

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ	
1. Датум и орган који је именовao комисију	
	05.09.2019, Декан Факултета на основу одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду
2. Састав комисије са знаком 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:	
	1. др Татјана Давидовић, научни саветник, Рачунарство, 26.04.2018, Математички институт САНУ, Београд
	2. др Милош Стојаковић, редовни професор, Теоријске основе информатике, 01.04.2016, Природно-математички факултет, Нови Сад
	3. др Мирослав Поповић, редовни професор, Рачунарска техника и рачунарске комуникације, 17.07.2002, Факултет техничких наука, Нови Сад
	4. др Јелена Иветић, доцент, Теоријска и примењена математика, 01.04.2014, Факултет техничких наука, Нови Сад
	5. др Силвиа Гилезан, редовни професор, Теоријска и примењена математика, 24.02.2005, Факултет техничких наука, Нови Сад
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ	
1. Име, име једног родитеља, презиме:	Александар, Милован, Пејовић
2. Датум рођења, општина, држава:	31.01.1984, Београд, Србија
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив:	Електротехнички факултет Универзитета у Београду, Електротехника и рачунарство – модул софтверско инжењерство, мастер инжењер електротехнике и рачунарства
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:	2011, Математика у техници
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /	
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /	
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
Parallel software system for counting finite models (наслов на српском: Паралелни програмски систем за пребројавање коначних структура)	

ВПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација је написана на 130 страна на енглеском језику и подељена је у 6 поглавља:

1. Увод
2. Теорија модела
3. Алгебарске и комбинаторне конструкције
4. Паралелно бројање модела
5. Примене
6. Закључак

Дисертација садржи 4 слике, 2 табеле и 8 листинга. Библиографија има 42 референце. На почетку је дата кључна документацијска информација на српском и енглеском језику, као и резиме написан на српском језику. На крају се налази додаток са листинзима који се односе на главне примере.

IV ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов докторске дисертације прецизно одражава предмет истраживања и добијене резултате.

Поглавље 1 (Увод) даје преглед тема теоријског рачунарства, теорије коначних модела и апстрактне алгебре које су релевантне за тезу. Такође, кандидат даје неопходну мотивацију и истиче значај теме истраживања, како са теоријског тако и са практичног становишта.

Поглавље 2 (Теорија модела) поред фиксирања нотације, појмова и терминологије математичке логике, методолошки је повезана са конструкцијама које кандидат даје у наредним поглављима као што је на пример поступак за кодирање предикатских формула индексираним исказним променљивама. Уведени формализми су неопходни у делу тезе који се односи на имплементацију софтвера.

Поглавље 3 (Алгебарске и комбинаторне конструкције) обрађује две теме алгебарске и комбинаторне природе. Прва тема се односи на груповно дејство на модел и сродне појмове, као што су орбите и класовна једнакост. Друга тема је везана за тзв. формуле инверзије. Кандидат користи ову теорију за проналажење аутоморфизама модела и пермутација њихових домена са задатим бројем фиксних тачака. Одељак садржи оригиналне прилоге као што су проширења Гулдових формула инверзије. Предложени приступ за налажење формула инверзије је нов и заснива се на теорији Хопфових алгебри и особинама линеарног функционала $\theta = \pi + \pi^{-1}$ на простору C^Z , где је π пројекцијска функција, C скуп комплексних бројева и Z скуп целих бројева. Већина резултата у овом одељку објављена је у раду из 2015 године.

Поглавље 4 (Паралелно бројање модела) је централно поглавље тезе које у највећој мери садржи оригинална програмска решења и резултате. Поглавље се састоји од пет секција. Први одељак представља проблем проналаска броја коначних модела теорија првог реда и методологију за рачунарско решавање која је заснована на теорији коначних слободних Булових алгебри. Други одељак даје алгебарске основе слободних Булових алгебри, али и слободних алгебри генерално. Кандидат дефинише интерпретацију променљивих користећи валуације датог домена. То је омогућило нов, кратак и елегантан доказ Биркхофљеве HSP теореме. Затим су описани слободни генератори коначних слободних Булових алгебри у облику погодном за паралелно софтверско рачунање вредности исказних формула над њима. Трећи одељак бави се синтаксним трансформацијама и алгоритмима за превођење предикатских формула првог реда у исказне формуле. Кандидат користи управо уведено превођење за формулацију и рачунарско решавање комбинаторних проблема на коначним структурама. Четврти одељак детаљно објашњава имплементацију реализованог софтверског система и његове главне компоненте. Поред паралелног пребројавања модела, што је главна карактеристика система, развијене су и функционалности као

што су: доменско-специфични језик за формулисање аксиома теорија првог реда, њихово превођење у исказни рачун и парцијална евалуација исказних формула. Систем је имплементиран у програмском језику Python помоћу хардверски убрзаних примитива које су имплементирани у OpenCL-у. Ове примитиве су интегрисане у Python окружење и могу се користити на предикатским формулама првог реда φ за: одређивање вредности од φ , одређивање броја модела за φ , проналазак једног модела за φ и проверу да ли постоји модел за φ . У последњој секцији систем се пореди са другим софтверским пакетима за налажење коначних модела као што су Mace4, Paradox и PSATO.

