

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Иване Драговић за израду докторске дисертације

Одлуком број 3/89-16 од 15.10.2014 наставно-научног већа ФОН-а, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Иване Драговић**, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме: **“Конзистентан неуро-фази систем закључивања“**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ивана Драговић је рођена 30. новембра 1977. године у Београду, где је завршила основну школу и Математичку гимназију. Дипломирала је на 2006. године на Факултету организационих наука на Смеру за информационе системе, одбравивши дипломски рад „Дистрибуирано претраживање у програмском систему АДМИС“ са највишом оценом. Основне студије завршила је са просечном оценом 8.40.

Још током студија радила је као демонстратор на предметима: Програмски језици и преводиоци (школске 2003/2004, 2004/2005 и 2005/2006 године), Пројектовање програма (школске 2003/2004 године) и Принципи програмирања (школске 2004/2005 године).

Радила је на неколико пројеката током студија: КАДРИС - програм за кадровску службу ФОН-а, програм за евиденцију оцена студената из предмета Увод у информационе системе итд.

Након завршетка студија, од 2007 године запослена као сарадник у настави на Катедри за електронско пословање и Управљање системима. Ангажована је на предметима: Теорија система, Динамика организационих система, Неуронске мреже и системи, Фази логика и системи и Теорија система 2. Од 2010. године ради као асистент на Факултету организационих наука У Београду на предметима Теорија система, Динамика организационих система, Неуронске мреже и системи, Фази логика и системи и Теорија система 2.

Приликом евалуације од стране студената, њен педагошки рад редовно је оцењиван високим оценама.

Уписала је последипломске докторске студије на Факултету организационих наука у Београду (изборно подручје Управљање системима) 2008. године.

Кандидат говори, чита и пише енглески језик.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Докторске студије уписује школске 2008/2009. године на Факултету Организационих наука, студијски програм Управљање системима. Испити положени у току докторских студија обухватају поред курсева из Теорије система и вештачке интелигенције и курсеве са Економског Факултета. Током докторских студија положила је све планом и програмом предвиђене испите:

• Теорија система	10 ЕСПБ
• Фази логика и системи	10 ЕСПБ
• Стохастички системи	10 ЕСПБ
• Теорија игара	10 ЕСПБ
• Неуронске мреже и системи	10 ЕСПБ
• Динамички модели финансијских тржишта	10 ЕСПБ
• Оптимално управљања	10 ЕСПБ
• Временске серије и фрактали	10 ЕСПБ
• Системи са дискретним догађајима	10 ЕСПБ

Кандидат Ивана Драговић успешно је одбранила приступни рад под називом „Конзистентан неуро-фази систем закључивања“ и остварила 30 ЕСПБ бодова. Кандидат је током досадашњих докторских студија укупно остварила 120 ЕСПБ бодова.

Списак објављених радова

Ивана Драговић је, у сарадњи са другим ауторима, објавила више научних радова у међународним и домаћим часописима, као и у зборницима са домаћих и међународних конференција.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M23)

- **Dragović I.**, Turajlić N., Radojević D., Petrović B.: *Combining Boolean Consistent Fuzzy Logic and AHP Illustrated on the Web Service Selection Problem*, - International Journal of Computational Intelligence Systems, Vol. 7, Supplement 1, 2013, pp. 84-93. **DOI:** 10.1080/18756891.2014.853935. ISSN 1875-6891 (Print), 1875-6883 (Online), IF(2013)= 0.451

Радови саопштени на скупу међународног значаја (M33)

- Poledica A., Milošević P., **Dragović I.**, Radojević D., Petrović B.: *A Consensus Model based on Interpolative Boolean Algebra*, - Proceedings of VIII International EUSFLAT Conference - EUSFLAT 2013, Milano, Italy, pp. 648-654. ISBN-978-90786-77-78-9.
- Milošević P., Poledica A., **Dragović I.**, Radojević D., Petrović B.: *Logic-based Similarity Measures for Consensus*, - Proceedings of XI Balkan Conference on Operational Research - BALCOR 2013, Belgrade and Zlatibor, Serbia, pp. 473-481. ISBN-978-86-7680-285-2.
- Jeremić M., Kovačević J., Rakičević A., **Dragović I.**: *Multi-criteria routing algorithm based on interpolative Boolean algebra*, - Proceedings of XI Balkan Conference on Operational Research - BALCOR 2013, Belgrade and Zlatibor, Serbia, pp. 465-472. ISBN-978-86-7680-285-2.
- Turajlić N., Petrović M., Vučković M., **Dragović I.**: *Groundwork for Presentation Pattern Metamodels*, - Proceedings of XII International Scientific Symposium INFOTEH-JAHORINA - INFOTEH-JAHORINA 2013, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, CD Издање: Vol. 12, Ref. RSS-3-11, pp. 731-736, ISBN-978-99955-763-1-8.
- Turajlić N., **Dragović I.**: *A Hybrid Metaheuristic Based on Variable Neighborhood Search and Tabu Search for the Web Service Selection Problem*, - Electronic Notes in Discrete Mathematics, Vol. 39, pp. 145-152, ISSN 1571-0653, **DOI:** 10.1016/j.endm.2012.10.020.
- **Dragović I.**, Turajlić N., Radojević D.: *Extending AHP with Boolean Consistent Fuzzy Logic and Its Application in Web Service Selection*, - Proceedings of X International FLINS Conference - FLINS 2012, Istanbul, Turkey, pp. 576-591, ISBN 978-981-4417-73-0.
- Rakičević A., Petrović B., **Dragović I.**, *Logical aggregation for strategic management*, - Proceedings of IX International FLINS Conference - FLINS 2010, Chengdu, China, pp. 622-627, ISBN-13 978-981-4324-69-4.

Радови објављени у часописима националног значаја (M51)

- Petrović M., Turajlić N., **Dragović I.**: *Pregled i uporedna analiza prezentacionih paterna*, - Journal of Information technology and multimedia systems Info M, Vol. 34/2010, 2010, стр. 35-41, ISSN 1451-4397.

Радови саопштени на скупу националног значаја (M63)

- Ковачевић Ј., Јеремић М., **Драговић И.**, Ракићевић А.: *Коришћење неуронских мрежа за предвиђање правца кретања индекса на финансијском тржишту*, - зборник радова XL Симпозијума о операционим истраживањима - SYM-OP-IS 2013, Златибор, Србија, стр. 663-668, ISBN-978-86-7680-286-9.
- **Драговић И.**, Турајлић Н., Радојевић Д., Петровић Б.: *Коришћење логичке агрегације за селекцију web сервиса*, - зборник радова XXXIX Симпозијума о операционим истраживањима - SYM-OP-IS 2012, Тара, Србија, стр. 377-380, ISBN-978-86-7488-086-9.
- **Драговић И.**, Једнак С., Турајлић Н.: *Предвиђање стопе економског раста коришћењем неуронских мрежа и АНФИС-а*, - зборник радова XXXVIII Симпозијума о операционим истраживањима - SYM-OP-IS 2011, Златибор, Србија, стр. 407-410, ISBN-978-86-403-1168-7.
- **Драговић И.**, Ракићевић А., Петровић Б.: *Унапређење BCG портфолио матричне анализе применом логичке агрегације*, - зборник радова XXXVII Симпозијума о операционим истраживањима - SYM-OP-IS 2010, Тара, Србија, стр. 435-438, ISBN 978-86-335-0299-3.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Ивана Драговић је током докторских студија и рада на факултету стекла различита знања и искуства из области теорије система, вештачке интелигенције, финансијског инжењерства, глобална оптимизације, теорије одлучивања итд.

На основу претходног приказа и увида у резултате и искуства које је кандидат стекла кроз научно-истраживачке, стручне и остале пројекте, и уз посебну пажњу посвећену разматрању објављених радова кандидата, и анализи положених испита на докторским студијама, Комисија оцењује да је кандидат Ивана Драговић способна за рад на предложеној теми докторске дисертације.

Сматрамо да је кандидат Ивана Драговић стекла одговарајућа знања и вештине, као и неопходно искуство и стручност како би одговорила и адекватно обрадила предложену тему „Конзистентан неуро-фази систем закључивања“

2. Предмет и циљ истраживања

Приказ предмета, циља и хипотетичких ставова о проблему који се истражује

Предмет истраживања докторског рада је примена новијих техника меког рачунарства за унапређење фази система закључивања како би се омогућило да се знања експерата изразе на семантички богатији начин и самим тим буду значајна подршка у процесу одлучивања.

Знање експерата било ког домена се може најприкладније изразити помоћу сложених вербалних исказа. Фази логика омогућава формализацију сложених вербалних исказа будући да је усклађена са квалитативним описима које људи користе и блиска је начину на који размишљају. Теорија фази скупова омогућава превођење оваквих исказа у одговарајуће математичке изразе.

Фази систем закључивања при моделовању система не захтева дефинисање ни математичког модела нити алгоритама, већ кроз скуп *if-then* правила покушава да формализује процес резоновања тако да буде близак начину на који људи размишљају и комуницирају. Правила су релативно једноставан облик знања која експерти могу лако да потврде, пренесу и прошире (*Mitra & Hayashi, 2000*).

Међутим, што је природнији и интуитивнији начин представљања правила лакше их је формулисати и разумети. Из тог разлога једна од полазних претпоставки будућег рада је да премису правила не треба ограничити само на коњукцију и дисјункцију појединачних захтева. Тиме би се омогућило да се сама правила прецизније дефинишу. Дефинисањем семантички богатијих правила обезбеђује се и боље разумевање и прилагођеност конкретном проблему, а у случају потребе и лакше измене самих правила.

Фази правила се могу формирати на различите начине. Са једне стране она се могу аутоматски генерисати на основу расположивих података. Међутим, аутоматско генерисање правила од стране система може довести до превеликог броја правила чиме би њихова оптимизација постала рачунски веома захтевна. Поред тога тако генерисана правила могу бити непотребно сложена и тешка за читање и разумевање. Са друге стране, експерт из датог домена најбоље може одредити која комбинација захтева је најважнија приликом доношења одређене одлуке. Полазна основа будућег рада је да о

систему треба да говоре они који га највише познају и разумеју. Другим речима, искуство и знање експерта о систему требало би да имају предност у односу на аутоматски генерисана правила, нарочито ако се има у виду да смо ретко сигурни да подаци којима располажемо у потпуности описују посматрани систем без шума. Не треба дозволити да подаци „говоре сами за себе“ јер није познато да ли постоји и колики је шум у узорку који је на располагању. Из овог разлога први корак у реализацији система би требало да буде дефинисање фази правила и функција припадности од стране самог експерта. Дакле, експерт дефинише улазно-излазни простор, променљиве узрочног и последичног дела *if-then* правила, број тих правила и почетне параметаре функција припадности.

Неуронске мреже, са друге стране, имају могућност прилагођавања структуре фази система конкретном скупу података који је на располагању.

Интеграција неуронских и фази система води до симбиотског односа у коме фази системи обезбеђује моћан оквир за представљање експертског знања а неуронске мреже, преко њихове способности учења, омогућавају рачунски ефикасну имплементацију (Mitra & Hayashi, 2000). Наиме, неуронске мреже немају могућност презентовања знања док фази системи немају могућност учења па њиховом синергијом долазимо до система који користи предности а отклања недостатке оба приступа.

Постојећи неуро-фази системи закључивања веома ретко користе негацију већ се, у случају потребе, негација (нпр. „не мало“) поистовећује са неким другим фази скупом (нпр. „велико“). Међутим, ако се има у виду да појмови дефинисани фази скуповима „велико“ и „не мало“ не морају бити истоветни, отвара се питање адекватности резултата оваквог приступа. Наиме, уколико су дефинисана три фази скупа „мало“, „средње“ и „велико“ негација скупа „мало“ обухватила би у некој мери не само скуп „велико“ већ и скуп „средње“, те је стога очигледно да употреба негације постаје нужна.

