

**SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL PARA LA LOCALIZACIÓN DE
PERSONAS DESAPARECIDAS UTILIZANDO CÁMARAS
HIPERESPECTRALES
FACIAL RECOGNITION SYSTEM FOR LOCATION OF MISSING PEOPLE
USING HYPERSPECTRAL CAMERAS**

Alejandro Hernández Villanueva

Centro Universitario Nezahualcóyotl-UAEMEX, alexhdzv00@gmail.com.ORCID
0009-0009-8691-6557

RESUMEN

El presente trabajo es parte de la aplicación que aún se está desarrollando, en el cual se propone la implementación de un sistema de reconocimiento facial utilizando las librerías Python MediaPipe Mesh_Face, Face_Recognition y OpenCV, con el fin de obtener vídeo en tiempo real de puntos de interés de seguridad pública. Se procesa y mejora la calidad del vídeo si es necesario, y se instala cámaras hiperespectrales de ondas infrarrojas para detectar personas ocultas en vehículos. Para lograr esto, se capturan imágenes de rostros mediante una malla poligonal y se entrena el sistema con fotografías de personas reportadas como desaparecidas. De esta forma, cuando se detecta un rostro reconocido, se muestra el video con el nombre del sujeto. Como resultado final, se obtuvo una imagen detallada de las cejas, el vello facial, los ojos y los contornos del rostro, lo que aumenta el nivel de certeza del algoritmo. (cambiar verbos, se procesará y mejorará, por se procesa y mejora, etc., no hablar en futuro)

Palabras clave: Reconocimiento facial, Python, seguridad pública, cámaras hiperespectrales. Malla poligonal.

ABSTRACT

This work is part of the application that is still being developed, which proposes the implementation of a facial recognition system using the Python MediaPipe Mesh_Face, Face_Recognition and OpenCV libraries, in order to obtain real-time video of public safety points of interest. Video quality will be processed and improved if necessary, and infrared hyperspectral vision cameras will be installed to detect people hidden in vehicles. To achieve this, images of faces will be captured using a polygonal mesh and the system will be trained with photographs of people reported missing. This way, when a recognized face is detected, the video with the subject's name will be displayed. As a final result, a detailed image of the eyebrows, facial hair, eyes and contours of the face was obtained, which will increase the level of certainty of the algorithm.

Keywords: Facial recognition, Python, public safety, hyperspectral cameras, Mesh face.

Fecha de Recibido: 30 de octubre de 2023

Fecha de Aceptación: 10 de diciembre de 2023

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento facial se fundamenta en el enfoque de Eigenvectores, que pueden ser definidos como vectores de transformación lineal o de una matriz, también conocido como el método de Análisis Componentes Principales (PCA), este conjunto de transformaciones denominados Eigenfaces poseen la información inicial de un rostro de entrenamiento (Ortega, 2021).

Los planes de acción cuando una persona es privada de su libertad constan en: iniciar una búsqueda en el último lugar conocido de su ubicación, realizar entrevistas a familiares, conocidos y posibles testigos de la desaparición o supervisar rutas habituales... etc. En todo caso, este protocolo toma por último la revisión de cámaras de seguridad públicas o privadas. En la posibilidad de encontrar una cámara cercana, el reconocimiento facial sería una herramienta favorable ya que puede ser capturado el rostro, no sólo de la víctima, sino también de los victimarios.

Es importante señalar que, debido a la velocidad con la que pueden moverse los secuestradores y las víctimas, es complicado encontrarlos en las primeras 72 horas. Por ello, se deben aprovechar las herramientas tecnológicas disponibles para incrementar las posibilidades de encontrarlos. Entre ellas se encuentran las cámaras hiperespectrales de ondas infrarrojas que permiten percibir lo que el ojo humano no puede ver a simple vista. Además, se pueden utilizar distintos tipos de entrenamiento para analizar patrones de secuestro y mejorar el tiempo de respuesta. Todo esto contribuiría a reducir los índices de personas desaparecidas y aumentar las posibilidades de encontrar a quienes han sido privados de su libertad.

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI), la encuesta nacional de seguridad pública urbana en México del cuarto trimestre del año 2022, en el mes de diciembre el 64.2% de la población mayor a 18 años considera inseguro vivir en su ciudad. Para proporcionar una medición periódica, amplia, integral y oportuna de seguridad pública en el país, la ENSU cuenta con una periodicidad trimestral (INEGI, 2022).

De acuerdo con el censo nacional de seguridad pública estatal en el periodo 2020-2021, los incidentes registrados en la línea de emergencia 911 el 47.0% estuvo relacionado al rubro de la seguridad; solamente durante el año 2021 las instituciones de seguridad pública dieron a conocer la cifra de 12 348 reportes de personas desaparecidas o no localizadas (INEGI, 2022).

La Visión por Computadora (VC) se puede resumir como la abstracción de un fenómeno del mundo real a lo digital, conforme sea el interés, podemos eliminar información irrelevante que altere la descripción o interpretación del resultado al que se pretende llegar.

Un área muy ligada es el procesamiento de imágenes la cual es indispensable para que la interpretación de la visión por computadora sea más exacta, ya que puede ayudar a remover problemas como: ruido en la imagen y el desenfoque, además, mejorar las propiedades de la imagen como: la exposición de la luz, contraste, brillo,

sombras, estructura o agregar colores a una imagen monocromática o en escala de grises.

ANTECEDENTES

Desde el año 2016 la Organización Internacional de Policía Criminal implemento el Sistema de Reconocimiento Facial de INTERPOL (SRFI) en el que se almacenan las imágenes faciales por más de 160 países. Este sistema ha logrado identificar a más de 650 delincuentes, prófugos, personas de interés (INTERPOL, 2016).

Los factores de identificación facial pueden ser modificados, tales como: envejecimiento, cirugía plástica, maquillaje y posición de la persona. Siendo necesario la buena calidad de las imágenes ya que este sistema no es capaz de procesarlas y si llegara hacerlo la precisión de la búsqueda como en los propios resultados.

Un algoritmo codifica automáticamente la imagen facial introducida en el sistema, para después compararla con los perfiles almacenados de este modo se obtiene una lista de los candidatos más probables. Después se realiza un proceso manual, que denominan “identificación facial” para confirmar los resultados del sistema automatizado o descartarlos.

El Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la CDMX (C5), es la dependencia del Gobierno de la Ciudad de México encargada de captar información integral para la toma de decisiones en materia de seguridad pública, urgencias médicas, medio ambiente, protección civil, movilidad y servicios a la comunidad en la capital del país a través del video monitoreo, de la captación de llamadas telefónicas y de aplicaciones informáticas de inteligencia, enfocadas a mejorar la calidad de vida de las y los capitalinos.

Para fortalecer y crecer los servicios que proporciona, así como su nivel de calidad en la atención ciudadana, el 23 de diciembre de 2015 el Gobierno de la Ciudad de México decretó la anexión de LOCATEL al CAEPCCM para conformar el Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la Ciudad de México “C5”, el cual actualmente ofrece los servicios de: video monitoreo, servicio de atención de llamadas de emergencia 9-1-1 CDMX, denuncia Anónima 089, LOCATEL 5658 111; todos los servicios del C5 operan las 24 horas, los 365 días del año.

TRATAMIENTO DE VIDEO CON OPENCV

OpenCV (Open source computer vision library) es una biblioteca de código abierto que incluye cientos de algoritmos de visión por computadora. Basado en el lenguaje

de programación C++ de la versión 2.5 en adelante. Al poseer una estructura modular, podemos invocar funciones específicas de esta librería en este caso utilizamos las siguientes:

- Procesamiento de imágenes. Encargada en el filtrado de imágenes lineales y no lineales, transformación de imágenes.
- Procesamiento de video. Considera la estimación del video, resta del fondo y algoritmos de seguimiento.
- Marco de características. Detector de características sobresalientes, descriptores y cargadores de descriptores.

MALLA POLIGONAL CON MEDIAPIPE FACE MESH

MediaPipe Face Mesh es una solución de detección de 468 puntos faciales de referencia en un plano 3D en tiempo real, emplea aprendizaje automático (ML por sus siglas en inglés) para inferir la superficie facial tridimensional sin la necesidad de un sensor de profundidad. Al establecer un espacio 3D métrico y utilizar la posición de la pantalla como punto de referencia se estima la transformación del rostro dentro del mismo espacio dando como resultado una matriz de transformación del rostro y una malla facial triangular; se utiliza además un método estadístico llamado Análisis de Procustes que conduce la lógica robusta de manera eficiente optimizando el uso de la CPU y memoria RAM.

La tubería de ML implementada consta de dos modelos de redes neuronales profundas en tiempo real que funcionan juntos: Un detector que opera en la imagen completa y calcula las ubicaciones de la cara y un modelo de punto de referencia de la cara en 3D que opera en esas ubicaciones y predice la superficie 3D aproximada a través de la regresión. Tener el rostro detectado de manera correcta reduce la necesidad de aumentos de datos comunes, como transformaciones como las rotaciones, cambios de escala o aplicación de filtros y ayuda a la red a dedicar la mayor parte de su capacidad en la predicción.

Esta tubería se implementa como MediaPipe gráfico que utiliza un subgrafo de puntos de referencia facial renderizando, utilizando un subgrafo renderizado facial que usa internamente el modelo `face_detection_subgraph`.

RECONOCIMIENTO FACIAL CON ALGORITMO FACE RECOGNITION

Face_recognition es una de las líneas de comandos con la biblioteca de reconocimiento facial más siempre del mundo. Construido a partir de la

librería Dlib con aprendizaje profundo. Este modelo tiene una precisión de 99.38% en los rostros que se etiquetan por puntos de referencia estratégicos, la forma de trabajar de este algoritmo consiste en transformar la imagen en una matriz tipo NumPy.

Se realiza una codificación de los rasgos faciales para realizar una comparativa entre sujetos y determinar si existen coincidencias. Para tener un resultado favorable es indispensable contar con una base de datos de las imágenes a comparar y sea fácil de consultar.

CONEXIÓN DE ALGORITMOS A SENSOR KINECT.

Para establecer la comunicación entre el sensor Kinect y la PC, es necesario instalar el SDK v1.8.0, Kinect Studio v1.8.0 y el software Developer ToolKit Browser v1.8.0, para que sea posible visualizar la cámara infrarroja que trabaja en una frecuencia de onda de los 780nm a 2500nm, ya que mide 830nm. Y así mismo obtener una imagen que detalle de manera más precisa las facciones del rostro. Se considera que esta es la frecuencia más apta, ya que en lugares iluminados u oscuros la imagen resultante es de la misma calidad, siendo la única deficiencia la densidad final de la fotografía en 1.3 Megapíxeles (1280x1024), la cual puede ser corregida con tratamiento de imágenes para obtener una imagen con mayor calidad.

DESARROLLO

Conectamos una cámara de espectro visible para hacer las correcciones de color con apoyo de la librería OPENCV para pasar de una configuración de color BGR a RGB y visualizar de manera correcta las distintas gamas de colores del entorno y para que así mismo el algoritmo tenga una imagen de buena calidad que no altere de manera negativa la detección del rostro.

Para la creación y desarrollo de este sistema se utilizó programación orientada a objetos en el lenguaje de programación Python con las librerías ya antes mencionadas y explicadas de manera general, además de la conexión y controladores necesarios para obtener una imagen hiperespectral y poder realizar las pruebas necesarias. Se tuvo que obtener un adaptador de CA-USB además de la instalar el controlador SDK developer que hace posible la visualización de imagen en una frecuencia de bandas infrarrojas.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La necesidad de tratar una imagen es un proceso que no puede faltar en la detección de rostros, ya que los rasgos distintivos de cada persona deben ser minuciosamente considerados y sin una imagen de buena calidad, el margen de error sería alto, afectando la toma de decisión si es un rostro conocido o no.

Las etapas involucradas en sistema de reconocimiento se pueden resumir en la Fig. 1. Las técnicas de procesamiento de imágenes (PDI) basadas en color permiten representar adecuadamente la información de una imagen por medio de la computadora.

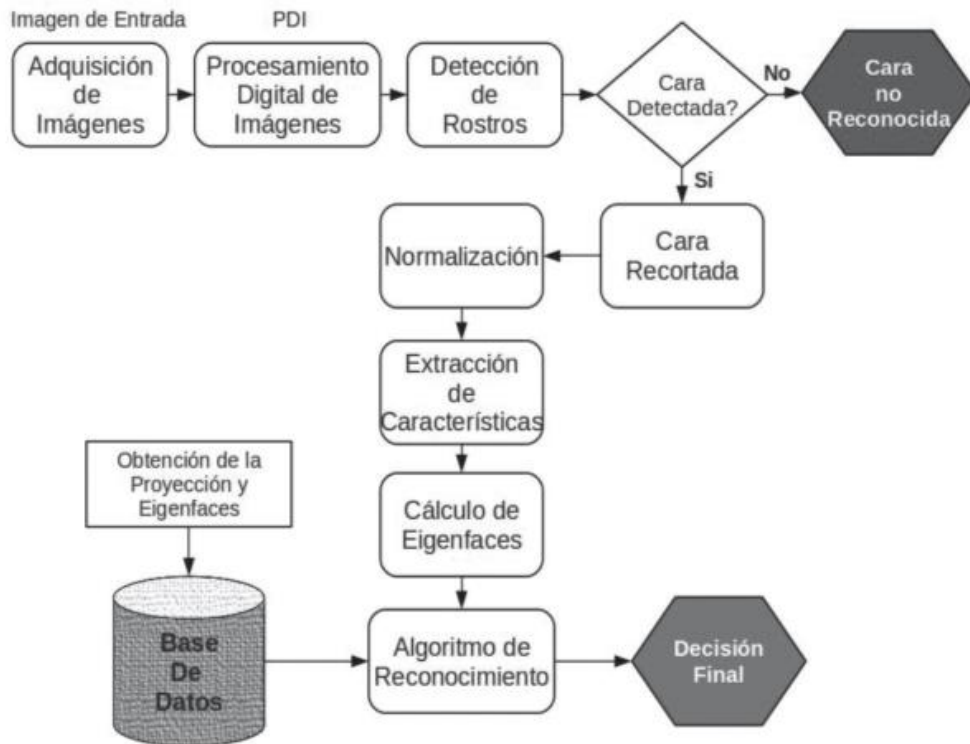


Figura 1. Estructura de sistema de reconocimiento facial.

Fuente: PEDRAZA PICO, B. O., RONDÓN, P., & ARGUELLO, H. (2011). Sistema de reconocimiento facial basado en imágenes con color. *Revista UIS Ingenierías*, 10(2), 113-122

RESULTADOS

Como podemos observar en la figura 2 (cuál es la figura 2, al parecer se movió el pie de figura, corregir), podemos ver una imagen de espectro visible con una cámara web de calidad 720P, añadiendo una malla poligonal de 468 vértices sobre el rostro, identificando los rasgos faciales, aunque el sujeto traiga puesto unos anteojos.

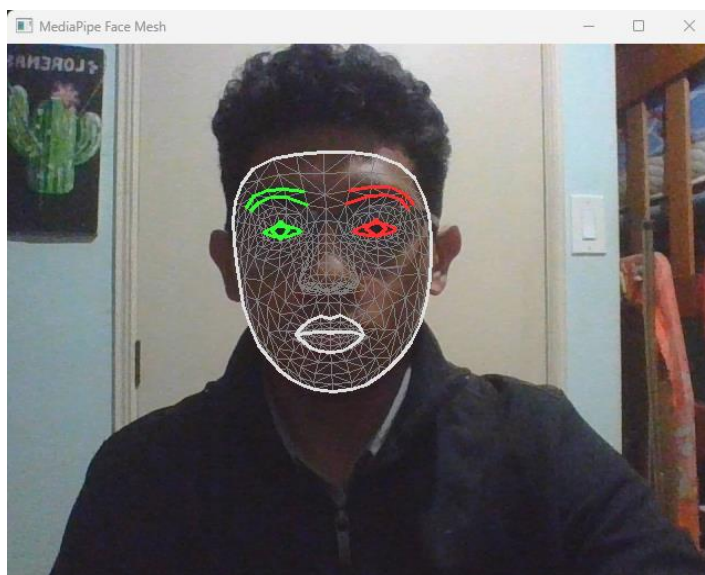


Figura 2 Malla poligonal sobre un rostro en la frecuencia de espectro visible.

