

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Симоновић Бојан Милош
Датум и место рођења	31.05.1973, Ниш, Србија

Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет
Студијски програм	Аутоматско управљање
Звање	Дипломирани инжењер машинства
Година уписа	1992
Година завршетка	1998
Просечна оцена	9,40

Магистер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет
Студијски програм	Аутоматско управљање
Звање	Магистар машинских наука
Година уписа	1998
Година завршетка	2005
Просечна оцена	10,00
Научна област	Аутоматско управљање и роботика
Наслов завршног рада	Примена неуронских мрежа за управљање и адаптацију система управљања у простору стања

Докторске студије

Универзитет	-
Факултет	-
Студијски програм	-
Година уписа	-
Остварен број ЕСПБ бодова	-
Просечна оцена	-

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Примена вештачких неуронских мрежа за краткорочно предвиђање и анализу система даљинског грејања
Име и презиме ментора, звање	др Властимир Николић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ 8/20-01-008/15-025 16.09.2015.године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	163
Број поглавља	7
Број слика (шема, графикона)	91
Број табела	17
Број прилога	-

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

Примљено:	20. 5. 2016.		
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредности
	612-343/2016		

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p><u>Милош Симоновић</u>, Властимир Николић, Емина Петровић: Short-term Heat load Forecasting of Small District heating System Using Artificial Neural Networks,, Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics, Accepted</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>У раду су коришћени стварни историјски подаци за зимски период 2014-2015 са топлотног извора топлане Машински факултет Ниш, при чему је посматрано краткорочно предвиђање топлотног оптерећења за период 1 до 7 дана са аспекта коришћења различитих улазних вектора за исти модел вештачке неуронске мреже. Наиме, одговарајући избор улазних података је од највеће важности за обучавање неуронске мреже и добијање задовољавајућих резултата. Коришћена је feed forward неуронска мрежа са два различита улазна вектора за два различита периода предвиђања и извршена адекватна компарација која је показала боље резултате за улазни вектор који је садржао више података о систему и претходним вредностима температуре и оптерећења.</p>	M24
2	<p><u>Милош Симоновић</u>, Властимир Николић, Иван Ћирић, Емина Петровић: Recurrent Neural Network Short-term Prediction of District Heating System in Transient Regimes, ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering, ISSN: 2067-3809, Fascicule 1/2016 pp.133 -137</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>У раду се показује да предузећа за производњу и дистрибуцију топлотне енергије имају растућу потребу да побољшају економску и енергетску ефикасност. Зато је јако важно оптимизовати производњу топлотне енергије коришћењем бољег предвиђања и управљања потребама потрошача. У овом раду, је фокус на краткорочном предвиђању где се користе стварни историјски подаци са топлотног извора Криви вир, инсталисане снаге 128 MW, енергетског субјекта ЈКП Топлана Ниш. Ово предвиђање је нарочито значајно за грејање у прелазним режимима када немамо континуирану испоруку топлотне енергије за време посматраног периода грејања. Примењена је рекурентна вештачка неуронска мрежа како би се обезбедило квалитетно краткорочно предвиђање услед варијација спољне температуре и добијени су задовољавајући резултати.</p>	M51
3	<p>Ivan R. Pavlovic, Ivan Ciric, Ratko Pavlovic, <u>Milos Simonovic</u>, Vlastimir Nikolic : Viscoelastic Double beam System Stability Analysis using Artificial neural Networks, Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics, Vol.14, N^o 1, 2015, pp.11-17</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>У раду су представљене предности примене неуронских мрежа у оцени и анализи нумеричких резултата добијених на основу анализе стабилности система вискоеластичних двоструких греда под дејством стохастичког оптерећења. Анализирани су нумерички подаци где су границе скоро сигурне стабилности двоструких греда одређене методом функционала Љапунова. Нумерички резултати добијени из анализе стабилности овог система су даље коришћени за обучавање вештачке неуронске мреже. Једна од предности примене неуронских мрежа је знатно мање време срачунавања, док је највећа предност оцена и приказ резултата који се не могу одредити конвенционалном нумеричком методом.</p>	M24
4	<p><u>Милош Симоновић</u>, Властимир Николић, Иван Ћирић, Емина Петровић, Софија Павловић: Heat Consumption Prediction of Small District Heating System Using Artificial Neural Networks, The 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, Proceedings, ISBN 978-86-6055-076-9, pp. 741-748, Srbija, 2015.</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>У раду су коришћени стварни историјски подаци за зимски период 2014-2015 са топлотног извора топлане Машински факултет Ниш, при чему је употребљен побољшани модел неуронске мреже за предвиђање потрошње 1 до 7 дана унапред.</p>	M33

	<p>Искоришћена је метода „particle swarm” оптимизације (PSO) за подешавање тежинских коефицијената неуронске мреже и извршена компарација са регуларном feed forward неуронском мрежом. Добијени резултати са побољшаниом неуронском мрежом су бољи са аспекта предвиђања.</p>	
5	<p>Милош Симоновић, Властимир Николић, Емина Петровић: Short-term Heat load Forecasting of Small District heating System Using Artificial Neural Networks, The 3rd International Conference Mechanical Engineering in XXI century, September 17-18, 2015, Proceedings, ISBN 978-86-6055-072-1, pp. 291-294, Србија, 2015</p> <p>Кратак опис садржине (до 100 речи)</p> <p>У раду су коришћени стварни историјски подаци за зимски период 2014-2015 са топлотног извора топлане Машински факултет Ниш, при чему је посматрано краткорочно предвиђање топлотног оптерећења за период 1 до 7 дана са аспекта коришћења различитих улазних вектора за исти модел вештачке неуронске мреже. Наиме, одговарајући избор улазних података је од највеће важности за обучавање неуронске мреже и добијање задовољавајућих резултата. Коришћена је feed forward неуронска мрежа са два различита улазна вектора и извршена адекватна компарација која је показала боље резултате за улазни вектор који је садржао више података о систему и претходним вредностима температуре и оптерећења.</p>	M33
6	<p>Милош Симоновић, Милан Огризовић: Application of Neural Networks for Control DHS in Transient Regimes, 45th Congress HVAC&R, 3-5 December 2014, Belgrade, Serbia</p> <p>Кратак опис садржине (до 100 речи)</p> <p>За потребе овог рада искоришћени су стварно измерени подаци за период од 1. фебруара 2013. године до 31.03.2013. године, на топлотном извору Криви вир, град Ниш, регион југоисточне Србије, инсталисане снаге 128 MW, који може да користи природни гас и мазут. Укупно је употребљено 1020 података. Подаци се односе на прекидни режим грејања од 5 сати ујутру до 21 сат увече. За период предвиђања је изабран период од једне недеље од 25.марта до 31.марта. Проблем код адекватног предвиђања представља и чињеница да се због високих спољних температура у току дана прекида грејање у појединим интервалима. Предвиђање је реализовано за 1, 3 и 7 дана унапред. Бољи резултати су добијени за краће предвиђање.</p>	M33
7	<p>Милош Симоновић, Милан Огризовић: Short term prediction using neural networks for improving efficiency of district heating systems, International Conference on District Energy 2015, Engineering tomorrow through Innovative solutions, 22-24. March 2015, Portorož, Slovenia</p> <p>Кратак опис садржине (до 100 речи)</p> <p>У раду је као један од могућих начина за побољшање карактеристика система даљинског грејања приказана је употреба стварних историјских података са топлотног извора за предвиђање производње топлотне енергије и снаге. У овом раду су коришћени стварни историјски подаци са топлотног извора Коњарник, за зимски период 2013-2014. Примењена је feedforward неуронска мрежа са backpropagation алгоритмом и добијени су задовољавајући резултати. Просечна грешка предвиђања је веома задовољавајућа и упоредива са подацима добијеним са SCADA система. Приказан је и преглед предвиђања температуре напојне воде на радијаторима коришћењем података са једне топлотне подстанице као дела система даљинског грејања топлотног извора Коњарник. Овакво предвиђање температуре напојне воде представља добру основу за уштеду енергије и води до економски и енергетски ефикасног система даљинског грејања оријентисаног ка потрошачу.</p>	M34
8	<p>Емина Петровић, Властимир Николић, Дејан Митровић, Милош Симоновић: Optimal Design of Combined Heat and Power Production Plant Using Particle Swarm Optimization, The 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, Proceedings, ISBN 978-86-6055-076-9, pp. 677-685, Србија, 2015.</p> <p>Кратак опис садржине (до 100 речи)</p> <p>У раду 2.2.10 приказана је примена „particle swarm” оптимизација (PSO) за оптимално пројектовање параметара комбинованог когенеративног постројења. Функција циља је</p>	M33

