



## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 15.06.2021. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Тијане Вуковић под насловом „Утицај TensorRT оптимизације и IoU прага на перформансе YOLOv3, YOLOv4 и YOLOv5 детектора саобраћајних знакова“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Тијана Вуковић је рођена 12.12.1996. године у Београду. Тринаесту београдску гимназију завршила је као Вуковац. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2015. године. Дипломирала је на одсеку за Сигнале и системе 2019. године са просечном оценом 9.18. Дипломски рад одбранила је у септембру 2019. године са оценом 10. Тема дипломског рада је „Детекција лица на термалним сликама применом метода дубоког учења“. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду уписала је у октобру 2019. године. Положила је све испите са просеком 9.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 58 страна, са укупно 48 слика, 4 табеле и 31. референцом. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Описана је сврха детекције саобраћајних знакова у реалном времену и разлике у архитектури YOLOv3, YOLOv4 и YOLOv5 мрежа, које су коришћене у овом раду. Такође, приказан је циљ рада као анализа перформанси (прецизности и брзине извршавања) наведених алгоритама променом IoU прага, као и циљ увођења TensorRT оптимизационог алата при извршавању алгоритама за детекцију објеката.

У другом поглављу описан је концепт аутономних возила, нивои самосталности и процес детекције и препознавања саобраћајних знакова.

У трећем поглављу описана је уопштена структура неуралних мрежа, конволуционе мреже и начин њиховог обучавања.

Четврто поглавље детаљно описује архитектуру YOLOv3, YOLOv4 и YOLOv5 алгоритама за детекцију саобраћајних знакова, као и разлике између наведених верзија. Такође, у овом поглављу описане су коришћене метрике за детекцију саобраћајних знакова.

У петом поглављу описан је поступак TensorRT оптимизације као методе убрзавања извршавања алгоритама за детекцију, као и модификације уведене овом оптимизацијом.

У оквиру шестог поглавља је описана методологија самог рада, односно објашњено је окружење у ком је пројекат урађен, база слика за детекцију саобраћајних знакова, као и процес обучавања сва три YOLO детектора. Такође, описан је и процес увезивања модела са TensorRT оптимизационим алатом.

У седмом поглављу описани су резултати урађеног пројекта, анализирана је средња вредност прецизности детектора саобраћајних знакова (за сваку класу понаособ и усредњено по класама) при различитим вредностима IoU прага и резолуције улазне слике. Потом су приказани примери слика из валидационог скупа и коментарисани резултати приказаних детекција на истим сликама помоћу три верзије YOLO алгоритама.

Седмо поглавље представља закључак у оквиру ког је представљен значај мастер рада, коментарисање робусности модела, као и методе којима би се резултати детекције могли унапредити.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Тијане Вуковић бави се анализом робусности YOLOv3, YOLOv4 и YOLOv5 алгоритама за детекцију саобраћајних знакова (СТОП знак, семафор и остали саобраћајни знакови) на сликама. Анализиран је утицај прага преклапања предиктованих граничних и истинитих правоугаоника на средњу вредност прецизности усредњене по класама детектора, као и анализа алгоритама при детекцији објеката различите величине. Као додатна ставка, уведена је и анализа побољшања перформанси истренираних алгоритама за детекцију у случају када се повећа величина улазне слике (чиме постоји већа вероватноћа да се мањи објекти боље детектују). Такође, анализиране су и поређене брзине извршавања ових алгоритама за детекцију при наведеним околностима и утицај врсте имплементације алгоритама на брзину. На самом крају, описан је метод и поступак увезивања модела са TensorRT оптимизационим алатом чиме се постиже већа брзина извршавања.

Основни доприноси рада су могућност добре детекције саобраћајних знакова различитих величина и диверзитета унутар класе на сликама које су еквивалентне реалним ситуацијама у саобраћају, значајно побољшање детекције знакова (посебно малих објеката) повећањем резолуције слике и смањењем прага преклапања предиктованог и истинитог правоугаоника, као и анализа побољшања резултата детекције саобраћајних знакова модификацијама примењеним у новијим верзијама YOLO алгоритама (YOLOv4 и YOLOv5) у односу на старе (YOLOv3). Такође, представљен је и оптимизациони алат којим је омогућено брже извршавање наведених алгоритама.

### 4. Закључак и предлог

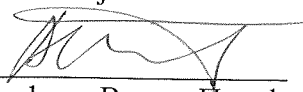
Кандидат Тијана Вуковић је у свом мастер раду успешно решила проблем детекције саобраћајних знакова помоћу YOLOv3, YOLOv4 и YOLOv5 алгоритама и анализирила робусност наведених алгоритама. Такође, успешно је показала да модификације уведене у новијим верзијама YOLO алгоритама значајно побољшавају прецизност детекције саобраћајних знакова. У раду је показала да предложене модификације при тестирању модела (смањење IoU прага и повећање резолуције улазне слике истренираног модела) могу значајно да побољшају резултате детекције објеката. Описала је утицај увезивања алгоритама са TensorRT оптимизационим алатом на брзину извршавања. Систематично је искоментарисала значај наведених унапређења, као и предложила методе за даље унапређење наведеног проблема.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Тијане Вуковић прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 27.8.2021. године

Чланови комисије:

  
Проф. др Вељко Папић

  
Проф. др Томислав Шекара