

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ОРГАНИЗАЦИОНИХ НАУКА

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији
кандидата Уроша Шошевића

Одлуком 05-01 бр. 3/64-3 од 11.05.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Уроша Шошевића под насловом

„Софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система“

и на основу тога подносимо следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Урош Шошевић је 2013. године уписао докторске студије на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду (студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент).

Након што је положио све предвиђене испите, кандидат је 03.05.2018. године пријавио Приступни рад на докторским студијама. Одлуком 05-01 бр. 3/102-10 од 11.07.2018. године, формирана је Комисија за преглед и одбрану Приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације. За ментора Приступног рада је именован проф. др Душан Старчевић. Приступни рад под насловом „Софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система“ одбрањен је 17.09.2018. године.

Одлука о усвајању извештаја Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације донета је на Наставно-научном већу Факултета организационих наука 10.10.2018. године, 05-01 бр. 3/161-5. Одлуком Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду од 29.10.2018. 02 бр. 61206-4726/2-18 дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације Уроша Шошевића под називом „Софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система“. Наставно-научно веће Факултета организационих наука је одлуком 05-01 бр. 3/189-8 од 31.10.2018. године одобрило израду докторске дисертације кандидата Уроша Шошевића. За ментора је именован проф. др Душан Старчевић.

Ментор др Душан Старчевић, професор емеритус је 05.05.2022. године известио Наставно-научно веће Факултета организационих наука да је Урош Шошевић завршио израду докторске дисертације. Наставно-научно веће Факултета организационих наука је одлуком 05-01 бр. 3/64-3 од 11.05.2022. године именovalo Комисију за преглед, оцену и одбрану завршене докторске дисертације у саставу:

1. др Душан Старчевић, професор емеритус Факултета организационих наука, Универзитет у Београду
2. др Дејан Симић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитет у Београду
3. др Бошко Николић, редовни професор Електротехничког факултета, Универзитет у Београду

1.2. Научна област дисертације

Задатак истраживања у оквиру ове докторске дисертације је испитивање могућности реализације мултимодалних биометријских система коришћењем готових и доступних компонената система развојем и увођењем нове физичке компоненте, софтверског оквира за развој мултимодалних биометријских система, која би омогућила и интероперабилност између елемената система. Наведени приступ омогућује реализацију биометријских система високе прецизности и поузданости, уз задржавање осетно нижих имплементационих трошкова у односу на конвенционалан развој информационог система.

Докторска дисертација припада научној области техничке науке, подручје организационих наука и ужој научној области информационе технологије.

Ментор др Душан Старчевић, проф. емеритус поседује одговарајуће компетенције за вођење дисертације у виду објављених радова у научним часописима међународног значаја из области информационих система као изборног подручја и информационих технологија као уже научне области. Одговарајући научни радови ментора су наведени приликом пријаве теме докторске дисертације кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Урош Шошевић је рођен 19.8.1987. године у Београду. Држављанин је Републике Србије. Завршио је Десету београдску гимназију 2006. године и одмах потом се уписује на Факултет организационих наука, Универзитета у Београду. Дипломирао је 12.10.2011. године на студијском програму Информациони системи и технологије, са просечном оценом 8,27 и одбрањеним дипломским радом под називом „Примена open source решења у препознавању гласа“. Исте године уписује мастер студије на Факултету организационих наука, студијски програм Информациони системи и технологије, модул Информационе технологије. Дипломске академске-мастер студије завршава 2013. са просечном оценом 10 и одбрањеним мастер радом под називом „Развој комуникационих протокола за интеграцију унимодалних биометријских решења“. У новембру 2013. године, Урош Шошевић је уписао докторске студије на Факултету организационих наука, студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент – модул Информационе технологије. На докторским студијама је успешно положио све испите са просечном оценом 10.

