

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, П.Ф. 35-54, 11120 Београд, Србија

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

КОМИСИЈА ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 11. јуна 2019. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада под насловом „Примена машинског учења у реализацији видео игре на *Unity3D* платформи“, кандидата дипл. инж. Данка Миладиновића (број индекса 2017/3092). Након прегледа приложеног рада Комисија за преглед и оцену мастер рада подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Данко Миладиновић је рођен 1. фебруара 1994. године у Београду. Завршио је Математичку гимназију у Београду. Током школовања освајао је награде на такмичењима из математике, информатике и хемије. Универзитет у Београду - Електротехнички факултет уписао је 2013. године, на студијском програму Софтверско инжењерство. Основне академске студије завршио је са просечном оценом 9.69. Дипломски рад на тему „Развој конфигурабилне платформске 2Д видео-игре за два играча“ одбранио је у септембру 2017. године са оценом 10. Током студија, био је студент демонстратор на 12 предмета при Катедри за рачунарску технику и информатику.

Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду на Модулу за софтверско инжењерство уписао је у октобру 2017. године. Положио је све испите са просечном оценом 10,0. Од октобра 2017. године ради на Електротехничком факултету у Београду као сарадник у настави. У летњим месецима 2019. године је боравио на стручном усавањању у развојном центру компаније «НВидиа» у Калифорнији, САД. Од своје 11 године, па до данас, члан је веслачког клуба „Црвена звезда“ за коју је освајао медаље на државним куповима и првенствима.

2. Опис мастер рада

Мастер рад припада области рачунарства и вештачке интелигенције, подобласти машинског учења. Предмет рада представља истраживање примене машинског учења приликом реализације видео игара на *Unity3D* платформи на примеру алгорита *Deep Q Network (DQN)*. Овај алгоритам припада групи алгоритама учења са подршком (енг. *Reinforcement Learning*). Примена је реализована обучавањем потпуно независног агента (компјутерског играча) на примеру сопствене имплементације видео игре.

Рад има 35 страна текста (без садржаја), са 21 сликом, три табеле и 11 референци. Мастер рад након насловне стране и садржаја, има пет (5) поглавља, списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика и списак табела.

На почетку рада дат је опис фаза овог истраживања, као и значај машинског учења и алгоритама учења са подршком у различитим процесима и софтверским системима.

У другом поглављу објашњен је проблем који решава ова теза и описани су коришћени алати и технологије приликом израде видео игре. Додатно су објашњена и правила имплементираних игре. На крају другог поглавља дат је кратак осврт на постојећа решења тренирања агента у развојном окружењу *Unity*.

У трећем поглављу овог рада дат је опис кључне терминологије - полисе, трајекторије, награде и кумулативне награде, функције вредности и оптимизациони проблеми учења са подршком. Такође, у овом поглављу је приказан алгоритам *DQN* са пратећим псеудо-кодovima.

Четврто поглавље описује реализацију саме видео игре, коришћењем *Unity3D* платформе током њеног развоја, као и пратећих библиотека за машинско учење. У овом поглављу су приказани резултати који су настали тренирањем, скрипте коришћене у процесу тренирања, као и конкретна подешавања окружења *Unity* и његово повезивање са програмским језиком *Python* и библиотеком *TensorFlow*. На крају овог поглавља дискутовано је о могућим побољшањима алгоритма *DQN*.

Пето поглавље представља закључак у коме је дат кратак осврт на сам садржај целокупног рада, могућности примене учења са подршком, као и правци даљих истраживања у овој области.

3. Анализа мастер рада са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Данка Миладиновића бави се изазовом развоја једне видео игре на платформи *Unity* и примени алгоритама машинског учења, тачније алгоритма *DQN*, у тренирању једног агента над развијеном видео игром.

Кандидат је темељно проучио савремену стручну литературу из области развоја модерних видео игара и научне радове из области машинског учења и алгоритама учења са подршком.

Главни доприноси рада су:

- 1) развој 3Д видео игре савременим приступом;
- 2) примена машинског учења са подршком и алгоритма *DQN* у реализованој видео игри;
- 3) резултати који су добијени након процеса тренирања, који надмашују резултате професионалних играча у истој видео игри.

4. Закључак и предлог

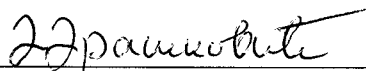
Један од циљева тезе кандидата Данка Миладиновића био је да се кроз развој видео игре приближе концепти тренирања агената и учења са подршком, као и да се пружи пример једног окружења које је довољно једноставно да се науче основни принципи. Игра *Breakout* је одабрана као довољно једноставна за имплементацију у *Unity*, и као довољно сложена да би се реализовао пример учења са подршком и примена рада алгоритма *DQN*.

У свом истраживању аутор је користио најмодерније технологије из области рачунарске графике, развоја видео игара и машинског учења са подршком. При реализацији истраживања, колега Данко Миладиновић је показао значајан степен аналитичности, систематичности и одговорио је на све захтеве који су му били постављени.

На основу изложеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад „Примена машинског учења у реализацији видео игре на *Unity3D* платформи“ кандидата дипл. инж. Данка Миладиновића, 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 Бошко Николић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет