



**АЛФА УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**ФАКУЛТЕТ ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА**

Палмира Тољатија 3, 11070 Нови Београд, Србија  
Тел. +381 (0) 11 2606 380, Факс: +381 (0) 11 2609 752  
*www.alfa.edu.rs, info@alfa.edu.rs*

**НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА**  
**ЗА ИНФОРМАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ**

**Предмет:** Извештај Комисије о оцени докторске дисертације кандидата Бориса Гаре

На седници Наставно-научног већа Факултета за информационе технологије, одржаној 11.10.2017. године, именована је Комисија за оцену докторске дисертације и јавну одбрану докторске дисертације кандидата дипл. инж. Бориса Гаре, под насловом

**ПРИЛОГ АНАЛИЗИ И ЗАШТИТИ СИСТЕМА ЗА ДИГИТАЛНО**  
**ПРОЦЕСИРАЊЕ СЛИКА**

у саставу:

1. др инг. Зоран Миливојевић, ред. проф. Алфа БК Универзитета, (Област: Информациони системи и технологије) - ментор
2. др инг. Миле Петровић, ред. проф. ФТН Косовска Митровица, (Област: Електротехничко и рачунарско инжењерство) - члан
3. др инг. Небојша Денић, ван. проф. Алфа БК Универзитета, (Област: Информациони системи и технологије) - члан
4. др инг. Лазар Кобања, доцент, Алфа БК Универзитета. (Област: Информациони системи и технологије) - члан

Након прегледа достављене дисертације и других пратећих докумената и разговора са Кандидатом, Комисија подноси Наставно – научном већу Факултета за Информационе технологије следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. Хронологија одобравања и израде дисертације**

Кандидат Борис Гара докторске студије уписао је на Факултету за Информационе технологије АЛФА Универзитета школске 2013/2014. године на студијском програму Информационо-комуникационе технологије. Положио је све испите предвиђене планом и програмом овог студијског програма и то:

1. Методологија научно-истраживачког рада (10 ЕСПБ), оцена 10, проф. др Трајко Петровић
2. Теорија преноса података (10 ЕСПБ), оцена 10, проф. др Трајко Петровић

3. Напредни информациони системи (10 ЕСПБ), оцена 9, доц. др Небојша Денић
4. Теорија информација и изворно кодовање (10 ЕСПБ), оцена 10, доц. др Никола Секуловић
5. Дигиталне комуникације у каналу са федингом (10 ЕСПБ), оцена 10, доц. др Никола Секуловић
6. Моделирање пословних процеса (10 ЕСПБ), оцена 8, доц. др Небојша Денић
7. Дигитална обрада сигнала (10 ЕСПБ), оцена 10, проф. др Трајко Петровић
8. Менаџмент квалитетом и информациони системи (10 ЕСПБ), оцена 8, проф. др Видоје Морачанин
9. Теорија телекомуникационог саобраћаја (10 ЕСПБ), оцена 10, доц. др Никола Секуловић

На основу студијског истраживачког рада (научно - истраживачки рад, публиковање радова, учешће на стручним семинарима, симпозијумима, скуповима и др.) кандидат је стекао право на пријаву теме докторске дисертације.

Кандидат Борис Гара поднео је 28.03.2016. године Захтев са одобрење теме докторске дисертације под радним насловом „**Прилог анализи и заштити система за дигитално процесирање слика**“.

Наставно-научно веће Факултета за информационе технологије, на седници одржаној 21.07.2016. године, предложило је **Комисију за оцену научне заснованости и подобност пријављене теме докторске дисертације** као и подобност докторанда и компетенције ментора, у саставу:

1. др инг. Зоран Миливојевић, ред. проф. Алфа БК Универзитета, (Област: Информациони системи и технологије)
2. др инг. Миле Петровић, ред. проф. ФТН Косовска Митровица, (Област: Електротехничко и рачунарско инжењерство)
3. др инг. Небојша Денић, ван. проф. Алфа БК Универзитета, (Област: Информациони системи и технологије)
4. др инг. Никола Секуловић, ван. проф. Алфа БК Универзитета. (Област: Информациони системи и технологије)

За ментора је предложен др **Зоран Миливојевић**, ред. проф. Алфа БК Универзитета. Ментор испуњава законске услове за ментора, налази се на листи ментора (Одлука Сената Алфа БК Универзитета бр. 571/13. год.) и бави се научним радом из области која је предмет дисертације.

Наставно-научно веће Факултета за информационе технологије, на седници која је одржана 28.8.2016. године, на основу Извештаја **Комисије за оцену научне заснованости и подобност пријављене теме докторске дисертације**, кандидата Бориса Гаре, под насловом „**Прилог анализи и заштити система за дигитално процесирање слика**“ донело је Одлуку о прихватању предложене теме докторске дисертације. На истој седници Наставно-научно веће прихватило је предлог којим се др Зоран Миливојевић, редовни професор Алфа БК Универзитета, именује за ментора.

Сенат Алфа БК Универзитета је на седници 01.09.2016. год. дао сагласност на предложену тему докторске дисертације и предложеног ментора. Након урађеног рукописа докторске дисертације кандидат је 01.03.2017. године поднео рукопис ментору на завршни преглед. Ментор је 05.05.2017. год. написао Изјаву о процени оригиналности и сагласности за предају урађене докторске дисертације.

Електронску верзију и штампане верзије уз Изјаву о процени оригиналности и сагласности за предају урађене докторске дисертације ментора, кандидат је предао Декану Факултета за Информационе технологије, 05.05.2017. год.

На предлог ментора, а у складу са његовим Извештајем о садржају и квалитету дисертације Наставно-научно веће Факултета за Информационе технологије изнело је на седници 11.10.2017. године позитивно мишљење о испуњености услова за одбрану докторске дисертације и формирало **Комисију за оцену докторске дисертације и јавну одбрану докторске дисертације** у саставу:

1. др инг. Зоран Миливојевић, ред. проф. Алфа БК Универзитета,  
(Област: Информациони системи и технологије)

2. др инг. Миле Петровић, ред. проф. ФТН Косовска Митровица,  
(Област: Електротехничко и рачунарско инжењерство)

3. др инг. Небојша Денић, ван. проф. Алфа БК Универзитета,  
(Област: Информациони системи и технологије)

4. др инг. Лазар Копања, доцент, Алфа БК Универзитета.  
(Област: Информациони системи и технологије)

## **2. Биографски подаци кандидата**

Борис Гара рођен је 30.03.1964. године у Београду. Основну школу завршио је у Београду. Средњу школу, француски лицеј, завршио је у Аустрији, у граду Бечу. Дипломирао је дана 04.09.2002. године, на Факултету техничких наука у Косовској Митровици, на смеру Електроника и телекомуникације.

Кандидат се током своје професионалне каријере интензивно бавио израдом рачунарских и микроконтролерских софтверских апликација, у различитим програмским језицима (као што су: Eclipse, Pascal, Basic, и Asembler), које се односе на пренос података и њихову накнадну анализу и обраду. Такође се бавио анализом слике, пројектовањем и израдом већег броја самосталних уређаја и рачунарских интерфејса различите намене. Конкретно, реализовао је више система за заштићен пренос дигиталних података преко система радио везе и система мобилне телефоније, такође је извршио компјутеризацију телепринтерског система за пренос података (NO2 протокол) и конструисао систем за даљинску контролу и управљање емисионим локацијама. Сви горе наведени системи се састоје од низа хардверских и софтверских решења које је кандидат самостално израдио. Запослен је у Министарству унутрашњих послова.

### **2.1. Стечено научноистраживачко искуство**

Након завршених основних петогодишњих академских студија кандидат је уписао докторске студије школске 2013/2014. године на студијском програму Информационо-комуникационе технологије Алфа БК Универзитета. Научне активности кандидата односе се на анализу различитих метода за дигиталну обраду слике, њено побољшање, као и њен сигуран, односно заштићен пренос до крајњег корисника. Бави се израдом рачунарских и микроконтролерских софтверских апликација, у различитим програмским језицима које се односе на пренос мултимедијалних података и њихову накнадну анализу и обраду. До сада је пројектовао и реализовао већи број самосталних уређаја и рачунарских интерфејса који имају практичну примену у различитим областима.

### 1.3. Преглед остварених резултата у досадашњем раду

Своје научне резултате кандидат је објављивао у научним часописима и презентовао на научно – стручним конференцијама. Структура објављених радова је следећа:

#### а) из области дисертације

	M23	M24	M33	M63
Бр. Радова	2	1	5	2
Бодови	3	3	1	0.5
Укупно	6	3	5	1

#### б) ван области дисертације

	M24	M33
Бр. Радова	2	1
Бодови	3	1
Укупно	6	1

Индекс научне компетентности кандидата је:  $15 + 7 = 22$

### 3. Опис дисертације

#### 3.1. Наслов дисертације

#### Прилог анализи и заштити система за дигитално процесирање слика

#### 3.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада пољу техничко-технолошких наука из области информационо комуникационих технологија за које је студијски програм Информационо - комуникационе технологије акредитован од стране Комисије за акредитацију и проверу квалитета (број: 612-00-01124/212-04).

#### 3.3. Подаци о дисертацији

Докторска дисертација написана је на 149 стране текста, формата А4, куцаног ћириличним писмом. Садржи 30 слика, 37 табела, 77 графика и 117 библиографских референци.

Дисертација садржи:

- насловну страну на српском језику,
- насловну страну на енглеском језику,
- изјаву ментора о процени оригиналности и сагласности за предају урађене докторске дисертације,
- страну са подацима о ментору и члановима Комисије,
- захвалницу,
- резиме на српском и енглеском језику,
- садржај,
- попис слика,
- попис табела,
- увод,
- пет тематских поглавља,

- закључак,
- литературу,
- биографију аутора,
- списак научних радова аутора из области теме и
- прилоге (Прилог 1. Изјава о ауторству, Прилог 2. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Прилог 3. Изјава о коришћењу).

### 3.4. Предмет и циљ дисертације

Предмет дисертације односи се на анализу, пренос и заштиту система за дигиталну обраду слике. Област, а посебно тема је изузетно актуелна и савремена, о чему сведочи у последње време велики број објављених научних и стручних радова из ове области. Истраживање је подржано сазнањима из научне и стручне литературе, сазнањима других аутора који су у својим радовима и књигама истраживали ову област. Разматране су различите методе за контролу, анализу и обраду дигиталне слике, као и за њен сигуран, односно заштићен пренос до крајњег корисника.

Циљ дисертације је да се развију одређени алгоритми и математичке функције које могу да се искористе у системима за дигиталну обраду слике, како за њену заштиту током преноса, тако и за побољшање њеног квалитета у постобради.

Истраживања су базирана на коришћењу метода теоријске анализе, разним симулацијама, а где год је то могуће и хардверском реализацијом одређених склопова. Коришћена су најновија теоријска сазнања из области: телекомуникација, мултимедијалних система, заштите дигиталних података и примене разних софтверских алата и апликација за дигиталну обраду слике.

Дигитална слика је посматрана као тродимензионална матрица у којој сваки елемент представља један пиксел. У циљу описивања матричне димензије дигиталне слике коришћена је квантитативна анализа са преко две хиљаде слика дефинисаних по карактеристикама различитих формата, резолуције, нивоа детаља и др. Над сваком сликом, зависно од намене, извршена је квалитативна и квантитативна анализа са адекватним параметрима за оцену квалитета слике.

Ради што реалније анализе добијених резултата, реализован је и хардверски склоп који генерише бели шум. Помоћу њега и посебно урађених апликација извршене су одређене симулације и практична провера добијених резултата.

Постављени циљ је постигнут и добијени научни резултати су публиковани у часописима категорије М23 и М24 и јавно су презентовани на научним конференцијама категорије М33 и М63. У објављеним резултатима јасно је назначен научни допринос код анализе и заштите система за дигитално процесирање слике.

### 3.5 Хипотезе

На основу извршених, свеобухватних, тестирања предложених модела и упоредних анализа добијених резултата са резултатима других аутора постављене су следеће хипотезе и потхипотезе:

#### Главна хипотеза

- Модели за детекцију и елиминацију шума из сигнала слике, као и алгоритми за заштиту података не нарушавају структуру сигнала и његову изворну форму.

#### Подхипотезе

- Тестирање модела је применљиво како над сваком сликом посебно, тако и над видео сигналом, као системом фрејмова.

- Хардверско генерисање случајних бројева, као саставни део заштите података, даје боље резултате од софтверског генерисања случајних бројева.
- Алгоритми и филтери могу да поправе квалитет примљене дигиталне слике, уколико је било грешака током преноса те слике.
- SPIHT компресија даје боље карактеристике записа статичне слике што имплицира висок ниво квалитета приликом преноса и обраде.

### 3.6 Кратак опис садржаја дисертације

Прво поглавље представља и уводни део рада, приказује преглед и анализу најзначајнијих радова који се баве овом проблематиком.

Поглавље број 2 приказује историјски аспект и преглед актуелних истраживања.

Поглавље број 3 обрађује теоријски оквир рада у оквиру кога је укратко дата потребна теоретска подлога која је касније коришћена у наредним поглављима. У оквиру овог поглавља описана је расподела вероватноће и основне карактеристике густине вероватноће. Описан је начин генерисања белог шума, преко зенер диоде, као и израђене софтверске апликације које подржавају и олакшавају анализу података. Ради што детаљније анализе практично је реализован хардверски склоп који генерише бели шум. У другом делу овог поглавља анализирана је примена функције XOR над базама случајних бројева и дигиталним сликама, а добијени резултати коришћени су у наредним поглављима, за заштиту података током преноса и побољшање квалитета добијене слике.

Поглавље број 4 описује практичну примену добијених резултата за побољшање квалитета дигиталне слике. У оквиру овог поглавља приказано је шест најзначајних оператора за детекцију ивица, кроз анализу деналних слика. Описани су и анализирани најважнији филтри који се користе за детекцију ивица. Анализа модела извршена је кроз конверзију примарних слика у слике са различитим обликом ивица, а добијене слике оцењиване су адекватним бројем битова по пикселу. Резултати из овог поглавља објављени су у руском часопису ранга M23 Journal of Communications Technology and Electronics, под називом Dental image analysis with different edge detection operators.

Приказан је и алгоритам за детекцију ивица слике са, постфилтром, који је имплементиран у софтверском пакету Матлаб. Такође је приказан и листинг алгоритма, који је коришћен над сликама са различитим бројем детаља. Помоћу овог алгоритма добијене су вредности ентропије и вредности детаља реконструисаних слика за 2D дискретну косинусну трансформацију и Вавелет трансформацију, за различите вредности прага детекције. Добијене вредности приказане су графички, а на основу њих је извршена анализа квалитета алгоритма за детекцију ивица.

Вршена је анализа слике над којом је примењена линеарна промена осветљености. За упоређивање и анализу резултата коришћени су параметри средње квадратне грешке, вршног односа сигнал/шум и индекса структурне сличности. Утврђено је како различите вредности линеарног осветљења утичу на вршни однос сигнал/шум (PSNR), средњу квадратну грешку (MSE), индекс структуралне сличности (SSIM) и разлику структуралне сичности (DSSIM). Анализиран је и утицај позитивног и негативног осветљења на квалитет слике кроз RGB хистограме.

Помоћу софтверског пакета Матлаб извршена је анализа над сликама са различитим линеарним осветљењем. Добијене слике анализирани су на основу алгоритама за одређивање нивоа детаља 2D дискретне косинусне трансформације, Вавелет трансформације и ентропије. Добијени резултати омогућили су увид у промену ентропије и ниво детаља, у зависности од пораста линеарног осветљења.

Посебна пажња поклоњена је анализи разлике у квалитету између Медиан филтра, Филтера средње вредности и степена оптерећења нелинеарних филтера. Уз помоћ софтверског пакета Матлаб и CVIptools израчунати су вршни односи сигнал-шум (PSNR),

средња квадратна грешка (MSE), индекс структуралне сличности (SSIM) и ентропија. Помоћу ових параметара одређен је квалитет филтрирања наведених филтера, за различите густине salt & pepper шума.

Вршена је и анализа слике видљивог спектра (400 nm – 800 nm), као и анализа њене трансформације у слике са једном таласном дужином. Анализа је вршена уз помоћ софтверског пакета Матлаб, а анализирана је и ентропија свих слика понаособ, са циљем да се утврди у ком делу спектра се налази највећи потенцијал слике. Коришћењем SSIM алгоритма добијен је однос између слика са пуним видљивим спектром (400 nm – 800 nm) и слика са једном таласном дужином.

На крају овог поглавља представљена је анализа објективног квалитета слике помоћу алгоритама компресије JPEG, JPEG2000, EZW и SPIHT користећи Лапласијан, Превит и Собел алгоритме. Квалитет компресованих слика оцењиван је различитим бројем битова по пикселу (bpp) и параметрима PSNR, MSE и SNR.