Од 2012. године је запослен на Факултету организационих наука као сарадник у настави, а од 2014. ради у звању асистента при Катедри за информационе технологије. Ангажован је на предметима Основе информационо комуникационих технологија, Рачунарске мреже и телекомуникације, Мултимедији, Мултимедијална продукција, Мобилно рачунарство, као и на мастер студијама Напредне рачунарске мреже, Напредно мобилно рачунарство, Интеракција човек-рачунар, Дигитални медији и Биометријске технологије. За свој рад континуирано је оцењиван од стране студената са просечном оценом преко 4,2 на скали до 5. Учествовао је у реализацији домаћих и међународних научних пројеката. Објавио је више десетина радова на домаћим и међународним скуповима, као и научним часописима.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација има 129 страница, садржи 68 слика и графичких приказа, 27 табела и 106 литературних извора. На почетку дисертације дат је сажетак на српском и енглеском језику, а на крају дисертације налази се биографија и три обавезна прилога: Изјава о ауторству, Изјава о истовестности штампане и електронске верзије рада и Изјава о коришћењу.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља и потпоглавља:

1. Увод
 - 1.1. Проблем и предмет истраживања
 - 1.2. Циљ истраживања и полазне хипотезе
 - 1.3. Коришћене конвенције у тексту рада и терминологија
 - 1.4. Структура дисертације
2. Биометријске технологије
 - 2.1. Појам биометрије
 - 2.2. Биометријске особине, карактеристике и модалитети
 - 2.3. Биометријски системи
 - 2.3.1. Организација биометријских система
 - 2.3.2. Архитектура биометријског система и режими рада
 - 2.3.3. Употреба биометријског система
 - 2.4. Мултибиометријски системи
 - 2.5. Сажетак
3. Мултимодални биометријски системи
 - 3.1. Фузија биометријских података
 - 3.2. Складишта биометријских података
 - 3.3. Интероперабилност у мултимодалним биометријским системима
 - 3.4. Сажетак
4. Оквир за развој мултимодалних биометријских система
 - 4.1. Постојећи приступи решавању интероперабилности у мултимодалним биометријским системима
 - 4.2. Софтверски оквири отвореног кода за биометријско поређење
 - 4.3. MDA приступ пројектовању оквира за развој мултимодалних биометријских система
 - 4.3.1. Основне карактеристике архитектуре информационих система вођене моделима
 - 4.3.2. Особине оквира за развој мултимодалних биометријских система
 - 4.3.3. MDA приступ развоју мултимодалних биометријских система
 - 4.4. Обједињени модел оквира за развој мултимодалних биометријских система
 - 4.4.1. Структура обједињеног модела оквира за развој мултимодалних биометријских система
 - 4.4.2. Метамодел мултибиометријског система
 - 4.4.3. Основни метамодел мултимодалних биометријских система
 - 4.4.4. Ниво основе система
 - 4.4.4.1. Метамодел конфигурације биометријског система
 - 4.4.4.2. Метамодел интероперабилности биометријских података
 - 4.4.5. Ниво обраде
 - 4.4.5.1. Метамодел препроцесирања
 - 4.4.5.2. Метамодел складиштења
 - 4.4.5.3. Метамодел фузије
 - 4.4.5.4. Метамодел нормализације
 - 4.4.5.5. Метамодел аквизиције
 - 4.4.5.6. Метамодел екстракције карактеристика
 - 4.4.5.7. Метамодел формирања дигиталног репрезента биометријског податка
 - 4.4.5.8. Метамодел поређења
 - 4.4.5.9. Метамодел одлучивања
 - 4.4.6. Ниво управљања радом система
 - 4.4.6.1. Метамодел креирања специфичне конфигурације мултимодалног биометријског система
 - 4.5. Сажетак
5. Моделовање мултимодалних биометријских система
 - 5.1. Моделовање аквизиције
 - 5.2. Моделовање екстракције карактеристика
 - 5.3. Моделовање фузије
 - 5.4. Моделовање складиштења

