

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУНУМ
Департман за последипломске студије
Данијелова 32, Београд

ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ЗА ПОСЛЕДИПЛОМСКЕ СТУДИЈЕ

Одлуком Већа Департмана за последипломске студије број 4-33/2025 од 06. 03. 2025. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Петровић Александра под називом „Унапређење алгоритама ројева честица за проблеме класификације и регресије са примерима примене“ о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и докторској дисертацији

Александар Петровић је магистрирао на Факултету за информатику и рачунарство Универзитета Сингидунум студијски програм „Софтверско инжењерство“, просечна оцена 10,0, где је завршио и основне студије такође са просечном оценом 10.0 на студијском програму „Информатика и рачунарство“. Александар је своју академску каријеру започео 2021. године на Универзитету Сингидунум, Београд, Србија као сарадник у настави непосредно након што је дипломирао 2021. године, а од 2023. године ради као асистент што је и његова тренутна позиција. На докторским академским студијама на Универзитету Сингидунум, студијски програм Интелигентно софтверско инжењерство, положио је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10. Александар се научним истраживањем бави од 2017. године када је објавио свој први научни рад на тему блокчејна и безбедности. Од тада је Александар објавио 60 радова. Научни радови који су објављени су сачињени од 2 рада M21a категорије, 4 рада M21 категорије, 2 рада M22 категорије, 2 рада M24 категорије, 26 радова M13 категорије, као и 24 рада M33. Према Google Scholar платформи, наведени радови су цитирани 1146 пута, док су у Scopus бази цитирани 597 пута, и 287 пута по Web of Science метрикама. Александар је део истраживачког тима који ради на пројекту грант бр. 7502, Интелигентна мулти-агентска контрола и оптимизација примењена на зелене зграде и ројеве дронова за праћење животне средине (ECOSwarm).

Кандидат има следећи објављени рад категорије M21a и M22 чиме је испуњен предуслов за одбрану докторске дисертације:

- **A. Petrovic**, L. Jovanovic, N. Bacanin, M. Antonijevic, N. Savanovic, M. Zivkovic, M. Milovanovic, V. Gajic, Exploring Metaheuristic Optimized Machine Learning for

Software Defect Detection on Natural Language and Classical Datasets, Mathematics, Vol. 12, No. 18:2918, pp. 1-46, Sep, 2024. doi:10.3390/math12182918. (M21a)

- **A. Petrovic**, R. Damaševičius, L. Jovanovic, A. Toskovic, V. Simic, N. Bacanin, M. Zivkovic, P. Spalevic, Marine Vessel Classification and Multivariate Trajectories Forecasting Using Metaheuristics-Optimized eXtreme Gradient Boosting and Recurrent Neural Networks, Applied Sciences, Vol. 13, No. 16:9181, pp. 1-28, Aug, 2023. doi:10.3390/app13169181. (M22)

Преостали објављени радови:

Списак резултата M20

- N. Bacanin, R. Stoean, M. Zivkovic, **A. Petrovic**, T. A. Rashid, T. Bezdan, Performance of a Novel Chaotic Firefly Algorithm with Enhanced Exploration for Tackling Global Optimization Problems: Application for Dropout Regularization, Mathematics, Vol. 9, No. 21, pp. 1-33, Oct, 2021. doi:10.3390/math9212705. (M21a)
- R. Damaševičius, L. Jovanovic, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, N. Bacanin, D. Jovanovic, M. Antonijevic, Decomposition aided attention-based recurrent neural networks for multistep ahead time-series forecasting of renewable power generation, PeerJ Computer Science, No. 10:e1795, pp. 1-44, Jan, 2024. doi:10.7717/peerj-cs.1795. (M21)
- A. Minic, L. Jovanovic, N. Bacanin, C. Stoean, M. Zivkovic, P. Spalevic, **A. Petrovic**, M. Dobrojevic, R. Stoean, Applying Recurrent Neural Networks for Anomaly Detection in Electrocardiogram Sensor Data, SENSORS, Vol. 23, No. 24:9878, pp. 1-18, Dec, 2023. doi:10.3390/s23249878. (M21)
- N. Bacanin, V. Simic, M. Zivkovic, M. Alrasheedi, **A. Petrovic**, Cloud computing load prediction by decomposition reinforced attention long short-term memory network optimized by modified particle swarm optimization algorithm, ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH, Dec, 2023. doi:10.1007/s10479-023-05745-0. (M21)
- M. Zivkovic, C. Stoean, A. Chhabra, N. Budimirovic, **A. Petrovic**, N. Bacanin, Novel Improved Salp Swarm Algorithm: An Application for Feature Selection, SENSORS, Vol. 22, No. 5, pp. 1-25, Feb, 2022. doi:10.3390/s22051711. (M21)
- N. Savanović, A. Toskovic, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, R. Damaševičius, L. Jovanovic, N. Bacanin, B. Nikolic, Intrusion Detection in Healthcare 4.0 Internet of Things Systems via Metaheuristics Optimized Machine Learning, Sustainability, Vol. 15, No. 16:12563, pp. 1-29, Aug, 2023. doi:10.3390/su151612563. (M22)
- **A. Petrovic**, N. Bacanin, L. Jovanovic, J. Cadjenovic, J. Kaljevic, M. Zivkovic, M. Antonijevic, Computer-Vision Unmanned Aerial Vehicle Detection System Using YOLOv8 Architectures, International Journal of Robotics and Automation Technology, Vol. 11, pp. 1-12, May, 2024. doi:10.31875/2409-9694.2024.11.01. (M24)

