

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Владимира М. Петровића**.

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду бр. 5006/12-3 од 25.03.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Владимира М. Петровића** под насловом:

“Примена виртуелних светова у истраживању теорије агената и инжењерском образовању”

односно на енглеском

“Application of Virtual Worlds in Agent Theory Research and Engineering Education”

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Владимир М. Петровић је уписао докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул Управљање системима и обрада сигнала, на Електротехничком факултету у Београду, школске 2012./2013. године. Све испите и наставне обавезе положио је са највишом оценом и тиме стекао право за подношење докторске дисертације на преглед и оцену.

Кандидат је 15.06.2021. године пријавио тему докторске дисертације.

Комисија за студије трећег степена је на седници одржаној 29.06.2021. године разматрала предлог теме за израду докторске дисертације и упутила Наставно–научном већу предлог за именовање Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

Наставно-научно веће је на 863. Седници (одржаној 06.07.2022. – 07.07.2022. године), одлуком 5006/12-1, именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације у саставу: др Жељко Ђуровић, редовни професор, др Александар Родић, научни саветник (Институт Михајло Пупин, Универзитет у Београду), др Јелица Протић, редовни професор. За менторе докторске дисертације именовани су: др Бранко Ковачевић, професор емеритус и др Коста Јовановић, доцент.

Комисија за студије трећег степена се на седници одржаној 06.10.2021. године сагласила да се Извештај комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације упути Наставно-научном већу на усвајање.

Наставно-научно веће је на 865. Седници (одржаној 12.10.2021. – 13.10.2021. године), усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на 21. седници (одржаној 04.11.2021. године) једногласно је донело одлуку којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације Владимира М. Петровића, под називом “Примена виртуелних светова у истраживању теорије агената и инжењерском образовању“ (број одлуке 61206-4492/2-21 од 04.11.2021. године).

Кандидат Владимир М. Петровић је 28.02.2022. године предао докторску дисертацију на преглед и оцену.

Комисија за студије трећег степена је на седници одржаној 08.03.2022. године, потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно–научном већу за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на 871. Седници (одржаној 15.03.2022. године,), именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (број одлуке 5006/12-3 од 25.03.2022. године) у саставу: др Бранко Ковачевић, професор емеритус (ментор), др Коста Јовановић, ванредни професор (ментор), др Александар Родић, научни саветник (Институт Михајло Пупин, Универзитет у Београду), др Жељко Ђуровић, редовни професор, др Јелица Протић, редовни професор.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Електротехнике и рачунарства, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. Даље, у ужем смислу, дисертација првенствено припада научној области Вештачка интелигенција.

Ментори докторске дисертације су: професор емеритус Бранко Ковачевић и ванредни професор Коста Јовановић. Оба ментора имају вишегодишње истраживачко и наставно искуство везано за низ тематика којима се бави докторска дисертација кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Владимир М. Петровић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, рођен је 16.07.1987. у Београду. Основну школу, завршио је у Земуну као носилац Вукове дипломе, да би потом завршио Математичку гимназију у Београду. Ментор матурског рада у Математичкој гимназији био му је др Нинослав Ђирић (Саобраћајни факултет у Београду). Током основног и средњошколског образовања освајао је бројне награде на такмичењима из математике, физике, историје и географије (на разним нивоима такмичења – од општинског до републичког). Члан је удружења *MENSA*.

На Електротехничком факултету у Београду дипломирао је 2011. године, да би на истом факултету завршио и мастер студије 2012. године на Одсеку за сигнале и системе. Ментор

дипломског, као и мастер рада био му је др Вељко Поткоњак, редовни професор. Докторске студије на модулу Управљање системима и обрада сигнала, Електротехничког факултета у Београду, уписује 2012. године. Обавио је све дефинисане обавезе и положио је све испите на докторским студијама, уз просечну оцену 10.00.

Од 2013. године до текуће 2022. године, Владимир М. Петровић је био запослен на Електротехничком факултету у Београду, прво као истраживач приправник, а потом и као истраживач сарадник. Био је ангажован на пројекту ресорног Министарства, под евиденционим бројем ТР35003, а под називом “Истраживање и развој амбијентално интелигентних сервисних робота антропоморфних карактеристика”. Такође, током 2017. године, кандидат је био ангажован на међународном пројекту *FS4SMIH*, који се финансирао у оквиру *I4MS* иницијативе *Horizon2020* оквирног програма. Током година је активно учествовао у раду и промоцији Електротехничког факултета, а током претходне две године (2020. – 2021.) учествовао је и у организацији пријемног испита у улози заменика руководиоца подкомисије за техничку организацију.

Током докторских студија, кандидат је активно посвећивао пажњу додатном усавршавању. Током септембра 2013. године боравио је на Универзитету у Цириху, у “Лабораторији за Вештачку Интелигенцију”, у оквиру чега је успешно завршио летњу школу под називом „*Embodiment and Morphological Computation*”. Током 2014. године са успехом је завршио летњу школу посвећену трансферу технологија и сродним темама, чији су организатори били *WIPO (World Intellectual Property Organization)*, *JRC (European Commission Joint Research Centre)* и други. Током 2016. године, кандидат је боравио на Техничком Универзитету у Дрездену, где је успешно завршио летњу школу посвећену сличним темама.

Владимир М. Петровић је аутор/коаутор 4 рада у часописима са импакт фактором, као и више радова на конференцијама међународног значаја. Самостални рад кандидата се у децембру 2018. године, нашао на листи 100 најпопуларнијих радова у читавој *IEEE eXplore* бази радова (која је у том тренутку обухватала готово 5 милиона радова). Носилац је награде ЕТРАН за најбољи рад младог аутора у области роботике и флексибилне аутоматизације. У тренутку писања овог документа, радови кандидата су цитирани 756 пута по индексној бази *Google Scholar*, односно 386 пута по индексној бази *Scopus*. Владимир М. Петровић је стални рецензент више угледних међународних часописа (*Journal of Intelligent and Robotic Systems*, *Machine Intelligence Research*, *Applied Computing and Informatics*, итд.), као и конференција (*IEEE SSCI*, *IEEE INDIN*, *IToOM RAAD*, итд.). Такође, већ четири године је члан програмског комитета (у улози позваног рецензента) еминентне *IEEE CoG (IEEE Conference on Games)* конференције коју организује *IEEE Computational Intelligence Society*. Главне области интересовања кандидата су теорија агената и вештачка интелигенција (којој теорија агената припада), уз примену истраживања у оквиру рачунарских игара, виртуелних окружења и виртуелних светова у целини, као и роботике.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација по форми и структури потпуно одговара Упутству за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду. Написана је на енглеском језику. Садржи укупно 100 страна. Делови дисертације су:

- Насловна страна на енглеском језику
- Насловна страна на српском језику

- Страна са информацијама о ментору и члановима комисије
- Изјава захвалности
- Стране са подацима о докторској дисертацији на енглеском језику
- Стране са подацима о докторској дисертацији на српском језику
- Садржај
- Листа табела
- Листа фигура
- Уводне напомене
- Текст рада по поглављима са пратећом библиографијом
- Биографија аутора
- Изјава о ауторству
- Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада
- Изјава о коришћењу.

Дисертација садржи 23 слике, 8 табела, као и богату библиографију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља уводни текст о концепту виртуелних светова. Циљ овог поглавља је да укратко упозна потенцијалне читаоце са фундаменталним појмовима, таксономијом и истраживачким потенцијалима везаним за ову област, а што је непоходно као основа за остатак дисертације.

Друго поглавље је посвећено агентима и њиховој улози у виртуелним световима. Између осталог, у овом поглављу је пружена детаљна анализа техника потребних за обликовање понашања агената, као и јединствени теоретски оквир изложених проблема. Може се приметити да вештачка интелигенција као област има дугу традицију, праћену изванредним достигнућима у деценијама иза нас. У исто време, током последњих пар деценија, били смо сведоци растућој популарности интерактивних рачунарских игара и мулти-корисничких виртуелних окружења, који су резултовали милионима корисника који су активни у овим виртуелним световима. Ово поглавље се бави пресеком области вештачке интелигенције и виртуелних светова, фокусирајући се на аутономне агенте и између осталог истражујући потенцијалне импликације ка агентима упоредивим са човеком. Поголавље нуди јединствени мултидисциплинарни приступ овој тематици, како би се обезбедио темељан и детаљан поглед на изложене проблеме и начин на који су они међусобно повезани. Бенифити који долазе од овакве врсте истраживања су двоструки – са једне стране, истраживање напредних агената у виртуелним световима је неопходан сегмент њихове даље еволуције, док са друге стране, виртуелни светови представљају одличну платформу за истраживања различитих проблема везаних за захтевну област вештачке интелигенције.

