

## 1. Uvod

Istraživački projekt MULTICLOD (multi-class object detection) razmatra detekciju i lokalizaciju objekata više razreda u dinamičnim scenama različitih prometnih okruženja. Posebno su nam zanimljive urbane i cestovne scene odnosno razredi objekata poput pješaka, vozila ili prometnih znakova. Također ćemo proučavati i izvancestovna okruženja gdje će nam biti važni semantički slikovni razredi poput šumske ceste, debla, lišća ili lokvi. Provedena istraživanja su posebno zanimljiva u kontekstu sljedećih tehničkih primjena.

- pametna vozila
  - autonomna navigacija
  - pomoć vozaču
- inteligentni transportni sustavi
  - sigurnosne inspekcije prometnica
  - adaptivno upravljanje prometom

## 2. Osnovni podatci

Prijavni natječaj: HRZZ IP-11-2013 (istraživački projekti)

Početak projekta: 1. listopada 2014.

Kraj projekta: 30. rujna 2017.

Financirani istraživači:

- postdoktorand Josip Krapac
- doktorand Ivan Krešo

Budžet: 704,766.91 kn

Međunarodna suradnja: Institut EMT, TU Graz

## 3. Ciljevi i metode istraživanja

Iako se najbolja rekonstrukcija scene dobiva rotirajućim laserskim senzovima (LIDAR), ovaj projekt razmatra kalibriranu stereoskopiju kao jedini senzorski ulaz. Glavni razlog tome je visoka cijena rotirajućih laserskih senzora (preko 10k€) koja će još mnogo godina priječiti masovnu upotrebu te tehnologije. Predloženo istraživanje stoga se temelji na naprednim klasifikacijskim i rekonstrukcijskim metodama stereoskopskog računalnog vida. **Glavni cilj** projekta je međusobno jačanje klasifikacijskih i rekonstrukcijskih pristupa. Predviđamo istražiti nekoliko načina za ostvarivanje tog cilja:

- korištenje rekonstruiranog oblaka točaka za usmjeravanje pažnje lokalizacijskih modela temeljenih na naučenim klasifikatorima
- istovremeno korištenje texture i rekonstruirane dubine za ostvarivanje semantičke segmentacije na razini slikovnog elementa
- primjena dobivene semantičke segmentacije za poboljšanje rekonstrukcije scene.

### Klasifikacijske metode

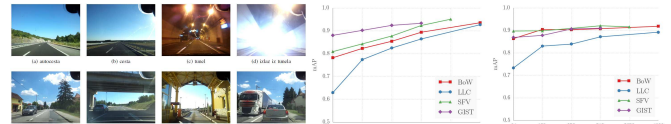
- detekcija i lokalizacija binarnom klasifikacijom u pomičnom oknu
- lokalizacijski modeli prikladni za učenje sa slabim nadgledanjem
- klasifikacija histogramima slikovnih riječi (BoW, Fisher)
- klasifikacija modelima s latentnim dijelovima (DPM)
- konvolucijske neuronske mreže
- semantička segmentacija

### Rekonstrukcijske metode

- gusta stereoskopska rekonstrukcija optimiranjem globalne funkcije cilja (SGM)
- rekonstrukcija površine tla
- procjena vlastitog gibanja upotrebom rijetkog slikovnog toka

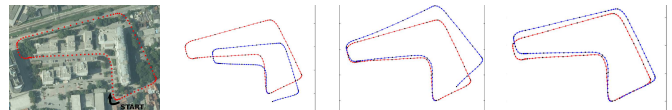
## 4. Preliminarni rezultati

Važniji preliminarni rezultati ostvareni su u klasifikaciji prometnih scena, procjeni vlastitog gibanja kamera, slabo nadgledanoj lokalizaciji, rekonstrukciji površine gibanja, konvolucijskim neuronskim mrežama, cjelodnevnoj detekciji vozila za adaptivno upravljanje prometom te višerazrednoj detekciji multiplikativnim jezgrama. Ovdje prikazujemo samo neke od tih rezultata



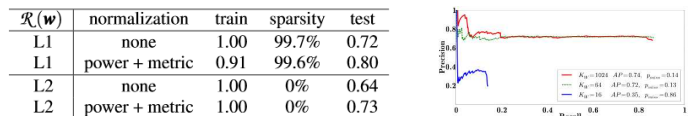
**Klasifikacijska performansa prometnih scena (lijevo) u ovisnosti o dimenzionalnosti vektora značajki ako klasifikaciju provodimo SVM-om (sredina) odnosno slučajnim šumama (desno).**

I. Sikirić et al. Image Representations on a Budget: Traffic Scene Classification in a Restricted Bandwidth Scenario. IEEE Intelligent Vehicles 2014, Dearborn, Michigan.



**Procijenjeno gibanje kamere u različitim eksperimentima (plavi kružići) uspoređeno je s referentnim tragom GPS-a (crveni kružići). Referentni trag dobro se poklapa s rektificiranom zračnom snimkom (lijevo).**

I. Kreso et al. A Novel Georeferenced Dataset for Stereo Visual Odometry. CCVV 2013, Zagreb, Croatia.



**Scene s trokutnim znakovima najbolje se odjeljuju od pozadina ako linearni klasifikacijski model nad Fisherovom reprezentacijom regulariziramo L1 metrikom (gore-lijeva). Dobiveni klasifikacijski model možese primijeniti za slabo nadgledanu lokalizaciju, gdje smo dobili vrlo zanimljive rezultate (gore-desno, dolje).**

J. Krapac et al. Weakly supervised object localization with large Fisher vectors. Na prosudbi za moguću objavu na VISAPP 2015.

## 5. Očekivani istraživački rezultati

Očekujemo da će projekt rezultirati znanstvenim doprinosima na području klasifikacijskih i rekonstrukcijskih pristupa u računalnom vidu, kao i na području međusobnog jačanja tih dvaju pristupa.

Moguće primjene razvijenih postupaka biti će prikazane u sljedećim demonstracijama:

- detekcija prometnih znakova za automatiziranu inspekciju cesta
- autonomna vožnja u urbanom okruženju električnim automobilom
- navigacija u izvancestovnom okruženju autonomnim robotom (u suradnji s kolegama sa ZARI-ja)

**ZAHVALA** Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom I-2433-2014.