

# Autonomna vožnja modela (igračke) automobila

Nedeljko Vignjević SW-59/2018, Dejan Todorović SW-17/2018  
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2022.

## Uvod

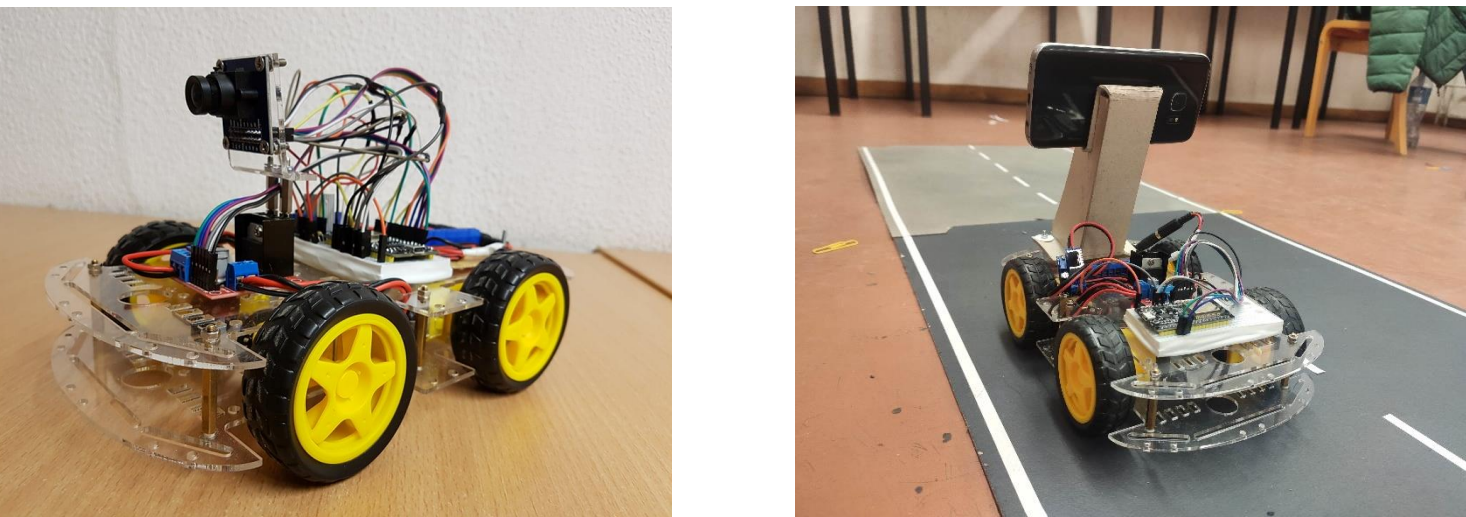
Ideja projekta je kreiranje modela automobila sposobnog za kretanje po ručno napravljenoj stazi. Osnovna zamisao je testirati *end-to-end* pristup rešavanju problema autonomne vožnje u realnom svetu, zasnovan na konvolucionim neuronskim mrežama. U sklopu ovog problema, urađena je i detekcija saobraćajne signalizacije.

Korišćeni model neuronske mreže za autonomnu vožnju mapira vrednosti piksela frejma dobijenog od strane telefonske kamere direktno na komandu za ugao skretanja automobila.

Za detekciju signalizacije se koristi YOLOv5. Iako trenutno detektuje samo semafor i *stop* znak, uz odgovarajući trening, proširiva je na bilo koji vid signalizacije.

## Hardver

Osnova modela automobila je šasija sa četiri DC motora. Motori su kontrolisani pomoću ESP32 modula. Glavni nedostatak modela je taj što se kreće po principu diferencijalnog skretanja, pa mapiranje ugla skretanja nije uvek najpreciznije. Inicijalna zamisao je bila korišćenje OV7670 kamera modula, ali je zbog uskog vidnog polja ona zamenjena telefonskom kamerom.



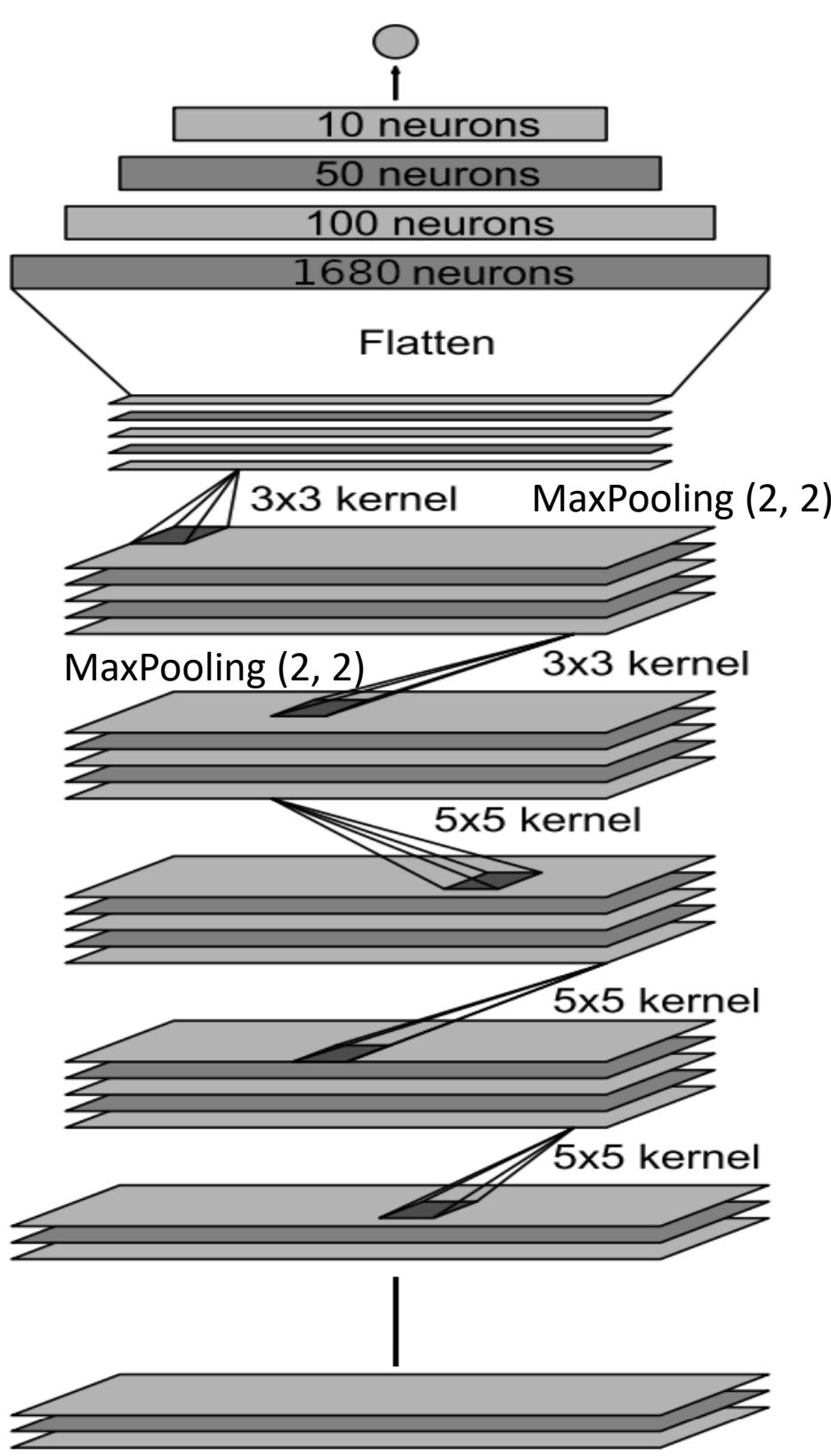
## Arhitektura i metodologije

Ulaz u model neuronske mreže predstavlja frejm dobijen kamerom prikačenom na automobil. Kamera kojom su prikupljeni podaci je snimala u rezoluciji 320x240 piksela sa 30 frejmova po sekundi. Za obradu je uzet svaki treći frejm, pa je efektivno dobijeno 10 frejmova u sekundi. Sakupljeno je oko 10 minuta video materijala, što predstavlja oko 6000 frejmova. Imajući u vidu hardverska ograničenja automobila, prilikom prikupljanja podataka, umesto ručnog upravljanja, auto je programski kontrolisan. Izlaz iz modela je komanda za ugao skretanja automobila koja uzima vrednosti iz opsega [-1, 1].

