

# SISTEM DE VERIFICARE FACIALĂ PENTRU PROTECȚIA AUTOVEHICULELOR

Luciana MOȘILĂ

Profesor coordonator: Sl. dr. ing. Vlad Cristian MICLEA

Facultatea de Automatică si Calculatoare  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
Iulie 2025

# Cuprins

## Cuprins

- 1.Introducere
- 2.Scop și obiective
- 3.Studiu bibliografic
- 4.Prezentarea soluției
  4. Arhitectura generală
  4. Detectare și prelucrare fețe
  4. Rețea siameză pentru verificare facială
  4. Componente
  4. Structura setului de date
- 5.Tehnologii utilizate
- 6.Testare, validare și evaluare
- 7.Concluzii
- 8.Bibliografie

# 1. Introducere

## Context și Motivație

- **Context:** Autospecialele de intervenție sunt vulnerabile la furt și utilizare neautorizată
- **Situația actuală:** Vehiculele trebuie să rămână pornite pentru aparatura specială



## 2. Scop și obiective

**Scopul:** Dezvoltarea unui sistem autonom de control al accesului pentru autovehicule

### Obiective:

- Realizarea unui mecanism de verificare facială care permite accesul exclusiv personalului autorizat, fără dependență de internet
- Realizarea unui flux complet (capturare → analiză → decizie) independent de rețea

### 3. Studiu bibliografic(1)

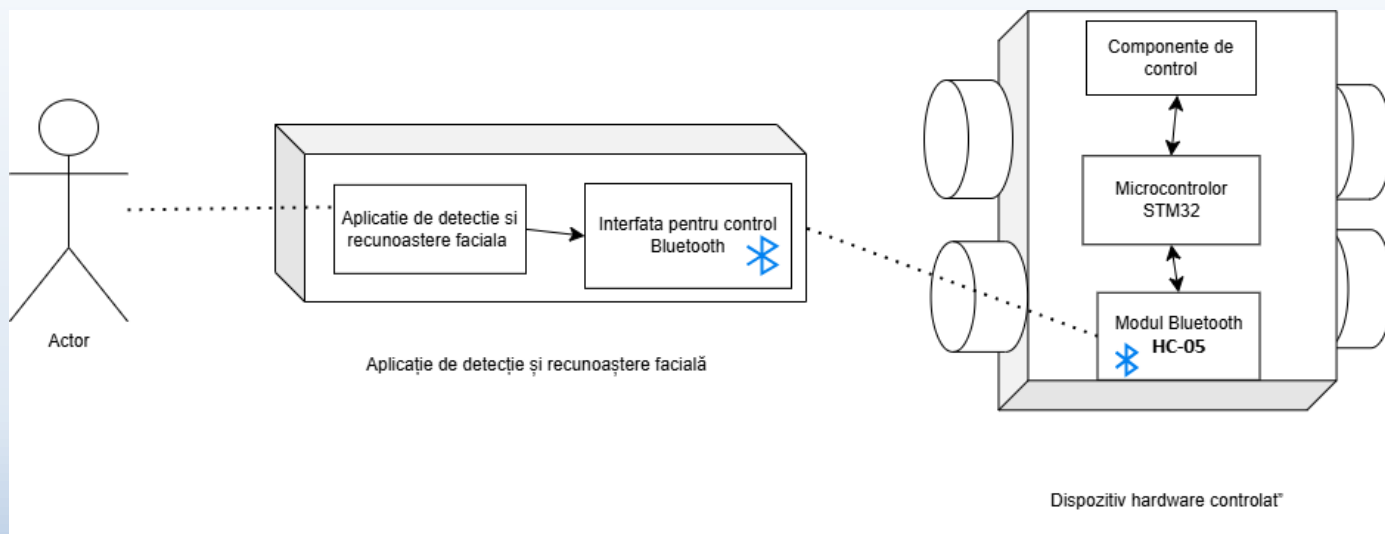
#### Analiză comparativă a principalelor modele de recunoaștere facială

Metodă	Acuratețe (ex: LFW dataset)	Precizie	Timp antrenare	Necesitate date mari	Sensibilitat e iluminare	Observații	Sursă
CNN clasic	85-90%	Medie	Mare	Da	Medie	Necesită multe imagini	[3] [2]
<b>Rețea siameză</b>	92-96%	Ridicată	Mediu	Nu	Mică	Eficient pentru date puține	[4]
FaceNet	99.6%	Foarte ridică	Mare	Da	Mică	Necesită multe perechi(P/N)	[1][5]
ArcFace	99.8%	Foarte ridică	Foarte mare	Da	Foarte mică	Necesită training lung	[1][6]

### 3. Studiu bibliografic (2) - Aplicații similare

Caracteristică	<b>Sistemul propus</b>	VeriLook Face SDK	Regula Face SDK	Kairos Face Recognition API
Detectare liveness	<b>nu momentan</b>	activă + pasivă	activă + pasivă	pasivă
Procesare	<b>locală</b>	on-device	client-server	cloud / local
Tip potrivire	<b>1:1</b>	1:1 și 1:N	1:1 și 1:N	1:1 și 1:N
Operare offline	<b>da</b>	parțial	nu	nu
Compatibilitate embedded	<b>da</b>	da	limitat	limitat
Aplicații uzuale	<b>autospecială inteligentă</b>	guvernament al, mobil	KYC, frontieră	API cloud

## 4. Soluția propusă (1)



## 4. Soluția propusă (2)

### Structura generală a sistemului

#### APLICAȚIE

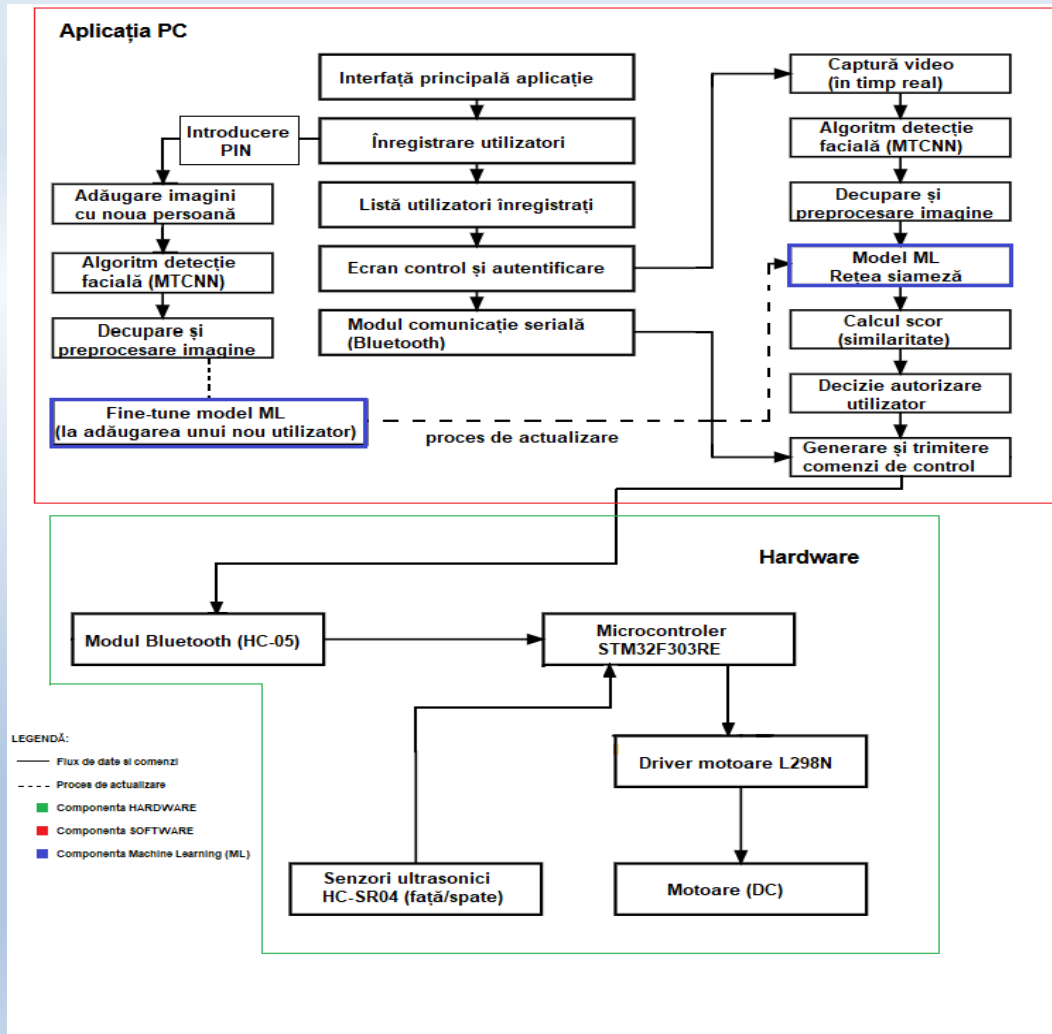
Adaugă persoane noi  
Modelul ML învață automat

#### RECUNOAȘTERE

Camera detectează în timp real  
Decide: autorizat/neaautorizat

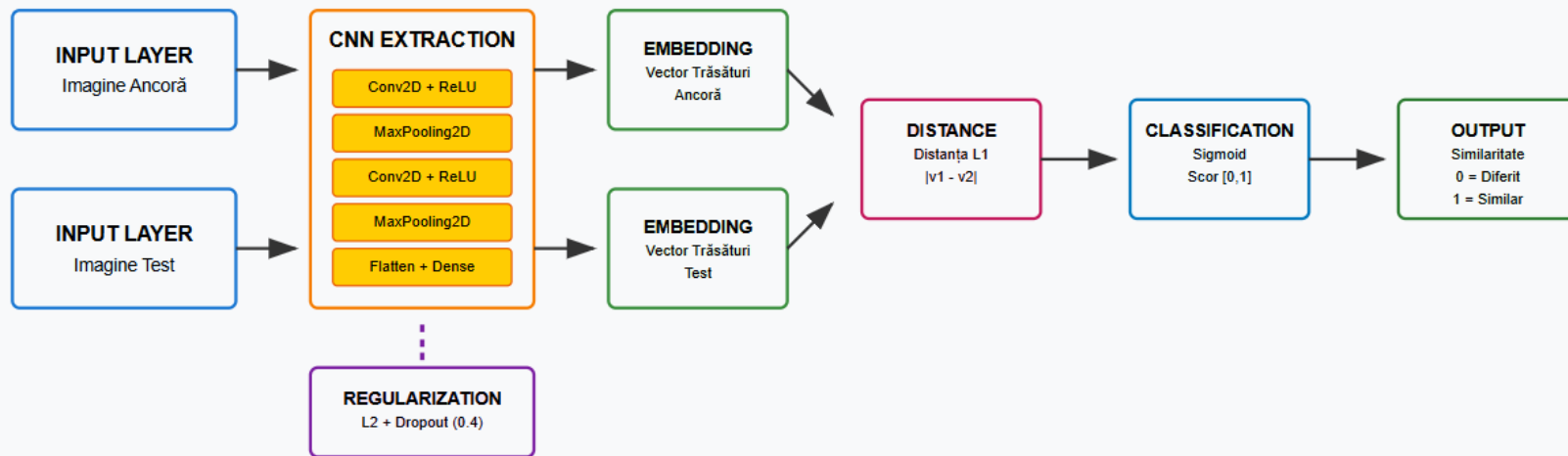
#### HARDWARE STM32

Primește comanda prin Bluetooth  
Controlează motoare/senzori





## 4. Soluția propusă (3) - Structura rețelei siameze

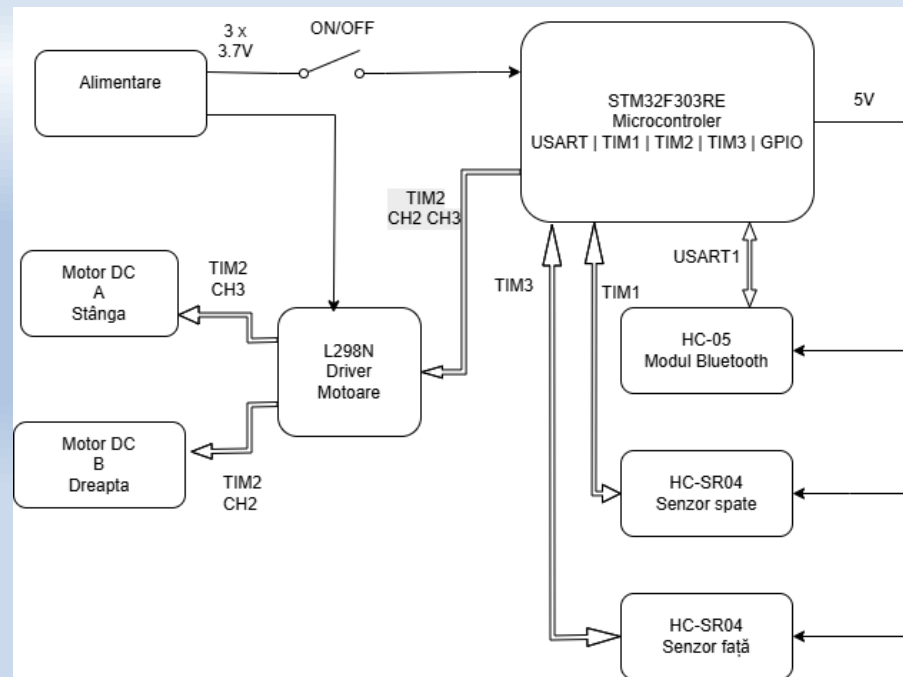


- Se calculează distanța dintre vectori și se aplică o funcție sigmoid pentru a decide similaritatea
- Două fluxuri paralele de rețea extrag vectori de caracteristici din fiecare imagine

## 4. Soluția propusă (4)

### Componenta hardware

- **STM32F303RE** → citește HC-SR04, generează PWM spre L298N
- **L298N** → pilotează motoarele DC
- **HC-05** → comunicare Bluetooth wireless (USART1)



## 4. Soluția propusă (5) - Compoziția generală a setului de date

Categoria	Cantitate	Detalii
Imagini pozitive	4 500	50 identități × 90 imagini/persoană
