

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Алексеја Аврамовића.

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5020/08-3 од 21.06.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Алексеја Аврамовића, дипломираног инжењера електротехнике, под насловом

„Нискодимензионални просторно-текстурални дескриптори мултиспектралних слика“

После прегледа достављене дисертације, као и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Алексеј Аврамовић, дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства, је 28.11.2014. године пријавио тему докторске дисертације под насловом „Нискодимензионални просторно-текстурални дескриптори мултиспектралних слика“. Одлуком Наставно-научног већа бр. 5020/08–1 од 14.01.2015. године, именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата Алексеја Аврамовића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме у саставу:

1. др Милан Бјелица, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Зденка Бабић, редовни професор, Универзитет у Бања Луци – Електротехнички факултет,
3. др Миодраг Поповић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора је именована др Ирени Рељин, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Усмена одбрана теме је одржана на Електротехничком факултету у Београду 12.02.2015. уз присуство свих чланова комисије. Одбрана је укључила презентацију предмета, циља и значаја предложене теме, уз навођење полазних хипотеза, коришћених научних метода и очекиваних доприноса. Након презентације уследила су питања чланова комисије на које је кандидат успешно одговорио, што је Комисија потврдила оценом „задовољно“.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета у Београду је прихватило горе наведени Извештај на својој седници од 17.03.2015. године.

Веће техничких наука Универзитета у Београду је 06.04.2015. године донело одлуку о прихватању теме.

Коначно, Наставно-научно веће Електротехничког факултета је 21.06.2016. године именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације Алексеја Аврамовића, у саставу:

1. др Ирини Рељин, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
2. др Милан Бјелица, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
3. др Зденка Бабић, редовни професор, Универзитет у Бањалуци – Електротехнички факултет
4. др Миодраг Поповић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
5. Др Владимир Рисојевић, доцент, Универзитет у Бањалуци – Електротехнички факултет.

1.2. Научна област дисертације

Научна област докторске дисертације под насловом „Нискодимензионални просторно-текстуални дескриптори мултиспектралних слика“, кандидата Алексеја Аврамовића је Електротехника и рачунарство, а ужа научна област Телекомуникације, подобласти Дигитална обрада слике и Мултимедија. За наведене области матичан је Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

Дисертација је урађена под менторством др Ирини Рељин, редовног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Ментор има научне радове из уже научне области која је предмет дисертације кандидата. Поред тога, ментор предаје више предмета на Катедри за телекомуникације и информационе технологије на Електротехничком факултету, који су у вези са предметом дисертације. Релевантни радови ментора су наведени приликом пријаве теме докторске дисертације кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Алексеј Аврамовић је рођен 16.02.1984. године у Мостару, Босна и Херцеговина. Услед ратних дејстава и избеглиштва, основну школу је похађао у Коњицу, Вуковару и Брчком, где је завршио 1998. године са одличним успехом. У основној школи је учествовао на неколико општинских и регионалних такмичења из физике и математике. У Брчком је завршио гимназију "Васо Пелагић", 2002. године са одличним успехом, а исте године је уписао Електротехнички факултет у Бања Луци, одсек за Електронику и комуникације. Током студирања је учествовао на такмичењима на Електријади, уз неколико остварених екипних пласмана. Петогодишње студије електротехнике завршио је у предвиђеном року, 09.07.2007, са средњим просеком оцена 8,82 и одбраном дипломског рада са темом „Сегментација дигиталних слика применом Mean Shift алгоритма“. Студије трећег циклуса је уписао крајем 2008. године на Електротехничком факултету у Београду на смеру за Телекомуникације. Све испите је положио са просечном оценом 10,0.

Од 25.09.2007. је запослен као *сарадник* на Електротехничком факултету у Бања Луци, а 08.03.2008. је изабран у звање *асистента* за ужу научну област *Општа електротехника*. У звање *вишег асистента* на ужој научној области *Општа електротехника* је изабран 25.05.2012. У настави је ангажован у извођењу аудиторних и лабораторијских вежби из предмета: Основи електротехнике 1, Основи електротехнике 2, Електрична мерења, Теорија електричних кола 1, Теорија електричних кола 2, и Рачунарска графика.

Поред наставних задужења на факултету, Алексеј Аврамовић је био ангажован као сарадник на неколико научно-истраживачких пројеката финансираних од стране Министарства науке и технологије Републике Српске, као и на неколико међународних пројеката.

Пројекти националног значаја, на којима је Алексеј Аврамовић учествовао су:

- Архивирање и претраживање база радиолошких слика (2006-2008),
- РФИД технологија (2008-2010),
- Компресија слика без губитака (2010), и
- Аутоматска класификација покривености и начина коришћења земљишта (2012-2013).

У међународној научно-истраживачкој сарадњи, Алексеј Аврамовић је ангажован на пројектима билатералне сарадње између Републике Босне и Херцеговине и Републике Словеније:

- Компресија медицинских слика (*Slovenian Research Agency and Ministry of Civil Affairs, Bosnia and Herzegovina, Grant BI-BA/10-11-026, Bilateral Collaboration Project, 2010-2011*).
- Аутоматска анотација медицинских видео записа (*Slovenian Research Agency and Ministry of Civil Affairs, Bosnia and Herzegovina, Grant BI-BA/14-15-035, Bilateral Collaboration Project, 2014-2015*).

Поред тога, Алексеј Аврамовић је обавио неколико студијских посета, као што су:

- седмодневна студијска посета Универзитету у Падерборну, Немачка 2010. године,
- двонедељна студијска посета *Buskerud* колеџу у Конгсбергу, Норвешка 2013. године,
- седмодневна радна посета *IVS* истраживачком центру у Ослу, 2014. године.

Истраживачка делатност Алексеја Аврамовића претежно обухвата област Дигиталне обраде слике, у оквиру које је посебне доприносе имао у компресији слика без губитака, претраживању база слика и класификацији слика, као и у области компјутерске аритметике. До сада је објавио 35 научних радова у међународним и домаћим часописима, као и у зборницима међународних и домаћих научних конференција. Као значајне публикације у међународним часописима могу се издвојити радови који су објављени у часописима са импакт фактором (5 радова).

Од 2008. године ангажован је у Сарнет-у, где је задужен за видеоконференцијске системе.

Члан је удружења *IEEE*, секције за кола и системе (*Circuits and Systems*).

1.4. Сечено научноистраживачко искуство

Кандидат Алексеј Аврамовић је стекао богато научно-истраживачко искуство радећи на горе наведеним домаћим и међународним научним пројектима, кроз студијске посете, као и у току докторских студија, односно на припреми докторске дисертације.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана у девет поглавља, на 103 стране текста. Садржи 27 слика, 9 табела, као и списак са 87 коришћених референци.

Садржај рада:

1. Увод
 2. Аутоматска класификација слика
 3. Методологија истраживања
 4. Аутоматска класификација сивих слика према текстури
 5. Нискодимензионални мултиспектрални дескриптори текстуре
 6. Просторни распоред локалних обележја текстуре
 7. Нискодимензионални просторно-текстурални дескриптори
 8. Аутоматска класификација слика конволуционим неуронским мрежама
 9. Закључак
- Литература

Дисертација кандидата садржи све законом предвиђене елементе.

2.2. Кратак приказ појединих поглавља

У дисертацији кандидата Алексеја Аврамовића су предложене методе за издвајање нискодимензионалних дескриптора мултиспектралних слика, који су погодни за аутоматску класификацију слика. Анализирани су начини за укључивање података о просторном распореду локалних обележја на сликама у дескриптор, са циљем повећања тачности класификације.

У уводу докторске дисертације је објашњен значај истраживања, где је посебно истакнут значај текстуре у опису садржаја слике, као и класификацији слика. Указано је да висока димензионалност дескриптора слике, поред значајног успоравања процеса класификације, повећава и вероватноћу појаве шума, а то може довести до смањења тачности класификације. Стога се врше напори да се пронађу дескриптори ниске димензионалности који се могу успешно користити при класификацији слика, што јесте циљ ове дисертације. Описана је тема дисертације и наведени су очекивани резултати.

У другом поглављу је детаљно описан проблем аутоматске класификације дигиталних слика. Усвојени су појмови потребни за имплементацију алгорита за аутоматску класификацију. Дат је детаљан преглед релевантне литературе у којој су описани најзначајнији научни доприноси и технике које су коришћене приликом истраживања представљеног у овој дисертацији.

Треће поглавље описује методологију истраживања, тј. конкретне поступке помоћу којих су вршена тестирања предложених техника, као и базе слика које су при томе коришћене.

Поглавље четири се бави издвајањем дескриптора текстуре и аутоматском класификацијом сивих слика. Дате су карактеристике дескриптора текстуре сивих слика и резултати експеримената на њима. Анализиран је утицај редукције димензионалности дескриптора на тачност класификације, за различите дескрипторе и базе сивих слика. С обзиром да на тачност класификације утичу и параметри класификатора, поређење различитих дескриптора је вршено при истим условима класификатора типа SVM (*Support Vector Machine*) са различитим кERNELIMA: линерани, полиномски, радијални и сигмоидни.

У петом поглављу су предложене методе за интеграцију техника редукције димензионалности и издвајања мултиспектралних дескриптора текстуре. Дат је приказ алгоритма који комбинује дескрипторе различитих канала, извршена је кратка анализа и поређење резултата.

У шестом поглављу је разматран утицај просторног распореда локалних обележја текстуре. Објашњена је поставка експеримента, односно његове симулације. Описана је редукција димензионалности просторно-текстуралних дескриптора и урађена анализа постигнутих резултата.

У седмом поглављу је предложено решење које представља нови алгоритам за издвајање нискодимензионалних дескриптора текстуре уз максимално могуће коришћење информација о просторном распореду. Извршена је анализа перформанси предложеног решења и поређење са познатим алгоритмима.

Осмо поглавље се бави проблемом аутоматске класификације слика. Указано је да се конволуционе неуралне мреже могу успешно користити за класификацију, јер се током обучавања подешавају тежински фактори у сваком конволуционом слоју, што доводи до бољег моделовања података из тренинг скупа и високих тачности класификације. Међутим, јавља се један од честих недостатака примене неуралних мрежа, а то је релативно мали скуп расположивих тренинг узорака. У свом истраживању кандидат предлаже ново решење за претходно обучавање неуралне мреже на другим базама слика које су довољно богате локалним обележјима. Укратко је описано предложено решење и могућност примене у аутоматској детекцији објеката на аеро снимцима високе резолуције.

У закључном поглављу су наведени основни доприноси рада, описан је значај предложених решења, и указано је на правце будућег истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

У многим практичним применама потребно је извршити анализу дигиталних слика са циљем препознавања објеката на слици, препознавања сцена, препознавања неког одређеног догађаја од интереса, налажење разлике између две слике или аутоматске анотације слика. Аутоматска анотација дигиталних слика представља једну од веома важних и интензивно истраживаних области.

Резултати истраживања докторске дисертације кандидата Алексеја Аврамовића, посебно комбиновањем различитих локалних и глобалних дескриптора текстуре и техника редукције димензионалности, су добар основ за формирање нискодимензионалних дескриптора високе ефикасности класификације. Применом нискодимензионалних дескриптора свакако се убрзава процес класификације, а уколико се изврши погодан избор дескриптора добија се и већа тачност класификације, с обзиром да велика димензионалност дескриптора може унети шумове, а тиме и грешке у класификацији. Стога резултати истраживања кандидата, који су описани у овој дисертацији, представљају врло актуелна и значајна достигнућа која воде ка даљем развоју области аутоматских претраживања различитих великих база слика. Имајући у виду тенденције развоја информационих технологија, које се све више заснивају на коришћењу отворених великих база података, дисертација Алексеја Аврамовића се истиче својим савременим и оригиналним приступом. Кандидат је своја истраживања верификовао публикавањем у већем броју радова (35), од тога 5 радова у часописима са импакт фактором од којих су 2 у директној вези са темом докторске дисертације..

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У својој докторској дисертацији кандидат се директно ослањао на 87 релевантних референци из реномираних часописа, студија и извештаја експертских група из области дигиталне обраде слика. Студиозно је анализирао постојећа решења, уочавао њихове предности и недостатке, и истраживао могућности њиховог побољшања и унапређења. С обзиром да је тема дисертације везана за најсавременије токове у обради слика, публикације су новијег датума. Коришћене референце укључују и радове кандидата објављене у часописима са импакт фактором, као и оригиналне научне резултате до којих је кандидат дошао у току припрема ове докторске дисертације, а које покривају све сегменте истраживања у којима кандидат даје стручни и научни допринос.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање је реализовано у неколико фаза:

