

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Цветковић, Слободан, Стевица
Датум и место рођења	06.12.1981. Зајечар

Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Рачунарска техника и информатика
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства
Година уписа	2000.
Година завршетка	2007.
Просечна оцена	9.40 (девет и 40/100)

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	
Факултет	
Студијски програм	
Звање	
Година уписа	
Година завршетка	
Просечна оцена	
Научна област	
Наслов завршног рада	

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електротехника и рачунарство – научна област Електроника
Година уписа	2015.
Остварен број ЕСПБ бодова	592
Просечна оцена	10 (десет)

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Аутоматска класификација слика заснована на фузији дескриптора и надгледаном машинском учењу
Име и презиме ментора, звање	Саша В. Николић, ванредни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/20-01-006/16-023 од 19.09.2016.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	122
Број поглавља	7
Број слика (шема, графикона)	33
Број табела	13
Број прилога	-

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Stevica S. Cvetković, Miloš B. Stojanović, Saša V. Nikolić, "Hierarchical ELM ensembles for visual descriptor fusion," <i>Information Fusion</i>, Elsevier, 2018, Volume 41, May 2018, pp. 16-24. http://dx.doi.org/10.1016/j.inffus.2017.07.003</p> <p>У раду је предложена хијерархијска метода за касну фузију дескриптора слике, која се заснива на ЕЛМ ансамблима (ЕЛМ-Е). Предложена метода, означена као Х-ЕЛМ-Е, ефикасно комбинује више комплементарних дескриптора слике кроз ЕЛМ-Е архитектуру у два нивоа. Ово обезбеђује да дескриптор који садржи значајнију информацију о слици има већи утицај на коначну одлуку о категорији слике. На првом нивоу, посебан ЕЛМ-Е класификатор је трениран за сваки дескриптор слике. На другом нивоу се резултати класификатора из претходног нивоа комбинују у јединствени мета-дескриптор који се доводи на додатни ЕЛМ-Е класификатор. Свеобухватна експериментална евалуација на проблему визуелне класификације слика, потврдила је супериорност предложене методе у односу на коришћење независних дескриптора, као и у односу на "рану фузију" више дескриптора.</p>	M21
2	<p>Danilo Djordjevic, Stevica Cvetković, Saša V. Nikolić, "An accurate method for 3D object reconstruction from unordered sparse views," <i>Signal, Image and Video Processing</i>, Springer, 2017, Volume 11, Issue 6, pp 1147-1154. http://dx.doi.org/10.1007/s11760-017-1069-8</p> <p>Већина метода за аутоматску 3Д реконструкцију објеката на основу низа РГБ-Д слика има ограничење да захтева велики број сукцесивних слика објекта, при чему објекат мора бити статичан, а помераји камере не смеју бити нагли. У овом раду је предложен унапређени метод, који је у стању да прецизно реконструише 3Д објекат на основу релативно малог скупа несукцесивних слика објекта. Метод започиње аутоматским упаривањем слика заснованим на робусним 3Д ППФ дескрипторима. Затим је примењена ефикасна метода заснована на графовима за формирање иницијалног 3Д реконструисаног модела. Да бисмо побољшали тачност, вршимо истовремену оптимизацију положаја камере и модела објекта, користећи информације о боји и дубини пиксела (енгл. <i>depth</i>). Квантитативна анализа је показала да је наш метод у стању да реконструише објекте са једнаком или бољом тачношћу од конкуретских метода, при чему користи знатно мањи број неуређених улазних слика.</p>	M22