- 5.5. Моделовање креирања специфичне конфигурације мултимодалног биометријског система
- 5.6. Сажетак
- 6. Предлог процеса развоја мултимодалних биометријских система
 - 6.1. Unified процес развоја софтвера
 - 6.2. Предлог проширења процеса развоја у контексту мултимодалних биометријских система
 - 6.2.1. Спецификација корисничких захтева
 - 6.2.2. Анализа
 - 6.2.3. Пројектовање
 - 6.2.4. Имплементација
 - 6.2.5. Тестирање
 - 6.3. Сажетак
- 7. ММБио – софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система
 - 7.1. Постојећа верзија ММБио софтверског оквира
 - 7.1.1. Пример имплементације заснован на постојећој верзији ММБио
 - 7.2. Предлог нове верзије ММБио софтверског оквира
 - 7.3. Функције софтверског оквира у процесу реализације интероперабилности
 - 7.3.1. Особине графа интероперабилности
 - 7.3.2. Анализа графа интероперабилности и креирање имплементационог модела
- 8. Примене софтверског оквира за развој мултимодалних биометријских система
 - 8.1. Студија случаја 1 – мултимодални идентификациони биометријски систем са 2 модалитета
 - 8.1.1. Опис специфичне конфигурације идентификационог мултимодалног биометријског система
 - 8.1.2. Приказ екрана идентификационог мултимодалног биометријског система
 - 8.1.3. Трошкови реализације система – ММБио оквир
 - 8.1.4. Трошкови реализације система – пројектни приступ
 - 8.2. Студија случаја 2 – мултимодални верификациони биометријски систем са 3 модалитета
 - 8.2.1. Опис конфигурације верификационог мултимодалног биометријског система
 - 8.2.2. Приказ екрана верификационог мултимодалног биометријског система
 - 8.2.3. Трошкови реализације система – ММБио оквир
 - 8.2.4. Трошкови реализације система – пројектни приступ
 - 8.3. Примена оквира за развој мултимодалних биометријских система у едукацији
 - 8.3.1. Дефиниција проблема
 - 8.3.2. ЕлБио едукативни софтвер
 - 8.3.3. Резултати истраживања и дискусија резултата
 - 8.4. Дискусија резултата истраживања
 - 8.5. Сажетак
- 9. Закључак
 - 9.1. Остварени научни и стручни доприноси
 - 9.2. Могућности примене
 - 9.3. Правци даљих истраживања
- 10. Литература

Докторска дисертација под називом „Софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система“ је организована у 10 поглавља.

Прво поглавље представља увод у оквиру које су изнети проблем и предмет истраживања, описани су циљеви истраживања и постављене су хипотезе које се испитују.

У оквиру другог поглавља представљена је област биометријских технологија. Представљена је и општа структура сваког биометријског система, као и посебна категорија - мултибиометријски

системи. Описани су различити начини интеграције мултибиометријских система, са нагласком на мултимодалне биометријске системе.

Треће поглавље је посвећено мултимодалним биометријским системима, као предмету истраживања, и њиховим специфичностима. Приказани су недостаци традиционалних унимодалних биометријских система и изложено је како их мултимодални приступ може ублажити. Дат је преглед различитих нивоа фузије биометријских података. Описане су и мултимедијалне базе мултимодалних биометријских података. Приказан је значај интероперабилности код мултимодалних биометријских система и дат је посебан осврт на могуће начине решавања овог проблема.

Четврто поглавље је посвећено оквиру за развој мултимодалних биометријских система. На почетку је дат опис проблема који се решава, као и преглед постојећих приступа решавању проблема интероперабилности у мултимодалној биометрији, са фокусом на софтверске оквири отвореног кода. Описан је MDA приступ и његова примена у развоју мултимодалних биометријских система. Изложен је предлог обједињеног модела оквира за развој мултимодалног биометријског система, његова структура и припадајући метамодел, као и елементи софтверског оквира.

У петом поглављу је приказано моделовање мултимодалних биометријских система. Детаљно су описана дефинисана проширења која се односе на домен биометријских система, а дати су и примери коришћења описаних концепата у процесу моделовања.

Шесто поглавље садржи методологију развоја мултимодалних биометријских система, засновану на Unified методологији развоја софтвера, са проширењем процеса развоја у контексту мултимодалних биометријских система.

Седмо поглавље је посвећено студији случаја - прототипу софтверског оквира за развој мултимодалних биометријских система, ММБио. Приказане су специфичности постојеће верзије, укључујући и њена ограничења, а затим је предложена унапређена верзија ММБио оквира са додатим функцијама за решавање проблема интероперабилности. Представљени су примери примене оквира за развој мултимодалних биометријских система: две студије случаја мултимодалних биометријских система у верификационом и идентификационом моду, као и примена развијеног оквира у домену образовања будућих инжењера за биометријске технологије.

У осмом поглављу је урађена евалуација резултата дисертације. На основу примера примене представљених у оквиру седмог поглавља изведени су одговарајући закључци, извршена је верификација постављених хипотеза и утврђена њихова заснованост.

У Закључку су сумарно представљени резултати истраживања до којих се дошло током израде ове дисертације. Изложени су научни и стручни доприноси, као и могућности примене предложених модела и решења у пракси. Приказане су и смернице за будућа истраживања.

