriptiva, dado que busca comprender las causas del problema y, a partir de ello, proponer soluciones concretas.

Inicialmente, se analizará el uso actual de tecnologías en la búsqueda e identificación de personas desaparecidas, evaluando su eficiencia y eficacia. Posteriormente, con base en los conocimientos obtenidos, se explorará la aplicación de la tecnología de reconocimiento facial para reducir los casos de desapariciones en el Distrito 1 de la ciudad de El Alto. Esta investigación permitirá comprender la escasa implementación de tecnologías emergentes en los procesos de búsqueda, al tiempo que contribuirá a la sociedad mediante la optimización de estos procedimientos.

El diseño de investigación será no experimental, dado que se observarán y analizarán los fenómenos en su contexto natural, sin manipular variables. Además, se empleará un diseño transversal, ya que la recolección de datos se realizará en un único momento.

En cuanto a la población, la ciudad de El Alto está conformada por 14 distritos, y el estudio se enfocará en el Distrito 1, que cuenta con una población de 97,843 habitantes (INE, 2020). Aplicando la fórmula para determinar el tamaño muestral, se estableció que se encuestará a 662 individuos residentes en este distrito.

La recolección de datos se llevará a cabo mediante encuestas, lo que permitirá obtener información relevante sobre las necesidades y expectativas de los residentes en relación con la búsqueda e identificación de personas desaparecidas. Se empleará un cuestionario estructurado con preguntas cerradas, centrado en la experiencia y percepción de los participantes respecto al uso de la tecnología de reconocimiento facial en estos procesos. El uso de preguntas cerradas facilitará la cuantificación y comparación de datos, asegurando un análisis más preciso y representativo.

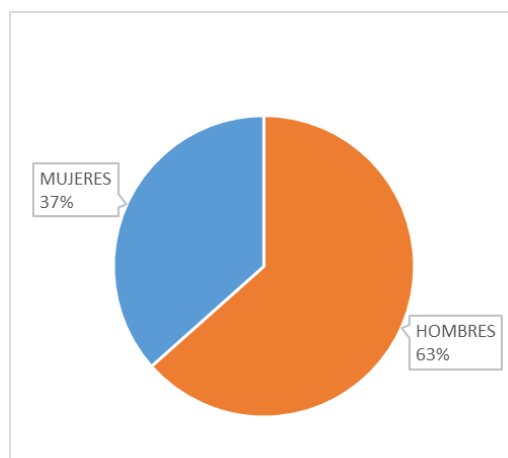
Este enfoque metodológico proporcionará una visión clara y fundamentada sobre la viabilidad del reconocimiento facial en la búsqueda de personas desaparecidas en el Distrito 1 de El Alto, contribuyendo así a la mejora de los procedimientos de localización y la reducción de estos casos en la comunidad.

RESULTADOS

De acuerdo con la encuesta, más de la mitad de los encuestados es decir el 63% son del género masculino y el 37% son del género femenino. Los resultados de la encuesta revelan una mayoría de participantes del género masculino, representando un 63% del total de encuestados, mientras que el género femenino constituye un 37%. Estos datos destacan una disparidad en la distribución de género dentro de la muestra analizada.

Gráfico 1.

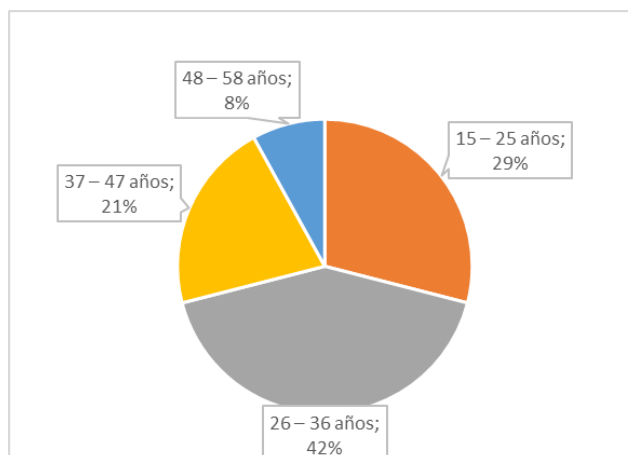
Resultados de identificador por género



Según los resultados de la encuesta, se observa que el 29% de los encuestados se encuentran en el rango de edad de 15 a 25 años, el 42% pertenecen al rango de 26 a 36 años, el 21% están en el rango de 37 a 47 años y el 8% corresponden al rango de 48 a 58 años. Los resultados de la encuesta revelan una distribución diversa en términos de edad dentro de la muestra analizada. Se evidencia una representación significativa de adultos jóvenes, con el 42% de los encuestados.

Gráfico 2.

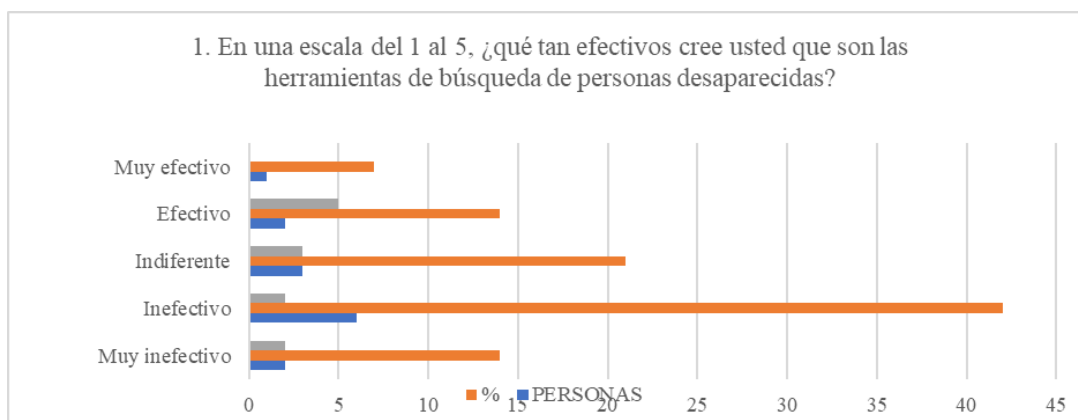
Resultados de identificador por género



De acuerdo con la encuesta, casi la mitad de los encuestados (42%) considera que los procesos de búsqueda de personas desaparecidas son ineficientes, mientras que solo el 14% opina que son efectivos y un 7% los percibe como muy efectivos. Según los resultados de la encuesta, la mayoría de los participantes considera que las herramientas de búsqueda de personas desaparecidas son ineficientes.

Gráfico 3.

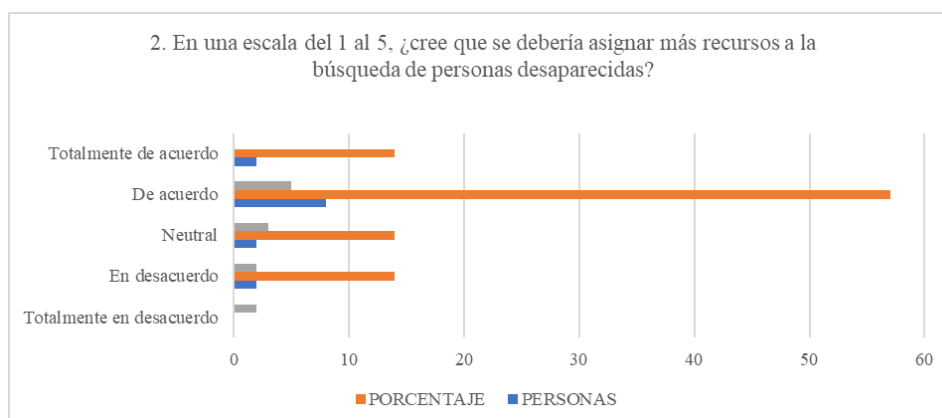
Resultados generales al ítem 1



Según el análisis realizado, más de la mitad de los encuestados (57%) están a favor de asignar más recursos a la búsqueda de personas desaparecidas, mientras que solo el 14% está en desacuerdo. La mayoría de las personas encuestadas en el distrito 1 de la ciudad de El Alto, están de acuerdo con que se debe asignar más recursos a la búsqueda de personas desaparecidas.

Gráfico 4.

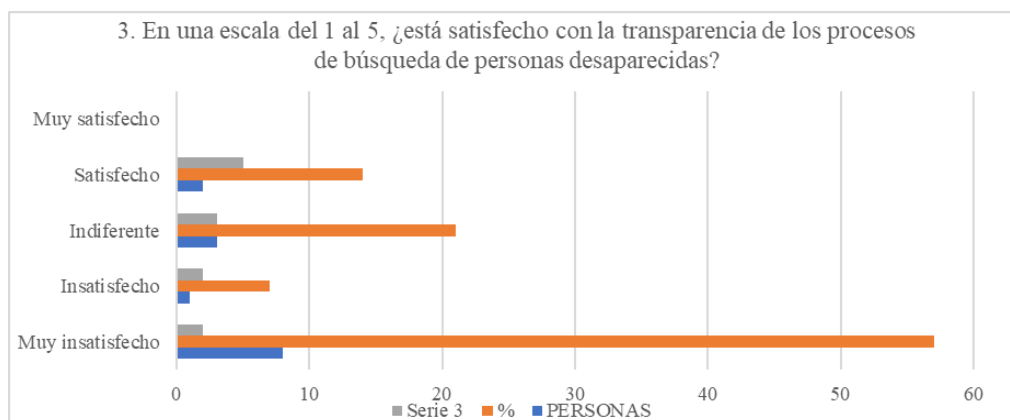
Resultados generales al ítem 2



Según los resultados de la pregunta 3, el 57% de las personas encuestadas están muy insatisfechas con la transparencia en los procesos de búsqueda de personas desaparecidas, y solamente el 14% manifestaron estar satisfechos. La mayoría de las personas encuestadas del distrito 1 de la ciudad de El Alto, manifestaron estar muy insatisfechas con la transparencia en los procesos de búsqueda de personas desaparecidas.

Gráfico 5.

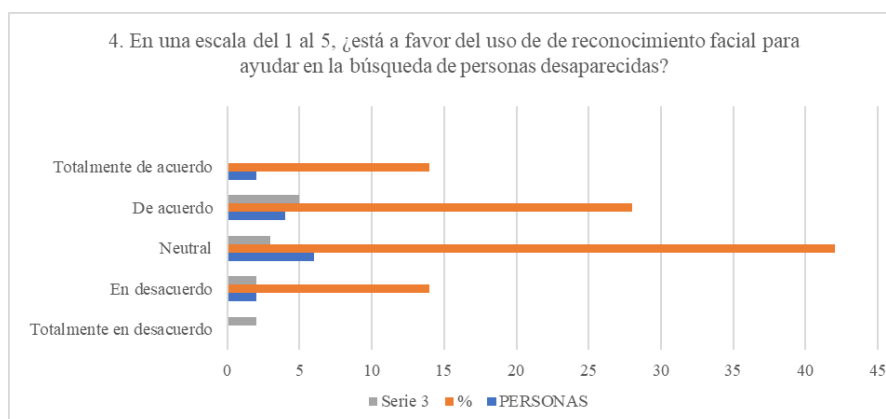
Resultados generales al ítem 3



El 64% de los encuestados están de acuerdo o muy de acuerdo con el uso de reconocimiento facial en el proceso de búsqueda de personas desaparecidas, mientras que un 14 % de las personas encuestadas están en desacuerdo. Los encuestados están de acuerdo o muy de acuerdo con la utilización de reconocimiento facial en la búsqueda de personas desaparecidas.

Gráfico 6.

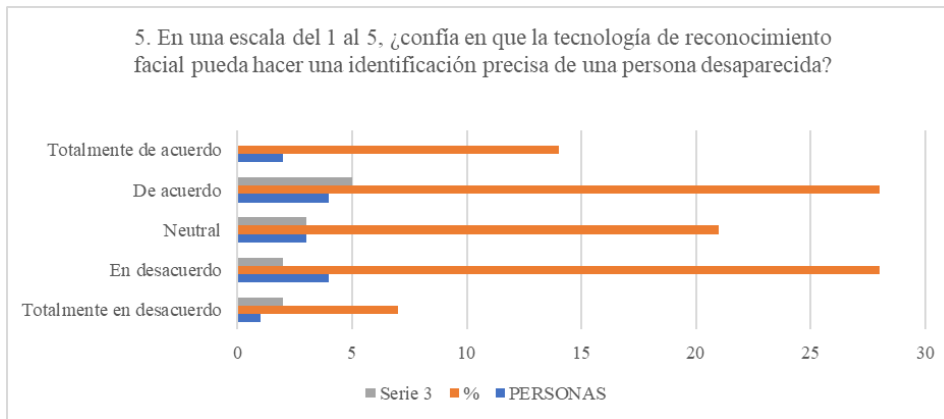
Resultados generales al ítem 4



Con respecto a la pregunta 5, existe 28% de las personas encuestadas que confían en que el reconocimiento facial pueda hacer una identificación precisa de una persona desaparecida, y por otro lado existe un 28% que no lo cree así. Existe un empate entre las personas del distrito 1, de la ciudad de El Alto, por un lado, están aquellos que creen que el reconocimiento facial puede realizar una identificación precisa de una persona desaparecida, mientras que, por otro lado, hay quienes piensan que la identificación no será precisa.

Gráfico 7.

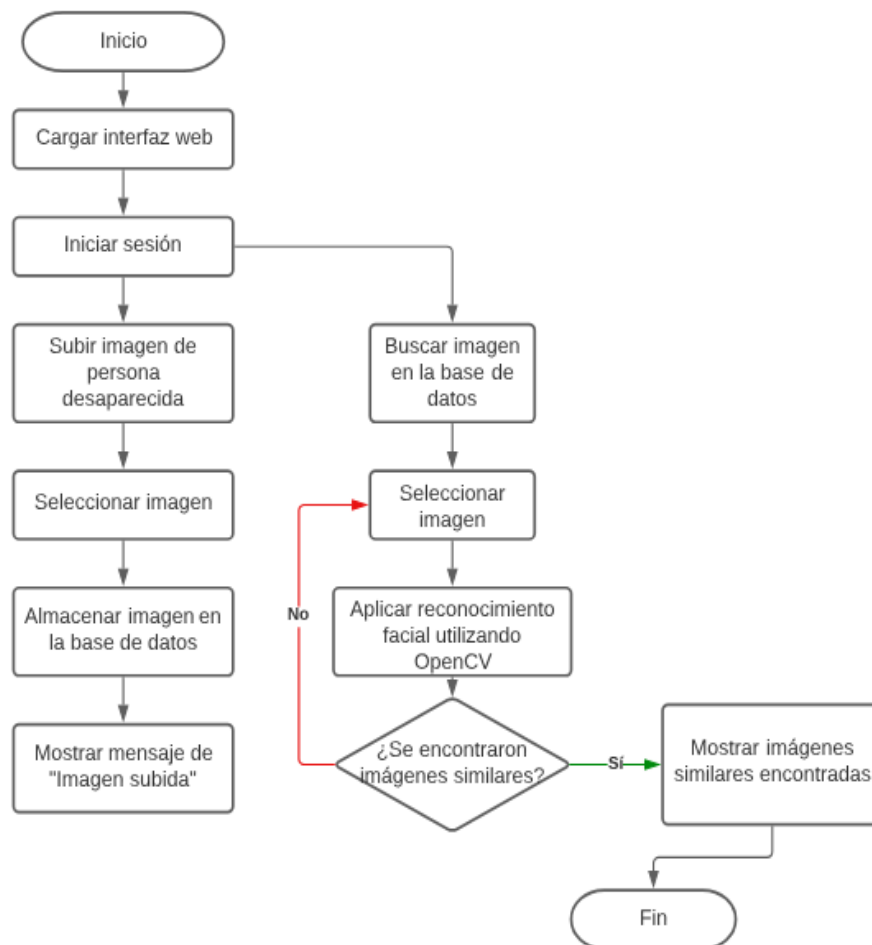
Resultados generales al ítem 5



Ingeniería del proyecto

Figura 1

Diagrama de Flujo del Sistema de Reconocimiento Facial para Búsqueda de Personas



Modelo Matemático

El avance constante en tecnologías de reconocimiento facial ha transformado la manera en que abordamos la búsqueda e identificación de personas en diversas aplicaciones, desde la seguridad hasta la gestión de datos. En este contexto, se presenta un modelo matemático avanzado diseñado para optimizar el proceso de reconocimiento facial, centrándose en la eficiencia y precisión en la identificación de individuos en una base de datos.

Este modelo incorpora el reconocido método "Eigenfaces", basado en el análisis de componentes principales (PCA), como un componente clave para la representación y comparación de características faciales. La incorporación de este enfoque busca no solo mejorar la tasa de reconocimiento, sino también reducir los falsos positivos, abordando así desafíos críticos en la búsqueda e identificación de personas.

Variables:

- P : Número total de personas en la base de datos.
- N : Número de personas buscadas.
- T_f : Tiempo necesario para realizar el procesamiento facial y extraer características.
- T_r : Tiempo necesario para realizar el reconocimiento facial.

Parámetros:

- R : Tasa de reconocimiento facial exitosa (porcentaje de personas reconocidas correctamente).
- F : Tasa de falsos positivos (porcentaje de personas incorrectamente identificadas).
- C : Número de componentes principales utilizadas en el modelo Eigenfaces.

Ecuaciones:

1. Tiempo Total de Búsqueda (TT):

$$TT = N * (Tr + Tf)$$

2. Personas Reconocidas Exitosamente PR :

$$PR = R * N$$

3. Falsos Positivos FP :

$$FP = F * (P - N)$$

4. Tiempo Total de Identificación TI :

$$TI = PR * (Tf + Tr) + FP * (Tf + Tr)$$

Modelo Eigenfaces:

El modelo Eigenfaces utiliza PCA para representar las caras en términos de un conjunto de componentes principales. La distancia euclidiana entre la representación de la cara de una persona y las caras almacenadas se utiliza para el reconocimiento facial.

$$\text{Distancia Euclidiana} = \sqrt{\sum_{i=1}^C (A_i - B_i)^2}$$

Donde A_i y B_i son las componentes principales correspondientes de las caras comparadas.

Objetivo del Modelo:

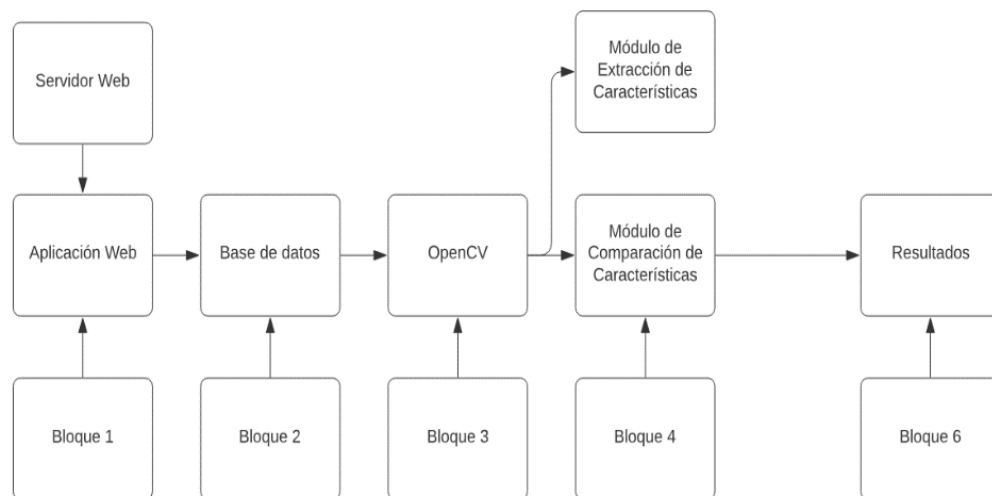
Minimizar TI : Buscar estrategias para aumentar la tasa de reconocimiento R y reducir la tasa de falsos positivos F utilizando el modelo Eigenfaces.

Observaciones:

- Ajustar el número de componentes principales C puede influir en la precisión del modelo, pero debe equilibrarse con la complejidad computacional.
- Se pueden agregar términos adicionales para representar el tiempo de entrenamiento del modelo y otros factores específicos del sistema.

Figura 2.

Diagrama en Bloques del Sistema de Reconocimiento Facial para Búsqueda de Personas



Desarrollo de la Interfaz de Usuario

Se diseñará una interfaz de usuario intuitiva que permita a los usuarios interactuar de manera efectiva con el sistema.

Imagen 1.

Interfaz para la búsqueda de personas desaparecidas

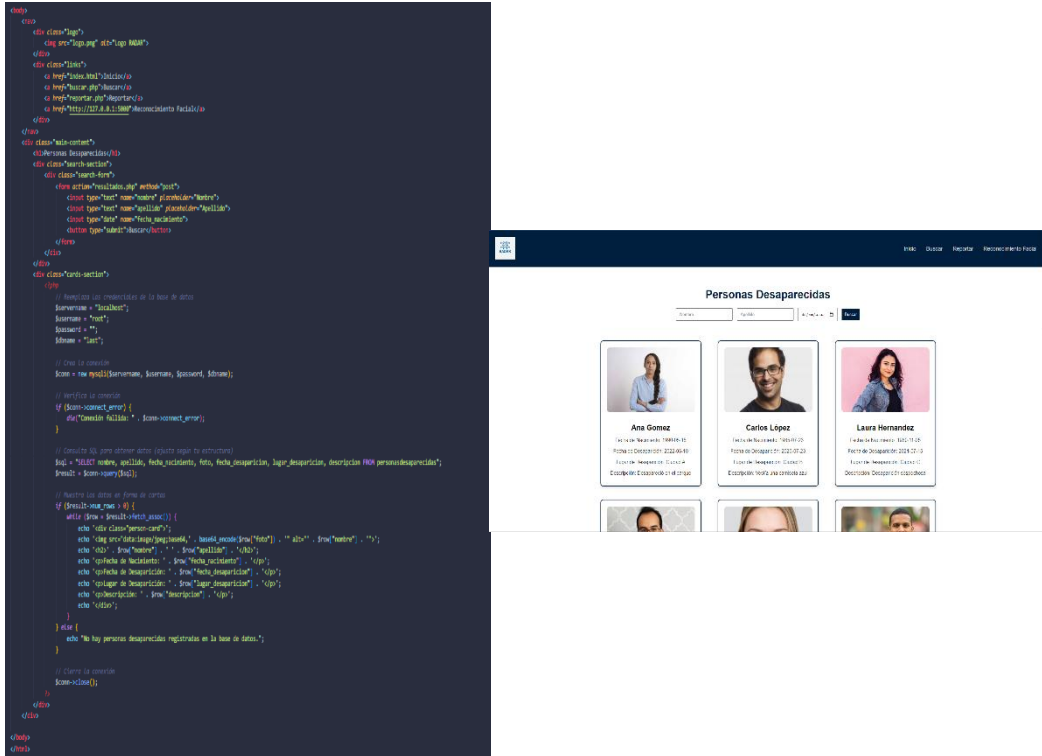


Imagen 2.

Interfaz para el reporte de personas desaparecidas

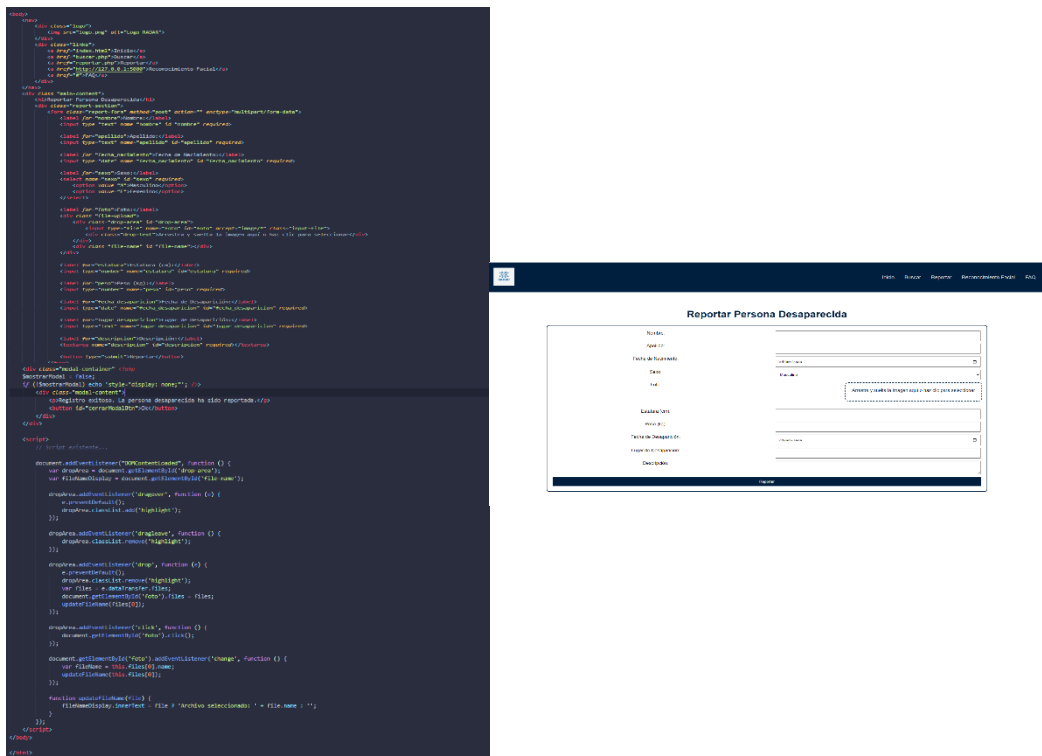


Imagen 3.

Interfaz para la identificación de personas desaparecidas

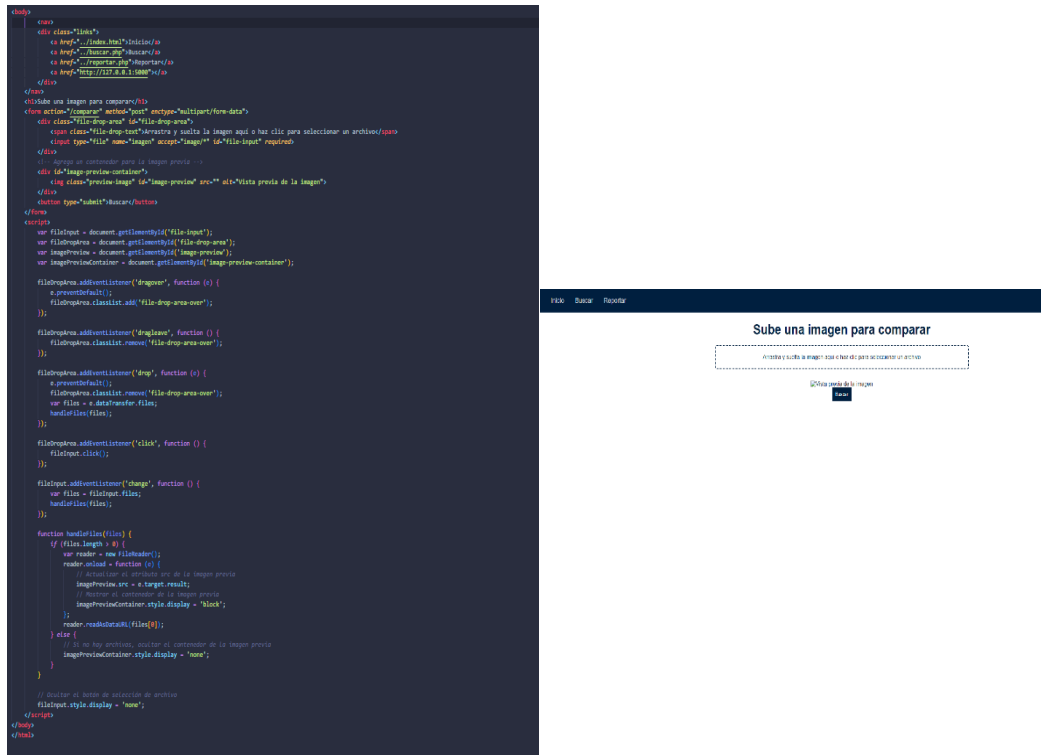
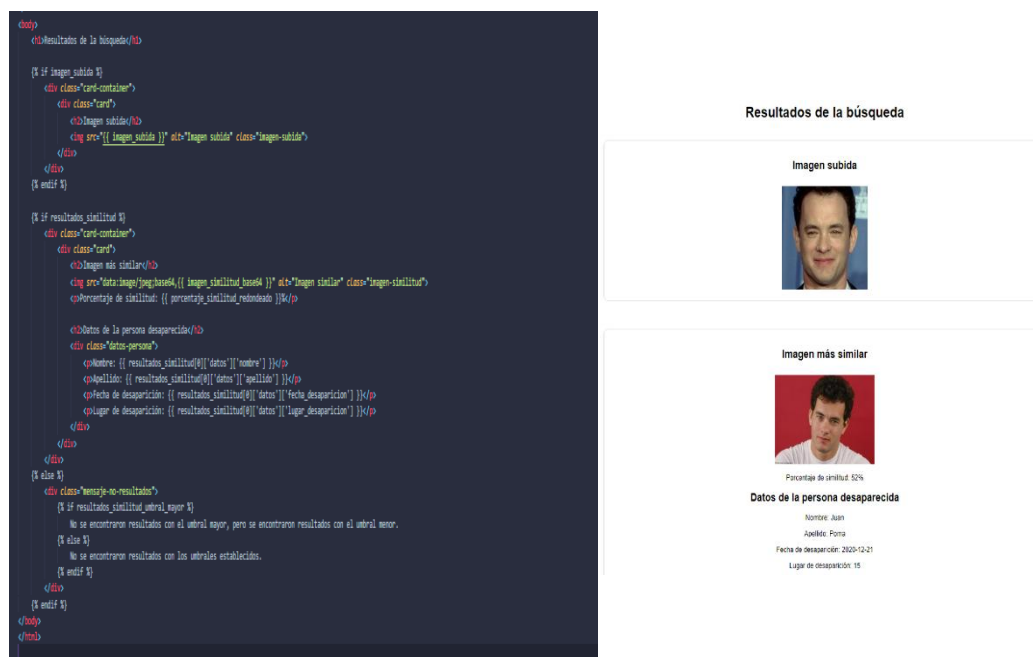


Imagen 4.

Interfaz de resultados de la identificación de personas desaparecidas



Fase de Implementación

La Fase de Implementación constituye el tramo crucial donde las planificaciones, análisis y diseño conceptual del proyecto se transforman en una realidad palpable y funcional. Durante esta etapa, se lleva a cabo la materialización concreta de la infraestructura y las funcionalidades delineadas en fases anteriores, estableciendo así la operatividad del Sistema de Reconocimiento Facial para la Búsqueda e Identificación de Personas Desaparecidas.

El proceso se inicia con el despliegue de la infraestructura técnica. Esto implica la configuración y activación de servidores, la implementación de la base de datos en un entorno de producción y la preparación de los servidores web para gestionar eficientemente las solicitudes de los usuarios. Cada configuración técnica realizada durante esta etapa establece las bases operativas del sistema.

Imagen 5.

Activando los módulos Apache y MySQL



Esto nos permitirá hacer pruebas en nuestro entorno local hasta que podamos subir el sistema a un hosting.

Elección de hosting para desplegar nuestro proyecto:

Tras una detallada investigación, conseguimos elegir el servicio de alojamiento que más se ajusta a nuestro proyecto; se decidió utilizar Render para implementar nuestro sistema de reconocimiento facial diseñado para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas. Esta elección fue meticulosamente analizada y respaldada por varias razones esenciales.

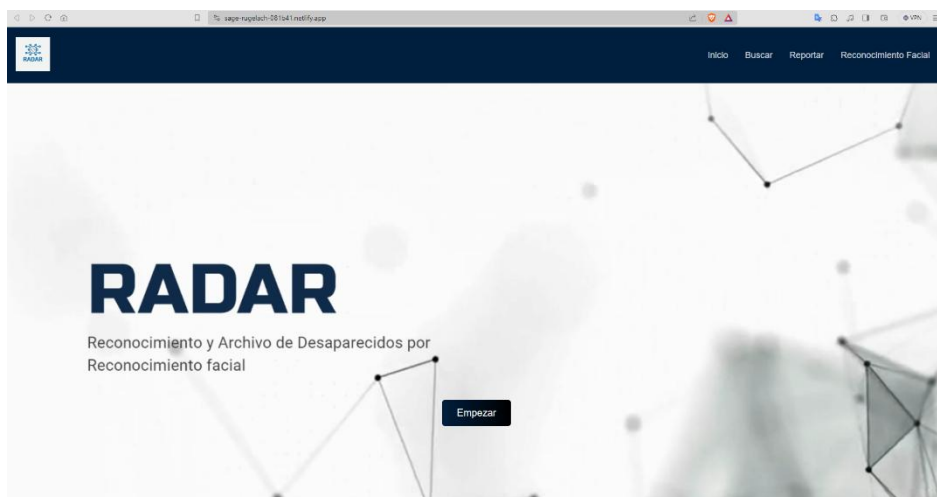
En primer lugar, la confiabilidad se convierte en un factor crucial al abordar un proyecto tan significativo como el nuestro. Render ha demostrado ser una plataforma altamente confiable con una infraestructura robusta y redundante. La estabilidad operativa resulta esencial para garantizar que nuestro sistema de reconocimiento facial esté siempre disponible, especialmente en situaciones críticas donde la rapidez y la eficiencia son imperativas.

La escalabilidad también se posiciona como una razón clave detrás de la elección de Render. Dada la naturaleza dinámica de nuestro proyecto, es esencial contar con una plataforma capaz de expandirse junto con nuestras necesidades. Render ofrece una escalabilidad tanto vertical como

horizontal, lo que significa que podemos incrementar la capacidad de recursos según la demanda del sistema. Esto resulta crucial para asegurar un rendimiento óptimo incluso en momentos de alta carga, como eventos públicos o situaciones de emergencia.

Imagen 6.

Interfaz principal del sistema en el hosting de Render



Adicionalmente, la facilidad de uso y la gestión simplificada destacan como características sobresalientes de Render. Su interfaz intuitiva facilita la implementación y el mantenimiento del sistema sin requerir conocimientos técnicos especializados. Esto no solo agiliza el proceso de desarrollo, sino que también permite que nuestro equipo se enfoque en la mejora continua del sistema de reconocimiento facial en lugar de lidiar con complejidades técnicas innecesarias.

La seguridad se convierte en un aspecto prioritario al manejar datos sensibles, como imágenes faciales y datos de personas desaparecidas. Render ofrece avanzadas medidas de seguridad, incluido el cifrado de datos en tránsito y en reposo, así como acceso controlado a recursos. Esto garantiza que la privacidad y la integridad de la información estén siempre protegidas, cumpliendo con los estándares éticos y legales requeridos para un proyecto de esta índole.

En última instancia, la decisión de seleccionar Render como nuestro proveedor de hosting se basa en la combinación de confiabilidad, escalabilidad, facilidad de uso y seguridad que ofrece. Para poder realizar pruebas.

Fase de Monitoreo y Evaluación

A medida que nuestro sistema de reconocimiento facial para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas alcanza un estado de funcionamiento estable, nos preparamos para ingresar a la fase culminante de este proyecto: la etapa de monitoreo y evaluación. Esta etapa no solo marca el final del desarrollo inicial, sino que también representa un componente vital para garantizar la eficacia continua y la mejora constante de nuestro sistema.

La fase de monitoreo implica la supervisión constante de la operación del sistema en tiempo real. Este proceso nos permite identificar cualquier irregularidad, optimizar el rendimiento y abordar

posibles problemas de manera proactiva. Estableceremos un sistema de monitoreo exhaustivo que rastree diversos indicadores, desde la velocidad de respuesta hasta la precisión de las identificaciones, para asegurar que nuestro sistema esté funcionando en su nivel óptimo.

La evaluación, por otro lado, se centrará en la revisión retrospectiva del rendimiento del sistema a lo largo del tiempo. Analizaremos datos acumulativos para identificar patrones, tendencias y áreas que podrían beneficiarse de mejoras. La retroalimentación de los usuarios y las métricas clave serán fundamentales en este proceso, permitiéndonos ajustar y perfeccionar continuamente nuestro sistema de reconocimiento facial.

Durante la fase de monitoreo y evaluación, también estableceremos mecanismos para garantizar la seguridad y privacidad de los datos procesados por nuestro sistema. Esto implica la revisión constante de las políticas de seguridad, la implementación de actualizaciones y la adaptación a las mejores prácticas emergentes en el campo de la seguridad digital.

Un aspecto esencial de esta etapa será la interacción continua con los usuarios y las partes interesadas. Recopilaremos comentarios valiosos que nos permitirán entender las necesidades cambiantes y las expectativas de quienes utilizan nuestro sistema. Esto, a su vez, impulsará iniciativas de desarrollo futuro y mejoras iterativas para garantizar que nuestro sistema siga siendo eficiente y relevante a lo largo del tiempo.

En resumen, la fase de monitoreo y evaluación no solo representa el cierre de una etapa, sino también el comienzo de un ciclo continuo de mejora y refinamiento. A través de un monitoreo constante, evaluación reflexiva y colaboración activa con los usuarios, estamos comprometidos a mantener y mejorar la eficacia de nuestro sistema de reconocimiento facial para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas.

En esta fase de revisión, es imperativo compartir los desafíos y los resultados menos exitosos que encontramos al evaluar el rendimiento de nuestro proyecto. Abordaremos inicialmente los casos en los que enfrentamos dificultades para obtener resultados significativos.

En el primer escenario, intentamos comparar una fotografía almacenada de un artista que inicialmente no tenía tatuajes en el rostro con otra imagen en la que, con el paso del tiempo, este artista adquirió tatuajes en toda la cara. Lamentablemente, el resultado fue negativo, ya que el sistema no arrojó ninguna coincidencia y se emitió un mensaje indicando que no se encontraron resultados.

Un escenario similar se presentó al intentar comparar una imagen antigua de un actor en su juventud con otra imagen más reciente, en la cual ya había envejecido. En este caso también, nos enfrentamos al mismo mensaje de falta de resultados.

Para abordar este problema y mejorar la capacidad del sistema para reconocer caras a pesar de cambios en la apariencia debido a la edad o la adición de elementos como tatuajes, se implementaron ajustes en los umbrales del código de reconocimiento facial. Inicialmente, los umbrales estaban configurados con un valor inferior de 40, pero se modificaron estratégicamente para superar estos desafíos específicos.

Imagen 7.

Modificación de los umbrales en el código Python

```
if not resultados_similitud:
    for resultado in resultados:
        try:
            imagen_almacenada_binaria = obtener_imagen_desde_bd(resultado['id'])
            if imagen_almacenada_binaria:
                imagen_almacenada_path = f'static/{resultado["id"]}.jpg'

                # Convertir los datos binarios a un objeto de imagen
                imagen_almacenada = Image.open(io.BytesIO(imagen_almacenada_binaria['foto']))
                imagen_almacenada = imagen_almacenada.convert("RGB")
                imagen_almacenada_np = np.array(imagen_almacenada)

                # Obtener los rasgos faciales de la imagen almacenada
                rasgos_almacenados = face_recognition.face_encodings(imagen_almacenada_np)

                # Comparar rasgos faciales
                for rasgo_almacenado in rasgos_almacenados:
                    distancia = face_recognition.face_distance([rasgo_almacenado], rasgos_subida[0])
                    porcentaje_similitud = (1 - distancia[0]) * 100
                    porcentaje_similitud_redondeado = round(porcentaje_similitud)

                    # Ajusta estos umbrales según tus necesidades
                    umbral_menor_inferior = 30
                    umbral_menor_superior = 60

                    # Si el porcentaje de similitud está dentro del rango permitido
                    if umbral_menor_inferior <= porcentaje_similitud_redondeado <= umbral_menor_superior:
                        resultados_similitud.append({
                            'id': resultado['id'],
                            'porcentaje_similitud': porcentaje_similitud_redondeado,
                            'imagen_almacenada_path': imagen_almacenada_path,
                            'datos': imagen_almacenada_binaria
                        })
        except Exception as e:
            print(f"Error al cargar/procesar la imagen almacenada con ID {resultado['id']}: {e}")

# Puedes ordenar los resultados por similitud si lo deseas
resultados_similitud = sorted(resultados_similitud, key=lambda x: x['porcentaje_similitud'], reverse=True)
```

Con las modificaciones realizadas en el umbral inferior, logramos que el algoritmo pudiera llevar a cabo la comparación de imágenes de manera más efectiva, incluso en situaciones donde la edad y la presencia de tatuajes podrían haber afectado la similitud facial. Estos ajustes en los umbrales representaron una solución clave para superar las limitaciones iniciales del sistema y mejorar su capacidad para reconocer y relacionar caras en condiciones diversas.

Estos desafíos y las soluciones implementadas reflejan nuestro compromiso continuo con la mejora y la adaptación de nuestro sistema. A través de la identificación de áreas de oportunidad y la implementación de ajustes estratégicos, buscamos perfeccionar la eficacia del proyecto de reconocimiento facial, asegurando así su capacidad para abordar una variedad de condiciones y ofrecer resultados significativos en la búsqueda e identificación de personas desaparecidas.

Imagen 8.

Evaluación de la comparación de rasgos faciales con y sin barba



Keanu Reeves
Fecha de Nacimiento: 2000-12-12
Fecha de Desaparición: 0000-00-00
Lugar de Desaparición: Distrito 2, El Ato
Descripción: .

Sube una imagen para comparar

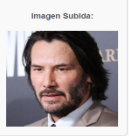
Arrastra y suelta la imagen aquí o haz clic para seleccionar un archivo



Buscar

Resultados

Imagen Subida:



Porcentaje de similitud: 52%

Imagen más cercana:



Datos de la persona desaparecida
Nombre: Keanu
Apellido: Reeves
Fecha de Desaparición: 0000-00-00
Lugar de Desaparición: Distrito 2, El Ato

Imagen 9.

Evaluación de la comparación de rasgos faciales con y sin tatuajes



Cristian Nodal
Fecha de Nacimiento: 2000-12-12
Fecha de Desaparición: 2012-12-12
Lugar de Desaparición: Distrito 3, El Alto
Descripción: Desapareció de camino al trabajo.

Sube una imagen para comparar

Arrastra y suelta la imagen aquí o haz clic para seleccionar un archivo



Buscar

Resultados

Imagen Subida:



Porcentaje de similitud: 58%

Imagen más cercana:



Datos de la persona desaparecida
Nombre: Cristian
Apellido: Nodal
Fecha de desaparición: 2012-12-12
Lugar de desaparición: Distrito 3, El Alto

Imagen 10.

Evaluación de la comparación de rasgos faciales con diferencia de edades



Tom Hanks
Fecha de Nacimiento: 2000-12-12
Fecha de Desaparición: 2015-12-15
Lugar de Desaparición: Distrito 1, La Paz
Descripción: Llevaba pantalones negros y camisa azul.

Sube una imagen para comparar

Arrastra y suelta la imagen aquí o haz clic para seleccionar un archivo



Buscar

Resultados

Imagen Subida:



Porcentaje de similitud: 46%

Imagen más cercana:



Datos de la persona desaparecida
Nombre: Tom
Apellido: Hanks
Fecha de desaparición: 2015-12-15
Lugar de desaparición: Distrito 1, La Paz

Durante esta fase crítica de nuestro proyecto, hemos llevado a cabo un riguroso conjunto de pruebas destinadas a evaluar minuciosamente la eficacia de nuestro sistema de reconocimiento facial. En un esfuerzo por abordar la diversidad de desafíos que puedan surgir en la identificación de personas desaparecidas, hemos realizado pruebas específicas que involucran la variación de factores

clave, como el envejecimiento facial, la adición de elementos como barbas y la presencia de tatuajes.

En el primero de nuestros escenarios de prueba, decidimos poner a prueba la capacidad de nuestro sistema para reconocer a un actor en dos momentos distintos de su vida. Comenzamos con la imagen más antigua almacenada en nuestra base de datos, correspondiente a una fase más temprana de la vida del actor. Posteriormente, ingresamos al sistema una imagen más reciente del mismo actor, esta vez con una notable diferencia en la edad y la adición de una barba. El resultado de esta prueba fue fascinante, ya que nuestro sistema pudo identificar una similitud del 52% entre estas dos representaciones del mismo individuo en diferentes etapas de su vida.

En otro escenario, nos enfrentamos al desafío de evaluar el reconocimiento facial ante la introducción de elementos externos notables. Utilizamos la imagen de un artista en su juventud, sin tatuajes, almacenada en nuestra base de datos como referencia inicial. Posteriormente, sometimos al sistema a una imagen más reciente del mismo artista, pero esta vez con la incorporación de tatuajes en toda la cara. El resultado de esta prueba demostró que nuestro sistema identificó una similitud también del 52%, destacando su capacidad para reconocer la continuidad facial a pesar de cambios significativos en la apariencia.

Las dos pruebas finales se centraron en la variación de edad entre las personas en las fotos. En el primer caso, donde la diferencia de edad era un factor crítico, nuestro sistema arrojó un resultado del 47% de similitud. En el segundo caso, con una variación aún más pronunciada, el sistema identificó una similitud del 31%. Cabe señalar que para obtener estos resultados, ajustamos los umbrales de similitud en el código para garantizar una identificación precisa en situaciones que podrían presentar variaciones notables.

En el código implementado, se diseñó una estrategia de doble iteración para el reconocimiento facial. Inicialmente, se estableció un umbral superior de 90. En caso de no encontrar una coincidencia en esta fase, se procedió a una segunda iteración, donde se compararon las imágenes con umbrales inferiores, siendo el umbral inferior de 30 y el umbral superior de 60. Este enfoque ha demostrado ser efectivo al proporcionar una flexibilidad necesaria para identificar personas en diversas condiciones.

Estas pruebas exhaustivas y ajustes estratégicos en los umbrales de similitud nos han brindado información invaluable sobre la robustez y la versatilidad de nuestro sistema. Al abordar casos específicos y desafíos potenciales en la identificación facial.

DISCUSIÓN

El reconocimiento facial ha emergido como una herramienta crucial en la búsqueda e identificación de personas desaparecidas, impulsada por avances tecnológicos significativos en los últimos años. En este sentido, Ranjan et al. (2020) presenta un sistema innovador de reconocimiento facial que tiene aplicaciones significativas en la búsqueda e identificación de personas desaparecidas. La propuesta se centra en la capacidad del sistema para identificar a un individuo en tiempo real, siempre que su imagen haya sido almacenada previamente en la base de datos. Este enfoque es

particularmente relevante en el contexto de la identificación de personas desaparecidas, donde la rapidez y la precisión son cruciales.

El sistema se basa en el almacenamiento y la comparación de "embeddings" faciales, que son representaciones numéricas de las características faciales de un individuo. Esta metodología permite que el sistema no solo reconozca a las personas en una secuencia de video en vivo, sino que también lo haga con una alta tasa de precisión, incluso en bases de datos que contienen miles de "embeddings" faciales. La técnica de búsqueda paralelizada que implementa el sistema es un punto destacado, ya que mejora significativamente la velocidad de identificación, un factor crítico en situaciones de emergencia donde cada segunda cuenta.

Sin embargo, es importante considerar algunas limitaciones que podrían surgir en la implementación práctica de este sistema. A pesar de su alta precisión, la efectividad del reconocimiento facial puede verse afectada por factores como la calidad de la imagen, las condiciones de iluminación y la diversidad de las características faciales en la base de datos. Además, el artículo no aborda de manera exhaustiva las implicaciones éticas y de privacidad asociadas con el uso de tecnologías de reconocimiento facial, lo cual es un aspecto crucial en el contexto de la vigilancia y la identificación de personas sin su consentimiento.

De igual forma, Teixeira et al. (2022) aborda de manera crítica el uso de sistemas de reconocimiento biométrico, con un enfoque particular en la modalidad facial. Los autores destacan los avances en el procesamiento de imágenes y las técnicas de aprendizaje automático que han facilitado la implementación de estos sistemas, lo que resulta relevante para la búsqueda e identificación de personas desaparecidas.

Una de las contribuciones más significativas del artículo es la discusión sobre las vulnerabilidades inherentes a los sistemas de reconocimiento facial. Los autores explican cómo estos sistemas pueden ser engañados mediante ataques de presentación, específicamente a través de la técnica conocida como morphing. Este tipo de ataque plantea serias preocupaciones sobre la fiabilidad de los sistemas de reconocimiento facial, especialmente en contextos críticos como la identificación de personas desaparecidas, donde la precisión es fundamental.

Además, el artículo presenta una lista de diez preocupaciones relacionadas con la seguridad de los datos de los ciudadanos y la legislación sobre la privacidad de datos en la era de la inteligencia artificial. Esta discusión es crucial, ya que resalta la necesidad de abordar no solo la eficacia técnica de los sistemas, sino también los aspectos éticos y legales que acompañan su implementación. La preocupación por la privacidad de los datos es especialmente pertinente en el contexto brasileño, donde la adquisición de un sistema de reconocimiento biométrico a nivel nacional podría tener implicaciones significativas para la protección de la información personal de los ciudadanos.

Finalmente, Negri et al. (2024) aborda un tema crucial en la implementación de sistemas de reconocimiento facial (RF) en contextos de búsqueda e identificación de personas desaparecidas. A medida que la tecnología de RF ha alcanzado una madurez técnica considerable, el artículo subraya la importancia de equilibrar la privacidad individual con la seguridad pública en situaciones donde se requiere la identificación de individuos en espacios concurridos.

Los autores proponen un marco que permite evaluar si una intervención con RF es proporcional a las circunstancias específicas. Este enfoque es especialmente relevante en el contexto de la identificación de personas desaparecidas, donde la urgencia de la situación puede llevar a decisiones rápidas que pueden comprometer la privacidad de los individuos. El marco se basa en la identificación de variables tanto cuantitativas como cualitativas que son pertinentes para la decisión de intervención, lo que permite a los responsables de la toma de decisiones considerar un espectro más amplio de factores antes de implementar un sistema de RF.

El modelo gráfico en 2D propuesto por los autores es una herramienta innovadora que ayuda a visualizar la relación entre el costo ético de la intervención y la ganancia en seguridad. Este aspecto es fundamental, ya que, en el contexto de la búsqueda de personas desaparecidas, es vital no solo actuar con rapidez, sino también con responsabilidad ética. La capacidad de los tomadores de decisiones para evaluar estos parámetros puede influir en la aceptación social de la tecnología de RF y su implementación en situaciones críticas.

Sin embargo, el artículo también señala que la implementación de un marco de este tipo no está exenta de desafíos. La subjetividad en la evaluación de las variables cualitativas y la dificultad para cuantificar ciertos aspectos éticos pueden complicar la aplicación práctica del modelo. Además, la necesidad de una regulación clara y políticas de inteligencia artificial que guíen el uso de RF es crucial para asegurar que las intervenciones sean realmente necesarias y proporcionales.

En conjunto, estos estudios ofrecen una visión integral de las capacidades y desafíos del reconocimiento facial en la búsqueda de personas desaparecidas, destacando tanto su potencial como las consideraciones éticas y de seguridad que deben tenerse en cuenta en su implementación.

CONCLUSIONES

En el marco del presente proyecto, se lograron alcanzar los objetivos planteados, los cuales estaban orientados al desarrollo de un sistema de reconocimiento facial utilizando python y OpenCV para mejorar y agilizar la búsqueda e identificación de personas desaparecidas en el distrito 1 de la ciudad de El Alto.

En primer lugar, se llevó a cabo una exhaustiva investigación y análisis de las diferentes técnicas y algoritmos de reconocimiento facial disponibles en OpenCV. Este proceso permitió identificar aquellos métodos que mejor se ajustaban a las necesidades específicas del proyecto, considerando la eficiencia, precisión y capacidad de adaptación de las imágenes disponibles en la base de datos. Como resultado de esta investigación, se pudo desarrollar un algoritmo de reconocimiento facial basado en OpenCV que cumplió con los requisitos establecidos. El algoritmo permitió comparar y analizar las características faciales de las personas desaparecidas con las imágenes de referencia almacenadas en la base de datos, facilitando así la identificación de las mismas.

El proyecto se enfocó en desarrollar un sistema de reconocimiento facial utilizando OpenCV y Python para mejorar la búsqueda de personas desaparecidas en el Distrito 1 de la ciudad de El Alto.

En la fase de inicio, se eligió OpenCV debido a su compatibilidad multiplataforma y amplia comunidad de desarrolladores. La combinación de OpenCV con Python permitió aprovechar bibliotecas de aprendizaje automático para mejorar el rendimiento del sistema. En la fase de desarrollo, se utilizó Python como lenguaje de programación y MySQL como base de datos debido a su confiabilidad y compatibilidad con Python. Se emplearon frameworks web para simplificar el proceso de desarrollo de la aplicación. En la fase de implementación, se adquirió un hosting y servicio de alojamiento web en Render, se transfirieron los archivos mediante consola CLI y se implementó la funcionalidad de reconocimiento facial utilizando OpenCV. En la fase de monitoreo y evaluación, se establecieron indicadores para evaluar el éxito del proyecto, se recopilaron datos relevantes, se solicitó retroalimentación de los usuarios y se implementaron mejoras continuas. Se evaluó el impacto del sistema en la búsqueda de personas desaparecidas y en la comunidad en general. En conjunto, todas estas etapas y decisiones contribuyeron a desarrollar un sistema eficaz, escalable y con potencial para generar impacto positivo en la sociedad.

REFERENCIAS

- Defensoría del Pueblo. (2020). Defensoría del pueblo e instancias públicas y sociales proponen normativa para agilizar búsqueda de personas desaparecidas. <https://www.defensoria.gob.bo/noticias/defensoria-del-pueblo-e-instancias-publicas-y-sociales-proponen-normativa-para-agilizar-busqueda-de-personas-desaparecidas>
- Delfino, M. (2022). Gestión inteligente de la migración en la Unión Europea: breves reflexiones acerca del impacto de las 'fronteras digitales' en los Derechos Humanos de los migrantes. *Boletín Informativo del Grupo de Jóvenes Investigadores*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/155607>
- Instituto Nacional de Estadística - INE. (2020). Informe estadístico del municipio de El Alto 2020. https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_060320200ac2d_INFalto.pdf
- Negri, P., Hupont, I. y Gomez, E. (mayo de 2024). Un marco para la evaluación de la intervención proporcional con sistemas de reconocimiento facial en situaciones reales. En *la 18.ª Conferencia Internacional del IEEE sobre Reconocimiento Automático de Rostros y Gestos (RF) de 2024* (pp. 1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FG59268.2024.10581866>
- Opinión Bolivia. (2023, 14 de Marzo). *Alerta Juliana: app que ayuda en la búsqueda de desaparecidos ya está habilitada en la Llajta*. <https://www.opinion.com.bo/articulo/policial/alerta-juliana-app-que-ayuda-busqueda-desaparecidos-habilitada-llajta/20230313224329900100.html>
- Ranjan, A., Behera, VNJ, y Reza, M. (2020). Un enfoque paralelo para el reconocimiento facial en tiempo real a partir de una gran base de datos. *Preimpresión de arXiv:2011.00443*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.00443>
- Teixeira, RFDS, Januzi, RB y Faria, FA (2022). ¿Los datos brasileños en riesgo en la era de la IA?. *Preimpresión de arXiv:2205.01772*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.01772>