Са друге стране, конвенционална теорија фази скупова (фази логика и фази релације) не налази се у Буловом оквиру јер не задовољава све Булове аксиоме (Radojević, 2008a) што се пре свега односи на принцип искључења трећег и контрадикцију. Из тог разлога предлаже се коришћење конзистентне фази логике тј. интерполативне реализације Булове алгебре (ИБА) (Radojević, 2008b). Дакле, примена конзистентне фази логике не

само што би омогућила да се адекватније третира проблем негације већ би обезбедила и задовољење свих закона Булове логике.

У предложеном неуро-фази систему неуронска мрежа би имала улогу оптимизатора тј. вршила би само фина подешавања неких параметара фази система. Наиме, приликом дефинисања правила експерти би дефинисали и функције припадности тј. њихове почетне вредности које би затим неуронска мрежа оптимизовала (модификовала на основу података за тренирање).

Задатак оваквог неуро-фази система био би да генерише управљачке одлуке чиме би се заменио експерт или олакшао процес одлучивања, нарочито у ситуацијама када постоји неодређеност, непрецизност или не располажемо свим подацима.

Предложени конзистентан неуро-фази систем, као један општи модел, би се могао применити у најразличитијим доменама од финансијских и организационих наука до медицине итд.

На основу свега наведеног, **циљ** будућег истраживања је дефинисање и примена новог неуро-фази система који би знања експерата изражавао на начин који је лакши, природнији и ближи човековом размишљању.

Оквирна листа релевантних библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације

1. Abbasi, E., & Abouec, A.: *Stock price forecast by using neuro-fuzzy inference system*. Engineering and Technology, 46, 2008, pp. 320-323.
2. Abra Abraham, A., Nath, B., & Mahanti, P. K.: *Hybrid intelligent systems for stock market analysis*. In Computational Science-ICCS 2001, 2001, pp. 337-345.
3. Abraham, A.: *Adaptation of fuzzy inference system using neural learning*. In Fuzzy Systems Engineering, 2005, pp. 53-83. Springer Berlin Heidelberg
4. Afolabi, M., & Olatoyosi, O.: *Predicting stock prices using a hybrid Kohonen self-organizing map (SOM)*. In 40th Annual Hawaii international conference on system sciences, 2007
5. Akkoç, S.: *An empirical comparison of conventional techniques, neural networks and the three stage hybrid Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) model for credit scoring analysis: The case of Turkish credit card data*. European Journal of Operational Research, 222(1), 2012, pp. 168-178.
6. Ali Akcayol, M.: *Application of adaptive neuro-fuzzy controller for SRM*. Advances in Engineering software, 35(3), 2004. ,pp. 129-137.

