

## **Optimización de sistema de control de asistencia de personal con reconocimiento facial basado en redes neuronales**

### **Optimization of a personnel attendance control system with facial recognition based on neural networks**

Rojas Alza, Andres Benjamin  [ORCID](#), Esparza Sánchez, David Elías [ORCID](#), Varas Zurita, Piero Lenin [ORCID](#), Mendoza De Los Santos, Alberto Carlos [ORCID](#).

Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Recibido: 14/02/2023 Revisado: 11/04/2023 Aceptado: 25/05/2023 Publicado: 31/07/2023

#### **Resumen**

El presente artículo tiene como finalidad una propuesta de software de un sistema de reconocimiento facial basado en redes neuronales desarrollado en Python e implementado con bases de datos. Su principal enfoque se ha orientado a registrar y controlar la asistencia del personal administrativo de la institución de educación superior “Universidad Nacional de Trujillo” a través de la tecnología biométrica, es decir, utilizando datos físicos únicos de cada individuo como lo es el reconocimiento facial. Tiene como finalidad evitar todo tipo de fraudes y suplantación, así como optimizar el proceso que conlleva el uso del mismo. De igual manera, tiene la capacidad de generar reportes para su análisis correspondiente lo cual genera información útil para la implementación en las diferentes áreas de la organización, así como en los procesos de las mismas. Se implementaron diferentes bibliotecas de Python tales como OpenCV, Numpy, Matplotlib, Pyodbc que ayudaron a cumplir el desarrollo de los principales requerimientos del software. El principal objetivo incurre en la mejora de la eficiencia de la gestión del control de personal utilizando las tecnologías de Inteligencia Artificial y análisis de datos biométricos.

#### **Palabras claves**

Reconocimiento facial, inteligencia artificial, redes neuronales, control de accesos.

### **Abstract**

The purpose of this article is a software proposal for a facial recognition system based on neural networks developed in Python and implemented with databases. Its main focus has been oriented to register and control the attendance of the administrative staff of the higher education institution "Universidad Nacional de Trujillo" through biometric technology, that is, using unique physical data of each individual such as facial recognition. Its purpose is to avoid all types of fraud and impersonation, as well as to optimize the process involved in its use. Likewise, it has the ability to generate reports for its corresponding analysis, which generates useful information for implementation in the different areas of the organization, as well as in their processes. Different Python libraries were implemented such as OpenCV, Numpy, Matplotlib, Pyodbc that helped to meet the development of the main software requirements. The main objective is to improve the efficiency of personnel control management using Artificial Intelligence technologies and biometric data analysis.

### **Keywords**

Facial recognition, artificial intelligence, neural networks, attendance control.

### **Introducción**

En la actualidad, las diversas organizaciones en el mundo no incurren mayormente en la labor de gestionar correctamente la interacción y operatividad de sus correspondientes departamentos, áreas o sistemas. La falta de conocimiento de los procesos internos, así como la gestión de sus bienes y servicios, conlleva a un decremento total y/o parcial de eficiencia en el rendimiento general de la organización en su rubro respectivo.

Las diferentes tecnologías de información y comunicación (TIC), nos permiten en la actualidad simplificar, mejorar y gestionar correctamente casi cualquier actividad tanto académica, profesional, empresarial; etc. Su crecimiento de manera exponencial, da como resultado un espectro de herramientas y técnicas para ser implementadas efectivamente en cualquier organización y en su estructura y desarrollo. De tal manera aplicándose al concepto de las Gestión de Servicios de TIC, se puede lograr una mejor operatividad en los sistemas internos y externos

de cualquier organización, para así tener un conjunto de sistemas relacionados trabajando juntos, contribuyendo y retroalimentándose uno del otro, para los procesos que se requiera implementar y llevar a cabo en las diversas organizaciones.

A continuación, se especificará un informe que aborda de la propuesta de un software que permita el reconocimiento facial del personal administrativo de la Institución de Educación Superior “Universidad Nacional de Trujillo” (UNT) para el correspondiente control de asistencias mediante sistema de accesos que implementa Inteligencia Artificial. Todo esto, necesitando requerimientos básicos como lo son un dispositivo de cámara de video de cualquier tipo y una conexión de base de datos. Dicho sistema cubre problemas técnicos tales como el nivel de iluminación, contraste del ambiente, compatibilidad integral, trabajando mediante un conjunto de algoritmos diseñados para el análisis y modelado de imágenes 3D a 2D; así como también cubre la necesidad de la emisión de los reportes necesarios para su procesamiento posterior por el área respectiva.

### **Hipótesis**

La propuesta de mejora pretende lograr una optimización directa del sistema de control de asistencia utilizando únicamente el reconocimiento facial basado en redes neuronales, lo cual se llevará a cabo diseñando un sistema de acceso de cuentas que implemente una base de datos integral.

