

Република Србија

КРИМИНАЛИСТИЧКО-ПОЛИЦИЈСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ

Број: 43/1

Датум: 25. 1. 2024. год

**ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ИНФОРМАТИКЕ И РАЧУНАРСТВА
КРИМИНАЛИСТИЧКО-ПОЛИЦИЈСКОГ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Ивана М. Кошанина

Поштовани чланови Већа департмана информатике и рачунарства,

Одлуком Већа научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета 28 бр. 85/6-2-2023 од 21.12.2023. одређени смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације докторанда **Ивана М. Кошанина** под насловом „Један приступ кластеровању саобраћајних незгода у урбаним срединама“.

После прегледа достављене дисертације, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат је уписао докторске академске студије информатике 2019. на Департману информатике и рачунарства Криминалистичко-полицијског универзитета. Након што је положио све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 10,00, поднео је пријаву теме докторске дисертације бр. 43/5 од 12.06.2023. године, под називом „Један приступ кластеровању саобраћајних незгода у урбаним срединама“ у научном пољу Природно-математичке науке, научној области Рачунарске науке и ужој научној области Рачунарство.

Веће научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета прихватило је предложену тему докторске дисертације и за ментора именовало проф. др Милана Гњатовића (одлука 28 бр. 85/3-3-2023 од 07.07.2023.).

У складу с чл. 26 ст. 1 Правилника о докторским студијама, 22 бр. 79/10-4-2022 од 19.09.2022., кандидат Иван Кошанин је 16.11.2023. поднео завршену докторску дисертацију на оцену надлежном Већу департмана, уз прилагање потребних доказа.

У складу с чл. 26 ст. 2 Правилника о докторским студијама, ментор је дао писану сагласност бр. 43/5-4 од 16.11.2023., којом је констатовао да је докторска дисертација коју је Иван Кошанин поднео подобра за оцену и да кандидат има објављен најмање један рад у научном часопису са импакт-фактором на СЦИ листи, односно СЦИе листи, који је повезан са садржајем докторске дисертације и у којем је кандидат први аутор.

У складу с чл. 28, ст. 1 Правилника о докторским студијама, извршена је провера оригиналности достављене докторске дисертације. У складу с чл. 28, ст. 2 Правилника о докторским студијама, ментор је 04.12.2023. руководиоцу надлежног департмана доставио позитивно писано мишљење о процени оригиналности докторске дисертације.

Веће Департмана информатике и рачунарства је на седници одржаној 14.12.2023. усвојило предлог одлуке 24 бр. 81/12-3-2023 о образовању Комисије за оцену докторске дисертације, у следећем саставу

- др Бранкица Поповић, редовни професор, Криминалистичко-полицијски универзитет, председник,
- др Душан Јоксимовић, редовни професор, Криминалистичко-полицијски универзитет, члан,
- др Марко Јанев, научни саветник, Математички институт Српске академије наука и уметности, члан.

Веће научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета је одлуком бр. 28 бр. 85/6-2-2023 од 21.12.2023. образовало Комисију за оцену докторске дисертације докторанда Ивана Кошанина у горенаведеном саставу.

1.2 Научна област дисертације

Докторске студије информатике на Криминалистичко-полицијском универзитету акредитоване су у оквиру образовно-научног поља Природно-математичких наука, научна област Рачунарске науке, у складу с чим Комисија констатује да је предметна докторска дисертација пријављена у научној области за коју је Криминалистичко-полицијски универзитет матичан.

Предложени ментор др Милан Гњатовић јесте ванредни професор на Департману информатике и рачунарства Криминалистичко-полицијског универзитета, изабран у ужој научној области Рачунарство. Задовољава све услове за ментора и налази се на Листи ментора Департмана информатике и рачунарства Криминалистичко-полицијског универзитета. Коаутор је на 17 радова објављених у часописима са импакт-фактором на СЦИ/СЦИе листи. Увидом у базу SCOPUS установљено је 340 хетеро-цитата и остварени h-индекс 11 .

1.3 Биографски подаци о кандидату

Иван Кошанин је рођен 5.11.1995. године у Београду. Основне академске студије информатике и рачунарства уписује 2014. године на Криминалистичко-полицијској академији у Београду. У јуну 2018. године завршава основне студије са просечном оценом 8,76 и стиче звање дипломирани информатичар.

Током основних академских студија, два пута је награђиван од стране министра унутрашњих послова Републике Србије: наградом за најбољег студента треће године информатике и рачунарства и наградом „Сребрна значка“ за најбољег студента прве генерације информатике и рачунарства.