У последњем поглављу налази се списак коришћених референци уређених по АПА стандарду.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Употреба биометријских карактеристика корисника у процесу утврђивања идентитета корисника у трансакцијама на рачунарским мрежама је значајно порасла, па се у првом плану налазе вишефакторски идентификациони системи, засновани на принципу утврђивања идентитета корисника истовременим коришћењем нечега што само корисник зна, нечега што

само корисник има и нечега што је део физичких или понашајних особина само тог корисника, односно биометријских карактеристика корисника. Ако се притом користи више различитих облика биометријских карактеристика корисника, онда се такви системи називају и мултимодални биометријски системи и за њих је карактеристично изузетно велика прецизност у доношењу закључака у вези тврђеног идентитета.

Докторска дисертација „Софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система“ кандидата Уроша Шошевића управо је посвећена проблему развоја и примене мултимодалних биометријских система са ниским трошковима имплементације. На основу вишегодишњег истраживања у подручју мултимодалних биометријских система кандидат је публиковао више оригиналних радова у рецензираним међународним часописима.

У складу са *Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду*, Универзитетска библиотека Светозар Марковић је извршила проверу оригиналности дисертације коришћењем програма *iThenticate* и у потпуности је потврђена оригиналност дисертације.

На основу изложеног, може се закључити да добијени резултати докторске дисертације представљају научни допринос у односу на постојеће стање, и отварају простор за даља истраживања.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат је навео релевантну и актуелну литературу за израду дисертације према дефинисаном предмету истраживања и његовом садржају. Литература обухвата значајне радове и ауторе из научних часописа и конференција који су у складу са темом и из области којима се дисертација бави.

Такође, коришћени су и цитирани резултати пројектног тима који је радио на реализацији пројекта технолошког развоја TP32013, које је финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, под називом „Примена мултимодалне биометрије у менаџменту идентитета“, а на којем је у својству сарадника учествовао и кандидат Урош Шошевић.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изведеном истраживању коришћене су основне аналитичке и синтетичке логичке методе, као што су анализа, апстракција, специјализација и дедукција, односно синтеза, конкретизација, генерализација и индукција.

У првом делу дисертације коришћене су научне методе прикупљања, сређивања и анализе доступних научних резултата и достигнућа, писаних и извора на Интернету, а затим је методом упоредне анализе њиховог садржаја, и критичким освртом на постојећа, дат предлог сопственог решења. У реализацији софтверских решења коришћен је метода моделовања, заснована на MDA приступу концептуалном моделовању система. Методологија развоја софтверског система заснована је на проширењу стандардне објектно-оријентисане методологије развоја употребом UML језика за моделовање.

Експеримент и студија случаја су одабрани као најприкладнији методолошки оквири за проверу постављених хипотеза у области изградње мултимодалних биометријских система коришћењем готових и доступних елемената таквог система. У поступку практичне провере коришћене су раније развијене и реализоване базе биометријских података, дескриптивна анализа и уобичајене статистичке методе обраде биометријских података и презентације резултата.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих се дошло током изведеног истраживања у оквиру докторске дисертације постигнути су у лабораторијским условима, али добијени резултати, захваљујући чињенице да су коришћене технологије и алати *отвореног кода (open source)*, могу бити опште употребљиви.

Показано је да је могуће рационално искористити постојећа готова биометријска решења и компоненте, извршити њихову интеграцију и као резултат добити инстанцу функционалног мултимодалног биометријског система, чак и када употребљене компоненте система нису на физичком нивоу интероперабилне. Реализацијом студије случаја, две конкретне инстанце мултимодалног биометријског система различитих карактеристика, експерименталном провером је практично показано да се помоћу софтверског оквира предложеног у дисертацији може развити мултимодални биометријски систем заснован на коришћењу готових биометријских компонента отвореног кода. Такође, показано је да се на овај начин снижава цена развоја мултимодалног биометријског система, као и време потребно за развој. Од посебног академског интереса је примена предложеног софтверског оквира у процесу образовања биометријских инжењера, али и као основа за даља истраживања и унапређења софтверског оквира ради стицања знања и вештине у области биометрије, биометријских технологија и мултимодалних биометријских система.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Области научног интересовања кандидата Уроша Шошевића су информациони системи и технологије. Стекао је педагошко и научно истраживачко искуство кроз вишегодишњи рад при Катедри за информационе технологије, Факултета организационих наука, Универзитета у Београду за ужу научну област Информационе технологије.

