

# Predviđanje trajektorija više objekata na sceni

Momir Adžemović

Matematički fakultet  
Univerzitet u Beogradu

23. septembar 2022.

# Autonomna vožnja

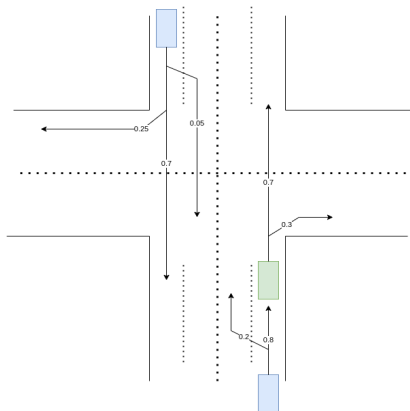
- Potpuna ili parcijalna automatizacija kontrole vozila
- Nivo 0: Čovek ima potpunu kontrolu nad vozilom
- ...
- Nivo 5: Računar (agent) ima potpunu kontrolu nad vozilom u svakom trenutku

# Problem

- Kratkoročna estimacija kretanja agenta nekoliko trenutaka u budućnosti (3 sekunde)
- Informacije:
  - Istorija kretanja agenta
  - Dinamički deo scene: Istorija kretanja objekata u okolini — drugi vozači i pešaci
  - Statičko okruženje agenta (put, pešački prelaz, semafori, itd.)

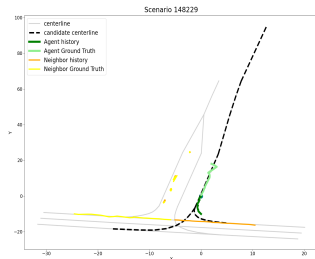
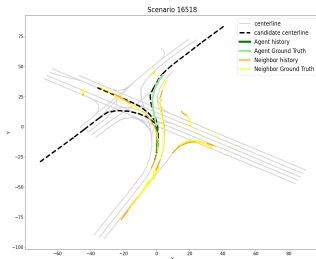
# Izazovi

- Obrada i razumevanje podataka sa scene
- Stohastička priroda vozača — Multimodalna raspodela krajnjih tačaka trajektorija (postojanje više izraženih lokalnih maksimuma)



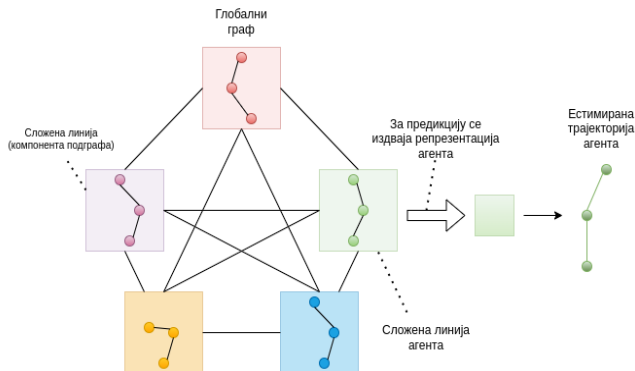
# Mape sa visokim nivoom detalja

- Sadrži informacije o elementima scene i njihovim lokacijama sa greškom do par centimetara
- Superiorne u odnosu na GPS
- Za prikupljanje podataka se koriste *LiDAR* sistemi



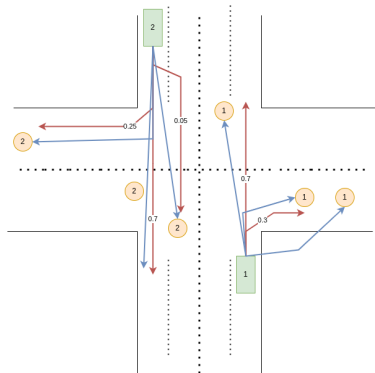
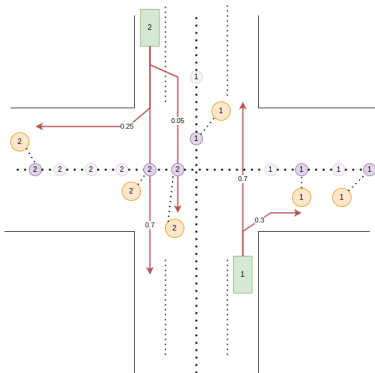
# VectorNet

- Hijerarhijska grafovska neuronska mreža
- Komponente:
  - Podgraf
  - Globalni graf interakcija
  - Predviđanje trajektorija



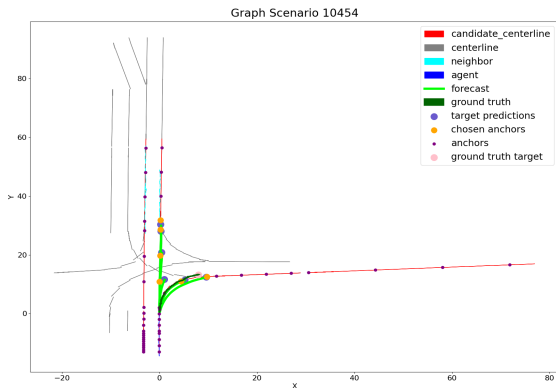
# TNT-VectorNet

- Bolje performanse
- Uzorkovanje krajnjih tačaka trajektorija na osnovu heuristike
- Estimacija više od jedne trajektorije na osnovu uzorkovanih krajnjih tačaka



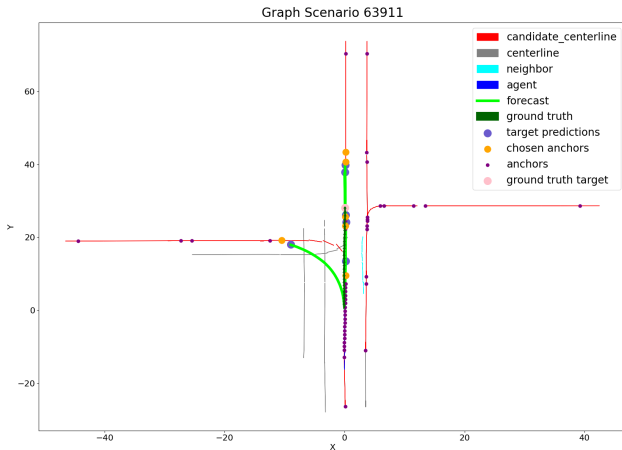
# TNT-VectorNet: Risultati

$\min ADE_6$ : 1.03,  $\min FDE_6$ : 1.91,  $MissRate_6^{2m}$ : 0.30

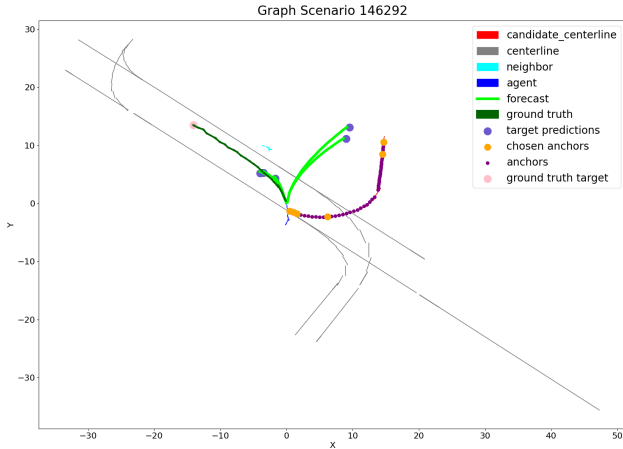




# TNT-VectorNet: Rezultati

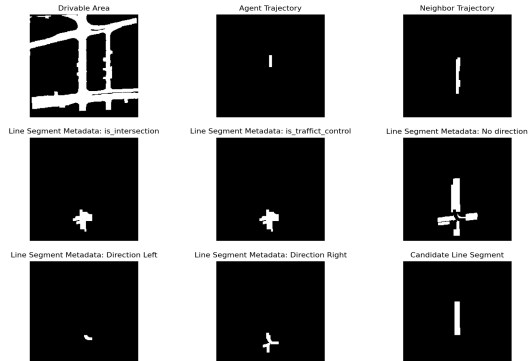


# TNT-VectorNet: Rezultati



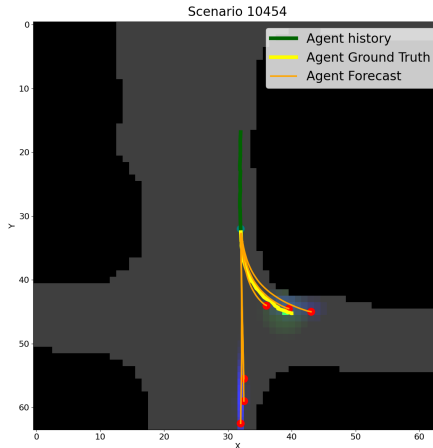
# HOME

- Rasterizacija HD mapa (retke matrice)
