UNIVЕRZIТЕТ U ISТОČNОM SАRАЈЕVUetf+grb

ЕLЕKТRОТЕHNIČKI FАKULТЕТ

**Prepoznavanje saobraćajnih znakova**

SEMINARSKI RAD IZ VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE

|  |  |
| --- | --- |
| Studenti: | Predmetni profesor: |
| Dusan Marilovic  Goran Milanovic | Prof. dr Dragoljub Krneta |

Istočno Sarajevo, jun, 2025

Inhalt

[1. Uvod 4](#_Toc202175354)

[1.1 Motivacija i značaj teme 4](#_Toc202175355)

[1.2 Cilj i obuhvat rada 4](#_Toc202175356)

[1.3 Organizacija rada 4](#_Toc202175357)

[2. Teorijska osnova 4](#_Toc202175358)

[2.1 Karakteristike saobraćajnih znakova 4](#_Toc202175359)

[2.2 Računarski vid i obrada slike 4](#_Toc202175360)

[2.3 Osnove klasifikacije i učenja 4](#_Toc202175361)

[3. Metode detekcije i klasifikacije saobraćajnih znakova 4](#_Toc202175362)

[3.1 Klasični pristupi zasnovani na obradi slike 4](#_Toc202175363)

[3.2 Ekstrakcija karakteristika i klasična klasifikacija 4](#_Toc202175364)

[3.3 Duboko učenje i konvolucione neuronske mreže (CNN) 4](#_Toc202175365)

[4. Implementacija 4](#_Toc202175366)

[4.1 Opis Sistema 4](#_Toc202175367)

[4.2 Korištene tehnologije i alati 4](#_Toc202175368)

[4.3 Dataset 4](#_Toc202175369)

[4.4 Primjeri iz koda 4](#_Toc202175370)

[5. Rezultati i evaluacija 4](#_Toc202175371)

[5.1 Evaluacija tačnosti 4](#_Toc202175372)

[5.2 Analiza pogrešnih klasifikacija 4](#_Toc202175373)

[5.3 Poređenje metoda 4](#_Toc202175374)

[6. Izazovi i problemi u implementaciji 4](#_Toc202175375)

[7. Moguća poboljšanja i budući rad 4](#_Toc202175376)

[8. Zaključak 4](#_Toc202175377)

[9. Literatura 4](#_Toc202175378)

# Uvod

## Motivacija i značaj teme

Automatizovano prepoznavanje saobraćajnih znakova postaje sve značajniji aspekt savremenih sistema za pomoć vozaču (ADAS – Advanced Driver Assistance Systems), kao i u razvoju autonomnih vozila. U dinamičnom i često nepredvidivom saobraćajnom okruženju, pravovremeno i tačno prepoznavanje znakova može imati ključnu ulogu u sigurnosti putnika, vozača i drugih učesnika u saobraćaju. Ljudi su skloni greškama usljed umora, ometanja ili vremenskih uslova – stoga tehnologija koja automatski prepoznaje znakove može znatno unaprijediti pažnju, orijentaciju i pravovremenu reakciju vozača.

U kontekstu razvoja autonomnih vozila, prepoznavanje saobraćajnih znakova je fundamentalna komponenta percepcijskog sistema vozila. Sistem mora biti sposoban da u realnom vremenu identifikuje znakove na putu, klasifikuje ih i donese odgovarajuće odluke – kao što su usporavanje, zaustavljanje ili promjena pravca. Time se omogućava sigurnije, efikasnije i predvidivije ponašanje automobila u saobraćaju.

## Cilj i obuhvat rada

Cilj ovog rada je da se kroz teorijsku analizu i praktičnu implementaciju prikažu savremeni algoritmi za prepoznavanje saobraćajnih znakova koristeći metode iz oblasti računarskog vida i vještačke inteligencije. Poseban fokus je stavljen na upoređivanje klasičnih pristupa obrade slike i algoritama mašinskog učenja sa savremenim konvolucionim neuronskim mrežama (CNN), koje su pokazale izuzetne rezultate u detekciji i klasifikaciji vizuelnih objekata.

Rad takođe prikazuje proces implementacije sistema za prepoznavanje znakova u programskom jeziku Python, korištenjem biblioteka poput OpenCV, scikit-image i TensorFlow. Evaluacija rezultata je sprovedena na standardizovanom datasetu GTSRB (German Traffic Sign Recognition Benchmark), uz prikaz metrika tačnosti i primjera iz prakse.

## Organizacija rada

Rad je organizovan u nekoliko logičkih cjelina. U drugom poglavlju opisuje se teorijska osnova potrebna za razumijevanje računarskog vida i karakteristika saobraćajnih znakova. Treće poglavlje detaljno prikazuje različite metode detekcije i klasifikacije znakova – uključujući klasične tehnike obrade slike i moderne pristupe bazirane na dubokom učenju. Četvrto poglavlje predstavlja praktičnu implementaciju sistema, dok se u petom poglavlju analiziraju postignuti rezultati i evaluacija modela. Šesto i sedmo poglavlje diskutuju o izazovima i potencijalnim pravcima za unapređenje sistema. Na kraju, u zaključku se sumiraju ključna zapažanja i doprinosi rada.

# Teorijska osnova

## Karakteristike saobraćajnih znakova

Saobraćajni znakovi su standardizovani vizuelni objekti koji pružaju informacije učesnicima u saobraćaju radi regulacije, upozorenja ili obavještavanja. U kontekstu računarskog vida, oni predstavljaju specifične ciljeve za detekciju i klasifikaciju, a njihova uspješna prepoznatljivost zasniva se na nekoliko ključnih karakteristika: boji, obliku, kontrastu i lokaciji u slici.

Oblici znakova su dizajnirani tako da budu jednoznačni – trokutasti znakovi obično označavaju upozorenja, kružni znakovi zabrane, dok pravougaoni znakovi pružaju informacije ili upute. Boje dodatno pomažu u klasifikaciji: crvena za zabranu ili opasnost, plava za obavezne radnje, a bijela pozadina se koristi za informativne znakove. Ove karakteristike omogućavaju efikasnu upotrebu metoda poput segmentacije po boji i detekcije kontura u ranim fazama obrade slike.

## Računarski vid i obrada slike

## Osnove klasifikacije i učenja

# Metode detekcije i klasifikacije saobraćajnih znakova

## Klasični pristupi zasnovani na obradi slike

## Ekstrakcija karakteristika i klasična klasifikacija

## Duboko učenje i konvolucione neuronske mreže (CNN)

# Implementacija

## Opis Sistema

## Korištene tehnologije i alati

## Dataset

## Primjeri iz koda

# Rezultati i evaluacija

## Evaluacija tačnosti

## Analiza pogrešnih klasifikacija

## Poređenje metoda

# Izazovi i problemi u implementaciji

# Moguća poboljšanja i budući rad

# Zaključak

# Literatura