



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, П.Ф. 35-54, 1120 Београд, Србија

Тел: +381 11 3248464, Факс: +381 11 3248681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 3. септембра 2019. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада под насловом „Примена конволуционих неуралних мрежа за побољшање квалитета фотографије“, кандидата дипл. инж. Александра Кирицића (број индекса 2017/3199). Након прегледа приложеног рада Комисија за преглед и оцену мастер рада подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Александар Кирицић је рођен 19. јануара 1995. у Новом Саду, Република Србија. Основну школу је завршио у Руми, као носилац Вукове дипломе. Након тога уписује Математичку гимназију у Београду, коју такође завршава као носилац Вукове дипломе. Током средње школе био је успешан на државним такмичењима из математике, физике и програмирања. Основне академске студије на Универзитету у Београду - Електротехничком факултету, уписао је 2013. године. Дипломирао је на Одсеку за софтверско инжењерство 2017. године са просечном оценом 9,69. Дипломски рад је одбранио септембра 2017. године, са оценом 10, на тему „Аутономно возило за препознавање слободног простора“. Током основних студија освајао је награде представљајући факултет на Међународним сусретима студената електротехнике – Електријади. Такође, представљао је Универзитет у Београду на престижном светском такмичењу у програмирању *ICPC ACM* у Румунији.

Мастер академске студије уписао је октобра 2017. године на Универзитету у Београду - Електротехничком факултету, на Модулу за рачунарску технику и информатику. Положио је све испите предвиђене планом и програмом мастер академских студија, са просечном оценом 9,40. Током студија, радио је стручне праксе у компанијама *Nordeus*, *Microsoft* и *Google*.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад припада области вештачке интелигенције. Предмет рада представља истраживање напредних могућности конволуционих неуралних мрежа и њихових примена у побољшању квалитета фотографија користећи алгоритме надгледаног учења. Примена је реализована обучавањем модела и креирањем демо апликације.

Рад има 46 страна текста (без насловне и садржаја), са укупно 28 слика и 5 графика, једном табелом и 36 референци. Мастер рад након насловне стране и садржаја, садржи шест (6) поглавља и листу коришћене литературе, затим списак скраћеница, спискове слика, графика и табела.

У уводном поглављу дат је кратак историјат од првог мобилног уређаја са уграђеном камером 2000. године до данас. У истом поглављу описан је и проблем који се јавља, односно побољшање квалитета кроз потпроблем повећања резолуције, избистравања, отклањање шума или враћање квалитета током декомпресовања.

Друго поглавље даје приказ неколико постојећих решења овог проблема софтверског побољшања квалитета фотографије. Представљене су најчешће коришћене технике: полиномијална

интерполација (према најближем суседу), Block-matching алгоритми, ненадгледане трениране неуралне мреже и надгледано трениране конволуционе неуралне мреже.

Треће поглавље описује неуралне мреже и сву значајну терминологију из те области. Четврто поглавље објашњава решење помоћу надгледано тренираних конволуционих неуралних мрежа и зашто су баш оне погодне за рад са сликама. Уведени су појмови филтера, операција конволуције и субдискреционизације.

У петом поглављу дат је опис решења насловног проблема. Описана је архитектура CRED (конволуциони резидуални аутоенкодер) модела, објашњени процеси обучавања и тестирања, и наведени резултати експеримента и значајна запажања.

Шесто поглавље представља закључак, у коме је дат осврт на целокупно истраживање са најважнијим резултатима и могући правци даљих истраживања.

### 3. Анализа мастер рада са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Александра Кирицића бави се проблемом побољшања квалитета фотографије. У овом истраживању примењене су конволуционе неуралне мреже и развијен систем, а примена је реализована обучавањем модела и креирањем демо апликације.

Кандидат је темељно проучио савремену стручну литературу из области обраде слике и примене конволуционих неуралних мрежа и приступио је изазовном проблему. Аутор је алгоритме тренирања имплементирао користећи програмски језик *Python* и библиотеку за машинско учење *TensorFlow*. За тренирање агената су се користили компјутерски ресурси са платформе *GoogleCloud*. Извршено је обучавање модела и тестирање његових перформанси, све док нису досегнути задовољавајући нивои.

Главни доприноси рада су:

- 1) реализација *CRED* модела и алгоритма тренирања;
- 2) имплементација демо апликације која ради са фотографијама произвољног формата;
- 3) показано је да је идеја аутоенкодера ефикасна у покушају поправки квалитета слике;
- 4) показан је значај резидуалних конекција и субдискреционизационих слојева у убрзању обучавања.

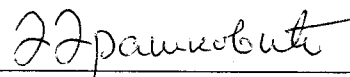
### 4. Закључак и предлог

Кандидат Александар Кирицић је у свом мастер раду анализирао проблем побољшања квалитета слика. Резултати које је развијени модел постигао су задовољавајући првенствено из разлога ограничених ресурса при тренирању. При реализацији истраживања, колега Александар Кирицић је показао значајан степен аналитичности, систематичности и одговорио је на све захтеве који су му били постављени у овом истраживању.

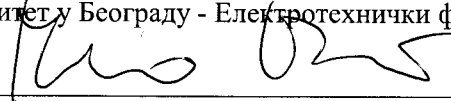
На основу изложеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад „Примена конволуционих неуралних мрежа за побољшање квалитета фотографије“ кандидата дипл. инж. Александра Кирицића, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

У Београду,  
13.9.2019. год.

Чланови комисије



др Дражен Драшковић, доцент  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Марко Мишић, доцент  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет