

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
<p>1. Датум и орган који је именовано комисију: 30.09.2021., на основу одлуке Научно-наставног већа Факултета техничких наука Декан Факултета техничких наука донео је Решење о именовању комисије за оцену и одбрану докторске дисертације број 012-199/37-2021.</p>		
<p>2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i>:</p>		
1. Иветић др Драган	Редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика, 13.01.2010.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		председник комисије
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Попконстантиновић др Бранислав	Редовни професор	Терија механизма и машина и инжењерско цртање са нацртном геометријом, 16.07.2013.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Машински факултет, Универзитет у Београду		члан комисије
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Стојаковић др Весна	Ванредни професор	Теорије и интерпретације геометријског простора у архитектури и урбанизму, 17.11.2016.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		члан комисије
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Ралевић др Небојша	Редовни професор	Теоријска и примењена математика, 30.09.2010.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		ментор рада
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. Обрадовић др Ратко	Редовни професор	Рачунарска графика, 15.10.2012.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		ментор рада
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме:

Исидора, Бојан, Ђурић

2. Датум рођења, општина, држава:

27.12.1990., Зрењанин, Република Србија

3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив:

**Факултет техничких наука, Универзитет у Новом саду
Основне и мастер академске студије на студијском програму Архитектура и урбанизам
Мастер инжењер архитектуре**

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:

**2014. година
Студијски програм: Рачунарска графика - Анимација у инжењерству**

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Анализа облика комплексне 3Д геометрије креиране фотограметријском 3Д дигитализацијом на примеру иконостаса

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.

Докторска дисертација под насловом **Анализа облика комплексне 3Д геометрије креиране фотограметријском 3Д дигитализацијом на примеру иконостаса**, кандидата Исидоре Ђурић садржи укупно 14 поглавља на 108 страница писаног текста, укључујући прилоге. Текст је илустрован графичком документацијом (сликама и табелама).

Физичка структура главног дела рада је следећа:

Страница: 101
Поглавља: 7
Референци: 135
Табела: 7
Слика: 41
Прилога: 3

Главном делу рада претходи документација (првих 13 страница), која садржи:

- Насловну страницу дисертације;
- Обавезну општу документацију на српском језику, са изводом и кључним речима;
- Обавезну општу документацију на енглеском језику, са изводом и кључним речима;
- Захвалницу;
- Садржај рада;
- Списак слика;
- Списак табела;
- Списак коришћених акронима.

Структура главног дела рада је следећа (стр. 1-101):

1. УВОД

- 1.1. Проблем истраживања
- 1.2. Предмет истраживања
- 1.3. Циљ истраживања и хипотезе
- 1.4. Методологија истраживања
- 1.5. Структура докторске дисертације

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ ИЗ ОБЛАСТИ ИСТРАЖИВАЊА

- 2.1. 3Д дигитализација културног наслеђа
 - 2.1.1. Фотограметрија
 - 2.1.1.1. Фотограметријско снимање
 - 2.1.1.2. Фотограметријско моделовање
 - 2.1.1.3. Компаративна анализа бесплатних софтвера
- 2.2. Методе за сегментацију облака тачака и детекцију контура
- 2.3. Анализа облика
 - 2.3.1. Дескриптори облика
 - 2.3.2. Актуелно стање у области културног наслеђа

3. ЗНАЧАЈ ИКОНОСТАСА У КУЛТУРНОМ НАСЛЕЂУ

- 3.1. Проблем документовања техничких података о иконостасима

4. МАТЕРИЈАЛИ И ПРИМЕЊЕНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

- 4.1. Студије случаја дигитализованих иконостаса
 - 4.1.1. Студија случаја 1
 - 4.1.2. Студија случаја 2
 - 4.1.3. Студија случаја 3
- 4.2. Фотограметријска 3Д дигитализација иконостаса

- 4.2.1. Теренско снимање
 - 4.2.2. Фотограметријска 3Д реконструкција иконостаса
 - 4.3. Детекција контура и екстракција 2Д пресека из 3Д модела
 - 4.3.1. Метод за екстракцију 2Д пресека заснован на пресечним равнима
 - 4.3.2. Метод за аутоматску детекцију контура
 - 4.3.3. Метод заснован на сегментацији тачака
 - 4.3.4. Предложени метод за детекцију контура и екстракцију 2Д пресека
 - 4.3.4.1. Конверзија текстурисаног полигоналног 3Д модела у облак тачака
 - 4.3.4.2. Генерисање дубинских мапа и амбијенталне оклузије
 - 4.3.4.3. Сегментација 3Д модела на основу дубинских мапа
 - 4.3.4.4. Сегментација облака тачака на основу вертикалности и детекција контура
 - 4.3.5. 2Д визуелизација облака тачака у оквиру *CAD* окружења
 - 4.4. 2Д анализа облика
 - 4.4.1. Конципирање мера облика
 - 4.4.2. Примењени дескриптори облика
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА
- 5.1. Верификација предложене методологије и резултата
 - 5.2. Дискусија резултата
6. ЗАКЉУЧАК
- 6.1. Ограничења и правци будућих истраживања

7. НАУЧНИ ДОПРИНОС

ЛИТЕРАТУРА

На крају дисертације се налазе прилози (ПРИЛОЗИ - ПРИКАЗ ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ ДИГИТАЛИЗОВАНИХ ИКОНОСТАСА) у којима су илустровани примери досадашње примене у пракси (1. Апликација проширене реалности; 2. Мултимедијална презентација; 3. Апликација виртуелне реалности).

Рад је закључен биографијом кандидата и библиографијом научних и стручних радова из области докторске дисертације.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација је организована у седам поглавља. Истраживање у оквиру докторске дисертације подељено је на две основне целине. Прва целина подразумева теоријска истраживања. У оквиру ове целине извршен је преглед актуелне научне литературе о досадашњим истраживањима из области фотограметријске дигитализације културног наслеђа; 2Д визуелизације и детектовања контура неправилне геометрије из дигитализованих 3Д модела објеката; и анализе облика засноване на примени 2Д дескриптора облика. Друга целина подразумева развој метода за 2Д анализу облика комплексне геометрије дигитализованих 3Д модела на примеру иконостаса. У оквиру ове целине приказани су експериментални резултати истраживања.

Првом поглављу докторске дисертације претходе попис слика, табела и коришћених акронима. У првом поглављу (**Увод**) представљени су предмет, проблем и циљ истраживања. Такође, представљен је сажети преглед методологије истраживања, као и структура докторске дисертације. Друго поглавље (**Преглед литературе из области истраживања**) садржи преглед и анализу литературе и практичних студија из области истраживања. Приказане су методе и технологије коришћене за 3Д дигитализацију, 2Д визуелизацију дигитализованих објеката и 2Д анализу објеката културног наслеђа.

У трећем поглављу (**Значај иконостаса у културном наслеђу**) представљен је историјски развој и значај иконостаса у културном наслеђу, као и проблем документовања техничких података о постојећем стању иконостаса.

Четвро поглавље (**Материјали и примењене методе истраживања**) приказује коришћени материјал и примењене методе у оквиру докторске дисертације. Приказане су три студије случаја иконостаса, док су методе и технологије коришћене у оквиру експерименталног дела истраживања детаљно описане. У овом поглављу описан је поступак за 3Д дигитализацију и развој математичког модела за 2Д анализу облика комплексне геометрије, примењен на три студије случаја иконостаса.

У петом поглављу (**Резултати истраживања и дискусија**) дати су резултати истраживања, верификација предложене методологије, као и дискусија резултата.

У шестом поглављу (**Закључак**) изведени су закључци, са посебним освртом на ограничења и правце будућих истраживања.

Седмо поглавље (**Научни допринос**) представља научни допринос докторске дисертације.

У наставку је приказан попис литературе (**Литература**).

Докторска дисертација садржи три прилога на самом крају рада, у оквиру којих су приказани примери досадашње примене дигитализованих иконостаса у пракси (**Прилози - Приказ практичне примене дигитализованих иконостаса**).

Рад је закључен биографијом кандидата и библиографијом научних и стручних радова из области докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилма докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

M22 (Рад у истакнутом међународном часопису)

1. Đurić Isidora; Obradović Ratko; Vasiljević Ivana; Ralević Nebojša; Stojaković Vesna. (2021). Two-Dimensional Shape Analysis of Complex Geometry Based on Photogrammetric Models of Iconostases. *Applied Sciences*, 11(15), 7042.

<https://doi.org/10.3390/app11157042>

2. Obradović Miloš; Vasiljević Ivana; **Đurić Isidora;** Kićanović Jelena; Stojaković Vesna; Obradović Ratko. (2020). Virtual Reality Models Based on Photogrammetric Surveys - A Case Study of the Iconostasis of the Serbian Orthodox Cathedral Church of Saint Nicholas in Sremski Karlovci (Serbia).

Applied Sciences 2020, 10, 2743.

<https://doi.org/10.3390/app10082743>

M24 (Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком)

3. Đurić I., Obradović R., Viana V., Krstanović L., Banjac B., Letić J., Ralević N. (2019). Algorithm for Image-Based Architectural Element Recognition. *FME Transactions*, Vol. 47, No. 2, pp. 287-292, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, ISSN: 1451-2092

[doi:10.5937/fmet1902287D](https://doi.org/10.5937/fmet1902287D)

M52 (Рад у часопису националног значаја)

4. Đurić I., Ilić V., Ralević N. (2019). Shape Descriptors Applied to the Analysis of Different Types of the Engineering Elements. *Journal of Production Engineering*, Vol. 22, No.1, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad.

<http://doi.org/10.24867/JPE-2019-01-029>

M33 (Саопштење са међународног скупа штампано у целини)

5. Đurić I., Vasiljević I., Obradović M., Stojaković V., Kićanović, J., Obradović R. (2021). Comparative analysis of open-source and commercial photogrammetry software for cultural heritage. In: *eCAADe 2021 International Scientific Conference*, Novi Sad, Serbia, Septembar 8-10.

6. Vasiljević I., Obradović R., **Đurić I.,** Santoši Ž., Obradović M., Budak I. (2020). ACQUISITION OF PHOTOGRAPHS FOR PHOTOGRAMMETRIC RECONSTRUCTION OF SCULPTURE IN DIFFERENT LIGHTING CONDITIONS – INDOOR AND OUTDOOR PHOTOGRAPHY. In: *The 7th International Conference on Geometry and Graphics Mongeometrija 2020*. September 2020. pp. 395-404. ISBN 978-86-6060-046-4

7. Đurić I., Stojaković V., Mišić S., Kekeljević I., Vasiljević I., Obradović M., Obradović R. (2019). Church heritage multimedia presentation: Case study of the iconostasis as the characteristic art and architectural element of the Christian Orthodox churches. In: *eCAADe / SIGraDi 2019 International Scientific Conference*, Porto, Portugal.

8. Đurić I., Obradović R., Viana V., Krstanović L., Letić J., Banjac B., Ralević N. (2018). Algorithm for shape recognition of Gothic window. In: *6th International Conference – moNGeometrija 2018*, Novi Sad, June 7-9.

9. Đurić I., Obradović, R., Ralević, N. (2017). A Review of Augmented Reality for Architectural and Cultural Heritage Visualization. In: *Aproged's IV International Conference Geometrias 2017, Thinking, Drawing, Modelling*, Coimbra, Portugal, pp. 84-88. June 16-18.

10. Letić, J., Đurić I. (2016). Automatic Photogrammetric Approach for 3D Reconstruction of Complex Geometric Forms. In: *The 5th International Scientific Conference on Geometry and Graphics – moNGeometrija 2016*, Belgrade, Serbia, pp. 87-95. June 23-26.

11. Đurić I., Letić, J. (2016). Image-based Modeling of Complex Geometric Forms in Restricted Surveying Conditions – a Case Study of the Coach of Metropolitan of Karlovci in the Museum of Vojvodina. In: *4th eCAADe International Regional Workshop: Between Computational Models and Performative Capacities*, Novi Sad, Serbia, pp. 62-74. May 19-20.

M63 (Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини)

12. Đurić I., Ilić V., Ralević N. (2018). Deskriptori oblika i njihova primena u analizi elemenata klasičnog arhitektonskog stila. In: *International Scientific Conference – ETIKUM 2018*, Novi Sad, December 2018.