- **A. Petrovic**, L. Jovanovic, K. Venkatachalam, M. Zivkovic, N. Bacanin, N. Budimirovic, Anomaly detection in electrocardiogram signals using metaheuristic optimized time-series classification with attention incorporated models, *International Journal of Hybrid Intelligent Systems*, pp. 1-25, May, 2024. doi:10.3233/HIS-240004. **(M24)**

Списак резултата M10

- **A. Petrovic**, L. Jovanovic, M. Antonijevic, N. Bacanin, M. Zivkovic, J. Kaljevic, Natural Language Processing of HTTP Content for Insider Threat Detection Optimized by Modified Metaheuristic, Chapter in *AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICICDS 2024: Innovations in Cybersecurity and Data Science*, Springer, *AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICICDS 2024: International Conference on Innovations in Cybersecurity and Data Science Proceedings of ICICDS*, pp. 299-314, Springer, Singapore, Bengaluru, India, Dec, 2024. **(M13)**
- M. Zivkovic, **A. Petrovic**, M. Sarac, L. Jovanovic, M. Antonijevic, T. Zivkovic, N. Bacanin, Investigating the Use of Generative Adversarial Networks for Cybersecurity Dataset Training Data Substitution, Chapter in *LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: INFUS 2024: Intelligent and Fuzzy Systems*, Springer, volume 1089, *LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: INFUS 2024: Intelligent Industrial Informatics and Efficient Networks Proceedings of the INFUS 2024 Conference*, volume 1089, pp. 741-749, Springer, Cham, Canakkale, Turkey, Aug, 2024. **(M13)**
- **A. Petrovic**, M. Pavkovic, M. Svicevic, N. Budimirovic, V. Gajic, D. Jovanovic, Exploring YOLOv8 architecture applications for weed detection in crops, *Proceedings of the 2nd International Conference on Innovation in Information Technology and Business (ICIITB 2024)*, Chapter in *Advances in Computer Science Research*, pp. 57-73, Atlantis Press, Muscat, Oman, Aug, 2024. **(M13)**
- A. Jokic, N. Jovic, V. Gajic, M. Svicevic, M. Pavkovic, **A. Petrovic**, Structured query language injection detection with natural language processing techniques optimized by metaheuristics, *Proceedings of the 2nd International Conference on Innovation in Information Technology and Business (ICIITB 2024)*, Chapter in *Advances in Computer Science Research*, pp. 155-170, Atlantis Press, Muscat, Oman, Aug, 2024. **(M13)**
- N. Josipovic, **A. Petrovic**, A. Cuk, M. Antonijevic, D. Jovanovic, N. Budimirovic, Reinforcement Learning and Gamification: a Framework for Integrating Intelligent Agents In Retro Video Games, *Proceedings of the 2nd International Conference on Innovation in Information Technology and Business (ICIITB 2024)*, Chapter in *Advances in Computer Science Research*, pp. 87-101, Atlantis Press, Muscat, Oman, Aug, 2024. **(M13)**
- N. Bacanin, L. Jovanovic, A. Toskovic, M. Zivkovic, **A. Petrovic**, M. Antonijevic, Anomalous EEG Signal Time Series Classification Using Modified Metaheuristic

