

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
<p>1. Датум и орган који је именовано комисију: Решење Декана Факултета техничких наука у Новом Саду, бр. 012-199/46-2021 од 25.11.2021. године, на основу одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука.</p>		
<p>2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i>:</p>		
1. Видаковић др Милан	редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика, 02.07.2014.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука Нови Сад		председник комисије
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Гилезан др Силвиа	редовни професор	Теоријска и примењена математика, 24.02.2005.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука Нови Сад		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Зарић др Мирослав	ванредни професор	Примењене рачунарске науке и информатика, 20.06.2018.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука Нови Сад		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Милосављевић др Александар	ванредни професор	Рачунарство и информатика, 15.01.2018.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Електронски факултет Ниш		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. Сладић др Горан	редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика, 13.09.2021.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука Нови Сад		ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

<p><b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Име, име једног родитеља, презиме: <b>Милош, Владан, Симић</b></li> <li>Датум рођења, општина, држава: <b>27.01.1990, Лозница, Република Србија</b></li> <li>Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: <b>Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Рачунарство и аутоматика, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - мастер.</b></li> <li>Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: <b>2015, Рачунарство и аутоматика</b></li> </ol>
<p><b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>  <b>Dynamic Formation of the Distributed Micro Clouds</b>  <b>Српски: Динамичко формирање дистрибуираног микро окружења у рачунарству у облаку</b></p>
<p><b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>  Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.</p> <p>Докторска дисертација написана је на 256 страна Б5 формата на енглеском језику. Главни део дисертације садржи 7 поглавља уз додатне сегменте за апстракт, резиме рада написан на српском језику, библиографију, биографију и план третмана података. Дисертација садржи 30 слика, 10 табела и 195 навода литературе. Кључна документацијска информација написана је на српском и енглеском језику.</p> <p>Докторска дисертација се састоји од следећих поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Увод</li> <li>Дистрибуирано рачунарство</li> <li>Преглед тренутног стања у области</li> <li>Модел дистрибуираног микро окружења рачунарства у облаку</li> <li>Прототипско решење</li> <li>Области примене решења</li> <li>Закључак</li> </ol>
<p><b>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p> <p>Докторска дисертација је организована у седам поглавља. У првом поглављу дат је опис мотивације истраживања са јасно дефинисаним истраживачким питањима и хипотезама. У другом поглављу дат је преглед основних принципа дистрибуираних система са фокусом на области које су важне за разумевање истраживања. Дат је преглед основних карактеристика дистрибуираних система. Наведени су основни проблеми у њиховој имплементацији, коришћењу и одржавању. Такође, представљени су репрезентативни примери дистрибуираних рачунарских система које се могу применити за ефикасно искоришћавање великог броја чворова у дистрибуираном систему. Разматран је концепт скалабилности у контексту примене у дистрибуираним системима. Показана је примена скалабилности на peer-to-peer и master-slave системима, као и протокола за опис група или заједница чворова који сарађују. Описане су основне технике виртуализације које се користе за постављање и конфигурирање како апликација, тако и инфраструктуре. Приказане су технике битне за распоређивање апликација и инфраструктуре у окружењу рачунарства у облаку. На крају, дате су основне разлике између дистрибуираних система и сличних система попут паралелног и децентрализованог рачунарства. Треће поглавље садржи приказ кључних елемената решења сличних истраживању реализованом у оквиру дисертације. Приказане су различите платформе где се међају или прилагођавају постојећа решења (попут Kubernetes и OpenStack) да би могли да раде у областима попут ивичног рачунарства и мобилног рачунарства. Дат је преглед имплементације релевантних платформи које користе чворове како би омогућили да се на њима изврши одговарајућа обрада или складиштење података. Показано је како чворови могу бити организовани по географским подручјима на зоне, али и како микро рачунарски центри за обраду података омогућују ефикасније искоришћавање</p>

рачунарства у облаку тиме што корисници могу да за одређене активности користи рачунарске ресурсе у непосредној близини, без приступа ресурсима рачунарства у облаку или да користе комбиновани модел. Потом је дат преглед релевантних модела за трансфер задатака са мобилних уређаја на ивичне чворове као и потенцијална примена оваквих решења. На крају овог поглавља наведено је поређење модела представљеног у овој дисертацији са другим сличним моделима.

