



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 12.05.2020. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Димитрије Марковић под насловом „Примена машинског учења за прогнозу производње и цене електричне енергије“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Димитрије М. Марковић рођен је 15.8.1995. године у Београду. Основну школу завршио је у Београду као носилац Вукове дипломе. Потом је завршио и Трећу београдску гимназију са одличним успојем. Учествовао је на републичким и градским такмичењима из Математике и освојио неколико награда да градском нивоу. Основне академске студије на Електротехничком факултету уписао је 2014. године и дипломирао 2018. године на одсеку за Енергетику са просечном оценом 8,22. Током студија био је делегат смера у другој и четвртој години, а током све четири године студирања био је активни члан волонтерске студентске организације ИСТЕК локални комитет Београд, у којој је учествовао у организацији многих пројекта. На Електријади 2018 године такмично се као представник Електротехничког факултета из предмета Обновљиви извори енергије. Дипломски рад на тему: „Развој софтвера за прорачун вишеструке заветрине у ветроелектранама у равничарским пределима“ одбранио је 28. септембра 2018 године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету уписао је 2018. године и све испите положио са просечном оценом 9,4.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 80 страна, са укупно 38 слика и 15 референци. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља), списак коришћене литературе и прилоге.

Прво поглавље представља увод у коме су описаны предмет и циљ рада. Наведени су разлози за формирање неуралних мрежа за прогнозу цене на дан унапред берзи и за прогнозу производње електричне енергије у Србији.

У другом поглављу је дата теоријска основа неопходна за разумевање рада вештачких неуралних мрежа коришћених за прогнозу цена и производње електричне енергије. Описана је конструкција неуралних мрежа, математичке функције које се користе као активационе функције и начини обучавања неуралних мрежа. Приказане су шеме неурона и дијаграми алгоритама за обучавање и евалуацију перформанси неуралних мрежа.

У трећем поглављу је дата теоријска основа неопходна за разумевање рада рекурентних вештачких неуралних мрежа коришћених у развоју прогнозе производње електричне енергије. Описана је конструкција вештачких неуралних мрежа и приказане су шеме различитих типова рекурентних вештачких неуралних мрежа.

Четврто поглавље садржи детаљан опис проблема који су решавани у практичном делу рада. Детаљно су описане претпоставке на којима се заснива развој практичног дела и описаны су улазни подаци који су коришћени. Приказани су подаци о ценама електричне енергије на берзи и производње електричне енергије који су коришћени у раду.

Пето поглавље садржи опис рада софтверског система и приказани су графикони који описују ток рада развијених софтвера. Детаљније је приказан процес учитавања података, њихове обраде уз помоћ учитаних библиотека и дати су прикази учитаних података. Описан је проблем преобучавања неуралних мрежа и предложен је начин решавања тог проблема.

Шесто поглавље представља теоријски осврт на алгоритам за подешавање параметара неуралне мреже који је коришћен у развоју практичног дела. Приказан је процес рада *scikit optimize* библиотеке на примеру дводимензионе функције и приказани су резултати на примеру проблема у овом раду.

Седмо поглавље је евалуација развијених модела. У њему су дате табеле са резултатима који су добијени на тест подацима и на графиконима су представљени прогнозирани подаци и стварни подаци.

Осмо поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај формираних неуралних мрежа и резимирани су резултати рада уз могућности примене у пракси.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Димитрија Марковића се бави применом неуралних мрежа у прогнози цена електричне енергије на берзи и прогнози производње електричне енергије у Србији. Развој софтверских решења реализован је применом програмског језика PYTHON који садржи потребне библиотеке за развој неуралних мрежа док је за приказ резултата коришћен софтверски алат EXCEL.

Формирани модели омогућавају да се уз помоћ доступних података о производњи електричне енергије прогнозирају цене електричне енергије на дан унапред тржишту и производње електричне енергије сат унапред и дан унапред у Србији. Неуралне мреже након обучавања имају способност да препознају основне принципе који постоје на тржишту електричне енергије и при производњи електричне енергије.

Основни доприноси рада су: 1) дати су теоријски осврти на општу теорију вештачких неуралних мрежа; 2) приказан је процес развоја вештачких неуралних мрежа за прогнозу цена електричне енергије и производњу електричне енергије; 3) анализиране су перформансе развијених неуралних мрежа на реалним подацима.

4. Закључак и предлог

Кандидат Димитрије Марковић је у свом мастер раду успешно приказао обраду великог броја података у енергетици и развој вештачких неуралних мрежа у програмском језику PYTHON. Кандидат је успешно развио програмски код који обрађује податке, конструише вештачке неуралне мреже и предвиђа излазне вредности на основу познатих података.

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. Димитрија Марковића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 01. 06. 2020. године

Чланови комисије:

др Милета Жарковић, доцент

др Жељко Ђуришић, ванредни професор