

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
КОСОВСКА МИТРОВИЦА

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
КОСОВСКА МИТРОВИЦА

ПРИШТИНА	13.02.2023
ОРГ. ЈЕДИНИЦА	

162/1

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

На седници одржаној 27.01.2023. године, Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Косовској Митровици, на основу члана 55. Статута Факултета техничких наука, донело је одлуку број 85/3-7, којом се утврђује предлог Комисије за оцену подобности кандидата **Драгише Миљковића**, *мастер инжењера електротехнике и рачунарства* и научне заснованости теме **“Коришћење метода истраживања података за препознавање расподела сигнала и њихових параметара у реалним процесима”**

На основу приложене документације уз пријаву дисертације, образложења теме, научних и стручних радова и увидом у целокупну документацију и делатност кандидата Комисија у саставу:

1. др Драгана Радосављевић, ванр. проф
2. др Бошко Николић, ред. проф
3. др Сениша Илић, ред. проф

подноси Наставно-научном већу следећи

### ИЗВЕШТАЈ О ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА И НАУЧНОЈ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат **Драгиша Миљковић**, *мастер инжењер електротехнике и рачунарства* је за израду докторске дисертације поднео предлог теме **“Коришћење метода истраживања података за препознавање расподела сигнала и њихових параметара у реалним процесима”**

## БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Кандидат Драгиша Миљковић рођен је 20.12.1989. године у Косовској Митровици. Основну школу „Свети Сава“ и Гимназију (друштвено-језичког смера) завршио је у Косовској Митровици.

Након завршене средње школе, школске 2009/2010 године уписао је Факултет техничких наука Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици, на одсеку Електротехничко и рачунарско инжењерство, смер Рачунарство и информатика. Основне студије је завршио као инжењер електротехнике и рачунарства са просечном оценом 9,5. На истом факултету је завршио и мастер студије са просечном оценом 9,75 и стекао звање мастер инжењера електротехнике и рачунарства.

Школске 2015/2016 године уписао је докторске академске студије на Факултету техничких наука Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици на одсеку Електротехничко и рачунарско инжењерство. На докторским студијама је са просечном оценом 10 положио све предмете предвиђене планом и програмом.

Ради на Факултету техничких наука у Косовској Митровици и то:

- од октобра 2014. године до октобра 2016. године као сарадник у настави за ужу научну област рачунарска техника и информатика
- од октобра 2016. године до октобра 2022. године као асистент за ужу научну област рачунарска техника и информатика
- од октобра 2022. године као лаборант за електротехнику и телекомуникације.

Током протеклих година кандидат Драгиша Миљковић је био ангажован у извођењу практичног дела наставе на предметима: Оперативни системи 1, Оперативни системи 2, Објектно-оријентисано програмирање 1, Објектно-оријентисано програмирање 2, Програмирање 1, Програмирање 2, Конкурентно и дистрибуирано програмирање, Програмски преводиоци, Програмирање интернет апликација, Рачунарске мреже 1 и Рачунарске основе интернета.

Учествовао је у програму стипендиране одлазне мобилности наставног особља у оквиру програма Еразмус+ и то:

- 2017: на Технолошки универзитет у Лублину, Politechnika Lubelska, Лублин, Пољска
- 2018: на Универзитет у Болоњи, Alma Mater Studiorum – Universita di Bologna, Болоња, Италија

Учесник је у реализацији научно-истраживачког пројекта „Имплементација пројектне наставе кроз иновирани лабораторијске вежбе засноване на рачунарским платформама отвореног кода“, бр. 111-00-00057/22/2020-06.

Коаутор је уџбеника „Рачунарске основе интернета - Лабораторијске вежбе“, Факултет техничких наука, Косовска Митровица, 2019. ISBN - 978-86-80893-94-5

Аутор је и коаутор научних радова у међународним часописима, као и на међународним и домаћим научним конференцијама.



## ПОДОБНОСТ КАНДИДАТА

На основу приложене документације о научно-истраживачком раду, биографским и библиографским подацима, Комисија је утврдила да кандидат **Драгиша Миљковић**, студент докторских академских студија Електротехничког и рачунарског инжењерства на Факултету техничких наука Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици испуњава све услове за одобравање теме и израду докторске дисертације.

**Кандидат Драгиша Миљковић** је одслушао завршну годину студија и положио све испите предвиђене наставним планом студијског програма докторских студија на одсеку Електротехничко и рачунарско инжењерство, чиме је испунио све услове и стекао право да пријави тему докторске дисертације.

Као аутор и коаутор објавио је више научних радова из уже научне области из које се пријављује тема докторске дисертације. Научно-стручна активност кандидата верификована је кроз објављене радове, како се наводи у наставку:

- Четири рада у научним часописима међународног значаја категорије M23 од којих три припадају ужој научној области рачунарска техника и информатика
- Седам радова на међународним скуповима категорије M33
- Један рад на националном скупу категорије M63

### *Списак објављених радова кандидата:*

#### Категорија M23:

1. N. Jovanović, S. Stamenković, **D. Miljković**, and P. Chakraborty, ComVIS—Interactive simulation environment for compiler learning, Computer Applications in Engineering Education, (2021), 1–17. pp. 1–13. DOI: 10.1002/cae.22456
2. Jovanović, N., **Miljković, D.**, Stamenković, S., Jovanović, Z., Chakraborty, P. Teaching concepts related to finite automata using ComVis. Computer Applications in Engineering Education, 2020, pp. 1–13. DOI: 10.1002/cae.22353, ISSN: 1099-0542
3. Branimir Jaksic, **Dragisa Miljkovic**, Vladimir Maksimovic, Mile Petrovic and Branko Gvozdic, Satellite television transmission in the world - broadcasting systems and standards, Acta Scientiarum Technology, Vol. 42, No. 1, e44957, 2020. ISSN online: 1807-8664, DOI: 10.4025/actascitechnol.v42i1.44359
4. Slavisa Ilic, Sinisa Ilic, Ivan Milovanovic, Petar Spalevic, **Dragisa Miljkovic**, A Comparison of Query Execution Speeds for Large Amounts of Data Using Various DBMS Engines Executing on Selected RAM and CPU Configurations, Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette, (2022), vol. 29 br. 1, str. 346-353, 346 Technical Gazette 29, 1(2022), 346-353, ISSN online: 1330-3651 DOI: <https://doi.org/10.17559/TV-20200914224607>

### Категорија М33:

1. Jovanović, N., Stamenković, S. and **Miljković, D.** Vizuelni i interaktivni alat za učenje konačnih automata. 19th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 18-20 March 2020, pp. 250-254. ISBN: 978-99976-710-6-6
2. Sinisa Ilic, **Dragisa Miljkovic**, Alempije Veljovic, Jasmina Novakovic, Vladimir Veljovic, Comparison of performances of built-in tools for load and export of data to and from popular databases, Fifth International Scientific Conference Computer Sciences and Engineering, 28–29 September, 2018 Varna, Bulgaria, ISSN 1312-3335, pp. 32-38
3. Siniša Ilić, **Dragiša Miljković**, Alempije Veljović, Slobodan Obradović, Bojan Jovanović, Comparison of performance in data analysis in dedicated and traditional DBMS, Unitech 2016, 18-19 nov Gabrovo, ISSN 1313-230X, pp.II-219-225
4. Ratko Ivković, Mile Petrović, **Dragiša Miljković**, Petar Spalević, Ivana Milošević, Reduction of Snow and Rain noise in Spatial Domain, Sinteza 2016
5. Ratko Ivkovic, **Dragiša Miljković**, Ivana Milosevic, Miroslav Pavlovic, Boris Gara, Analysis of Digital Image Segments Through the Standard Deviation and Level of Detail, XIII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH 2015, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 18–20. mart 2015, ISBN: 978-99955-763-6-3, Vol 14, pp. 600–603
6. 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
7. Ratko Ivkovic, Mile Petrovic, Petar Spalevic, Boris Gara, **Dragiša Miljković**, Uticaj linearnog osvetljenja na nivo detalja i entropiju slike, Informacione Tehnologije–XX, ISBN:978-86-85775-15-4, pp. 248-251, February 2014, Žabljak

### Категорија М63:

1. Ratko Ivkovic, **Dragiša Miljković**, 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

На основу наведених чињеница Комисија закључује да кандидат испуњава све услове и да је ПОДОБАН да настави израду докторске дисертације.



## НАУЧНА ЗАСНОВАНOST ПРЕДЛОЖЕНЕ ТЕМЕ

### *Предмет и циљ докторске дисертације*

У добу у којем живимо човек је у могућности да мери и анализира мерене податке у реалном времену. То је омогућено развојем квалитетних сензора који промене посматране величине претварају у промене одговарајуће електричне величине формирајући тако електрични сигнал. Одмеравањем сигнала добијају се његове дискретне вредности које се, употребом различитих алгоритама, могу анализирати и обрађивати.

Предмет истраживања докторске дисертације ће се базирати на проналажењу новог приступа за детекцију, односно препознавање расподеле сигнала који се анализира као и параметара расподеле тог сигнала методама истраживања података. За конкретне примере у пракси често су познати скупови могућих теоријских расподела, а на основу опсега мерених вредности могу се претпоставити и могући опсеги вредности параметара који описују те расподеле.

У дисертацији ће се посебна пажња посветити препознавању сигнала у реалном процесу код диверзити пријемника у базним станицама мобилне телефоније на чијим се антенама теоријски налазе сигнали са следећим расподелама: *Nakagami*, *Weibull*, *Rayleigh*, *Gamma*, *Rician*, и друге. У реалном процесу, на базним станицама пријемник анализира различите параметре сигнала и у зависности од конструкције он са више пријемних антена бира онај сигнал чија комбинација вредности параметара даје најбољу вредност одређене статистичке карактеристике. Препознавање расподеле анvelope сигнала, као и њених параметара на антенама пријемника омогућило би пријемнику да изабере сигнал који има најбољи квалитет.

У циљу одређивања тачности употребљених алгоритама за препознавања расподеле посматраног сигнала и њених параметара, у дисертацији ће бити коришћени генератори случајног сигнала са задатим теоријским расподелама и са задатим вредностима параметара тих расподела. Приликом препознавања расподеле тих сигнала **методама истраживања података**, унапред ће се знати која је расподела и који су параметри анализираног сигнала, чиме се може одредити и квантификовати грешка препознавања.

Да би се одредила тачност изабране методе, у дисертацији ће се извршити тестирање алгоритама препознавања над великим бројем случајно генерисаних сигнала са различитим расподелама и вредностима параметара расподеле.

Примарни задатак истраживања у дисертацији јесте да се применом алгоритама истраживања података одреди поуздан метод којим ће се извршити препознавање теоријске расподеле и њених параметара у анализираном сигналу на основу израчунатих карактеристика тог сигнала. Карактеристике сигнала треба израчунати на основу вредности одмерака који припадају анализираном сигналу. Како је већина сигнала који се анализира континуална (непрекидна у дужем временском интервалу) то је потребно сигнал поделити и анализирати у еквидистантним (кратким) временским интервалима.



Краткотрајни сигнали могу мењати своје карактеристике у току времена, па тако у једном тренутку могу имати једну а у другом другу расподелу.

Једна од карактеристика краткотрајног сигнала која се може релативно брзо израчунати на основу вредности његових одмерака је нормализована дискретна кумулативна расподела сигнала - НДКР. Она се израчунава тако што се прво одреди опсег могућих вредности (од минималне до максималне) који одмерци тог сигнала могу да имају и тај опсег се подели у  $K$  једнаких интервала (под-опсега,  $k = 1, \dots, K$ ). Онда се за сваки интервал одреди број одмерака  $Y_k$  који припадају сигналу и чија је вредност мања или једнака горњој граници  $X_k$  тог под-опсега. На овај начин се добија зависност  $Y(X)$  у  $k$  тачака. На крају је потребно сваку вредност  $Y_k$  поделити са укупним бројем одмерака у сигналу и тада се карактеристика  $Y(X)$  креће у границама  $(0, 1)$ .

За сваку теоријски дефинисану расподелу сигнала позната је математичка формула те расподеле, као и њене кумулативне расподеле, па је стога употребом алгоритама нелинеарне регресије, као једне од метода истраживања података, олакшан поступак препознавања параметара расподеле у анализираном сигналу. Алгоритам покушава да кроз тачке израчунате нормализоване дискретне кумулативне расподеле анализираног сигнала уклопи (*фитује*) криву из задате математичке формуле и при томе одреди вредности параметара формуле за које се добија минимална грешка фитовања. Очигледно је да поступак траје дуже уколико је број тачака карактеристике  $Y(X)$  већи. Смањивања укупног времена за препознавање расподеле и параметара расподеле, али уз задржавање поузданог (тачног) рада алгоритма у реалном времену, ће бити други (практични) циљ дисертације. Извршиће се довољан број експеримената у којима ће се мењати дужина сигнала (број одмерака сигнала), број под-опсега за израчунавање нормализоване дискретне кумулативне расподеле, грешка у препознавању расподеле и њених параметара и мерити време (број корака) потребно за препознавање. На основу наведених величина, одредиће се оптималне вредности које ће омогућити и брзо и тачно препознавање.

Трећи циљ истраживања је развој софтверског алата (програма) који ће омогућити испуњавање претходних циљева. Комбиновањем програмирања у изабраном програмском језику и употребе већ постојећих алата за истраживање података требало би направити апликацију која ће: генерисати сигнал чији ће одмерци имати задату расподелу са задатим параметрима и задатом дужином сигнала, израчунати НДКР сигнала (са унапред задатим бројем тачака у којима се НДКР израчунава) и послати тако генерисани сигнал на препознавање у већ развијеном софтверу за истраживање података. Затим покупити добијене резултате, на основу величине грешке изабрати једну од могућих расподела и њених параметара са најмањом грешком и запамтити резултате тог теста у одговарајућу табелу. Предложени алгоритам може извршити обраду сигнала и одређивање исправне расподеле вероватноће улазног сигнала без икаквог априори знања, чиме ће се омогућити даље истраживање у препознавању препознавања расподела које се неће експлицитно анализирати у дисертацији.



### ***Основне хипотезе***

Главна хипотеза на којој се базира докторска дисертације је да се употребом метода **истраживања података** може са великом тачношћу извршити препознавање расподеле анализираног сигнала и вредности њених параметара.

На основу дефинисаног предмета и циљева истраживања може се издвојити неколико посебних хипотеза:

- За већину теоријских расподела од интереса познати су математички модели (формуле) и за њихове кумулативне расподеле,
- За већину теоријских расподела могуће је генерисати одмерке псеудо-случајног сигнала са минималним одступањем од теоријске расподеле,
- Релативно брже препознавања расподеле анализираног сигнала и њених параметара могуће је постићи оптимизацијом алгорита односно филтрирањем очекиваних расподела и њених параметара,
- Понављањем експеримената препознавања са различитим вредностима параметара расподеле у генерисаном сигналу велики број пута добијају се тачнији резултати успешности препознавања,
- Понављањем експеримената препознавања са различитим дужинама сигнала и израчунавањем нормализоване дискретне кумулативне расподеле (НДКР) сигнала са различитим бројем тачака, на основу добијене грешке у препознавању може се установити оптимална дужина сигнала и број тачака НДКР за брзо и тачно препознавање.