Imagini negative	2 000	Persoane „necunoscute”
Total imagini	6 500	Pozitive + negative
Identități (train/val)	30 / 20	60 % / 40 % din cele 50 identități
Perechi poz./neg.	Echilibrate	Număr egal de perechi 1:1 vs 1:0, split pe aceleași identități

- Imaginile sunt convertite în tensori 3D și procesate de rețeaua Siameză pentru extragerea vectorilor de trăsături.
- Vectorii sunt organizati în perechi etichetate (1 pentru același individ, 0 pentru persoane diferite).

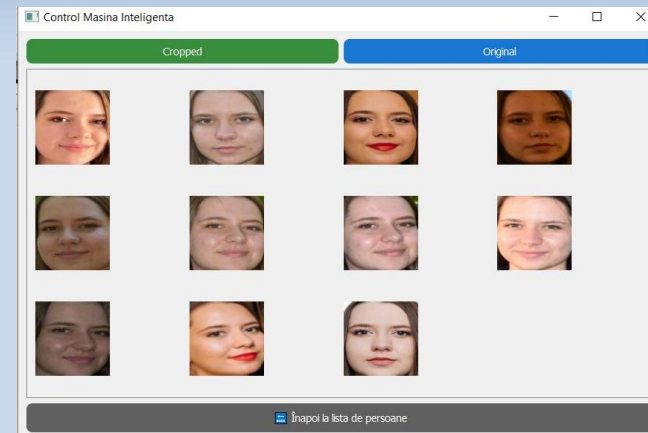
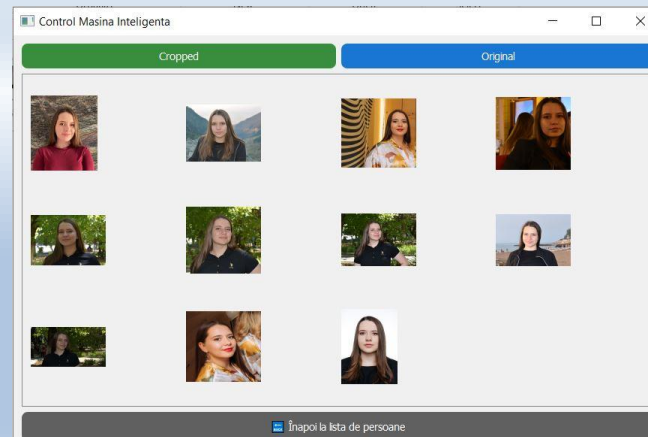
## 4. Soluția propusă (6)

### MTCNN + Detectare și Prelucrare Fețe

**Detectează** fețele în imagine și ofera cadrul feței detectate

**Decupează** și redimensionează automat la **105×105 pixeli**

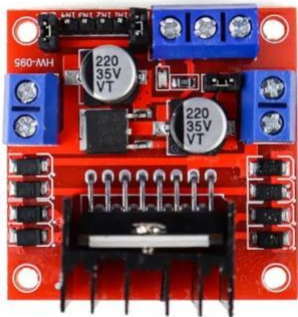
**Rezultat:** Fețe standardizate, gata pentru procesul ML