Поголавље 3 представља новоразвијени *AViLab (Agents Virtual Laboratory)* софтверски систем, специјално посвећен агентима. Већ поменути развој и повећана популарност интерактивних рачунарских игара и виртуелних светова генерално, привукла је током година пажњу истраживача из најразличитијих области. Из тих разлога, није изненађујуће што је образовни потенцијал ових виртуелних окружења (нпр., виртуелне лабораторије) од посебног значаја и интереса широј научној заједници, са бројним успешним примерима који долазе из различитих области, почевши од друштвених наука, па до НТИМ (наука, технологија, инжењерство, математика) дисциплина. Међутим, када се ради о теорији агената, која представља изузетно важан сегмент генералног истраживачког фокуса области вештачке интелигенције, приметно је одуство оваквих образовних алата.

Прецизније, постоји одређени недостатак виртуелних образовних система посвећених примарно агентима. Ово је била мотивација за развијање *AViLab gamified* система, као демонстрационог алата за образовне намене у већ поменутој области теорије агената. Развијени систем је детаљно приказан у овом поглављу. Тренутна верзија *AViLab* система, се састоји од више агената (развијених према агенди образложеној у поглављу), са циљем да се демонстрирају одређени увиди у фундаменталне структуре агената. Иако радни задатак који је наметнут агентима у суштини представља задатак “сакупљања”, сценарио у нашем систему је инспирисан рачунарским играма, како би се постигао што већи степен укључености у задатак од стране потенцијалних корисника, посматрача, или тест-субјеката. Ова врста задатака је одабрана због своје широке примењивости, како у сценаријима рачунарских игара, тако и у свакодневним сценаријима из реалног живота. Како би демонстрирали начин на који *AViLab* систем може да се користи, спроведен је пример експеримента, који је описан у поглављу. Поред своје демонстрационе улоге, *AViLab* систем такође има потенцијал да буде коришћен за истраживачке сврхе у областима теорије агената, вештачке интелигенције и вештачке интелигенције у рачунарским играма, посебно имајући у виду будуће екстензије система (укључујући додавање нових сценарија, напреднијих агената, итд).

Четврто поглавље је посвећено детаљнијој анализи образовних аспеката виртуелних светова. Посебан нагласак је дат концепту виртуелних лабораторија. Наиме, лабораторијске вежбе су изузетно битан аспект образовања у науци и инжењерству. Оне често представљају неизоставан део наставног курикулума и самог образовног процеса. Различите лабораторијске вежбе омогућавају студентима да стекну дубље увиде у теоријске основе, у исто време повезујући стечено теоретско знање са практичним применама. Стога, није изненађујуће да је њихова виртуелна алтернатива у фокусу научног интереса. За потребе анализе, дефинисани су евалуациони критеријуми непоходни за процену одабраних постојећих решења виртуелних лабораторија, који су детаљно образложени и описани у овом поглављу. Током истраживања концепта виртуелних лабораторија, специјалан нагласак је стављен на област роботике, зато што њена мултидисциплинарна природа даје солидне основе за дубље разумевање поменутих евалуационих критеријума и кључних идеја иза концепта виртуелних лабораторија.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација обрађује изузетно актуелне научне области. Наиме, дисертација се фокусира на два аспекта виртуелних светова. Централни аспект је истраживање агената у контексту виртуелних светова. Аутономни агенти имају широк опсег примене, од већ поменутих виртуелних светова, па све до конкретних апликација у реалном окружењу, попут роботике (у ширем контексту, готово сваки робот се може посматрати као агент). Други аспект тезе је потенцијал примене виртуелних светова у образовању у НТИ (наука, технологија, инжењерство) дисциплинама, са посебним нагласком на виртуелне лабораторије.