- Прва фаза истраживања је заснована на упознавању са основним и напредним техникама обраде слика, као и прегледу доступне литературе из области претраживања слика на основу садржаја и класификације слика.
- Описани су начини издвајања основних локалних и глобалних обележја текстура из сивих слика, као и имплементација одговарајућих процедура. Извршена је анализа карактеристика неколико референтних база слика које укључују аеро снимке, слике текстура, природне сцене, објекте и догађаје, са аспекта локалних и глобалних обележја текстура, узимајући у обзир ротације слика и распоред локалних обележја унутар слика.
- У наредној фази су испитани постојећи и предложени нови начини издвајања обележја текстуре из колор и мултиспектралних слика, као и различите могућности комбиновања обележја ради добијања дескриптора ниске димензионалности. Спроведена је анализа ефикасности описаних решења. Дат је предлог алгорита за издвајање дескриптора колор текстуре и мултиспектралне текстуре.
- Следећа фаза обухвата анализу утицаја различитих начина поделе простора слике приликом груписања локалних обележја и просторних карактеристика за побољшање ефикасности алгорита за класификацију слика.
- Следи предлог решења које представља алгоритам за екстракцију дескриптора ниске димензионалности уз максимално могуће коришћење просторних карактеристика локалних обележја.
- На крају су тестиране предложене методе на референтним базама слика које се уобичајено користе за верификацију резултата класификације слика, категоризације сцена, и препознавање објеката и догађаја.

Исцрпна анализа постигнутих резултата, као и њихова потврда објављивањем у истакнутим научним часописима, показала је да су методе примењене у истраживању испуниле предвиђене циљеве истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

У овом истраживању је предложена нова метода за издвајање нискодимензионалних просторно-текстура дескриптора за мултиспектралне слике. Ова метода користи постојеће дескрипторе текстуре сивих слика, рачунате према просторном распореду локалних обележја текстуре, у комбинацији са техникама редукције димензионалности како би се израчунали нискодимензионални дескриптори за мултиспектралне слике. На основу

приказаних резултата, може се констатовати да је постављени циљ истраживања у потпуности остварен, и да је довео до развоја нових метода које могу наћи примену у бројним случајевима класификације слика, односно претраживања њихових садржаја.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Алексеј Аврамовић је у припремама истраживања и израде своје докторске дисертације, у области обрада сигнала генерално, а посебно у области обраде слике, стекао значајно истраживачко искуство и самосталност за истраживачки рад на основу:

- припреме и полагања испита на докторским студијама, и
- објављивања резултата из области предложене теме докторске дисертације на националном и међународном нивоу, како у зборницима конференција тако и у часописима, посебно часописима са импакт фактором (5 радова).

Стога Комисија констатује да је кандидат Алексеј Аврамовић у потпуности испунио услове за одбрану предложене теме „Нискодимензионални просторно-текстуални дескриптори мултиспектралних слика“.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Истраживања која је кандидат обавио у припреми своје докторске дисертације вођена су полазном идејом да је могуће имплементирати технике одређивања дескриптора слика у боји и мултиспектралних слика, на основу обележја текстуре и уз коришћење информација о просторним карактеристикама локалних обележја, тако да се постигне задовољавајућа брзина и ефикасност алгоритама за класификацију слика, препознавање сцена, објеката или догађаја.

У својој дисертацији кандидат је остварио више доприноса а најзначајнији су следећи:

- Преглед и избор неопходних метода за реализацију алгоритама за аутоматску класификацију слика и препознавање сцена, као и за анализа њихове ефикасности.
- Анализа текстуре и истицање њеног значаја за описивање и класификацију слика или региона слика, код разнородних база слика (аеро снимака, медицинских слика, природних сцена, итд.).
- Карактеризација текстуре слика или региона слика кроз детаљно разматрање глобалних и локалних обележја текстуре приликом описивања визуелног или семантичког садржаја на сликама.
- Анализа дескриптора текстуре сивих слика, слика у боји и мултиспектралних слика, са аспекта димензионалности и дискриминативности.
- Предлог нових метода за издвајање дескриптора текстуре ниске димензионалности из колор и мултиспектралних слика, као и упоредна анализа ефикасности предложених и постојећих приступа, на основу тачности класификације.
- Анализа утицаја коришћења информација о просторном распореду обележја текстуре у системима за класификацију слика.
- Предлог новог алгорита за аутоматско одређивање угла ротације сцене на слици на основу садржаја слике и груписање локалних обележја текстуре у одговарајуће векторе обележја на основу тог угла ротације у системима за класификацију слика.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати истраживања кандидата, описани у овој дисертацији, представљају значајан допринос у области претраживања слика на основу садржаја и класификације слика. Предложена су нова решења за избор дескриптора слике која могу наћи примену у бројним апликацијама.

Детаљни резултати симулација и класификација верификовани су објављивањем резултата дисертације у реномираним часописима међународног значаја, као и у зборницима међународних и домаћих конференција.

4.3. Верификација научних доприноса

У току исцрпних истраживања којима је кандидат приступио радећи на докторској дисертацији, објављено је више радова, као што следи у списку. Треба истаћи да радови кандидата припадају широј области обраде сигнала, али да је највећи део посвећен области дигиталне обраде слике, односно класификацији мултиспектралних слика. Два рада, који су у директној вези са предметом докторске дисертације, објављена су часописима са импакт фактором, што свакако представља изузетну потврду научних доприноса кандидата у овој области.

У току досадашњег истраживачког рада Алексеј Аврамовић је објавио два помоћна уџбеника за студенте Електротехничког факултета у Бањалуци, као и 35 научно истраживачка рада. Од укупног броја радова, пет је обављено у међународним часописима (са SCI листе), на којима је у два рада први аутор, четири рада у часописима националног значаја, 18 радова у зборницима радова са међународних конференција, и 6 радова саопштених на скуповима националног значаја штампаних у целини.

Списак објављених радова Алексеја Аврамовића

Списак објављених књига:

1. **Aleksej Avramović**, Tatjana Pešić-Brdanin: "Osnovi elektrotehnike 2: Praktikum za laboratorijske vježbe", Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, 2016.
2. **Aleksej Avramović**, Tatjana Pešić-Brdanin: "Osnovi elektrotehnike 1: Praktikum za laboratorijske vježbe", Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, 2015.

Радови у научним часописима међународног значаја (са импакт фактором, категорије M20):

1. Igor Ševo, **Aleksej Avramović**: "Convolutional Neural Network Based Automatic Object Detection on Aerial Images", *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, IEEE, Vol. 13, Issue 5, pp. 740 - 744, May 2016, ISSN: 1545-598X, DOI: 10.1109/LGRS.2016.2542358, Impact Factor 2015: 2.228.
2. Igor Ševo, **Aleksej Avramović**, Ilanko Balasingham, Olle Jakob Elle, Jacob Bergsland, Lars Aabakken: "Edge density based automatic detection of inflammation in colonoscopy videos", *Computers in Biology and Medicine*, Elsevier, Vol. 72, pp. 138-150, May 2016, ISSN: 0010-4825, DOI: 10.1016/j.compbiomed.2016.03.017, Impact Factor 2015: 1.521.
3. **Aleksej Avramović**, Zdenka Babić, Dušan Raić, Drago Strle, Patricio Bulić: "An approximate logarithmic squaring circuit with error compensation for DSP applications", *Microelectronics Journal*, Elsevier, Vol. 45, Issue 3, pp. 263-271, March 2014, ISSN 0026-2692, DOI: 10.1016/j.mejo.2014.01.005, Impact Factor 2014: 0.924.
4. **Aleksej Avramović**, Vladimir Risojević: "Block-based semantic classification of high-resolution multispectral aerial images", *Signal, Image and Video Processing*, Springer, Vol. 10, Issue 1, pp. 75-84, January 2016, ISSN 1863-1711, DOI: 10.1007/s11760-014-0704-x, available online, Impact Factor 2015: 0.872.

5. Zdenka Babić, **Aleksej Avramović**, Patricio Bulić: "An Iterative Logarithmic Multiplier", *Microprocessors and Microsystems*, Elsevier, Vol. 35, Issue 1, pp. 23-33, February 2011, ISSN 0141-9331, DOI: 10.1016/j.micpro.2010.07.001, Impact Factor 2011: 0.575.

Радови у научним часописима националног значаја:

1. **Aleksej Avramović**, Goran Banjac: "On Predictive-Based Lossless Compression of Images with Higher Bit Depths", *Telfor Journal*, Vol. 4, No. 2, pp. 122 - 127, 2012.
2. **Aleksej Avramović**, Patricio Bulić, Zdenka Babić: "Digital Signal Processing Applications with Iterative Logarithmic Multipliers", *Journal of Information Technology and Applications*, Vol. 1., No. 2, pp. 83-89, December 2011.
3. Zdenka Babić, **Aleksej Avramović**, Patricio Bulić: "An Iterative Logarithmic Multiplier", *Electrotechnical Review*, Ljubljana Slovenia, Vol. 77 No. 1, pp. 25-30, 2010.
4. **Aleksej Avramović**, Slavica Savić: "Lossless Predictive Compression of Medical Images", *Serbian Journal of Electrical Engineering*, Volume 8. No. 1, pp. 27-36, February 2011.

Радови саопштени на међународном научном скупу штампани у целини:

1. **Aleksej Avramović**, Igor Ševo, Irini Reljin: "Comparative analysis of texture classification based on low and high order local features", 23th Telecommunications Forum TELFOR 2015, pp. 799-802, Belgrade, Serbia, 2015.
2. **Aleksej Avramović**: "Colon inflammation detection using local color variations", In Proceedings of 24th International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK, Vol. B, pp. 95-98, Portorož, Slovenia, 2015.
3. **Aleksej Avramović**, Igor Ševo: "Texture-based automatic polyp detection in colonoscopy videos", CMBEBIH, Sarajevo, March 2015.
4. **Aleksej Avramović**, Vladimir Risojević: "Analysis of spatial partitioning approaches for image classification", In Proceedings of 12th Symposium on Neural Network Applications in electrical Engineering, NEUREL 2014, pp. 211-215, Belgrade, Serbia, September 2014.
5. **Aleksej Avramović**, Goran Banjac: "Audio Lossless Compression Using Modular Arithmetic and Simple Coding Context", In Proceedings of 21th International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK, Vol. B 91-94, Portorož, Slovenia, 2012.
6. **Aleksej Avramović**, Goran Banjac, Jovan Galić: "Lossless Audio Compression Using Modular Arithmetic and Performance-Based Adaptation", 20th Telecommunications Forum TELFOR 2012, pp. 1256-1259, Belgrade, Serbia, 2012.
7. **Aleksej Avramović**, Branko Marović: "Performance of Texture Descriptors in Classification of Medical Images with Outsiders in Database", In Proceedings of 11th Symposium on Neural Network Applications in electrical Engineering, NEUREL 2012, pp. 209-212, Belgrade, Serbia, September 2012.
8. **Aleksej Avramović**: "Lossless Compression of Medical Images Based on Gradient Edge Detection", 19th Telecommunications Forum TELFOR 2011, pp. 1199-1202, Belgrade, Serbia, 2011.
9. Vladimir Risojević, **Aleksej Avramović**, Zdenka Babić, Patricio Bulić: "A Simple Pipelined Squaring Circuit for DSP", 29th International Conference on Computer Design ICCD 2011, pp. 162-167, Amherst, MA, USA, 2011.
10. Patricio Bulić, **Aleksej Avramović**, Zdenka Babić, Vladimir Risojević: "An Approximate Squaring Circuit", In Proceedings of 20th International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK, Portorož, Slovenia, Vol. B 171-174, 2011.
11. **Aleksej Avramović**: "Predictive-Based Lossless Compression of Medical Images", In Proceedings of 20th International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK, Portorož, Slovenia, Vol. B 167-170, 2011.
12. **Aleksej Avramović**, Vladimir Risojević: "Descriptor Dimensionality Reduction for Aerial Image Classification", In Proceedings of 18th International Conference System, Signal and Image Processing, IWSSIP 2011, pp. 105-108, Sarajevo, BiH, June 16-18, 2011.

13. **Aleksej Avramović**, Vladimir Risojević, Zdenka Babić, Patricio Bulić: "Identifikacija sistema primjenom algoritma najmanjih srednjih kvadrata sa logaritmaskim množenjem", ("System Identification Using Least Mean Square Algorithm with Logarithmic Multiplier"), In Proceedings of 8th Symposium INDEL 2010, pp. 134-137, Banja Luka, BiH, 2010.
14. Patricio Bulić, Zdenka Babić, **Aleksej Avramović**: "A Simple Pipelined Logarithmic Multiplier", 28th International Conference on Computer Design ICCD, Amsterdam, Netherlands, 2010.
15. **Aleksej Avramović**, Zdenka Babić, Marjana Erdelji, Patricio Bulić: "Multipliers in Logarithmic Number Systems", In Proceedings of 19th International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK, Vol. B, pp. 111-114, Portorož, Slovenia, 2010.
16. **Aleksej Avramović**, Slavica Savić: "Lossless Predictive Compression of Medical Images", In Proceedings of 19th International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK, Vol. B, pp. 115-118, Portorož, Slovenia, 2010.
17. **Aleksej Avramović**, Branimir Reljin: "Gradient Edge Detection Predictor for Image Lossless Compression", In Proceedings of 52th International Symposium ELMAR-2010, pp. 131-134, Zadar, Croatia, 2010.
18. **Aleksej Avramović**, Slavica Savić, Aleksandar Pajkanović: "Kompresija naponskih i strujnih signala prilikom mjerenja kvaliteta električne energije", ("Compression of Current and Voltage Power Quality Measurement Signals"), Zbornik radova VII Simpozijuma INDEL, pp. 175-178, Banja Luka, BiH, 2008.

Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини (М63):

1. **Aleksej Avramović**, Siniša Zubić: "Filtarsko povećanje robusnosti algoritama relejne zaštite na bazi fazne komparacije", ("Filter-Based Robustness Increase in Algorithms for Relay Protection Based on Phase Comparison"), Zbornik radova 55. konferencije za ETRAN, Banja Vrućica, BiH, jun 2011.
2. **Aleksej Avramović**, Slavica Savić: "Prediktivna kompresija medicinskih slika bez gubitaka", Zbornik radova 54. konferencije za ETRAN, Donji Milanovac, Srbija, jun 2010. ("Lossless Predictive Medical Image Compression", Proc. 54th ETRAN Conference, Donji Milanovac, Serbia, 2010.)
3. Slavica Savić, **Aleksej Avramović**: "Prediktivna kompresija 3D medicinskih slika", InfoTech, Jahorina, BiH, mart 2010. ("Predictive Compression of 3D Medical Images")
4. **Aleksej Avramović**: "Mogućnosti primjene videokonferencijskog sistema u obrazovanju", Zbornik radova 1. naučno-stručnog skupa Informacione tehnologije za e-obrazovanje ITeO, Banja Luka, BiH, oktobar 2009. pp. 181-186. ("Possibilities for Applying Videoconference Systems in Education")
5. Zdenka Babić, **Aleksej Avramović**, Patricio Bulić: "An Iterative Mitchell's Algorithm Based Multiplier", In Proceedings of The IEEE Symposium on Signal Processing and Information Technology, Sarajevo, BiH, 2008. pp. 303-308.
6. Zdenka Babić, **Aleksej Avramović**: "Modifikovani Mičelov algoritam za množenje u logaritamskom brojnom sistemu", Zbornik radova LII Konferencije ETRAN, Palić, Srbija, 2008. ("A Modification of Mitchell's Algorithm for Multiplication In LNS")

Рад под бројем 3, који је презентован на конференцији ЕТРАН 2010: **Алексеј Аврамовић**, Славица Савић: "Предиктивна компресија медицинских слика без губитака", Зборник радова 54. конференције за ЕТРАН, Доњи Милановац, Србија, јун 2010, награђен је као најбољи рад у секцији Електрична кола, системи и обрада сигнала.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

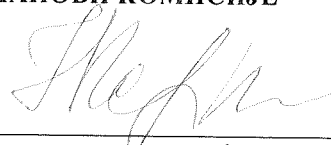
Прегледом целокупног материјала Комисија је закључила да докторска дисертација Алексеја Аврамовића, под насловом: „Нискодимензионални просторно-текстурални дескриптори мултиспектралних слика“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

Предложена докторска дисертација се бави актуелном тематиком из области дигиталне обраде слика а има више доприноса у области аутоматске класификације база слика, аеро снимака и природних сцена, у случајевима мултиспектралних записа истих. У тези су предложени и описани нови дескриптори мултиспектралних слика који се могу користити за ефикасну аутоматску класификацију слика. Остварени резултати су испунили све почетне циљеве, што је потврђено тестирањем на референтним базама слика и поређењем са до сада познатим резултатима. Најзначајнији доприноси дисертације су верификовани објављивањем више радова у часописима са импакт фактором.

На основу свега наведеног, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом „Нискодимензионални просторно-текстурални дескриптори мултиспектралних слика“ кандидата **Алексеја Аврамовића**, прихвати, а затим упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и давање одобрења кандидату да приступи усменој одбрани.

Београд, 22.06.2016.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



Др Ирини Рељин, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



Др Милан Бјелица, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



Др Зденка Бабић, редовни професор
Универзитет у Бањој Луци – Електротехнички факултет



Др Миодраг Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



Др Владимир Рисојевић, доцент
Универзитет у Бањој Луци – Електротехнички факултет