У октобру 2018. године уписује мастер академске студије информатике и рачунарства на Криминалистичко-полицијском универзитету. У октобру 2019. године завршава мастер студије са просечном оценом 9,37 и стиче звање мастер информатичар.

Након завршених основних академских студија информатике и рачунарства на Криминалистичко-полицијској академији, почиње да ради у Министарству унутрашњих послова Републике Србије.

У октобру 2019. године уписује докторске академске студије информатике и рачунарства на Криминалистичко-полицијском универзитету.

2 ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација је изложена у шест поглавља и има следећу структуру:

1. „Увод“,
2. „Мотивација и преглед релевантних истраживања“,
3. „Основни алгоритам за кластеровање саобраћајних незгода“,
4. „Доменски–специфичан критеријум за процену резултата кластеровања“,
5. „Дискусија“,
6. „Закључак“.

Дисертација је изложена на 107 страна формата А4, и садржи 48 слика, 56 табела и 55 литературних навода. После насловне стране стоје превод насловне стране на енглески језик и сажетак на српском и енглеском језику, а потом следе садржај, списак слика, списак табела, листа скраћеница, горенаведена поглавља, списак референци, стручна биографија кандидата,

изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и изјава о коришћењу.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Наслов докторске дисертације је јасно формулисан и сажето дефинише тематику и садржај дисертације.

У уводном поглављу је указано на потребу за адекватним аутоматским кластеровањем саобраћајних незгода у урбаним срединама намењеним за контекстно-зависно детектовање и селектовање путних сегмената високог и просторно пролонгираног ризика за настанак саобраћајних незгода, као једног од начина за повећање нивоа безбедности саобраћаја. У складу са одабраним проблемом истраживања, јасно и концизно су дефинисани предмет, циљ и хипотезе истраживања. Након тога је најављен садржај дисертације.

У другом поглављу указано је на особине често примењиваних алгоритама за кластеровање, са посебним освртом на критеријум за одређивање оптималног броја кластера и густину кластера. У односу на ове алгоритме, мотивисан је приступ кластеровању представљен у овој дисертацији, који дозвољава генерисање кластера произвољног облика и не захтева да се унапред одреди број кластера. Предложен приступ кластеровању није базиран на густини, али је инспирисан принципом близине у Гешталт-теорији. Потом је пружен преглед скорашњих научних истраживања у којима се кластеровање примењује у контексту анализе саобраћаја, са посебним освртом на посматране истраживачке проблеме и примењене методолошке приступе.

У трећем поглављу представљен је двостепени приступ кластеровању и селектовању саобраћајних незгода. На почетку поглавља уведени су основни појмови који су коришћени у представљању посматраног алгоритма. Прва фаза овог алгоритма представља адаптацију графовски заснованог алгоритма за сегментацију дигиталних слика инспирисану принципом близине у Гешталт-теорији, са једним хиперпараметром који се односи на праг растојања. Друга фаза представља селектовање кластера који су доминантни у односу на број саобраћајних незгода, засновано на адаптацији алгоритма за бинаривовање дигиталних слика без улазних параметара. За потребе илустровања функционалности представљеног алгоритма за кластеровање примењени су јавно доступни подаци о саобраћајним незгодама Министарства унутрашњих послова Републике Србије. Посматрани подскуп података садржи податке о 4072 саобраћајних незгода са повређеним или погинулим лицима које су се десиле на територији града Београда у периоду од јануара 2021. године до децембра 2021. године. Резултати кластеровања су процењени у односу на величину кластера, обухваћеност саобраћајних незгода и локације стубова за саобраћајне и друге камере који су изведени из јавно доступних информација Министарства унутрашњих послова. Поред тога, да би се илустровала стабилност резултата у времену, алгоритам је додатно примењен на податке о саобраћајним незгодама са повређеним или погинулим лицима које су се догодиле на територији општине Звездара током трогодишњег периода од јануара 2019. до децембра 2021. године.

У четвртом поглављу представљен је доменски–специфичан критеријум за процену резултата кластеровања саобраћајних незгода, који је потом примењен за аутоматско израчунавање вредности прага растојања који служи ако хиперпараметар у алгоритму за кластеровање предложеном у претходном поглављу. На почетку поглавља уводе се три одвојене, али повезане мере за процену резултата кластеровања саобраћајних незгода: стабилност резултата кластеровања у времену, просторна колокација незгода у различитим периодима, релативна површина селектованих кластера. У складу с постављеним циљем да се дизајнира алгоритам за кластеровање саобраћајних незгода прикладан за примену у условима ограничених људских и техничких ресурса, интегрисана мера за процену резултата кластеровања дефинисана је тако да промовише стабилност резултата у времену и просторну колокацију незгода у различитим периодима, а санкционише величину селектованих кластера. Све мере су илустроване на јавно доступним подацима о саобраћајним незгодама Министарства унутрашњих послова Републике Србије. Потом је представљена адаптација алгоритма за одређивање колена криве, која као улазни аргумент узима скуп уређених парова које чине вредности прага растојања и интегрисане мере за процену резултата кластеровања и омогућава аутоматско одређивање вредности улазног хиперпараметра. Представљени алгоритам је детаљно илустрован на скупу који садржи реалне податке о 18880 саобраћајних незгода са повређеним или погинулим лицима које су се десиле у трогодишњем периоду од јануара 2019. до децембра 2021. године у три највећа града у Републици Србији: Београду, Новом Саду и Нишу.

У петом поглављу посматрани су изабрани практични и концептуални аспекти приступа предложеног у овој тези. Прво је извршено екстерно процењивање добијених резултата, тј., резултати добијени на основу анализе података о саобраћајним незгодама које су се десиле у Београду процењене су у односу на локације камерних стубова у Београду. Потом се предложени приступ кластеровању дискутује из перспективе других релевантних истраживања која су инспирисана принципима Гешталт-теорије.

У закључку је дата кратка, општа анализа предложеног приступа.

Литература садржи 55 прегледно систематизованих библиографских навода.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост и оригиналност

Саобраћајне незгоде представљају глобални друштвени и здравствени проблем, а надзор и управљање саобраћајем представљају један од начина за повећање нивоа безбедности саобраћаја. У складу с тим, извесна истраживачка пажња већ је посвећена проблему аутоматског детектовања места са повећаним ризиком од саобраћајних незгода. Ова дисертација посматра специфични аспект овог проблема, који се односи на аутоматско детектовање и селектовање критичних путних сегмената који су кандидати за примарни предмет надзора и управљања у условима ограничених људских и техничких ресурса.

У предметној дисертацији предложен је и практично демонстриран нов приступ аутоматском кластеровању саобраћајних незгода у урбаним срединама намењеном за контекстно-зависно детектовање и селектовање путних сегмената високог и просторно пролонгираног ризика за настанак саобраћајних незгода.

3.2 Осврт на коришћену литературу

Литература садржи 55 прегледно систематизованих библиографских навода, укључујући референце које су кључне за увођење појмова и развој теоријских поставки и референце које се односе на скорашња научна истраживања у области примене кластеровања у контексту анализе саобраћаја. Литература је адекватно одабрана и одговара тематици ове дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

За спровођења научног истраживања у оквиру предметне докторске дисертације примењене су методе рачунарског моделовања, ненадгледаног машинског учења, обраде дигиталних слика и хеуристичке методе, које се рефлектују у следећим аспектима тезе:

- Адаптација графовски заснованог алгоритма за сегментацију дигиталних слика инспирисану изабраним принципима Гешталт-теорије, са једним хиперпараметром који се односи на праг растојања.
- Селектовање кластера који су доминантни у односу на број саобраћајних незгода, засновано на адаптацији алгоритма за бинаризовање дигиталних слика без улазних параметара.
- Дефинисање доменски-специфичног критеријума за процену резултата кластеровања, који промовише стабилност резултата у времену и просторну колокацију незгода у различитим периодима, а санкционише величину селектованих кластера.
- Адаптација алгоритма за одређивање колена криве за аутоматско одређивање вредности улазног хиперпараметра примењеног у првој фази кластеровања.
- Практично оцењивање прототипског система на јавно доступним подацима о локацијама саобраћајних незгода са повређеним или погинулим лицима.

Све методе су адекватно примењене.

3.4 Применљивост остварених резултата

Предложени приступ кластеризовању илустрован је и позитивно оцењен на корпусу који садржи јавно доступне податке о локацијама саобраћајних незгода са повређеним или

погинулим лицима које су се десиле у трогодишњем периоду од јануара 2019. до децембра 2021. године у три највећа града у Републици Србији: Београду, Новом Саду и Нишу.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У својој докторској дисертацији кандидат је спровео израживање литературе из предметне области, извршио анализу постојећег стања истраживања и предложио иноватини приступ кластеровање саобраћајних незгода. Тиме је демонстрирао самосталност у истраживачком раду и способност критичког размишљања. Објављивањем резултата у научним часописима са импакт-фактором на СЦИ/СЦИе листи, кандидат је демонстрирао способност за представљање научних доприноса. Комисија је мишљења да је кандидат показао адекватан степен способности за самосталан научноистраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Методолошки допринос ове тезе може се сумирати на следећи начин. Основни алгоритам за кластеровање извршава се у две фазе. Прва фаза представља адаптацију графовски заснованог алгоритма за сегментацију дигиталних слика инспирисану изабраним принципима Гешталт-теорије, са једним хиперпараметром који се односи на праг растојања. Друга фаза представља селектовање кластера који су доминантни у односу на број саобраћајних незгода, засновано на адаптацији алгоритма за бинаризовање дигиталних слика без улазних параметара. Поред тога, предложен је нов, доменски-специфичан критеријум за процену резултата кластеровања, који промовише стабилност резултата у времену и просторну колокацију незгода у различитим периодима, а санкционише величину селектованих кластера. На основу овог критеријума и адаптације алгоритма за одређивање колена криве врши се аутоматско одређивање вредности улазног хиперпараметра примењеног у првој фази кластеровања.