Кандидат је у досадашњем научно истраживачком раду показао изузетну способност и одговорност. Учествовао је као сарадник у вишегодишњем истраживању на пројекту које је финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије из области менаџмента идентитета заснованог на биометријским подацима. Прикупљени и систематизовани преглед литературе из области истраживања показује способност кандидата за самостално откривање и сагледавање отворених проблема истраживања, као и критичку анализу постојећих сазнања. Током спроведеног истраживања објавио је, као аутор или коаутор, већи број радова у водећим међународним часописима и конференцијама.

Узевши у обзир целокупно залагање и остварене резултате у научно истраживачком раду, закључујемо да је кандидат способан да се у потпуности самостално бави научно-истраживачким радом.

4. ОСТВАРЕН НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Током истраживања остварено је неколико научних доприноса:

Први допринос представља систематизован преглед досадашњег развоја у области мултимодалних биометријских система, као и биометријских система уопштено, са упоредним прегледом радова најистакнутијих аутора.

Темељном критичком анализом доступних извора идентификован је простор софтверског оквира за развој мултимодалних биометријских система у случају када се претежно користе

готове и доступне компоненте отвореног кода, а потом и специфичности његове улоге јер у имплементацији таквих система у први план долази решавање проблема интероперабилности.

Следећи научни допринос се односи на формализацију проблема имплементације биометријског система коришћењем софтверског оквира и решавање проблема интероперабилности. Коришћен је OMG MDA приступ за израду обједињеног модела оквира за развој мултимодалног биометријског система. Приказана је његова структура и припадајући метамодел који описују концепте мултимодалних биометријских система, као и елементе софтверских оквира.

Предложен је унапређени методолошки приступ развоју мултимодалних биометријских система проширењем *Unified* методологије развоја софтверских система увођењем нових стереотипова, специфичних за област биометрије, и одговарајућих профила њихове примене.

Дат је општи теоријски увид у проблем интероперабилности коришћењем готових компоненти и наведена су могућа решења овог проблема на нивоима предложене архитектуре биометријских система увођењем графа интероперабилности, као и ограничења које намеће овакав приступ.

Наведена теоријска истраживања и доприносе прате и одговарајући стручни доприноси, посебно у вези примене предложеног методолошког приступа у пројектовању и реализацији софтверског оквира за развој мултимодалних биометријских система. Унапређен је постојећи лабораторијски прототип софтверског оквира за развој биометријских система и повећане његове могућности у академском образовању будућих инжењера биометријских технологија.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Вредност спроведеног истраживања практично је верификована кроз две студије случаја и приказом примене развијеног софтверског оквира у домену академског образовања. Студије случаја приказују примену предложене методологије у реализацији конкретних мултимодалних биометријских система, узимајући том приликом у обзир различите биометријске модалитете, биометријске сензоре и конфигурације. Демонстриран је рад мултимодалног идентификационог система са два биометријска модалитета, отисаком прста и сликом лица, и мултимодални верификациони систем са три биометријска модалитета, отиском прста, сликом лица и снимком гласа. Анализе трошкова развоја идентичних мултимодалних биометријских система применом пројектног приступа и применом развоја базираног на софтверском оквиру ММБио, указује да постоји значајна економска оправданост у реализацији ових система у корист готових елемената решења, а посебно у случајевима готових решења са отвореним кодом без трошкова лиценце. Показано је да наведени приступ развоју мултимодалног биометријског система омогућује реализацију биометријских система високе прецизности и поузданости, уз задржавање осетно нижих имплементационих трошкова у односу на конвенционалан развој информационог система.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса је обављена објављивањем радова у међународним часописима (M21, M22 и M23), у домаћем часопису (M52) и у зборнику радова са националних конференција (M63).

Радови објављени у истакнутим међународним часописима (M21, M22 и M23):

Uroš Šošević, Ivan Milenković, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, "Support platform for learning about multimodal biometrics.", *Journal of Universal Computer Science* 19, no. 11 (2013): 1684-1700. (M23, IF: 1.139)

Ivan Milenković, **Uroš Šošević**, Dejan Simić, Miroslav Minović, Miloš Milovanović, "Improving student engagement in a biometric classroom: the contribution of gamification.", Universal Access in the Information Society 18, no. 3 (2019): 523-532. (M22, IF: 1.815)

Olja Krčadinac, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Evaluating the Performance of Speaker Recognition Solutions in E-Commerce Applications.", Sensors 21, no. 18 (2021): 6231. (M21, IF: 3.576)

