

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 7. јуна 2022. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада под насловом „Примена алгоритама дубоког учења подстицањем за решавање различитих задатака”, кандидата дипл. инж. Леона Јовановића (број индекса 2020/3181). Након прегледа приложеног рада Комисија за преглед и оцену мастер рада подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Леон Јовановић је рођен 1996. године у Београду, Република Србија. Завршио је основну школу „Бранко Радичевић” у Београду као носилац Вукове дипломе и Девету београдску гимназију у Београду, са одличним успехом. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2015. године. Дипломирао је на Одсеку за рачунарску технику и информатику 2020. године са просечном оценом 7,44. Дипломски рад одбранио је у октобру 2020. године са оценом 10 на тему „Примена алгоритама машинског учења у препознавању корисника на основу сензора покрета“ под менторством проф. др Захарија Радивојевића.

Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за рачунарску технику и информатику, уписао је у октобру 2020. године. Положио је све предмете предвиђене планом и програмом студија, са просечном оценом 9,0.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Леон Јовановић је у свом истраживачком раду, на основу доступне литературе, дао детаљнији осврт на примену различитих алгоритама дубоког учења подстицањем у различитим окружењима. Кандидат је анализирао следеће алгоритме: *Deep Q-Network (DQN)*, *Policy Gradient (PG)* групу алгоритама, *Proximal Policy Optimization (PPO)* и *Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG)*. Досадашња истраживања укључују резултате имплементираних алгоритама, као и унапређења тих алгоритама, што је довело до варијације резултата у истраживањима различитих аутора. Циљ кандидата је био да се покушају модификације одабраних алгоритама, како би се добила још бољи резултати од досадашњих истраживања.

3. Опис мастер рада

Мастер рад припада области рачунарске технике и информатике, односно подобласти вештачке интелигенције. Предмет рада представља примену алгоритама дубоког машинског учења подстицањем у интелигентном агенту који интерагује са окружењем. Циљ рада је имплементација различитих врста алгоритама који ће научити агента да успешно реши задати проблем у његовом окружењу. Свако окружење има јасно дефинисан циљ који одређује успешност наученог агента. Поред успешног решавања проблема, циљ агента је и да до решења дође у што мањем броју интеракција са окружењем.

Рад има укупно 47 страна (без насловне стране и садржаја), са укупно 29 слика, девет табела и 39 референци. Мастер рад након насловне стране и садржаја, садржи девет (9) поглавља и листу коришћене литературе, затим списак скраћеница, списак слика и списак табела. Рад је написан на српском језику, ћириличним писмом.

Након уводног поглавља, у другом поглављу приказани су резултати већ имплементираних решења коришћених алгоритама у окружењима које ово истраживање има циљ да ефикасније реши. За окружења где није било могуће наћи већ постојећа решења, имплементирано је више од једног алгоритма, што омогућава међусобно поређење ефикасности.

Треће поглавље детаљније објашњава машинско учење подстицањем и универзални принцип учења агента.

У четвртном поглављу описана је анализа и имплементација DQN алгоритма на *Atari* игри *Pong*.

Петом поглавље се бави анализом и имплементацијом алгоритама који припадају *PG* фамилији. Описани су недостаци *DQN* алгоритма и мотив за коришћење одабраних алгоритама у окружењу *Cartpole*.

У шестом поглављу обрађен је *PPO* алгоритам и његова имплементација на симулацији *Bipedal Walker*.

Седмом поглавље обухвата *DDPG* алгоритам, који представља комбинацију *DQN* и алгоритама *PG*, са циљем да унапреди недостатке оба типа алгоритма и успешно реши окружење *Lunar Lander*.

Осмом поглавље описује адаптацију претходно имплементираних *PPO* и *DDPG* алгоритама у *Unity* платформи, да би се извршила анализа споменутих алгоритама у *Unity* окружењу *3D Ball*.

У последњем поглављу представљен је резиме добијених резултата свих алгоритама, као и њихове предности и недостаци у зависности од примене и могућа побољшања.

4. Анализа мастер рада са кључним резултатима

Тема овог мастер рада била је примена алгоритама машинског учења подстицањем у решавању различитих окружења, која симулирају познате проблеме у реалном свету. Свако окружење је јединствено и одабир алгоритама за решавање датог окружења прати његове потребе и решава недостатке претходно имплементираних алгоритама. За сваки алгоритам је било тестирано неколико побољшања, која су у зависности од ситуације резултовала бољим или лошијим резултатима.

Главни доприноси истраживања у оквиру овог мастер рада су:

- 1) Примена *DQN* алгоритма у окружењу *Pong* и имплементације унапређења алгоритама *Multi-step*, *Double DQN* и *Dueling DQN*, која су тестирана засебно и у комбинацији.
- 2) Примена *Policy Gradient* алгоритама у окружењу *Cartpole* и имплементације *REINFORCE* алгоритма, *Advantage Actor Critic* алгоритма у синхроној и асинхроној верзији.
- 3) Имплементација *PPO* алгоритма у окружењу *Bipedal Walker* и *DDPG* алгоритма у окружењу *Lunar Lander*.
- 4) Прилагођавање имплементираних *PPO* и *DDPG* алгоритама *Unity* окружењу и игри *3D Ball*.

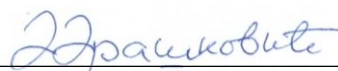
5. Закључак и предлог

Кандидат Леон Јовановић истражио је детаљно рад већег броја алгоритама учења са подршком и применио их у различитим окружењима, погодним за извршавање тих алгоритама. При реализацији истраживања, колега Леон Јовановић је показао значајан степен самосталности у раду, аналитичности, и одговорио је на све захтеве који су му били постављени.

На основу свега изложеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад под називом „**Примена алгоритама дубоког учења подстицањем за решавање различитих задатака**”, кандидата дипл. инж. **Леона Јовановића**, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

У Београду,
9. септембра 2022. године

Чланови комисије



др Дражен Драшковић, доцент
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Марко Мишић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет