

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Луке Петровића**

Одлуком 05-01 бр. 3/69-5 од 14.06.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену завршене докторске дисертације кандидата **Луке Петровића** под насловом

„Модел учења кроз игру заснован на Интернету интелигентних уређаја“

Након 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

Лука Петровић је докторске студије уписао 2017. године. Приступни рад на докторским студијама пријавио је 30.08.2019. године. Одлуком бр. 05-01 бр. 3/103-4 од 04.09.2019. године формирана је Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације. Приступни рад је одбрањен 23.09.2019. године.

Одлука о усвајању извештаја Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације донета је 11.12.2019. године, Одлука бр 05-01 бр.3/150-5. Одлуком Универзитета у Београду од 23.12.2019. године број: 61206-310/2-19 дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Луке Петровић под насловом „Модел учења кроз игру заснован на Интернету интелигентних уређаја“. Наставно-научно веће ФОН-а је одлуком бр. 05-01 бр. 3/159-1 од 25.12.2019. године одобрило израду докторске дисертације кандидата Луке Петровића.

Ментор др Душан Бараћ, редовни професор, је 07.06.2023. године известио Наставно-научно веће ФОН-а да је Лука Петровић завршио израду докторске дисертације. Наставно-научно веће ФОН-а је одлуком 05-01 бр. 3/69-5 од 14.06.2023. године именovalo Комисију за преглед и оцену завршене докторске дисертације.

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања дисертације је модел учења кроз игру заснован на интернету интелигентних уређаја (енг. Internet of Things, IoT). Циљ истраживања је развој модела учења кроз игру у интерактивном образовном окружењу који ће повећати интересовање студената и унапредити исходе учења. Развијени модел заснован је на технологијама свеприсутног рачунарства и интеграцији IoT, мобилних и технологија проширене стварности.

Докторска дисертација припада пољу техничко-технолошких наука, подручју информационих система и технологија и ужој научној области Електронско пословање, за коју је матичан Факултет организационих наука Универзитета у Београду. У дисертацији се обрађују теме из области електронског образовања, интернета интелигентних уређаја, паметних образовних окружења и примене учења кроз игру у образовању.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Лука Петровић, рођен је у Београду 1993. године. Завршио је 15. београдску гимназију 2012. године. Основне академске студије завршио је на Факултету организационих наука, смер Информациони системи и технологије одбраном завршног рада на тему "Развој едукативне игре засноване на Интернету интелигентних уређаја", 2016. године. Мастер студије на Факултету организационих наука, студијски програм Електронско пословање и управљање системима, студијска група Технологије електронског пословања, завршио је 2017. године са просечном оценом 10, одбраном мастер рада на тему "Развој паметног окружења за учење кроз игру". Тренутно је студент треће године докторских студија на Факултету организационих наука, студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент, студијска група Електронско пословање. Положио је свих девет испита на докторским студијама са просечном оценом 10 (десет).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је укупног обима од 114 страница. На основни текст се односи 78 страница, а преостали део на литературу, списак слика, табела и графикана, прилоге и основне биографске податке о кандидату. Текст дисертације садржи 19 слика и 17 табела, а коришћено је 345 литературних извора.

Докторска дисертација садржи теоријски и методолошко-емпиријски део. Структура теоријског дела изложена је у следећим целинама: Паметна образовна окружења, Учење кроз игру и Развој модела е-образовања заснованог на интернету интелигентних уређаја и учењу кроз игру. Методолошко-емпиријски део садржи евалуацију модела за учење кроз игру имплементираном у паметном образовном окружењу.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља и потпоглавља (без навођења трећег и четвртог нивоа означавања садржаја):

1 Увод

- 1.1 Дефинисање предмета истраживања
- 1.2 Циљеви истраживања
- 1.3 Полазне хипотезе
- 1.4 Методе истраживања

2 Паметна образовна окружења

- 2.1 Појам и дефиниција паметних окружења
- 2.2 Инфраструктура паметних окружења за учење
- 2.3 Технологије примењене у развоју паметних окружења за учење

3 Учење кроз игру

- 3.1 Појам учења кроз игру
- 3.2 Анализа постојећих система за учење кроз игру

4 Моделирање система за учење кроз игру применом интернета интелигентних уређаја

4.1	Анализа постојећих модела
4.2	Развој модела
5	Примена и анализа развијеног система
5.1	Пројектни задатак
5.2	Пројектовање решења
5.3	Имплементација решења
5.4	Методолошки оквир евалуације развијеног решења
5.5	Анализа резултата
6	Научни и стручни доприноси
7	Будућа истраживања
8	Закључак
9	Литература
10	Списак слика
11	Списак табела
12	Прилози
13	Основни биографски подаци о аутору

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном делу дисертације назначене су основне карактеристике паметних образовних окружења. Дат је осврт на области од интереса за развој модела е-образовања заснованог на технологијама интернета интелигентних уређаја у паметним образовним окружењима и учењу кроз игру. Описани су предмет дисертације, циљеви дисертације, научне хипотезе (главна, посебне и појединачне) и методе истраживања. Дата је структура и организација рада.

