



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

“Implementación de un sistema de control de acceso basado en detección y reconocimiento facial utilizando un computador embebido”

Director del Proyecto: Ing. Pablo Francisco Ramos Vargas, PhD.

7 de septiembre de 2023

VERSIÓN: 1.1



Agenda

- 1.- **Introducción**
- 2.- **Materiales**
- 3.- **Desarrollo**
- 4.- **Pruebas y Resultados**
- 5.- **Conclusiones y Trabajos futuros**

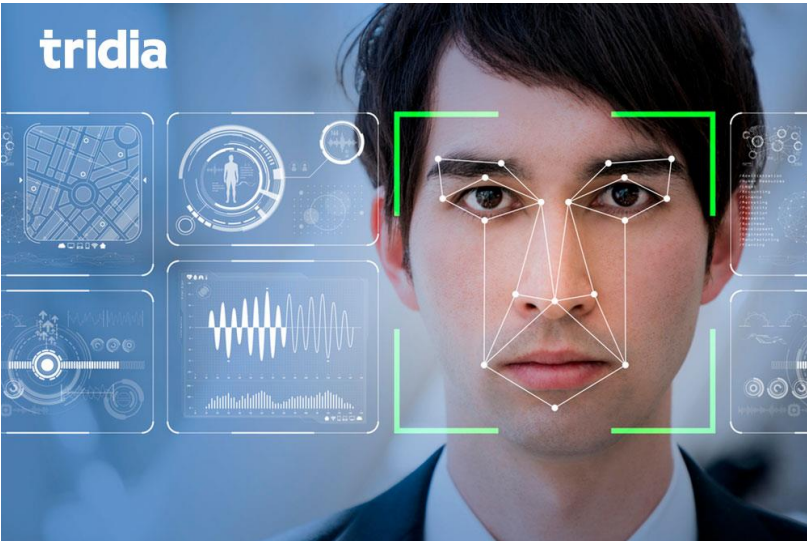
2



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

1. Introducción

Motivación e Importancia



1. Introducción

Objetivo General

Implementar un sistema de control de acceso basado en detección y reconocimiento facial utilizando un computador embebido.

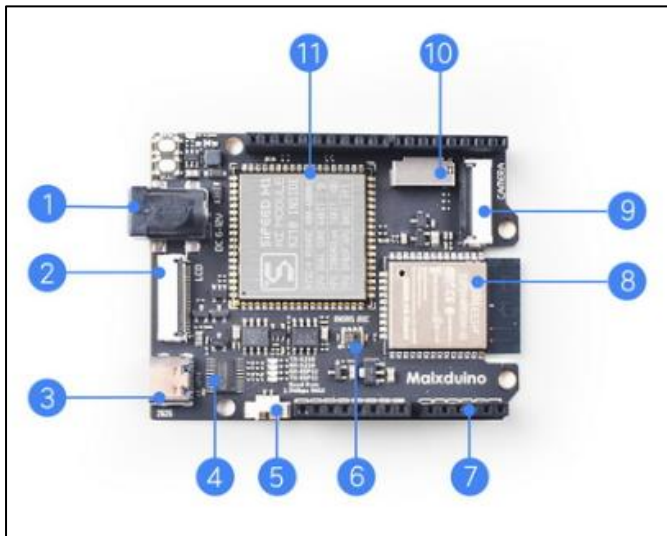
Actividades

- Estudiar un computador de placa única con capacidad de inteligencia artificial hardware e IoT.
- Realizar un programa para el reconocimiento facial utilizando el módulo de inteligencia artificial del computador embebido.
- Realizar un programa para reconocimiento facial software utilizando programación en Python y librería OpenCV.
- Realizar las pruebas del sistema enrolando varios usuarios para determinar su efectividad y establecer comparaciones con el reconocimiento facial software.