- Estimacija toplotne mape krajnjih tačaka trajektorija agenta
- Osnovni gradivni element je sloj konvolutivne neuronske mreže

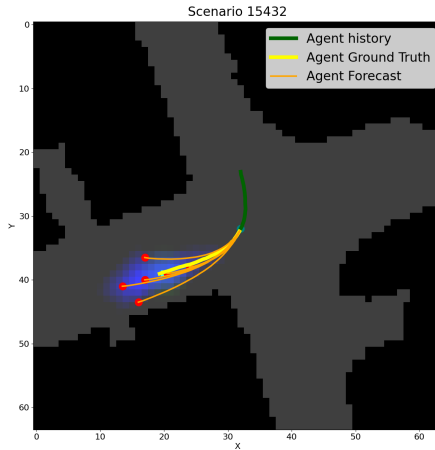


# HOME: Rezultati

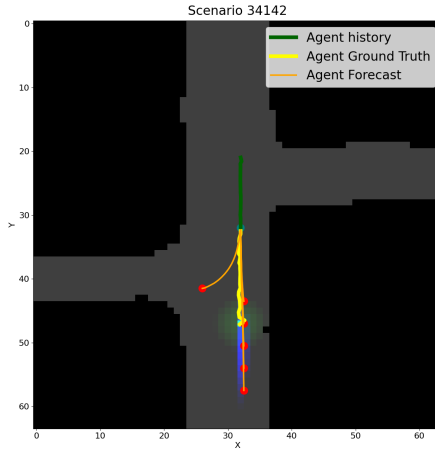
$\min ADE_6$ : 0.97,  $\min FDE_6$ : 1.71,  $MissRate_6^{2m}$ : 0.15



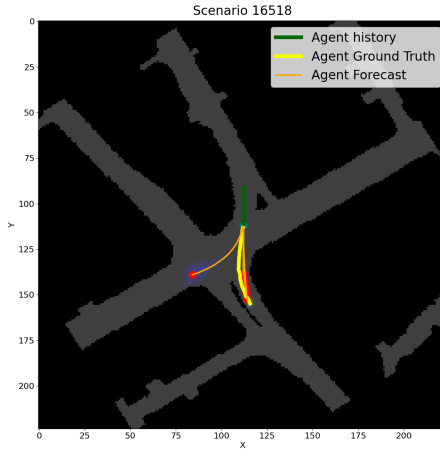
# HOME: Rezultati



# HOME: Rezultati



# HOME: Rezultati



# Zaključak

- Prednost HOME-a je što estimira uslovnu raspodelu krajnjih tačaka trajektorija, dok TNT-VectorNet koristi heuristiku (domensko znanje) za uzorkovanje krajnjih tačaka
- HOME daje bolje estimacije, ali je računski zahtevniji
- Postoji mogućnost kombinovanja arhitektura radi prevazilaženja postojećih ograničenja