Alcanzando algunos beneficios con respecto al sistema actual como es rapidez y eficacia en la verificación de acceso en las cuentas, alto grado de acierto, seguridad de la información y posee una funcionalidad integral relacionada con diferentes servicios de la institución. Todo esto a través de componentes simples como un computador personal, una videocámara y una conexión al servidor de bases de datos de la institución.

### **Objetivo de la investigación**

Tiene como principal objetivo registrar y controlar la asistencia del personal administrativo de la UNT a través de la tecnología biométrica, es decir, utilizando datos físicos únicos de cada usuario como lo es el reconocimiento fácil. Este tipo de software se utiliza para evitar fraudes en el control de las asistencias y mejorar el proceso relacionado con la *performance* del servicio tanto desde el

punto de vista del usuario como del administrador de la información. Todo esto teniendo en cuenta las funcionalidades requeridas en la institución y teniendo en cuenta la gestión en la implementación del mismo.

### **Antecedentes del problema**

El área correspondiente al control del personal presenta problemas en su sistema del control y registro de asistencias utilizando tecnologías de hardware orientadas a la verificación por lectura de datos biométricos, tales como huella digital y reconocimiento facial (Reloj Marcador de Asistencia ZINCRON). Dichos problemas son reportados por los mismos usuarios y se resumen principalmente a la deficiencia en la *performance* de dichos equipos y a la integración de sus servicios con diferentes procesos de la misma institución. Todo esto desde su implementación en la fecha del mes de octubre del año 2022.



**Figura 1.** Foto de reloj marcador de asistencia ZINCRON de la marca LIMA W, ubicado en el área administrativa del decanato de Ingeniería de la UNT.

### **Importancia**

Se pretende obtener a través del desarrollo del sistema la optimización directa del sistema de control de asistencia de personal administrativo en la UNT, se podrá reducir el riesgo de fraudes y suplantación de identidad, manteniendo sus sistemas más eficaces, completos y seguros.

### **Materiales y Métodos**

Enfocando el desarrollo del aplicativo se utilizaron conceptos tales como las redes convolucionales basados en *Machine Learning*. Utilizamos el algoritmo de **MTCNN** fue propuesto por los autores Zhang y Zhifeng. Este algoritmo fue modelado con la principal funcionalidad de la detección rostros y principales características de este, el cual consta de tres etapas de redes convolucionales: *Face Detection*, *Face Alignment* y *Face Feature Extraction*.

De igual manera, como se detalle previamente se utiliza el lenguaje especificado de **Python** en su versión 3.10 para la implementación de las bibliotecas: **OpenCV**, **Numpy**, **Matplotlib**, **Pyodbc** y otros algoritmos correspondientes. Todo esto desarrollado con el paradigma de POO en una muestra de ventanas de un sistema de registro de cuentas con sus funcionalidades internas integradas al sistema de base de datos **MySQL** en su versión 8.0.

La codificación y testeó se realizó en el ambiente funcional del editor de código fuente **Visual Studio Code**, donde se implementaron también *plugins* y extensiones inherentes del programa, que optimizaron y ejecutaron el desarrollo y validación del aplicativo planteado.

```

def registrar_asistencia(dni_administrativo):
    dia = datetime.today().strftime('%Y-%m-%d')
    hora = datetime.now().time()
    query = ''' SELECT * FROM ASISTENCIA WHERE DNI_ADMINISTRATIVO LIKE %s AND FECHA = %s'''
    values = (dni_administrativo,dia,)
    db = conectar()
    cursor = db.cursor()
    cursor.execute(query,values)
    resultados = cursor.fetchall()
    if not resultados:
        if hora < datetime.strptime('13:00:00', '%H:%M:%S').time():
            if hora > datetime.strptime('07:30:00', '%H:%M:%S').time():
                # Registrar tardanza
                print("Tardanza")
                query = '''INSERT INTO ASISTENCIA (DNI_ADMINISTRATIVO, FECHA, HORA_ENTRADA,
TIPO_ASISTENCIA)
                        VALUES (%s,%s,%s,"TARDANZA")'''
            else:
                # Registrar asistencia
                if hora > datetime.strptime('06:00:00', '%H:%M:%S').time():
                    print("Presente")
                    query = '''INSERT INTO ASISTENCIA (DNI_ADMINISTRATIVO, FECHA, HORA_ENTRADA,
TIPO_ASISTENCIA)
                            VALUES (%s,%s,%s,"PRESENTE")'''
                    values = (dni_administrativo, dia, hora,)
                    cursor.execute(query, values)
                else:
                    hora_entrada = resultados[0][3]
                    if hora_entrada:
                        # Registrar hora de salida
                        print("Registrando hora de salida")
                        query = '''UPDATE ASISTENCIA SET HORA_SALIDA=%s WHERE DNI_ADMINISTRATIVO = %s AND FECHA =
%s'''
                        values = (hora, dni_administrativo, dia)
                        cursor.execute(query, values)
                    db.commit()
                    cursor.close()
                    db.close()

```

**Figura 2.** Método para el registro de asistencia post reconocimiento facial

Se define, de igual manera en la Figura 3, el algoritmo del método empleado en la consulta a la base de datos para el registro de la asistencia automática por hora y fecha, corroborando los datos biométricos del usuario (personal administrativo) registrados previamente con la función detallada en la Figura 2, la cual implementa las validaciones del sistema de control en los accesos. Todo esto usando las herramientas detalladas respectivamente en las funcionalidades.

```

def get_administrativo(dni):
    db = conectar()
    cursor = db.cursor()
    query = '''SELECT * FROM ADMINISTRATIVO WHERE DNI LIKE %s'''
    valores = (dni,)
    cursor.execute(query, valores)
    resultado = cursor.fetchone()
    ruta_imagen = ruta_photo_temp+"\\"+resultado[0]+".jpg"
    if os.path.exists(ruta_imagen):
        os.remove(ruta_imagen)
    imagen_bytes = resultado[7]
    np_array = np.frombuffer(imagen_bytes, np.uint8)
    imagen = cv2.imdecode(np_array, cv2.IMREAD_COLOR)
    cv2.imwrite(ruta_imagen, imagen)
    administrativo = { "dni": resultado[0],
                      "nombre": resultado[1],
                      "apellido_paterno": resultado[2],
                      "apellido_materno": resultado[3],
                      "area": resultado[4],
                      "contrasenia": resultado[5],
                      "correo": resultado[6],
                      "ruta_foto": ruta_imagen
                    }

    cursor.close()
    db.close()
    return administrativo

```

**Figura 3.** Obtención del administrativo para el ingreso a su interfaz de usuario

### Resultados y Discusión

Los resultados esperados al implementar la propuesta de mejora son reducir el riesgo de fraude de información, evitando incomodidades en el proceso de control de asistencia en los diferentes trabajadores de la institución. Se espera un mejor rendimiento en la performance del sistema y un grado de satisfacción mayor por parte de los usuarios. En la ejecución del sistema se detalla posteriormente a través de resultados.

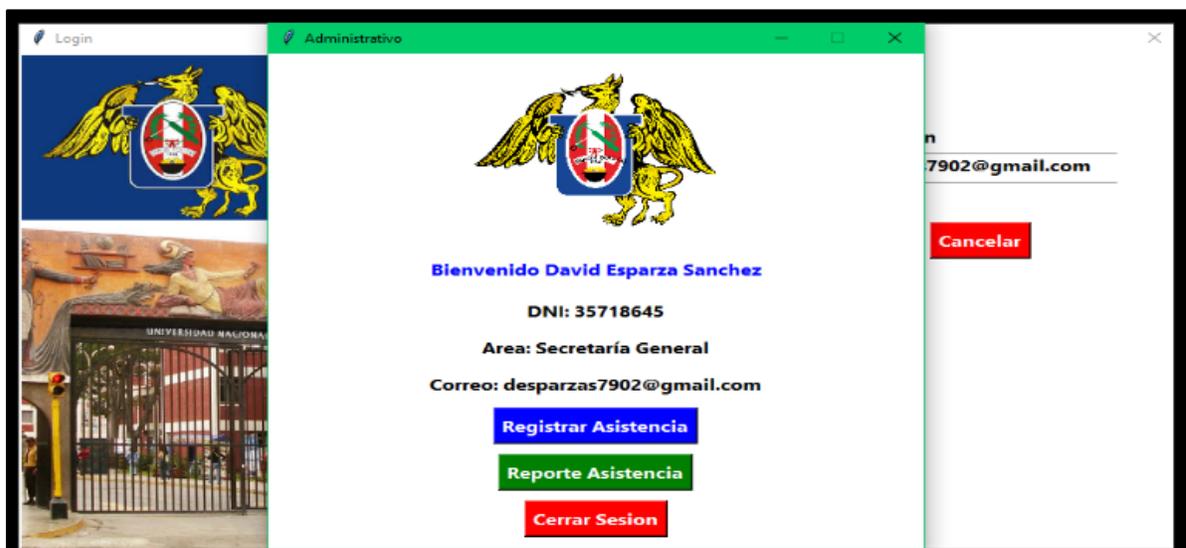


Figura 4. Interfaz del menú principal al ingresar con cuenta de usuario.

Se despliega el aplicativo con el inicio de la interfaz de Login en la cual el usuario ingresa sus datos de la cuenta personal registrada previamente para acceder al menú de pantalla con todas las funcionalidades principales del sistema, como se muestra en la Figura 4 respectivamente.