Друго поглавље обрађује релевантне појмове везане за паметна окружења за учење. Поглавље је подељено у три целине. У првом делу објашњава се појам и дефиниција паметних окружења. Дефинишу се и описују појмови паметних окружења и предности и недостаци примене у образовању. Други део другог поглавља обрађује инфраструктуру паметних образовних окружења, мобилне технологије. Трећи део другог поглавља обрађује област технологија присутних у паметним образовним окружењима. У овом поглављу анализирани су и представљени примери из стручне литературе из области интернета интелигентних уређаја.

Треће поглавље је посвећено учењу кроз игру. У овом поглављу су дефинисане едукативне игре. Дефинисане су карактеристике игара примењених у образовању, као и предности примене. У овом поглављу, наведене су примене едукативних игара реализоване напредним технологијама и дати су примери из праксе.

Четврто поглавље се бави дефинисањем модела е-образовања заснованог на интернету интелигентних уређаја у паметним образовним окружењима и учењу кроз игру. Представљена је архитектура модела и дефинисани су атрибути који описују ентитете у оквиру модела. Развој модела се посматра кроз фазе. Дефинишу се ентитети за постављање оквира модела и описују компоненте модела. Посебан акценат се ставља на примену концепта учења кроз игру у паметним окружењима заснованим на интернету интелигентних уређаја. Дефинишу се оквир, софтверска инфраструктура, сервиси, педагошки приступи е-образовању. У оквиру овог поглавља приказан је оквир за реализацију модела док је на крају поглавља модел евалуиран кроз анализу модела.

У петом поглављу је детаљно приказана имплементација и примена развијеног модела кроз истраживање. Истраживање се ослања на модел предложен у четвртом поглављу. Истраживање као облик учења користи технологије интернета интелигентних уређаја. Њихова примена у процесу учења помаже студентима да повећају ниво знања и интересовање за учење.

У шестом поглављу дат је преглед научних и стручних доприноса дисертације. Седмо поглавље се односи на будућа истраживања. Закључак је изведен у осмом поглављу.

Списак литературе садржи релевантне референце за област дисертације и дат је у деветом поглављу. У десетом и једанаестом поглављу дати су спискови слика, табела и графика из дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет дисертације припада актуелним областима развоја концепта паметних окружења за учење и учења кроз игру. Примарно се истражују примене учења кроз игру у факултетском образовању који су адекватни за примену у оквиру паметних учионица као и концепт интернета интелигентних уређаја у оквиру паметних учионица.

Савременост и оригиналност докторске дисертације се огледа кроз представљање иновативног модела учења кроз игру заснованог на примени интернета интелигентних уређаја, као интегралног дела образовног процеса, који може да побољша квалитет образовања, позитивно утиче на исходе учења и мотивацију студената. Модел описан у дисертацији омогућава примену савремених педагошких приступа заснованих на интеграцији мобилних и технологија проширене реалности у паметна образовна окружења.

У савременој литератури, паметна образовна окружења представља важну технолошку и научно-истраживачку област. Бројне образовне институције активно уводе нове сервисе за наставу и учење који се заснивају на примени напредних информационих технологија, као интегрални део традиционалног образовног процеса или у оквиру преласка на учење на даљину. Међутим, анализа актуелне научне литературе указује на недостатак истраживања у области развоја иновативних сервиса паметних образовних окружења и њиховој интеграцији са системима за електронско учење.

На основу изложеног, може се закључити да докторска дисертација доноси новине у односу на постојеће стање и отвара простор за даља истраживања.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Последњих година вршена су значајна истраживања у области примене интернета интелигентних уређаја, мобилних технологија, друштвених медија и паметних образовних окружења у образовању. Велики број истраживања из наведених области пружила су основ за развој модела представљеног у дисертацији. Докторска дисертација садржи укупно 344 литературних навода. За израду докторске дисертације коришћена је обимна, значајна и актуелна литература која је публикована у референтним светским часописима или зборницима радова. Коришћена литература је адекватна дефинисаном предмету истраживања и његовом садржају.

У првом делу дисертације дат је преглед теоријског оквира паметних образовних окружења (Cook & Das, 2004; Dron, 2018; EL Mrabet & Ait Moussa, 2017a; Gubbi et al., 2013; Jin et al., 2014; Suo et al., 2009; Tu, 2021). Анализиране су технологије за развој паметних образовних окружења, укључујући IoT, мобилне технологије, проширену реалност (Gervail & Le Ru, 2016; Gurjar et al., 2016; Kilani et al., 2018; Martin Gutierrez & Meneses Fernandez, 2014; Ristic et al., 2015; Ying Wang et al., 2018; Xu et al., 2015). Затим, дата је свеобухватна анализа концепата, приступа и резултата примене учењу кроз игру (Eltahir et al., 2021; Husnanda & Ikhsan, 2021; Krath et al., 2021; Labus, 2012; Plass et al., 2015; Qian & Clark, 2016; Tapingkae et al., 2020; Tigelaar & Sins, 2021; Yadav & Oyelere, 2021).

Претходно обрађене области у дисертацији су послужиле као основ за развој модела учења кроз игру заснованог на технологијама интернета интелигентних уређаја у паметним образовним окружењима. Примарни циљ модела је да унапреди процес учења, тако да учење буде ефикасно и ефективно. Према моделу, у окружењу паметне учионице у оквиру које се примењује концепт учења заснованог на технологијама интернета интелигентних уређаја, на основу дефинисаних критеријума спроводи се поступак е-образовања.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради дисертације коришћено је више општих и посебних научних метода. У појединим поглављима кључне су биле следеће научне методе:

- У уводном делу за дефинисање проблема, предмета, циљева истраживање и хипотеза примењена је хипотетичко-дедуктивна метода.
- У теоријском делу дисертације (поглавља 2 и 3) коришћене су методе прикупљања и анализе постојећих научних резултата и достигнућа. Овде је примењена аналитичко-дедуктивна метода и синтеза.
- У четвртном поглављу коришћена је метода моделирања система за учење кроз игру у паметним образовним окружењима уз интеграцију са технологијама интернета интелигентних уређаја. У овом поглављу примењена је аналитичко-дедуктивна метода и метода конкретизације за обликовање модела учења кроз игру помоћу технологија интернета интелигентних уређаја, мобилних технологија и проширене стварности.
- У емпиријском делу дисертације (поглавље 5), подаци су прикупљени одговарајућим тестовима и мерењем релевантних физичких параметара. Квалитет имплементације модела учења кроз игру у паметним образовним окружењима је оцењиван на основу објективних и субјективних метрика. Анализа добијених резултата спроведена је статистичким методама.
- Дискусија резултата истраживања и закључци изведени су коришћењем метода индукције, генерализације и компарације са резултатима сличних истраживања.

Резултати истраживања су презентовани текстуално, описивањем, објашњавањем и дискутовањем, са мноштвом илустрација (табела и слика). Истраживање је интердисциплинарно, јер обухвата информатику, рачунарство, социологију, педагогију, психологију, статистику и сл.

На основу анализе докторске дисертације може се закључити да су примењене научне методе и технике адекватне, по свом значају и структури, проблему, предмету и циљевима истраживања. Такође, процедура имплементације модела учења кроз игру у паметним образовним окружењима и методологија емпиријског истраживања су јасно и прецизно описане, тако да се експерименти и истраживања могу поновити, а добијени резултати проверити.

3.4. Применљивост остварених резултата

Развијени модел учења кроз игру заснован на технологијама интернета интелигентних уређаја у паметним образовним окружењима може се успешно имплементирати у образовном процесу за реализацију различитих активности учења. Предложени модел учења кроз игру који се ослања на концепт интернета интелигентних уређаја представља основ за унапређење његове садржајне и функционалне структуре.

Опис имплементираног и евалуираног модела учења кроз игру може послужити као добра пракса, што може побољшати ефикасност и ефективност учења. Резултати докторске дисертације могу афирмисати увођење модела учења кроз игру базираног на концепту интернета интелигентних уређаја доделом различитих стратегија учења у образовни систем. Овакав приступ може побољшати квалитет наставног процеса и обогатити га.

С обзиром на општост развијеног модела исти је могуће применити у различитим контекстима факултетског образовања. Поред тога, модел је флексибилан за реализацију са аспекта стратегија учења које се могу користити у процесу учења, као и критеријума према којима примена сервиса интернета интелигентних уређаја одлучује о начину на који треба да спроведе процес е-образовања на ефикасан начин. Концепт евалуиран у дисертацији би могао подржати научни и стручни интерес за развој модела учења кроз игру заснованог на технологијама интернета интелигентних уређаја који се интегрише и са другим технологијама учења попут мобилног учења или технологија проширене реалности.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Области научног интересовања Луке Петровића су учење кроз игру, електронско образовање, паметна образовна окружења и мобилне технологије.

Током израде докторске дисертације Лука Петровић је показао способности критичког сагледавања достигнутог нивоа сазнања из предмета дисертације, структурирања проблема истраживања, обликовања теоријског оквира истраживања и развоја модела учења кроз игру заснованог на технологијама интернета интелигентних уређаја. Развијени модел је реализован са студентима Факултета Организационих Наука. Креативност и иновативност кандидата испољени су и приликом операционализације предмета истраживања, конструката и варијабли, избору индикатора и развоју мерних скала за евалуацију обликованог модела електронског учења. Потврђене су способности кандидата да адекватно интерпретира, уопштава и дискутује резултате истраживања.

Лука Петровић је током докторских студија објавио седам радова: два рада су објављена у часописима са импакт фактором категорија M21a и M22, четири рада су објављена на конференцијама међународног значаја, а један рад је објављен у часопису националног значаја.

Претходно наведено потврђује оцену да кандидат Лука Петровић поседује потребно знање и искуство за самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕН НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Најзначајнији допринос ове докторске дисертације је развој модела за учење кроз игру заснованог на интернету интелигентних уређаја који ће повећати заинтересованост студената и исход учења. Очекивани научни доприноси резултата планираног истраживања огледају се у:

- развоју модела учења кроз игру заснованог на интернету интелигентних уређаја;
- развоју новог методолошког поступка за учење кроз игру заснованог на интернету интелигентних уређаја;
- формалном опису система за учење кроз игру заснованог на примени интернета интелигентних уређаја;
- анализи метода развоја система за учење кроз игру;
- моделу интеграције IoT-а, проширене стварности и учења кроз игру;
- моделу интеграције система за учење кроз игру применом интернета интелигентних уређаја са системима за учење на даљину;
- развоју методолошких поступака за оцену перформанси система за учење кроз игру применом интернета интелигентних уређаја.

Очекивани стручни доприноси планираног истраживања огледају се у следећем:

- утврђивању могућности развоја система за учење кроз игру применом интернета интелигентних уређаја;
- развоју инфраструктуре интернета интелигентних уређаја за учење кроз игру употребом микро-рачунара, микро-контролера и мобилних уређаја;
- развоју мобилне апликације за интеракцију са развијеним системом;
- развоју IoT инфраструктуре система за учење кроз игру;
- развоју веб апликације за управљање системом за учење кроз игру;
- прегледу и анализи технологија потребних за имплементацију система за учење кроз игру применом интернета интелигентних уређаја;

Друштвени доприноси резултата истраживања односе се на могућност решавања различитих друштвених проблема, од којих су најважнији:

- афирмација увођења модела за учење кроз игру заснованог на интернету интелигентних уређаја са циљем примене активног учења и повећања интересовања студената;
- утврђивање потенцијала за унапређење интересовања студената усвајањем модела за учење кроз игру засновану на интернету интелигентних уређаја;
- могућност коришћења резултата истраживања од стране других институција са циљем ефикаснијег спровођења интеграције модела за учење кроз игру.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији развио модел учења кроз игру заснован на технологијама интернета интелигентних уређаја. Полазне основе за развој модела били су постојећи научни резултати и проблеми идентификовани у литератури. Анализирана је обимна литература, различите методе и технике у области учења кроз игру и технологијама интернета интелигентних уређаја.

Резултат истраживања је модел учења кроз игру заснован на технологијама интернета интелигентних уређаја. Развијени модел је применљив у паметним образовним окружењима у развоју, развијеним образовним окружењима и е-образовним окружењима. Резултати ове докторске дисертације доприносе формализацији и стандардизацији процеса пројектовања и имплементације модела учења кроз игру заснованог на технологијама интернета интелигентних уређаја.

Радови објављени у истакнутим међународним часописима индексирани на SSCI листи (M20):

1. Petrović, L., Stojanović, D., Mitrović, S., Barac, D., and Bogdanović, Z., (2022) Designing an extended smart classroom: An approach to game-based learning for IoT, Computer applications in engineering education. 30(1): 117– 132, ISSN: 1061-3773, IF(2021)=2.109 (M22)
2. Stojanović, D., Bogdanović, Z., Petrović, L., Mitrović, S., Labus, A. (2020) Empowering learning process in secondary education using pervasive technologies, Interactive Learning Environments, ISSN:1049-4820, DOI:10.1080/10494820.2020.1806886, IF(2021)=4.965, (M21a)

Радови објављени у зборницима међународних научних скупова (M30):

1. Petrović, L., Stojanović, D., Labus, A., Bogdanović, Z., Despotović-Zrakić, M. (2017) Harnessing Edutainment in Higher Education: an example of an IoT based game, In: The 12th International Conference on Virtual Learning ICVL 2017. University of Bucharest and “L. Blaga” University of Sibiu, Sibiu, Romania - Europe, pp. 318-324. ISBN 1844-8933 (M33)

2. Petrović, L., Stojanović, D., Labus, A. (2018) Development of an educational game: Augmented reality approach to edutainment, In: XVI International symposium Doing Business in the Digital Age: challenges, approaches and solutions SymOrg 2018. Faculty of organizational sciences, 7-10 June 2018, Zlatibor, pp. 96-107. ISBN 978-86-7680-361-3 (M33)
3. Stanisavljević, N., Stojanović, D., & Petrović, L. (2022). Open Innovation and Crowdsourcing: Challenges and Opportunities for Serbian Railways. E-Business Technologies Conference Proceedings, 2(1), 36–41. 23-24 June 2023, Belgrade, Serbia, Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/137> (M33)
4. Petrović, L., Stojanović, D., Živojinović, L., & Đurđević, B. (2023). IoT Game-based Learning Model in Education. E-Business Technologies Conference Proceedings, 3(1), 271–275. 15-17 June 2023, Belgrade, Serbia, Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/176> (M33)

Радови објављени у часописима националног значаја (M50):

1. Petrović, L., Jezdović, I., Stojanović, D., Bogdanović, Z., Despotović-Zrakić, M. (2017) Development of an educational game based on IoT, International Journal of Electrical Engineering and Computing, Faculty of Electrical Engineering at the University of East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp. 36-45, ISSN: 2566-3682 doi: <http://dx.doi.org/10.7251/IJEEC1701036P> (M53)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Предмет ове дисертације је истраживање могућности развоја модела учења кроз игру заснованог на технологијама интернета интелигентних уређаја. Главне научне доприносе ове докторске дисертације представљају: развој модела учења кроз игру примењљивог у паметним образовним окружењима који се заснива на концепту интернета интелигентних уређаја; методологија пројектовања модела и развој архитектуре и инфраструктуре модела; примена модела за унапређење процеса учења у паметним образовним окружењима; интеграција модела са системима за учење; пружање подршке студентима и професорима учесницима модела; развој методолошког поступка за имплементацију модела.

Резултати истраживања из докторске дисертације објављени су у седам радова, од којих су два објављена у часописима са импакт фактором, категорија M21a и M22. Кандидат је први аутор у раду објављеном у часопису међународног значаја са импакт фактором категорије M22.

Рад на овој дисертацији резултовао је и низом стручних доприноса, од којих су најважнији: систематизација литературе о учењу кроз игру, технологијама интернета интелигентних уређаја, мобилним технологијама, проширеној стварности и паметним образовним окружењима, у циљу повећања ефикасности и ефективности учења; анализа искоришћености потенцијала е-образовања у паметним образовним окружењима; повећање мотивисаности професора и студената за коришћење предности паметних образовних окружења; анализа ефикасности процеса учења у паметним образовним окружењима и ефективности учења.

С обзиром на постигнуте резултате, комплексност, актуелност и интердисциплинарност обрађене теме, ова дисертација задовољава највише критеријуме и показује способност кандидата Луке Петровића за научноистраживачки рад.

На основу наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука да се докторска дисертација под називом „Модел учења кроз игру заснован на Интернету интелигентних уређаја“ кандидата Луке Петровића прихвати, изложи на увид јавности и, потом, упуту на коначно усвајање Већу научних области техничко-технолошких наука Универзитета у Београду.

Датум: _____

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Божидар Раденковић

Редовни професор

Универзитет у Београду Факултет организационих наука

Др Зорица Богдановић

Редовни професор

Универзитет у Београду Факултет организационих наука

Др Саша Лазаревић

Редовни професор

Универзитет у Београду Факултет организационих наука

Др Душан Савић

Ванредни професор

Универзитет у Београду Факултет организационих наука

Др Наташа Бојковић

Редовни професор

Универзитет у Београду Саобраћајни факултет
