



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 07.09.2021. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Михаила Ристића под насловом „Интелигентни агент AlphaZero за игру Ултимативни Икс Окс“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Михаило Ристић је рођен 18.06.1996. године у Београду. Пету Београдску Гимназију је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2015. године, на одсеку за Сигнале и системе. Дипломирао је у септембру 2019. године са просечном оценом на испитима 9,54 на дипломском 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао новембра 2019. на Модулу за Сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 10.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 42 стране, са укупно 22 слике, 8 табела и 14 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљена је укратко игра Ултимативни Икс Окс, као и алгоритам интелигентног агента AlphaZero.

У другом поглављу је дат детаљнији опис игре Ултимативни Икс Окс, као и игре Икс Окс из које је потекла. Описана су правила, као и популарне стратегије.

У трећем поглављу се налази кратак осврт на област Учења са подстицајем. У овом поглављу је детаљно описан алгоритам AlphaZero, као и све формуле и параметри потребни за његову имплементацију. На крају поглавља приказане су предложене неуралне мреже за обучавање алгоритма, као и коришћен хардвер и софтвер.

Четврто поглавље описује добијене резултате најбољих агената против једноставних ботова, али и људских играча.

Пето поглавље подразумева дискусију о добијеним резултатима.

Шесто поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај добијених резултата.

#### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Михаила Ристића се бави софтверском имплементацијом интелигентног агента AlphaZero и његове модификације за игру Ултимативни Икс Окс. Алгоритам AlphaZero важи за један од тренутно најмоћнијих алгоритама учења подстицањем, намењених пре свега игрању игара. Претходник овог алгоритма, AlphaGo, привукао је пажњу светске (не само стручне) јавности победивши светског шампиона у игри Go. Поменути интелигентни агенти обучавању је тако што сами са собом играју хиљаде партија неке игре, у циљу учења њених правила и стратегија. Михаило је темељно описао теоријске основе алгоритма AlphaZero, имплементирао окружење којим је симулирао игру Ултимативни икс окс, обучио агента пажљиво бирајући хипер-параметре алгоритма обучавања и темељно тестирао обученог агента кроз игру са два једноставна „ручно-

програмирана“ агента, ако и против људских противника. Иако AlphaZero није достигао ниво вештине којим увек може да победи људског противника, јасно је да је алгоритам обучавања успео да открије основна правила и неке једноставне стратегије играња игре Ултимативни икс окс, па се може рећи да је алгоритам успешно примењен.

Основни доприноси рада су: 1) теоријска анализа популарног алгоритма учења подстицањем AlphaZero; 2) софтверска имплементација како AlphaZero алгоритма за обучавање тако и окружења за Ултимативни икс окс као и два додатна једноставна агента који служе као противници у игри; 3) тестирао квалитет обученог агента кроз игру са другим агентима и са људским противницима; 4) уочене могућности за побољшања и даљи рад.

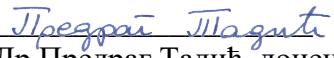
#### 4. Закључак и предлог


Кандидат Михаило Ристић је у свом мастер раду успешно решио проблем обучавања интелигентних агената AlphaZero на игри Ултимативни Икс Окс. При томе је показао снажљивост у погледу коришћења литературе, самосталност, креативност и темељност у раду.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Михаила Ристића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 08.09.2021. године

Чланови комисије:

  
Др Предраг Тадић, доцент

  
Др Александра Марјановић, доцент