У четвртом поглављу приказани су најважнији захтеви које треба задовољити како би се решили проблеми рачунарства у облаку који се односе на кашњење и обрада података у домену примене мобилних уређаја и интернета ствари (IoT). Предложен је модел заснован је на микро рачунарским центрима за обраду података који су зонски организовани, опслужујући локалне кориснике или кориснике у одређеној близини. Описана је архитектура предложеног решења, базирана на архитектури рачунарства у облаку која се састоји од кластера, региона и топологија. Показан је начин за динамичко формирање нових кластера, региона и топологија, као и начин на који њихово коришћење повећава доступност традиционалних апликација, апликација за мобилне уређаје или IoT апликација. Предложени модел ослања се на јасан модел поделе надлежности, усвојен из постојећих истраживања и прилагођен за нову трослојну архитектуру сачињену од рачунарства у облаку на највишем нивоу, микро рачунарства у облаку и корисничких апликација које користе услуге микро рачунарства у облаку. Решења базирана на представљеном моделу могу да служе као слој за обраду података на њиховом самом изворишту или у непосредној близини изворишта, али и као слој за заштиту приватности корисника и контролу садржаја који се шаље у облак. Представљени модел је проширив омогућујући тиме примену у различитим окружењима, при чему је омогућено дефинисање кластера различите величине у мањим или већим географским регионима, зависно од потреба у конкретном случају примене. Описано је на који начин корисници могу искористити нову инфраструктуру, модели апликација који могу бити дефинисани, као и начин расподеле сервиса на новоформирану инфраструктуру користећи описни односно дескриптивни модел уместо експлицитног слања команди систему. Показано је како се представљени модел може применити као саставни део постојећих система (као складиште информација о чворовима) или као основа за имплементацију потпуно нових система. Представљени су протоколи неопходни за формирање таквог система, моделирани користећи теорију типова сесија.

У петом поглављу описано је имплементирано прототипско решење засновано на предложеном моделу. Детаљно су описане функционалности и ограничења имплементираниог прототипског решења. Приказана је примена овог решења као слоја између рачунарства у облаку и крајњих корисника у складу са предложеним моделом расподеле надлежности. Изнети су резултати експеримената у контролисаном окружењу као и могућа ограничења решења. Такође, описане су области могуће примене овог система.

Шесто поглавље приказује употребљивост предложеног модела на примеру контроле саобраћаја и усмеравање амбулантних возила и медицинског особља до најближе болнице у граду Милану, Италија, захваћеним COVID-19 вирусом. Представљено је како би решење базирано на предложеном моделу могло да се искористи да помогне медицинском особљу при лечењу пацијената, али и истраживачима у бољем разумевању самог вируса.

Седмо поглавље представља последње поглавље дисертација. У овом поглављу сумирани су доприноси ове дисертације, дата су ограничења предложеног модела. На самом крају поглавља дат је преглед даљих праваца истраживања.

## **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 складу са *Правилма докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

### **Рад у врхунском међународном часопису (M21)**

**Simić M., Prokić I., Dedeić J., Sladić G. and Milosavljević B., "Towards Edge Computing as a Service: Dynamic Formation of the Micro Data-Centers," in IEEE Access, vol. 9, pp. 114468-114484, 2021, doi:**

10.1109/ACCESS.2021.3104475.

**Simić, M.**; Sladić, G.; Zarić, M.; Markoski, B. Infrastructure as Software in Micro Clouds at the Edge. Sensors 2021, 21, 7001. <https://doi.org/10.3390/s21217001>

**Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)**

**Simić, M.**, Stojkov, M., Sladić, G., Milosavljević, B. Edge computing system for large-scale distributed sensing systems. In: Konjović, Z., Trajanović, M., Zdravković, M. (Eds.) ICIST 2018 Proceedings Vol.1, pp.36-39, 2018.

**Simić, M.**, Stojkov, M., Sladić, G., Milosavljević, B., Zarić, M. On container usability in large-scale edge distributed system. In: Trajanović, M., Zdravković, M., Konjović, Z. (Eds.) ICIST 2019 Proceedings Vol.1, pp.97-101, 2019

**Simić, M.**, Stojkov, M., Sladić, G., Milosavljević, B. CRDTs as replication strategy in large-scale edge distributed system: An overview. In: Zdravković, M., Konjović, Z., Trajanović, M. (Eds.) ICIST 2020 Proceedings Vol.1, pp.46-50, 2020

**Simić, M.**, Sladić G., Milosavljević B.: A Case Study IoT and Blockchain Powered Healthcare , 8. PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology - ICET, Novi Sad: University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences , 8-10 June, 2017, pp. 1-4, ISBN 978-86-7892-934-2

**VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:**

У склопу докторске дисертације размотрен је проблем проширења рачунарства у облаку на модел који омогућава организацију локацијски дистрибуираних рачунарских ресурса на ефикасан начин тако да опслужује кориснике у непосредној близини. Добијени модел омогућава да ресурси буду описани инфраструктурним апстракцијама рачунарства у облаку уз тачно дефинисану поделу надлежности и јасан модел апликација које корисници могу да користе. Овако дефинисан модел могуће је понудити корисницима као било коју другу услугу рачунарства у облаку. Представљени модел дизајниран је на начин да буде проширив како би се задовољили специфични захтеви током примене у различитим случајевима коришћења.

**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 и прегледно. Формирани закључци у раду су поткрепљени одговарајућим теоријским анализама и резултатима истраживања. Резултати су приказани исцрпно и прегледно уз навођење претходних истраживачких резултата у овој области. Дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма iThenticate.

**Оцена начина приказа и тумачења резултата истраживања је позитивна.**

**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 конкретне одговоре на 3. и 4. питање:

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

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?  
**Дисертација садржи све битне елементе.**

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?  
**Оригиналан допринос дисертације се разлаже у три сегмента, први сегмент је конструкција модела са јасном поделом надлежности, по угледу на организацију рачунарства у облаку. Креирани модел је прилагођен другачијем окружењу извршавања, омогућујући развој софтверских решења прилагођених за дистрибуирано микро окружење у рачунарству у облаку. Други сегмент представља модел којим је представљена доступност и еластичност са мање кашњења, омогућавајући изградњу сервиса који се може понудити корисницима као било која друга услуга рачунарства у облаку. Трећи сегмент представља формално описан**

<b>модел погодан за проширивање како би се могао ефикасно применити у различитим случајевима коришћења.</b>	
4.	Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања? <b>Дисертација нема недостатке који утичу на резултате истраживања.</b>
<b>X ПРЕДЛОГ:</b>	
На основу наведеног, комисија предлаже:	
<b>Да се докторска дисертација Милоша Симића, под називом „Dynamic Formation of the Distributed Micro Clouds“ (срп. „Динамичко формирање дистрибуираног микро окружења у рачунарству у облаку“) прихвати, а кандидату одобри одбрана.</b>	

Нови Сад и 22.12.2021:

1. др Милан Видаковић, редовни професор  
\_\_\_\_\_, председник

2. др Силвиа Гилезан, редовни професор  
\_\_\_\_\_, члан

3. др Мирослав Зарић, ванредни професор  
\_\_\_\_\_, члан

4. др Александар Милосављевић, ванредни професор  
\_\_\_\_\_, члан

5. др Горан Сладић, редовни професор  
\_\_\_\_\_, ментор

**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 и да исти потпише.