- Optimized RNN, Chapter in LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: ICCIS 2023: International Conference on Communication and Intelligent Systems, Springer, volume 969, LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: ICCIS 2023: International Conference on Communication and Intelligent Systems, volume 969, pp. 291-304, Springer, Singapore, Jaipur, India, Jun, 2024. (M13)
- P. Bisevac, A. Toskovic, M. Salb, L. Jovanovic, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, N. Bacanin, Solar Flare Classification via Modified Metaheuristic Optimized Extreme Gradient Boosting, Chapter in CCIS Communications in Computer and Information Science: ILCICT 2023: Information and Communications Technologies, Springer, volume 2097, CCIS Communications in Computer and Information Science: ILCICT 2023: Proceedings of Second International Libyan Conference, Information and Communications Technologies, volume 2097, pp. 81-95, Springer, Cham, Tripoli, Libya, Jun, 2024. (M13)
 - L. Babic, L. Jovanovic, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, T. Zivkovic, N. Bacanin, Leveraging Metaheuristic Optimized Machine Learning Classifiers to Determine Employee Satisfaction, Chapter in AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICMSLE 2024: International Conference on Multi-Strategy Learning Environment, Springer, AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICMSLE 2024: Proceedings of International Conference on Multi-Strategy Learning Environment, pp. 337-352, Springer, Singapore, Dehradun, India, May, 2024. (M13)
 - T. Dogandzic, **A. Petrovic**, L. Jovanovic, N. Bacanin, A. Jovanovic, M. Zivkovic, Speeding Classification by a Deep Learning Audio Analysis System Optimized by the Reptile Search Algorithm, Chapter in AIS Algorithms for Intelligent Systems: IJCACI 2023: International Joint Conference on Advances in Computational Intelligence, Springer, AIS Algorithms for Intelligent Systems: IJCACI 2023: Proceedings of International Joint Conference on Advances in Computational Intelligence, pp. 73-88, Springer, Singapore, SAU Center for Research and Innovative Learning (SCRIL), South Asian University, India and Jahangirnagar University, Bangladesh, Apr, 2024. (M13)
 - B. Radomirovic, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, A. Njegus, N. Budimirovic, N. Bacanin, Efficient spam email classification logistic regression model trained by modified social network search algorithm, Chapter in Advanced Studies in Complex Systems, Computational Intelligence and Blockchain in Complex Systems, pp. 39-55, Elsevier, Apr, 2024. (M13)
 - A. Toskovic, **A. Petrovic**, L. Jovanovic, N. Bacanin, M. Zivkovic, M. Dobrojevic, Marine Vessel Trajectory Forecasting Using Long Short-Term Memory Neural Networks Optimized via Modified Metaheuristic Algorithm, Chapter in AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICTSM 2023: Trends in Sustainable Computing and Machine Intelligence, Springer, AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICTSM

- 2023: Trends in Sustainable Computing and Machine Intelligence, pp. 51-66, Springer, Singapore, Bangkok, Thailand, Mar, 2024. **(M13)**
- M. Zivkovic, L. Jovanovic, N. Bacanin, **A. Petrovic**, N. Savanovic, M. Dobrojevic, XGBoost Tuned by Hybridized SCA Metaheuristics for Intrusion Detection in Healthcare 4.0 IoT Systems, Chapter in AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICEAI 2023: Evolutionary Artificial Intelligence, Springer, AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICEAI 2023: Evolutionary Artificial Intelligence, pp. 1-16, Springer, Singapore, Malaysia, Mar, 2024. **(M13)**
 - I. Markovic, J. Krzanovic, L. Jovanovic, A. Toskovic, N. Bacanin, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, Flood Prediction Based on Recurrent Neural Network Time Series Classification Boosted by Modified Metaheuristic Optimization, Chapter in LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: ADCIS 2023: Advances in Data-Driven Computing and Intelligent Systems, Springer, volume 893, LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: ADCIS 2023: Advances in Data-Driven Computing and Intelligent Systems, volume 893, pp. 289-303, Springer, Singapore, BITS Pilani, K K Birla Goa Campus, Goa, India, Mar, 2024. **(M13)**
 - S. Golubovic, **A. Petrovic**, A. Bozovic, M. Antonijevic, M. Zivkovic, N. Bacanin, Gold Price Forecast Using Variational Mode Decomposition-Aided Long Short-Term Model Tuned by Modified Whale Optimization Algorithm, Chapter in AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICDICI 2023: International Conference on Data Intelligence and Cognitive Informatics, Springer, AIS Algorithms for Intelligent Systems: ICDICI 2023: International Conference on Data Intelligence and Cognitive Informatics, pp. 69-83, Springer, Singapore, Tirunelveli, India, Jan, 2024. **(M13)**
 - L. Jovanovic, M. Kljajic, **A. Petrovic**, V. Mizdrakovic, M. Zivkovic, N. Bacanin, Modified Teaching-Learning-Based Algorithm Tuned Long Short-Term Memory for Household Energy Consumption Forecasting, Chapter in AIS Algorithms for Intelligent Systems: WCAIAA 2023: World Conference on Artificial Intelligence: Advances and Applications, Springer, AIS Algorithms for Intelligent Systems: WCAIAA 2023: World Conference on Artificial Intelligence: Advances and Applications, pp. 347-362, Springer, Singapore, Udaipur, India, Nov, 2023. **(M13)**
 - N. Bacanin, M. Zivkovic, Z. Hajdarevic, **A. Petrovic**, N. Budimirovic, M. Antonijevic, I. Strumberger, Detection of BotNet Using Extreme Learning Machine Tuned by Enhanced Sine Cosine Algorithm, Chapter in LNEE Lecture Notes in Electrical Engineering: ICAAAIML 2022: Advances and Applications of Artificial Intelligence & Machine Learning, Springer, volume 1078, LNEE Lecture Notes in Electrical Engineering: ICAAAIML 2022: Advances and Applications of Artificial Intelligence & Machine Learning, volume 1078, pp. 125-137, Springer, Singapore, Noida, India, Nov, 2023. **(M13)**
 - N. Bacanin, **A. Petrovic**, M. Antonijevic, M. Zivkovic, M. Sarac, E. Tuba, I. Strumberger, Intrusion Detection by XGBoost Model Tuned by Improved Social

