



# 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 3. новембра 2020. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада под насловом „**Принципи неуро-еволутивних система у учењу са подршком**”, кандидата дипл. инж. **Владимира Сивчева** (број индекса 2019/3172). Након прегледа приложеног рада Комисија за преглед и оцену мастер рада подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Владимир Сивчев је рођен 1996. године у Кикинди. Основну школу и Техничку школу у Кикинди завршио је као носилац Вукове дипломе и Ђак генерације. Након тога уписао је основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду 2015. године. Дипломирао је на Одсеку за софтверско инжењерство 2019. године са просечном оценом 9,69. Дипломски рад одбранио је септембра 2019. године, са оценом 10, на тему „Дизајн *IoT* система за аквизицију, надгледање и обавештавање паметних уређаја”, под менторством проф. др Милана Поњавића.

По завршетку основних студија, уписао је мастер академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на Модулу за софтверско инжењерство. Положио је све испите превиђене планом и програмом мастер академских студија, са просечном оценом 9,6. Током основних академских студија обавио је стручну праксу у компанији *Nordeus* из Београда.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад припада области софтверског инжењерства и подобласти примене вештачке интелигенције у софтверским симулацијама. Предмет рада представља истраживање напредних техника у општој области учења са подршком. Основни принцип рада заснива се на неуралним мрежама које имају способност учења, али се ово обучавање реализује путем генетског алгорита.

Рад има 95 страна (без насловне стране и садржаја), са укупно 41 сликом, једном табелом, и 25 референци. Мастер рад након насловне стране и садржаја, садржи седам (7) поглавља и листу коришћене литературе, затим списак скраћеница, списак слика и списак табела.

На почетку рада дат је увод са мотивацијом за рад на овом истраживању и објашњени су основни концепти који се користе у раду – вештачка интелигенција и њене поделе, неуралне мреже, генетски алгоритам, примена неуро-еволуције и учење са подршком.

Друго поглавље даје анализу неуралних мрежа, генетског алгорита и неуро-еволуције у учењу са подршком, као и поменута друга постојећа решења и методе који се могу користити у сличне сврхе.

У трећем поглављу биће описани подсистеми и концепти који су неопходни за реализацију анализираних појмова из другог поглавља. Сви наведени принципи имплементирани су у виду библиотеке, како би се добио реупотребљив ресурс, који олакшава имплементацију крајњих система.

У четвртном поглављу описани су принципи обучавања неуралних мрежа помоћу генетског алгорита, односно детаљније је објашњена техника неуро-еволуције.

Пето поглавље приказује проблеме и симулације који су коришћени за тестирање система и мерење његових перформанси. То су симулације „Лепршава птица“ и „Проблем кормиларења (навођења)“, у којима је било потребно обучити интелигентне агенте да прихватљиво делује у свом свету и да поседује одговарајуће знање. У овом поглављу је приказано пројектовање неуралне мреже, односно еволуције, ток саме симулације, резултати рада и могућа унапређења.

У поглављу шест објашњене су напредније технике које се могу користити у неуро-еволуцији, као што су конволуционе неуралне мреже и алгоритам *NEAT (NeuroEvolution of Augmenting Topologies)*.

На крају рада дат је закључак до сада реализованих инфраструктура за неуро-еволуцију, а приказане су и могућности за надоградњу.

### 3. Анализа мастер рада са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Владимира Сивчева показао је како неуро-еволуција може да се користи као једна ефикасна метода у многим неконвенционалним проблемима. Посматрани проблеми били су системи где се учење одвија по принципу учења са подршком, али је показано и како се неуро-еволуција може адекватно употребити у системима где се одвија надгледано учење. Осим тога, показано је да напредним техникама може да се реализује и структурно учење.

Кандидат је темељно проучио стручну литературу из области неуро-еволуције, неуралних мрежа и примена генетског алгоритма, направио детаљну анализу технологија, различитих модела и алгоритама, и показао на модуларном систему, како би се могли ефикасно применити такви концепти.

Главни доприноси рада су:

- 1) развој инфраструктуре нижег нивоа и имплементације неуро-еволутивних концепата;
- 2) преглед обучавања у неуро-еволуцији и начини пројектовања неуралних мрежа;
- 3) анализа добијених резултата из две реализоване симулације – „*Flappy Bird*“ и „*Steering Agents*“.

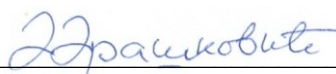
### 4. Закључак и предлог

Кандидат Владимир Сивчев је у истраживању које је пратило овај мастер рад успео да покаже значај неуро-еволуције кроз примену генетског алгоритма у тренирању неуралне мреже и да покаже ефикасан приступ у решавању проблема који се баве учењем са подршком. При реализацији истраживања, колега Владимир Сивчев је показао значајан степен аналитичности, систематичности 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 „**Принципи неуро-еволутивних система у учењу са подршком**“, кандидата дипл. инж. **Владимира Сивчева**, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

У Београду,  
9. јануара 2021. године

#### Чланови комисије



др Дражен Драшковић, доцент  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Бошко Николић, редовни проф.  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Драган Олћан, ванредни проф.  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет