

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН

22.05.2023. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата мастер инж. Александра Јовановића под насловом „Виртуелно колаборативно окружење за учење на даљину засновано на гејмификацији и блокчејн технологијама“, и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу, и могу се погледати до **21.06.2023. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Декан
Проф. др Драган Манчић



ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
 родитеља и име
 Јовановић (Миодраг) Александар

Датум и место рођења
 04.12.1990.г., Ниш

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
 У НИШУ**

Примљено 22.05.2023
Број
07/03-008/23-004

Основне студије

Универзитет
 Универзитет у Нишу

Факултет
 Електронски факултет

Студијски програм
 Рачунарство и информатика

Звање
 Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства за рачунарство и информатику

Година уписа
 2009

Година завршетка
 2013

Просечна оцена
 8,45/10,00

Мајстер студије, магистарске студије

Универзитет
 Универзитет у Нишу

Факултет
 Електронски факултет

Студијски програм
 Рачунарство и информатика

Звање
 Мајстер инжењер електротехнике и рачунарства за рачунарство и информатику

Година уписа
 2013

Година завршетка
 2014

Просечна оцена
 9,90/10,00

Научна област
 Рачунарске науке и инжењерство

Наслов завршног рада
 Развој безбедних видео игара применом Unity Game Engine алата

Докторске студије

Универзитет
 Универзитет у Нишу

Факултет
 Електронски факултет

Студијски програм
 Рачунарство и информатика

Година уписа
 2014

Остварен број ЕСПБ бодова

Просечна оцена
 10/10,00

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске
 дисертације
 Виртуелно колаборативно окружење за учење на даљину засновано на
 гејмификацији и блокчејн технологијама

Име и презиме ментора,
 звање
 Др Александар Милосављевић, редовни професор

Број и датум добијања
 сагласности за тему
 докторске дисертације
 07/03-014/22-006, 01.06.2022.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна
 196

Број поглавља
 7

Број слика (шема, графика)
 52

Број табела
 2

Број прилога
 0

**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>Aleksandar Jovanović, Aleksandar Milosavljević, "VoRtex Metaverse Platform for Gamified Collaborative Learning", Electronics, Vol. 11, Issue 3, January 2022, pp. 317, ISSN: 2079-9292, https://doi.org/10.3390/electronics11030317, IF=2.397 (2020), IF5=2.408 (2020).</p> <p><i>У раду је описана платформа за стварање виртуелних светова која пружа помоћне алате за изградњу образовних искустава у виртуелним световима и омогућава превазилажење граница између учења на даљину и држања наставе уживо. Развијена је софтверска архитектура на високом нивоу за платформу под називом Вортекс (енгл. VoRtex). Вортекс је првенствено дизајниран да подржи колаборативне активности учења унутар 3Д виртуелног окружења коришћењем гејмификације (учење кроз игру). За ову студију, спроведена је компаративна анализа Вортекс прототипа и неколико популарних платформи помоћу Маниен матрице. Циљ је био да се учесницима омогући да идентификују главне предности онлајн наставе користећи Вортекс платформу.</i></p>	M22
2	<p>Aleksandar Jovanović, Aleksandar Milosavljević, "Review of Modern Virtual Reality HMD Devices and Development Tools", Proceedings on 52nd International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies - ICEST 2017, Niš, Serbia, June 28-30, 2017.</p> <p><i>У раду је описан развој виртуелне стварности са акцентом на савремене уређаје и алате за развој апликација. Представљено је поређење популарних уређаја за персоналне рачунаре, десктоп и мобилне уређаје. Након тога је описано окружење за развој нативних, мултиплатформских и веб апликација. На крају, наведене су најбоље праксе и стандарди за развој софтвера и представљена је демо апликације помоћу уређаја виртуелне стварности.</i></p>	M33
3	<p>Aleksandar Jovanović, Aleksandar Milosavljević, "VoRtex Enterprise: Decentralized Virtual Reality Blockchain-based Platform", Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics, Vol. 18, Issue 1, 2019, pp. 57-77. ISSN: 1820-6417, https://doi.org/10.22190/FUACR1901057J.</p> <p><i>У раду је описана изградња платформи за развој децентрализованих виртуелних светова. Платформа укључује креирање садржаја и складиштење података. Предложена софтверска архитектура високог нивоа користи блокчејн мрежу која ће се користити за укључивање корисника у развој пројекта кроз сарадњу и дељење садржаја. Блокчејн ће се користити и за стварање безбедне и транспарентне мреже за сарадњу која ће награђивати активне кориснике за допринос коришћењем криптовалута. Након тога, представљена су безбедносна питања која су уобичајена у виртуелним световима и пословним платформама као што су приватност корисника и подаци, као и предности и ограничења предложеног приступа.</i></p>	M52
4.	<p>Aleksandar Jovanović, Aleksandar Milosavljević, "Pregled uređaja i okruženja za razvoj aplikacija virtuelne stvarnosti", Zbornik radova 61. konferencije ETRAN, Kladovo, 5-8. jun 2017., ISBN: 978-86-7466-692-0.</p> <p><i>У раду је описан развој виртуелне стварности са акцентом на уређаје и алате за развој апликација. Приказано је поређење популарних уређаја виртуелне реалности за персоналне рачунаре и мобилне уређаје. У раду су такође описана окружења за развој нативних, вишеплатформских и веб апликација виртуелне реалности. Представљене су најбоље праксе и стандарди за развој софтвера кроз развој апликација виртуелне реалности. На крају је представљена демо апликација укључујући детаље развоја самог решења.</i></p>	M63

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 -

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретању поступка за оцену и одбрану докторске дисертације на Електронском факултету у Нишу, утврђено је да кандидат Александар Јовановић, **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат Александар Јовановић доставио је Факултету доказ да је првопотписани аутор рада у часопису са SCI листе и да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу или факултет Универзитета у Нишу. На основу наведеног, Комисија предлаже покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација кандидата Александра Јовановића написана је на 196 страна текста А4 формата. Докторска дисертација, укључујући Увод, садржи седам поглавља која чине логичку целину и попис литературе. Поред тога, докторска дисертација садржи одговарајући кратак резиме на српском и енглеском језику, попис слика, попис табела и кратку биографију кандидата.

У уводном поглављу су представљени основни појмови и дефиниције о виртуелним окружењима, гејмификацији и блокчејн технологијама, описан је предмет и циљ истраживања, са примењеним методама и наведени су резултати истраживања.

Друго поглавље описује виртуелне светове кроз преглед радова и примере решења у различитим доменима индустрије. Уведени су основни појмови о виртуелној реалности и гејмификацији, као и о њеној примени унутар колаборативних окружења.

Треће поглавље описује блокчејн и Веб 3.0 технологије као и о њихову примену у различитим доменима индустрије. Представљени су различити типови блокчејн мрежа и описане су њихове предности и недостаци. Представљен је концепт метаверзума и веза између виртуелног окружења и блокчејна.

У четвртом поглављу су представљене методологије и описан је процес развоја иновативних решења. У овом поглављу су специфицирани захтеви за развој виртуелног света за образовање, као и основни елементи који чине такав виртуелни свет.

У петом поглављу представљена је предложена софтверска архитектура за колаборативно учење на даљину имплементирана кроз прототип виртуелног колаборативног окружења. Предложена софтверска архитектура је основа за израду виртуелних светова и система за учење. Кроз прототип решења описане су компоненте архитектуре као што су контрола приступа, аватари, микролекције, блокчејн интеграција и мрежни систем за комуникацију између корисника.

У шестом поглављу су представљени експерименти са друштвеним виртуелним световима у циљу анализе њихове примене у образовне сврхе. Имплементирани прототип виртуелног колаборативног окружења за учење је поређен са друштвеним виртуелним световима Vircadia и Sansar коришћењем матрице за упоредну анализу коју је развио Маниен. Поред тога, приказани су и резултати анализе развијеног прототипа у погледу корисничког искуства коришћењем UTAUT2 (енгл. Unified theory of acceptance and use of technology) и lean startup модела.

На крају, у седмом поглављу је дат закључак у виду резимеа резултата истраживања са предлозима и правцима будућег истраживања и унапређења предложеног система.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Комисија закључује да докторска дисертација кандидата Александра Јовановића представља квалитетан истраживачки рад и да садржи оригиналне резултате у области развоја виртуелних колаборативних окружења за учење заснованих на гејмификацији и блокчејн технологијама, као и потенцијал за практичну примену предложеног прототипа система заснованог на овим технологијама.