Предложени приступ се разликује од других алгоритама који се примењују за кластеровање саобраћајних незгода по томе што се не заснива на тзв. густини опсервација, али испољава главне предности ових приступа: дозвољава кластере произвољног облика, не захтева априорно спецификавање броја кластера и искључује одступајуће опсервације.

Коначно, предложени приступ кластеризовању практично је илустрован и оцењен на корпусу који садржи јавно доступне податке о локацијама саобраћајних незгода са повређеним или погинулим лицима (в. тачку 3.4).

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

У дисертацији је приказан иновативни приступ аутоматском кластеровању саобраћајних незгода у урбаним срединама намењеном за контекстно-зависно детектовање и селектовање путних сегмената високог и просторно пролонгираног ризика за настанак саобраћајних

незгода, који су кандидати за примарни предмет надзора и управљања у условима ограничених људских и техничких ресурса.

Алгоритам за кластеровање саобраћајних незгода, доменски–специфичан критеријум за процену резултата кластеровања саобраћајних незгода и алгоритам за аутоматско одређивање вредности прага растојања систематски су и прецизно изложени, концептуално оправдани и адекватно илустровани. Дискусија резултата је адекватна и потврђује валидност представљеног приступа. Закључци донети на бази изложених резултата потврђују значај предложеног приступа кластеровању саобраћајних незгода.

4.3 Верификација научних доприноса

Кандидат Иван Кошанин је коаутор на следећим радовима објављеним у часописима на СЦИ/СЦИе листи:

1. Рад у врхунском међународном часопису (M21):

Ivan Košanin, Milan Gnjatović, Nemanja Maček, Dušan Joksimović (2023) A Clustering-Based Approach to Detecting Critical Traffic Road Segments in Urban Areas, in *Axioms*, Vol. 12, No. 6, 509 (<https://doi.org/10.3390/axioms12060509>).

2. Рад у истакнутом међународном часопису (M22):

Milan Gnjatović, Ivan Košanin, Nemanja Maček, Dušan Joksimović (2022) Clustering of Road Traffic Accidents as a Gestalt Problem, in *Applied Sciences*, Vol. 12, No. 9, 4543 (<https://doi.org/10.3390/app12094543>).

Оба наведена рада припадају научној области докторске дисертације и тематски одговарају проблему и предмету научног истраживања дефинисаним у предлогу теме докторске дисертације. За одређивање М-катогије часописа коришћен је JCR Science Edition, за период од две године пре публиковања и година публиковања, и то за ону годину у којој је часопис најбоље рангиран, у складу са Прилогом 2 Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Сл. Гласник РС", бр. 24/2016 и 21/2017).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија за оцену докторске дисертације „Један приступ кластеровању саобраћајних незгода у урбаним срединама“ кандидата г. Ивана М. Кошанина сматра да је предметна дисертација адекватно методолошки постављена, правилно спроведена, засновна на актуелним сазнањима, урађена у складу са образложењем наведеним у пријави теме и да садржи све елементе спецификоване Правилником о докторским студијама Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду.

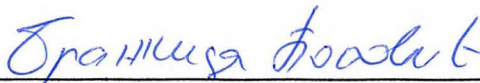
На основу свега изложеног, имајући у виду научне резултате истраживања, практичну примену истраживања, методолошки оквир и научни и друштвени допринос, Комисија даје позитивну оцену предметне докторске дисертације и Већу департмана информатике и рачунарства Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду

ПРЕДЛАЖЕ

да се докторска дисертација „Један приступ кластеровању саобраћајних незгода у урбаним срединама“ кандидата г. Ивана М. Кошанина прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области природно-математичких и техничко-технолошких студија Криминалистичко-полицијског универзитета.

У Београду, 22.01.2024.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Бранкица Поповић, председник, редовни професор
Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду



др Душан Јоксимовић, члан, редовни професор
Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду



др Марко Јанев, члан, научни саветник, Математички
институт САНУ