Радови објављени у часописима националног значаја (M52)

Uroš Šošević, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Uspostavljanje interoperabilnosti u multimodalnim biometrijskim sistemima, InfoM, Srbija, 2014, vol. 13, br. 52, str. 26-31, ISSN: 1451-4397 (M52)

Bojan Kezele, **Uroš Šošević**, Ivan Milenković, Miloš Milovanović, Dušan Starčević, KINECT tehnologija u biometrijskim sistemima, InfoM, Srbija, 2012, vol. 11, br. 42, str. 37-41 ISSN: 1451-4397 (M52)

Саопштење са скупова националног значаја штампана у целини (M63)

Sofija Krneta, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Prepoznavanje osobe na osnovu uha – pregled razvijenih algoritama", Infotech 2016, Arandelovac, Srbija, 2016 (M63)

Sofija Krneta, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Prepoznavanje rukom pisanih brojeva korišćenjem neuronskih mreža", ITEO 2016 Banjaluka, Bosna i Hercegovina (M63)

Olja Latinović, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Tehnologije otvorenog koda za prepoznavanje govornika", Infotech 2015, Arandelovac, Srbija, 2015 (M63)

Milan Đorić, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Softver za klasifikaciju ključnih tačaka ljudskog uha", ITEO 2015 Banjaluka, Bosna i Hercegovina (M63)

Katarina Lukić, **Uroš Šošević**, Miloš Milovanović, "Dizajniranje korisničkog interfejsa za multimodalnu akviziciju biometrijskih podataka", Infotech 2014, Arandelovac, Srbija, 2014 (M63)

Aleksandar Komarica, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Pregled tehnika za ekstrakciju karakteristika uha", ITEO 2014 Banjaluka, Bosna i Hercegovina

Ivan Milenković, **Uroš Šošević** and Miroslav Minović, "Razvojni okvir za poređenje biometrijskih algoritama", Symopis 2014, Divčibare, Srbija, 2014 (M63)

Ivan Milenković, Olja Latinović, **Uroš Šošević**, Dejan Simić, "Primena kriptografije u biometrijskim sistemima", Infotech, Arandelovac, Srbija, 2013 (M63)

Uroš Šošević, Milorad Milinković, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Web servisi kao sredstva za interoperabilnost u multimodalnim biometrijskim sistemima, Infotech, Arandelovac, Srbija, 2013 (M63)

Uroš Šošević, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Dušan Starčević, Primena komunikacionih protokola u multimodalnoj biometriji, iTeo, Banja Luka, Republika Srpska, 2013 (M63)

Dušan Starčević, **Uroš Šošević**, Ivan Milenković, elBio – softver za učenje biometrije, iTeo, Banja Luka, Republika Srpska, 2012 (M63)

Miroslav Minović, Miloš Milovanović, **Uroš Šošević**, Sistemi za prepoznavanje potpisa – pregled sistema otvorenog koda, Infotech, Vrnjačka Banja, Srbija, 2012 (M63)

Miroslav Minović, Miloš Milovanović, Bojan Kezele, **Uroš Šošević**, Akvizicija biometrijskih podataka hoda pomoću KINECT tehnologije, Infotech, Vrnjačka Banja, Srbija, 2013 (M63)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације под називом „Софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система“, кандидата Уроша Шошевића, Комисија констатује да је докторска дисертација написана у складу са свим захтевима стандарда научно-истраживачког рада, као и да испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима, правилницима и Статутом Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

Тема докторске дисертације је актуелна, а резултати добијени истраживањем одговарају предмету и циљевима истраживања. Све хипотезе, постављене у истраживању су тестиране и потврђене у оквиру реализованих експерименталних испитивања.

Истраживање приказано у дисертацији је оригинално, а резултати пружају допринос развоју науке у домену информационих система и технологија. Имајући у виду актуелност теме, сложеност решаваног проблема и постигнуте резултате, може се закључити да ова дисертација задовољава највише научне критеријуме и показује способност кандидата Уроша Шошевића за самосталан научно-истраживачки рад.

На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука да се докторска дисертација под називом „Софтверски оквир за развој мултимодалних биометријских система“, кандидата Уроша Шошевића, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Ментор др Душан Старчевић, проф. емеритус,
Универзитет у Београду, Факултет орг. наука

Проф. др Дејан Симић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Факултет орг. наука

Проф. др Бошко Николић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Електротехнички
факултет

У Београду, 20. мај 2022. године