Fuente: Autoría propia.

Posteriormente hacemos una réplica de la imagen figura 3 (lo mismo que la figura 2). Incorporamos el algoritmo FaceRecognition que nos da la comparativa de un rostro con y sin malla poligonal para determinar si es la persona que estamos buscando o etiquetarlo como desconocido.

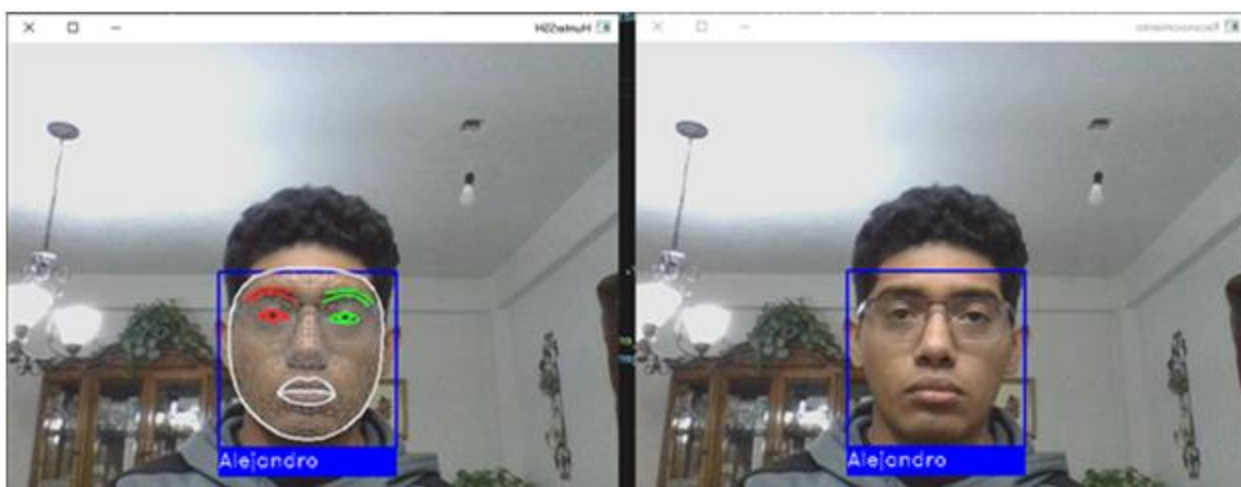


Figura 3. Detección y etiquetado de un rostro conocido.

Fuente: Autoría propia

Una vez confirmada la correcta ejecución y salida deseada del proceso, se realiza la transferencia de cámara de ondas de espectro visible a una de ondas infrarrojas, repitiendo el procedimiento anterior.

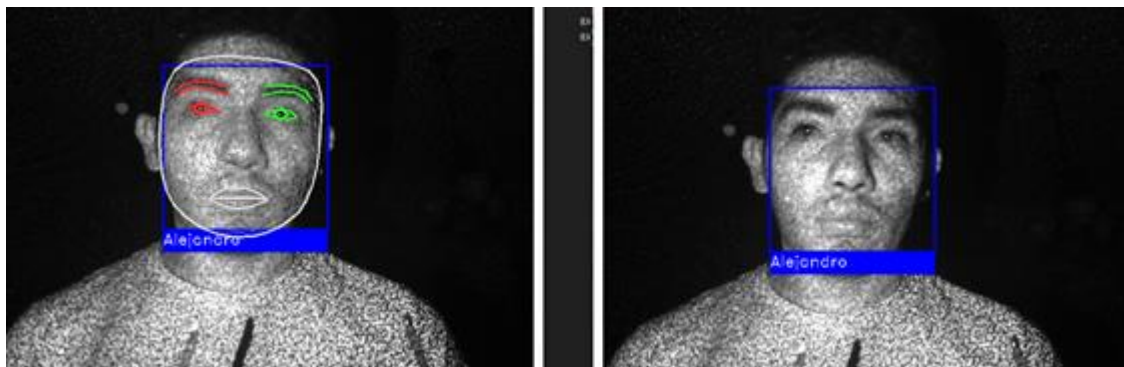


Figura 4. Detección y etiquetado de rostro conocido en una cámara de ondas infrarrojas.

