

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Александра Ракићевића за израду докторске дисертације

Одлуком број 3/106-12 од 13.11.2014 наставно-научног већа ФОН-а, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Александра Ракићевића**, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме: “Интелигентни инвеститор: Конзистентан фази систем за алгоритамско трговање“

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Александар Ракићевић је рођен 30. јула 1984. године у Ужицу, Република Србија. Основне студије завршио је 2008. године на Факултету организационих наука, одсек информациони системи, са просечном оценом 9,23. Дипломирао је одбравивши рад на тему „Анализа девизног ризика применом Монте Карло симулације“. Током студија био је носилац Републичке стипендије за развој научног и уметничког подмлатка.

Након завршетка основних студија, уписује Школу за резервне официре Војске Србије при Војној Академији, као слушаца 95. класе Техничке службе. Указом Председника Републике Србије из 2009. године, промовисан је у чин резервног потпоручника Војске Србије, као први у рангу са оствареном просечном оценом 9,46.

Мастер студије завршио је 2012. године на Факултету организационих наука, студијски програм Електронско пословање и управљање системима, са просечном оценом 10,00. Мастерирао је одбранивши рад на тему: „Логичко кластеровање – хијерархијски приступ“.

Кандидат је тренутно студент докторских студија при Факултету организационих наука, студијског програма Управљање системима. Положио је све испите, остваривши просечну оценом 9,78. У досадашњем научном раду, објавио је преко 25 радова на конференцијама од националног, регионалног и светског значаја, као и у научним часописима од националног значаја. На међународном скупу 6th IEEE International Workshop on Soft Computing Applications (SOFA) 2012 одржаном у Мађарској, посвећеном меком рачунарству, награђен је за најбољи студентски рад. Члан је међународне инжењерске асоцијације IEEE и Европског друштва за фази логику и технологију – EUSFLAT.

На Факултету организационих наука ангажован је од 2009. године у оквиру Катедре за управљање системима и Лабораторије за системе. У звање асистента изабран је 2012. године. Ангажован је на више предмета у оквиру основних и мастер академских студија. Добитник је награда за најбоље оцењене сараднике на Факултету за школске 2010/11, 2011/12 и 2013/14. Његова истраживачка интересовања усмерена су ка моделовању и теорији система, теорији управљања, теорији одлучивања, рачунарској интелигенцији и машинском учењу и применама набројаних метода у области финансијског инжењеринга и тржишта.

Кандидат говори, чита и пише енглески језик (виши-средњи ниво) и служи се француски језиком (основни-почетни ниво). Упознат је са радом у следећим софтверским пакетима: Microsoft Office, Matlab и SPSS.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је уписао Докторске студије школске 2008/2009. године на Факултету Организационих наука, студијски програм Управљање системима. Студијски програм је мултидисциплинарног карактера и обухвата како курсеве из области Теорије система, управљања системима и рачунарске интелигенције, тако и курсеве економског карактера.

Током докторских студија кандидат је положио 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 Александар Ракићевић успешно је одбранио приступни рад под називом „Системи за алгоритамско трговање“ и остварио 30 ЕСПБ бодова. Кандидат је током досадашњих докторских студија укупно остварио 120 ЕСПБ бодова.

Списак објављених радова

Александар Ракићевић је, у сарадњи са другим ауторима, објавио више научних радова у часописима и зборницима са конференција.

Рад прихваћен за објављивање у научном часопису међународног значаја (M22)

- Nesic, I., Rakicevic, A., Milosevic, P., Petrovic, B., & Radojevic, D. Fuzzy candlestick pattern recognition based on logical modeling. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*. (Accepted for publication) (ISSN: 1064-1246).

Рад објављен у научном часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком (M24)

- Jeremić, M., Rakićević, A., & Dragović, I. (2015) Interpolative Boolean algebra based multi-criteria routing algorithm. *Yugoslav Journal of Operations Research*, OnLine-First (00):29-29. DOI:10.2298/YJOR140430029J

Рад објављен у научном часопису националног значаја (M52)

- Rakićević, A., Milošević, P., & Poledica, A. (2014). Sistem za evaluaciju finansijskih performansi kompanije zasnovan na logičkom pristupu. *INFO M*, 51, 48-54. UDC: 658.787:519.7

Радови саопштени на скуповима међународног значаја (M33)

- Milošević, P., Poledica, A., Rakićević, A., Petrović, B., & Radojević, D., (2015). Introducing Interpolative Boolean algebra into Intuitionistic fuzzy sets. In *Proceedings of Joint 16th World Congress of the International Fuzzy Systems Association (IFSA 2015) and 9th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT 2015)*, Gijón, Asturias (Spain), 30 June – 3 July 2015.