3	<p>Stevica Cvetković, Miloš B. Stojanović, Saša V. Nikolić, "Multi-channel descriptors and ensemble of Extreme Learning Machines for classification of remote sensing images," <i>Signal Processing: Image Communication</i>, 2015, vol. 39, pp 111-120, http://dx.doi.org/10.1016/j.image.2015.09.004</p> <p>У раду је презентован нови метод за класификацију слика у реалном времену уз постизање високе тачности резултата, без коришћења рачунски комплексних метода. Тачност класификације је постигнута комбиновањем робусних дескриптора слике заснованих на Габоровим филтрима, и класификатору заснованом на методу екстремног учења (ЕЛМ). Габоров бинарни дескриптор је прво проширен за примену над колор сликама, тако што је издвајан над засебним колор каналима уз утискивање додатног компактног дескриптора распореда боје. Затим је предложен ефикасан метод за агрегацију више ЕЛМ класификатора у јединствени унапређени класификатор. Експериментална евалуација над стандардним тест скуповима слика демонстрирала је константно унапређење тачности класификације услед уведених унапређења.</p>	M22
4	<p>Stevica Cvetković, Saša V. Nikolić, Slobodan Ilić, "Effective Combining of Color and Texture Descriptors for Indoor-Outdoor Image Classification", <i>Facta Universitatis Series: Electronics and Energetics</i>, 2014, vol. 27, no 3, pp. 399-410. http://dx.doi.org/10.2298/FUEE1403399C</p> <p>У овом раду је представљен ефикасан метод за комбиновање дескриптора боје и текстуре у циљу аутоматске класификације слика. Висока прецизност представљеног метода је постигнута фузијом компактног дескриптора распореда боја и хистограма оријентисаних ивица. Након одговарајућег скалирања комбинованог дескриптора, врши се класификација заснована на методу потпорних вектора (СВМ). Емпиријски резултати су демонстрирали високу тачност и ефикасност представљеног метода.</p>	M24
5	<p>Stevica Cvetković, Marko Jelenkovic, Saša V. Nikolic, "Video summarization using color features and efficient adaptive threshold technique," <i>Przeglad Elektrotechniczny (Review on Electrical Engineering)</i>, 2013, vol. 89, no. 2a, pp 247-250. http://pe.org.pl/articles/2013/2a/53.pdf</p> <p>У раду је предложен ефикасан поступак за генерисање статичког видео прегледа који није базиран на сложеним алгоритмима кластеризације и не захтева унапред задавање броја фрејмова у видео прегледу. Метод започиње издвајањем колор дескрипторе фрејмова, а затим користи технику адаптивног прага унутар клизног прозора за детекцију промен сцене. Затим се за сваку видео сцену издваја по један репрезентативни фрејм и ефикасно елиминишу сличне вредности како би се генерисао коначни статички видео преглед. Евалуација МОС мере квалитета над стандардним тест скупом слика показала је да је предложени метод у стању да генерише статичке видео прегледе високог квалитета.</p>	M52
6	<p>Stevica Cvetković, Boban Rajković, Saša V. Nikolić, "Real-time image classification using LBP and ensembles of ELM," <i>Scientific Publications of the State University of Novi Pazar Series A: Applied Mathematics, Informatics and mechanics</i>, 8(1), pp. 101-109, 2016.</p> <p>У раду је презентован метод за класификацију слика у реалном времену, који комбинује дескриптор Локални Бинарни Патерни (ЛБП) и ансамбле Метода Екстремног Учења (ЕЛМ) за класификацију. Метод започиње издвајањем вишеканалних ЛБП дескриптора који се одликују великом компактношћу и робусношћу на трансформације слике. Предикција категорије слике заснована је на специфичним једнослојним неуронским мрежама – ЕЛМ. Са циљем превазилажења недостатака ЕЛМ-а, обављено је комбиновање више паралелних ЕЛМ-ова у јединствени ансамбл, уз одговарајућу стратегију за агрегацију резултата. Евалуација над тест скупом од хиљаду слика класификованих у десет категорија, показала је високу тачност презентованог метода, уз извршење у реалном времену.</p>	M52
7	<p>Stevica Cvetković, Miloš D. Bogdanović, Leonid V. Stoimenov, "NHibernateMapper - A Tool for Rapid Development of Data Access Layer for Interoperable GIS Solutions," <i>Electronics</i>, vol. 15, no. 1, June 2011, pp 62-66.</p> <p>У раду је предложена архитектура и имплементациони детаљи софтверског алата за објектно-релационо мапирање. Представљени алат има могућност да аутоматски предложи мапирање атрибута унутар задате</p>	M52