Поглавље број 5, обрађује анализу и практичну примену ексклузивне дисјункције XOR код заштите, преноса и филтрирања дигиталне слике. Анализа је вршена уз помоћ наменски израђених софтверских апликација.

У оквиру овог поглавља описан је утицај функције XOR на генерисање базе случајних бројева и њена практична примена. Базу случајних бројева генерисао је наменски урађен хардверски генератор случајних бројева, а анализе је вршена уз помоћ наменски израђених софтверских апликација. Приказана је и практична примена базе случајних бројева приликом хардверског кодирања тј. заштите дигиталне слике током њеног преноса у реалним условима.

Основни закључци научни и практични доприноси дисертације дати су у поглављу број 6. На крају рада дат је преглед коришћене и цитиране литературе.

### **3.7 Остварени резултати и научни доприноси дисертације**

Кандидат је успешно остварио постављене циљеве из пријаве докторске дисертације. У докторској дисертацији анализирани су разни алгоритми за филтрирање шума и побољшање квалитета дигиталне слике, са посебним освртом на алгоритме за детекцију ивица. Предочен је преглед постојећих метода и алгоритама за оцењивање квалитета дигиталне слике, како током настајања, тако и током преноса, заштите и обраде. Квалитет компресованих слика оцењиван је бројем битова по пикселу (bpp) и параметрима PSNR, MSE и SNR. Показано је која компресија даје најбоље резултате у зависности од bitrate и филтрирања слике.

Анализом шест најзначајнијих оператора за детекцију ивица слике, кроз параметре PSNR, SNR, MSE и Ентропију слике, показано је како помоћу разних алгоритама и филтера може да се поправи квалитет дигиталне слике. Анализа је вршена помоћу VC Demo софтвера и Матлаб софтверског пакета. Анализом је утврђено да оператори Пирамид и Робертс дају много боље резултате на нижим степенима bpp, а да, на основу Ентропије слике, најбоље резултате даје Пиримид оператор. Закључено је да код анализе денталних слика за детекцију ивица, најбоље карактеристике показује Пирамид оператор, како на нижим битовима, тако и кроз параметар Ентропије.

Кроз анализу утицаја осветљења на квалитет слика компресованих са JPEG и SPITH методама утврђено је како функција линеарне промене позитивног и негативног осветљења утиче на квалитет слике. Методе су примењене на слике са различитим степеном осветљења и за различите вредности брзине протока (bpp) коришћењем софтвера VCDemo. Квалитет компресованих слика је оцењен на основу вредности PSNR, MSE, SSIM и DSSIM. На основу добијених резултата извршено је поређење компресија слика са различитим степеном осветљења и утврђено је која компресија даје боље резултате у односу на различити степен осветљења слике и како се квалитет компресије мења са променом осветљења слике при различитим брзинама протока. Може се закључити да је квалитет компресоване слике исти

при вишим вредностим брзине протока, без обзира колико је слика осветљена. При смањењу брзине протока бољи квалитет се добија за тамније слике. При екстремно ниској брзини преноса (0.1 bit / елемент слике) квалитет компресије је исти код JPEG методе без обзира о којем осветљењу слике се ради, док код SPIHT методе боље резултате дају тамније у односу на светлије слике.

Утврђено је да за различите линеарне степене промене осветљења параметри PSNR и MSE имају скоро исте вредности, а да се са линеарним повећањем степена промене осветљаја параметари SSIM и DSSIM смањују.

