

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 07.06.2022. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Марка Скакуна под насловом „Екстракција једноставних правила из политика управљања зградама генерисаних дубоким учењем подстицањем”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Марко Скакун је рођен 08.10.1997. године у Београду. Гимназију је завршио у Сремској Митровици са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2016. године, на одсеку за Сигнале и Системе. Дипломирао је у септембру 2020. године са просечном оценом на испитима 9,30, на дипломском 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2020. на модулу за Сигнале и Системе. Положио је све испите са просечном оценом 9,40.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Марко Скакун је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области управљања енергијом зграда. Истраживањем области утврђено је да је могуће постићи уштеду енергије у зградама, међутим да је у реалности тешко имплементирати таква решења на постојеће системе за управљање зградама. У литератури се углавном помињу два решења, предиктивно управљање засновано на моделу (engl. Model Predictive Control, MPC) и дубоко учење подстицањем (енгл. Deep Reinforcement Learning, DRL) као побољшања у односу на тренутне контролере базиране на скупу предефинисаних правила. Такође, постоје истраживања која показују да је могуће имитирати понашање MPC контролера помоћу релативно малог скупа правила. Међутим не постоје истраживања која испитују исту могућност код DRL контролера.

#### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 38 страна, са укупно 26 слика, и 26 референци. Рад садржи увод, методологију, резултате, закључак, дискусију и предлог даљег истраживања (укупно 6 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљена је мотивација за рад на овој теми, анализа постојећих решења и тренутног стања истраживања у овој области.

У другом поглављу је описана методологија предложеног решења. Прво је изнесена хипотеза заснована на анализи постојећих резултата. Затим је дат преглед система којим треба управљати, карактеристика улазних и излазних сигнала, комплексности из разних аспеката, имплицитним ограничењима у примени и могућностима за оптимизацију перформанси. После тога је представљено предложено решење, процес прикупљања података, тренинг DRL закона управљања (политике) и издвајање правила. Обзиром да је главни акценат рада на издвајању правила, овде је дат детаљан преглед конкретног алгоритма који је предложен као решење анализираних проблема.

У трећем поглављу је представљена детаљна анализа резултата. Прво је представљен пређашњи рад на који се ова теза наслања, описани су окружење и његов модел, контролер заснован на правилима и ограничења која су резултат пређашњег истраживања. Затим су детаљно приказане метрике помоћу којих ће бити анализирани резултати. На крају овог поглавља су приказана поређења различитих тестираних приступа: стандардног стабла одлучивања и скупа једноставнијих стабала одлучивања, као и утицај ограничавања броја правила на перформансе.

Четврто поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај описаног решења у контексту могућности примене.

У петом поглављу су резимирани резултати рада и карактеристични изазови приликом пројектовања.

Шесто поглавље садржи предлог даљег истраживања.

#### 4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Марка Скакуна се бави проблематиком екстракције једноставних правила из закона управљања енергијом зграда добијеног дубоким учењем подстицањем. Добијена правила са једне стране омогућавају једноставну имплементацију на великом броју постојећих система за управљање зградама, што би омогућило једноставнију широку употребу и значајно смањење утрошене енергије. Са друге стране, добијена правила олакшавају интуитивно разумевање политике управљања, што омогућава лакшу анализу могућих проблема.

Решење је имплементирано и тестирано у симулацији која је коришћена за претходна истраживања како би се резултати могли поредити. Анализа перформанси даје закључак да је могуће добити исте или боље перформансе у смислу смањења утрошене енергије у поређењу са оригиналном политиком управљања добијеном дубоким учењем подстицањем, док се комфор корисника задржава. За случај управљања температуром једне собе ово је могуће извести и са врло малим бројем правила – у једном примеру чак и са само једним правилом.

Основни доприноси рада су: 1) предложен алгоритам за екстракцију правила који уз минимално подешавање може да доведе до политике која има значајну уштеду енергије, уз могућност имплементације на постојећим система управљања температуром, 2) предлог даљег проширења на комплексније системе.

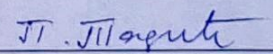
#### 5. Закључак и предлог

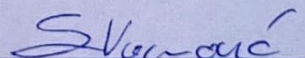
Кандидат Марко Скакун је у свом мастер раду успешно решио проблем екстракције правила из закона управљања енергијом зграда добијеног дубоким учењем подстицањем и развио систем који са малим бројем правила остварује сличне перформансе као и оригинална политика. Предложена побољшања могу проширити примену и на значајно комплексније системе. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 08.07.2022. године

Чланови комисије:

  
Др Предраг Тадић, доцент.

  
Др Сања Вујновић, доцент.