

# Sistem de detectare a oboselii șoferului pe baza expresiilor faciale

**Student:** Manole Daniel  
**Grupa:** 631AB (Sg. 2)  
**Disciplina:** Rețele Neuronale  
FIIR, SIA





## Ideea proiectului

Oboseala șoferilor este una dintre principalele cauze ale accidentelor rutiere la nivel mondial. Pentru a combate acest lucru, proiectul propune un sistem de inteligență artificială bazat pe rețele neuronale convoluționale (CNN) pentru a detecta somnolența șoferilor în timp real.

**Cum face acest lucru?** Rețeaua neuronală analizează expresiile faciale și modelele de clipit captate de o cameră. Când este detectată oboseala, sistemul poate declanșa diferite alerte pentru a preveni posibilele accidente.

Conform Eurostat, aproximativ 20.000 oameni și-au pierdut viața în urma accidentelor rutiere în UE, astfel sistemul reprezintă o integrare a vederii computerizate și a învățării profunde în domeniul siguranței auto.



## Domeniul de interes (DDI) - Industria Auto

**Industria auto** integrează din ce în ce mai mult sisteme de asistență a șoferului bazate pe inteligență artificială. Vehiculele moderne includ deja senzori, camere și sisteme integrate capabile să susțină soluții inteligente de siguranță. Sistemul propus contribuie la Sistemele Avansate de Asistență a Șoferului (**ADAS**) prin îmbunătățirea capacităților de monitorizare a șoferului.



## **Starea actuală și oportunități de îmbunătățire 1/2**

Sistemele actuale de monitorizare a șoferilor se bazează adesea pe metode simple bazate pe praguri (de exemplu, durata închiderii ochilor). Aceste metode nu sunt robuste în condiții de iluminare slabă, rotația capului sau atunci când șoferii poartă ochelari. Astfel, datorită progreselor în învățarea profundă și recunoașterea facială, RNC-urile pot învăța modele complexe asociate cu oboseala.



## Starea actuală și oportunități de îmbunătățire 2/2

### Oportunități de îmbunătățire:

- Creșterea preciziei de detectare în condiții reale;
- Reducerea alarmelor false folosind date multimodale (anume fața împreună cu comportamentul volanului);
- Activarea procesării în timp real pe dispozitive integrate cu consum redus de energie;



## Beneficii măsurabile așteptate

- Rată redusă a accidentelor cauzate de oboseala șoferului (cu un potențial de reducere a incidentelor cu 20-30%);
- Conștientizare sporită a șoferilor prin oferirea alertelor privind oboseala în avans;
- Scor îmbunătățit de siguranță a vehiculului prin integrarea monitorizării inteligente a șoferului;
- Scalabilitate, deoarece poate fi adaptat pentru camioane, autobuze sau sisteme de gestionare a flotei;
- Performanță îmbunătățită la volan și timp de nefuncționare redus din cauza erorilor legate de oboseală;
- Preț redus, sistemul fiind accesibil și pentru mașinile mai entry-level, nu doar cele de lux.



## Surse relevante

- Comisia Europeană, “Raport privind Siguranța Rutieră în UE 2023”
- GeeksforGeeks, “Driver Drowsiness Detection System with OpenCV”
- PyImageSearch, “Drowsiness detection with OpenCV”
- Promotor, “Sistemele de siguranță obligatorii pe mașini din 2024”



# Sistemul de Inteligență Artificială personalizat propus

Spre deosebire de soluțiile tradiționale care se bazează exclusiv pe calcule geometrice simple, precum distanța dintre pleoape, acest sistem utilizează o arhitectură Deep Learning antrenată să înțeleagă caracteristicile vizuale ale oboselii direct din datele pixelilor. Sistemul este conceput pentru procesare locală, eliminând necesitatea conectivității continue la internet, asigurând astfel confidențialitatea datelor și un răspuns rapid.





# Capacitățile și rolurile Sistemului de Inteligență Artificială

- Recunoaștere facială robustă (identificarea feței șoferului, indiferent de poziția capului sau de prezența accesoriilor, precum ochelarii de vedere/soare);
- Clasificare vizuală prin RNC (analiza stării ochilor și a gurii utilizând Rețele Neuronale Convoluționale, care sunt mai potrivite în condiții de lumină slabă în comparație cu algoritmi geometrice tradiționali);
- Monitorizare temporală (integrarea deciziilor într-o fereastră de timp, precum: dacă ochii șoferului sunt închisi mai mult de 2 secunde ==> alarmă, acest lucru ajutând la distingerea de clipitul natural);
- Feedback în timp real (generarea de alerte sonore și vizuale cu latență scăzută).



# Arhitectura sistemului 1/2

## A. Componente hardware (platformă încorporată):

- Raspberry Pi 4 - pentru consum redus de energie și rentabilitate;
- Cameră video cu senzor și iluminare IR - pentru monitorizarea driver-ului chiar și în întuneric complet;
- Buzzer - pentru alarmă sonoră;
- 2 LED-uri / LCD - pentru afișare status.