DU-52 (Јавно извођење уметничког дела у репрезентативном извођачком или приказивачком простору од националног значаја)

13. Obradović R., Stojaković V., **Đurić I.,** Vasiljević I., Kekeljević I., Obradović M., (2019). 3D digitalization and AR presentation of the iconostasis of the Church of St. Procopius the Great Martyr in Srpska Crnja. In: The exhibition catalogue *Đura Jakšić. Between Myth and Reality*. ISBN: 978-8-80706-27-6.

14. Obradović R., Stojaković V., **Đurić I.,** Vasiljević I., Kekeljević I., Obradović M., (2020). Multimedijalna prezentacija digitalizovanih ikonostasa crkve Svetog arhiđakona Stefana u Sremskoj Mitrovici i ikonostasa Saborne crkve Svetog Nikole u Sremskim Karlovcima, izložba „Kračun“, Galerija Matice srpske u Novom Sadu.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

Кандидат Исидора Ђурић у закључку своје докторске дисертације под насловом **Анализа облика комплексне 3Д геометрије креиране фотограметријском 3Д дигитализацијом на примеру иконостаса** даје одговоре на постављена истраживачка питања, сумира резултате истраживања и потврђује хипотезе дефинисане у уводном делу докторске дисертације.

У оквиру докторске дисертације извршена је анализа облика комплексне геометрије иконостаса креиране применом фотограметријске 3Д дигитализације. У циљу одређивања јасних релација између карактеристика облика и стилског правца иконостаса, кандидат је предложио метод за класификацију главних елемената иконостаса заснован на математичкој методи дескрипције облика. У сврху реализације датог циља, примењен је мултидисциплинарни приступ који обухвата технологије и знања из области рачунарске графике и математике.

На основу прегледа и критичке анализе доступне литературе из области истраживања, издвојене су технологије за фотограметријску 3Д дигитализацију културног наслеђа, сегментацију облака тачака и анализу облика, коју су примењене у експерименталном делу истраживачког рада. Детаљним увидом у актуелно стање у области, представљени су основни проблеми и правци постојећих истраживања, као и примери примене датих метода и технологија у пракси. На основу великог броја анализираних студија случаја из области 3Д дигитализације културног наслеђа, закључено је да фотограметријска 3Д дигитализација, током последњих година има све већу примену, као релативно приступачна метода која је показала високу тачност 3Д реконструкције.

Анализиране су и методе управљања неструктурираним подацима креираним процесом 3Д дигитализације, при чему је закључено да метод сегментације облака тачака, иако се иницијално користи за класификацију облака тачака, може бити користан за детектовање контура облика комплексне геометрије. Истраживања из области анализе облика, показала су да дескриптори облика могу бити успешно примењени у задацима класификације облика. Дата теоријска и претходна експериментална истраживања допринела су даљем развоју концепта који је приказан у оквиру докторске дисертације.

У оквиру експерименталног дела истраживања предложен је метод за 2Д анализу облика комплексне 3Д геометрије креиране фотограметријском 3Д дигитализацијом. Дати метод илустрован је на студијама случаја три репрезентативна иконостаса, настала на подручју некадашње Карловачке митрополије у периоду уметничких праваца Барока и Класицизма.

Поступак фотограметријске 3Д дигитализације иконостаса детаљно је описан у оквиру рада. На основу креирања јединственог плана снимања који задовољава специфичне услове облика и локације иконостаса, као и одређивањем униформних параметара 3Д реконструкције, постигнута је верна и детаљна 3Д реконструкција иконостаса високе прецизности. На овај начин, развијена је стратегија за фотограметријску 3Д дигитализацију иконостаса која може бити примењена и на друге примере иконостаса.

У циљу детекције контура облика и креирања прегледних 2Д изгледа дигитализованих 3Д модела, предложен је полуаутоматски метод сегментације на основу геометријских карактеристика 3Д облака тачака, који је омогућио детектовање контура главних структурних елемената иконостаса. Због метричких карактеристика овог типа ортогоналног приказа комплексне 3Д геометрије, сегментовани облаци тачака главних елемената иконостаса коришћени су у сврху даље анализе облика.

На основу прецизних контура облика главних елемената иконостаса, извршена је 2Д анализу облика и изведени су утемељени закључци о стилским карактеристикама иконостаса. Анализа облика реализована је кроз дизајнирање одговарајућих мера облика и примену дескриптора облика.

Нумерички резултати примењених 2Д дескриптора показали су јасне разлике у главним карактеристикама облика анализираних стилских праваца. Компаративна анализа нумеричких резултата дескриптора показала је да су резултати доследни са стилским карактеристикама посматраних уметничких праваца.

Ефикасност развијеног метода за 2Д анализу облика комплексне геометрије креиране фотограметријском дигитализацијом, и веродостојност експерименталних резултата, које кандидат детаљно описује у поглављима 4 и 5, потврђени су у трећој студији случаја иконостаса, која је служила за верификацију методологије и резултата (Поглавље 5.1.).

Квантитативни резултати били су у складу са визуелним карактеристикама облика датог иконостаса, које теже карактеристикама иконостаса из периода Барока. Добијени распони нумеричких вредности потврдили су да описани дескриптори облика појединачно или комбиновањем, могу бити успешно примењени за класификацију главних елемената иконостаса у односу на стилски правац којем припада.

Као један од главних закључака, истиче се да је на основу компаративне анализе примењених дескриптора било могуће реализовати класификацију свих разматраних елемената иконостаса у односу на стилски правац или тип елемента, као и класификацију дескриптора који могу да опишу

одређене карактеристике анализираних облика.

На основу тога, кандидат је формирао скуп дескриптора облика који, појединачно или међусобно комбиновани, могу бити успешно примењени у датим класификационим задацима.

На основу датих закључака, кандидат потврђује хипотезе дефинисане у уводном делу докторске дисертације.

Такође, кандидат је у оквиру закључних разматрања изложио ограничења и правце будућих истраживања. Кандидат напомиње да су закључци о карактеристикама примењених дескриптора облика и њиховој успешности у класификацији облика у односу на стилски правац изведени на основу појединачних студија случаја иконостаса из два репрезентативна стилска периода. С обзиром на то, за утврђивање поузданијих резултата било би потребно применити дескрипторе облика на већи број примера.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Након пажљиве, детаљне и свеобухватне анализе, Комисија је начин приказа и тумачење резултата истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације Исидоре Ђурић под насловом *Анализа облика комплексне 3Д геометрије креиране фотограметријском 3Д дигитализацијом на примеру иконостаса* оценила **ПОЗИТИВНОМ ОЦЕНОМ**.

Рад је проверен софтвером за детекцију плагијаризма *iThenticate*, у библиотеци ФТН. Извештај о подударности показао је да је докторска дисертација оригинално ауторско дело кандидата (*Similarity Index 4%*).

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

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

Дисертација је написана у складу с образложењем наведеним у пријави теме ове докторске дисертације.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Дисертација садржи све битне елементе неопходне за позитивну оцену дисертације.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Оригинални допринос науци ове докторске дисертације представља нумерички приступ анализи обликовних карактеристика културног наслеђа, за које се, због природе комплексне геометрије не могу јасно одредити правила обликовања, нити припадност одређеном стилском правцу.

Развијени метод за 2Д анализу и класификацију облика користи мултидисциплинарни приступ који интегриса методе 3Д дигитализације и 2Д анализе облика, примењене у културном наслеђу.

Резултати истраживања такође доприносе проширењу теоријских знања, допуњујући их сазнањима о нумеричким карактеристикама облика анализираних стилских праваца.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Комисија није уочила недостатке дисертације, па тиме ни њихов утицај на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:
На основу наведеног, комисија предлаже:
а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;
б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени);
в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум: Нови Сад, 20.10.2021.

1. др Драган Иветић, редовни професор, председник
комисије

2. др Бранислав Попконстантиновић, редовни професор,
члан комисије

3. др Весна Стојаковић, ванредни професор, члан
комисије

5. др Небојша Ралевић, редовни професор, ментор

6. др Ратко Обрадовић, редовни професор, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.