- Rakićević, A., Milošević, P., Petrović, B., & Radojević, D. (2014). DuPont financial ratio analysis using logical aggregation. In *Proceedings of the 6th International Workshop on Soft Computing Applications (SOFA 2014)*, Timisoara, Romania, 24-26 July 2014.
- Rakićević, A., Končarević, R., & Petrović, B. (2014). Comparison of moving averages for trading trends: The case of the Belgrade Stock Exchange. In A. Marković, & S. Barjaktarović Rakočević (Eds.) *Proceedings of the 14th International Symposium SymOrg 2014*, Zlatibor, Serbia, 6-10 Jun 2014 (pp. 688-695). Belgrade, Faculty of Organizational Sciences. ISBN: 978-86-7680-295-1.
- Jovović, A., Jelinek, S., & Rakićević, A. (2014). Sovereign credit rating prediction using fuzzy logic. In A. Marković, & S. Barjaktarović Rakočević (Eds.) *Proceedings of the 14th International Symposium SymOrg 2014*, Zlatibor, Serbia, 6-10 Jun 2014 (pp. 597-604). Belgrade, Faculty of Organizational Sciences. ISBN: 978-86-7680-295-1.
- Rakićević, A., Nešić, I., & Radojević, D. (2013). A novel approach to hierarchical clustering based on logical measure of dissimilarity. In N. Mladenović, G. Savić, M. Kuzmanović, D. Makajić-Nikolić, M. Stanojević (Eds.) *Proceedings of the 11th Balkan Conference on Operational Research (BALCOR 2013)*, Belgrade-Zlatibor, Serbia, 7-11 September 2013, (pp. 147-155). Smederevo, NEW PRESS. ISBN: 978-86-7680-285-2.
- Jeremić, M., Kovačević, J., Rakićević, A., & Dragović, I. (2013). Multi-criteria routing algorithm based on interpolative Boolean algebra. In N. Mladenović, G. Savić, M. Kuzmanović, D. Makajić-Nikolić, M. Stanojević (Eds.) *Proceedings of the 11th Balkan Conference on Operational Research (BALCOR 2013)*, Belgrade-Zlatibor, Serbia, 7-11 September 2013, (pp. 465-472). Smederevo, NEW PRESS. ISBN: 978-86-7680-285-2.
- Nešić, I., Rakićević, A., Poledica, A., & Petrović, B. (2012). Gaussian variable neighborhood search and enhanced genetic algorithm for continuous optimization. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 39, 273-280. ISBN: 1571-0653. DOI:10.1016/j.endm.2012.10.036.
- Nešić, I., Rakićević, A., Petrović, B., & Radojević, D. (2012). Logical aggregation for modular neural networks in currency exchange rate forecasting. 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*, Istanbul, Turkey, 26-29 August 2012 (pp. 573-578). Singapore, World Scientific. ISBN: 978-981-4417-73-0. DOI:10.1142/9789814417747_0092.
- Poledica, A., Rakićević, A., & Radojević, D. (2012). Multi-expert decision making using logical aggregation. 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*, Istanbul, Turkey, 26-29 August 2012 (pp. 561-566). Singapore, World Scientific. ISBN: 978-981-4417-73-0. DOI:10.1142/9789814417747_0092.
- Nešić, I., Milošević, P., Rakićević, A., Petrović, B., & Radojević, D. (2012). Modeling candlestick patterns with interpolative Boolean algebra for investment decision

making. In V. E. Balas, J. Fodor, A. R. Varkonyi-Koczy, J. Dombi, & L. C. Jain (Eds.) *Soft Computing Applications: Proceedings of the 5th International Workshop on Soft Computing Applications (SOFA 2012)*, Szeged, Hungary, 22-24 August 2012 (pp. 105-116). Berlin: Springer-Verlag. ISBN: 978-3-642-33940-0. DOI: 10.1007/978-3-642-33941-7.

- Rakićević, A., Nešić, I., & Poledica, A. (2012). Forecasting stock performance using multi-layer feed-forward neural network – Belgrade Stock Exchange case. In M. Levi Jakšić & S. Barjaktarević Rakočević (Eds.) *Proceedings of the 13th International Symposium SymOrg 2012*, Zlatibor, Serbia, 5-9 Jun 2012 (pp. 802-808). Belgrade, Faculty of Organizational Sciences. ISBN: 978-86-7680-255-5.
- Simeunović, V., Rakićević, A., & Radojević, D. (2012). Analyzing the effectiveness of measures for energy management in local communities using logical aggregation approach. In M. Levi Jakšić & S. Barjaktarević Rakočević (Eds.) *Proceedings of the 13th International Symposium SymOrg 2012*, Zlatibor, Serbia, 5-9 Jun 2012 (pp. 1267-1272). Belgrade, Faculty of Organizational Sciences. ISBN: 978-86-7680-255-5.
- Rakićević, A., Petrović, B., & Dragović, I. (2010). Logical aggregation for strategic management. In D. Ruan, T. Li, Z. Xu, G. Chen, & E. E. Kerre (Eds.) *Foundations and Applications of Computational Intelligence: Proceedings of the 9th International FLINS Conference*, Chengdu, China, 2-4 August 2010 (pp. 622-627). Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. ISBN: 978-981-4324-69-4.
- Dobrić, V., Rakićević, A., & Radojević, D. (2010). Logical aggregation in portfolio matrix analysis. In D. Ruan, T. Li, Z. Xu, G. Chen, & E. E. Kerre (Eds.) *Foundations and Applications of Computational Intelligence: Proceedings of the 9th International FLINS Conference*, Chengdu, China, 2-4 August 2010 (pp. 553-558). Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. ISBN: 978-981-4324-69-4.
- Rakićević, A., Dobrić, V., & Radojević, D. (2010). Selection of equity securities with logical aggregation. In D. Ruan, T. Li, Z. Xu, G. Chen, & E. E. Kerre (Eds.) *Foundations and Applications of Computational Intelligence: Proceedings of the 9th International FLINS Conference*, Chengdu, China, 2-4 August 2010 (pp. 603-609). Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. ISBN: 978-981-4324-69-4.
- Rakićević, A., Nikolić, N., & Petrović, B. (2009). Foreign exchange risk analysis using Monte Carlo simulation: Value at Risk approach. In V. Preda & I. Mierlus-Mazilu (Eds.) *Proceedings of the 9th Balkan Conference on Operational Research (BALCOR 2009)*, Constanta, Romania, 2-6 September 2009. Bucharest, EUROGEMA EXIM SRL. ISBN: 973-86979-9-9.

Радови саопштени на скупу националног значаја (M63)

- Kovačević, J., Jeremić, M., Dragović, I., Rakićević, A. (2013). Korišćenje neuronskih mreža za predviđanje pravca kretanja indeksa na finansijskom tržištu. U M. Martić, M. Vujošević, D. Makajić-Nikolić, M. Kuzmanović, & G. Savić (Eds.) *Zbornik XL Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2013)*, Zlatibor, Srbija, 9-12 Septembar (str. 663-668). Smederevo, NEW PRESS. ISBN: 978-86-7680-286-9.

- Rakićević, A., Nešić, I., Radojević, D., Petrović, B. (2012). Identifikacija cenovnog trenda korišćenjem realno-vrednosne logike zasnovane na interpolativnoj Bulovoj algebri. U G. Ćirović (Ed.) *Zbornik XXXIX Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2012)*, Tara, Srbija, 25-28 Septembar 2012 (str. 365-368). Beograd, C-Print. ISBN: 978-86-7488-086-9.
- Rakićević, A., Nešić, I., Radojević, D., Petrović, B. (2011). Hierarchical clustering using consistent fuzzy technique. U J. Vuleta, M. Backović, Z. Popović (Ed.) *Zbornik XXXVIII Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2011)*, Zlatibor, Srbija, 4-7 Oktobar 2011 (str. 418-420). Beograd, Čugura Print. ISBN: 978-86-403-1168-7.
- Nešić, I., Rakićević, A., Radojević, D., Petrović, B. (2011). Genotypic diversity measure using consistent fuzzy technique. U J. Vuleta, M. Backović, Z. Popović (Ed.) *Zbornik XXXVIII Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2011)*, Zlatibor, Srbija, 4-7 Oktobar 2011 (str. 429-432). Beograd, Čugura Print. ISBN: 978-86-403-1168-7.
- Kovačević, D, Sekulić, P., & Rakićević, A. (2011). Consistent Interpolative Fuzzy Logic and Investment Decision Making. *Prva godišnja konferencija mladih srpskih ekonomista*, Beograd, Srbija, 22-Jun 2011. Beograd, Narodna Banka Srbije. www.nbs.rs/internet/cirilica/95/kmse/kmse_01.html
- Rakićević, A., Dobrić, V., Kovačević, D. (2010). Investiciono odlučivanje zasnovano na logičkoj agregaciji finansijskih pokazatelja. U B. Forca, M. Kovač, O. Čabarkapa, D. Petrović (Ed.) *Zbornik XXXVII Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2010)*, Tara, Srbija, 21-24 Septembar 2010 (str. 455-458). Beograd, Vojna štamparija. ISBN: 978-86-335-0299-3.
- Dragović, I., Rakićević, A., Petrović, B. (2010). Unapređenje BCG portfolio matrične analize primenom logičke agregacije. U B. Forca, M. Kovač, O. Čabarkapa, D. Petrović (Ed.) *Zbornik XXXVII Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2010)*, Tara, Srbija, 21-24 Septembar 2010 (str. 435-438). Beograd, Vojna štamparija. ISBN: 978-86-335-0299-3.
- Milićević, M., Vukadinović, S., & Rakićević, A. (2010). Logical aggregation in creditworthiness evaluation. In V. Damjanović (Ed.) *Proceedings of 12th International Symposium SymOrg 2010*, Zlatibor, Serbia, 9-12 Jun 2010. Belgrade, Faculty of Organizational Sciences. ISBN: 978-86-7680-216-6.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Александар Ракићевић је током докторских студија и рада на факултету стекао различита знања и искуства из области теорије система, управљања системима, рачунарске интелигенције, теорије одлучивања, финансијског инжењерства, глобална оптимизације итд.