- Network Search Algorithm, Chapter in CCIS Communications in Computer and Information Science: MDIS 2022: Modelling and Development of Intelligent Systems, Springer, volume 1761, CCIS Communications in Computer and Information Science: MDIS 2022: Modelling and Development of Intelligent Systems, volume 1761, pp. 104-121, Springer, Cham, Sibiu, Romania, Feb, 2023. (M13)
- M. Zivkovic, **A. Petrovic**, N. Bacanin, M. Djuric, A. Vesic, I. Strumberger, M. Marjanovic, Training Logistic Regression Model by Hybridized Multi-verse Optimizer for Spam Email Classification, Chapter in LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: ICDSA 2022: Proceedings of International Conference on Data Science and Applications, Springer, volume 552, LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: ICDSA 2022: Proceedings of International Conference on Data Science and Applications, volume 552, pp. 507-520, Springer, Singapore, Kolkata, India, Feb, 2023. (M13)
 - **A. Petrovic**, L. Jovanovic, M. Zivkovic, N. Bacanin, N. Budimirovic, M. Marjanovic, Forecasting Bitcoin Price by Tuned Long Short Term Memory Model, Chapter in Advances in Computer Science Research: ICIITB 2022: Proceedings of the 1st International Conference on Innovation in Information Technology and Business, Atlantic Press, Advances in Computer Science Research: ICIITB 2022: Proceedings of the 1st International Conference on Innovation in Information Technology and Business, Atlantic Press, pp. 187-202, Atlantic Press, Muscat, Oman, Jan, 2023. (M13)
 - **A. Petrovic**, M. Antonijevic, I. Strumberger, L. Jovanovic, N. Savanovic, S. Janicijevic, The XGBoost Approach Tuned by TLB Metaheuristics for Fraud Detection, Chapter in Advances in Computer Science Research: ICIITB 2022: 1st International Conference on Innovation in Information Technology and Business, Springer, pp. 219-234, Atlantis Press, Springer Nature, Jan, 2023. (M13)
 - **A. Petrovic**, M. Antonijevic, I. Stumberger, N. Savanovic, S. Janicijevic, N. Budimirovic, Intrusion Detection by XGBoost Model Tuned by Improved Multi-verse Optimizer, Chapter in Advances in Computer Science Research: ICIITB 2022: 1st International Conference on Innovation in Information Technology and Business, Springer, pp. 203-218, Atlantis Press, Springer Nature, Jan, 2023. (M13)
 - M. Zivkovic, **A. Petrovic**, K. Venkatachalam, I. Strumberger, H. Shaker Jassim, N. Bacanin, Novel Chaotic Best Firefly Algorithm: COVID-19 Fake News Detection Application, Chapter in SCI Studies in Computational Intelligence: Advances in Swarm Intelligence, Springer, volume 1054, SCI Studies in Computational Intelligence: Advances in Swarm Intelligence, volume 1054, pp. 285-305, Springer, Cham, Oct, 2022. (M13)
 - N. Bacanin, M. Zivkovic, M. Sarac, **A. Petrovic**, I. Štrumberger, M. Antonijevic, A. Petrovic, K. Venkatachalam, A Novel Multiswarm Firefly Algorithm: An Application

- for Plant Classification, Chapter in LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: INFUS 2022: Intelligent and Fuzzy Systems, Springer, volume 504, LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: INFUS 2022: Intelligent and Fuzzy Systems, volume 504, pp. 1007-1016, Springer, Cham, Izmir, Turkey, Jul, 2022. **(M13)**
- M. Zivkovic, **A. Petrovic**, N. Bacanin, S. Milosevic, V. Veljic, A. Vesic, The COVID-19 Images Classification by MobileNetV3 and Enhanced Sine Cosine Metaheuristics, Chapter in LNDECT Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies: ICMCSI 2022: Mobile Computing and Sustainable Informatics, Springer, volume 126, LNDECT Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies: ICMCSI 2022: Mobile Computing and Sustainable Informatics, volume 126, pp. 937-950, Springer, Singapore, Nepal, Jul, 2022. 016, Springer, Cham, Izmir, Turkey, Jul, 2022. **(M13)**
 - N. Bacanin, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, T. Bezdan, M. Antonijevic, Feature Selection in Machine Learning by Hybrid Sine Cosine Metaheuristics, Chapter in CCIS Communications in Computer and Information Science: ICACDS 2021: Advances in Computing and Data Sciences, Springer, volume 1440, CCIS Communications in Computer and Information Science: ICACDS 2021: Advances in Computing and Data Sciences, volume 1440, pp. 604-616, Springer, Cham, Nashik, India, Oct, 2021. **(M13)**
 - N. Bacanin, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, T. Bezdan, A. Chhabra, Enhanced Salp Swarm Algorithm for Feature Selection, Chapter in LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: INFUS 2021: Intelligent and Fuzzy Techniques for Emerging Conditions and Digital Transformation, Springer, volume 307, LNNS Lecture Notes in Networks and Systems: INFUS 2021: Intelligent and Fuzzy Techniques for Emerging Conditions and Digital Transformation, volume 307, pp. 483-491, Springer, Cham, Istanbul. Turkey, Aug, 2021. **(M13)**

Списак резултата M30

У тренутку писања извештаја, кандидат има један рад у овој категорији који је прихваћен за објављивање, али до овог тренутка још није објављен и то:

- **A. Petrovic**, L. Jovanovic, K. D, N. Bacanin, M. Zivkovic, S. Malisic, Optimizing Convolutional Networks Using a Modified Metaheuristic for Apple Tree Leaf Disease Detection, 2024 32nd Telecommunications Forum (TELFOR), IEEE, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, Nov, 2024. **(M33)**
- L. Jovanovic, N. Jovic, **A. Petrovic**, N. Budimirovic, M. Zivkovic, N. Bacanin, Forecasting Solar Energy Substation Voltages Using Metaheuristic Optimized GRU, 2024 32nd Telecommunications Forum (TELFOR), IEEE, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, Nov, 2024. **(M33)**
- N. Bacanin, L. Jovanovic, M. Djordjevic, **A. Petrovic**, T. Zivkovic, M. Zivkovic, M. Antonijevic, Crop Yield Forecasting Based on Echo State Network Tuned by

- Crayfish Optimization Algorithm, 2024 IEEE International Conference on Contemporary Computing and Communications (InC4), IEEE, Bangalore, India, pp. 1-6, Mar, 2024. (M33)
- N. Bacanin, **A. Petrovic**, L. Jovanovic, M. Zivkovic, T. Zivkovic, M. Sarac, Parkinson's Disease Induced Gain Freezing Detection using Gated Recurrent Units Optimized by Modified Crayfish Optimization Algorithm, 2024 5th International Conference on Mobile Computing and Sustainable Informatics (ICMCSI), IEEE, Lalitpur, Nepal, pp. 1-8, Jan, 2024. (M33)
 - L. Jovanovic, N. Bacanin, M. Zivkovic, M. Antonijevic, **A. Petrovic**, T. Zivkovic, Anomaly detection in ECG using recurrent networks optimized by modified metaheuristic algorithm, 2023 31st Telecommunications Forum (TELFOR), IEEE, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, Nov, 2023. (M33)
 - L. Jovanovic, **A. Petrovic**, T. Zivkovic, M. Antonijevic, N. Bacanin, M. Zivkovic, Exploring the Potential of Generative Adversarial Networks for Synthetic Medical Data Generation, 2023 31st Telecommunications Forum (TELFOR), IEEE, Belgrade, Serbia, pp. 1-4, Nov, 2023. (M33)
 - M. Zivkovic, C. Stoean, **A. Petrovic**, N. Bacanin, I. Strumberger, T. Zivkovic, A Novel Method for COVID-19 Pandemic Information Fake News Detection Based on the Arithmetic Optimization Algorithm, 2021 23rd International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing (SYNASC), pp. 259-266, Dec, 2021. (M33)
 - **A. Petrovic**, J. Perisic, L. Jovanovic, M. Zivkovic, M. Antonijevic, N. Bacanin, Natural Language Processing Approach for Fake News Detection Using Metaheuristics Optimized Extreme Gradient Boosting, 2024 IEEE 3rd World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC), IEEE, Gwalior, India, pp. 252-257, Jul, 2024. (M33)
 - N. Jović, M. Živković, N. Bačanin Džakula, **A. Petrović**, L. Jovanović, Application of Virtual Reality With Production Robotics, Sinteza 2024 - International Scientific Conference on Information Technology, Computer Science, and Data Science, Belgrade, Serbia, pp. 419-424, May, 2024. (M33)
 - L. Jovanovic, M. Zivkovic, N. Budimirovic, **A. Petrovic**, I. Strumberger, N. Bacanin, Metaheuristic Optimized Extreme Gradient Boosting for Solar Flare Prediction, 2023 16th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), IEEE, Nis, Serbia, pp. 183-186, Oct, 2023. (M33)
 - M. Todorovic, **A. Petrovic**, A. Toskovic, M. Zivkovic, L. Jovanovic, N. Bacanin, Multivariate Bitcoin price prediction based on LSTM tuned by hybrid reptile search algorithm, 2023 16th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), IEEE, Nis, Serbia, pp. 195-198, Oct, 2023. (M33)

- **A. Petrovic**, M. Antonijevic, I. Strumberger, L. Jovanovic, N. Savanovic, S. Janicijevic, The XGBoost Approach Tuned by TLB Metaheuristics for Fraud Detection, Proceedings of the 1st International Conference on Innovation in Information Technology and Business (ICIITB 2022), pp. 219-234, Jan, 2023. **(M33)**
- **A. Petrovic**, I. Strumberger, T. Bezdan, H. Shaker Jassim, S. Suleiman Nassor, Cryptocurrency Price Prediction by Using Hybrid Machine Learning and Beetle Antennae Search Approach, 2021 29th Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, pp. 1-4, Nov, 2021. **(M33)**
- A. Vesic, M. Marjanovic, **A. Petrovic**, I. Strumberger, E. Tuba, T. Bezdan, Optimizing Extreme Learning Machine by Animal Migration Optimization, 2022 IEEE Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC), Novi Sad, Serbia, pp. 261-266, May, 2022. **(M33)**
- **A. Petrovic**, I. Strumberger, M. Antonijevic, D. Jovanovic, D. Mladenovic, A. Chhabra, Firefly-Xgboost Approach for Pedestrian Detection, 2022 IEEE Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC), Novi Sad, Serbia, pp. 197-202, May, 2022. **(M33)**
- N. Milutinović, M. Gajević, J. Krstović, A. Petrović, N. Bačanin Džakula, M. Antonijević, Performance of Arithmetic Optimization Algorithm for ELM Tuning Applied to IoT security, pp. 1-4, 2022. **(M33)**
- L. Jovanović, N. Milutinović, M. Gajević, J. Krstović, T. Rashid, A. Petrović, Sine Cosine Algorithm for Simple recurrent neural network Tuning for Stock Market Prediction, pp. 1-4, 2022. **(M33)**
- **A. Petrovic**, N. Bacanin, M. Zivkovic, M. Marjanovic, M. Antonijevic, I. Strumberger, The AdaBoost Approach Tuned by Firefly Metaheuristics for Fraud Detection, 2022 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC), IEEE, pp. 834-839, Jun, 2022. **(M33)**
- M. Milovanović, A. Petrović, H. Shaker Jassim, I. Štrumberger, M. Živković, Plant Classification Using Firefly Algorithm and Support Vector Machine, Sinteza 2022 - International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research, pp. 443-448, 2022. **(M33)**
- **A. Petrović**, M. Jovanović, Place of blockchain in economy, Mar, 2018. **(M33)**
- D. Mitić, M. Jovanović, N. Biga, N. Đaković, **A. Petrović**, Big data and cyber security: contemporary issues, Oct, 2017. **(M33)**
- **A. Petrović**, M. Živković, Integration of Artificial Intelligence with Cloud Services, Sinteza 2019, pp. 381-387, Apr, 2019. **(M33)**
- **A. Petrović**, M. Živković, N. Bačanin Džakula, Singibot - a student services chatbot, Sinteza 2020, Oct, 2020. **(M33)**
- T. Bezdan, **A. Petrovic**, M. Zivkovic, I. Strumberger, V Kanchana Devi, N. Bacanin, Current Best Opposition-Based Learning Salp Swarm Algorithm for Global

Numerical Optimization, 2021 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC), IEEE, pp. 5-10, May, 2021. (M33)

Учешће у пројектима

- Учесник је у пројекту Фонда за науку Републике Србије „Grant No. 7502, *Intelligent Multi-Agent Control and Optimization Applied to Green Buildings and Environmental Monitoring Drone Swarms (ECOSwarm)*“. Информације о пројекту су доступне на: <https://ecoswarm.edu.rs/>

Учешће у организацији научних скупова

- 2025. године је био председавајући студентске сесије конференције Sinteza – sinteza.singidunum.ac.rs
- Члан организационог одбора конференције „*The International Conference on Availability, Reliability and Security - ARES 2025*“. Више информација о конференцији: <https://2025.ares-conference.eu/>

Докторска дисертација кандидата Петровић Александар је урађена на укупно 129 страна, од чега 17 страна чине прилог и списак литературе. Списак литературе обухвата 74 референце које чине научни радови, књиге, зборници радова, као и други електронски извори. Уз основни текст дисертација садржи и 44 илустрације и графикана и 40 табела.

Докторска дисертација кандидата Петровић Александра је била подвргнута провери софтвером за установљивање преклапања/плагијаризма (iThenticate Plagiarism Detection Software).

Укупан процентуални износ запажених преклапања износи 21% дисертације.

Проценат од 21% је прихватљив с обзиром на то да се већина преклапања односе на стриктне формулације из јавно доступних објављених радова кандидата.

непристрасне и тачне провере знања, али и да представи два поступка аутоматизованог оцењивања, који искључују предавача из улоге испитивача, под претпоставком да се на тај начин ојачава непристрасност у поступку оцењивања.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања је анализа исхода примене решења за оптимизацију различитих метода вештачке интелигенције.

Циљ истраживања је проналажење побољшаних верзија алгорита оптимизације ројевима честица (енгл. - *particle swarm optimization* - *PSO*) који ефикасније решавају проблеме из стварног живота. Примењени су различити принципи хибридизације са

другим метахеуристикима и стратегијама иницијализације са циљем проналажења бољег баланса фаза експлорације и експлоатације приликом решавања проблема појединачно. Поред овог алгоритма примењени су и различити метахеуристички оптимизатори како би се перформансе предложених решења за два различита проблема стварног живота могле потврдити. Прва примена предложене методологије се односи на проблеме поморског саобраћаја, односно идентификацију и праћење пловила. Друга примена се бави другачијим али не мање важним проблемом предикције грешке у програмском коду. За оба случаја је поред компаративне анализе са постојећим алгоритмима високих перформанси примењена статистичка валидација резултата и анализа. Резултат истраживања су две нове верзије *PSO* које су представљене и објављене у престижним научним часописима.

3. Хипотетички оквир истраживања

Хипотезе које истраживање потврђује применом научних метода и проналажењем одговора на истраживачка питања којима се тежи потврда тих хипотеза су:

- Могуће је обезбедити проверу и оцењивање степена стечених радних вештина студената аутоматизованим поступком.
- Унапређење *PSO* алгоритма за оптимизацију хиперпараметара у проблемима пловидбе и израде софтвера.
- Предложени радни оквири базирани на више различитих врста решења из области вештачке интелигенције се могу применити у стварном животу са високом прецизношћу.
- Хибридизација је једна од кључних метода за унапређење перформанси постојећих метахеуристичких решења.
- Примена *NLP* метода заједно са метахеуристичким решењима постиже знатно боље резултате.
- Алгоритам *PSO* као и његове две предложене нове верзије показују робусност на свим тестовима као и високу стабилност која одликује овај алгоритам.

4. Методологија истраживања

Методологија примењена у докторској тези примењује различите методе истраживања. Најпре је потребно нагласити да је аналитички метод био главна метода, те да је литература указивала на недостатак имплементација које примењују методе унапређења алгоритама примењених у овом раду. Следећа метода која је пресудна за ово истраживање јесте метода моделовања. Ова метода даје резултат две нове верзије

PSO алгоритма, од којих је једна окренута према оптимизацији проблема поморског саобраћаја и то за класификацију и регресију, а друга верзија је моделована према потребама детекције грешака у програмском коду. Како би остварени резултати, односно остварено унапређење било верификовано, примењене су и статистичке методе заједно са компаративним методама.

Резултати истраживања су верификовани опширним тестирањем које за циљ има да прикаже робусност тестираних решења. Примењени су постојећи скупови података за све извршене експерименте.

Алгоритми поређени у оквиру једног експеримента су тестирани под истим условима што чини подешавања експеримената, скуп података, евалуационе метрике и хардвер на којим су тестови извршени.

Узимајући у обзир опсежност тестова, за одређене метрике су приметни бољи резултати код основне верзије *PSO* алгоритма, који је препознатљив по стабилности. Самим тим, унапредити овај алгоритам и задржати стабилност је изазов. Поред тога што су у неком случају основне верзије биле боље, ти случајеви се могу приписати *NFL* теореме, а узимајући у обзир укупне резултате предложена решења су видно боља од основних верзија, али и других метахеуристика које су тестиране.

5. Кратак приказ садржаја докторске дисертације

Представљено истраживање се односи на проблеме глобалне оптимизације применом алгоритама инспирисаних природним феноменима. Због великог броја експеримената и различитих модела који су тестирани, детаљнији опис структуре рада је представљен у даљем тексту.

По завршетку уводног дела следи прва глава са сврхом представљања две главне групе експеримената. Подела на овај начин представља две групе проблема, поморског саобраћаја и грешака у програмском коду, али је такође битно нагласити да је на овом нивоу могуће поделити докторску дисертацију на два дела по основу врста модификација примењених на *PSO* алгоритам узимајући у обзир да оба случаја примене имају различите захтеве.

Друга глава је посвећена описивању метахеуристичких алгоритама и њихових карактеристика. Поред тога, у наведеној глави су приказани детаљни описи сваког алгоритама који је примењен у обе наведене групе експеримената.

Трећа глава служи да представи остале типове решења из области вештачке интелигенције а који су примењени у овом раду и такође детаљно описани.

Четврта глава је употребљена за предлог промена на основну верзију *PSO* алгоритама и подељено је као и друга глава.

Резултати истраживања су представљени у петој глави.

Коначне закључке је могуће прочитати у шестој глави као и усмерење за наставак истраживања предложених тема.

6. Постигнути резултати и научни допринос докторске дисертације

Истраживање има стручни и научни допринос. Доприноси науци које овај рад даје су:

Увођење стабилног оквира за решавање важних питања у идентификацији и праћењу поморских пловила.

Предлог за робустан механизам заснован на екстремном појачавању градијента (енгл. - *eXtreme gradient boosting* - *XGBoost*) за идентификацију и класификацију морских пловила.

Предлог за приступ заснован на временским серијама који користи дугу краткорочну меморију (енгл. - *long short-term memory* - *LSTM*) мреже за предвиђање путање пловила

Увођење унапређене верзије *PSO* посебно за решавање потреба за подешавање хиперпараметара за *XGBoost* и *LSTM*.

Тумачење модела класификације са најбољим учинком коришћењем објашњивих метода вештачке интелигенције да би се боље разумео значај карактеристика када се решава овај хитан проблем.

Метахеуристички алгоритми замењују напад грубом силом (енгл. - *brute force*) и ручни избор хиперпараметара, користећи теоријски утемељен метод за решавање проблема са великим бројем димензија.

Ови хибридни модели доносе теоријски напредак где метахеуристички алгоритми извршавају задатке подешавања, док модели машинског учења обављају задатак класификације.

Увођење унапређене верзије *PSO* за унапређење проблема детекције грешке у програмском коду.

Интерпретабилност модела омогућава транспарентну оптимизацију сложених модела. Ово је кључно за поверење и одговорност модела за предвиђање грешака у софтверу, у случају да стручњаци за обезбеђење квалитета морају да потврде прогнозе модела.

Коначно, овакав приступ представља велики помак ка аутоматизованим системима за идентификацију софтверских грешака, где се метахеуристички алгоритми могу користити за аутоматизацију многих одлука које обично захтевају људску интервенцију, чиме се смањују трошкови пројекта и повећава поверење у квалитет пројекта.

7. Мишљење и предлог Комисије о докторској дисертацији

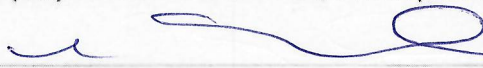
На основу свега изложеног Комисија је мишљења да докторска дисертација кандидата Петровић Александра по својој теми, приступу, структури и садржају рада, квалитету и начину излагања, методологији истраживања, начину коришћења литературе, релевантности и квалитету спроведеног истраживања и донетим закључцима задовољава критеријуме захтеване за докторску дисертацију, те се може прихватити као пододна за јавну одбрану.

Савладавајући укупну оцену докторске дисертације кандидата Петровић Александра под називом „Унапређење алгоритама ројева честина за проблеме класификације и регресије са примерима примене“ Већу Департамента за последипломске студије и Сенату Универзитета Сингидунум предлажемо да прихвати наведену докторску дисертацију и одобри њену јавну одбрану.

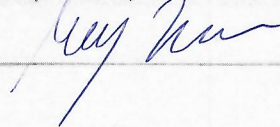
Београд, 30. 5. 2025.

Чланови комисије:

проф. др Милош Станковић, Универзитет Сингидунум



проф. др Миодраг Живковић, Универзитет Сингидунум



проф. др Бонко Николић, Универзитет у Београду

