

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73  
18000 Ниш · Србија  
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399  
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs  
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73  
18000 Niš - Serbia  
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399  
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs  
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН

24.09.2019. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е  
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата мастер инж. Николе Симића под насловом „Пројектовање квантизера у алгоритмима за компресију сигнала” и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу и могу се погледати до **25.10.2019. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа  
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Декан  
  
Проф. др Драган Манчић



## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

## ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
родитеља и име  
Датум и место рођења

Симић Бојан Никола  
16.04.1990; Ниш

## Основне студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Звање  
Година уписа  
Година завршетка  
Просечна оцена

Универзитет у Нишу  
Електронски факултет у Нишу  
Електротехника и рачунарство  
Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства за телекомуникације  
2009.  
2013.  
10.00

## Мастер студије, магистарске студије

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

Универзитет у Нишу  
Електронски факултет у Нишу  
Телекомуникације  
Мастер инжењер електротехнике и рачунарства за телекомуникације  
2013.  
2014.  
10.00  
Телекомуникације  
Пројектовање квантизера за примену у блок одсечном кодовању и компресији слике

## Докторске студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Година уписа  
Остварен број ЕСПБ бодова  
Просечна оцена

Универзитет у Нишу  
Електронски факултет у Нишу  
Електротехника и рачунарство  
2014.  
728  
10.00

## НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске  
дисертације  
Име и презиме ментора,  
звање  
Број и датум добијања  
сагласности за тему  
докторске дисертације

Пројектовање квантизера у алгоритмима за компресију сигнала  
Зоран Перић, редовни професор  
НСВ број 8/20-01-009/18-019 у Нишу, 14.11.2018. године

## ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна  
Број поглавља  
Број слика (шема, графикона)  
Број табела  
Број прилога