Fuente: Autoría propia.

Describiendo la figura 4. Podemos decir que el nivel de detalle de los rasgos faciales es significativo, ya que a pesar de que el sujeto se encuentre rasurado la cámara pudo visualizar las zonas de crecimiento de vello facial, marcas del iris, tamaño más exacto de ojos, cejas y boca, contornos del rostro, forma de las orejas e imperfecciones en el rostro, esto incluso en un cuarto luces apagadas ya que con este tipo de cámaras la falta de luz no es un factor que altere los resultados de la imagen.

Se sugiere ahondar más en los resultados, hablar como se aplicaría el sistema para el reconocimiento de personas desaparecidas, hablar más de la aportación de trabajo a la ayuda de la búsqueda de personas desaparecidas.

CONCLUSIONES

Al usar algoritmos basados en redes neuronales, es necesario realizar un entrenamiento apropiado, disminuir la entropía de nuestro reconocimiento a no más 5% de error con el motivo de estar trabajando en una dimensión 3D y pasarla a una 2D, la pérdida de información es significativa dejando una toma de decisión poco confiable si no es llevado de buena manera tanto el procesamiento de la imagen como el entrenamiento de la red.

Dando como resultado en la figura 4, podemos observar los rasgos como: barba, bigote, tamaño de las orejas, labios, iris y cejas a mayor detalle, gracias a que la cámara infrarroja detecta los bordes del rostro de mejor manera y las características faciales únicas de cada persona que esté dentro del rango de visión del sensor

infrarrojo, sin la necesidad de tener una buena iluminación, ya que las pruebas fueron realizadas en un entorno con iluminación máxima con luz sintética, poca luz y en la oscuridad. Gracias a esta investigación nos puede ayudar en un futuro a una mejor captura de rasgos personales y a la identificación de rostros.

REFERENCIAS

- Arguello H., (2011). Sistema de reconocimiento basado en la imagen facial, Revista Avances en Sistemas e Informática, vol. 8, núm. 3, pp. 7-15.
- García J. M (2015). Anexo Técnico Implementación del Centro de Control C2 de la Central de Abasto de la Ciudad de México, <https://www.c5.cdmx.gob.mx/secretaria/estructura/210>.
- Geitgey A., (2017). Face Recognition, <https://face-recognition.readthedocs.io/en/latest/readme.html>.
- Google, (2023). https://google.github.io/mediapipe/solutions/face_mesh.
- NumPy Developers, <https://numpy.org/doc/stable/user/whatisnumpy.html>, (2008)
- INEGI, (2023). Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana Cuarto Semestre de 2022, pp. 1.
- , (1982). Censo Nacional de Seguridad Pública Estatal 2022, pp 41,60
- INTERPOL, Reconocimiento facial, (2016).
- Kim K, Face recognition using principal component analysis.
- Marr D (1982). La visión, San Francisco: W. H. Freeman, pp. 19-38, 54-61
- Microsoft, (2021). <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>.
- Moon H and Phillips P, (2001). Computational and performance aspects of pca-based face-recognition algorithms, vol. 30, No. 3, pp. 303-321 .
- Morizet N, Amiel F, Hamed I, and Ea T,(2007). "A comparative implementation of pca face recognition algorithm". in Electronics, Circuits and Systems, ICECS, 14th IEEE International Conference, pp. 865-868.
- OpenCV, <https://opencv.org/>, (2022).
- Ortega J., (2021). Eigenvalores y Eigenvectores, <http://gmc.geofisica.unam.mx/papime2020/index.php/articulos/38-eigenvalores-y-eigenvectores>.
- Pedraza B., Rondón P., Arguello H., (2011). Sistema de reconocimiento facial basado en imágenes con color Revista UIS Ingenierías, vol. 10, núm. 2, pp. 113-122.



Diotima, Revista Científica de Estudios Transdisciplinaria Vol. 9 no. 25 Enero-Abril (2024)

PGR (2014). Protocolo homologado para la búsqueda de personas desaparecidas y la investigación del delito de desaparición forzada.