

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Павла Милошевића**

Одлуком Наставно-научног већа Факултета организационих наука 05-01 бр. 3/163-9 од 8.11.2017. године именовани смо за чланове Комисије за оцену завршене докторске дисертације кандидата **Павла Милошевића** под насловом:

„ИФС-ИБА приступ: интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Павле (Душан) Милошевић уписао је докторске студије на Факултету организационих наука 2013. године. Пошто је положио све испите предвиђене наставним планом и програмом, Павле Милошевић је пријавио приступни рад за израду докторске дисертације 2016. године. На Наставно-научном Већу именована је Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације 22.6.2016. године, одлуком 05-01 бр. 3/76-22. Кандидат је приступни рад одбранио 10.10.2016. године. Одлука 05-01 бр. 3/140-17 о усвајању извештаја Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације донета је 12.10.2016. Одлуком Универзитета у Београду бр. 61206-5479/2-16 од 31.10.2016. дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације Павла Милошевића под називом „ИФС-ИБА приступ:

интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“. На Наставно-научном већу Факултета организационих наука дана 30.11.2016. одлуком 05-01 бр. 153-9 одобрена је израда докторске дисертације, а за ментора именован је др Братислав Петровић, редовни професор Факултета организационих наука. Ментор је 31.10.2017. известио Наставно-научно веће Факултета организационих наука да је Павле Милошевић завршио израду докторске дисертације. Научно-наставно веће Факултета организационих наука именовало је Комисију за оцену завршене докторске дисертације 8.11.2017, одлука 05-01 бр. 3/163-9, у саставу:

1. др Братислав Петровић, редовни професор Универзитета у Београду, Факултет организационих наука
2. др Милан Мартић, редовни професор Универзитета у Београду, Факултет организационих наука
3. др Милија Сукновић, редовни професор Универзитета у Београду, Факултет организационих наука
4. др Борис Делибашић, редовни професор Универзитета у Београду, Факултет организационих наука
5. др Јелена Игњатовић, редовни професор Универзитета у Нишу, Природно-математички факултет.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „ИФС-ИБА приступ: интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“ по предмету истраживања припада научној области Техничких наука, односно ужој научној области Управљање системима и посебно Меко рачунарство.

Име и презиме ментора: др Братислав Петровић
Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Milošević, P., Poledica, A., Rakićević, A., Dobrić, V., Petrović, B., & Radojević, D. (2018). IBA-based framework for modeling similarity. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 11, 206-218. DOI: 10.2991/ijcis.11.1.16 (IF2016: 1.140, M23)
2. Rakićević, A., Simeunović, V., Petrović, B., & Milić, S. (2018). An automated system for stock market trading based on logical clustering. *The Journal Tehnički vjesnik – Technical Gazette*, 25(4). DOI: 10.17559/TV-20160318145514 (IF2016: 0.723, M23)
3. Milošević, P., Petrović, B., & Jeremić, V. (2017). IFS-IBA similarity measure in machine learning algorithms. *Expert Systems with Applications*, 89, 296-305. DOI:10.1016/j.eswa.2017.07.048 (IF2016: 3.928, M21a)