194  
9  
43  
19  
/

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ  
У НИШУ

Примљено 24.09.19.  
Број  
07/03-026/19-005

**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><b>N. Simić, Z. Perić, M. Savić, “Image coding algorithm based on Hadamard transform and simple vector quantization”, <i>Multimedia Tools and Applications</i>, 2018, Vol. 77, Issue 5, pp. 6033–6049. Publisher: Springer.</b></p> <p>У овом раду је предложена нова алгоритам за кодовање и компресију слика, заснован на новој шематизацији слике и на употреби Адамарове трансформације и једноставних 2Д и 4Д векторских квантизера. Предложена модел векторских квантизера користи мали број квантизационих нивоа и пројектовање је извршено коришћењем модификованог генерализованог Лојдовог алгоритма који је предложена у раду и који се заснива на одређивању специфичних геометријских партиција како би се избегао итеративни поступак. Алгоритам остварује боље перформансе за високе степене компресије у односу на друга решења сличне или нешто веће комплексности, која се заснивају на употреби wavelet или curvelet трансформације и SVM (Support Vector Machine) технике.</p>	M22
2	<p><b>N. Simić, Z. Perić, M. Savić, “Coding algorithm for grayscale images - design of piecewise uniform quantizer with Golomb-Rice code and novel analytical model for performance analysis”, <i>Informatica</i>, vol. 28, no.4, pp.703-724. Publisher: IOS Press.</b></p> <p>У овом раду је разматрана примена део-по-део униформног квантизера са Голуб-Рајс кодом у модификованом ВТС (Block Truncation Coding) алгоритму. Предложено је ново пројектовање квантизера као и аналитички модел процене перформанси заснован на употреби Инверзне Гаусове расподеле за моделовање варијанси. Предложена дизајн квантизера обезбеђује боље перформансе у односу на сличне методе компресије графичке слике.</p>	M21
3	<p><b>M. Savić, Z. Perić, N. Simić, “Coding Algorithm for Grayscale Images Based on Linear Prediction and Dual Mode Quantization”, <i>Expert Systems with Applications</i>, 2015, Vol. 42, Issue 21, Pages 7285–7291. Publisher: Elsevier.</b></p> <p>У раду је предложена нови алгоритам за компресију графичке слике. Алгоритам се заснива на употреби двомодне квантизаације и модификоване шеме линеарне предикције вредности интензитета пиксела. Идеја двомодне квантизаације се заснива на наизменичном коришћењу униформног и део-по-део униформног квантизера у случају када шема предикције вредности интензитета пиксела не обезбеђује задовољавајући квалитет реконструкције. Резултати су показали да предложена шема линеарне предикције обезбеђује задовољавајућу реконструкцију за 30% блокова, чиме се ефикасно користи корелација између суседних пиксела слике. Остварене перформансе у погледу PSQNR-а и битске брзине показују да предложени модел остварује значајно боље перформансе у односу на друга решења сличне комплексности.</p>	M21
4	<p><b>N. Simić, Z. Perić, M. Savić, “Improved Algorithm for Grayscale Image Compression Based on Multimode Coding Algorithm”, <i>Revue Roumaine des Sciences Techniques - Serie Electrotechnique et Energetique</i>, 2014, Tome: 59, Issue: 3, pp. 315-323.</b></p> <p>У овом раду је предложена алгоритам за кодовање и компресију слика који се заснива на употреби два оптимална фиксна квантизера и једног неједног адаптивног квантизера, пројектованог за дискретни улазни сигнал. Алгоритам припада класи метода ВТС кодовања при чему су предложена решења кривична за нешто више битске брзине како би се обезбедио значајно виши квалитет реконструисане слике.</p>	M23
5	<p><b>Z. Perić, N. Simić, M. Savić, “Analysis and Design of Two Stage Mismatch Quantizer for Laplacian Source”, <i>Elektronika ir Elektrotehnika</i>, 2015, Vol. 21, No. 3, Pages 49-53.</b></p> <p>У овом раду је разматрано пројектовање двостепеног мисмеч квантизера за Лапласов извор. Анализа је извршена коришћењем стандардних мера перформанси попут SQNR-а као и увођењем нове мере процене квалитета CDVSR (continuous-to-discrete-signal-variance ratio) која ближе показује промену варијансе улазног сигнала после првог степена дискретизације сигнала. Анализирањем перформанси, закључено је каква су ограничења овакве врсте квантизаације и у ком односу је могуће поуздано теоријски проценити перформансе система уколико информација о континуалној варијанси није доступна, што је често случај у савременим дигиталним системима.</p>	M23
6	<p><b>N. Simic, Z. Peric, M. Savić, “Design and Implementation of Non-uniform Quantizers for Discrete Input Samples”, <i>Facta Universitatis, Series:Electronics and Energetics</i>, Vol. 30, No 3, September 2017, pp. 417–427.</b></p> <p>У овом раду је разматрано пројектовање фиксних неједног квантизера за дискретни улазни сигнал, предложена је нови модел и анализирана је примена у алгоритму за компресију слике. Неједног квантизаација је извршена у два корака а само пројектовање се врши користећи дискретну варијансу за пројектовање. Добијени резултати показују да оваква примена неједног квантизера обезбеђује до 4.93 [dB] боље перформансе у односу на део-по-део униформни квантизер за посматрани скуп слика.</p>	M24
7	<p><b>Z. Perić, N. Simić, A. Jovanović, M. Savić, “Performance Analysis of Companding Quantizer using Piecewise Linear Approximation of Gaussian Source”, <i>Proceedings of 12th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications – TELSIKS</i>, October 14–17, Niš, 2015, pp. 27-30</b></p> <p>У овом раду је предложено пројектовање компандинг квантизера за Гаусов извор засновано на део-по-део линеарној апроксимацији функције густине вероватноће улазног сигнала. На основу апроксимативних функција, добијени су изрази за компресорску и експандорску функцију. Значај рада се огледа у томе што су добијена решења у затвореном облику за разлику од оптималног решења које захтева решавање интегралних једначина. Перформансе предложеног система су блиске оптималним.</p>	M33

**НАПОМЕНА:** уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

**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 НЕ

На основу услова превиђених Законом о високом образовању, Статутом Универзитета, Правилником о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације и Статутом Електронског факултета у Нишу, Комисија константује да кандидат Никола Симић испуњава све предвиђене услове за одбрану докторске дисертације

## ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација кандидата мастер инж. Николе Симића изложена је на 194 страница А4 формата, садржи 9 поглавља, 43 слика и 19 табела. Дисертација је прецизно написана уз јасно одвојена поглавља и логичан след.