### ***Методe које ће се у истраживању применити:***

За реализовање првог циља истраживања користиће се метода нелинеарне математичке регресије. Нелинеарна регресија као техника истраживања податак, користи се за одређивање вредности параметара регресионог модела како би се пронашла крива која најближе описује експерименталне податке, или прецизније: проналажење вредности параметара који ће са највећом вероватноћом бити одговарајући. Уопштено, ове методе раде на следећем принципу. На улаз алгорита се уноси изабрани скуп тачака (подаци са вредностима са  $x$  и  $y$  осе) које се налазе на нелинеарној криви, као и математички модел (формула) са одређеним бројем променљивих. Такође се уносе и иницијалне вредности параметара модела. Тада, алгоритам одређује оптималне вредности за променљиве у математичком моделу и израчунава колико крива добијена на основу формуле са израчунатим вредностима параметара одступа од оне која се уноси на улазу алгорита.

При једном проласку кроз алгоритам унеће се тачке НДКР сигнала, као и математички модел (формула) очекиване расподеле које анализирани сигнал може да има. У следећем проласку се задржавају тачке НДКР сигнала и друга из скупа очекиваних расподела. Поступак се понавља онолико пута колико имамо различитих очекиваних расподела за тај сигнал. На крају се бира она расподела (математички модел) са израчунатим вредностима параметара за коју је величина грешке најмања.



Очигледно је да је за поуздане резултате потребно генерисати велики број псеудо-случајних сигнала и поновити претходно описане кораке. У том циљу (а то је трећи циљ истраживања) ће се развити апликација која ће те кораке обавити аутоматски и сместити резултате препознавања, како би се исти могли касније анализирати и статистички обрадити. Апликација ће се развити у програмском окружењу MATLAB и функционисаће на следећи начин: корисник одабира расподелу вероватноће по којој ће се генерисати сигнал, број одмерака (дужину) сигнала, као и жељени ниво зашумљености сигнала. На тај начин добијен сигнал би се могао сачувати у облику текстуелне датотеке, али би се могао довести на улаз алата за обраду и препознавање расподела (чиме би се омогућила обрада сигнала у реалном времену).

Други циљ истраживања ће бити развијање апликације у програмском језику R и функционисаће на следећи начин: апликација на улазу прима сигнал и за дефинисани број одмерака израчунава НДКР сигнала, а потом врши фитовање модела дистрибуција и проверава да ли модели конвергирају, а потом се одабира модел са најбољим вредностима критеријума за одабир модела. Предност оваквог приступа јесте проточна обрада, тј. омогућена је обрада сигнала у реалном времену, док се истовремено може вршити евалуација модела расподела. На основу изведених експеримената добиће се статистика грешака за сваку комбинацију наведених параметара за различите теоријске расподеле сигнала и биће наведени оптимални параметри који омогућавају довољно брзо, али и довољно тачно препознавање расподеле и њених параметара.

#### ***Очекивани резултати и научни допринос:***

Најзначајнији допринос овог рада биће доказивање да се употребом метода истраживања података може успешно извршити препознавање расподеле анализираног сигнала и њених параметара у реалним практичним процесима.

У конкретном примеру, након успешног препознавања сигнала који се индукују на више антена на пријемнику базне станице мобилне телефоније, логика пријемника ће изабрати квалитетнији сигнал тиме што ће имати на увид расподеле и параметре расподела сигнала на свакој антени и на основу њих донети одлуку који од тих сигнала пружа већи квалитет сервиса.

Други пример јесте анализа података о ветру да се извуче статистички опис варијација брзина ветра. Препознавање расподеле вероватноће која најбоље описује расподелу фреквенције брзине ветра, као и самих параметара расподеле, је од велике важности јер је снага ветра пропорционална кубу брзине ветра. На основу добијених података је могуће одабрати одговарајући модел ветрогенератора који треба инсталирати у ветропарку.

Уколико се испостави да се препознавање расподеле и њених параметара може извршити довољно брзо и тачно, онда се тај процес може применити за рад у реалном времену и то за произвољне улазне сигнале, без априори знања о улазним сигнаlima.



Поред наведеног, биће извршена и анализа утицаја параметара расподеле на препознавање расподела, као и анализа специјалних случајева у којима се расподеле своде једна на другу – што проблем препознавања одговарајуће расподеле чини комплекснијим. Резултати анализе могу послужити инжењерима у пројектовању система у многобројним областима где се користе статистичке расподеле описане различитом комбинацијом параметара.

### **Оквирни садржај дисертације:**

У **Уводу** дисертације биће наведени предмет и циљеви истраживања, полазне хипотезе, затим методологија и коришћени алати, као и структура и организација рада.

У **другом поглављу** биће представљене методе истраживања података које су коришћене за остваривање циљева дисертације, као и преглед тренутног стања у датој области. Биће представљене технике регресије за проналажење односа између независних и зависних модела. Такође, биће представљене предности и мане тестова адекватности модела и метода за одабир модела.

У **трећем поглављу** ће бити представљени процеси чији ће се подаци анализирати, као и преглед досадашњих истраживања у релевантној области.

У **четвртном поглављу** ће бити описани поступци генерисања псеудо-случајних сигнала, затим пред-обrade сигнала и препознавања расподела и њихових параметара за тај сигнал. Статистичко моделовање улазних параметара се врши преко тестова за испитивање адекватности модела (*goodness-of-fit*) и метода за одабир модела.

У **петом поглављу** ће се анализирати могућност бржег препознавања расподеле и параметара анализираног сигнала са довољном тачношћу. Како би се оценила поузданост модела и сагледале његове перформансе, потребно је извршити његово поређење са другим моделима.

У **шестом поглављу** ће се описати развијени софтвер за аутоматско генерисање сигнала, његову пред-обradу, препознавање, документовање резултата препознавања и статистичку анализу. У том поглављу ће бити описани и готови модули који постоје у неким *open source* и комерцијалним серверима за управљање базама података.

У **закључку** ће бити наведени конкретно остварени резултати, њихов допринос, као и план будућих истраживања.

У последњем поглављу ће бити наведена листа литературе коришћене у истраживању.

Изворни код програма у којем су вршене анализе ће се налазити у прилогу дисертације.

## ЗАКЉУЧАК

На основу анализе постављеног проблема и увида у податке о научној и стручној делатности кандидата, Комисија закључује следеће:

- Предложена истраживања, хипотезе, циљеви, методологија и очекивани резултати истраживања су врло добро осмишљени и подобни за израду докторске дисертације,
- Досадашњи научни и научно-истраживачки резултати рада кандидата **Драгише Миљковића**, *мастер инжењера електротехнике и рачунарства*, показују његову подобност за израду докторске дисертације,
- Кандидат испуњава све услове предвиђене законом и одговарајућим општим актима Факултета техничких наука у Косовској Митровици за израду докторске дисертације.

На основу изнетог, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици да прихвати тему за израду докторске дисертације под називом: **“КОРИШЋЕЊЕ МЕТОДА ИСТРАЖИВАЊА ПОДАТАКА ЗА ПРЕПОЗНАВАЊЕ РАСПОДЕЛА СИГНАЛА И ЊИХОВИХ ПАРАМЕТАРА У РЕАЛНИМ ПРОЦЕСИМА”**, кандидата **Драгише Миљковића**, *мастер инжењера електротехнике и рачунарства*.

Предложена тема за израду докторске дисертације припада научној области Електротехничког и рачунарског инжењерства у оквиру поља Техничко-технолошких наука, при чему је значајна за науку.

У Косовској Митровици,  
08. 02. 2023. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



---

Проф. др Драгана Радосављевић, ванредни професор,  
Факултет техничких наука, Косовска Митровица, *председник Комисије*



---

Проф. др Бошко Николић, редовни професор,  
Електротехнички факултет, Београд, члан



---

Проф. др Сениша Илић, редовни професор,  
Факултет техничких наука, Косовска Митровица, ментор