Истраживачки потенцијал виртуелних светова је препознат у многим истраживачким областима. Једна од тих области је и теорија агената, која је уједно и изузетно важан део области вештачке интелигенције. Наиме, виртуелни светови осим људи-корисника и артефаката који служе да моделују реалан или имагинаран свет (попут разних предмета, објеката, итд), обилују и агентима, односно програмираним ентитетима који их насељавају и интерагују са околином. Ти агенти се још називају (у буквалном преводу са енглеског) и неиграчки карактери (*NPCs – Non Player Characters*) и представљају главни предмет ове

дисертације. Поједностављено речено, агенти у виртуелним световима су сви карактери које не контролишу људи-корисници. Теорија агената представља изузетно важну тематику у области вештачке интелигенције. У суштини, иако се као и за већину научних области корени могу пронаћи даље у прошлост, вештачка интелигенција је релативно млада научна област чији се почетак везује за педесете године двадесетог века. Током претходних деценија, та област је доживела праву експанзију, те смо захваљујући томе, били сведоци формирања низа њених под-области, као и широком спектру апликација у којима су примењиване неке од метода вештачке интелигенције. Ипак, могло би се приметити, да је идеја развоја агената, односно њиховог аутономног понашања, стара колико и сама област вештачке интелигенције, те да самим тим на неки начин представља централну, тј. кључну тематику целокупне области.

Управо су виртуелни светови и препознати као идеална платформа за равој различитих врста агената. Последишно, агенти представљају изузетно значајан елемент даљег унапређивања и еволуције виртуелних светова – те се може рећи да је ова тематика изузетно актуелна. Рачунарска графика, ма колико напредна била, не може да до краја обезбеди круцијална побољшања у доживљају потенцијалног корисника, да не помењимо то да је у компетитивној “гејминг” индустрији напредна графика одавно постала подразумевана. Имајући то у виду, а како би се обезбедио наредни ниво реалистичног доживљаја у оквиру рачунарских игара и сличних виртуелних окружења, потребно је истраживачки фокус усмерити на понашање агената који насељавају те виртуелне светове. Дакле, могло би се закључити да анализа и развој ових агената има двоструки значај – како за сам развој и унапређивање виртуелних светова, тако је последишно и од изузетног значаја за саму област агената, односно у ширем смислу област вештачке интелигенције.

Још један значајан аспект виртуелних светова, представља њихова примена у образовању. Наиме, они су нашли своје место како у техничким, тако и у друштвеним областима. Оно што је од посебног интереса ове тезе, а надовезује се на све претходно написано, јесте примена у НТИ (наука, технологија, инжењерство) дисциплинама. У том смислу, првенствено се мисли на виртуелне лабораторије које су доживеле своју експанзију током претходних година, као значајан алат како у образовању студената, тако и у различитим истраживањима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Докторска дисертација садржи богату библиографију, јер је тематика коју покрива дисертација захтевала широк, мултидисциплинарни приступ, те су за синтезу резултата била потребна знања и савремена научна достигнућа из различитих области. Зарад боље прегледности, свако поглавље се завршава списком референци по абecedном редоследу, организованим у *APA* стилу. Посебна пажња је посвећена пажљивом и прецизном навођењу коришћене литературе. Најбројније референце су из области теорије агената, вештачке интелигенције и виртуелних лабораторија. Међу наведеном литературом у овим областима налазе се релевантне референце, почевши од основних идеја па до најновијих резултата публикованих у престижним међународним часописима и зборницима радова са конференција. На основу увида у тезу и анализе наведене литературе која броји 204 различите библиографске јединице, јасно је да су оригинални научни доприноси до којих је кандидат дошао стављени у коректан контекст, као и да је кандидат темељно и детаљно истражио научне области којима дисертација припада.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији су коришћене актуелне инжењерске и научне методе (засноване на релевантној литератури) које се тичу теорије агената, вештачке интелигенције, виртуелних светова, као и виртуелних лабораторија.

На систематичан начин је извршено:

- Проучавање и анализа доступне литературе и научних радова који се тичу виртуелних светова.
- Проучавање и анализа доступне литературе и научних радова који се тичу теорије агената.
- Проучавање и анализа доступне литературе и научних радова који се тичу виртуелних лабораторија и генерално употребе виртуелних светова у образовању, као и класификација различитих виртуелних лабораторија по дефинисаним критеријумима.
- Формирање мултидисциплинарног теоријског приступа проблематици агената и њиховог понашања у виртуелним световима.
- Проучавање и анализа различитих метода за обликовање понашања агената у виртуелним световима, као и имплементација, односно практична примена одабраних метода за потребе развоја софтверског система.
- Развијање и имплементирање оригиналног софтверског система за образовне намене, који омогућава демонстрацију теоријских основа теорије агената, кроз одабране задатаке.