Анализиран је и приказан алгоритам за детекцију ивица слике са постфилтром који је имплементиран у софтверском пакету Матлаб. Реализован је програмски код који је примењен над сликама са различитим бројем детаља. Помоћу њега добијене су вредности за Ентропију и вредности за број детаља реконструисаних слика коришћењем Дискретне косинусне трансформације и Wavelet трансформације за различите вредности прага детекције. На основу добијених вредности је анализиран квалитет алгоритма за детекцију ивица. Као главни допринос може да се истакне програмски код алгоритма за детекцију ивица, који кориснику омогућава потпуну слободу у дефинисању параметара алгоритма, како прага детекције, тако и постфилтра. Велика предност предложеног алгоритма са постфилтром је његово прилагођење потребама корисника, на тај начин што корисник може да дефинише параметре алгоритма. Дефинисање параметара се може извршити над сваким каналом посебно, односно могуће је дефинисати праг детекције за сваки од RGB канала, а такође и подешавање параметара филтра, односно који степен филтрирања ће корисник употребити за добијање жељених резултата. На основу добијених резултата може се закључити да је већи пад Ентропије код слика са већим нивоом детаља. За разлику од осталих алгоритама за детекцију ивица, где се после одређивања ивица одређује оријентација пиксела, код овог алгоритма то није потребно јер се оријентација пиксела преузима са оригиналне слике, самим тим се и смањује време рачунања. Предност овог алгоритма је и једноставан софтвер, који утиче на смањење времена извршења процеса ко рачунара, или наменских интерфејса.

Анализирана је разлика у квалитету између нелинеарних филтера Медиан, Филтра средње вредности и Филтра оптерећења, приликом елиминације Salt & Pepper шума из дигиталне слике. Уз помоћ софтверског пакета Матлаб и CVIPtools програма израчунати су вршни односи сигнал/шум (PSNR), средње квадратна грешка (MSE), индекс структуралне сличности (SSIM) и ентропије. Помоћу ових параметара одређен је квалитет филтрирања наведених филтера за различите густине Salt & Pepper шума. Предложен је метод за елиминације различитих врста шума, у реалном времену, уз помоћ Медиан филтера, Филтера средње вредности и Филтера оптерећења.

Анализирана је практична примена ексклузивне дисјункције XOR код заштите, преноса и филтрирања дигиталне слике. За ту намену урађена је посебна софтверска апликација. Описан је утицај функције XOR на практично генерисање базе случајних бројева. Одређен је карактеристичан модел у коме су дефинисани најподеснији алгоритми за елиминацију шума, детекцију ивица, заштиту сигнала и пренос таквог сигнала ка пријемној страни где би се вршила реконструкција полазног сигнала. Показано је како предложени алгоритми и филтери могу да поправе квалитет примљене дигиталне слике, уколико је било грешака током преноса те слике.

За све анализе дата је теоретска подлога и одговарајуће математичке трансформације, а добијени резултати су потврђени упоређивањем са резултатима доступни у научној литератури.

Литература коришћена у дисертацији садржи велики број радова новијег датума, што указује на актуелност одабране проблематике. На основу обима коришћене литературе може се закључити да је кандидат имао темељан увид у досадашње доприносе у овој и блиским научним областима. Листа укључује и радове кандидата које је објавио током израде дисертације, а који су директно проистекли из рада на дисертацији.



Тема докторске дисертације је изузетно значајна и актуелна. Део резултата из истраживања у оквиру дисертације је већ верификован кроз публикавање у међународним часописима и презентовање на међународним конференцијама. Поднета докторска дисертација представља оригиналан научни и стручни допринос.

Из добијених и верификованих резултата као и на основу разних теоријских, експерименталних и софтверских анализа могу се одредити следећи заједнички кључни научни доприноси докторске дисертације, а то су :

- На основу реализованог хардверског склопа и израђене апликације детаљно је анализирана одређена база случајних бројева, после чега добијени резултати могу да се користе приликом заштите података, током преноса, али и за побољшање квалитета пренесене дигиталне слике.
- Помоћу развијених и предложених софтверских алгоритама показано је како је могуће поправити квалитет дигиталне слике.
- Предложен је метод помоћу кога могу да се елиминишу различите врста шума у слици, у реалном времену, користећи Медиан филтер, Филтер средње вредности и Филтер оптерећења.
- Показано је како функција линеарне промене позитивног и негативног осветљења утиче на квалитет слике.
- Показано је како различити алгоритми компресије утичу на квалитет слике коришћењем Лапласиан, Превит и Собел оператора.
- Добијени су практични резултати за уклањање Salt & Pepper шума са нелинеарним филтерима из слике.
- Показано је како може операција ексклузивне дисјункције (XOR) да се користи код заштите, преноса и филтрирања дигиталне слике.
- Предложена су решења и методе за аутоматску детекцију различитих аномалија код дигиталних слика, које се веома тешко, или немогуће, уочавају визуелном методом.

На основу познавања рада кандидата чланови Комисије констатују да је кандидат показао висок ниво самосталности, креативности и систематичности у истраживачком раду. Кандидат је показао способност анализе литературе, научних сазнања и експерименталних резултата из истраживачке области, уз оригиналност у креирању и исказивању својих научно-истраживачких резултата, што је потврђено и великим бројем радова. Показао је да поседује потребна мултидисциплинарна знања и способност њихове синтезе током израде докторске дисертације.

### 3.8 Објављени и саопштени резултати

#### 3.8.1 из области теме предложене докторске дисертације

##### а) Радови у међународним часописима (СЦИ) (M20)

1. Ratko Ivkovic, Mile Petrovic, **Boris Gara**, Mirko Milosevic: *Dental image analysis with different edge detection operators*, Journal of Communications Technology and Electronics (2014), vol. 59 br. 11, str. 1289-1297 (IF=0,359 за 2013) (M23),

<http://link.springer.com/article/10.1134%2FS1064226914110072#page-1>

2. Branimir Jaksic, **Boris Gara**, Mile Petrovic, Petar Spalevic, Ljubomir Lazic: *Analysis of the Impact of Front and Back light on Image Compression with SPIHT Method during Realization of the Chroma Key Effect in Virtual TV Studio*, Acta Polytechnica Hungarica, The paper is accepted for publication. (IF = 0,471 за 2013) (M23),

[http://uni-obuda.hu/journal/Jaksic\\_Gara\\_Petrovic\\_Spalevic\\_Lazic\\_58.pdf](http://uni-obuda.hu/journal/Jaksic_Gara_Petrovic_Spalevic_Lazic_58.pdf)

3. Branimir Jaksic, Ratko Ivkovic, **Boris Gara**, Mile Petrovic, Petar Spalevic: *Analysis of different influence of compression algorithm on the image filtered Laplacian, Prewitt and Sobel operator*, International Journal of Darshan Institute on Engineering Research and Emerging Technology, India, ISSN 2320-7590, Vol. 2, No.1, pp. 68-76, 2013. (M24)

**б) Радови саопштени на скуповима међународног значаја штампани у целини (M30)**

1. Branimir Jaksic, **Boris Gara**, Ratko Ivkovic, Mile Petrovic, Mirko Milosevic: *Analysis brightness effect on quality pictures after compression with JPEG and SPIHT compression method*, Matematicke i Informatičke tehnologije, pp.305-310, September 2013. (M33)

2. Ratko Ivkovic, Ivana Milošević, **Boris Gara**, Siniša Minić, Vladimir Dakovic: *Algoritam za detekciju ivica slike sa postfiltrrom*, XIII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH 2014, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 19-21 mart 2014, Vol. 13, pp. 652-656. ISBN: 978-99955-763-3-2. (M33)

<http://infotech.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2014/radovi/RSS-2/RSS-2-2.pdf>

3. Ratko Ivković, Ivana Milošević, **Boris Gara**, Siniša Minić, Dragiša Miljković: *Rekonstrukcija slika vidljivog spektra snimljenih sa malim procentom osvetljenja*, XIII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH 2014, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 19-21 mart 2014, Vol. 13, pp. 648-651. ISBN: 978-99955-763-3-2. (M33)

<http://infotech.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2014/radovi/RSS-2/RSS-2-1.pdf>

4. V. Mitrovic, **B. Gara**, M. Petrovic, B. Gvozdic: *Performance Analysis of HEVC Standard in Relation to H.264/MPEG-4 Standard*, International Scientific Conference “UNITECH 2014”, 21 – 22 November 2014, GABROVO, Elektronika ir elektrotehnika, ISSN 1392-1215, pp. II 106 – II 111, (M33) <http://dx.doi.org/10.5755/j01.eee>

5. Ratko Ivkovic, Ivana Milosevic, **Boris Gara**, Miroslav Pavlovic, Dragisa Miljkovic: *Analysis of digital images segments through the standrd deviation and level of detail*, Medjunarodni naučno - stručni simpozijum, INFOTEH-JAHORINA 18. mart - 20. mart 2015. ISBN 978-99955-763-6-3, Vol. 14, pp. 600-603 (M33), <http://infotech.rs.ba/zbornik/2015/radovi/RSS-3/RSS-3-8.pdf>

**ц) Радови саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини (M60)**

1. Ratko Ivkovic, Dragisa Miljkovic, **Boris Gara**, Mile Petrovic, Ivana Milošević: *Analysis of quality of nonlinear filters by removing salt & pepper noises*, YU INFO 2014, ISBN: 978-86-85525-13-1, pp. 330-333, February 2014. (M63)

[https://www.academia.edu/5498039/Analisis\\_of\\_brightness\\_effect\\_on\\_the\\_quality\\_of\\_pictures\\_after\\_compression\\_with\\_jpeg\\_and\\_spiht\\_compression\\_method](https://www.academia.edu/5498039/Analisis_of_brightness_effect_on_the_quality_of_pictures_after_compression_with_jpeg_and_spiht_compression_method)

2. Ratko Ivkovic, Mile Petrovic, Petar Spalevic, **Boris Gara**, Dragiša Miljkovic: *Uticaj linearnog osvetljenja na nivo detalja i entropiju slike*, Informacione Tehnologije – XX, ISBN:978-86-85775-15-4, pp. 248-251, February 2014. Zabljak (M63)

<http://eprints.ugd.edu.mk/9841/7/%5BIT2014%5D%20PV%20-%20Golubovski.pdf>

### 3.8.2 Ван области дисертације

#### а) Радови у међународним часописима (СЦИ) (M20)

1. Branimir S. Jaksic, **Boris Gara**, Mile B. Petrovic, Petar Lj. Spalevic and Ivana M. Milosevic: *Analysis of the Effects of Front and Back Lights in Chroma Key Effects During Implementation in Virtual TV Studio*, International Journal Of Computers and Communacations - NAUN, ISSN: 2074-1294, Vol. 7, Iss. 3, pp. 90-97, 2013., <http://www.naun.org/main/UPress/cc/c052012-099.pdf> (M24)
2. Gradimirka Popovic, Nebojsa Arsic, Branimir Jaksic, **Boris Gara**, Mile Petrovic: *Overview, Characteristics and Advantages of IP Camera Video Surveillance Systems Compared to Systems with other Kinds of Camera*, International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT), Volume 2, Issue 5, September 2013, India, pp. 356-362. ISSN: 2319-5967 [http://www.ijesit.com/Volume%202/Issue%205/IJESIT201305\\_48.pdf](http://www.ijesit.com/Volume%202/Issue%205/IJESIT201305_48.pdf) (M24)

#### б) Радови саопштени на скуповима међународног значаја штампани у целини (M30)

1. Mile Petrović, Branimir Jakšić, Ivana Milošević, Vladimir Trifunović, **Boris Gara**: *Pregled DVB-T u zemljama bivše Jugoslavije*“, XII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH 2013, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 20-22 mart 2013, Vol. 12, pp. 354-359. ISBN 978-99955-763-1-8, (M33) <http://www.infoteh.rs.ba/zbornik/2013/radovi/KST-1/KST-1-9.pdf>

## Закључак и предлог

Дисертација Бориса Гарe, дипл. инж. електротехнике, под називом „**Прилог анализи и заштити система за дигитално процесирање слика**“, представља оригиналан, савремен и значајан научни допринос. Текст дисертације је написан јасно, разумљиво и прегледно. Организован је кроз поглавља и одељке. Циљеви дисертације јасно су формулисани а резултати истраживања системски изложени. Научни доприноси се могу недвосмислено утврдити. Комисија констатује да дисертација садржи оригиналне научне доприносе, испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се примењују код вредновања докторских дисертација.

Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета за Информационе технологије, Алфа БК Универзитета, да се докторска дисертација под називом „**Прилог анализи и заштити система за дигитално процесирање слика**“, кандидата Бориса Гарe, дипл. инж. електротехнике, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Сенату Алфа БК Универзитета, а кандидату одобри јавна усмена одбрана.

У Београду 25.10.2017. год.

### Комисија:

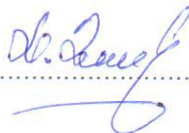
1. др Зоран Миливојевић, ред. проф.  
Алфа БК Универзитета, председник



2. др Миле Петровић, ред. проф.  
ФТН Косовска Митровица, члан



3. др Небојша Денић, ван. проф.  
Алфа БК Универзитета, члан



4. др Лазар Кобања, доцент,  
Алфа БК Универзитета, члан