Поглавље 5 (Примене) садржи два нетривијална примера употребе развијеног софтвера. Први пример односи се на коначне парцијално уређење скупе са посебним нагласком на мреже. Уведена је једна општа техника за елиминацију исказних променљивих коришћењем симетрија својствених проблему који се разматра. Формално, овај задатак сведен је на проблем одређивања орбита дејства групе аутоморфизама коначне структуре. Техника је илустрована програмом за пребројавања парцијалних уређења и мрежа. Други пример се односи на посебну врсту графова, такозване Кауерове графове, и показује како се 0–1 закон за коначне моделе и случајне графове може користити у комбинацији са софтвером за доказ да ови графови са n чворова постоје за свако $n \geq 7$.

На основу свега наведеног, Комисија позитивно оцењује све делове докторске дисертације.

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

1. Žarko Mijajlović, Aleksandar Pejović, *Hopf algebra of projection functions*, Publications de l'Institut Mathématique, Volume 97, 23–31, 2015. (M23)
2. Žarko Mijajlović, Aleksandar Pejović, *Definable subsets of finite structures and applications*, Book of Abstracts of the 13th Serbian Mathematical Congress, Vrnjačka Banja, Srbija, 22–25. maj, 17, 2014. (M34)
3. Aleksandar Pejović, Žarko Mijajlović, *Free Boolean vectors and expressions*, Knjiga apstrakata treće nacionalne konferencije Verovatnosne logike i njihove primene, Beograd, Srbija, 26. septembar, 23, 2013. (M64)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У поглављима 3, 4 и 5 налазе се оригинални резултати ове докторске дисертације.

У поглављу 3:

- приказана је оригинална примена Хопфових алгебри у извођењу комбинаторних формула инверзије,
- дато је уопштење Гулдових формула инверзије.

У поглављу 4:

- дат је нов доказ Биркхофљеве HSP теореме из области универзалних алгебри,
- уведена је методологија за рачунање броја коначних модела теорија првог реда помоћу коначних слободних Булових алгебри,
- представљена је реализација паралелног програмског система за пребројавање коначних структура,
- описана је програмска имплементација и теоријске основе главних функционалности овог

пакета за коначне моделе дате кардиналности: налажење једног модела теорије, налажење свих модела, налажење броја свих модела.

У поглављу 5:

- развијен је поступак за рачунарско пребројавање коначних парцијално уређених скупова, посебно мрежа, дате кардиналности,
- доказано је да за свако $n \geq 7$ постоји Кауеров граф са n чворова, коришћењем између осталог и развијеног софтвера.

У поглављу 6:

- дат обједињени преглед свих резултата добијених у тези
- разматрана је повезаност са постојећим резултатима у области
- предлажу се неки правци даљег истраживања.

На основу наведеног, Комисија закључује да резултати тезе представљају значајан допринос у решавању проблема теорије коначних модела и апстрактне алгебре помоћу паралелних софтверских система.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Дисертација је написана прегледно и систематично. Оригинални резултати су јасно и прецизно формулисани, особине су детаљно доказане и дате су одговарајуће илустрације на примерима из примене у рачунарству.

Текст дисертације је службено проверен на подударност од стране Библиотеке Факултета техничких наука у Новом Саду помоћу софтвера за детекцију плагијаризма iThenticate. Резултати провере су размотрени од стране свих чланова комисије. Комисија сматра да је степен подударности очекиван и занемарив.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?
Докторска дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?
Докторска дисертација садржи све битне елементе. Предмет, циљеви и задаци истраживања су прецизно дефинисани. Добијени резултати истраживања, дискусија и закључна разматрања су детаљно описани. Анализирано је стање у области, а списак коришћене литературе указује на темељно проучавање и познавање области истраживања.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?
Дисертација представља оригинални допринос рачунарској логици како са практичног тако и са теоријског становишта. На тим основама развијен је софтвер помоћу којег се могу реализовати алгоритми коначне комбинаторике. Део резултата из дисертације објављен је у раду у међународном часопису и представљен је на једној међународној и једној домаћој конференцији.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања?
Комисија закључује да докторска дисертација нема недостатака.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
- да се докторска дисертација прихвати, а кандидату Александру Пејовићу одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Татјана Давидовић, научни саветник,
Математички институт САНУ, Београд
председник комисије

др Милош Стојаковић, редовни професор,
Природно-математички факултет, Нови Сад
члан комисије

др Мирослав Поповић, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад
члан комисије

др Јелена Иветић, доцент, члан
Факултет техничких наука, Нови Сад
члан комисије

др Силвиа Гилезан, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад
члан комисије, ментор