Arhitektura modela neuronske mreže je inspirisana modelom [Nvidia](#) konvolucione mreže iz 2016. godine.

Model sadrži blok od 5 konvolucionih slojeva, od kojih su poslednja dva praćena *max-pooling* slojem. Konvolucioni slojevi se redukuju u 1680-dimenzioni *feature* vektor. Ovaj blok modela predstavlja naš *vision* model i trebalo bi da izdvoji sva svojstva slike. Dobijeni vektor zatim prolazi kroz blok od 4 *fully-connected* sloja koji predstavljaju naš *policy* model. Sveukupno, ova arhitektura sadrži oko 240000 parametara.

Za prepoznavanje saobraćajne signalizacije je korišćen pretraniрани [YOLOv5](#) model. Pomenuti model je pretreniran nad [COCO](#) skupom podataka. Detektovanje signalizacije se vrši u realnom vremenu istom kamerom kojom su prikupljeni podaci.



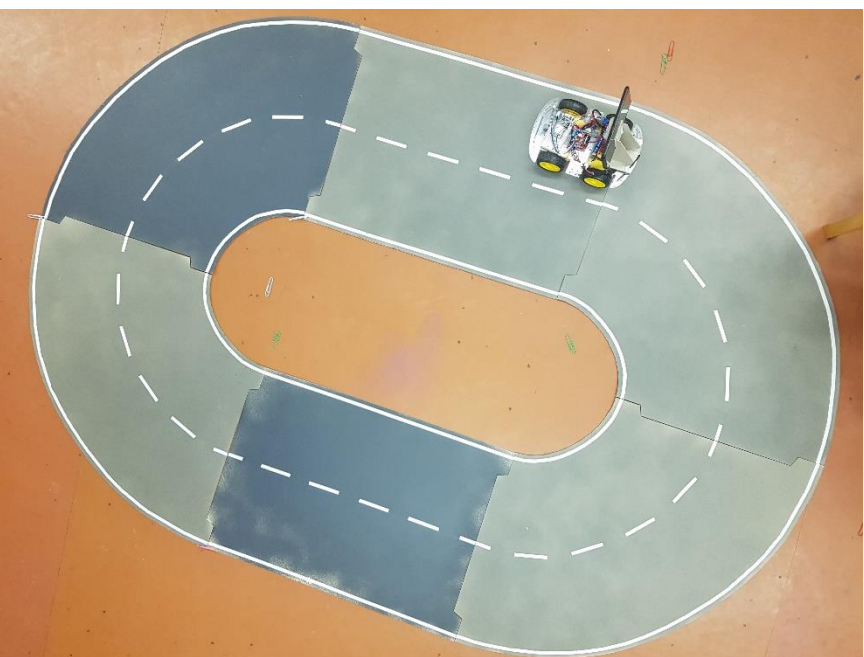
## Rezultati

Nakon 14 epoha treniranja srednja kvadratna greška iznosi:

- Trening – 0.020
- Validacija – 0.027

Usled nedostatka količine prikupljenih podataka primećuje se blagi *overfitting* tokom treniranja sa većim brojem epoha.

U toku testiranja modela korišćene su dve staze koje model nije „video“ ni tokom treniranja ni tokom validacije. Model je uspeo u potpunosti da ih pređe, bez silaska sa staze.



Rezultati YOLOv5 su prikazani u sledećoj tabeli.

	P	R	F
Semafor	0.95	0.64	0.76
Stop	0.81	1	0.90

## Zaključak

Empirijski smo demonstrirali da su konvolucione neuronske mreže u mogućnosti da prate određenu stazu, odnosno put, bez manuelne dekompozicije problema.

Dalji razvoj projekta bi se bazirao na poboljšanju robusnosti mreže, pronalaženju metoda za njenu verifikaciju, kao i pronalaženju načina za vizualizaciju internih stanja mreže.