	<p>библиотеке класа на колоне детектоване на основу шеме базе података. Могућности предложеног система су успешно демонстриране на примеру аутоматског генерисања слоја за приступ подацима у оквиру ГИС-а. Флексибилна архитектура омогућује примену и у другим доменима, нпр. Мултимедијални информациони системи.</p>	
8	<p>Stevica Cvetković, Miloš Stojanović, Saša V. Nikolić, Goran Stančić, "Kernel based Extreme Learning Machines for Image Classification," Proceedings of ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, pp. 167-170.</p> <p>У раду је детаљно анализирана архитектура и могућности примене кернелизованих ЕЛМ класификатора приликом класификације слика у више класа. Након детаљног описа математичког модела на којем се заснива кернелизовани ЕЛМ, овај класификатор је комбинован са ефикасним ЛБП дескрипторима слике. Експериментална евалуација над два тест скупа са више хиљада слика, демонстрирала је високу тачност резултата уз задовољавајућу рачунску комплексност.</p>	M33
9	<p>Stevica Cvetković, Miloš Stojanović, Saša V. Nikolić, Goran Stančić, "Extreme Learning Machines for Real-Time Image Classification," Proceedings of ICEST 2015, Sofia, Bulgaria, pp. 62-65.</p> <p>У раду су истражене могућности за примену специфичне једнослојне неуронске мреже на проблем класификације слика. Као дескриптори слике коришћени су вишеканалних ЛБП дескриптора који се одликују великом компактности и инваријантношћу на трансформације слике. За предикцију категорије слике коришћена је специфична једнослојним неуронска мрежа – ЕЛМ. Тестови над стандардним тест скупом од хиљаду слику у десет категорија, показала је високу тачност презентованог метода, уз изузетно брзо извршење током тестирања ($< 0.1ms$).</p>	M33
10	<p>Stevica Cvetković, Saša Nikolić, "Merged MPEG-7 Visual Descriptors for Image Classification," Proceedings of 10th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services - TELSIS 2011, Niš, Serbia, October 5-8, 2011, pp. 345-348.</p> <p>Утицај комбиновања MPEG-7 визуелних дескриптора на побољшање прецизности система за класификацију слика, представљен је у овом раду. Рана фузија дескриптора распореда боја (ЦЛД) и хистограма ивица (ЕХД) је употребљена за издвајање обележја слика, које су класификоване методом <i>rotornih vektora</i> (СВМ). Тестирања над стандардним скупом од 1000 слика класификованих у 10 категорија, показали су значајно побољшање перформански комбинованог дескриптора у односу на појединачне дескрипторе.</p>	M33
11	<p>Stevica Cvetković, Miloš Stojanović, Milena Stanković, "An Approach for Extraction and Visualization of Scientific Metadata," ICT Innovations 2010 (Editor M. Gusev), Ohrid, Macedonia, 12-15. September 2010, pp. 161-170.</p> <p>Рад представља један метод за аутоматско издвајање мета-података о референцама из научне литературе, као и њихову визуелизацију применом графова и мапа стабала. Метод се заснива на шаблонима формулисаним у облику регуларних израза, који су искоришћени за дефинисање коначног аутомата. Након аутоматског издвајања података и проналажења релација међу њима, предложено је и тестирано коришћење графова и мапа стабала као новог метода за визуелизацију ове врсте података.</p>	M33
12	<p>Stevica Cvetković, Dragan Janković, "A Comparative Study of the Features and Performance of ORM Tools in a .NET Environment," Third International Conference on Objects and Databases ICOODB 2010, Frankfurt/Main, Germany, September 28-30, 2010, Lecture Notes in Computer Science 6348, Springer, pp. 147-158, 2010.</p> <p>Рад представља свеобухватну компаративну анализу два најкоришћенија алата за објектно-релационо мапирање у .NET окружењу. Тестиране су и анализирани њихове карактеристике, методе коришћења и перформансе, и упоређене са конвенционалним приступом за постављање уписа над подацима. Резултати детаљне анализе су показали да устаљени став да алати за објектно-релационо мапирање имају знатно лошије перформансе у већини операцијама за приступ подацима, није прихватљив у случају тестираних алата.</p>	M33
13	<p>Ivica M. Marković, Stevica S. Cvetković and Dragan S. Janković, "An Implementation of Scheduling Tool in a Medical Information System," Proceedings of ICEST 2010, Ohrid, Macedonia, pp. 327-330, 23-26. June 2010.</p> <p>У раду је описана једна архитектура и детаљи имплементације модула за заказивање у оквиру Медицинског информационог система. Модул предлаже изузетно погодан визуелни кориснички интерфејс, као и могућност спречавање конфликта приликом заказивања. Тестирање овог модула на примеру реалне медицинске установе, показало је његов утицај на побољшање перформански радног процеса.</p>	M33
14	<p>Edin Mulalić, Stevica Cvetković, Saša Nikolić, "Minutiae-based Algorithm for Automatic Fingerprint Identification," Proceedings of ICEST 2007, Ohrid, Macedonia, pp. 503-506, 24-27. June 2007.</p> <p>Алгоритам за детекцију отисака прстију, заснован на издвајању минуција, представљен је у овој публикацији. Описани су детаљи сваког корака алгоритма који се састоји из три фазе: побољшање слике, издвајање минуција и поређење минуција. Представљена је и тестирана једна софтверска имплементација алгоритма, која је показала задовољавајући степен тачности и брзине.</p>	M33
15	<p>Stevica Cvetković, Saša Nikolić, "How to Give a Good Scientific Presentation", Proceedings of ICEST 2007, Ohrid, Macedonia, pp. 697-700, 24-27. June 2007.</p> <p>Суштински принципи и поступци квалитетног презентовања научних резултата, описани су у овом раду. Представљен је детаљан систематизован преглед целокупног процеса који обухвата пет корака: анализу ограничавајућих фактора, планирање структуре преуентације, дизајнирање презентације, вежбање, као и сам процес успешног презентовања.</p>	M33
16	<p>Stevica Cvetković, Saša Nikolić, "An efficient algorithm for moving objects segmentation", Fifth International Symposium Communication Systems Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP 2006), Patras, Greece, pp. 474-477, 19-21. July 2006.</p> <p>Побољшање једног постојећег алгоритма за детекцију покретних објеката у видео секвенци, представљено је у овом раду. Алгоритам хијерархијски издваја покретне објекте у комбинујући анализу на нивоу пиксела са анализом на нивоу региона у суседним фрејмовима видео секвенце. Експериментална евалуација над јавно доступним тест видео секвенцама показала је прецизност и ефикасност алгоритма.</p>	M33
17	<p>Stevica Cvetković, Miloš Stojanović, Saša V. Nikolić, Dragiša Milovanović, "Generisanje statičkog video pregleda primenom deskriptora boje i tehnike adaptivnog praga", Zbornik radova DOGS 2014, Novi Sad, pp. 55-58, Oktobar 2014.</p>	M63