4. Dobrić, V., Milošević, P., Rakićević, A., Petrović, B., & Poledica, A. (2017). Interpolative Boolean networks. *Complexity*, 2017, Article ID 2647164. DOI: 10.1155/2017/2647164 (IF2016: 4.621, M21a)
5. Poledica, A., Milošević, P., Dragović, I., Petrović, B., & Radojević, D. (2015). Modeling consensus using logic-based similarity measures. *Soft Computing*, 19(11), 3209-3219. DOI:10.1007/s00500-014-1476-5 (IF2015: 1.630, M22)
6. Dragović I., Turajlić N., Pilčević D., Petrović B., & Radojević D. (2015). A Boolean Consistent Fuzzy Inference System for Diagnosing Diseases and its Application for Determining Peritonitis Likelihood. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2015, Article ID 147947. DOI:10.1155/2015/147947 (IF2015: 0.877, M23)
7. Dobrić, V., Kovačević, D., Petrović, B., Radojević, D., & Milošević, P. (2015). Formalization of Human Categorization Process Using Interpolative Boolean Algebra. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, Article ID 620797. DOI:10.1155/2015/620797 (IF2015: 0.644, M23)
8. Milošević, P., Petrović, B., Radojević, D., & Kovačević, D. (2014). A Software Tool for Uncertainty Modeling using Interpolative Boolean Algebra. *Knowledge-Based Systems*, 62, 1-10. DOI:10.1016/j.knosys.2014.01.019 (IF2014: 2.947, M21)
9. Kovačević, D., Mladenović, N., Petrović, B., & Milošević, P. (2014). DE-VNS: Self-adaptive Differential Evolution with crossover neighborhood search for continuous global optimization. *Computers and Operations Research*, 52(part B), 157-169. DOI:10.1016/j.cor.2013.12.009 (IF2014: 1.861, M21)
10. Dragović, I., Turajlić, N., Radojević, D., & Petrović, B. (2014). Combining Boolean consistent fuzzy logic and AHP illustrated on the web service selection problem. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 7(sup1), 84-93. DOI: 10.1080/18756891.2014.853935 (IF2014: 0.574, M23)
11. Minić, T., Petrović, B., & Ilić, O. (2013). A New Approach to Integral Information System of a Company for Business and Sustainable Development. *Amfiteatru Economic*, 15(7), 769-783. (IF2013: 0.838, M22)
12. Spaić, R., Ilić, R., Dragović, M., & Petrović, B. (2005). Generation of Dose-Volume Histograms Using Monte Carlo Simulations on a Multicellular Model in Radionuclide Therapy. *Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals*, 20(3), 320-324. DOI:10.1089/cbr.2005.20.320 (IF2005: 1.669, M22)
13. Koskie, S., Skatarić, D., & Petrović, B. (2002). Convergence Proof for Recursive Solution of Linear- Quadratic Nash Games for Quasi-Singularly Perturbed Systems. *Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems*, 9(2), 317-333. (IF2002: 0.711, M22)
14. Petrović, B. & Gajić, Z. (1988). The Recursive Solution of Linear Quadratic Nash Games for Weakly Interconnected Systems. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 56(3), 463-477. DOI:10.1007/BF00939553 (IF1988: 0.428, M21)

1.3. Биографски подаци о кандидату

Павле Милошевић рођен је 9. маја 1988. године у Зајечару, Република Србија. Основну школу и гимназију завршио је у Зајечару као носилац дипломе Вук Караџић и награде из Фонда мајора Станимира Цоловића. Током основне и средње школе остварио је бројне резултате на републичким, савезним и међународним такмичењима из математике и физике. Награђен је Светосавском наградом 2004. године од стране Министарства образовања и спорта Републике Србије и Скупштине града Београда и Повељом града Зајечара 2006. године.

Факултет организационих наука, смер за Информационе системе и технологије, уписао је 2007. године. Основне академске студије завршио је у року, са просечном оценом 9.86. Мастер академске студије на Факултету организационих наука, студијски програм Електронско пословање и управљање системима, модул Управљање организационим системима, уписује 2011. године. У предвиђеном року је одбранио завршни мастер рад и завршио мастер академске студије са просечном оценом 10. Током школовања био је стипендиран од стране Фонда за младе таленте и Фондације за развој научног и уметничког стваралаштва. Докторске академске студије уписао је 2013. године на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Управљање системима. Положио је све испите предвиђене планом и програмом и одбранио је приступни рад на докторским студијама.

Током зимског семестра школске 2010/11. године, као студент-демонстратор, учествовао је у извођењу лабораторијских вежби на предмету Теорија система на Факултету организационих наука. Крајем 2012. године Павле Милошевић је запослен као стручни сарадник при Лабораторији за системе Факултета организационих наука. 2016. године Павле Милошевић је изабран у звање сарадника у настави и учествује у извођењу вежби на предметима Теорија система, Динамика организационих система, Фази логика и системи, Неуронске мреже и системи и Теорија система 2. Приликом евалуације од стране студената његов педагошки рад оцењиван је високим оценама о чему постоји писана евиденција на Факултету организационих наука.

Научно-истраживачке области којима се Павле Милошевић бави су: фази логика, интуиционистичка фази логика, неуронске мреже, анализа временских серија, хеуристичке методе оптимизације, итд. Током досадашњег рада написао је, или је учествовао у писању преко 35 радова који су објављени у часописима или презентовани на конференцијама међународног и националног значаја. Конференцијски радови у чијем писању је Павле Милошевић учествовао су награђени следећим признањима.

- Рад *Modeling Candlestick Patterns with Interpolative Boolean Algebra for Investment Decision Making*, презентован на конференцији SOFA 2012, награђен је као један од два најбоља студентска рада.
- За рад *Introducing Interpolative Boolean algebra into Intuitionistic fuzzy sets*, презентован на конференцији IFSA-EUSFLAT 2015, Павле Милошевић награђен је студентском стипендијом од стране *European Society for Fuzzy Logic and Technology*.
- Рад *A fuzzy logic-based system for enhancing scrum methodology*, презентован на конференцији SymOrg 2016, награђен је за иновативни приступ истраживању.

Павле Милошевић је учествовао у раду програмског одбора следећих конференција: *Joint 16th World Congress of the International Fuzzy Systems Association and 9th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (IFSA-EUSFLAT 2015)* и *Joint 17th World Congress of International Fuzzy Systems Association and 9th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (IFSA-SCIS 2017)*.

Члан је водећих стручних асоцијација: *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, *European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT)*. Течно говори енглески језик и служи се француским језиком. Члан је удружења Менса од 2010. године.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Павла Милошевића под насловом „ИФС-ИБА приступ: интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“ обима је 174 страна, разврстаних у 10 поглавља, укључујући списак коришћене литературе и прилоге. Дисертација садржи 32 слике, 6 табела и 183 литературна навода. Структура дисертације је следећа:

1. УВОД

- 1.1. Проблем, предмет и циљ истраживања
- 1.2. Полазне хипотезе
- 1.3. Структура рада

2. ОСНОВНИ ТЕОРИЈСКИ ПОЈМОВИ

- 2.1. Теорија фази скупова
- 2.2. Булова и интуиционистичка алгебра
- 2.3. Мере сличности и различитости
- 2.4. Оператори агрегације

3. ТЕОРИЈА ИНТУИЦИОНИСТИЧКИХ ФАЗИ СКУПОВА

- 3.1. Основни појмови теорије интуиционистичких фази скупова
- 3.2. Однос теорије ИФС и интуиционистичке логике
- 3.3. Проширења и уопштења теорије ИФС
- 3.4. ИФ мере сличности и различитости
- 3.5. Начини одређивања ИФС

4. ИНТЕРПОЛАТИВНА БУЛОВА АЛГЕБРА

- 4.1. Мотивација и идеја интерполативне Булове алгебре
- 4.2. Основни појмови ИБА - атрибути, елементи Булове алгебре, атомски елементи
- 4.3. Симболички ниво и структура елемената Булове алгебре
- 4.4. Вредносни ниво и генерализовани Булов полином

- 4.5. Реализација интерполативне Булове алгебре
- 4.6. Логичка агрегација
- 4.7. ИБА мере сличности и различитости
- 5. ИФС-ИБА ПРИСТУП
 - 5.1. Операције у ИФС-ИБА приступу
 - 5.2. Графичка интерпретација ИФС у ИФС-ИБА приступу
 - 5.3. Закони искључења трећег, контрадикције и правило двоструке негације у ИФС-ИБА приступу
 - 5.4. Мерење сличности и различитости у оквиру ИФС-ИБА приступа
 - 5.5. Правци даљег истраживања
- 6. ПРИМЕНА ИБА-ИФС ПРИСТУПА
 - 6.1. ИФС-ИБА мера сличности у препознавању образаца
 - 6.2. Класификација помоћу ИФС-ИБА мере различитости у оквиру методе k најближих суседа
 - 6.3. ИФС-ИБА хијерархијско кластеровање на примеру српских средњих предузећа
- 7. БУЛОВСКИ КОНЗИСТЕНТНИ БИПОЛАРНИ ФАЗИ СКУП: ПРИМЕНА ИБА НА ЛИУОВЕ ГЕНЕРАЛИЗОВАНЕ ИФС
 - 7.1. Лиуов биполарни фази скуп
 - 7.2. Операције у Л-БФС-ИБА приступу
 - 7.3. Л-БФС-ИБА приступ и Булова алгебра
 - 7.4. Логичка агрегација на основу Л-БФС-ИБА приступа
- 8. ЗАКЉУЧАК
 - 8.1. Осврт на постављене хипотезе и остварене доприносе
 - 8.2. Могући правци будућег истраживања
- 9. ЛИТЕРАТУРА
- 10. ПРИЛОЗИ
 - 10.1. Списак слика
 - 10.2. Списак табела
 - 10.3. Списак скраћеница

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом поглављу** описани су проблем, предмет и циљеви истраживања докторске дисертације. Такође, дефинисане су основне и помоћне хипотезе које се односе на истраживање и дат је кратак приказ свих поглавља дисертације.

У **другом поглављу** дефинисани су основни теоријски појмови који ће бити коришћени у оквиру ове дисертације. Напре је дефинисан појам фази скупа, операција над њима, а затим и појмови Булове и интуиционистичке алгебре. На крају поглавља дефинисани су

појмови мера сличности и различитости, као и оператора агрегације.