На основу претходног приказа и увида у резултате и искуства које је кандидат стекао и уз посебну пажњу посвећену разматрању објављених радова кандидата и анализи положених испита на докторским студијама, Комисија оцењује да је кандидат Александар Ракићевић способан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

Сматрамо да је кандидат Александар Ракићевић стекао одговарајућа знања и вештине, као и неопходно искуство и стручност како би одговорио и адекватно обрадио предложену тему „Интелигентни инвеститор: Конзистентан фази систем за алгоритамско трговање“

2. Предмет и циљ истраживања

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

Предмет истраживања докторске дисертације биће истраживање могућности примене конзистентне фази логике као адекватног и комплетног оквира за моделовање финансијског експертског знања и развој интелигентних система у области алгоритамског трговања.

Алгоритамско трговање је, облик трговања на финансијским тржиштима које се реализује помоћу алгоритма (скупа инструкција) за трговање које извршава рачунар – независно од човека. Системи за алгоритамско трговање су управљачки системи који управљају трговањем на бази одређених унапред задатих правила. Трговачка правила су најчешће задатака у форми ако-онда правила која су инспирисана људским расуђивањем.

Фази логика има за циљ моделовање непрецизних начина резоновања који играју есенцијалну улогу у изузетној способности човека да доноси одлуке у окружењу препуном неизвесности и непрецизности (Zadeh, 1988). При томе, она не поштује неке од основних логичких закона због чега се не налази у Буловом логичком оквиру. Због тога, класична фази логика није у стању да на конзистентан начин изрази потпуни скуп логичких релација које представљају основне форме људског резоновања.

Интерполативна Булова алгебра (Radojevic, 2000) представља реалновредносну реализацију Булове алгебре. Уколико је искористимо као алгебарску основу за класичну фази логику, можемо добити фази вредносну реализацију у Буловом логичком оквиру. Овакву реализацију фази логике називамо конзистентном фази логиком. Конзистентна фази логика је у стању да изрази потпуни скуп логичких релација које представљају основне форме људског резоновања.

Експертско знање најлакше се изражава вербалним исказима. Логички изрази представљају природан и човеку близак оквир за моделовање експертског знања

израженог у форми вербалног исказа. Конзистентна фази логика представља вредан апарат који омогућава адекватно моделовање ових исказа. Употреба конзистентне фази логике требало би да омогући развој конзистентних фази система, који се могу користити у анализи, одлучивању, препознавању образаца, управљању и другим битним елементима једног система за алгоритамско трговање. Овакви системи би били у стању да на квалитетнији начин опишу финансијско експертско знање, а њиховом интеграцијом би се добио Интелигентни инвеститор заснована на конзистентном фази систему.

На основу свега наведеног, **циљ истраживања** је конструисање интелигентног система за алгоритамско трговање заснованог на конзистентној фази логици. У склопу овог циља, биће размотрене и могућности развоја новог система за финансијску фундаменталну анализу, нове технике за избор портфолија, нових модела за фази препознавање ценовних образаца, као и новог типа фази управљачког система.

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

1. Aldridge, I. (2010). High-Frequency Trading. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
2. Alexander, S. S. (1961). Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks. *Industrial Management Review* (2), 7-26.
3. Allen, F., & Karjalainen, R. (1999). Using genetic algorithms to find technical trading rules. *Journal of Financial Economics*, 51, 245-271.
4. Angelov, P. (2012). Evolving fuzzy systems. *Computational Complexity: Theory, Techniques, and Applications*, 1053-1065.
5. Bertsimas, D., & Lo, A. W. (1998). Optimal control of execution costs. *Journal of Financial Markets*, 1(1), 1-50.
6. Bessembinder, H., & Chan, K. (1995). The profitability of technical trading rules in the Asian stock markets. *Pacific-Basin Finance Journal*, 3, 257-284.
7. Brock, W., Lakonishok, J., & LeBaron, B. (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47 (5), 1731-1764.
8. Brogaard, J., Hendershott, T., & Riordan, R. (2014). High-frequency trading and price discovery. *Review of Financial Studies*, 27(8), 2267-2306.
9. Carse, B., Fogarty, T. C., & Munro, A. (1996). Evolving fuzzy rule based controllers using genetic algorithms. *Fuzzy sets and systems*, 80(3), 273-293.
10. Chaboud, A. P., Chiquoine, B., Hjalmarsson, E., & Vega, C. (2014). Rise of the machines: Algorithmic trading in the foreign exchange market. *The Journal of Finance*, 69(5), 2045-2084.
11. Caginalp, G., & Laurent, H. (1998). The predictive power of price patterns. *Applied Mathematical Finance*, 5, 181-205.
12. Chan, E. (2013). *Algorithmic trading: winning strategies and their rationale*. John Wiley & Sons.
13. Chan, L. K., Jegadeesh, N., & Lakonishok, J. (1996). Momentum strategies. *Journal of Finance*, 51 (5), 1681-1713.
14. Chande, T. S. (1991). Adapting Moving Averages To Market Volatility. *Stocks & Commodities*, 10 (3), 108-114.

15. Cheung, W. M., & Kaymak, U. (2007). A Fuzzy Logic Based Trading System. Proceedings of the Third European Symposium on Nature-inspired Smart Information Systems.
16. Chlistalla, M., Speyer, B., Kaiser, S., & Mayer, T. (2011). High-frequency trading. Deutsche Bank Research, 7.
17. Chopra, N., Lakonishok, J., & Ritter, J. (1992). Measuring abnormal performance: Do stocks overreact? *Journal of Financial Economics* , 31, 235-268.
18. Chordia, T., & Shivakumar, L. (2002). Momentum, Business Cycle, and Time-varying Expected Returns. *The Journal of Finance* , 57 (2), 985-1019.
19. Conrad, J., & Kaul, G. (1998). An Anatomy of Trading Strategies. *The Review of Financial Studies* , 11 (3), 489-519.
20. Cooper, M. J., Gutierrez, R. C., & Hameed, A. (2004). Market States and Momentum. *The Journal of Finance* , 59 (3), 1345-1365.
21. Cootner, P. H. (1962). Stock prices: random vs. systematic changes. *Industrial Management Review* , 3, 24-45.
22. Cordon, O. (2001). Genetic fuzzy systems: evolutionary tuning and learning of fuzzy knowledge bases (Vol. 19). World Scientific.
23. Cordon, O., Herrera, E., Gomide, E., Hoffman, E., & Magdalena, L. (2001, July). Ten years of genetic fuzzy systems: current framework and new trends. In IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, 2001. Joint 9th (Vol. 3, pp. 1241-1246). IEEE.
24. Coutts, A. J., & Cheung, K. C. (2000). Trading rules and stock returns: some preliminary short run evidence from the Hang Seng 1985-1997. *Applied Financial Economics* , 10 (6), 579-586.
25. De Bondt, W. F., & Thaler, R. (1985). Does the Stock Market Overreact? *The Journal of Finance* , 40 (3), 793-805.
26. Dempster, M. A., & Jones, C. M. (2001). A real-time adaptive trading system using genetic programming. *Quantitative Finance* , 1, 397-416.
27. Detollenaere, B., & Mazza, P. (2014). Do Japanese candlesticks help solve the trader's dilemma? *Journal of Banking & Finance* , 48, 386-395.
28. Dourra, H., & Siy, P. (2002). Investment using technical analysis and fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems* , 127, 221-240.
29. Driankov, D., Hellendoorn, H., & Reinfrank, M. (2013). An introduction to fuzzy control. Springer Science & Business Media.
30. Dymova, L., Sevastianov, P., & Kaczmarek, K. (2012). A stock trading expert system based on the rule-base evidential reasoning using Level 2 Quotes. *Expert Systems with Applications* , 39, 7150-7157.
31. Ellis, C. A., & Parbery, S. A. (2005). Is smarter better? A comparison of adaptive, and simple moving average trading strategies. *Research in International Business and Finance* , 19, 399-411.
32. Escobar, A., Moreno, J., & Munera, S. (2013). A Technical Analysis Indicator Based On Fuzzy Logic. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* , 292, 27-37.
33. Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance* , 25, 383-417.
34. Fama, E. F. (1965). The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business* , 38 (1), 34-105.
35. Fama, E. F., & Blume, M. E. (1966). Filter Rules and Stock-Market Trading. *The Journal of Business* , 39 (1), 226-241.
36. Fernandez-Rodriguez, F., Gonzalez-Martel, C., & Sosvilla-Rivero, S. (2005). Optimization of technical rules by genetic algorithms: evidence from the Madrid stock market. *Applied Financial Economics* , 15 (11), 773-775.

