



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 27.08.2019. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јелене Младеновић под насловом „Оптимизација модела предикције нивоа електричног поља за микроћелијско окружење базираног на вештачким неуралним мрежама“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидатакиње

Јелена Младеновић је рођена 26.04.1995. године у Ваљеву. Гимназију је завршила у Убу са одличним успехом као носилац дипломе „Вук Караџић“ и ђак генерације. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2014. године, на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство. Дипломирала је у августу 2018. године са просечном оценом на испитима 9,00, на дипломском 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписала октобра 2018. на Модулу за Телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство. Положила је све испите са просечном оценом 10,00.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 60 (59 без насловне стране) страна, са укупно 38 слика, 3 табеле и 14 референци. Рад садржи увод, 8 поглавља и закључак (укупно 10 поглавља), списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика, списак табела и један прилог.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Дат је приказ постојећег проблема који постоји код предикције нивоа електричног поља као и предлог решења датог проблема коришћењем вештачких неуралних мрежа.

У другом поглављу је објашњен појам вештачких неуралних мрежа и значај њихове употребе за решавање проблема који се традиционалним приступом тешко решавају. Направљена је паралела између вештачких и биолошких неуралних мрежа које су биле инспирација за настанак вештачких неуралних мрежа.

У трећем поглављу је објашњена разлика између појмова који се често неоправдано посматрају као синоними, а то су машинско учење, вештачка интелигенција и вештачке неуралне мреже. У наведеном поглављу су укратко представљени типови и технике машинског учења.

Четврто поглавље детаљније описује појам вештачког неурона који је основни елемент процесирања у вештачким неуралним мрежама и даје поређење са биолошким неуроном којим је вештачки неурон инспирисан. Објашњен је начин на који се информације обрађују у неурону и који све параметри одређују излазну вредност из неурона. У датом поглављу је објашњен појам активационе функције и њен утицај на резултат поступака тренирања неуралне мреже. Дат је преглед најчешће коришћених активационих функција.

У петом поглављу је дат приказ типова архитектуре вештачке неуралне мреже. Детаљније су описане *feedforward* неуралне мреже које су коришћене за решавање проблема предикције нивоа електричног поља. Објашњен је начин повезивања неурона у оквиру

feedforward неуралне мреже и начин на који информација путује од улаза, па све до излаза из вештачке неуралне мреже где се добија вредност од интереса.

Шесто поглавље даје увид у начин на који су подаци који ће бити коришћени у процесу тренирања прикупљени и начин њихове организације у циљу обезбеђивања што квалитетнијих решења. Дате су основне карактеристике прикупљеног сета података које су од интереса за процену квалитета добијеног решења које вештачка неурална мрежа даје.

У седмом поглављу је детаљније објашњен сам процес тренирања вештачке неуралне мреже. Објашњена су основна правила *gradient descent* алгоритма за тренирање вештачке неуралне мреже и *backpropagation* правила учења. Представљен је проблем претрениравања неуралне мреже, познат под називом *overfitting*, до којег може доћи у процесу тренирања неуралне мреже. Дат је опис *early stopping* технике којом се наведени проблем може решити и која је и коришћена приликом процеса тренирања вештачке неуралне мреже у циљу решавања проблема предикције нивоа електричног поља.

Осмо поглавље даје преглед програмског алата *Matlab Neural Network Toolbox* који је коришћен за тренирање вештачке неуралне мреже у циљу решавања проблема предикције нивоа електричног поља. Дат је приказ и објашњење основних функција које су коришћене приликом обраде података коришћених у процесу тренинга, објашњење основних функција за креирање, тренирање и анализу вештачке неуралне мреже.

Девето поглавље се директно односи на проблем предикције нивоа електричног поља уз навођење свих информација релевантних за дати проблем. Мрежа је тренирана са циљем да се пронађе оптимална комбинација улазних параметара која обезбеђује најквалитетнију предикцију. У овом поглављу је приказан поступак добијања решења као и анализа добијених резултата.

У завршном, десетом поглављу, изложен је закључак. Представљен је резиме добијених резултата. Истакнут је значај добијених резултата и дате су смернице за будућа истраживања.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Јелене Младеновић се бави проблематиком предикције нивоа електричног поља за микроћелијско окружење. У мастер раду је предложено могуће решење за дати проблем коришћењем вештачких неуралних мрежа.

Добијено решење открива комбинацију улазних параметара и одговарајућу архитектуру неуралне мреже којима се постиже најквалитетнија предикција нивоа електричног поља. Отвара могућност имплементације једноставнијих и бржих модела за предикцију нивоа електричног поља уз задржавање квалитета добијених резултата.

Креиран је програм у програмском алату *Matlab Neural Network Toolbox* који може да испита зависност квалитета предикције нивоа електричног поља за различите улазне параметре и њихове комбинације. Такође, открива и зависност квалитета добијених резултата од изабране архитектуре и параметара који се користе за тренирање вештачке неуралне мреже.

4. Закључак и предлог

Кандидаткиња Јелена Младеновић је у свом мастер раду успешно решила проблем проналажења оптималне комбинације улазних параметара за предикцију нивоа електричног поља за микроћелијско окружење. Мастер рад је потврдио зависност квалитета предикције нивоа електричног поља од броја и типа улазних параметара који се користе приликом предикције и њихових комбинација, као и од изабране архитектуре вештачке неуралне мреже.

- Извршена је анализа вештачких неуралних мрежа. Представљене су њихове предности, недостаци и значај у решавању проблема предикције нивоа електричног поља.
- Креиран је програм у програмском пакету *MATLAB* који омогућује проналажење жељеног решења коришћењем вештачких неуралних мрежа.
- Представљена су решења која се добијају у ситуацијама када се посматрају различити параметри уз истицање оних који су пружили најквалитетније решење.
- Добијена су решења која могу наћи примену у неким будућим радовима који се односе на дати проблем.

Кандидаткиња је исказала 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. Јелене Младеновић прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 28. 08. 2019. године

Чланови комисије:


Проф. др Александар Нешковић


Проф. др Наташа Нешковић