4

2. Materiales

Maixduino

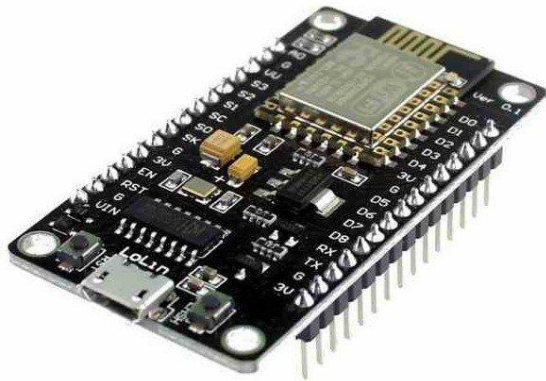


Parte	Descripción
1	Entrada DC
2	Conector a Pantalla LCD
3	Conexión USB Tipo C
4	CH552 (USB TTL)
5	Conector de parlante de 1.25mm
6	Audio DAC
7	GPIOs
8	Módulo ESP32
9	Conector para cámara de 24p
10	Ranura para tarjeta TF
11	Módulo SiPeed M1

5

2. Materiales

NodeMCU ESP8266



Software



Home Assistant

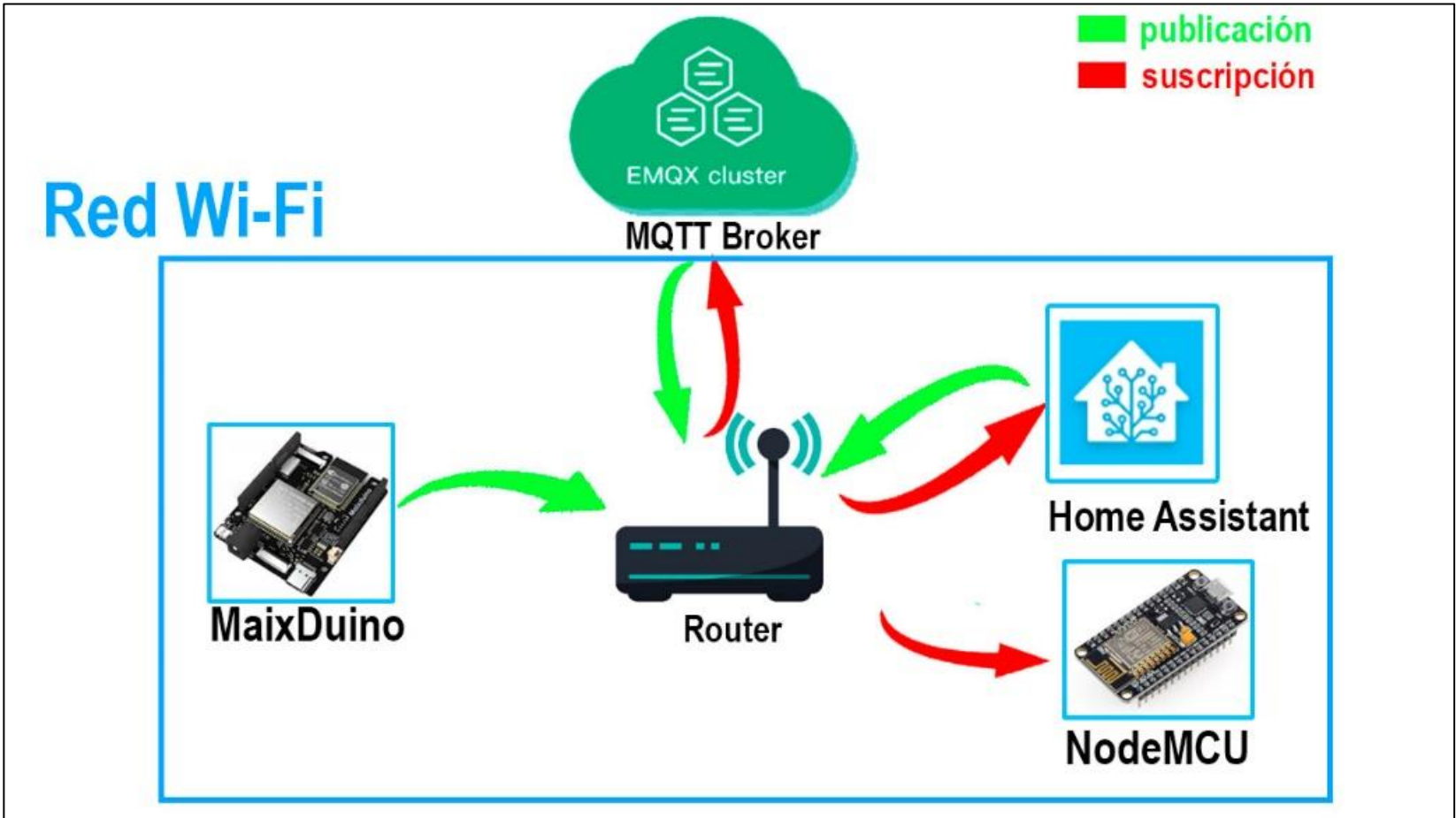


MaixPy

SiPEED

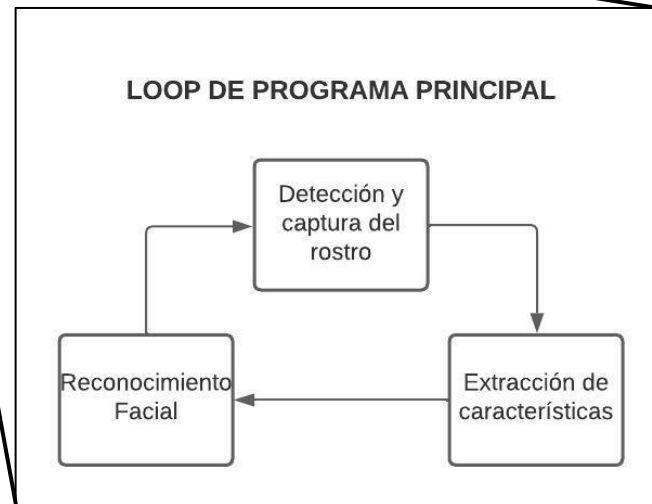
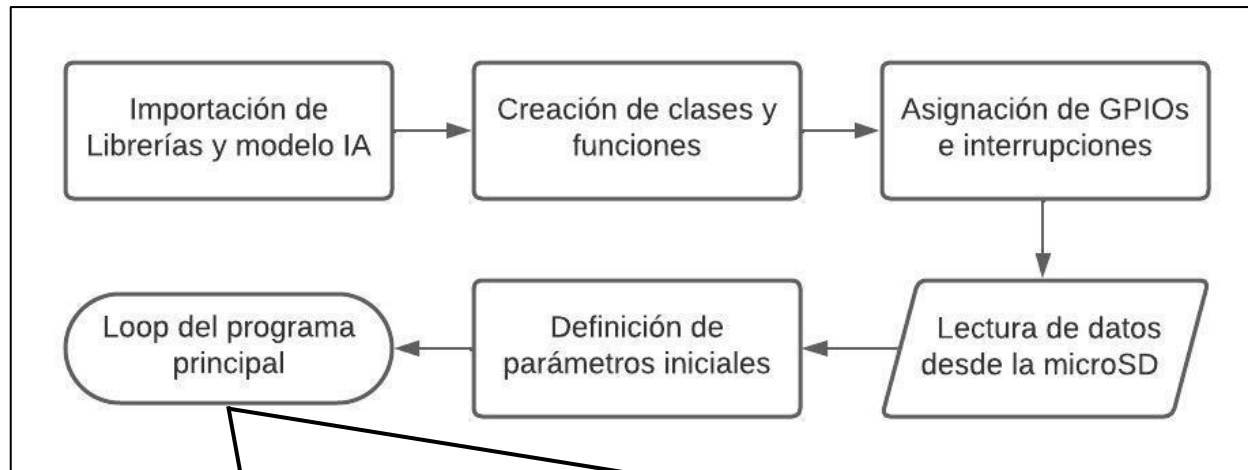
3. Desarrollo

Arquitectura del Sistema



3. Desarrollo

Sistema de reconocimiento Hardware



3. Desarrollo

Sistema de reconocimiento Software

Detección y captura del rostro

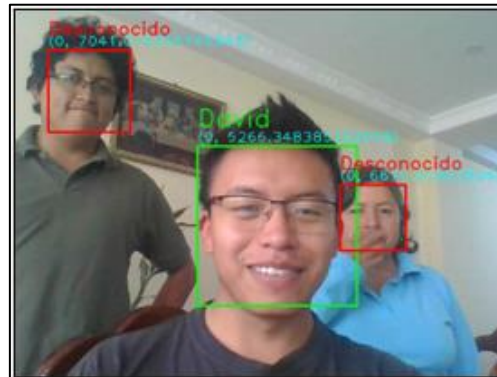
- *CapturaDeRostros.py*
- Usa la librería OpenCV y el clasificador “*haarcascade_frontalface_default.xml*”.

Extracción de características

- *EntrenamientoRF.py*
- Existen diferentes métodos, pero se usa el EigenFaces.