	<i>Рад презентује ефикасан поступак за генерисање статичког видео прегледа који није заснован на сложеним алгоритмима кластеризације и не захтева унапред задавање броја фрејмова у видео прегледу. Метод започиње издавањем колор дескрипторе фрејмова, а затим користи технику адаптивног прага унутар клизног прозора за детекцију промен сцене. Затим се за сваку видео сцену издаја по један репрезентативни фрејм и ефикасно елиминишу сличне вредности како би се генерисао коначни статички видео преглед. Евалуација МОС мере квалитета над стандардним тест скупом слика показала је да је предложени метод у стању да генерише статичке видео прегледе високог квалитета.</i>	
18	Nemanja Grujić, Stevica Cvetković, Saša Nikolić, “Одређивање оријентације главе у простору применом vokabularnog stabla”, Zbornik radova DOGS 2008, Kelebija, pp. 178–181, 02–03. Oktobar 2008. <i>У раду је описан иновативни алгоритам за одређивање оријентације главе у простору коришћењем класификационих метода. Алгоритам користи велику базу регистрованих слика глава различитих људи при различитим оријентацијама, где је свакој слици придружена вредност угла оријентације. Најпре се претраживањем базе проналази група најсличнијих слика, након чега се врши додатно процесирање у циљу прецизног одређивања оријентације. У процесу претраживања се користи моћна техника заснована на вокабуларним стаблима. На крају су представљени веома добри резултати примене алгоритма у зависности од параметара имплементације</i>	M63
19	Stevica Cvetković, Miloš Stojanović, Milena Stanković, “Automatsko izdvajanje referenci iz naučnih radova – pristup zasnovan na šablonima”, Zbornik radova na CDROM-u, INFOTEN 2008, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 25-28. Mart 2008. <i>Презентован је један метод за аутоматско издавање мета-података о референцама из научне литературе, као и њихову визуелизацију применом графова и мапа стабала. Метод се заснива на шаблонима формулисаним у облику регуларних израза. Након аутоматског издавања података и проналажења релација међу њима, предложено је и тестирано коришћење графова и мапа стабала као новог метода за визуелизацију ове врсте података.</i>	M63
20	Stevica Cvetković, Edin Mulalić, Saša Nikolić, “Poboljšanje kvaliteta slika otisaka prstiju primenom Gaborovog filtra”, Zbornik radova DOGS 2006, Vršac, pp. 99–102, 14–15. Septembar 2006. <i>У раду је представљен алгоритам за детекцију отисака прстију, заснован на издавању минуција. Детаљно су описани сви кораци алгоритма који се састоји из три фазе: побољшање слике, издавање минуција и поређење минуција. Представљена је и тестирана једна софтверска имплементација алгоритма, која је показала задовољавајући степен у погледу тачности и брзине.</i>	M63