7. Altug, S., Chen, M. Y., & Trussell, H. J.: *Fuzzy inference systems implemented on neural architectures for motor fault detection and diagnosis*. Industrial Electronics, IEEE Transactions on, 46(6), 1999. , pp. 1069-1079.
8. Ansari, T., Kumar, M., Shukla, A., Dhar, J., & Tiwari, R.: *Sequential combination of statistics, econometrics and Adaptive Neural-Fuzzy Interface for stock market prediction*. Expert Systems with Applications, 37(7), 2010. , pp. 5116-5125.
9. Atsalakis, G. S., & Valavanis, K. P.: *Forecasting stock market short-term trends using a neuro-fuzzy based methodology*. Expert Systems with Applications, 36(7), 2009 , pp. 10696-10707.
10. Atsalakis, G. S., Dimitrakakis, E. M., & Zopounidis, C. D.: *Elliott Wave Theory and neuro-fuzzy systems, in stock market prediction: The WASP system*. Expert Systems with Applications, 38(8), 2011, pp. 9196-9206.
11. Bagheri, A., Mohammadi Peyhani, H., & Akbari, M.: *Financial forecasting using ANFIS networks with Quantum-behaved Particle Swarm Optimization*. Expert Systems with Applications, 41(14), 2014, pp. 6235-6250.
12. Berenji, H. R., & Khedkar, P.: *Learning and tuning fuzzy logic controllers through reinforcements*. Neural Networks, IEEE Transactions on, 3(5), 1992, pp. 724-740.
13. Boyacioglu, M. A., & Avci, D.: *An adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS) for the prediction of stock market return: the case of the Istanbul stock exchange*. Expert Systems with Applications, 37(12), 2010, pp. 7908-7912.
14. Chang, J. R., Wei, L. Y., & Cheng, C. H.: *A hybrid ANFIS model based on AR and volatility for TAIEX forecasting*. Applied Soft Computing, 11(1), 2011, pp. 1388-1395.
15. Chang, P.-C., & Liu, C. H.: *A TSK type fuzzy rule based system for stock price prediction*. Expert Systems with Applications, 34(1), 2008. , pp. 135-144.
16. Chen, M. Y.: *A hybrid ANFIS model for business failure prediction utilizing particle swarm optimization and subtractive clustering*. Information Sciences, 220, 2013, pp. 180-195.
17. Dhar, V. & Stein, R. M.: *Seven Methods for Transforming Corporate Data into Business Intelligence*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 1997.
18. Dragović, I., Turajlić, N., Radojević, D., & Petrović, B.: *Combining boolean consistent fuzzy logic and ahp illustrated on the web service selection problem*. International Journal of Computational Intelligence Systems, 7(sup1), 2014. , pp. 84-93.
19. Ebrahimpour, R., Nikoo, H., Masoudnia, S., Yousefi, M. R., & Ghaemi, M. S.: *Mixture of MLP-experts for trend forecasting of time series: A case study of the Tehran stock exchange*. International Journal of Forecasting, 27(3), 2011. , pp. 804-816.
20. Efendigil, T., & Önüt, S.: *An integration methodology based on fuzzy inference systems and neural approaches for multi-stage supply-chains*. Computers & Industrial Engineering, 62(2), 2012. , pp. 554-569.
21. Efendigil, T., Önüt, S., & Kahraman, C.: *A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models: A comparative analysis*. Expert Systems with Applications, 36(3), 2009 , pp. 6697-6707.
22. Fasanghari, M., & Montazer, G.: *A Design and implementation of fuzzy expert system for Tehran Stock Exchange portfolio recommendation*. Expert Systems with Applications, 37(9), 2010 ,pp. 6138-6147.
23. Figueiredo, M., & Gomide, F.: *Design of fuzzy systems using neurofuzzy networks*. Neural Networks, IEEE Transactions on, 10(4), 1999. , pp. 815-827.

24. Giovanis, E.: *Study of discrete choice models and adaptive neuro-fuzzy inference system in the prediction of economic crisis periods in USA*. Economic Analysis and Policy, 42(1), 79. 2012.
25. Hayashi, Y., & Buckley, J. J.: *Approximations between fuzzy expert systems and neural networks*. International Journal of Approximate Reasoning, 10(1), 1994. , pp.63-73.
26. Haykin, S. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Macmillan College Publishing. 1994
27. Iyatomi, H., & Hagiwara, M.: *Adaptive fuzzy inference neural network*. Pattern Recognition, 37(10), 2004. , pp. 2049-2057.
28. Jang, J. S. *ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system*. (1993).
29. Jang, J. S. R., Sun, C., & Mizutani, E. *Neuro-fuzzy and soft computing*. PTR Prentice Hall. 1997.
30. Juang, C. F., & Lin, C. T.: *An online self-constructing neural fuzzy inference network and its applications*. Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 6(1), 1998 , pp. 12-32.
31. Kablan, A.: *Adaptive neuro-fuzzy inference system for financial trading using intraday seasonality observation model*. World Academy of Science, Engineering and Technology, 58(2009), pp. 479-488.
32. Kannan, D., Jafarian, A., Khamene, H. A., & Olfat, L.: *Competitive performance improvement by operational budget allocation using ANFIS and fuzzy quality function deployment: a case study*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 68(1-4), 2013. , pp. 849-862.
33. Kar, S., Das, S., & Ghosh, P. K.: *Applications of neuro fuzzy systems: A brief review and future outline*. Applied Soft Computing, 15, 2014. , pp. 243-259.
34. Kosko, B.: *Fuzzy associative memories*. In NASA, Lyndon B. Johnson Space Center, Proceedings of the 2nd Joint Technology Workshop on Neural Networks and Fuzzy Logic, Volume 1, 1991. , pp. 3-58 SEE N91-21778 13-63
35. Kosko, B.: *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence/Book and Disk (Vol. 1)*. Prentice hall. 1992.
36. L. A. Zadeh: *Fuzzy Sets*. Information and Control, 8, 1965, pp. 338-353.
37. Lee, V., & Tshung Wong, H.: *A multivariate neuro-fuzzy system for foreign currency risk management decision making*. Neurocomputing, 70(4), 2007. , pp. 942-951.
38. Lin, C. T., & Lee, C. S. G.: *Neural-network-based fuzzy logic control and decision system*. Computers, IEEE Transactions on, 40(12), 1991. , pp. 1320-1336.
39. Liu, P., Leng, W., & Fang, W.: *Training anfis model with an improved quantum-behaved particle swarm optimization algorithm*. Mathematical Problems in Engineering, 2013.
40. Mamdani, E. H., & Assilian, S.: *An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller*. International Journal of Man-Machine Studies, 7(1), 1975., pp. 1-13.
41. Medsker, L. R., & Zadeh, L. A.: *Hybrid intelligent systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1995.
42. Melin, P., Soto, J., Castillo, O., & Soria, J.: *A new approach for time series prediction using ensembles of ANFIS models*. Expert Systems with Applications, 39(3), 2012., pp. 3494-3506.
43. Milošević, P., Petrović, B., Radojević, D., & Kovačević, D.: *A software tool for uncertainty modeling using Interpolative Boolean algebra*. Knowledge-Based Systems, 62, 2014. , pp. 1-10.
44. Mitra, S., & Hayashi, Y.: *Neuro-fuzzy rule generation: survey in soft computing framework*. Neural Networks, IEEE Transactions on, 11(3), 2000, pp. 748-768.

45. Nauck, D., & Kruse, R. NEFCON-I: *An X-Window based simulator for neural fuzzy controllers*. In *Neural Networks, 1994. IEEE World Congress on Computational Intelligence., 1994 IEEE International Conference on*, Vol. 3, 1994, pp. 1638-1643.
46. Nauck, D., & Kruse, R.: *NEFCLASS - a neuro-fuzzy approach for the classification of data*. In *Proceedings of the 1995 ACM symposium on applied computing*, 1995. , pp. 461-465.
47. Nauck, D., & Kruse, R.: *A neuro-fuzzy method to learn fuzzy classification rules from data*. *Fuzzy sets and Systems*, 89(3), 1997. , pp. 277-288.
48. Nauck, D., & Kruse, R.: *Neuro-fuzzy systems for function approximation*. *Fuzzy Sets and Systems*, 101(2), 1999, pp. 261-271.
49. Nomura, H., Hayashi, I., & Wakami, N. A learning method of fuzzy inference rules by descent method. In *Fuzzy Systems, 1992., IEEE International Conference on*, pp. 203-210. IEEE.
50. Pedrycz, W., & Card, H. C.: *Linguistic interpretation of self-organizing maps*. In *Fuzzy Systems, 1992., IEEE International Conference on*, 1992, pp. 371-378. IEEE
51. Pokropińska, A., & Scherer, R.: *Financial prediction with neuro-fuzzy systems*. In *Artificial Intelligence and Soft Computing–ICAISC 2008*, pp. 1120-1126.
52. Quek, C.: *Predicting The Impact Of Anticipator Action On U.S. Stock Market—An Event Study Using ANFIS (A Neural Fuzzy Model)*. *Computational Intelligence*, No.23., (2005). pp. 117–141.
53. Radojević, D.: *Interpolative Realization of Boolean Algebra as a Consistent Frame for Gradation and/or Fuzziness*. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 218, pp. 295-317. (2008b).
54. Radojević, D.: *Logical Aggregation – Why and How*. In *Proc. of FLINS'10, Chengdu, China, 2010*, pp. 511-517.
55. Radojević, D. G.: *Fuzzy set theory in Boolean frame*. *International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC)*, 3(5), 2008a , pp. 121-131.
56. Schott, J., & Kalita, J.: *Neuro-fuzzy time-series analysis of large-volume data*. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 18(1), 2011, pp. 39-57.
57. Shekarian, E., & Gholizadeh, A.: *Application of adaptive network based fuzzy inference system method in economic welfare*. *Knowledge-Based Systems*, 39, (2013). pp.151-158.
58. Shoorehdeli, M. A., Teshnehlal, M., Sedigh, A. K., & Khanesar, M. A.: *Identification using ANFIS with intelligent hybrid stable learning algorithm approaches and stability analysis of training methods*. *Applied Soft Computing*, 9(2), 2009, pp. 833-850.
59. Sugeno, M. *Industrial applications of fuzzy control*. Elsevier Science Inc. 1985.
60. Sulzberger, S. M., Tschichold-Gurman, N., & Vestli, S. J. (1993). FUN: Optimization of fuzzy rule based systems using neural networks. In *Neural Networks, 1993., IEEE International Conference on*, pp. 312-316.
61. Takagi, T., & Sugeno, M.: *Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control*. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, (1), 1985. pp. 116-132.
62. Tano, S. I., Oyama, T., & Arnould, T.: *Deep combination of fuzzy inference and neural network in fuzzy inference software - FINEST*. *Fuzzy Sets and Systems*, 82(2), 1996 , pp. 151-160.
63. Trinkle, B. S.: *Forecasting annual excess stock returns via an adaptive network-based fuzzy inference system*. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 13(3), 2006, pp. 165–177.

64. Wang, W. P., & Chen, Z.: *A neuro-fuzzy based forecasting approach for rush order control applications*. Expert Systems with Applications, 35(1), 2008. , pp. 223-234.
65. Wei, L. Y., Chen, T. L., & Ho, T. H.: *A hybrid model based on adaptive-network-based fuzzy inference system to forecast Taiwan stock market*. Expert Systems with Applications, 38(11), 2011. , pp. 13625-13631.
66. Wong, F. S., Wang, P. Z., Goh, T. H., & Quek, B. K.: *Fuzzy neural systems for stock selection*. Financial Analysts Journal, 1992. , pp. 47-74.
67. Wu, X., Fung, M., & Flitman, A.: *Forecasting stock market performance using hybrid intelligent system*. In Computational Science-ICCS 2001, 2001, pp. 447-456.
68. Yunos, Z. M., Shamsuddin, S. M., & Sallehuddin, R.: *Data Modeling for Kuala Lumpur Composite Index with ANFIS*. In Second Asia international conference on modeling and simulation, AICMS 08, 2008, Kuala Lumpur, pp. 609–614.
69. Zadeh, L. A.: *Some reflections on soft computing, granular computing and their roles in the conception, design and utilization of information/intelligent systems*. Soft Computing-A fusion of foundations, methodologies and applications, 2(1), 1998., pp. 23-25.

3. Полазне хипотезе

Основна хипотеза:

- Досадашњи фази системи закључивања се могу унапредити на такав начин да експерти могу адекватније изразити своја знања и искуства.

Помоћне хипотезе:

- Знање експерата се може адекватно изразити коришћењем сложених вербалних исказа.
- Применом фази логике могуће је сложене вербалне исказе превести у правила.
- Применом конзистентне фази логике могуће је сложене вербалне исказе превести у логичке функције дефинисане у Буловом оквиру тј. тако да важе сви закони класичне логике.
 - Премиса правила не мора бити ограничена само на коњункцију тј. дисјункцију фази (лингвистичких) променљивих.
 - Начин на који се третира негација у постојећим приступима није адекватан.
- Неуронске мреже могу унапредити фази системе закључивања.
- Конзистентни неуро-фази системи могу се применити као подршка одлучивању у најразличитијим доменима.

4. Научне методе истраживања

Основне методе које ће се користити за реализовање истраживања су:

- Прикупљање и систематизација расположиве релевантне литературе;
- Критичка анализа постојећих фази система закључивања и реализације неуро-фази интеграције;
- Развој конзистентног неуро-фази система применом метода моделовања;
- Експериментална провера предложених решења имплементацијом конзистентног неуро-фази система у изабраном програмском језику и спровођењем тестирања над расположивим подацима;
- Експериментална провера постављених хипотеза са циљем њиховог ради њиховог потврђивања или оповргавања.