3.4. Применљивост остварених резултата

Тематика којом се бави докторска дисертација је последњих година у изузетној експанзији. Оно што је приметно је да постоји врло јасан јаз између индустрије и академије, који је забележен и у литератури. Са једне стране академски, односно истраживачки приступ проблематици агената и алгоритми вештачке интелигенције који се користе су често или врло непрактични или потпуно непримењиви у виртуелним световима, а поготово ако имамо у виду захтеве у реалном времену. Са друге стране, приступ који користи комерцијално оријентисана “гејминг” индустрија је често претерано прагматичан и фали му теоријска основа и истраживачка форма, односно конекција са научним теоријама. Један од постављених циљева ове дисертације је био да тематици приђе са обе стране, стварајући на тај начин јединствену теоретску базу корисну за широк спектар стручњака из обе сфере. Такође, оно што је приметно у литератури је очигледан недостатак, односно мањак образовних софтверских система посвећених примарно теорији агената. У том смислу, развијени софтверски систем представљен у дисертацији представља изузетан допринос постојећој бази знања у релевантној области. Још један циљ ове дисертације који је остварен, јесте детаљна анализа виртуелних лабораторија, односно предности, мана, као и карактеристика оваквих образовних виртуелних система. Такође је извршена и њихова класификација према дефинисаним критеријумима.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Владимир М. Петровић је током својих докторских студија као и целокупног свог досадашњег рада показао све суштинске особине неопходне за научноистраживачки рад, као што су: аналитичко претраживање стручне литературе, разумевање и примена теоријских и практичних концепата, дефинисање научних проблема, систематичан приступ решавању постављених задатака, способност развоја симулационог софтвера, као и вештине анализе и обраде добијених резултата. Уз то, кандидат је показао изузетан ниво самосталности у свом научноистраживачком раду. Све наведено Комисија сматра изузетно важним особинама за даљи научни рад кандидата.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси докторске дисертације обухватају између осталог:

- Систематичан и детаљан преглед литературе, теоретских основа и постојећих решења у области теорије агената, области виртуелних светова, области виртуелних лабораторија и у пресецима ових области. (поглавља 1 – 4)
- Систематичан и детаљан приказ, као и критичка анализа метода неопходних за обликовање понашања агената у виртуелним световима. (поглавље 2)
- Формирање јединственог теоретског оквира и мултидисциплинарне анализе проблема везаних за аутономно понашање агената у виртуелним световима. (поглавље 2)
- Развој оригиналног симулационог софтверског система, намењеног визуелизацији и демонстрацији теоријских концепата теорије агената и увиду у фундаменталне структуре агената. Развој и моделовање различитих типова агената у оквиру поменутог система, заснованих на имплементацији одабраних алгоритама. (поглавље 3)
- Стварање ширег теоретског оквира, као и анализа предности и недостатака виртуелних светова као платформе за образовање у НТИ дисциплинама, са нагласком на виртуелне лабораторије. Анализа постојећих виртуелних лабораторија путем дефинисаних евалуационих критеријума (поглавље 4).

4.2. Кратка критичка анализа резултата истраживања

Научни доприноси представљени у секцији 4.1 представљају значајно унапређење постојеће базе знања доступне у литератури. Извршена је јединствена критичка анализа постојећих решења у области теорије агената, области виртуелних светова, области виртуелних лабораторија и у пресецима ових области.. Створена је јединствена мултидисциплинарна теоријска основа везана за проблематику агената и њиховог понашања у виртуелним световима. Развијен је и имплементиран оригиналан софтверски систем који је омогућио демонстрацију теоријских основа теорије агената, кроз одабране задатаке. Постигнути резултати су верификовани у еминентним научним часописима, што ће детаљно бити образложено у наредној секцији 4.3.

4.3. Верификација научних доприноса

Током истраживачког процеса, као директан резултат рада на овој дисертацији, објављено је више научних радова у еминентним међународним часописима, као и на међународним конференцијама. Овде ћемо навести само оне радове који су индексирани у базама *Scopus* и *Web of Science (WoS SCI list)*, као најрелевантније. Сви релевантни подаци везани за ове радове су наведени, укључујући и одговарајући (или последњи познати) импакт фактор часописа.

