

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, П.Ф. 35-54, 11120 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 28. маја 2019. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада под насловом „Реализација интелигентних агената применом алгоритама појачаног учења у компјутерској игри“, кандидата дипл. инж. Раденка Павловића (број индекса 2017/3070). Након прегледа приложеног рада Комисија за преглед и оцену мастер рада подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Раденко Павловић је рођен 8. јуна 1994. у Брусу. Завршио је Прву крагујевачку гимназију као носилац Вукове дипломе. Основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао је 2013. године, где је и дипломирао на Одсеку рачунарску технику и информатику 2017. године са просечном оценом 9,71. Дипломски рад је одбранио јула 2017. године, са оценом 10, на тему „Анализа криптографског хеш алгорита *SHA-3* и имплементација у програмском језику Јава“. Мастер академске студије уписао је октобра 2017. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на Модулу за рачунарску технику и информатику. Положио је све испите предвиђене планом и програмом мастер академских студија, са просечном оценом 9,40.

2. Опис мастер рада

Мастер рад припада области рачунарске интелигенције, подобласти машинског учења. У раду су објашњене неуралне и конволуционе неуралне мреже, детаљи проблема које решава појачано учење, као и два алгорита који имају велику примену у индустрији тренутно *Deep Q-network (DQN)* и *Advantage Actor-Critic (A2C)*. У истраживању су реализовани паметни агенти помоћу ових алгорита, који су на ефикасан начин успели да реше компјутерску игру *Breakout*.

Рад има 53 стране текста, са укупно 30 слика и графика, две табеле и 12 референци. Мастер рад након насловне стране и садржаја, садржи пет (5) поглавља и листу коришћене литературе, затим списак скраћеница, спискове слика и табела.

На почетку рада дат је увод у коме су укратко описане главне технике машинског учења, са посебним освртом на појачано учење, односно технику учења из интеракције и постизање циља применом таквог учења. У уводу су дати примери овог учења који се могу наћи у реалном животу.

У другом поглављу аутор описује формални начин приказа проблема појачаног учења и математички модел који омогућава да се тај проблем лакше проучава. Приказана је интеракције агента и окружења, како се постиже да агент достигне циљ, на основу награде коју добија из окружења, и детаљно су описани Марковљеви процеси који се заснивају на стањима и наградама, процеси који се заснивају на процесу одлучивања, и оптималне функције стања.

Треће поглавље почиње описом проблема са којима се суочава појачано учење, и различитим врстама тог учења – *Monte Carlo* методе и *Temporal Difference Learning*. Овде је дат и приказ рада неуралних и конволуционих неуралних мрежа, које се користе у компјутерској визији. Алгоритми *DQN* и *A2C* су упоређени од стране аутора рада, анализирани су све карактеристике, кораци рада

алгоритма, предности и недостаци, и алгоритми су као такви примењени у окружењу поменуте видео игре.

У четвртој поглављу представљени су резултати до којих су дошли агенти обучавани алгоритмима *DQN* и *A2C*. За имплементацију је коришћена библиотека *Tensorflow*, и библиотека *Gym (OpenAI)*. У поглављу су прво описани добијени резултати за сваки алгоритам појединачно, а затим је извршено поређење агената тренираним алгоритмима *DQN* и *A2C*. Два главна параметра по којима су упоређена ова два алгоритма су максималан постигнут резултат, односно резултат засићења, и време потребно за постизање тог резултата. Добијени закључак је да је резултат који је достигао агент обучаван алгоритмом *A2C* доста бољи. И у времену извршавања и у броју корака, тај алгоритам је супериорнији од *DQN*.

Пето 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 Раденка Павловића бави се изазовом примене алгоритама појачаног учења у једној компјутерској игри. У раду су представљена два различита алгоритма *DQN* и *A2C*. Они припадају другачијим приступима у појачаном учењу. Кандидат је темељно проучио савремену стручну литературу из области машинског и појачаног учења и приступио је изазовном проблему тј. примени конкретних алгоритама појачаног учења у окружењу компјутерске игре, и упоредио је добијене резултате.

Главни доприноси рада су:

- 1) детаљан преглед научних радова из области појачаног учења, анализа алгоритама *DQN* и *A2C* и њихова примена;
- 2) имплементација алгоритама појачаног учења у окружењу једне компјутерске игре;
- 3) упоређивање добијених резултата до којих су дошли агенти обучавани алгоритмима *DQN* и *A2C*, и закључак када је боље користити који алгоритам.

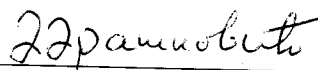
4. Закључак и предлог

Кандидат Раденко Павловић је у свом мастер раду анализирао два алгоритма појачаног учења, *DQN* и *A2C*, применио их је у познатој компјутерској игри и добио веома добре резултате, који су бољи од просечног људског резултата. На реализованом примеру показао је да се алгоритам *A2C* показао као вишеструко бржи од алгоритма *DQN*, при чему сама примена алгоритама у решавању проблема доста зависи од тога колико смо лимитирани хардвером. При реализацији истраживања, колега Павловић 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 „Реализација интелигентних агената применом алгоритама појачаног учења у компјутерској игри“ кандидата дипл. инж. Раденка Павловића, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

У Београду,
30.8.2019. год.

Чланови комисије



др Дражен Драшковић, доцент
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Бошко Николић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет