

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ЗА МАШИНСТВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену подобности кандидата и теме докторске дисертације кандидата Владимира Ђорђевића.

Одлуком Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број **IV-04-116/16** од **11.03.2015.** године, именовани смо за чланове Комисије за оцену испуњености услова за пријаву докторске дисертације **Владимира Ђорђевића**, дипломираног машинског инжењера, као и оцену теме докторске дисертације под насловом:

**ИНТЕЛИГЕНТНИ РЕГУЛАТОРИ ЗАСНОВАНИ НА СИНЕРГИЈИ РОБУСНЕ
СТАТИСТИКЕ, ФАЗИ ЛОГИКЕ И НЕУРОНСКИХ МРЕЖА**

На основу увида у приложену документацију и личног познавања кандидата, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1.БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1 Лични подаци

Владимир Ђорђевић је рођен 18.02.1985. године у Крушевцу. Основно образовање стекао је у Основној школи „Јован Поповић“ у Крушевцу. Школовање је наставио у Машинско-електротехничкој школи у Крушевцу, смер машински техничар. Машински факултет у Краљеву уписао је 2003. године. Дипломирао је 2010. године са оценом 10 на смеру Конструисање и пројектовање у машиноградњи, група Аутоматско управљање и флуидна техника, са просечном оценом током студија 8,83 (осам 83/100). По завршетку дипломских академских студија, уписао је докторске студије на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву. Положио је све испите на докторским студијама са просечном оценом 9,4 (девет 40/100). Од 2011. године запослен је на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву као истраживач сарадник.

1.2 Научно-истраживачки рад

Кандидат Владимир Ђорђевић објавио је, као аутор и коаутор, 15 радова у међународним часописима и на конференцијама. Учествоје као истраживач сарадник на два научноистраживачка пројекта, које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Списак радова

Рад у врхунском међународном часопису [M21]

1. Novak Nedić, Dragan Prsic, Ljubisa Dubonjic, Vladimir Stojanovic, **Vladimir Djordjevic**, *Optimal cascade hydraulic control for a parallel robot platform by PSO*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 72 , pp. 1085-1098, ISSN: 0268-3768, DOI: 10.1007/s00170-014-5735-5, (2014)
2. Radovan R. Bulatović, Stevan R. Đorđević, **Vladimir S. Đorđević**, *Cuckoo Search algorithm: A metaheuristic approach to solving the problem of optimum synthesis of a six-bar double dwell linkage*, Mechanism and Machine Theory 61, pp. 1-13, ISSN 0094-114X, DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2012.10.010, (2013)

Рад у међународном часопису [M24]

1. Pršić Dragan, Novak Nedić, Dubonjić Ljubiša, **Đorđević Vladimir** – *Bond Graph Modeling in Simscape*, International Journal of Mathematics and Computers in Simulation, Issue 2, Volume 6, pp. 239-247, ISSN: 1998-0159, (2012)

Саопштења са међународног скупа штампано у целини [M33]

1. V. Filipović, **V. Đorđević**, *Recursive Estimation of the Takagi-Sugeno Models I: Fuzzy Clustering and the Premise Membership Functions Estimation*, VIII Triennial International Conference Heavy Machinery, Zlatibor, Serbia, 24 - 26 Jun 2014, Section D, pp. 45-50, ISBN: 978-86-82631-74-3.
2. **V. Đorđević**, V. Filipović, *Robust Recursive Identification of Multivariable Processes*, VIII Triennial International Conference Heavy Machinery, Zlatibor, Serbia, 24 - 26 June 2014, Section D, pp. 93-98, ISBN: 978-86-82631-74-3.
3. **V. S. Đorđević**, V. Ž. Filipović, *Practical Consideration for Identification of Decentralised Control Systems*, XII Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, Niš, Serbia, 12 – 14 November 2014, pp. 93-96, ISBN: 978-86-6125-117-7.
4. V. Ž. Filipović, **V. S. Đorđević**, *Recursive Estimation of the Takagi-Sugeno Models II: Estimation of Hammerstein Models*, XII Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, Niš, Serbia, 12-14 November 2014, pp. 290-293, ISBN: 978-86-6125-117-7.
5. N. Nedic, D. Prsic, L. Dubonjic, V. Stojanovic, **V. Djordjevic**, *Optimal Tuning of PID Controllers for a Hydraulically Driven Parallel Robot Platform Based on Firefly Algorithm*, International Conference of Automatics and Informatics, 3-7 October 2013, Sofia, Bulgaria, pp. 277-280, ISSN: 1313-1850.

6. Vesna Brašić, **Vladimir Đorđević** - *The Methods for Analysis and Synthesis of Controlled Time Delay System with Required Damping Factor*, 35th International Conference of Production Engineering - ICPE 2013, Kraljevo-Kopaonik, 25-28 September 2013, pp. 1-4, COBISS.SR-ID 204080908
7. Dragan Pršić, Ljubiša Dubonjić, **Vladimir Đorđević** – *Determination of the Describing Function of Nozzle-Flapper Type Pneumatic Servo Valve*, 35th International Conference of Production Engineering - ICPE 2013, Kraljevo-Kopaonik, 25-28 September 2013, pp. 1-4, COBISS.SR-ID 204080908
8. **Đorđević V.S.**, Brašić V.S - *The Methods for Synthesis and Analysis Controlled Time Delay System with Required Damping Factor*, XI Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, pp. 44-47, Niš, Serbia, (2012), ISBN: 978-86-6125-072-9
9. **Vladimir Đorđević**, Dragan Pršić, Radovan Bulatović - *Optimization of the parameters of PID controller on the model of inverted pendulum by using algorithm of particle swarm optimization*, Heavy Machinery 2011, Vol. 7, No 3, pp. 19-26, ISBN 978-86-82631-58-3
10. Zvonko Petrović, Ljubomir Lukić, Radovan Bulatović, **Vladimir Đorđević**, Nenad Nikolić - *Optimization of the parameters of broaching machining mode by using the method of particle swarm optimization*, Heavy Machinery 2011, Vol. 7, No 5, pp. 73-78, ISBN 978-86-82631-58-3
11. Miljan Veljović, Radovan Bulatović, **Vladimir Đorđević** - *Optimization of the plane truss by using the method of particle swarm optimization*, Heavy Machinery 2011, Vol. 7, No. 7, pp. 55-60, ISBN 978-86-82631-58-3

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини [M63]

1. Pršić Dragan, **Đorđević Vladimir**, *Strukturno modeliranje fizičkih sistema u Simscape okruženju*, Infoteh-Jahorina Vol. 11, pp. 783-787, Jahorina, Bosna i Hercegovina, (2012), ISBN: 978-99938-624-8-2

Учешће на научно-истраживачким пројектима

1. TP33026, финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, 2011-2014, *Повећање енергетске ефикасности постројења за производњу топлотне енергије помоћу аутоматског управљања*. Руководилац пројекта проф. др Новак Недић. Носилац истраживања Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву.
2. TP33027, финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, 2011-2014, *Развој енергетске ефикасности постројења за гасификацију и когенерацију чврсте биомасе*. Руководилац пројекта проф. др Владан Карамарковић. Носилац истраживања Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву.

1.3 Подобност кандидата

На основу досадашњег научно-истраживачког рада, објављених радова у међународним часописима и на конференцијама и успеха постигнутог на студијама, кандидат Владимир Ђорђевић испуњава све услове за израду докторске дисертације на Факултету за машинство и грађевинарство у Краљеву.

2. ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

2.1 Наслов докторске дисертације

Комисија се слаже са предложеним насловом докторске дисертације:

ИНТЕЛИГЕНТНИ РЕГУЛАТОРИ ЗАСНОВАНИ НА СИНЕРГИЈИ РОБУСНЕ СТАТИСТИКЕ, ФАЗИ ЛОГИКЕ И НЕУРОНСКИХ МРЕЖА

2.2 Предмет дисертације

Реални процеси су сложени и имају нелинеаран карактер (индустријски процеси, енергетски процеси, машине и уређаји, роботи, флуидни и електромоторни погони). Примена стандардних регулатора у овим случајевима не даје коректно решење. Због тога су предузета интензивна истраживања за математичко моделовање оваквих процеса. Поред класичних решења предлажу се и решења заснована на примени фази логике и неуронских мрежа. Последње две области пружају могућност за идентификацију нелинеарних динамичких система. Такође, дуготрајна истраживања података (мерења) показала су да моделовање стохастичких феномена Гаусовом расподелом није оправдано.

У тези се разматра индентификација Такаги-Сугеновог (Takagi-Sugeno) модела применом стохастичког градијентног алгорита. Добија се нелинеарна рекурзивна процедура при чему је нелинеарност последица негаусовог поремећаја. Недостатак процедуре је спора конвергенција на почетним итерацијама. Да би се недостатак редуковао уводи се алгоритам са проширеном меморијом. Такође се разматра нов тип стохастичке апроксимације заснован на усредњавању оцена.

Такође разматрају се Такаги-Сугенови ARMAX модели са негаусовим поремећајем. Минимизацијом нелинеарног функционала добија се рекурзивна процедура са матричним појачањем за идентификацију нелинеарних процеса. Брзина конвергенције предложене процедуре, у асимптотском смислу, значајно је већа од брзине конвергенције претходно предложене процедуре.

Коришћењем кластер анализе оцењује се структура и параметри фази модела. Претпоставља се да је процес описан Хамерштајновим (Hammerstein) моделом. Предложена процедура састоји се из два корака. У првом кораку применом кластер анализе одређују се број фази правила и одговарајуће функције припадности. Уместо Густафсон-Кеселовог (Gustafson-Kessel) алгорита биће предложен робусни алгоритам за кластер анализу заснован на Хуверовим (Huber) статистикама и Кулбаковој (Kulbakov) метрици. Други корак представља идентификацију Хамерштајновог модела применом предложеног робусног алгорита. Предложеним приступом елиминишу се проблеми субјективног избора функције припадности карактеристичан за фази логику. Такође, разматра се могућност одређивања, на бази мерења, функције припадности.

На коришћењем добијених резултата предложени су:

1. Интелигентни регулатор минималне варијансе за фази ARMAX модел;

2. Интелигентни директни адаптивни регулатор минималне варијансе за фази ARMAX модел;
3. Интелигентни индиректни адаптивни регулатор генерализоване минималне варијансе за фази ARMAX модел.

Пореде се перформансе интелигентних директних и индиректних адаптивних регулатора.

2.3 Основне полазне хипотезе

Претпоставља се да се нелинеарни систем са стохастичком поремећајем може добро описати помоћу Такаги-Сугеновог ARMAX модела. Такође, претпоставља се да на систем делује негаусов стохастички поремећај и да је априори позната класа расподеле којима поремећај припада. Разматрају се две класе расподела: ϵ -контаминирана и Колмогорова.

2.5 Преглед стања у подручју истраживања

Да би се остварило квалитетно управљање, неопходно је одредити што тачнији модел процеса којим се управља. На идентификацији модела процеса доста је рађено последњих деценија [1-6]. Највећи део истраживања заснован је на претпоставци да поремећај има Гаусову расподелу [7-18]. Брзина конвергенције алгоритама идентификације може се повећати применом планирања експеримента које је засновано на математичким теоријама вероватноће и статистике [19-20]. Међутим, практична истраживања су показала да у мерењима, на основу којих се врши идентификација, постоје неконзистентне вредности (outliers) што резултира тиме да поремећај има негаусову расподелу. Ово смањује ефикасност алгоритама идентификације који засновани на претпоставци да поремећај има Гаусову расподелу. Доста напора је уложено да се смањи осетљивост алгоритама идентификације на промену расподеле поремећаја, а главни допринос дао је Хубер који је поставио темеље области која се назива робусна статистика [21]. Предложени су алгоритми који помоћу робусне статистике смањују негативни утицај негаусовог поремећаја [22-28]. Следи листа полазне литературе из области идентификације система:

1. L. Ljung, *Theory for the user*, Prentice-Hall (1999)
2. H. F. Chen, and W. Zhao, *Recursive Identification and Parameter Estimation*, CRC Press (2014)
3. K. J. Kushner, G. G. Yin, *Stochastic Approximation and Recursive Algorithms and Applications*, Springer (2003)
4. P. Sliwinski, *Nonlinear System Identification by Haar Wavelets*, Springer (2013)
5. G. Mzyk, *Combined Parametric-Nonparametric Identification of Block-Oriented Systems*, Springer, (2014)
6. K. J. Astrom, B. Wittenmark, *Adaptive Control*, Dover (2008)
7. B.T. Polyak, *New method of stochastic approximation type*, Automatic and Remote Control, Vol. 51, pp. 937-946 (1990)

8. D. Ruppert, *Efficient estimation from a slowly convergent Robbins-Monro process*, Technical Report, No. 781, School of Operational Research and Industrial Engineering, Cornell University (1988)
9. G. Yin, *On extensions of Polyak's averaging approach to stochastic approximation*, Stochastics and Stochastics Reports, Vol. 36, pp. 245-264 (1991)
10. B. T. Polyak, A. B. Juditsky, *Acceleration of stochastic approximation by averaging*, SIAM Journal of Control and Optimization, Vol. 30, No. 4, pp. 838-855 (1992)
11. S. Kaczmarz, *Angenäherte Auflösung von Systemen linearer Gleichungen*, Bull. Int. l'Acad. E Polonaise des Sciences et Des. Lett., Vol. 35, pp. 355-357 (1937)
12. L. Dai, M. Soltanian, K. Pelckmans, *On the randomized Krczmarz algorithm*, IEEE Signal Processing Letters, Vol. 21, No. 3, pp. 330-333 (2014)
13. P. Burman, *A general Akaike-type criterion for model selection in robust regression*. Biometrika, Vol. 82, No. 4, pp. 877-886 (1995)
14. D. Schuurmans, F. Southey, *Metric-based method for adaptive model selection and regularization*, Machine Learning, Vol. 48, pp. 51-84 (2002)
15. A. Y. Kibangov, G. Favier, *Tensor analysis-based model structure determination and parameter estimation for block-oriented nonlinear systems*. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, Vol. 4, No. 3, pp. 514-525 (2010)
16. L. Breiman, *Better subset regression using the nonnegative garrote*, Technometrics, Vol 37, No. 4, pp. 373-384 (1995)
17. R. Tibsmirani, *Regression shrinkage and selection via the lasso*, J. R. Statist. Soc. B, Vol. 58, No. 1, pp. 267-288 (1996)
18. M. Forgione, X. Bombois, P. Van den Hof, J. Hjalmarsson, *Experiment design for parameter estimation in nonlinear systems based on multilevel excitation*, ECC (2014)
19. B. J. Coffey, K. Aljanaideh, D. S. Bernstein, *Identification of Hammerstein Systems using input amplitude multiplexing*. American Control Conference, USA, pp. 3930-3935 (2013)
20. M. Forgione, X. Bombais, P. Van Den Hof, *Experiment design for batch-to-batch model-based learning control*, American Control Conference, USA, pp. 3912-3917 (2013)
21. A. N. Shiryayev, *Probability*, Vol. 1 and Vol. 2 (in Russian), MCCME (2004)
22. P. J. Huber, Ronchetti, *Robust statistics*, Wiley (2009)
23. V. Z. Filipovic, B. D. Kovacevic, *On robust AML identification algorithm*, Automatica IFAC, Vol. 34, No. 11, pp. 1775-1778 (1994)
24. V. Z. Filipovic, B. D. Kovacevic, *On robustified adaptive minimum-variance controller*, International Journal of Control, Vol. 65 (1), pp. 117-129 (1996)
25. V. Z. Filipovic, *Robust adaptive one-step predictor*, IMA Journal of Mathematical Control and Information, Vol. 18, pp. 491-501 (2001)
26. V. Z. Filipovic, *Stochastic multivariable self-tuning tracker for non-Gaussian systems*, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, Vol. 15, No. 3, pp. 351-357 (2005)
27. V. Filipovic, *Consistency of the robust recursive Hammerstein model identification algorithm*, Journal of the Franklin Institute, DOI: 10.1016/j.jfranklin.2015.02.005 (2015)

28.V. Filipovic, *Recursive identification of ARX models in the presence of a priori information: Robustness and regularization*. Preprint

Фази модели добро апроксимирају нелинеарности динамичких система и користе се приликом пројектовања управљачких система [29-34]. Посебно значајни су Такаги-Сугенови фази модели који нелинеаран систем апроксимирају коначном колекцијом линеарних система. Улазни простор система се декомпонује у коначну колекцију фази подручја, и сваком фази подручју одговара линеаризован модел нелинеарног система. Ова подручја се одређују помоћу разних метода кластер анализе [35-40]. Након што се одреде фази подручја, одређују параметри линеаризованих модела. Последњих година разматрани су Такаги-Сугенови ARMAX модели и њихова примена у управљању [41-44]. Следи листа полазне литературе из области фази идентификације и управљања:

29. J. Abonyi, *Fuzzy Model Identification for Control*, Birkhäuser Boston (2003)
30. J. M. Mendel, H. Hagsras, W. W. Tan, W. W. Melek, H. Ying, *Introduction to Type-2 Fuzzy Logic Control – Theory and Applications*, IEEE Wiley (2014)
31. A. Benzaouia, A. El-Haajjaji, *Advanced Takagi-Sugeno Fuzzy Systems – Delay and Saturation*, Springer (2014)
32. N. Siddique, *Intelligent Control – A Hybrid Approach Based on Fuzzy Logic, Neural Networks and Genetic Algorithms*, Springer (2014)
33. Y. Boutalis, D. Theodoridis, T. Kottas, M. A. Christodoulou, *System Identification and Adaptive Control: Theory and Applications of the Neurofuzzy and Fuzzy Cognitive Network Models*, Springer (2014)
34. T. Takagi, M. Sugeno, *Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC-15, No. 1, pp. 116-132
35. J. Abonyi, B. Feil, *Cluster Analysis for Data Mining and System Identification*, Birkhäuser Boston (2007)
36. S. Miyamoto, H. Ichihashi, K. Honda, *Algorithms for Fuzzy Clustering. Methods in c-Means Clustering with Applications*, Springer (2008)
37. E. R. Dougherty, J. Hua, Z. Xiong, Y. Chen, *Optimal robust classifiers*, Pattern Recognition, Vol. 38, pp. 1520-1532 (2005)
38. E. E. Zhuk, *Cluster-analysis of realizations of AR models*. Automation and Remote Control, No. 1, pp. 74-85 (2003)
39. I. Gath, B. Geva, *Unsupervised optimal fuzzy clustering*, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 11, No. 7, pp. 773-779 (1989)
40. K. Chafan, M. Guanar, K. Benmahammed, *Fuzzy modelling using Kalman filter*, IET Control Theory Application, Vol. 1, No. 1, pp. 58-64 (2007)
41. B. K. Lee, B. S. Chen, *Identification of fuzzy T-S ARMAX models*, IEEE Conference, Budapest, Hungary, 25-29 July (2004)
42. B. K. Lee, C. H. Chiu, B. S. Chen, *Adaptive minimum variance control for stochastic fuzzy T-S ARMAX model*, IEEE Conference on Machine Learning and Cybernetics, Kunming, 12-15 July, (2008)
43. B. S. Chen, B. K. Lee, L. B. Guo, *Optimal tracking design for stochastic fuzzy systems*, IEEE Transactions on Fuzzy Systems Vol. 11, No. 6, pp. 796-813 (2013)

44. G. Bouyamiavi, L. I. Grigoriev, F. Laouad, A. Khelassi, *Optimal fuzzy control to reduce energy consumption in distillation columns*, Automation and Remote Control, Vol. 66, No. 5, pp. 200-208 (2005)

Неуронске мреже [45] такође добро апроксимирају нелинеарности у систему. Развијени су различити типови неуронских мрежа и алгоритми за њихово обучавање. Ове особине омогућиле су употребу неуронских мрежа у идентификацију система [46-49] и управљању [50]. Због своје особине да могу да уче, неуронске мреже се често комбинују са фази системима, где се користе као механизам за адаптацију. Адаптација фази система се врши тако што неуронска мрежа модификује фази скупове, управљачка правила, тежински фактори који су придружени фази правилима. Следи почетна литература која из области неуронских мрежа и њихове примене у идентификацији система и управљању:

45. S. Haykin, *Neural Networks – A comprehensive foundation*, Prentice-Hall (1999)
46. A. Janczak, *Identification of Nonlinear Systems Using Neural Networks and Polynomial Models – A Block-Oriented Approach*, Springer (2004)
47. K. S. Narendra, K. Parthasarathy, *Identification and control of dynamic systems using neural networks*. IEEE Trans. Neural Networks, Vol. 1 (1), pp. 4-27 (1990)
48. S. Mukhopadhyay, K. S. Narendra, *Disturbance rejection in nonlinear systems using neural networks*. IEEE Trans. Neural Networks, Vol. 4 (1), pp. 63-72 (1993)
49. Ya. Z. Tsytkin, J. D. Mason, E. D. Avedyan, K. Warwick, K. Levin, *Neural networks for identification of nonlinear systems under random piecewise polynomial distributions*, IEEE Trans. Neural Networks, Vol. 10 (2), pp. 303-312 (1999)
50. G. Chowdhary, H. A. Kingravi, J. P. How, P. A. Vela, *Bayesian nonparametric adaptive control using Gaussian processes*, IEEE Transactions Vol. 26 (3), pp. 537-548 (2015)

2.6 Значај и циљ истраживања са становишта актуелности у одређеној научној области

Циљ тезе је да се:

- a) предложи нове процедуре за идентификацију нелинеарних система,
- b) предложи алгоритми интелигентног управљања засновани на добијеним моделима.

Предложена процедура омогућила би добијање реалнијег Такаги-Сугеновог модела, па самим тим повећао би се квалитет рада алгоритама управљања који су засновани на добијеном моделу. Перформансе предложене процедуре идентификације, као и алгоритама интелигентног управљања засновани на добијеним моделима биће проказани кроз симулације на примеру регулисања размењивача топлоте. У практичном смислу разматраће се регулисање позиције пнеуматског серво система применом интелигентног регулатора.

2.7 Везе са досадашњим истраживањима

У току досадашњег рада, кандидат се бавио истраживањима у области теме дисертације, што се види из списка објављених радова. Предложена докторска дисертација ће омогућити континуитет у истраживачком раду и довести до продубљивања резултата кандидата у поменутој области.

2.8 Методе истраживања

Минимизацијом нелинеарног функционала добија се рекурзивна процедура са матричним појачањем за идентификацију нелинеарних процеса, чиме се повећава брзина конвергенције. Повећање брзине засновано на следећим интервенцијама:

- 1) Увођењем фидуциалне вероватноће;
- 2) Коришћењем планирања експеримента за синтезу оптималних улаза;
- 3) Апроксимацијом Фишерове количине информација реализацијом стохастичког процеса.

Оцењивање структуре и параметара фази модела постиже се помоћу кластер анализе, при чему се претпоставља да је процес описан Хамерштајновим моделом. Такође разматра се могућност одређивања, на бази мерења, функције припадности коришћењем неуронских мрежа.

2.9 Очекивани резултати

Применом претходно описаних метода очекују се следећи кључни резултати:

- Робусни рекурзивни алгоритам за идентификацију нелинеарних процеса заснован на стохастичкој апроксимацији са усредњавањем оцена;
- Акцелерантни робусни алгоритам са матричним појачањем за идентификацију нелинеарних процеса;
- Интелигентни регулатор заснован на робусним процедурама са матричним појачањем;
- Робусни алгоритам за кластер анализи мерења.

2.10 Оквирни садржај рада

1. Увод, опис проблема
2. Идентификација Такаги-Сугенових модела
3. Такаги-Сугенови ARMAX модели са негаусовим поремећајем
4. Оцењивање структуре и параметра фази модела
5. Интелигентни регулатори
6. Симулација и експеримент
7. Закључна разматрања
8. Литература
9. Прилози

2.11 Ментор

Ментор рада је др Војислав Филиповић, ванредни професор Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву. Проф. др Војислав Филиповић испуњава све услове да буде ментор што укључује и потребан број радова на СЦИ листи:

1. **V. Filipovic**, *Consistency of the robust recursive Hammerstein model identification algorithm*, Journal of the Franklin Institute, DOI: 10.1016/j.jfranklin.2015.02.005 (2015) [M21]
2. Vladimir Stojanovic, **Vojislav Filipovic**, *Adaptive input design for identification of output error model with constrained output*, Circuits Systems and Signal Processing, Vol. 33, No. 1, pp 97-113, ISSN: 0278-081X, DOI: 10.1007/s00034-013-9633-0 (2014) [M22]
3. Ljubisa Dubonjic, Novak Nedic, **Vojislav Filipovic**, Dragan Prsic, *Design of PI controllers for hydraulic control system*, Mathematical Problems in Engineering, Vol. 2013, pp. 1-10 DOI: 10.1155/2013/451312 (2013) [M21]
4. **Vojislav Filipovic**, Novak Nedic, Vladimir Stojanovic, *Robust identification of pneumatic servo actuators in the real situations*, Forschung im Ingenieurwesen - Engineering Research, Vol. 75. No. 4, pp 183-196, ISSN: 0015-7899, DOI: 10.1007/s10010-011-0144-5 (2011) [M23]
5. Novak Nedic, Ljubisa Dubonjic, **Vojislav Filipovic**, *Design of constant gain Controllers for the Hydraulic Control Sytem with a Long Transmission Line*, Forschung im Ingenieurwesen - Engineering Research, Vol. 75, No. 4, pp. 231-242, ISSN: 0015-7899, DOI: 10.1007/s10010-011-0143-6 (2011) [M23]
6. **Vojislav Filipovic**, *Global exponential stability of switched systems*, Applied Mathematics and Mechanics, Vol. 32, No. 9, pp 1197-1206, ISSN: 0253-4827, DOI: 10.1007/s10483-011-1493-7 (2011) [M23]
7. **V. Filipovic**, *Robust switching control systems with input delay*, Studies in Informatics and Control, Vol. 20, No. 4, pp. 411-420, ISSN: 1220-1766, (2011) [M23]
8. **Vojislav Filipovic**, *Exponential stability of stochastic switched systems*, Transactions of the Institute of Measurement and Control, Vol. 31, No. 2, pp. 205-212, ISSN: 0142-3312, DOI: 10.1177/0142331208094523 (2009) [M23]
9. **Vojislav Filipovic**, *Robust adaptive one-step ahead predictor*, IMA Journal of Mathematical Control and Information, Vol. 18, No. 4, pp. 491-501, ISSN: 0265-0754, DOI: 10.1093/imamci/18.4.491 (2001) [M23]
10. **Vojislav Filipovic**, Branko Kovacevic, *On robustified adaptive minimum-variance controller*, International Journal of Control, Vol. 65, No. 1, pp. 117-129, ISSN: 0020-7179, DOI: 10.1080/00207179608921689 (1996) [M22]
11. Branko Kovacevic, **Vojislav Filipovic**, *Robust recursive identification of linear systems using prior information*, Control - Theory and Advanced Technology, Vol.10, No.1, pp. 39-55, ISSN: 0911-0704, DOI: jglobal.jst.go.jp/public/20090422/200902108707507141 (1994) [M23]
12. **Vojislav Filipovic**, Branko Kovacevic, *On robust AML identification algorithms*, Automatica, IFAC, Vol. 30, No. 11. pp. 1775-1778, ISSN: 0005-1098, DOI: 10.1016/0005-1098(94)90081-7 (1994) [M21]
13. Branko Kovacevic, **Vojislav Filipovic**, *Robust real-time identification of linear systems with correlated noise*, International Journal of Control, Vol.48, Iss.3, pp. 993-1010, ISSN: 0020-7179, DOI: 10.1080/00207178808906231 (1988) [M22]

2.12 Научна област дисертације

Докторска дисертација се налази у областима: Аутоматска контрола, Интелигентни системи (UDC 681.5).

2.13 Научна област чланова комисије

др Новак Недић, редовни професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

Ужа научна област: *Системи аутоматског управљања и флуидне управљачке компоненте и системи*

др Зоран Бучевац, редовни професор, Машински факултет Београд

Ужа научна област: *Аутоматско управљање*

др Војислав Филиповић, ванредни професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

Ужа научна област: *Аутоматско управљање, флуидна техника и мерења*

др Љубомир Лукић, редован професор, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

Ужа научна област: *Производно машинство*

др Драган Пршић, доцент, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

Ужа научна област: *Аутоматско управљање, флуидна техника и мерења*

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу наведеног у тачкама 1 и 2 овог извештаја, комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК

Владимир Ђорђевић, дипломирани инжењер машинства и студент докторских студија, испунио је све Законом о универзитету и Статуту Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву предвиђене услове за одобравање израде докторске тезе.

На основу предложених полазних хипотеза, предмета и научних циљева тезе, метода истраживања и очекиваних теоријских и примењивих резултата истраживања, Комисија сматра да је тема под насловом:

ИНТЕЛИГЕНТНИ РЕГУЛАТОРИ ЗАСНОВАНИ НА СИНЕРГИЈИ РОБУСНЕ СТАТИСТИКЕ, ФАЗИ ЛОГИКЕ И НЕУРОНСКИХ МРЕЖА

веома актуелна и садржајно квалитетна и да може дати конкретне научне резултате.


ПРЕДЛОГ МЕНТОРА

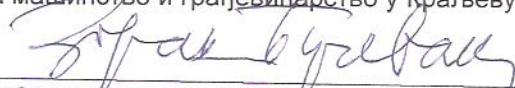
Комисија предлаже да ментор ове дисертације буде др Војислав Филиповић, ванредни професор Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву.


У Краљеву,

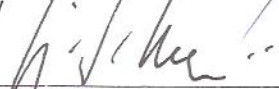
01.04.2015. године

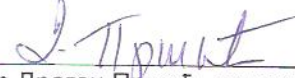
КОМИСИЈА:


др Новак Неђић, редовни професор, Факултет
за машинство и грађевинарство у Краљеву


др Зоран Бучевац, редовни професор,
Машински факултет Београд


др Војислав Филиповић, ванредни професор,
Факултет за машинство и грађевинарство у
Краљеву


др Љубомир Лукић, редовни професор,
Факултет за машинство и грађевинарство у
Краљеву


др Драган Пршић, доцент, Факултет за
машинство и грађевинарство у Краљеву