



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 16.06.2020. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Ивана Глувачевића под насловом „Детекција људи и аутомобила на термалној слици коришћењем YOLOv3 алгоритма“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Иван Глувачевић рођен 22.03.1996. године у Београду. Завршио је основну школу "Михајло Петровић Алас" у Београду. Током похађања основне школе показивао је велико интересовање за природне науке, пре свега математику, физику и хемију. Учествовао је на више републичких такмичења и освајао награде. Након основне школе уписао је Четрнаесту Београдску гимназију, за време које је такође показао добре успехе на републичким такмичењима, освајајући разне награде. Електротехнички факултет уписао је 2015. године. Дипломирао је на одсеку за Сигнале и системе 2019. године са просечном оценом 9,31. Дипломски рад одбранио је у септембру 2019. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за сигнале и системе уписао је у октобру 2019. године.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 38 страна, са укупно 25 слика, 5 табела и 10 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Наведене су неке од предности термалне визије, а потом су поменути тренутно најбољи алгоритми из области детекције објеката на слици. Описано је програмско окружење у коме је алгоритам развијан.

У другом поглављу је дат опис како настају термалне слике, као и подела инфрацрвене области по типовима термалних сензора. Наведене су досадашње верзије YOLO алгоритма, где је објашњено како се развијао и који недостатци су отклањани кроз верзије. Након тога је детаљно објашњено како верзија YOLOv3 формира детекције, као и то како се обучава.

У трећем поглављу су наведени подаци који су коришћени за обучавање и тестирање алгоритма, као и њихово порекло. Објашњен је поступак конверзије модела из оригиналне C++ имплементације у Python/Keras окружење и наведене су предности коришћеног окружења. Потом је дефинисана метрика која је коришћена за евалуацију резултата алгоритма.

Четврто поглавље приказује резултате почетног алгоритма. Након тога су примењене три различите методе обучавања и приказани одговарајући резултати. Прва метода је слична методи коришћеној од стране аутора YOLO алгоритма. Друга метода уводи аугментацију података и анализу различитих стопа обучавања. Трећа метода модификује функцију губитка како би се елиминисало преобучавање модела које се јавља у прве две методе.

У оквиру петог поглавља су анализирани коначни резултати. Коментарисана су побољшања која су унеле три различите методе обучавања. Указано је на важност начина

поделе податке на обучавајуће и тестирајуће и дат је пример поделе за коју кандидат сматра да није коректна. Указано је на неке од проблема који се јављају при анотацији слика, као и конвенције које су усвојене при анотацији. Поменути су неки примери где алгоритам не детектује објекте како треба и на приказане су слике где се види напредак новообученог алгоритма у односу на почетни.

Шесто поглавље је закључак у оквиру кога је дат кратак осврт на резултате и методе које су довеле до побољшања истих. Наведени су неки недостаци обучавајућег скупа података, као и смернице за даљи рад.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Ивана Глувачевића се бави проблематиком детекције две врсте објеката – пешака и аутомобила, на термалној слици. Овакви алгоритми налазе примену у надзору граница, саобраћаја, градова итд. Применом алгоритма детекције у комбинацији са термалном камером се могу у реалном времену детектовати објекти, као и њихове координате на слици. На овај начин надзор који је раније вршио човек који седи у контролној соби и надгледа снимке камера, сада може бити аутоматизован. Такође овакав систем може, уз мале модификације, на лак начин врши пребројавање објеката које је детектовао, где је то човеку било знатно теже.

Кандидат је као полазну тачку узео YOLO – добро познати алгоритам за детекцију објекта на стандардним (нетермалним) сликама. Испоставља се да овај модел не даје добре резултате на термалним сликама, што је и очекивано, с обзиром на значајне разлике у расподели термалних и стандардних слика. Основни проблем у раду био је релативно мали скуп термалних слика које су биле на располагању за тренирање модела „од нуле“. Отуда је кандидат развио неколико техника којима је коначно дошао до модела који даје задовољавајуће резултате на проблему детекције пешака и аутомобила на термалној слици.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија унапређеног процеса тренирања алгоритма детекције објеката за мале сетове података; 2) софтверска имплементација унапређеног процеса тренирања; 3) добијање унапређеног модела за детекцију објеката на термалним сликама.

### 4. Закључак и предлог

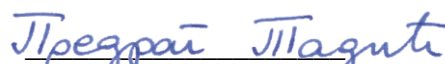
Кандидат Иван Глувачевић је у свом мастер раду успешно решио проблем детекције аутомобила и људи на термалним сликама у реалном времену. Добијени метод обучавања овог алгоритма се може применити и у другим случајевима када је потребно обучити модел да боље ради за неку специфичну сцену, где је на располагању мали обучавајући скуп. Предложена побољшања дају значајно боље резултате детекције људи и аутомобила на термалним сликама, од оних добијених на основу почетног алгоритма.

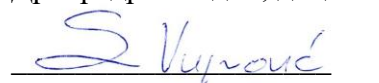
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 03.09.2020. године

Чланови комисије:

  
Др Предраг Тадић, доцент

  
Др Сања Вуџновић, доцент