дефинисана као укупна сума цене коштања постројења, што је у релацији са трошковима горива и капиталним трошковима. Минимизацијом тако изабране функције добијају се оптимално пројектовани параметри.

Ćirić Ivan, Žarko Ćojbašić, Vlastimir Nikolić, Milica Ćirić, Mladen Tomić, Emina Petrović, Miloš Simonović, (2015) "Neural Network Prediction of Person Position for Human Following Mobile Robot Platform", 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2015, Banjaluka, BiH

Кратак опис садржине (до 100 речи)

- 9 Мобилна роботска платформа која прати људе задатке праћења може да оствари много успешније уколико у сваком тренутку предвиђа наредну позицију човека. На овај начин се заправо смањује област претраге слике наредног фрејма у коме ће се наћи човек, што значајно убрзава извршење самог алгорита препознавања и праћења људи стерео камером. Како се проблем своди на предвиђање временских серија, у овом раду је предложено решење засновано на имплементацији неуронске мреже за ово предвиђање. M33

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА НЕ

Образложење

Кандидат је магистар техничких наука, има одобрену тему докторске дисертације, објавио је већи број научних и стручних радова и поднео докторску дисертацију одговарајуће садржине, обима и квалитета, у складу са одобреном темом докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Разматрана теза састоји се из 7 поглавља. Претходе им резиме на српском и енглеском језику, садржај и листе табела и слика. На крају се налази списак 160 референци и биографија аутора.

У уводном делу дате су уводне напомене о предмету истраживања и дат је кратак приказ истраживања спроведених у оквиру дисертације.

У оквиру другог поглавља дати су основни појмови о вештачким неуронским мрежама, њихова подела по различитим критеријумима и области примене. Детаљније су описане архитектуре најчешће заступљених неуронских мрежа feedforward мрежа, вишеслојних перцептрона, RBF неуронских мрежа, рекурентних неуронских мрежа Elman и Hopfield. Такође је дат детаљнији опис алгоритама за учење горе наведених неуронских мрежа, респективно. Посебно су истакнуте карактеристике неуронских мрежа и приказане једначине понашања.

У оквиру трећег поглавља дат је преглед вештачких неуронских мрежа за предвиђање. Најпре је дат детаљан опис предвиђања временских серија а затим посебан осврт на карактеристике вештачких неуронских мрежа које их препоручују управо за предвиђање. У посебном делу овог поглавља су детаљно описане основне карактеристике и начин избора истих вештачких неуронских мрежа: архитектура, број улазних чворова, избор активационе функције, обрада улазних података, одређивање броја неурона у скривеним слојевима итд. Поред тога дат је историјски приказ коришћења вештачких неуронских мрежа за предвиђање са адекватном упоредном анализом. У последњем делу овог поглавља обрађене су вештачке неуронске мреже за краткорочно предвиђање са посебним освртом на преглед мрежа за краткорочно предвиђање топлотног оптерећења код система даљинског грејања.

У оквиру четвртог поглавља дат је општи опис система даљинског грејања. Приказане су основне карактеристике система даљинског грејања као што су топлотно оптерећење и температуре. Посебно су описани топлотни извори. У овој дисертацији користе се стварни подаци преузети са четири топлотна извора: Топлана "Криви вир", Ниш, Топлана "Машински факултет", Ниш, Топлана "Клинички центар", Ниш и Топлана "Коњарник", Београд. Реч је о четири топлотна извора различитих капацитета и различитих потреба потрошача. Заједничко је да су прибављени подаци за по једну грејну сезону како би каснија компаративна анализа била адекватна. У овом делу је дата анализа карактеристика система даљинског грејања за топлотне изворе појединачно, почев од минималне, максималне и средње дневне спољне температуре. топлотног оптерећења односно снаге за сваки сат дневно и њихових међусобних

зависности што представља основу за следеће поглавље и примену одговарајућих метода на тако уређене податке. Дат је табеларни приказ за 6 карактеристика које су важне за израду модела вештачке неуронске мреже за краткорочно предвиђање.

У петом поглављу је дат приказ примењених вештачких неуронских мрежа за краткорочно предвиђање код система даљинског грејања. Искоришћене су вишеслојна феедфорвард неуронска мрежа и Елман рекурентна неуронска мрежа, као стандардни типови неуронских мрежа. Оне су примењене на сваки од четири скупа података добијених са топлотних извора. Дата је анализа улазних променљивих као најважнији део алгорита за краткорочно предвиђање, због своје нелинеарности јер поред температурне садржи и социјалну компоненту. При томе је свака од мрежа реализована са три различита улазна вектора за два различита тест периода предвиђања. На тај начин су добијени симулациони резултати за 72 неуронске мреже по топлотном извору. Предвиђање је рађено за 1, 3 и 7 дана унапред. Ради побољшања тачности предвиђања оптерећења у пиковима у данима где се прекида испорука топлотне енергије због великих температурних разлика а на основу анализе урађене у претходном поглављу уведен је нови улаз у виду минималне дневне температуре. Такође, помоћу PSO алгорита извршена је оптимизација тежинских коефицијената а користећи GA извршена оптимизација броја неурона у скривеном слоју. Нове модификоване, побољшане неуронске мреже се поново реализују на подацима са топлотних извора и добијају одговарајући резултати симулација.

У шестом поглављу је извршена компаративна анализа добијених симулационих резултата и успостављен алгоритам за предложене неуронске мреже. Посебан осврт је дат упоредној анализи између резултата предвиђања добијених са прва три улазна вектора и након увођења новог улаза ради побољшања карактеристика у прелазним режимима грејања.

У седмом поглављу су дата закључна разматрања и сумирање резултата истраживања, истиче се научни допринос докторске дисертације и предлажу правци даљег истраживања.

На крају је дат списак коришћене литературе и биографија кандидата.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Циљеви постављени у пријави докторске дисертације су остварени, уз поштовање предложеног оквирног садржаја дисертације.

Представљена истраживања су по садржају обухватала више актуелних научноистраживачких праваца од вештачких неуронских мрежа, методе PSO и генетских алгоритама до филтрирања података, и коришћења сазнања о самој природи проблема даљинског грејања. Резултати истраживања представљени у разматраној тези потврђују да је применом савремених метода и алгоритама из домена вештачке интелигенције могуће реализовати краткорочно предвиђање временских серија код система даљинског грејања и то пре свега топлотног оптерећења и снаге на топлотном извору али и значајних температура.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Обрађивана тема докторске дисертације је веома значајна и актуелна, како у научном смислу, тако и смислу практичне применљивости. Поднета докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни и стручни допринос кандидата. Научни допринос разматраног рукописа и објављених радова се пре свега огледа у следећем:

- Дефинисана је методологија примене вештачких неуронских мрежа за предвиђање топлотног оптерећења која у фокус ставља избор адекватног улазног вектора ;
- Представљена је методологија избора модификованих улазних вектора на основу анализе карактеристика самих система даљинског грејања;
- Нови алгоритам компарације за примену вештачких неуронских мрежа за краткорочно предвиђање код система даљинског грејања
- Нови целовити алгоритам правила и процедура избора, пројектовања и имплементације вештачке неуронске мреже за краткорочно предвиђање код система даљинског грејања
- Добијени резултати омогућују бољу аутономију и поузданост система даљинског грејања са аспекта ефикасности и ефективности

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат мр Милош Симоновић показао је значајно теоријско и практично знање, као и висок ниво самосталности, систематичности и креативности у бављењу научно-истраживачким радом. Кандидат је приказао детаљну, свеобухватну и квалитетну анализу постојеће научне литературе из области теме докторске дисертације. Познавање литературе и стечена знања из више области је искористио да на креативан начин осмисли, формулише и примени научни приступ примене вештачких неуронских мрежа за краткорочно предвиђање временских серија. Креирао је одговарајуће улазне векторе и алгоритме који омогућавају примену предложених методологија.

Неки од научних резултата представљених у разматраној тези презентирани су у оквиру већег броја научних радова који су штампани у часописима и представљени на међународним и домаћим конференцијама, те штампани у зборницима радова.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу прегледа поднете радне верзије докторске дисертације и увидом у публиковане научне радове кандидата, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације закључују следеће:



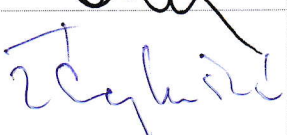
- Поднети рукопис одговара теми докторске дисертације одобреној од стране Наставно научног већа Машинског факултета у Нишу и Научно стручног већа Универзитета у Нишу.
- Докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни и стручни допринос веома актуелној и значајној проблематици примене вештачких неуронских мрежа за краткорочно предвиђање код система даљинског грејања
- Научни допринос и оригиналност дисертације показани су објављивањем већег броја радова.
- Докторска дисертација је адекватно конципирана и технички квалитетно урађена.
- Резултати приказаног научног рада имају висок степен општости и применљивости.
- Кандидат поседује висок ниво теоријских и практичних знања из више области потребних за решавање комплексних проблема примене вештачких неуронских мрежа за предвиђање а и добро је упознат са досадашњим научним достигнућима.
- Кандидат је показао висок ниво самосталности и систематичности у бављењу научно-истраживачким радом, као и креативан приступ формулацији и решавању разматраних проблема.

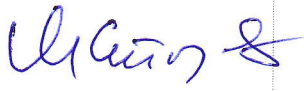

Имајући у виду напред наведено, Комисија предлаже Наставно научног већу Машинског факултета у Нишу да се поднети рукопис кандидата **мр Милоша Симоновића**, дипломираног инжењера машинства, под називом:

„ПРИМЕНА ВЕШТАЧКИХ НЕУРОНСКИХ МРЕЖА ЗА КРАТКОРОЧНО ПРЕДВИЂАЊЕ И АНАЛИЗУ СИСТЕМА ДАЉИНСКОГ ГРЕЈАЊА“

прихвати као докторска дисертација, а кандидат позове на усмену јавну одбрану.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовању Комисије		НСВ 8/20-01-003/16-030	
Датум именовања Комисије		18.04.2016. године	
Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Властимир Николић, редовни професор	Универзитет у Нишу, Машински факултет	
	Аутоматско управљање и роботика (Научна област)	(Установа у којој је запослен)	
2.	др Драган Антић, редовни професор	Универзитет у Нишу, Електронски факултет	
	Аутоматика (Научна област)	(Установа у којој је запослен)	
3.	др Жарко Ђојбашић, редовни професор	Универзитет у Нишу, Машински факултет	
	Аутоматско управљање и роботика (Научна област)	(Установа у којој је запослен)	

	др Михајло Стојчић, ванредни професор	члан	
4.	Мехатроника и роботика (Научна област)	Универзитет у Бања Луци, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	
	др Дејан Митровић, ванредни професор	члан	
5.	Термотехника, термоенергетика и процесна техника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:
У Нишу, мај 2016