

Documentație Sistem Expert

Validarea Manevrei de Schimbare a Benzii

Tosa Dumitru Cezar

Pacurar Irina

30644

17 ianuarie 2026

Cuprins

1	Introducere	2
2	Scenarii de test	2
2.1	Scenariul 1: Mediu Urban (City Traffic)	2
2.2	Scenariul 2: Zona Periurbană	2
2.3	Scenariul 3: Drum Național (Exterior)	2
2.4	Scenariul 4: Infrastructură și Lucrări	2
2.5	Scenariul 5: Situații Speciale și Coloane	2
2.6	Scenariul 6: Autostradă (Highway)	3
3	Listă de senzori	3
4	Detalii tehnice	3
5	Sintaxa percepțiilor	3
5.1	Detectarea vehiculului	4
5.2	Detectarea elementelor de drum	4
5.3	Atribute și Categorie de Drum (Specific Proiect)	4
6	Măsurarea performanței	4
6.1	Metodologie	4
6.2	Rezultate Obținute	5
7	Contribuții personale	5

1 Introducere

Aplicația documentată are drept scop validarea manevrei de **schimbare a benzii** (Lane Change). Sistemul este proiectat pentru un vehicul autonom echipat cu senzori capabili să perceapă mediul înconjurător și să decidă, pe baza unui set de reguli implementate în limbajul CLIPS, dacă manevra este permisă sau interzisă într-un anumit moment de timp.

Spre deosebire de sistemele clasice, acest agent ține cont de contextul drumului (*road_category*), aplicând reguli diferite pentru oraș, drum național sau autostradă.

2 Scenarii de test

Scenariile de test sunt descrise în fișierele corespunzătoare din folderul **percepts**. Au fost proiectate 6 scenarii distincte, fiecare rulând pe parcursul a 35 de cadre (timp simulat), acoperind situații de la trafic urban dens până la viteze de autostradă.

2.1 Scenariul 1: Mediu Urban (City Traffic)

Mașina se deplasează în oraș. Inițial, detectează un autobuz care pleacă din stație (prioritate de autobuz). Ulterior, traficul devine aglomerat, iar distanța față de vehiculul din spate scade sub limita de siguranță urbană (5m). Scenariul include și o trecere de pietoni și interacțiunea cu utilizatori vulnerabili (motocicliști).

2.2 Scenariul 2: Zona Periurbană

Vehiculul tranzitează o zonă de ieșire din oraș. Întâlnește un tramvai într-o stație fără refugiu, fiind obligat să oprească. Ulterior, se apropie de un sens giratoriu, unde manevra este interzisă în zona de preselectie ($< 50\text{m}$).

2.3 Scenariul 3: Drum Național (Exterior)

Pe un drum cu o singură bandă pe sens, agentul gestionează situații de trafic mixt. Sunt testate regulile privind vehiculele care vin din sens opus și limitările impuse de liniile continue în zonele de curbe periculoase.

2.4 Scenariul 4: Infrastructură și Lucrări

Scenariul testează reacția la elemente statice. Agentul detectează o zonă de lucrări (*road_works*) semnalizată, urmată de o porțiune de drum cu carosabil degradat (*bumpy*). În ambele cazuri, schimbarea benzii este interzisă preventiv.

2.5 Scenariul 5: Situații Speciale și Coloane

Se simulează întâlnirea cu o coloană oficială și vehicule prioritare. De asemenea, sunt testate limitele de viteză specifice drumurilor naționale și interdicția de a schimba banda pe poduri sau în tuneluri.

2.6 Scenariul 6: Autostradă (Highway)

Scenariul de viteză ridicată (130 km/h). Testează menținerea distanței de siguranță mult mai mari (40m) specifică autostrăzii, verificarea unghiului mort și adaptarea la condiții meteo extreme (ceață/polei - *ice/fog*).