5. Очекивани доприноси

Резултати који ће проистећи из истраживања у овом раду ће садржати већи број доприноса, међу којима се издвајају следећи:

- Преглед и анализа досадашњих неуро-фази система за подршку одлучивању.
- Проширење постојећих приступа дефинисања правила у фази системима закључивања.
- Дефинисање новог модела базираног на интеграцији два најчешће коришћена приступа меког рачунарства: фази система закључивања и неуронских мрежа.
- Друштвени допринос се огледа у могућности примене предложеног система у различитим областима.

6. План истраживања и структура рада

Следеће активности су планиране у циљу израде предложене дисертације:

- Преглед и анализа расположиве литературе,
- Развој нових решења,
- Имплементација и евалуација предложених решења.

Оквирна структура предложене дисертације је следећа:

У првом поглављу би се идентификовали предмет и циљ истраживања, и дефинисале хипотезе. Затим би био дат опис структуре рада по поглављима.

У другом поглављу би била представљена основна теоријска полазишта везана за област истраживања. Детаљно би био изложен проблем одлучивања, а затим дато објашњење појма меког рачунарства са посебним освртом на фази логику, фази систем закључивања и неуронске мреже. Имајући у виду предмет будућег рада, посебно би био издвојен и објашњен концепт неуро-фази интеграције.

Треће поглавље би обухватало преглед и анализу постојећих неуро-фази система са посебним освртом на њихову примену у различитим доменима.

У четвртном поглављу би се предложио нови приступ – конзистентан фази систем закључивања. Претходно би се дала објашњења основних концепата на којима почива предложени систем. Пето поглавље би обухватало предлог новог конзистентног неуро-фази система.

У шестом поглављу би се изложиле могућности примене предложеног система у различитим доменима, као што су на пример финансијске и организационе науке, или медицина.

У последњем поглављу би био дат закључак, са посебним освртом на постављене хипотезе, као и преглед доприноса дисертације и могући правци даљег истраживања. На крају рада би била наведена литература која је коришћена приликом израде дисертације.

ОКВИРНИ САДРЖАЈ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Увод

1.1 Предмет и циљ истраживања

1.2 Полазне хипотезе

1.3 Структура дисертације

2. Основне теоријске поставке

2.1 Одлучивање

2.2 Меко рачунарство

2.2.1 Фази системи

2.2.2 Фази систем закључивања

2.2.3 Неуронске мреже

2.3 Неуро-фази интеграција

3. Преглед стања у области

3.1 Постојећи приступи

3.2 Примена постојећих приступа у различитим доменама

4. Конзистентан фази систем закључавања

4.1 Конзистентна реално-вредносна $[0,1]$ логика – основни појмови

4.2 Предлог новог приступа

5. Конзистентан неуро-фази систем

6. Могућности примене у различитим доменама

7. Закључак

7.1 Остварени допринос

7.2 Могући даљи правци истраживања

8. Литература

7. Закључак и предлог

На основу образложења предложене докторске дисертације, Комисија закључује да кандидат, **Ивана Драговић**, дипломирани инжењер, испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом факултета, за израду докторске дисертације с обзиром на елементе изнете у овом извештају. Предложена тема спада у научна подручја која се развијају на Факултету организационих наука. Тема докторске дисертације представља значајно подручје истраживања како са теоријског тако и са становишта примене у пракси у области Техничких наука, уже научне области Управљање системима.

На основу наведеног Комисија предлаже Научно-наставном већу Факултета организационих наука да се кандидату **Ивани Драговић** одобри израда докторске дисертације под насловом: „**КОНЗИСТЕНТАН НЕУРО-ФАЗИ СИСТЕМ ЗАКЉУЧИВАЊА**“ и за ментора предлажемо др Братислава Петровића, редовног професора Факултета организационих наука.

У Београду, 21.01.2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

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

др Драган Радојевић, научни саветник
Институт „Михајло Пупин“, Београд