Главни доприноси публикованих часописних радова, који у исто време представљају и кључни материјал који подупиру ову докторску дисертацију су:

- Главни допринос рада [1] огледа се у развоју јединственог, оригиналног, *gamified* виртуелног софтверског образовног система за упознавање са основама теорије агената.
- Главни допринос рада [2] представља јединствену мултидисциплинарну студију о улози агената, њиховом аутономном понашању, као и интелигенцији, а у контексту виртуелних светова.
- Главни допринос рада [3] се огледа у јединственој анализи која се тиче тематике виртуелних лабораторија у НТИ (наука, технологија, инжењерство) дисциплинама.

Закључно са 28.03.2022., наведени радови су цитирани:

749 пута према *Google Scholar* бази,
односно **381 пут** према *Scopus* бази.

Такође је важно напоменути да се у децембру 2018. године, самостални рад кандидата [2] нашао на листи 100 најпопуларнијих радова у читавој *IEEE eXplore* бази радова (која је у том тренутку обухватала готово 5 милиона радова).

Научни доприноси који су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације су публиковани у следећим радовима класификованим по М категоријама по Правилнику Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије:

M21a

[1] V. Potkonjak, M. Gardner, V. Callaghan, P. Mattila, C. Guetl, **V. M. Petrović**, K. Jovanović, “Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering: a Review”, *Computers & Education (Elsevier)*, Vol. 95, pp. 309-327, 2016.

Journal impact factor '16 = 3.819

M21

[2] **V. M. Petrović**, „Artificial Intelligence and Virtual Worlds – Toward Human-Level AI Agents“, *IEEE Access*, Volume 6, pp. 39976-39988, 2018.

Journal impact factor '18 = 4.098

M22

[3] **V. M. Petrović**, B. D. Kovačević, “AViLab – Gamified Virtual Educational Tool for Introduction to Agent Theory Fundamentals”, *Electronics*, 11(3):344, 2022.

(section: *Computer Science & Engineering*; special issue: “*Virtual Reality & Scientific Visualization*”)

Journal impact factor '20 = 2.397

M33

[4] **V. M. Petrović**, „An Inexpensive Design of Agent's Behavior During a „Picking Task“ in a Simulated 2-D Virtual Game-Like Environment“, *Proceedings of the 2021 IEEE Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC 2021)*, pp. 16-20, May 2021.

[5] **V. M. Petrović**, B. Nikolić, K. Jovanović, V. Potkonjak, “Development of Virtual Laboratory for Mechatronic Systems”, *Advances in Robot Design and Intelligent Control (Proceedings of the 25th Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD 2016))*, Springer International Publishing AG, pp. 622-630, 2016.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

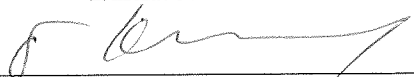
Комисија сматра да докторска дисертација **Владимира М. Петровића**, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „**Примена виртуелних светова у истраживању теорије агената и инжењерском образовању**“, односно на енглеском “**Application of Virtual Worlds in Agent Theory Research and Engineering Education**”, испуњава све суштинске и формалне услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

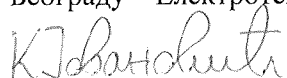
Докторска дисертација Владимира М. Петровића садржи научне доприносе који припадају примарно областима теорије агената и вештачке интелигенције, а у контексту виртуелних светова. Научни резултати дисертације су изузетно успешно верификовани публикацијама у престижним међународним часописима. Током израде докторске дисертације као и током целих докторских студија кандидат Владимир М. Петровић је показао изражену склоност, зрелост и способност за самостални научноистраживачки рад.


На основу свега изложеног, Комисија са посебним задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом „Примена виртуелних светова у истраживању теорије агената и инжењерском образовању“, односно на енглеском “Application of Virtual Worlds in Agent Theory Research and Engineering Education”, кандидата Владимира М. Петровића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

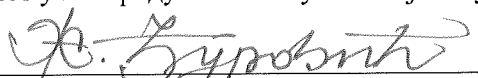
У Београду, 29.03.2022. године


ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Бранко Ковачевић, професор емеритус
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Коста Јовановић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Александар Родић, научни саветник
Универзитет у Београду – Институт Михајло Пупин


др Жељко Ћурковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Јелица Протић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет