

НАЗИВ ФАКУЛТЕТА _____

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
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију:</p> <p>24.12.2020, Решењем бр. 012-199/27-2020, Декан Факултета техничких наука на предлог Наставно-научног већа Факултета Техничких Наука у Новом Саду.</p> <p>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:</p> <p>Др Никола Теслић, редовни професор, Рачунарска техника и рачунарске комуникације, изабран у звање 14.04.2011, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука;</p> <p>Др Мило Томашевић, редовни професор, Рачунарска техника и информатика, изабран у звање 15.07.2015, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет;</p> <p>Др Силвиа Гилезан, редовни професор, Теоријска и примењена математика, изабрана у звање 24.02.2005, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука;</p> <p>Др Миодраг Ђукић, доцент, Рачунарска техника и рачунарске комуникације, изабран у звање 25.09.2020, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука;</p> <p>Др Илија Башичевић, редовни професор, Рачунарска техника и рачунарске комуникације, изабран у звање 11.06.2019, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Марко, Мирослав, Поповић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>27.06.1992, Београд, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Факултет техничких наука, Рачунарство и аутоматика, Мастер инжењер електротехнике и рачунарства</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија</p> <p>2018, Рачунарство и аутоматика, Рачунарска техника и рачунарске комуникације</p>

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:

Формално верификована дистрибуирана софтверска трансакциона меморија отпорна на отказе (енг. Formally verified fault tolerant distributed software transactional memory)

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Докторска дисертација је написана на 75 страна и садржи 5 поглавља, списак литературе (48 цитата), списак алгоритама (9), списак слика (8), списак табела (3) и списак скраћеница (15). Садржај докторске дисертације је следећи:

- 1) Увод
- 2) Стање у области
- 3) DPSTM v3
- 4) Формална верификација DPSTM v3
- 5) Закључак

Предмет (проблем) истраживања, циљеви, и очекивани резултати (хипотезе) су изнети у Поглављу 1. Преглед релевантних радова у области дат је у Поглављу 2. Решење Дистрибуиране Пајтон софтверске трансакционе меморије отпорне на отказе трансакционих координатора (DPSTM v3) је претстављено у Поглављу 3. Формална верификација DPSTM v3 на основу њеног push/pull семантичког модела је дата у Поглављу 4. Напослетку, оригинални доприноси, могућности примене, предности и мане, и правци будућег рада су изнети у Поглављу 5.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У првом поглављу су јасно и прецизно дефинисани: предмет истраживања, циљеви, и очекивани резултати (хипотезе). Конкретно, предмет ове докторске тезе је развој формално верификоване дистрибуиране софтверске трансакционе меморије отпорне на отказе, која је детерминистичка и имплементирана као природно проширење постојећих апстракција програмског језика Пајтон, и чија је формална верификација урађена на основу њеног push/pull семантичког модела. Два главна циља тезе су: (1) полазећи од DPSTM v2 треба развити DPSTM v3 као следећи природан корак у DPSTM еволуцији, у ком се један ТС замењује паром ТС који раде у режиму водећи-пратећи (енг. master-slave mode, MSM), како би се обезбедила отпорност на отказе појединачних ТС, и (2) треба формално верификовати DPSTM v3 на основу њеног push/pull семантичког модела. Систем радних хипотеза ове докторске тезе је следећи: (1) могуће је конструисати дистрибуирани аутомат са коначним бројем стања за управљање паром координатора у режиму водећи-пратећи, (2) могуће је адаптирати детерминистички протокол за репликацију података, (3) могуће је конструисати процедуру за опоравак сервиса након отказа координатора, (4) могуће је конструисати одговарајући push/pull семантички модел и (5) могуће је доказати да су задовољени критеријуми коректности. Овај предмет је актуелан, изложени циљеви проистичу из предмета, а очекивани резултати (хипотезе) из тих циљева.

У другом поглављу је дато стање у области кроз преглед релевантних радова. У првом одељку је дат преглед, као својеврсна хроника, радова који су довели до развоја DPSTM v3, у другом одељку је дат преглед радова повезаних са њеном формалном верфикацијом, у трећем одељку је дат преглед њених могућих реалних примена, док је у четвртом одељку изложен приступ њеној експерименталној евалуацији. Изложени преглед стања у области јасно представља постојећа решења у области. Такође, наведене су разлике постојећих решења у односу на решење представљено у дисертацији, као и новине које уводи предложено решење у односу на постојећа анализирана решења.

У трећем поглављу је претстављено решење предмета (проблема) истраживања под називом DPSTM v3. По уобичајеном начину претстављања оваквих решења, ово поглавље је подељено на три одељка. У првом одељку је дат пројекат DPSTM v3, који обухвата DPSTM v3 архитектуру, DPSTM v3 API, и DPSTM v3 понашање (динамику). У другом одељку је дата DPSTM v3 имплементација, која обухвата решење дистрибуиране MS-FSM, решење дистрибуираног превазилажења отказа, решење прилагођеног репликационог протокола, решење процедуре за опоравак сервиса након отказа трансакционог координатора, и начин тестирања DPSTM v3 имплементације. У трећем одељку је дата експериментална евалуација DPSTM v3 која обухвата: решење тест апликације, опис тест мрежних конфигурација, опис коришћене експерименталне поставке, експерименталне резултате са дискусијом, и предности и ограничења примењене експерименталне евалуације. Експериментални резултати показују да: (1) да се пропусност система повећава супер-линеарно како се удео операција читања повећава од 0% до 100%, и (2) да је пропусност система за мрежну конфигурацију са колокацијом много боља од пропусности система за потпуно дистрибуирану мрежну конфигурацију.

У четвртном поглављу је изложена формална верификација DPSTM (v3 се у овом поглављу подразумева) на основу њеног push/pull семантичког модела. Ради прегледнијег излагања, ово поглавље је подељено на пет одељака. У првом одељку је претстављен генерални push/pull семантички модел и уведен дежурни пример трансакције. У другом одељку су дати интерни алгоритми PSTM, који реализују PSTM API. У трећем одељку су дати интерни алгоритми DSPTM, који реализују DPSTM API. У четвртном одељку је дат push/pull семантички модел (D)PSTM (исти модел важи за PSTM и DPSTM). У петом одељку су дати формални докази о испуњености критеријума коректности за релевантна push/pull семантичка правила.

У петом поглављу су јасно и прецизно изложени: оригинални научни доприноси који претстављају решења система хипотеза ове докторске тезе, могућности примене развијене DPSTM v3, предности и недостаци, и правци будућег рада.

Општа оцена је да је дисертација написана систематично, јасно и садржајно. Претстављено истраживање је спроведено ваљано, темељно и опсежно, уз коришћење актуелне литературе и актуелних решења проблема. Предложено решење је добро образложено, теоријски је утемељено, практично је реализовано и адекватно је евалуирано. Такође, на основу анализе резултата, закључује се да су претпостављене хипотезе потврђене.

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.

Рад у међународном часопису (M23):

Marko Popovic, Ilija Basicovic, Miodrag Djukic, Miroslav Popovic, "Fault Tolerant Distributed Python Software Transactional Memory," *Advances in Electrical and Computer Engineering*, vol. 20, no. 4, pp. 19-28, 2020.

Marko Popovic, Miroslav Popovic, Silvia Ghilezan, Branislav Kordic, "Formal Verification of Local and Distributed Python Software Transactional Memory," *Revue Roumaine des Sciences Techniques. Ser. Electrotechnique et Energetique*, vol. 64, no. 4, pp. 423-428, 2019.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33):

Miroslav Popovic, Marko Popovic, Silvia Ghilezan, Branislav Kordic, "Formal Verification of Python

Software Transactional Memory Serializability Based on the Push/Pull Semantic Model,” in Proc. 6th Conference on the Engineering of Computer Based Systems, Article No. 6, pp. 1-8, 2019. doi:10.1145/3352700.3352706

Branislav Kordic, Marko Popovic, Miroslav Popovic, Moshe Goldstein, Moshe Amitay, David Dayan, “A Protein Structure Prediction Program Architecture Based on a Software Transactional Memory,” in Proc. 6th Conference on the Engineering of Computer Based Systems, Article No. 1, pp. 1-9, 2019. doi:10.1145/3352700.3352701

Marko Popovic, Miroslav Popovic, Branislav Kordic, Ilija Basiccevic, “A Solution of Python Distributed STM Based on Data Replication,” in Proc. 27th IEEE Telecommunications Forum, pp. 1-4, 2019. doi: 10.1109/TELFOR48224.2019.8971069

Рад у националном часопису (M53):

Marko Popovic, Branislav Kordic, Miroslav Popovic, Ilija Basiccevic, “A Solution of Concurrent Queue on Local and Distributed Python STM,” Telfor Journal, vol. 11, no. 1, pp. 64-69, 2019. doi:10.5937/telfor1901064P

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљеви истраживања обухваћеног дисертацијом су успешно реализовани: (1) развијена је DPSTM v3 као следећи природан корак у DPSTM еволуцији, у ком се један ТС замењује паром ТС који раде у режиму водећи-пратећи, како би се обезбедила отпорност на отказе појединачних ТС, и (2) формално је верификована DPSTM v3 на основу њеног push/pull семантичког модела. Конструисана и верификована на овај начин, DPSTM v3 претставља једно решење предмета (проблема) ове докторске тезе. На основу истраживања изнетог у дисертацији и доступне литературе, може се констатовати да је DPSTM v3 прва формално верификована дистрибуирана софтверска трансакциона меморија отпорна на отказе, која је детерминистичка и имплементирана као природно проширење постојећих апстракција програмског језика Пајтон.

Главни резултати ове дисертације су: (1) дистрибуирани аутомат са коначним бројем стања за управљање паром трансакционих координатора у режиму водећи-пратећи, (2) адаптирани детерминистички протокол за репликацију података, и (3) процедура за опоравак сервиса након отказа координатора, (4) одговарајући push/pull семантички модел и (5) формални докази да су задовољени критеријуми коректности.

Претстављени резултати се могу користити како за академска, тако и у пољу индустријских истраживања. Резултати се могу посматрати у два аспекта. Са једне стране, демонстрирана је применљивост приступа формалној верификацији дистрибуираних софтверских трансакционих меморија употребом push/pull семантичког модела на примеру конкретне DSTM, а конкретан модел и докази могу послужити као мустре за формалну верификацију других DSTM. С друге стране, развијено је решење DSTM за програмски језик Пајтон, које је отпорно на отказе, и чија експериментална евалуација у лабораторији је показала да има задовољавајуће перформансе. С обзиром да је у данашње време Пајтон први на IEEE листи најпопуларнијих програмских језика, потенцијал применљивости овакве компоненте је веома висок.

Примарни апликациони домен развијене DPSTM v3 су свакако интелигентни уграђени системи засновани на IoT у ивичним мрежама Интерента, као што су паметне куће, аутомобили, итд. Међутим, шире гледано DPSTM v3 се може користити у широком опсегу апликационих домена, полазећи од великих симулационих програмских пакета као што је DEEPSAM пакет за фармацеутску индустрију, преко критичних инфраструктура као што су сајбер-физички системи и Интернет ствари, преко мрежних облака, до система за подршку науке о подацима и унапређеног образовања.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Анализом структуре и садржаја докторске дисертације закључено је да су истраживање и резултати представљени на концизан и критички начин који је у складу са темом дисертације. Тумачење резултата је аргументовано образложено, а изведени закључци проистичу из добијених резултата вишегодишњег истраживања, који су објављени на међународним скуповина и часописима, чиме се додатно потврђују.

Извештај о подударности са другом литературом изведен је са софтвером за детекцију плагијаризма (iThenticate) на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду, а који је показао 1% подударности.

Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE 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

Да, дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да, дисертација садржи све битне елементе.

По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Сва претходна истраживања у области дистрибуираних трансакционих меморија су се углавном односила на центре за податке у Интернет облацима, и као последица тога, решења мидлвера развијена у тим истраживањима су: (1) недетерминистичка, па тиме неодговарајућа за реално време, и (2) углавном су писана у програмским језицима Java и C++. На основу доступне литературе, чији преглед је дат у дисертацији, може се констатовати да је DPSTM v3 прва формално верификована дистрибуирана софтверска трансакциона меморија отпорна на отказе, која је детерминистичка и имплементирана као природно проширење постојећих апстракција програмског језика Пајтон, а тиме је применљива, пре свега, као компонента интелигентних уграђених система заснованих на Интернету ствари у ивичним мрежама Интернета, као што су паметне куће, аутомобили итд. Глобално гледано, с обзиром да је Пајтон у данашње време први на IEEE листи најпопуларнијих програмских језика, развој DPSTM v3 се може сматрати важним искорак. Поред тога, аутор дисертације је приступио проблему формалне верификације DPSTM v3 на оригинални начин, који се заснива на конструисању њеног push/pull семантичког модела и доказа задовољности критеријума коректности одговарајућих push/pull семантичких правила.

Као што је у дисертацији показано, главни оригинални доприноси науци ове дисертације су: (1) дистрибуирани аутомат са коначним бројем стања за управљање паром трансакционих координатора у режиму водећи-пратећи, (2) адаптирани детерминистички протокол за репликацију података, (3) процедура за опоравак сервиса након отказа координатора, (4) одговарајући push/pull семантички модел и (5) формални докази да су задовољени критеријуми коректности.

3. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
У дисертацији нису уочени битни недостаци који би негативно утицали на резултат истраживања.
X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
Да се докторска дисертација под насловом „Формално верификована дистрибуирана софтверска трансакциона меморија отпорна на отказе“ прихвати, а кандидату Марку Поповићу одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Председник:

др Никола Теслић
редовни професор

2. Члан:

др Мило Томашевић
редовни професор

3. Члан:

др Силвиа Гилезан
редовни професор

4. Члан:

др Миодраг Ђукић
доцент

5. Ментор:

др Илија Башичевић
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.