У дисертацији се предлаже више хибридних алгоритама за кодовање и компресију сигнала, заснованих на употреби фиксних и адаптивних скаларних квантизера, логаритамских квантизера, векторских квантизера, блок одсечног, изворног и трансформационог кодовања. Приказани су и образложени поступци пројектовања различитих типова квантизера на примеру слике, као представника дискретног улазног сигнала, као и говора, као представника континуалних сигнала.

У уводном поглављу дата су објашњена основних појмова везаних за кодовање и компресију сигнала, представљена је област докторске дисертације, као и значај теме истраживања. Поред тога, дат је и кратак приказ садржине поглавља која се налазе у наставку дисертације.

Друго поглавље дисертације посвећено је општој теорији квантизације сигнала и класификацији квантизера.

У трећем поглављу изложене су основе дигиталне обраде сигнала и приказане су објективне мере перформанси које се користе ради евалуације предложених решења.

Описи модела који представљају допринос дисертације су изложени почев од четвртог поглавља. У четвртог поглављу разматрани су алгоритми засновани на блок одсечног кодовања (ВТС) слике и предложено је више модела заснованих на употреби Голомб-Рајс кодовања, фиксне квантизације и адаптивних техника.

Извршена је и теоријска анализа двостепене неприлагођене квантизације која се јавља у овим моделима. Предложена је нова мера перформанси којом се додатно сагледава проблем неприлагођења.

Акцент у петом поглављу је на даљем унапређењу ВТС алгоритама увођењем технике линеарне предикције. Предложеним решењем предикције се постиже да око 30% блокова није неопходно додатно квантовати већ је могуће са задовољавајућом прецизношћу реконструисати пикселе, што пружа виши степен компресије од класичних ВТС алгоритама.

У шестом поглављу дат је преглед неких од важнијих техника трансформационог кодовања. Предложен је модел за кодовање и компресију слике заснован на Адамаровој трансформацији и једноставној векторској квантизацији за мали број репрезентационих вектора, који се показао као врло ефикасно решење за високе степене компресије. Предложени модел пружа боље перформансе у односу на друге моделе сличне или веће комплексности, засноване на малоталасној и курвлет трансформацији као и техникама учења.

У седмом поглављу изложена је проблематика пројектовања оптималног компандинг квантизера за Гаусов извор и предложен је модел који се заснива на апроксимацији функције густине вероватноће (ФГВ) сигнала. Део-по-део линеарном апроксимацијом ФГВ добија се део-по-део нелинеарна апроксимација компресорске функције, што је предност у односу на друга асимптотска решења која директно линеаризују компресорску функцију. Предложени модел има малу комплексност и подржан је изразима за пројектовање и процену перформанси у затвореном облику. Као напредније решење, предложен је и двомодни модел који додатно побољшава квалитет реконструисаног сигнала.

У осмом поглављу приказан је краћи преглед неких од напредних техника обраде сигнала и изложене су идеје о будућим правцима истраживања. Предложен је и нови модел кодовања заснован на Делта модулацији и методу најмањих квадрата, који је анализиран на примеру обраде говорног сигнала.

Коначно, девето поглавље дисертације посвећено је закључку. У овом поглављу су експлицитно наведени сви закључци дисертације и подвучени су доприноси.

На крају дисертације налазе се редом литература, списак објављених радова, биографија и изјаве аутора.

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Увидом у извештај о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата Николе Симића, комисија закључује да су циљеви наведени у пријави испуњени и сви задаци реализовани. У дисертацији је извршена анализа низа постојећих техника за кодовање и компресију сигнала и предложено је више нових алгоритама, чији су доприноси засновани доминантно на пројектовању различитих типова квантизера (1Д, 2Д и 4Д). Представљена су решења мале комплексности за кодовање и компресију слике, као представника сигнала дискретног извора, у случају ниских и средњих битских брзина, која обезбеђују висок квалитет реконструисаног сигнала. Предложени модели користе Адамарову трансформацију, блок одсечног и Голомб-Рајс кодовање. Извршен је и развој теоријског модела за процену перформанси алгорита блок одсечног кодовања слике коришћењем Инверзне Гаусове расподеле. Пројектовање асимптотског компандинг квантизера Гаусовог извора извршено је

линеаризацијом функције густине вероватноће, чиме је предложено решење у затвореном облику. Тиме је развијен модел значајно мање комплексности од оптималног компандинг квантизера. Поред тога, извршено је пројектовање и квантизера континуалног извора на примеру говорног сигнала. Модел се заснива на Делта модулацији са имплементираним алгоритмом учења.

Разматрани алгоритми укључују технике адаптације, трансформационог кодовања и блок одсечног кодовања. Показано је да предложени модели остварају добитак у односу на низ других постојећих решења кодовања и компресије сигнала.

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

Према оцени Комисије, најзначајнији доприноси дисертације мастер инж. Николе Симића су:

- Развој и пројектовање адаптивних скаларних квантизера за примену у техници блок одсечног кодовања.
- Развој алгоритма блок одсечног кодовања коришћењем Голомб-Рајс кодовања и развој теоријског модела за процену перформанси модела употребом Инверзне Гаусове расподеле.
- Развој алгоритма за кодовање и компресију дискретних сигнала са високим степеном компресије, заснован на Адамаровој трансформацији и пројектовању модела 1Д, 2Д и 4Д квантизера за дискретан улазни сигнал.
- Развој алгоритма за кодовање и компресију слика, заснованог на примени нове шеме линеарне предикције вредности пиксела и двомодној квантизацији.
- Развој модела компандинг квантизације за Гаусов улазни сигнал, заснован на линеаризацији функције густине вероватноће сигнала.
- Развој новог модела процене неприлагођења сигнала у моделима квантизације са више степена квантовања.
- Развој хибридног модела кодовања и компресије говорног сигнала заснованог на Делта модулацији и једноставним техникама учења.

Анализа је извршена коришћењем објективних мера квалитета и то теоријским и експерименталним путем.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат је радом и залагањем током докторских студија задовољио више од минималног прага за стицање звања доктора наука. Кандидат је као првopotписани аутор публиковао један рад у часопису Универзитета, један рад категорије М21, један рад категорије М22 и један рад категорије М23. Кандидат је и коаутор више радова публикованих у међународним часописима са импакт фактором као и радова презентованих на међународним и националним конференцијама. Поред тога, кандидат је показао самосталност и истрајност у научном раду чиме су испуњени услови за одбрану докторске дисертације.






### ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу увида у поднету докторску дисертацију мастер инж. Николе Симића, може се закључити да дисертација садржи оригиналне и нове научне доприносе из области кодовања и компресије сигнала. Побољшања у анализираним алгоритмима заснивају се доминантно на пројектовању квантизера. Резултати истраживања су приказани на примерима слике и говорног сигнала, публиковани су у релевантним научним часописима и представљени на конференцијама. Закључујемо да су испуњени услови према којима је докторска дисертација подобна за јавну одбрану. Стога, предлажемо Наставно-научном већу Електронског факултета, Универзитета у Нишу, да се кандидату Николи Симићу одобри јавна одбрана докторске дисертације под насловом „Пројектовање квантизера у алгоритмима за компресију сигнала“.

## КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану Комисије 8/20-01-006/19-018

Датум именовања Комисије 09.9.2019.године

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Зоран Перић, редовни професор	Председник (ментор)	
	Телекомуникације (Научна област)	Електронски факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	др Александра Јовановић, ванредни професор	члан	
	Телекомуникације (Научна област)	Електронски факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	др Јелена Николић, доцент	члан	
	Телекомуникације (Научна област)	Електронски факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	
4.	др Милан Савић, доцент	члан	
	Рачунарство (Научна област)	Природно-математички факултет у Косовској Митровици Универзитета у Приштини (Установа у којој је запослен)	
5.	др Анђелија Илић, научни сарадник	члан	
	Физика (Научна област)	Институт за физику Универзитета у Београду, Земун (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

24.09.2019. године