3 Listă de senzori

Sistemul simulat se bazează pe următorul set de senzori virtuali:

Senzor	Scop	Timp Răspuns
Rangefinder Laser / LiDAR	Determinare distanță față/spate/lateral	< 5ms
Senzori ultrasonici laterali	Lane assist și monitorizare unghi mort	< 1ms
Cameră stereoviziune	Detectare marcaje, semne și tip drum	10-30ms
GPS / Hărți HD	Determinare categorie drum (City/Highway)	5-150ms
Giroscop	Determinare înclinație și calitatea carosabilului	< 1ms

Tabela 1: Lista senzorilor utilizați pentru percepție

4 Detalii tehnice

- La fiecare 500ms se extrage un cadru de la senzori.
- Dacă **RangeFinder Laser** detectează **max distance** atunci se presupune că nu se află nimic în apropiere.
- Pentru orice percepție, orice valoare pentru câmpul *p.obj* este posibilă.
- **Presupunerea de bază:** Manevra de schimbare a benzii este considerată *permisă implicit* (allowed). Dacă nicio regulă de interdicție nu este activată (pe baza vitezei, distanței sau infrastructurii), agentul validează manevra.
- Distanțele de siguranță sunt dinamice:
 - **Oraș:** minim 5 metri.
 - **Exterior:** minim 15 metri.
 - **Autostradă:** minim 35 metri.

5 Sintaxa percepțiilor

Percepțiile sunt structurate folosind template-ul `ag_percept` și transformate intern în `ag_bel` (beliefs).

5.1 Detectarea vehiculului

Atribut	Valori Posibile
isa	vehicle
type	car, tram, bus, bicycle, emergency, column
rel_pos	front, back, left, left_back, left_front
rel_dist	Valoare numerică (cm)
velocity	Valoare numerică (km/h) - critică pentru regulile de autostradă
blink	left, right, none

5.2 Detectarea elementelor de drum

Atribut	Valori Posibile
isa	road_elem
type	crosswalk, tram_station_without_shelter, road_works, roundabout, railway_level_crossing
rel_dist	Valoare numerică (cm) - folosită pentru anticipare (ex: < 50m)

5.3 Atribute și Categorie de Drum (Specific Proiect)

Acest modul este esențial pentru logica contextuală a agentului.

Atribut	Valori Posibile
isa	road_attribute
road_category	city, exterior, highway (Dictează regulile de distanță)
has_type	continuous_strip, discontinuous_strip, bumpy, ice, slippery

6 Măsurarea performanței

Performanța agentului a fost evaluată prin măsurarea timpului de decizie (*decision time*) per cadru de simulare. Pentru a asigura acuratețea datelor și a elimina variațiile cauzate de încărcarea sistemului de operare, am adoptat următoarea metodologie de testare automatizată:

6.1 Metodologie

- Fiecare dintre cele 6 scenarii a fost rulat de câte 5 ori consecutiv (K_MAX=5).
- S-a utilizat un script BASH pentru execuția în buclă și un script Python pentru agregarea datelor.
- Timpul de inferență a fost capturat pentru fiecare tic (cadru) al simulării (35 cadre/scenariu).
- Datele brute și calculele statistice au fost centralizate în fișierul `rezultate_finale.csv`.

6.2 Rezultate Obținute

În tabelul de mai jos sunt prezentate media timpilor de execuție și deviația standard pentru fiecare scenariu. Timpii sunt exprimați în secunde. Se observă că timpul de decizie este extrem de mic (ordinul zecilor de microsecunde), ceea ce indică faptul că sistemul expert este foarte eficient și poate rula în timp real fără probleme.

Scenariu	Timp Mediu (s)	Deviație Standard (s)
Scenariul 1	1.34×10^{-5}	3.14×10^{-6}
Scenariul 2	1.87×10^{-5}	7.55×10^{-6}
Scenariul 3	1.44×10^{-5}	4.88×10^{-6}
Scenariul 4	1.73×10^{-5}	7.22×10^{-6}
Scenariul 5	1.67×10^{-5}	5.23×10^{-6}
Scenariul 6	1.82×10^{-5}	6.83×10^{-6}

Tabela 2: Sinteza performanței agentului pe baza fișierului rezultate_finale.csv

7 Contribuții personale

- **Tosa Dumitru Cezar:**

- Implementarea a 3 scenarii de test.
- Transpunerea regulilor de circulație în reguli de inferență specifice limbajului *CLIPS*.
- Integrarea modului de validare a manevrelor.

- **Pacurar Irina:**

- Proiectarea și implementarea a 3 scenarii de test.
- Documentarea legislației rutiere și identificarea cazurilor limită.
- Redactarea documentației tehnice și structurarea raportului final.