## 5. Tehnologii utilizate (1)



## 5. Tehnologii utilizate (2) - Componente hardware principale



L298N Driver



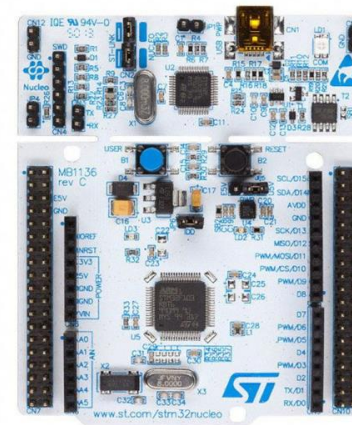
Motor DC  
cu roată



HC-05 Bluetooth



Convertor  
USB-TTL



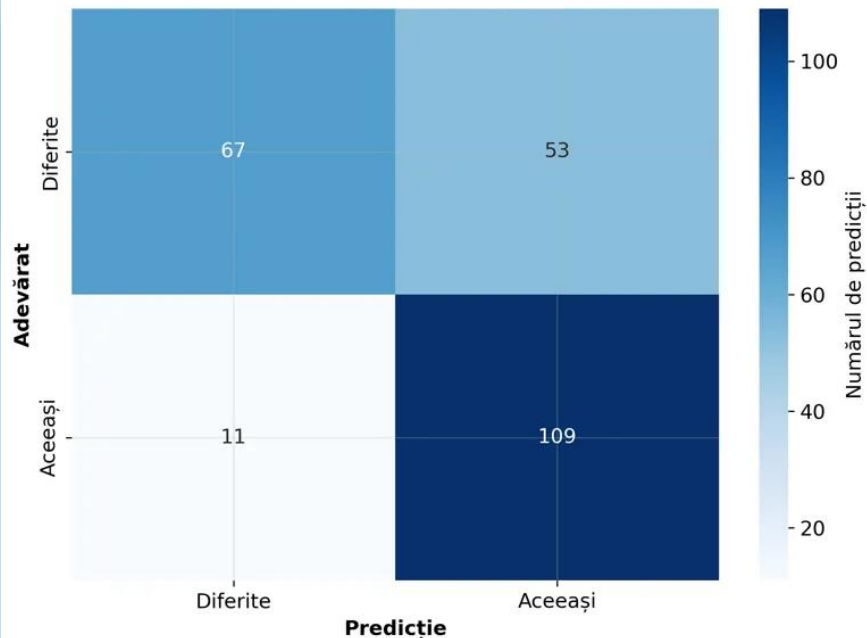
STM32 Nucleo F303RE



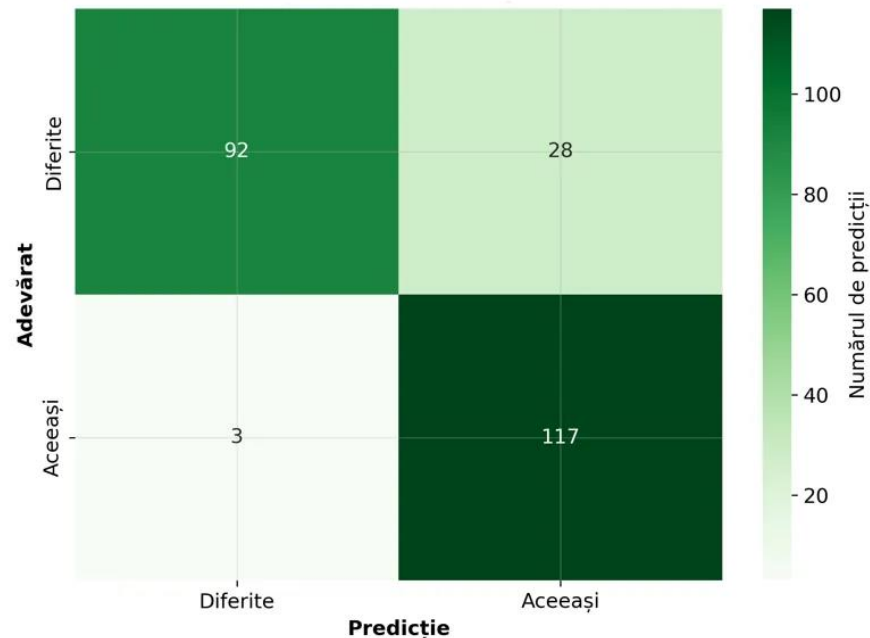
HC-SR04 Ultrasonic

## 6. Testare, validare și evaluare (1)

**Model Original**



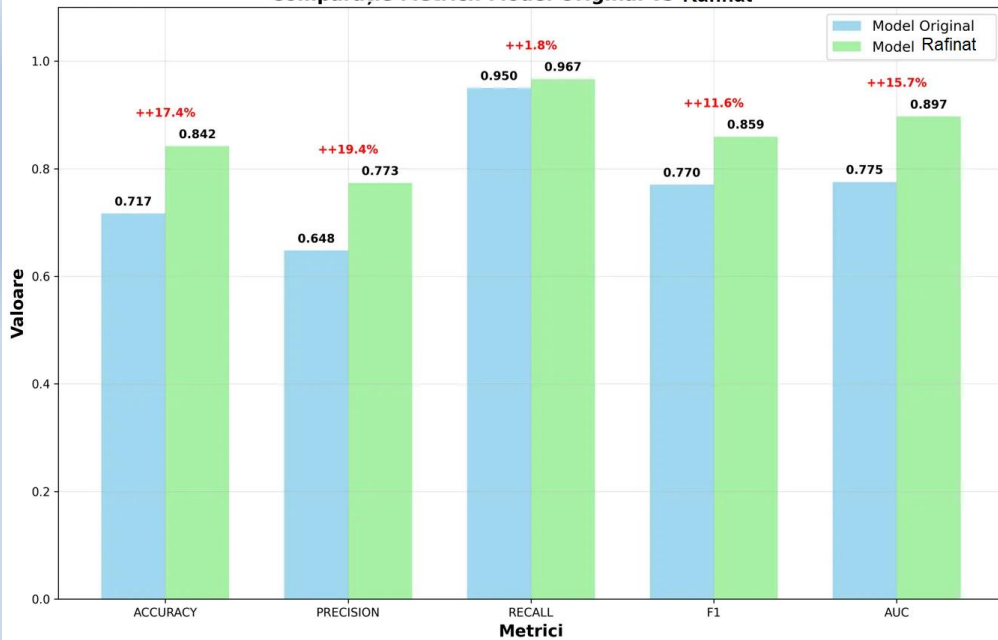
**Model Rafinat**



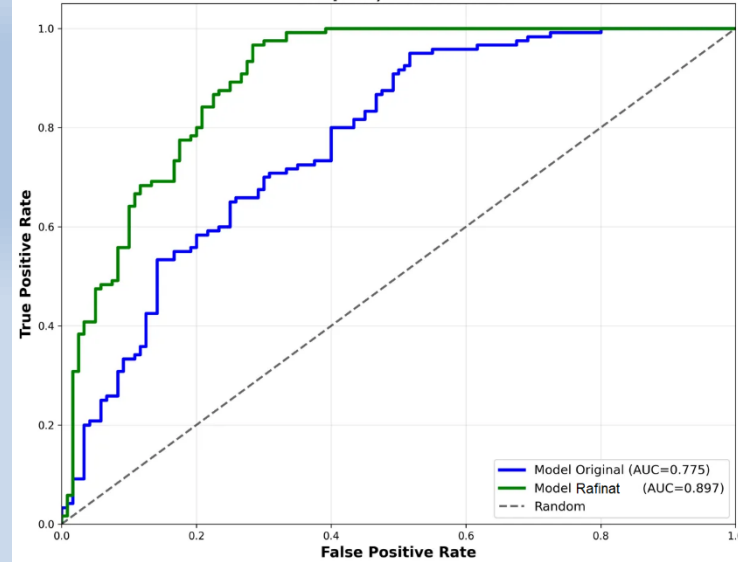


## 6. Testare, validare și evaluare (2)

Comparație Metrici: Model Original vs Rafinat



Comparație Curbe ROC





## 7. Concluzii

- Sistemul de control acces auto cu recunoaștere facială (MTCNN + rețea siameză)
- Performanță îmbunătățită: acuratețe crescută și erori reduse ( $TP\uparrow$ ,  $TN\uparrow$ ,  $FP\downarrow$ ,  $FN\downarrow$ ).
- Soluția oferă securitate auto fără chei fizice.

## Bibliografie

- [1] <https://paperswithcode.com/sota/face-verification-on-labeled-faces-in-the>
- [2] <https://ieeexplore.ieee.org/document/554195>
- [3] <https://www.ibm.com/think/topics/convolutional-neural-networks>
- [4] <https://www.cs.cmu.edu/~rsalakhu/papers/oneshot1.pdf>
- [5] <https://arxiv.org/abs/1503.03832>
- [6] <https://arxiv.org/abs/1801.07698>

Vă mulțumesc!