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације и изборе у звања наставника на Електронском факултету у Нишу, у решењу број 07/03-004/18-001 од 26.01.2018. године, установљено је да кандидат дипл. инж. Стевица Цветковић **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Кандидат дипл. инж. Стевица Цветковић је доставио Факултету доказ да је првопотписани аутор рада у часопису са СЦИ листе и да је првопотписани аутор рада који издаје Универзитет у Нишу или факултет Универзитета у Нишу. Сходно томе, Комисија предлаже покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација дипл. инж. Стевице Цветковића изложена је на 122 стране и садржи 33 слике и 13 табела. Организована је кроз 7 логички повезаних поглавља.

Уводно поглавље описује мотивацију и предмет истраживања, анализира комплексност проблема аутоматске класификације слика и представља допринос дисертације.

У другом поглављу су описани општи поступци за израчунавање дескриптора слике и поступци за аутоматску класификацију применом надгледаног машинског учења. Затим је описана методологија тестирања, уз опис колекција слика које су коришћене приликом тестирања алгоритама предложених у овој дисертацији. Такође је дат преглед релевантне литературе из области аутоматске класификације слика која је коришћена приликом истраживања представљеног у овој дисертацији. На крају се представљени трендови истраживања у области аутоматске класификације слика.

Треће поглавље детаљно описује поступке за израчунавање дескриптора текстуре и боје, чија фузија ће бити разматрана у поступцима аутоматске класификације. Овде су описани само репрезентативни поступци за израчунавање дескриптора слике који ће бити коришћени у поступцима фузије представљеним у даљем току дисертације.

Четврто поглавље прво дефинише терминологију и нотацију из области надгледаног машинског учења. Затим следи опис репрезентативних техника надгледаног машинског учења, укључујући бинарну и вишекласну класификацију. Посебан акценат је на опису вештачких неуронских мрежа, које су коришћене приликом класификације слика у овој дисертацији. На крају је детаљно описана ЕЛМ метода за екстремно брзо обучавање неуронских мрежа. Ова метода је у наставку дисертација доминантно коришћена у оквиру предложених метода фузије.

Пето поглавље започиње детаљним описом општих принципа ране фузије дескриптора, уз представљање техника нормализације израчунатих дескриптора. Затим је описан алгоритам који је предложен за израчунавање компактног дескриптора слике кроз рану фузију робусних дескриптора текстуре и боје. На крају су представљени

результати експерименталне евалуације предложене методе, укључујући и упоредну анализу са актуелним резултатима из литературе.

У шестом поглављу је прво описан општи поступак касне фузије уз разматрање техника за агрегацију резултата свих класификатора, са акцентом на фузији *ЕЛМ* класификатора. Овде је предложена ефикасна техника за комбиновање резултата више *ЕЛМ*-а заснована на правилу сумирања вероватноћа, која постиже високу тачност уз минималну рачунску сложеност. Затим је представљен најзначајнији допринос ове тезе - предлог хијерархијске методе за касну фузију *ЕЛМ* класификатора, који значајно повећава тачност класификације приликом комбиновања више дескриптора. На крају су дати резултати експерименталне евалуације, укључујући и упоредну анализу са актуелним резултатима из литературе.

У седмом поглављу су представљени најважнији закључци дисертације, добијени на основу теоријске анализе и експерименталне евалуације. На крају су описане смернице за будуће истраживање у области аутоматске класификације слика.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

У дисертацији су разматране методе за фузију различитих врста дескриптора слике са циљем повећања тачности и ефикасности резултата класификације слика. Анализирани су различити приступи за фузију дескриптора слике, укључујући рану фузију и касну фузију. Предложен је један алгоритам за израчунавање компактног дескриптора слике кроз рану фузију робусних дескриптора текстуре и боје. Експериментална евалуација је показала да предложени алгоритам постиже одличан компромис између брзине израчунавања и тачности класификације.