Identificación

- *ReconocimientoFacial.py*
- Usa el mismo método de la etapa anterior



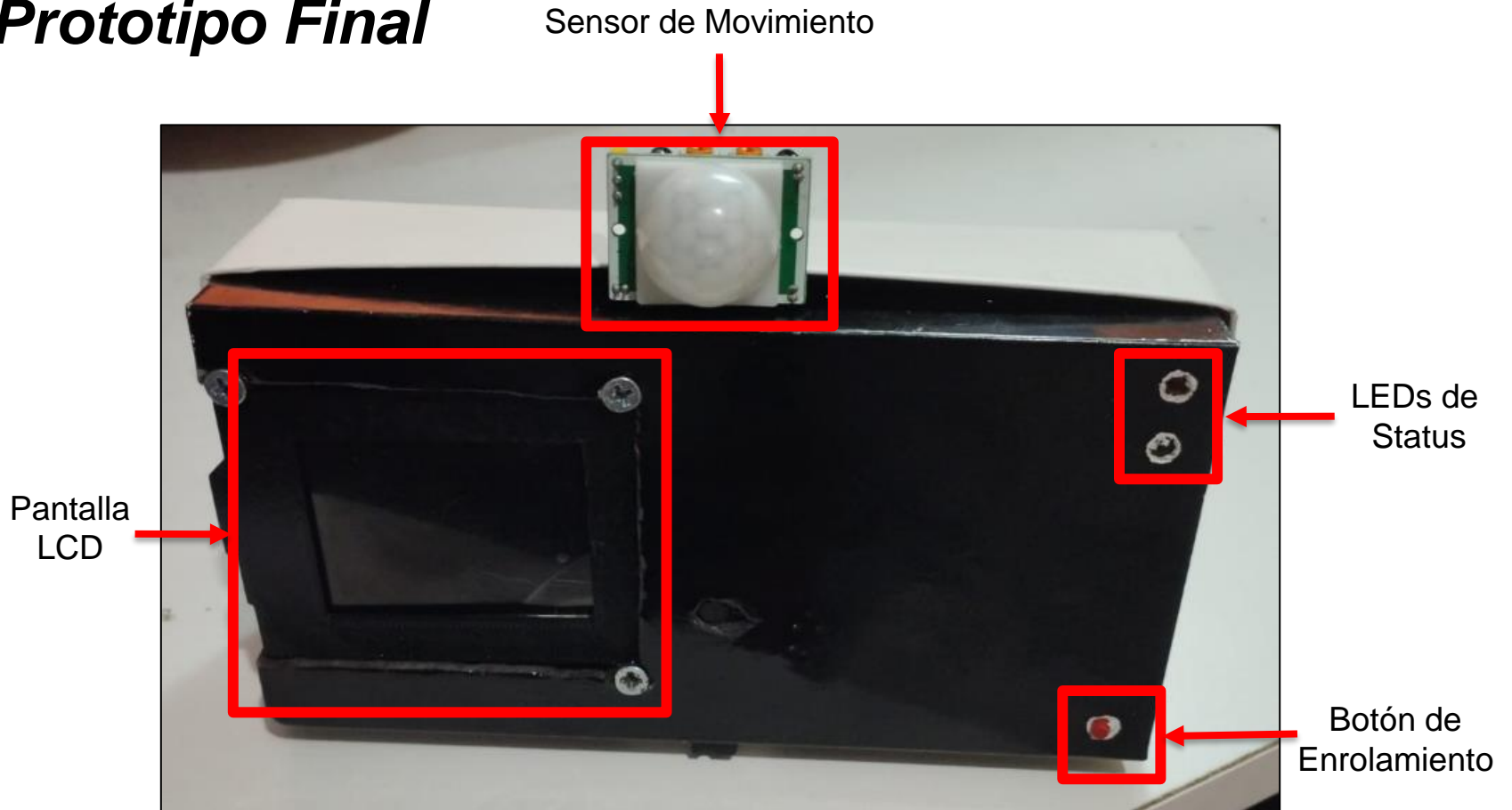
a)



b)

3. Desarrollo

Prototipo Final



10

3. Desarrollo

Matriz de Confusión

		Ground truth		
		+	-	
Predicted	+	True positive (TP)	False positive (FP)	Precision = $TP / (TP + FP)$
	-	False negative (FN)	True negative (TN)	
		Recall = $TP / (TP + FN)$		Accuracy = $(TP + TN) / (TP + FP + TN + FN)$

Sensibilidad o Recall. Mide la capacidad del modelo para identificar correctamente las instancias positivas.

