

Факултет техничких наука, Нови Сад

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Датум и орган који је именовao комисију 26. 03. 2015, декан Факултета техничких наука, проф. др Раде Дорословачки 2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ol style="list-style-type: none"> 1. др Растислав Струхарик, доцент, ужа научна област Електроника, изабран у звање 8. 7. 2010. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, 2. др Предраг Теодоровић, доцент, ужа научна област Електроника, изабран у звање 1. 2. 2015. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, 3. др Иван Мезеи, доцент, ужа научна област Електроника, изабран у звање 20. 12. 2012. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, 4. др Теуфик Токић, редовни професор, ужа научна област Рачунарство и информатика, Електронски факултет, Универзитет у Нишу, 5. др Ладислав Новак, редовни професор, ужа научна област Теоријска електротехника, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Вук Срето Врањковић 2. Датум рођења, општина, држава: 20.10.1982. Нови Сад, Србија 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Нови Сад, Енергетика, електроника и телекомуникације, Дипломирани инжењер - мастер електротехнике 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2007. Енергетика, електроника и телекомуникације 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: (нема) 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Реконфигурабилне архитектуре за хардверску акцелерацију предиктивних модела машинског учења
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација има 142 стране, 8 поглавља, 50 референци, 84 слике и 14 табела. Детаљнији садржај докторске дисертације приказан је у наставку:

1. Увод

1.1 Мотивација

1.2 Преглед постојећих резултата

1.3 Главни резултати докторске дисертације

1.4 Три најчешће коришћена предиктивна модела

1.5 Реконфигурабилне хардверске архитектуре

2. Универзална реконфигурабилна архитектура за убрзавање три предиктивна модела

2.1 Универзални математички модел за три предиктивна модела

2.2 Детаљи RMLC архитектуре

2.3 RB модул

3. Конфигурација универзалне архитектуре као DT

3.1 Архитектура као DT

3.2 Пример рада архитектуре као DT-а

4. Конфигурација универзалне архитектуре као SVM

4.1 Архитектура као SVM

4.2 Пример рада архитектуре као SVM-а

5. Конфигурација универзалне архитектуре као ANN

5.1 Архитектура као ANN

5.2 Пример рада архитектуре као ANN-а

6. Универзална реконфигурабилна архитектура за убрзавање ансамбала класификатора

6.1 Ансамбли класификатора

6.2 Детаљи REC архитектуре

6.3 Изградња комплетног ансамбла

7. Експериментални резултати

7.1 Процена оптималне репрезентације бројева

7.2 Процена убрзања у случају RMLC архитектуре

7.3 Процена убрзања у случају REC архитектуре

8. Закључак

У уводном поглављу дисертације дата је мотивација за предложена истраживања. Потом је дат кратак преглед постојећих резултата у области и наглашени су главни резултати докторске дисертације. Дат је увод у најчешће коришћене предиктивне моделе машинског учења као и у област реконфигурабилног хардвера.

Главе два до седам представљају оригинални научни допринос ове дисертације. У поглављу два изложен је главни резултат докторске дисертације. Објашњено је како је могуће ујединити различите предиктивне моделе у један јединствен математички модел. Уз то је приказана универзална реконфигурабилна архитектура, RMLC, за убрзавање наведених појединачних машинских класификатора. У наставку друге главе презентован је детаљан опис RMLC архитектуре.

У трећем, четвртном и петом поглављу је описано како се предложена RMLC архитектура може користити као DT, SVM и ANN класификатор, респективно. Детаљно је описано како се архитектура конфигурише да би радила као DT, SVM и ANN предиктивни модел. Дате су фазе у прорачуну да би се добио одговарајући резултат предикције. На крају сваког од поглавља дат је и илустративни пример за рад архитектуре у режимима DT, SVM и ANN класификатора.

У поглављу шест представљена је REC архитектура која може да се користи за реализацију хомогених и хетерогених ансамбала наведених машинских класификатора. Приказани су детаљи REC архитектуре и описано је како се архитектура може употребити за изградњу комплетног хомогеног или хетерогеног ансамбла.

У седмом поглављу приказани су експериментални резултати прикупљени приликом тестирања RMLC и REC архитектура. На основу ових резултата одређен је оптимални формат за репрезентацију бројева коришћених унутар архитектура и процењено је убрзање које две предложене архитектуре пружају у односу на постојећа софтверска решења.

У осмом поглављу је дат закључак докторске дисертације.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Највећи допринос докторске дисертације представља развој реконфигурабилне дигиталне архитектуре, крупног степена гранулације, која може да реализује појединачне класификаторе више различитих врста предиктивних модела машинског учења као и развој архитектуре која може да имплементира хомогене и хетерогене ансамбле који се састоје од поменутих модела. Приказани универзални математички модел за моделовање рада више различитих типова предиктивних модела машинског учења је успешно искоришћен за пројектовање архитектура које могу да реализују већи број модела машинског учења као и њихових хетерогених и хомогених ансамбала.

Према најбољим сазнањима комисије, ово је прва таква универзална рекофигурабилна архитектура која се бави убрзавањем индивидуалних предиктивних модела машинског учења као и њихових хомогених и хетерогених ансамбала.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Рад у међународном часопису (M23):

- 1) Vranjković, Vuk S., Rastislav JR Struharik, and Ladislav A. Novak, "Reconfigurable Hardware for Machine Learning Applications", Journal of Circuits, Systems and Computers, Vol. 24, No. 5, June 2015, pp. 1550064-1 - 1550064-35, DOI: 10.1142/S0218126615500644

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини (M33)

- 1) Vuk Vranjković, Rastislav Struharik, "Reconfigurable Architecture For Machine Learning Classifiers", PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology - ICET (6; Novi Sad; 2013)
- 2) Vuk Vranjković, Rastislav Struharik, "New architecture for SVM classifier and its application to telecommunication problems", 20. telekomunikacioni forum TELFOR 2012, Belgrade, Serbia, November 20-22 2011.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Основна идеја иза резултата у овој дисертацији је један универзални математички модел који уједињује више различитих типова предиктивних модела машинског учења. На основу овог модела развијена је универзална реконфигурабилна дигитална архитектура, крупног степена гранулације, RMLC, која може да имплементира DT, SVM и ANN предиктивне моделе. Такође је развијена и REC архитектура која може да имплементира ансамбле који се састоје од појединачних DT, SVM и ANN модела. Архитектура REC је реконфигурабилна архитектура која може да се употреби за имплементацију хомогених и хетерогених ансамбала предиктивних модела.

Представљене архитектуре су поређене са постојећим софтверским решењима. Резултати изведених експеримената показују да предложене архитектуре пружају значајна убрзања, у времену потребном да се класификује инстанца, у односу на постојећа софтверска решења. FPGA имплементација RMLC архитектуре пружа за ред величине веће убрзање у односу на доступна софтверска решења иако ради на системском клоку који је око 30 пута спорији од блока на коме ради процесор на којем се извршава софтверска имплементација. FPGA имплементација REC архитектуре пружа још значајнија убрзања у односу на постојећа софтверска решења. Убрзања се крећу и до неколико редова величине у односу на постојећа софтверска решења, при скоро 30 пута споријем системском клоку. При свему овоме архитектуре могу да се имплементирају на FPGA компонентама које су већ сада доступне на тржишту при чему заузимају само мали део расположивих ресурса.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Тумачење добијених резултата је јасно, истраживачки коректно, у погледу оцене постигнутих домета. Сви добијени резултати стављени су у добар контекст и упоређени са до сада познатим и публикованим резултатима. Резултати су приказани исцрпно и прегледно, уз ослањање и навођење претходних истраживачких резултата у овој области.

IX	КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
1.	Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме Дисертација је у целини написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.
2.	Да ли дисертација садржи све битне елементе Дисертација садржи све битне елементе који се захтевају по статуту Факултета техничких наука и Универзитета у Новом Саду, као и Закона о високом образовању.
3.	По чему је дисертација оригиналан допринос науци Оригинални научни допринос докторске дисертације чине три јасно представљена резултата: 1) Универзални математички модел који обједињује већи број различитих предиктивних модела машинског учења 2) Универзална реконфигурабилна дигитална архитектура, крупног степена гранулације, која може да реализује произвољне ортогоналне, неортогоналне, нелинеарне и функционалне DT-ове, линеарне и нелинеарне SVM-ове са различитим врстама кернела, вишеслојне перцептроне, и ANN-ове засноване на радијалним функцијама. 3) Универзална реконфигурабилна дигитална архитектура која омогућава да се имплементирају хомогени и хетерогени ансамбли наведених предиктивних модела машинског учења
4.	Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Комисија није имала примедбе које би утицале на оцену позитивне вредности резултата докторске дисертације.
X	ПРЕДЛОГ:
	На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже: да се докторска дисертација под насловом „Реконфигурабилне архитектуре за хардверску акцелерацију предиктивних модела машинског учења“ прихвати, а кандидату Вуку Врањковићу одобри одбрана

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. др Растислав Струхарик, доцент _____
2. др Предраг Теодоровић, доцент _____
3. др Иван Мезеи, доцент _____
4. др Теуфик Токић, редовни професор _____
5. др Ладислав Новак, редовни професор _____

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.