Приликом истраживања метода касне фузије, акценат је био на *ЕЛМ* методи за екстремно брзо тренирање неуронских мрежа. У циљу побољшања стабилности и тачности *ЕЛМ* класификатора, предложена је техника за комбиновање резултата више *ЕЛМ*-а у јединствени класификатор. Обједињени скуп *ЕЛМ* класификатора је приликом евалуације показао значајно унапређење тачности и стабилности резултата у односу на индивидуални *ЕЛМ*.

Као најзначајнији допринос, предложена је нова метода за хијерархијско комбиновање више комплементарних дескриптора кроз примену касне фузије *ЕЛМ* класификатора. Предложена метода је омогућила да се из скупа већег броја дескриптора, аутоматски изаберу они дескриптори који на оптималан начин репрезентују конкретну класу. Компаративна евалуација је показала изузетно високу тачност резултата класификације слика, која је у рангу са врхунским резултатима из литературе.

Закључује се да је кандидат успешно остварио све постављене циљеве из пријаве докторске дисертације.

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

Докторска дисертација дипл. инж. Стевице Цветковића садржи значајан допринос у области аутоматске класификације слика применом фузије дескриптора. На основу теоријског истраживања и резултата експерименталне детаљно представљених у дисертацији, најзначајнији доприноси дисертације су:

- Детаљни преглед и анализа актуелних алгоритама за фузију дескриптора слике, у контексту примене за класификацију слика.
- Предлог ефикасног алгоритма за израчунавање компактног дескриптора слике базираног на раној фузији боје и текстуре.
- Систематска анализа и тестирање утицаја ране фузије дескриптора на тачност резултата класификације над стандардним колекцијама слика, и поређење са резултатима независних дескриптора.
- Детаљни преглед и анализа техника касне фузије применом надгледаног машинског учења, са акцентом на фузији *ЕЛМ* неуронских мрежа за предвиђање категорије слике.
- Предлог методе за касну фузију *ЕЛМ* класификатора у јединствени скуп класификатора, применом правила сумирања вероватноћа.
- Предлог хијерархијске методе за комбиновање више комплементарних дескриптора кроз примену касне фузије *ЕЛМ* класификатора, уз значајно унапређење тачности и стабилности резултата класификације.
- Софтверска имплементација свих предложених метода, укључујући издвајање и фузију дескриптора слике, као и технике касне фузије *ЕЛМ* класификатора.
- Експериментална евалуација тачности и временске комплексности свих развијених метода и поређење са актуелним методама за аутоматску класификацију слика.

Истраживање је резултирало значајним бројем научних радова објављених у међународним часописима са SCI листе и презентованих на међународним конференцијама.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат је током научно-истраживачког рада показао изузетну мотивисаност, иницирао истраживања и самосталним радом дошао до најзначајних резултата представљених у дисертацији. Треба истаћи свеобухватно сагледавање актуелних истраживачких трендова у области аутоматске класификације слика. Део истраживања кандидат је обавио на Техничком Универзитету у Минхену, у оквиру лабораторије CAMPAR.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Докторска дисертација дипл. инж. Стевице Цветковића садржи оригиналне научне доприносе у области аутоматске класификације слика засноване на фузији дескриптора кроз примену надгледаног машинског учења. Резултати истраживања су публиковани у релевантним научним часописима и представљају добру основу за будућа истраживања у области аутоматске класификације слика.

Имајући у виду остварене научне резултате и значај обрађене теме, комисија закључује да је докторска дисертација дипл. инж. Стевице Цветковића под насловом „Аутоматска класификација слика заснована на фузији дескриптора и надгледаном машинском учењу“ научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати дисертацију и одобри њену усмену одбрану.






КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије

НСВ број 8/20-01-002/18-026

Датум именовања Комисије

19.02.2018.

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Саша В. Николић, ванредни професор	председник, ментор	
	Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Горан Станчић, доцент	члан	
	Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
3.	Др Горан Јовановић, редовни професор	члан	
	Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
4.	Др Миона Андрејевић Стошовић, доцент	члан	
	Електроника (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
5.	Др Слободан Илић, доцент	члан	
	Рачунарство и информатика (Научна област)	Технички Универзитет Минхен, Немачка Факултет за информатику (Установа у којој је запослен)	

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ**

Датум и место:

02.03.2018. Ниш

Примљено 02.03.2018.

Број

07/03-004/18-005