Истраживање је подељено на аналитички, практични и евалуациони део. Прво су истражене примена и карактеристике постојећих виртуелних колаборативних окружења. Затим је описана примена виртуелних колаборативних окружења унутар различитих домена. Након тога је истраживање фокусирано на примену виртуелних колаборативних окружења за учење и предложена је одговарајућа архитектура система. На основу предложене архитектуре је имплементиран прототип система. Имплементирани прототип омогућава праћење наставе унутар виртуелне учионице уз примену гејмификације и блокчејн технологија. Елементи гејмификације су достигнућа и напредак корисника, док су елементи блокчејна новчаник за чување токена и мотивацију корисника. За потребе поређења развијеног прототипа са сличним јавно доступним решењима коришћена је

Маниен матрица. Такође, приказана је анализа корисничког искуства у оквиру развијеног прототипа са корисницима из сфере образовања. Након тестирања, на основу резултата корисничког искуства, урађена је евалуација предложеног решења. Резултати научног истраживања су јасно наведени и описани.

Сви постављени циљеви из пријаве докторске дисертације у потпуности су остварени.

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

По оцени чланова Комисије, на основу истраживања, анализа, пројектовања, имплементације прототипа система и експерименталних резултата презентованих у дисертацији, најзначајнији доприноси дисертације Александра Јовановића су:

- преглед и анализа технологија за развој виртуелних колаборативних окружења,
- преглед и анализа постојећих виртуелних колаборативних окружења,
- предлог спецификације и архитектуре виртуелног колаборативног окружења за подршку учењу заснованог на гејмификацији и блокчејн технологијама,
- имплементација прототипа виртуелног колаборативног окружења за сарадњу више корисника унутар заједничког простора,
- предлог и имплементација ресурса за учење унутар виртуелног окружења,
- предлог система регулације ресурса између корисника виртуелног окружења коришћењем блокчејн технологија,
- предлог система за награђивање корисника унутар виртуелног окружења помоћу гејмификације и блокчејн технологија,
- предлог система заштите идентитета корисника унутар виртуелног окружења,
- предлог метода за развој 3Д симулација за подршку држању наставе унутар виртуелног колаборативног окружења коришћењем гејмификације и технологија виртуелне реалности,
- упоредна анализа ефикасности, заснована на експерименталном раду са виртуелним колаборативним окружењима, коришћењем захтева за учење на даљину и Маниен матрице за поређење карактеристика решења, као и
- преглед и евалуација корисничког искуства унутар анализираних виртуелних колаборативних окружења.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат Александар Јовановић је у току бављења научно-истраживачким радом и у процесу израде докторске дисертације показао самосталност и напредак у сагледавању обрађене проблематике, анализи актуелности у области виртуелних светова и блокчејн технологија, пројектовању и имплементацији одговарајућег прототипа и експерименталној верификацији резултата. Главни појмови истраживања су добро дефинисани и анализирани. Дисертација садржи све неопходне елементе научног истраживања и концизно је написана. Резултати истраживања су објављени у релевантним водећим међународним и домаћим научним публикацијама и самој дисертацији. Аутоматска анализа оригиналности текста дисертације спроведена на Унивезитету у Нишу показује низак ниво сличности са другим изворима у износу од 2%.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Докторска дисертација под насловом *Виртуелно колаборативно окружење за учење на даљину засновано на гејмификацији и блокчејн технологијама* кандидата Александра Јовановића садржи низ научних доприноса и приказује нови приступ у имплементацији виртуелних колаборативних окружења, тј. виртуелних светова за учење на даљину заснованих на гејмификацији и блокчејн технологијама. Резултати истраживања су објављени у релевантним часописима и конференцијама.

На основу значаја и актуелности обрађене проблематике и имајући у виду остварене резултате, Комисија закључује да је докторска дисертација кандидата Александра Јовановића под насловом *Виртуелно колаборативно окружење за учење на даљину засновано на гејмификацији и блокчејн технологијама* научно заснована и предлаже Научно-наставном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати дисертацију и одобри њену усмену одбрану.






КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовању Комисије

8/20-01-004/23-027

Датум именовања Комисије

11.04.2023.

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Дејан Ранчић, редовни професор	Универзитет у Нишу Електронски факултет	
	Рачунарство и информатика (Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
2.	др Александар Милосављевић, редовни професор	Универзитет у Нишу Електронски факултет	
	Рачунарство и информатика (Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
3.	др Александар Станимировић, доцент	Универзитет у Нишу Електронски факултет	
	Рачунарство и информатика (Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
4.	др Александар Димитријевић, доцент	Универзитет у Нишу Електронски факултет	
	Рачунарство и информатика (Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
5.	др Душан Гајић, ванредни професор	Универзитет у Новом Саду Факултет техничких наука	
	Примењене рачунарске науке и информатика (Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

12.05.2023. године, Ниш