Valor Predictivo Positivo (Positive Predictive Value, PPV) o Precisión. Mide la proporción de instancias positivas predichas correctamente con respecto a todas las instancias predichas como positivas.

Efectividad (Accuracy). Mide la proporción de predicciones correctas en relación con todas las predicciones.

11

4. Pruebas y Resultados

Condiciones de detección

- Distancia



- Intensidad de Luz



- Ángulos de visión

4. Pruebas y Resultados

Primer Experimento

- Nro. De personas: 12
- Personas enroladas: 8
- Condiciones de Luz: Luz natural (+1500 luxes)

		Valor Real			
		+	-		
Valor estimado	+	23 (TP)	0 (FP)	100% 0%	← Precisión
	-	1 (FN)	11 (TN)	92% 8%	
		96% 4%	100% 0%	97% 3%	← Efectividad

↑
Sensibilidad

4. Pruebas y Resultados

Segundo Experimento

- Nro. De personas: 22
- Personas enroladas: 6
- Condiciones de Luz: Luz natural (+1500 luxes) y/o artificial (>100 luxes)

		Valor Real		
		+	-	
Valor estimado	+	19 (TP)	0 (FP)	100% 0%
	-	5 (FN)	64 (TN)	93% 7%
		79%	100%	94%
		21%	0%	6%

4. Pruebas y Resultados

Tercer Experimento

- Nro. De personas: 5
- Personas enroladas: 3
- Condiciones de Luz: Luz natural (+1500 luxes) y/o artificial (>100 luxes)

		Valor Real		
		+	-	
Valor estimado	+	15 (TP)	0 (FP)	100% 0%
	-	0 (FN)	10 (TN)	100% 0%
		100% 0%	100% 0%	100% 0%

Rendimiento – Sistema Software

		Valor Real		
		+	-	
Valor estimado	+	15 (TP)	0 (FP)	100% 0%
	-	0 (FN)	10 (TN)	100% 0%
		100% 0%	100% 0%	100% 0%

Rendimiento – Sistema Hardware

4. Pruebas y Resultados

Experimento Final

- Nro. De personas: 12
- Personas enroladas: 4
- Condiciones de Luz: Luz natural (+1500 luxes) y/o artificial (>30 luxes)

		Valor Real		
		+	-	
Valor estimado	+	150 (TP)	0 (FP)	100% 0%
	-	9 (FN)	65 (TN)	88% 12%
		94%	100%	96%
		6%	0%	4%

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

Conclusiones

- La tarjeta MaixDuino es una de las mejores opciones del mercado para el desarrollo de sistemas de reconocimiento facial debido a su buen rendimiento dadas sus características hardware y a su bajo precio.
- El sistema de reconocimiento facial desarrollado posee una efectividad de más del 90%, cumpliendo con los objetivos del proyecto de titulación.
- En cuanto a la comparativa, ambos sistemas obtuvieron una efectividad similar, siempre y cuando la evaluación se lleve a cabo bajo las mismas condiciones.
- El aporte de la computación de borde al permitir que el hardware realice tareas de reconocimiento en la propia placa es muy importante ya que ofrece beneficios clave en términos de velocidad, eficiencia y capacidad de respuesta frente proyectos similares.

17



5. Conclusiones y Trabajos Futuros

Trabajos Futuros

- Para obtener un mejor rendimiento del sistema en general, una mejora primordial sería el poder implementar de alguna manera un sensor de profundidad o a su vez trabajar un sistema de múltiples cámaras, tal y como lo realizan los mejores sistemas de reconocimiento facial que existen en el mercado en la actualidad. Para ello se deben plantear nuevamente los recursos de hardware que se vayan a usar, incluyendo la posible elección de una nueva placa de desarrollo
- De igual manera sería una gran ventaja el poder contar un módulo de administración de usuarios con una interfaz amigable para el público en general, que permita contar con varias funcionalidades, como el registro y gestión de nuevos usuarios, dar de baja aquellos que ya no se requieran en el sistema, entre otras funciones.

18



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

***¡MUCHAS
GRACIAS!***

19



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

“Implementación de un sistema de control de acceso basado en detección y reconocimiento facial utilizando un computador embebido”

Director del Proyecto: Ing. Pablo Francisco Ramos Vargas, PhD.

6 de septiembre de 2023

VERSIÓN: 1.1