## Arhitectura sistemului 2/2

### B. Componente Software (arhitectura modelului):

- Modul de preprocesare:
  - Redimensionarea imaginii;
  - Îmbunătățirea contrastului prin conversia tonurilor de gri și egalizarea histogramei;
- Detector facial - un model pentru extragerea coordonatelor feței;
- Rețeaua neuronală (CNN);
- Extragerea regiunii de interes (în special ochii);
- Trece imaginile ochilor prin straturi convoluționale pentru a extrage caracteristici;
- Ultimul strat cu funcția de activare Softmax clasifică starea - normal (0) sau somnolent (1);
- Unitate logică de control - un script în Python care numără cadrele consecutive clasificate cu starea 1.



# Fluxurile de date

1. Sistemul funcționează pe baza unui flux de date circular și complet automatizat:
2. Proces Real → SIA (camera captează fluxul video din interior mașinii, iar datele brute, sub forma unor matrici de pixeli, sunt trimise către unitatea de procesare).
3. Calcul și învățare (unitatea procesează fluxul de date cadru cu cadru, iar rețeaua neuronală realizează predicția, sistemul având un model pre-antrenat offline, însă acesta poate stoca date pentru o reantrenare ulterioară, astfel va avea o învățare continuă).
4. SIA → Proces Real (practic, în acest punct, sistemul trimite un semnal electric pentru a activa buzzer-ul dacă este îndeplinită condiția  $\text{scor\_oboseală} > \text{prag\_critic}$ , astfel șoferul va reacționa (va deschide ochii de exemplu), iar datele de intrare vor opri astfel alarma (bucula de feedback).
5. Transmitere la distanță (sistemul trimite date precum ora, numărul de alarme, respectiv locația GPS către un dashboard în iCloud pentru managementul flotei).



# Datele de intrare și ieșire

1. **INPUT fizic:** Sistemul acceptă un flux video continuu. În regim real, semnal brut MJPEG/YUYV de la cameră, iar în regim de simulare putem folosi fișiere video standard, precum MP4 sau AVI.
2. **INPUT algoritmic:** În sistem, imaginile sunt convertite în matrici multidimensionale (tensori).
3. **OUTPUT acțiune:** Ieșirea principală este un semnal Boolean, care trimite un semnal HIGH către pinul GPIO conectat la buzzer, în momentul care se detectează oboseala, declanșând astfel sunetul pentru atenționarea șoferului.
4. **OUTPUT logs:** Sistemul generează și log-uri în format txt/CSV, iar acestea conțin istoricul evenimentelor sub forma “Ora x, Starea y, Durata z”. Aceste informații sunt utile pentru analiza ulterioară a posibilelor accidente.



# Tehnologiile utilizate

- NI LabVIEW: gestionează interfața grafică Front Panel pentru vizualizarea șoferului, preluarea datelor și declanșarea buzzerului. Integrarea cu AI se realizează folosind funcția Python Node / System Exec, care va permite apelarea scriptului de predicție.
- Python cu PyTorch sau TensorFlow: folosit pentru componenta de Deep Learning, antrenarea și rularea CNN, acesta va rula în background pentru a clasifica starea ochilor.
- OpenCV: bibliotecă folosită pentru captarea eficientă a fluxului video, respectiv preprocesarea imaginilor, înainte ca acestea să fie trimise la rețeaua neuronală.
- NumPy: bibliotecă auxiliară pentru calcule matematice în matrici.
- Imutils: bibliotecă auxiliară pentru a face sarcinile de procesare a imaginilor mai ușoare și mai rapide (ne ajută la OpenCV).



# Potențiali utilizatori și rolurile lor

- Șoferul: beneficiar direct cu rol pasiv, nu va avea permisiuni de modificare a setărilor interne, pentru a nu afecta siguranța, ci doar primește alertele.
- Manager flotă: se pot aplica pe camioane sau autobuze, iar acesta va avea rol decizional, va avea acces complet la interfața de raportare și la istoricul oboselii șoferilor, pentru a-și optimiza orarul curselor și pentru a preveni accidentele cauzate de epuizare, angajații din acest domeniu fiind mult mai predispuși la acestea.
- Sistemul auto: utilizator non-uman, sistemul se poate configura să comunice direct cu computerul de bord al unei mașini pentru a afișa un martor de bord sau pentru alte acțiuni ale mașinii.
- Sistem automat de siguranță: în mediul industrial, sistemul poate acționa direct asupra echipamentelor, sistemul poate trimite un semnal prin LabVIEW pentru a opri automat un utilaj prin Emergency Stop dacă sunt sesizate anumite semne de oboseală ale operatorilor.



## Alte informații relevante

- Datorită rulării pe un hardware accesibil, acesta este ideal pentru flote mari, ci nu doar vehicule individuale. Este ideal pentru gestionarea flotelor comerciale mari, precum curieratul și transportul de marfă, unde costul per unitate este critic.
- Poate fi folosit în mai multe industrii decât cea auto, precum cea industrială, și nu se limitează la conducători auto, algoritmul poate fi adaptat și pentru operatorii de pe liniile de producție sau de la panourile de comandă.
- Sistemul se află în conformitate cu GDPR, deoarece procesarea se face local, fără a stoca videoclipuri, protejând astfel intimitatea utilizatorilor. Singurele lucruri care se generează sunt alertele și statisticile anonime.