У **трећем поглављу** изложене су основе теорије интуиционистичких фази скупова (ИФС). Посебна пажња је посвећена односу ИФС и интуиционистичке логике и поштовању закона искључења трећег и контрадикције у оквиру ИФС приступа. Такође, дат је критички осврт на постојеће генерализације ИФС приступа са аспекта генерализације операција и генерализација или алтернација дефиниције ИФС. Побројани су и најчешће коришћени приступи за поређење интуиционистичких фази (ИФ) вредности и анализиране су њихове предности и мане. Проблеми у примени ИФС на реалне проблеме попут И-фазификације и експертског постављања функција припадности и неприпадности изложени су на крају овог поглавља.

У **четвртном поглављу** рада дате су основе интерполативне Булове алгебре (ИБА) и мотивација за њен настанак. Најпре је објашњена структура ИБА, односно ИБА симболички и вредности ниво и правила трансформације логичког израза у генерализовани Булов полином. Затим су дате смернице и правила битна за примену ИБА, начини одабира оператора за генерализовани производ и објашњен је редослед примене генерализованог производа у сложеним изразима. На крају овог поглавља објашњена су два најчешћа алата заснована на ИБА – логичка агрегација и ИБА мере сличности и различитости.

У **петом поглављу** дефинисан је преложени ИФС-ИБА приступ, настао увођењем интерполативне Булове алгебре у теорију интуиционистичких фази скупова. Најпре су дефинисане и објашњене операције у предложеном ИФС-ИБА приступу. Затим је испитана валидност закона искључења трећег, контрадикције и правила двоструке негације у оквиру предложеног приступа уз пратећу графичку интерпретацију. Тиме је утврђена веза ИФС-ИБА приступа и интуиционизма. ИФС-ИБА мере сличности и различитости су дефинисане у наставку овог поглавља. Посебна пажња је дата анализи њихових карактеристика у односу на постојеће приступе поређења ИФ вредности. Поглавље се завршава идејама за будуће истраживање у оквиру предложеног приступа.

У **шестом поглављу** изложена је могућност примене ИФС-ИБА приступа на различите практичне проблеме. ИФС-ИБА мере сличности и различитости су примењене за препознавање образаца, класификацију и кластеровање. За препознавање образаца коришћени су уобичајени тестни примери. У делу овог поглавља који се односи на класификацију, ИФС-ИБА мера различитости је коришћена у оквиру алгоритма k најближих суседа и примењена на четири скупа података. На крају овог поглавља ИФС-ИБА мера различитости је примењена у оквиру алгоритма за хијерархијско кластеровање на проблему груписања српских средњих предузећа са аспекта банкротства.

У **седмом поглављу** интерполативна Булова алгебра је примењена на Лиуове генерализоване ИФС. Најпре је дефинисан појам Лиуовог биполарног фази скупа и одговарајуће операције над њима као основе Л-БФС-ИБА приступа. Затим је испитана валидност Булових закона у овом приступу. На крају поглавља утврђена је процедура за логичку агрегацију Лиуових биполарних фази скупова.

У **осмом поглављу** дата су закључна разматрања, са посебним освртом на постављене хипотезе, остварене доприносе докторске дисертације, као и могуће правце будућих

истраживања.

На крају рада наведена је литература која је коришћена приликом израде ове докторске дисертације, као и спискови слика, табела и коришћених скраћеница.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „ИФС-ИБА приступ: интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“ кандидата Павла Милошевића бави се проширењима и генерализацијом операција над ИФС коришћењем ИБА, као и применом ИФС на практичне проблеме, што је веома актуелна проблематика о оквиру меког рачунарства.

Поред тога, о савремености предмета дисертације се може закључити и на основу великог броја савремених публикација, књига, часописа и многобројних радова у различитим часописима и на међународним конференцијама које су посвећене теорији ИФС, теоријским и практичним аспектима ИБА, моделовању ИФ сличности и уопште примени ИФС и ИБА у решавању великог броја проблема из области меког рачунарства.

Докторска дисертација критички анализира постојеће приступе и операције над ИФС и на основу прегледа стања у досадашњим истраживањима уочава потребу за увођењем ИБА, као адекватне алгебре над њима. У оквиру предложеног ИФС-ИБА приступа дефинисана су ИФ мера сличности и различитости, које су успешно примењене на практичне проблеме. Даље, ИБА је коришћена и као алгебра за Лиуове ИФС са циљем да предложени приступ задовољава Булове аксиоме.

Оригиналност у приступу решавања проблема и добијених резултата у оквиру ове докторске дисертације потврђују и радови који су публиковани и саопштени на научним скуповима или објављени у домаћим и међународним часописима.

Стога, предложени приступи, који превазилазе уочене недостатке постојећих, су савремени и оригинални, а резултати описани у дисертацији имају научни и практични значај.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат Павле Милошевић је у изради докторске дисертације „ИФС-ИБА приступ: интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“ користио преко 180 извора релевантних за обраду ове теме. Ова референтна литература углавном се односи на монографије, књиге, докторске дисертације и мастер тезе, радове са научних конференција, а нарочито на научне радове из најцитиранијих часописа. Велики број коришћених извора публикован је на конференцијама и часописима из наведених области од стране водећих светских издавача (*Elsevier, Springer, IEEE, Wiley, Taylor&Francis, Atlantis Press*).

Највећа пажња је посвећена публикацијама из области које представљају теоријске основе предложеног приступа, а које се пре свега односе на теорију интуиционистичких фази

скупова и интерполативну Булову алгебру, али и на проблеме моделовања сличности, агрегације, као и класификације и кластеровања интуиционистичких вредности. Списак коришћене литературе наведен је у деветом поглављу, где је литература наведена по абecedном редоследу.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Током израде ове дисертације коришћене су опште научне методе анализе, синтезе, индукције, дедукције, као и метода моделовања.

У почетним поглављима дисертације, у којима се даје предглед постојећег стања у области, коришћене су методе прикупљања и анализе постојећих приступа. За њихову систематизацију коришћена је метода поређења, односно дат је критички осврт на постојеће приступе у оквиру теорије ИФС, као и детекција и анализа њихових недостатака.

Предложени ИФС-ИБА и Л-БФС-ИБА приступи развијени су применом метода теорије система и меког рачунарства. Коришћена литература, односно многобројни референтни извори, указују на адекватан истраживачки приступ. Експериментална анализа примењена је за евалуацију предложених приступа на проблемима препознавања образаца, класификације и кластеровања у доменима медицине и финансија.

На основу наведеног и узимајући у обзир постигнуте резултате, закључује се да примењене научне методе и технике одговарају по значају, структури и примени теми докторске дисертације и представљеном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

Будући да се у ИФС-ИБА и Л-БФС-ИБА приступима ИФС и Лиуови ИФС користе у оригиналном облику, предложени приступи задржавају дескриптивност интуиционистичких фази скупова, као и одабрана математичка својства интерполативне Булове алгебре. Ови приступи представљају директан одговор на примењене недостатке у теорији ИФС како са теоријског, тако и са становишта примене. Даље, у предложеном приступу операције базиране на ИБА се могу реализовати на различите начине у зависности од избора оператора који ће имати улогу генерализованог производа. Овако опште дефинисан приступ омогућује моделовање широког спектра зависности међу атрибутима.

У раду такође је приказана примена предложених приступа, конкретно ИФС-ИБА мера сличности и различитости. Показана је предност предложених мера у поређењу са класичним ИФ растојањима на проблемима ИФ препознавања образаца, класификације, као и реалном проблему кластеровања средњих српских предузећа са аспекта банкротства.

Коначно, предложени приступи се могу применити у готово свим областима у којима су до сада коришћени класични интуиционистички фази скупови.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације и научно-истраживачког рада на Факултету, кандидат Павле Милошевић показао је способност да самостално обавља научни рад и решава научне проблеме. Током докторских студија кандидат је стекао различита знања и искуства из области теорије система, меког рачунарства, анализе временских серија, хеуристичких метода оптимизације, итд. Кандидат поседује потребна стручна теоријска и практична знања за самосталан научни рад што је, осим у процесу израде ове докторске дисертације, показао и објављивањем већег броја радова у међународним и националним часописима и на конференцијама.

У раду кандидат је дао преглед стања у области која је предмет докторске дисертације, а затим је сопственим истраживањем и експерименталном провером приступа потврдио постављене хипотезе.

На основу тога, Комисија сматра да кандидат Павле Милошевић поседује потребне способности, вештине и искуства за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултати истраживачког процеса у докторској дисертацији „ИФС-ИБА приступ: интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“ кандидата Павла Милошевића садрже следеће научне доприносе:

- Преглед и систематизација праваца у развоју теорије интуиционистичких фази скупова, постојећих уопштења теорије интуиционистичких фази скупова.
- Преглед и систематизација праваца у развоју интерполативне Булове алгебре.
- Увођење алгебре базиране на ИБА у ИФС, као одговарајуће алгебре са аспекта интуиционизма.
- Дефинисање ИФС-ИБА еквиваленције као нове логичке ИФ мере сличности.
- Примена предложене ИФС-ИБА мере сличности на проблеме препознавања образаца, класификације и кластеровања.
- Увођење алгебре базиране на ИБА у Лиуове генерализоване ИФС, као одговарајуће са аспекта буловске конзистентности.
- Друштвени допринос се огледа у могућности примене предложених модела у различитим областима.

На основу изложеног, може се закључити да добијени резултати докторске дисертације представљају научни допринос у односу на постојеће стање и отварају простор за даља истраживања.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Докторска дисертација садржи целовит приказ области на којима почива предложени ИФС-ИБА приступ. Прегледом литературе у области теорије интуиционистичких фази скупова истакнуте су основе теорије ИФС, утврђени су недостаци везани за однос ИФС и интуиционизма, као и ограничења са којима се сусрећу доменски експерти приликом примене. Такође, систематизовани су резултати на пољу интерполативне Булове алгебре и истакнута је њена применљивост.

Остварени резултати истраживања представљају предлог нових приступа теорији ИФС применом ИБА. У ИФС-ИБА приступу ИБА је примењена на ИФС са циљем да предложени приступ буде близак интуиционистичком резонувању, док се је предложени Л-БФС-ИБА приступ у Буловом оквиру.

За потребе евалуације ИФС-ИБА приступа, предложене ИФС-ИБА мере сличности и различитости су примењене на проблеме препознавања образаца, класификације и кластеровања. Показано је да предложена ИФС-ИБА мера сличности на проблему препознавања образаца даје једнако добре резултате као најновији ИФ приступи за мерење сличности. На проблему класификације показано да је да предложена мера у оквиру алгоритма k најближих суседа даје боље резултате од класичних ИФ растојања на примеру четири постојећа медицинска скупа података. Предности ИФС-ИБА мере различитости у односу на постојеће присупе показане су и на реалном примеру кластеровања средњих српских предузећа из угла могућег банкротства.

Остварени резултати истраживања испуњавају захтеве за квалитет докторске дисертације. Све постављене хипотезе су верификоване кроз теоријска разматрања и проверене експериментално па је тиме остварен значајан допринос у предметној области.

Сагледавањем постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата, констатујемо да је кандидат успешно одговорио на сва релевантна питања за решавање проблема истраживања.

4.3. Верификација научних доприноса

Павле Милошевић је, у сарадњи са другим ауторима, објавио више научних радова у међународним и националним часописима и зборницима радова са међународних и домаћих конференција, а који су у директној вези са темом ове докторске дисертације.

Радови у међународним часописима изузетних вредности (M21a):

1. **Milošević, P.**, Petrović, B., & Jeremić, V. (2017). IFS-IBA similarity measure in machine learning algorithms. *Expert Systems with Applications*, 89, 296-305. DOI:10.1016/j.eswa.2017.07.048 (IF2016: 3.928)
2. Dobrić, V., **Milošević, P.**, Rakićević, A., Petrović, B., & Poledica, A. (2017). Interpolative Boolean networks. *Complexity*, 2017, Article ID 2647164. DOI: 10.1155/2017/2647164 (IF2016: 4.621)

Радови у врхунским међународним часописима (M21):

1. **Milošević, P.**, Petrović, B., Radojević, D., & Kovačević, D. (2014). A Software Tool for Uncertainty Modeling using Interpolative Boolean Algebra. *Knowledge-Based Systems*, 62, 1-10. DOI:10.1016/j.knosys.2014.01.019 (IF2014: 2.947)

Радови у истакнутим међународним часописима (M22):

1. Poledica, A., **Milošević, P.**, Dragović, I., Petrović, B., & Radojević, D. (2015). Modeling consensus using logic-based similarity measures. *Soft Computing*, 19(11), 3209-3219. DOI:10.1007/s00500-014-1476-5 (IF2015: 1.630)

Радови у међународним часописима (M23):

1. Dobrić, V., Kovačević, D., Petrović, B., Radojević, D., & **Milošević, P.** (2015). Formalization of Human Categorization Process Using Interpolative Boolean Algebra. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, Article ID 620797. DOI:10.1155/2015/620797 (IF2015: 0.644)
2. **Milošević, P.**, Poledica, A., Rakićević, A., Dobrić, V., Petrović, B., & Radojević, D. (2018). IBA-based framework for modeling similarity. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 11, 206-218. (IF2016: 1.140)

Радови у националним часописима међународног значаја (M24):

1. **Milošević, P.**, Nešić, I., Poledica, A., Radojević, D., & Petrović, B. (2017). Logic-based aggregation methods for ranking student applicants. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 27(4), 461-477. DOI:10.2298/YJOR161110007M

Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у целини (M33):

1. **Milošević, P.**, Radojević, D., & Petrović, B. (2012). Software Realization of Interpolative Boolean algebra. In C. Kahraman, E. E. Kerre, & F. T. Bozbura (Eds.), *Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making: Proceedings of the 10th International FLINS Conference* (in appendix). Singapore: World Scientific Publishing Co.
2. **Milošević, P.**, Nešić, I., & Petrović, B. (2012). Ranking Students for Master Studies Using Logical Aggregation. In M. Levi Jakšić & S. Barjaktarović Rakočević (Eds.), *Proceedings of the XIII International Symposium SymOrg 2012: Innovative Management and Business Performance* (pp. 290-295). Belgrade: Faculty of Organizational Sciences.
3. **Milošević, P.**, Nešić, I., Poledica, A., Radojević, D., & Petrović, B. (2013). Models for Ranking Students: Selecting Applicants for a Master of Science Studies. In V.E. Balas, J. Fodor, A. R. Várkonyi-Kóczy, J. Dombi & L.C. Jain (Eds.), *Soft Computing Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing* 195 (pp. 93-103). Berlin: Springer. DOI:10.1007/978-3-642-33941-7_11
4. Nešić, I., **Milošević, P.**, Rakićević, A., Petrović, B., & Radojević, D. (2013). Modeling Candlestick Patterns with Interpolative Boolean Algebra for Investment Decision Making. In V.E. Balas, J. Fodor, A. R. Várkonyi-Kóczy, J. Dombi & L.C. Jain (Eds.), *Soft Computing Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing* 195 (pp. 105-115). Berlin: Springer. DOI:10.1007/978-3-642-33941-7_12

5. Poledica, A., **Milošević, P.**, Dragović, I., Radojević, D., & Petrović, B. (2013). A consensus model in group decision making based on interpolative Boolean algebra. In G. Pasi, J. Montero & D. Ciucci (Eds.), *Proceedings of the 8th conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT-13)* (pp. 648-654). Amsterdam: Atlantis Press. DOI:10.2991/eusflat.2013.98
6. Kostić, J., Bakajac, M., **Milošević, P.**, & Poledica, A. (2013). Ranking of Banks Using Logical Aggregation. In N. Mladenović, G. Savić, M. Kuzmanović, D. Makajić-Nikolić & M. Stanojević (Eds.), *Proceedings of the 11th Balkan Conference on Operational Research* (pp. 3-11). Belgrade: Faculty of Organizational Sciences.
7. **Milošević, P.**, Poledica, A., Dragović, I., Petrović, B., & Radojević, D. (2013). Logic-based Similarity Measures for Consensus. In N. Mladenović, G. Savić, M. Kuzmanović, D. Makajić-Nikolić & M. Stanojević (Eds.), *Proceedings of the 11th Balkan Conference on Operational Research* (pp. 473-481). Belgrade: Faculty of Organizational Sciences.
8. **Milošević, P.**, Poledica, A., Rakićević, A., Petrović, B., & Radojević, D. (2015). Introducing Interpolative Boolean algebra into Intuitionistic fuzzy sets. In J. M. Alonso, H. Bustince & M. Reformat (Eds.), *Proceedings of the 2015 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology (IFSA-EUSFLAT-15)* (pp. 1389-1394). Amsterdam: Atlantis Press. DOI:10.2991/ifsaeusflat-15.2015.196
9. Lilić, N., Petrović, B., & **Milošević, P.** (2016). Software Solution for Reliability Analysis based on Interpolative Boolean Algebra. In V. E. Balas, L. C. Jain & B. Kovačević (Eds.), *Soft Computing Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing* 356 (pp. 185-198). Berlin: Springer. DOI:10.1007/978-3-319-18296-4_15
10. Rakićević, A., Milošević, P., Petrović, B., & Radojević, D. (2016). DuPont Financial Ratio Analysis Using Logical Aggregation. In V. E. Balas, L. C. Jain & B. Kovačević (Eds.), *Soft Computing Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing* 357 (pp. 727-739). Berlin: Springer. DOI:10.1007/978-3-319-18416-6_57

Радови у часописима националног значаја (M53):

1. Rakićević, A., **Milošević, P.**, & Poledica, A. (2014). Sistem za evaluaciju finansijskih performansi kompanije zasnovan na logičkom pristupu. *Info M*, 51, 48-54.

Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини (M63):

1. **Milošević, P.**, Radojević, D., & Petrović, B. (2012). JFuzzyIBAConvertor / Translator of Logical Expression to Generalized Boolean Polynomial. In G. Čirović (Ed.), *Zbornik radova XXXIX Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2012)* (pp. 357-360). Beograd: Visoka građevinska škola.
2. **Milošević, P.**, Poledica, A., Rakićević, A., Petrović, B., & Radojević, D. (2015). Grafička interpretacija IFS-IBA pristupa. In N. Mladenović, D. Urošević & Z. Stanimirović (Eds.), *Proceedings of the 42nd International Symposium on Operations Research (SYM-OP-IS 2015)* (pp. 358-361). Beograd: Matematički Institut SANU.

3. Rakićević, A., Nešić, I., **Milošević, P.**, Petrović, B., & Radojević, D. (2015). Izbor investicionog portfolija primenom logičkog hijerarhijskog klasterovanja. In N. Mladenović, D. Urošević & Z. Stanimirović (Eds.), *Proceedings of the 42nd International Symposium on Operations Research (SYM-OP-IS 2015)* (pp. 362-365). Beograd: Matematički Institut SANU.
4. Živančević, S., Marković, D., **Milošević, P.**, Rakićević, A., & Petrović, B. (2016). Intuicionističko fazi hijerarhijsko klasterovanje: primer srpskih srednjih preduzeća. In A. Ilić, D. Petrović & D. Stojković (Eds.), *Zbornik radova XLIII Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2016)* (pp. 401-404). Beograd: Medija centar Odbрана.

Истаживачки извештаји и друго:

1. Poledica, A., **Milošević, P.**, Dragović I., Radojević, D., & Petrović, B. (2014). A Consensus Model in Group Decision Making Based on Interpolative Boolean Algebra. *Mathware & Soft Computing Magazine*, 21(1), Scientific Report, 26-27.
2. **Milošević, P.**, Poledica, A., Rakićević, A., Petrović, B., & Radojević, D. (2015). Introducing Interpolative Boolean algebra into Intuitionistic fuzzy sets. *Mathware & Soft Computing Magazine*, 22(1), Scientific Report, 30-31.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације „ИФС-ИБА приступ: интерполативна Булова алгебра у теорији интуиционистичких фази скупова“ кандидата Павла Милошевића, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је она написана према свим стандардима научно-истраживачког рада. Такође, ова докторска дисертација испуњава све услове прописане Законом о високом образовању, стандардима, правилницима и Статутом Факултета организационих наука и Универзитета у Београду. На основу актуелности теме докторске дисертације, резултата и закључака приказаних у њој, Комисија констатује да је кандидат Павле Милошевић успешно завршио докторску дисертацију, у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања.

Кандидат Павле Милошевић је у докторској дисертацији увео два нова приступа: ИФС-ИБА приступ, настао применом интерполативне Булове алгебре на интуиционистичке фази скупове, и Л-БФС-ИБА приступ, настао применом интерполативне Булове алгебре на Лиуове интуиционистичке фази скупове. Показано је да предложени приступи имају жељена математичка својства. ИФС-ИБА приступ, тачније ИФС-ИБА мере сличности и различитости, евалуиран је на примерима ИФ препознавања образаца, као и на реалним примерима ИФ класификације и кластеровања.

Кандидат је дошао до оригиналних резултата истраживања. Део тих резултата је верификован научним публикацијама у међународним часописима са импакт фактором категорија M21a, M21, M22, M23, као у националном часопису међународног значаја и на међународним и домаћим конференцијама.

Комисија закључује да је садржајем дисертације обухваћено значајно подручје истраживања, како са теоријског аспекта, тако и са аспекта применљивости резултата.

Кандидат је самостално урадио рад и дао допринос научном сазнању из области Техничко-технолошких наука, посебно области Управљање системима, ужој научној области Меко рачунарство.

Ценећи научне и стручне доприносе, који су израдом докторске дисертације остварени, Комисија констатује да су остварени постављени циљеви истраживања и дисертацију позитивно оцењује.

На основу свега претходно наведеног, Комисија предлаже Научно-наставном већу да се докторска дисертација под насловом „**ИФС-ИБА ПРИСТУП: ИНТЕРПОЛАТИВНА БУЛОВА АЛГЕБРА У ТЕОРИЈИ ИНТУИЦИОНИСТИЧКИХ ФАЗИ СКУПОВА**“ кандидата **Павла Милошевића** прихвати, изложи на увид јавности и одобри њена усмена одбрана.

У Београду, 19.12.2017. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Братислав Петровић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Милан Мартић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Милија Сукновић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Борис Делибашић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

.....
др Јелена Игњатовић, редовни професор
Универзитет у Ниш, Природно-математички факултет