Figura 5. Pantalla del aplicativo para el registro de usuario y sus datos personales.

Se procede así también a mostrar la pantalla del registro de un nuevo usuario con sus datos personales incluido el dato biométrico del reconocimiento facial para su almacenado en la base de datos de la institución como se indica en la Figura 5. También, se incluye la interfaz donde registra su asistencia respectiva utilizando simplemente el dato biométrico guardado del rostro del usuario, que es validado por el sistema para registrar su asistencia automáticamente en el proceso con la verificación y llamadas del aplicativo requeridas, tal y como se muestra en la Figura 6.



**Figura 6.** Interfaz para registro de asistencias mediante el reconocimiento facial.

En relación con la precisión, al modelar y ejecutar distintas pruebas se obtiene como resultado el principal indicador que corresponde al porcentaje de similitud, que determina el grado de similitud reconocida por el sistema. Tras distintos procesos de reconocimientos, se obtuvo una media de los valores devueltos, la cual es 0.899, este representa el porcentaje de acierto en el reconocimiento aproximado en cuanto a las 20 predicciones de prueba que se testeó para el reconocimiento de cada usuario.

```
4/4 [=====] - 0s 17ms/step
1/1 [=====] - 0s 454ms/step
Registrando hora de salida
Compatibilidad con la foto del registro al: 0.8
[ ]

Asistencia registrada
Compatibilidad con la foto del registro al: 0.8952
```

**Figura 7.** Valor de porcentaje de similitud.

**Conclusiones**

Esta propuesta de mejora sobre la efectividad del sistema de control de asistencia en la casa superior de estudios de la “UNT” nos permite proteger de mejor manera la información como lo son los datos personales de trabajadores y todo tipo de usuario, así como mejorar su desempeño en los aspectos de rapidez y confiabilidad. El análisis posterior queda pendiente en el proceso y etapa de implementación del software propuesto, así como de la organización en la que se enfoque, teniendo en cuenta que la migración del sistema es altamente factible debido a la naturaleza del software en su práctico modelamiento, desarrollo y producción.

El uso de redes neuronales convolucionales, evidenciadas en esta investigación mediante el uso del algoritmo MTCNN, son de gran importancia en los sistemas de reconocimiento facial implementados hoy en día. Debido a la capacidad para aprender, extraer e identificar patrones de características relevantes en imágenes faciales.

Se plantea así también, que la Inteligencia Artificial, en el área del trabajo de investigación, permite automatizar tareas y procesos, lo que conduce a una mayor eficiencia y productividad en diversos campos. Esto genera un modelado a futuro de todo tipo de aplicativos, teniendo en cuenta que los sistemas de IA actualmente pueden realizar tareas repetitivas, monótonas o complejas de manera más rápida y precisa que los seres humanos, lo que libera tiempo y recursos para otras actividades que conlleva a un máximo desempeño en las diferentes partes de cualquier organización.

**Referencias**

- R. F. Rahmat, E. N. Zai, I. Fawwaz y I. Aulia. (2020). "Facial Recognition-Based Automatic Door Access System Using Extreme Learning Machine", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 851. doi:10.1088/1757- 899x/851/1/012065
- Rodríguez, C., Breña, J. L., & Esenarro, D. (2021) “Las Variables en la metodología de la investigación científica”. 3ciencias, 1ra Edición. doi:10.17993/IngyTec.2021.78

- Rouhiainen, L. (2018). "Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro". PlanetadeLibros. Recuperado de: [https://www.planetadelibros.com/libros\\_contenido\\_extra/40/39307\\_Inteligencia\\_artificial.pdf](https://www.planetadelibros.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf)
- González, A., Martínez, F. J., Pernía, A. V., Alba, F., Castejón, M., Ordieres, J., & Vergara, E. (2006). "Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial". Universidad de la Rioja, Servicio de Publicaciones. Recuperado de <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/online/VisionArtificial.pdf>
- Londoño, P. (2023). "Qué es python, para qué sirve y cómo se usa". HubSpot. Recuperado de: <https://blog.hubspot.es/website/que-es-python>
- "Reconocimiento facial: Definición y explicación". (2023). Kaspersky. Recuperado de: <https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition>
- "OpenCV: OpenCV modules". OpenCV Python Documentation. Recuperado de: <https://docs.opencv.org/4.x>
- "Tkinter - interface de python para TCL/TK". Python Documentation. Recuperado de: <https://docs.python.org/es/3/library/tkinter.html>
- "Pyplot tutorial – Matplotlib v3.7.1". Matplotlib Documentation. Recuperado de: <https://matplotlib.org/stable/tutorials/introductory/plot.html>