37. Fock, H., Klein, C., & Zwergel, B. (2005). Performance of Candlestick Analysis on Intraday Futures Data. *The Journal of Derivatives* , 13 (1), 28-40.
38. Fong, W. M., & Yong, L. H. (2005). Chasing trends: recursive moving average trading rules and internet stocks. *Journal of Empirical Finance* , 12, 43-76.
39. Gerhrig, T., & Menkhoff, L. (2006). Extended evidence on the use of technical analysis in foreign exchange. *International Journal of Finance and Economics* , 11, 327–338.
40. Ghandar, A., Michalewicz, Z., Schmidt, M., Tô, T. D., & Zurbrugg, R. (2009). Computational intelligence for evolving trading rules. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, 13(1), 71-86.
41. Gradojevic, N., & Gençay, R. (2013). Fuzzy logic, trading uncertainty and technical trading. *Journal of Banking & Finance* , 37, 578–586.
42. Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. *The American economic review* , 393-408.
43. Hameed, A., & Kusnadi, Y. (2002). Momentum strategies: Evidence from Pacific Basin Stock Markets. *The Journal of Financial Research* , 25 (3), 383-397.
44. He, M., & Jennings, N. R. (2004). Designing a Successful Trading Agent: A Fuzzy Set Approach. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* , 12 (3), 389-410.
45. Herrera, F. (2008). Genetic fuzzy systems: taxonomy, current research trends and prospects. *Evolutionary Intelligence*, 1(1), 27-46.
46. Hong, H., & Stein, J. (1999). A Unified Theory of Underreaction, Momentum Trading, and Overreaction in Asset Markets. *Journal of Finance* , 54 (6), 2143-2184.
47. Jegadeesh, N. (1990). Evidence of Predictable Behavior of Security Returns. *The Journal of Finance* , 45 (3), 881-898.
48. Jegadeesh, N., & Titman, S. (2001). Profitability of Momentum Strategies: An Evaluation of Alternative Explanations. *Journal of Finance* , 56 (2), 699-720.
49. Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *Journal of Finance* , 48, 65-91.
50. Jensen, M. C. (1967). Random Walks: Reality or Myth - Comment. *Financial Analysts Journal* , 77-85.
51. Jensen, M. C. (1978). Some anomalous evidence regarding market efficiency. *Journal of Financial Economics* , 6, 95-101.
52. Jensen, M. C., & Benington, G. A. (1970). Random Walks and Tehnical Theories: Some Additional Evidence. *Journal of Finance* , 25 (2), 469-482.
53. Kaucic, M. (2010). Investment using evolutionary learning methods and technical rules. *European Journal of Operational Research* , 207, 1717-1727.
54. Kaufman, P. J. (1995). *Smarter Trading*. New York (USA): McGraw-Hill.
55. Kasabov, N. (2001). Evolving fuzzy neural networks for supervised/unsupervised online knowledge-based learning. *Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on*, 31(6), 902-918.
56. Kendall, M. G. (1953). The Analysis of Economic Time Series - Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society (Series A)* , 1, 11-34.
57. Kidd, W. V., & Brorsen, W. (2004). Why have the returns to technical analysis decreased? *Journal of Economics and Business* , 56, 159–176.
58. Kissell, R. (2014). *The Science of Algorithmic Trading and Portfolio Management*. San Diego, CA, USA: Academic Press.
59. Klawonn, F., & Kruse, R. (1997). Constructing a fuzzy controller from data. *Fuzzy sets and systems*, 85(2), 177-193.

60. Korczak, J., & Roger, P. (2002). Stock timing using genetic algorithms. *Applied Stochastic Models in Business and Industry* , 18, 121–134.
61. Kuo, R. J., Chen, C. H., & Hwang, Y. C. (2001). An intelligent stock trading decision support system through integration of genetic algorithm based fuzzy neural network and artificial neural network. *Fuzzy sets and systems*, 118(1), 21-45.
62. LeBaron, B. (2000). The Stability of Moving Average Technical Trading Rules on the Dow Jones Index. *Derivatives Use, Trading and Regulations* , 5, 324-338.
63. Lesmond, D. A., Schill, M. J., & Zhou, C. (2004). The illusory nature of momentum profits. *Journal of Financial Economics* , 71, 349–380.
64. Levy, R. A. (1967b). Random Walks: Reality or Mith. *Financial Analysts Journal* , 23 (6), 69-77.
65. Levy, R. A. (1968). Random Walks: Reality or Myth - Reply. *Financial Analysts Journal* , 24 (1), 129-132.
66. Levy, R. A. (1967a). Relative Strength as a Criterion for Investment Selection. *Journal of Finance* , 22 (4), 595-610.
67. Lo, A. W. (2004). The Adaptive Markets Hypothesis: Market Efficiency from an Evolutionary Perspective. *The Journal of Portfolio Management* , 30th Anniversary Issue, 15-29.
68. Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (2011). *A non-random walk down Wall Street*. Princeton University Press.
69. Lu, T.-H., Shiu, Y.-M., & Liu, T.-C. (2012). Profitable candlestick trading strategies - The evidence from a new perspective. *Review of Financial Economics* , 21, 63-68.
70. Lughofer, E. (2011). *Evolving fuzzy systems-methodologies, advanced concepts and applications (Vol. 53)*. Heidelberg: Springer.
71. Malkiel, B. G. (1996). *A Random Walk Down Wall Street*. New York: W. W. Norton & Company, Inc.
72. Mamdani, E. H., & Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International journal of man-machine studies*, 7(1), 1-13.
73. Marshall, B. R., Young, M. R., & Cahan, R. (2008). Are candlestick technical trading strategies profitable in the Japanese equity market. *Review of Quantitative Finance and Accounting* , 31, 191-207.
74. Marshall, B. R., Young, M. R., & Rose, L. C. (2006). Candlestick technical trading strategies: Can they create value for investors? *Journal of Banking & Finance* , 30, 2303-2323.
75. Martinsky, O. (2010). *Intelligent Trading Systems: Applying Artificial Intelligence to Financial Markets*. Harriman House Limited.
76. Miffre, J., & Rallis, G. (2007). Momentum strategies in commodity futures markets. *Journal of Banking & Finance* , 31, 1863–1886.
77. Narang, R. K. (2013). *Inside the Black Box: A Simple Guide to Quantitative and High Frequency Trading (Vol. 883)*. John Wiley & Sons.
78. Neely, C. J. (2003). Risk-adjusted, ex ante, optimal technical trading rules in equity markets. *International Review of Economics and Finance* , 12, 69–87.
79. Neely, C. J., & Weller, P. A. (1999). Technical trading rules in the European monetary system. *Journal of International Money and Finance* , 18, 429-458.
80. Neely, C. J., & Weller, P. A. (2013). Lessons from the evolution of foreign exchange trading strategies. *Journal of Banking & Finance*, 37(10), 3783-3798.
81. Neely, C. J., Weller, P. A., & Dittmar, R. (1997). Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Genetic Programming Approach. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* , 32, 405-426.

82. Neely, C. J., Weller, P. A., & Ulrich, J. M. (2009). The adaptive markets hypothesis: evidence from the foreign exchange market. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 44(02), 467-488.
83. Nison, S. (1991). *Japanese Candlestick Charting Technique: A Contemporary Guide to the Ancient Investment Techniques of the Far East*. New York: New York Institute of Finance.
84. Olson, D. (2004). Have trading rule profits in the currency markets declined over time? *Journal of Banking & Finance*, 28, 85-105.
85. Park, C.-H., & Irwin, S. H. (2010). A Reality Check on Technical Trading Rule Profits in the U.S. Futures Markets. *The Journal of Futures Markets*, 30 (7), 633-659.
86. Passino, K. M., Yurkovich, S., & Reinfrank, M. (1998). *Fuzzy control* (Vol. 42, pp. 15-21). Menlo Park, CA: Addison-wesley.
87. Pole, A. (2011). *Statistical arbitrage: Algorithmic trading insights and techniques* (Vol. 411). John Wiley & Sons.
88. Potvina, J.-Y., Sorianoa, P., & Vallee, M. (2004). Generating trading rules on the stock markets with genetic programming. *Computers & Operations Research*, 31, 1033 – 1047.
89. Radojević, D. (2000). [0, 1]-valued logic: a natural generalization of boolean logic. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 10(2), 185-216.
90. Radojević, D. (2005). Interpolative relations and interpolative preference structures. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 15(2), 171-189.
91. Radojević, D. (2008a). Logical aggregation based on interpolative Boolean algebra, *Mathware & Soft Computing*, 15, 125-141.
92. Radojević, D. G. (2008b). Fuzzy set theory in Boolean frame. *International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC)*, 3(5), pp. 121-131.
93. Radojević, D. (2008c). Real sets as consistent Boolean generalization of classical sets. From natural language to soft computing: New paradigms in artificial intelligence, 150-171.
94. Radojević, D. (2008d). Interpolative Realization of Boolean Algebra as a Consistent Frame for Gradation and/or Fuzziness. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 218, pp. 295-317.
95. Radojević, D. (2010a). Logical Aggregation – Why and How. In *Proc. of FLINS'10*, (Chengdu, China, 2010), pp. 511-517.
96. Radojević, D. (2010b). Generalized (Real-Valued) order and Equivalence Relations. In *Proceedings of the 37th symposium on operational research (SYM-OP-IS 2010)*. (pp 451-454).
97. Radojević, D. (2013). Real-valued realizations of Boolean algebra are a natural frame for consistent fuzzy logic. In *Studies in Fuzziness and Soft computing* (pp. 559-565). Springer Berlin Heidelberg.
98. Ready, M. J. (2002). Profits from Technical Trading Rules. *Financial Management*, 31 (3), 43-61.
99. Rouwenhorst, G. K. (1998). International Momentum Strategies. *Journal of Finance*, 53 (1), 267-284.
100. Samuelson, P. A. (1965). Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. *Management Review*, 6 (2), 41-49.
101. Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe ratio. *The Journal of Portfolio Management*, 21 (1), 49-58.
102. Sugeno, M. (1985). An introductory survey of fuzzy control. *Information sciences*, 36(1), 59-83.
103. Sullivan, R., Timmermann, A., & White, H. (1999). Data-Snooping, Technical Trading Rule Performance, and the Bootstrap. *The Journal of Finance*, 54 (5), 1647-1691.
104. Tanaka, K., & Sugeno, M. (1992). Stability analysis and design of fuzzy control systems. *Fuzzy sets and systems*, 45(2), 135-156.

105. Taylor, N. (2014). The rise and fall of technical trading rule success. *Journal of Banking & Finance* , 40, 286-302.
106. Timmermann, A., & Granger, C. W. (2004). Efficient market hypothesis and forecasting. *International Journal of Forecasting* , 20, 15-27.
107. Van Horne, J. C., & Parker, G. G. (1967). The Random-Walk Theory: An Empirical Test. *Financial Analysts Journal* , 23 (6), 87-92.
108. Wang, L. X. (1994). Adaptive fuzzy systems and control: design and stability analysis. Prentice-Hall, Inc..
109. Wu, J.-L., Yu, L.-C., & Pei-Chann, C. (2014). An intelligent stock trading system using comprehensive features. *Applied Soft Computing* , 23, 39–50.
110. Yunusoglu, M. G., & Selim, H. (2013). A fuzzy rule based expert system for stock evaluation and portfolio construction: An application to Istanbul Stock Exchange. *Expert Systems with Applications* , 40, 908–920.
111. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
112. Zadeh, L. A. (1971). Similarity relations and fuzzy orderings. *Information sciences*, 3(2), 177-200.
113. Zadeh, L. A. (1975). Fuzzy logic and approximate reasoning. *Synthese*, 30(3-4), 407-428.

3. Полазне хипотезе

Основна хипотеза:

- Може се конструисати конзистентан фази систем за алгоритамско трговање.

Помоћне хипотезе:

- Може се конструисати интелигентни систем за алгоритамско трговање;
- Логички изрази представљају природан и човеку близак оквир за моделовање вербално исказаног експертског знања .
- Моделовање финансијског експертског знања захтева употребу сложених логичких израза;
- Сложени логички изрази настали моделовањем финансијског експертског знања могу се реализовати у конзистентном фази оквиру применом интерполативне Булове алгебре;
- Може се развити систем за финансијску фундаменталну анализу коришћењем конзистентне фази логике;
- Може се развити систем за препознавање ценовних образаца на финансијским тржиштима коришћењем конзистентне фази логике;
- Може се развити управљачког система за алгоритамско трговање коришћењем конзистентне фази логике.

4. Научне методе истраживања

Од основних метода научног истраживања користиће се:

- Анализе прикупљене литературе у поступку прављења прегледа постојећих приступа конструисању система за алгоритамско трговање;
- Синтеза и генерализација приликом формирања закључака из оствареног прегледа и, на основу њих, критичког осврта на релевантне приступе;

Од метода прикупљања података користиће се:

- Метода проучавања докумената за потребе прикупљања релевантне стручне и научне литературе, као и прикупљање података потребних за извођење практичних експеримената;
- Метода посматрања за посматрање финансијских тржишта ради стицања практичних искустава о понашању инвеститора тј. играча на тржишту;
- Метода експеримента приликом симулације рада и тестирања предложеног модела система.

Од општенаучних метода користиће се:

- Хипотетичко-дедуктивна метода приликом формирања закључака на основу оствареног прегледа доступне литературе;
- Метода моделовања за потребе развоја нових модела за анализу финансијских података;
- Статистичка и компаративна метода за истраживање успешности пута која ће се употребити у процесу формирања модела.

Од доменски специфичних метода, користиће се:

- Методе теорије и управљања системима;
- Методи рачунарске интелигенције;
- Методе финансијске анализе;
- Статистичке методе.

5. Очекивани доприноси

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

- Преглед досадашњих истраживања у предметној области и критички осврт на релевантне приступе;
- Проширење постојећег логичког приступа у моделовању финансијског експертског знања;
- Развој система за финансијску фундаменталну анализу коришћењем конзистентне фази логике;

- Развој система за препознавања ценовних образаца на финансијским тржиштима коришћењем конзистентне фази логице;
- Развој управљачког система за алгоритамско трговање коришћењем конзистентна фази логице.
- Конструисање Интелигентног инвеститора – конзистентног фази система за алгоритамско трговање.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања

Истраживање ће бити спроведено по следећим фазама:

- Фаза 1.** Прикупљање релевантне литературе.
- Фаза 2.** Анализа доступне литературе и формирање критичког осврта на постојеће приступе.
- Фаза 3.** Моделовање нових решења.
- Фаза 4.** Прикупљање потребних података за спровођење експеримента.
- Фаза 5.** Имплементација предложених решења.
- Фаза 6.** Евалуација предложених решења.
- Фаза 7.** Писање докторске дисертације.

У следећој табели је представљен временски план истраживања:

ФАЗА	2015			2016					
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

Оквирни предлог садржаја докторске дисертације

1. Увод

- 1.1. Предмет и циљ истраживања
- 1.2. Полазне хипотезе
- 1.3. Очекивани доприноси
- 1.4. Структура дисертације

2. Основне теоријске поставке

- 2.2. Конзистентна фази логика
- 2.3. Теорија финансијских тржишта
- 2.4. Фази системи за алгоритамско трговање

3. Конзистентан фази систем за алгоритамско трговање

- 3.1. Систем за финансијску фундаменталну анализу на бази конзистентне фази логике
- 3.2. Систем за препознавање ценовних образаца на бази конзистентне фази логике
- 3.3. Систем управљачког система за алгоритамско трговање на бази конзистентне фази логике
- 3.4. Интелигентни инвеститор

4. Резултати и дискусија

- 4.1. Подаци
- 4.2. Експерименталне поставке
- 4.3. Резултати
- 4.3. Дискусија

5. Закључак

- 5.1. Остварени доприноси
- 5.2. Могући правци даљег истраживања

6. Литература

7. Закључак и предлог

На основу образложења предложене докторске дисертације, Комисија закључује да кандидат, **Александар Ракићевић**, мастер инжењер организационих наука, 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 **Александру Ракићевићу** одобри израда докторске дисертације под насловом: **„ИНТЕЛИГЕНТНИ ИНВЕСТИТОР: КОНЗИСТЕНТАН ФАЗИ СИСТЕМ ЗА АЛГОРИТАМСКО ТРГОВАЊЕ“** и за ментора предлажемо др Братислава Петровића, редовног професора Факултета организационих наука.

У Београду, 21.09.2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

Проф. др Весна Богојевић Арсић, редовни професор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

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