

# Sistem za upravljanje saobraćajem

## Članovi tima

- Vladislav Radović SV 27/2021
- Nikola Mitrović SV 18/2021

## Motivacija

Saobraćaj u modernim gradovima je postao složen i teško upravljiv zbog velikog broja vozila, gužvi, nesreća i nepredviđenih situacija. Trenutni sistemi za upravljanje saobraćajem uglavnom ne koriste dovoljno podatka kako bi regulisali saobraćaj optimalno.

Cilj projekta je razvoj inteligentnog sistema zasnovanog na znanju, koji automatski analizira podatke o saobraćaju, detektuje kritične situacije i predlaže optimalne odluke za regulaciju prometa.

## Pregled problema

Gradovi se suočavaju sa problemima poput gužvi, nesreća i nepredviđenih situacija, dok postojeći sistemi za regulaciju saobraćaja uglavnom ne koriste dovoljno dostupnih podataka i nisu prilagodljivi promenama u realnom vremenu.

Neophodno je razviti sistem koji prikuplja i analizira podatke iz senzora, kamera i GPS uređaja, otkriva kritične situacije i donosi optimalne odluke. Zbog velike količine podataka, sistem mora omogućiti obradu u realnom vremenu i pregled trendova kroz vreme.

Postojeća rešenja su često ograničena i teško se integrišu sa drugim sistemima, pa je cilj razviti proširiv i konfigurabilan sistem zasnovan na znanju, koji povećava automatizaciju, sigurnost i efikasnost saobraćaja.

# Metodologija rada

## Ulaz u sistem:

Ulazi uključuju:

- **Real-time podaci sa senzora:** broj vozila po traci, prosečna brzina, zauzetost semafora, detekcija pešaka, detekcija nesreća.
- **Podaci sa kamera i GPS vozila:** lokacija i brzina vozila, otkrivanje nepropisnog parkiranja i zastoja.
- **Vremenski podaci:** kiša, sneg, magla, temperatura, smanjena vidljivost.
- **Podaci od operatera:** radovi na putu, blokade, planirani događaji.
- **Istorijski podaci:** obrasci gužvi po dobu dana, nedelji i sezoni.

Svaki od ovih ulaza utiče na trenutnu procenu stanja saobraćaja, a odluke donete u jednom trenutku služe kao ulaz za narednu optimizaciju semaforskih režima i rute vozila.

## Baza znanja:

Baza znanja je strukturisana po kontekstima i pravila su grupisana prema vremenskim periodima i tipovima događaja.

### Primer konteksta i pravila:

1. **RushHour (jutarnja i popodnevna gužva):**
  - Pravilo: ako je gustina saobraćaja veća od maksimalnog praga, produži zeleno svetlo za 30% i obavesti vozače o alternativnim rutama.
2. **AccidentDetected (nesreća na raskrsnici):**
  - Pravilo: aktiviraj prioritet hitnim vozilima, blokiraj pristup drugim vozilima, obavesti operatere i hitne službe.
3. **WeatherAlert (loši vremenski uslovi):**
  - Pravilo: smanji brzinu, produži vreme zelenog svetla na kritičnim raskrsnicama, obavesti vozače o opasnostima.
4. **EventDay (masovni događaji):**
  - Pravilo: prilagodi signalizaciju i rute prema očekivanom povećanom protoku vozila.

Baza znanja se popunjava kombinacijom:

- istorijskih obrazaca gužvi;
- pravila eksperata (saobraćajnih inženjera);
- real-time senzorskih podataka;
- automatski generisanih pravila prema trendovima saobraćaja.

## Forward chaining – primer korak po korak:

1. Senzor detektuje da gustina saobraćaja na raskrsnici prema centru grada prelazi 80% kapaciteta → aktivira se pravilo *RushHour*.
2. Sistem automatski produžava zeleno svetlo za 30% i šalje obaveštenje vozačima putem aplikacije.
3. GPS podaci pokazuju da hitno vozilo ide istim putem → aktivira se green wave, blokiraju se pešačke svetlosne signalizacije.
4. Kamera detektuje nepropisno parkirano vozilo koje dodatno usporava saobraćaj → sistem obaveštava operatere i pokreće pravilo za preusmeravanje.
5. Agregirani podaci beleže se u istoriji za analizu i optimizaciju budućih semaforских režima.

## Backward chaining – primer:

Ako postoji sumnja na **kritičnu gužvu** ili incident, sistem koristi istorijske podatke i trenutne senzorske ulaze da postavi dijagnozu problema:

- Ako gustina > 90% i brzina < 10 km/h na više raskrsnica → problem je **kritična gužva**.
- Ako postoji vozilo hitne pomoći, ali gustina blokira prolazak → aktivira se pravilo *green wave* i preusmeravanje drugih vozila.
- Ako su u isto vreme zabeležene nesreće ili nepropisno parkirana vozila → preporuka za hitnu intervenciju operatera.

## Complex Event Processing (CEP):

- Senzorski podaci se transformišu u događaje: *VehicleCountHigh*, *AccidentDetected*, *PedestrianDetected*.

- Agregacija podataka se vrši po funkcijama *sum*, *average*, *max*, *count* na intervalima od 5, 15, 30, 60 minuta.
- Agregirani događaji se koriste za optimizaciju semaforских režima i preusmeravanje saobraćaja u real-time.

## Izveštaji i monitoring:

Sistem podržava tri vrste izveštaja:

1. **Normal izveštaj** – trenutna statistika gužvi, brzine i broja nesreća po raskrsnici i vremenu.
2. **Trend izveštaj (AtSomeTime)** – analiza saobraćaja u određenim periodima, npr. jutarnja gužva u poslednjih mesec dana.
3. **MaxPeriod izveštaj** – pronalaženje najdužih perioda kritične gužve ili nesreća za planiranje saobraćajnih intervencija.

## Forward Chaining – primer pravila po vremenskim intervalima:

- Ako je gustina > 80% u periodu 07:00–09:00 → produži zeleno na glavnim pravcima i obavesti vozače o alternativama.
- Ako nesreća detektovana na raskrsnici → aktiviraj prioritet hitnim vozilima i preusmeri saobraćaj.
- Ako su vremenski uslovi loši → smanji brzinu i produži vreme svetla na kritičnim raskrsnicama.

## Template i DSL:

- Korisnici (saobraćajni inženjeri) mogu kreirati pravila u DSL-u:

```
when trafficDensity(crossroad1) > max_threshold
then extendGreenLight(crossroad1, +30%)
and notifyDrivers(alternativeRoutes)
```

- Omogućava jednostavno kreiranje novih pravila i template-a bez potrebe za restartovanjem sistema.

## Klasni dijagram:

