INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301209

EXPLORING AN LSTM-SARIMA ROUTINE FOR CORE INFLATION FORECASTING

pages 6–12

Dmytro Krukovets, *Postgraduate Student, Department of Computer Science and Cybernetics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, e-mail: dkrukovets@kse.org.ua, ORCID: https://orcid.org/0009-0002-8803-0580*

The object of the research is the Core Inflation Forecasting. The paper investigates the performance of the novel model routine in the exercise of the Core Inflation Forecasting. It aggregates 300+ components into 6 by the similarity of their dynamics using an updated DTW algorithm fine-tuned for monthly time series and the K-Means algorithm for grouping. Then the SARIMA model extracts linear and seasonal components, which is followed by an LSTM model that captures non-linearities and interdependencies. It solves the problem of high-quality inflation forecasting using a disaggregated dataset. While standard and traditional econometric techniques are focused on the limited sets of data that consists just a couple of variables, proposed methodology is able to capture richer part of the volatility comprising more information. The model is compared with a huge pool of other models, simple ones like Random Walk and SARIMA, to ML models like XGBoost, Random Forest and simple LSTM. While all Data Science model shows decent performance, the DTW+K-Means+SARIMA+LSTM routine gives the best RMSE over 1-month ahead and 2-month ahead forecasts, which proves the high quality of the proposed forecasting model and solves the key problem of the paper. It is explained by the model's capability to capture both linear/seasonal patterns from the data using SARIMA part as long as it non-linear and interdependent using LSTM approach. Models are fitted for the case of Ukraine as long as they've been estimated on the corresponding data and may be actively used for further inflation forecasting.

Keywords: dynamic time warping, clustering, K-Means, recurrent neural network, machine learning, core inflation.

References

1. Krukovets, D. (2023). Updated DTW+K-Means approach with LSTM and ARIMA-type models for Core Inflation forecasting. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics and Mathematics, 2,* 214–225. doi: https://doi.org/10.17721/1812-5409.2023/2.38
2. Huwiler, M., Kaufmann, D. (2013). *Combining disaggregate forecasts for inflation: The SNB's ARIMA model.* Swiss National Bank Economic Studies, 7.
3. Mondal, P., Shit, L., Goswami, S. (2014). Study of Effectiveness of Time Series Modeling (Arima) in Forecasting Stock Prices. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications, 4 (2),* 13–29. doi: https://doi.org/10.5121/ijcsea.2014.4202
4. Anggraeni, W., Andri, K. B., Sumaryanto, Mahananto, F. (2017). The Performance of ARIMAX Model and Vector Autoregressive (VAR) Model in Forecasting Strategic Commodity Price in Indonesia. *Procedia Computer Science, 124,* 189–196. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.146
5. Medeiros, M. C., Vasconcelos, G. F. R., Veiga, Á., Zilberman, E. (2019). Forecasting Inflation in a Data-Rich Environment: The Benefits of Machine Learning Methods. *Journal of Business & Economic Statistics, 39 (1),* 98–119. doi: https://doi.org/10.1080/07350015.2019.1637745
6. Profatska, N. (2021). *Standard quality report state statistical observation «changes in prices (tariffs) for consumer goods (services)» 2.06.01.01.* State Statistics Service of Ukraine, 1–11.
7. Krukovets, D., Verchenko, O. (2019). Short-Run Forecasting of Core Inflation in Ukraine: a Combined ARMA Approach. *Visnyk of the National Bank of Ukraine, 248,* 11–20. doi: https://doi.org/10.26531/vnbu2019.248.02
8. Shapovalenko, N. (2021). A Suite of Models for CPI Forecasting. *Visnyk of the National Bank of Ukraine, 252,* 4–36. doi: https://doi.org/10.26531/vnbu2021.252.01
9. Almosova, A., Andresen, N. (2019). *Nonlinear Inflation Forecasting with Recurrent Neural Networks.* European Central Bank (ECB), 1–45.
10. Longo, L., Riccaboni, M., Rungi, A. (2022). A neural network ensemble approach for GDP forecasting. *Journal of Economic Dynamics and Control, 134,* 104278. doi: https://doi.org/10.1016/j.jedc.2021.104278
11. Siami-Namini, S., Tavakoli, N., Siami Namin, A. (2018). A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series. *2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA).* doi: https://doi.org/10.1109/icmla.2018.00227
12. Hyndman, R. J., Khandakar, Y. (2008). Automatic Time Series Forecasting: The Forecast Package for R. *Journal of Statistical Software, 27 (3).* doi: https://doi.org/10.18637/jss.v027.i03
13. Fan, G.-F., Zhang, L.-Z., Yu, M., Hong, W.-C., Dong, S.-Q. (2022). Applications of random forest in multivariable response surface for short-term load forecasting. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 139,* 108073. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2022.108073
14. Kumar, M., Thenmozhi, M. (2014). Forecasting stock index returns using ARIMA-SVM, ARIMA-ANN, and ARIMA-random forest hybrid models. *International Journal of Banking, Accounting and Finance, 5 (3),* 284. doi: https://doi.org/10.1504/ijbaaf.2014.064307

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301317

DEVELOPMENT OF DECISION-MAKING TECHNOLOGY FOR THE PROVISION OF SERVICES IN PROJECT IMPLEMENTATION

pages 13–17

Oksana Mulesa, *Doctor of Technical Science, Professor, Department of Software System, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine, e-mail: Oksana.mulesa@uzhnu.edu.ua, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6117-5846*

Evgen Yakob, *Postgraduate Student, Department of International Economic Relations, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0002-3601-2882*

Petro Valko, *Postgraduate Student, Department of Software System, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0001-9501-0126*

Oleksandra Sviezhentseva, *Department of Information Systems and Technologies, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0001-8891-2594*

Dmytro Marhitych, *Postgraduate Student, Department of Software System, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0446-5238*

The object of research is decision-making processes regarding the provision of services within the framework of cross-border projects.

To achieve the aim of the research, an analysis of the service provision market was first conducted, its features have been revealed and problems arising in the processes of its functioning have been identified. The main problem is to find the optimal distribution of services between performers in the service management system. A mathematical model of the problem of single- and multi-criteria optimization has been developed, where the problem is decomposed into independent sub-problems. The problem is presented in the form of a linear programming problem. Various efficiency criteria of the found distributions are proposed. Depending on the number of criteria, the problem will be a single-criteria Boolean programming problem or a multi-criteria optimization problem. An iterative method for finding the optimal distribution of services has been created, and individual methods are laid out in the form of production rules, which is understandable and allows to gain new knowledge.

Based on the obtained data, a decision-making technology has been developed regarding the distribution of service consumers between performers. At the same time, decision-making methods were used, which allow optimizing the processes of service provision. A systematic approach was used when designing information technology. This made it possible to create an effective and problem-relevant technology that helps in making informed decisions about the distribution of services between participants of cross-border projects. A structural and functional diagram of the decision support system has been developed. Its structural elements are detailed.

The obtained results reflect a thorough analysis of the current state of the services market and the development of effective decision-making technology, which contributes to the optimization of work in the field of cross-border projects. This approach can be useful for various subjects involved in the implementation and coordination of international projects

Keywords: decision-making, linear programming problem, screening, service provision, cross-border project, service consumers, service providers.

References

1. Ranerup, A., Henriksen, H. Z. (2019). Value positions viewed through the lens of automated decision-making: The case of social services. *Government Information Quarterly, 36 (4),* 101377. doi: https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.05.004
2. Ranerup, A., Henriksen, H. Z. (2020). Digital Discretion: Unpacking Human and Technological Agency in Automated Decision Making in Sweden's Social Services. *Social Science Computer Review, 40 (2),* 445–461. doi: https://doi.org/10.1177/0894439320980434
3. Mulesa, O., Horvat, P., Radivilova, T., Sabadosh, V., Baranovskyi, O., Duran, S. (2023). Design of mechanisms for ensuring the execution of tasks in project planning. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (4 (122)),* 16–22. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277585
4. Xu, H., Kuchansky, A., Biloshchytska, S., Tsiutsiura, M. (2021). A Conceptual Research Model for the Partner Selection Problem. *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*. doi: https://doi.org/10.1109/sist50301.2021.9465931
5. Nazarkevych, H., Tsmots, I., Nazarkevych, M., Oleksiv, N., Tysliak, A., Faizulin, O. (2022). Research on the effectiveness of methods adaptive management of the enterprise's goods sales using machine learning methods. *2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. Lviv, 539–542. doi: https://doi.org/10.1109/csit56902.2022.10000447
6. Teslyuk, V., Batyuk, A., Voityshyn, V. (2022). Method of Recommending a Scrum Team Composition for Intermediate Estimation of Software Development Projects. *2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. doi: https://doi.org/10.1109/csit56902.2022.10000432
7. Ogryczak, W. (2000). Multiple criteria linear programming model for portfolio selection. *Annals of Operations Research, 97 (1),* 143–162. doi: https://doi.org/10.1023/a:1018980308807
8. Mulesa, O., Melnyk, O., Horvat, P., Tokar, M., Peresoliak, V., Kumar, H. (2023). Modeling of Decision-Making Processes in the Service Management System. *2023 IEEE 18th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT)*. doi: https://doi.org/10.1109/csit61576.2023.10324217
9. Thaher, T., Chantar, H., Too, J., Mafarja, M., Turabieh, H., Houssein, E. H. (2022). Boolean Particle Swarm Optimization with various Evolutionary Population Dynamics approaches for feature selection problems. *Expert Systems with Applications, 195,* 116550. doi: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116550
10. Syan, C. S., Ramsoobag, G. (2019). Maintenance applications of multi-criteria optimization: A review. *Reliability Engineering & System Safety, 190,* 106520. doi: https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106520

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.300745

DESIGNING AN INTERNET OF THINGS SOLUTION FOR MONITORING VITAL SIGNS

pages 17–24

Iryna Zinko, *Department of Information Systems and Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0000-6118-0023*

Olha Kravchenko, *PhD, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9669-2579, e-mail: kravchenko.olga0803@gmail.com*

Dmytro Syvoglaz, *Postgraduate Student, Department of Information Technologies, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6806-839X*

The object of study is the process of monitoring vital signs using an automated system based on an Internet of Things (IoT) solution. The study investigates and analyses the best existing solutions for continuous monitoring of human health. The research is important in the context of a possible pandemic and general health monitoring.

An IoT model of a solution for monitoring and analyzing vital signs in patients is proposed. The project involves the creation of hardware and software for tracking vital signs. The interaction of the two parts will ensure that the main task is to obtain the result and analyze the indicators of vital functions of the human body. The hardware is implemented using devices for scanning data on heart rate, temperature, saturation, and the ability to track electrocardiograms. It is possible to transmit data on the state of the body. The position of the sensors attached to the body is taken into account in case they come off. The device itself should be placed on the human body in the area of the front chest wall, wrists, and ankles. The device is also programmed to respond to sudden changes in these values. The software implementation is based on a web-based interface. The design of the final solutions for the interaction between the local and intermediate server was implemented using Django and Python. The ability to administer the intermediate server of the client's time zone was written using HTML, CSS, and JavaScript. The use of the IoT solution allows monitoring the indicators of vital functions of the body and their analysis. A scheme of information exchange in the system for monitoring health indicators has been built.

Keywords: vital signs monitoring, client-server architecture, information system, Internet of Things, IoT.

References

1. *Norav medical*. Available at: https://www.noravmedical.com
2. *Cardiomo monitoring heart health*. Available at: https://www.cardiomo.com
3. Shea, S. (2018). *Microcomputer*. Available at: https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcomputer
4. Lutkevich, B. (2019). *Microcontroller*. Available at: https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcontroller
5. *Raspberry Pi*. Available at: https://www.raspberrypi.org
6. *Asus Tinker Board*. Available at: https://www.asus.com/networking-iot-servers
7. *LattePanda*. Available at: https://www.lattepanda.com
8. *Arduino*. Available at: https://www.arduino.cc
9. *Google Trends*. Available at: https://trends.google.com/trends/
10. *e-Health Sensor Shield*. Available at: https://www.arrow.com/en/products/10269/libelium-comunicaciones-distribuidas-sl
11. *The DFRobot heart rate and oximeter sensor integrates the Maxim MAX30102 chip*. Available at: https://wiki.dfrobot.com/Heart_Rate_and_Oximeter_Sensor_V2_SKU_SEN0344
12. *Model JP403 – Medical Temperature Sensor of Adult Body Surface*. Available at: https://www.medical-xprt.com/products/model-jp403-medical-temperature-sensor-of-adult-body-surface-673919
13. *ECG Monitoring with AD8232 ECG Sensor & Arduino*. Available at: https://how2electronics.com/ecg-monitoring-with-ad8232-ecg-sensor-arduino/
14. *ANACONDA*. Available at: https://www.anaconda.com/
15. *Django framework*. Available at: https://www.djangoproject.com
16. *Arduino Software*. Available at: https://www.arduino.cc/en/software/
17. *SQLite*. Available at: https://www.sqlite.org/index.html
18. *Python Developer's Guide*. Available at: https://devguide.python.org/
19. *What is Arduino*. Available at: https://www.kanda.com/what-is-arduino.php
20. *Microcomputer-controlled devices for human implantation*. Available at: https://secwww.jhuapl.edu/techdigest/Content/techdigest/pdf/V04-N02/04-02-Fischell.pdf

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301309

DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED ALGORITHM FOR BINOMIAL ARITHMETIC ADDITION

pages 25–31

Igor Kulyk, *PhD, Associate Professor, Department of Electronics and Computer Technics, Sumy State University, Sumy, Ukraine, e-mail: i.kulyk@ekt.sumdu.edu.ua, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-8671*

Maryna Shevchenko, *PhD, Assistant, Department of Electronics and Computer Technics, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1434-5996*

Anatolii Melnyk, *Senior Research Fellow, Research Center of Missile Troops and Artillery, Sumy, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8466-9718*

Tetyana Protasova, *Senior Lecturer, Department of Electronics and Computer Technics, Sumy State University, Sumy, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8849-2665*

The object of research is the method and algorithm of arithmetic addition of binomial numbers generated by binary binomial counting systems. The lack of binomial arithmetic, in particular the operation of adding binary binomial numbers, in a certain way prevents their introduction into information systems and the construction of information and communication technologies based on them for combinatorial optimization, generation of combinatorial objects, data compression and encryption.

In the framework of the proposed approach, instead of operating with binomial coefficients, only operations with their upper and lower parameters are carried out. At the same time, the weighting coefficients of binary binomial numbers, which are added to each other, are represented in the form of two-component tuples. Taking this into account, this paper presents an algorithm for binomial arithmetic addition using dynamic arrays.

The main idea, which is included in the structure of the algorithm of binomial arithmetic addition based on dynamic arrays, is that the transition from a two-dimensional model of summation to a one-dimensional one is carried out. At the same time, only available, existing binomial coefficients are placed in the dynamic array. Accordingly, the search for binomial coefficients equal to or greater than the quantitative equivalent takes place in much smaller areas. In comparison with the algorithm based on matrix models, this quite significantly reduces the amount of time spent when performing the summation operation, and also reduces the requirements for the amount of memory required for placing two-component tuples of the assembly array.

In the course of the research, a several-fold decrease in the number of machine cycles required to search for the necessary elements in the dynamic array was practically confirmed. This leads to an increase in the performance of the presented algorithm of binomial arithmetic addition based on dynamic arrays. In turn, this leads to the acceleration of solving information tasks of combinatorial optimization, generation of combinatorial objects, data compression and encryption, for the solution of which the operation of adding binary binomial numbers is used.

Keywords: binary binomial numbers, arithmetic addition, binomial arithmetic addition algorithms, dynamic array.

References

1. Stakhov, A. P. (2014). A History, the Main Mathematical Results and Applications for the Mathematics of Harmony. *Applied Mathematics, 5 (3),* 363–386. doi: https://doi.org/10.4236/am.2014.53039
2. Borysenko, O. A. (2007). Chyslo i systemy chyslennia v elektronnykh tsyfrovykh systemakh. *Visnyk SumDU, 4,* 71–76.
3. Butler, T. J., Tsutomu, S. (1997). Redundant Multiple-Valued Number Systems: Report. Defense Technical Information center. *Naval Postgraduate School Monterey CA Dept of Electrical and Computer engineering,* 10. Available at: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA599946.pdf Last accessed: 10.02.2024
4. Borisenko, A. A. (2004). *Binomialnyi schet. Teoriia i praktika*. Sumy: ITD «Universitetskaia kniga», 170.
5. Mezmaz, M., Leroy, R., Melab, N., Tuyttens, D. (2014). A Multi-core Parallel Branch-and-Bound Algorithm Using Factorial Number System. *2014 IEEE 28th International Parallel and Distributed Processing Symposium*. Phoenix, 1203–1212. doi: https://doi.org/10.1109/ipdps.2014.124
6. Cui, X., Cui, X., Ni, Y., Miao, M., Yufeng, J. (2017). An Enhancement of Crosstalk Avoidance Code Based on Fibonacci Numeral System for Through Silicon Vias. *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, 25 (5),* 1601–1610. doi: https://doi.org/10.1109/tvlsi.2017.2651141
7. Borysenko, O., Matsenko, S., Bobrovs, V. (2021). Binomial Number System. *Applied Sciences, 11 (23),* 11110. doi: https://doi.org/10.3390/app112311110
8. Kulik, I. A., Shevchenko, M. S., Grinenko, V. V. (2022). Algoritm skladannia dviikovikh binomialnikh chisel. *Sistemi obrobki informatcii, 2 (169),* 49–57.

9. Kulyk, I. A., Shevchenko, M. S. (2021). Matrychna model skladannia dviikovykh binomialnykh chysel. *Systemy obrobky informatsii, 1 (164),* 45–54.
10. Anderson, Ja. A. (2001). *Discrete mathematics with combinatorics.* Prentice-Hall, Inc., 960.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301706

STUDY OF THE PROCESS OF IDENTIFYING THE AUTHORSHIP OF TEXTS WRITTEN IN NATURAL LANGUAGE

pages 32–37

Yuliia Ulianovska, *PhD, Associate Professor, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5945-5251*

Oleksandr Firsov, *PhD, Associate Professor, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6528-6447*

Victoria Kostenko, *Senior Lecturer, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: viktko@ukr.net, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3847-2110*

Oleksiy Pryadka, *Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0009-2835-8569*

The object of the research is the process of identifying the authorship of a text using computer technologies with the application of machine learning. The full process of solving the problem from text preparation to evaluation of the results was considered. Identification of the authorship of a text is a very complex and time-consuming task that requires maximum attention. This is because the identification process always requires taking into account a very large number of different factors and information related to each specific author. As a result, various problems and errors related to the human factor may arise in the identification process, which may ultimately lead to a deterioration in the results obtained.

The subject of the work is the methods and means of analyzing the process of identifying the authorship of a text using existing computer technologies. As part of the work, the authors have developed a web application for identifying the authorship of a text. The software application was written using machine learning technologies, has a user-friendly interface and an advanced error tracking system, and can recognize both text written by one author and that written in collaboration.

The effectiveness of different types of machine learning models and data fitting tools is analyzed. Computer technologies for identifying the authorship of a text are defined. The main advantages of using computer technology to identify text authorship are:

– Speed: computer algorithms can analyze large amounts of text in an extremely short period of time.

– Objectivity: computer algorithms use only proven algorithms to analyze text features and are not subject to emotional influence or preconceived opinions during the analysis process.

The result of the work is a web application for identifying the authorship of a text developed on the basis of research on the process of identifying the authorship of a text using computer technology.

Keywords: normalization, toning, lemmatization, stop word, machine learning, classical model, deep model, LSTM, GRU, web-application.

References

1. Bengfort, B., Bilbro, R., Ojeda, T. (2018). *Applied Text Analysis with Python.* O'Reilly Media, Inc., 330.
2. Yülüce, İ., Dalkılıç, F. (2022). Author Identification with Machine Learning Algorithms. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, 6 (1),* 45–50. doi: https://doi.org/10.36287/ijmsit.6.1.45
3. Lupey, M. (2020). Determining the author's affiliation of a Ukrainian-language text using a neuro-system for determining the affiliation of a text. *Science and Education a New Dimension, VIII (233) (28),* 34–37. doi: https://doi.org/10.31174/send-nt2020-233viii28-07
4. Podshyvalenko, B. O. (2021). Zastosuvannia metodiv statystychnoho analizu dlia rozviazannia zadachi identyfikatsii tekstiv. *Radioelektronika ta molod u XXI stolitti, 7 (10),* 65–66.
5. Gupta, S. T., Sahoo, J. K., Roul, R. K. (2019). Authorship Identification using Recurrent Neural Networks. *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Information System and Data Mining,* 133–137. doi: https://doi.org/10.1145/3325917.3325935
6. Zhao, Y., Zobel, J. (2007). Searching with Style. *Authorship Attribution in Classic Literature, 148,* 89–111.
7. *Statystychnyi analiz.* Available at: https://stud.com.ua/49878/marketing/statistichniy_analiz
8. *What is machine learning (ML)?* Available at: https://www.ibm.com/topics/machine-learning
9. *Slovnyk NLP.* Available at: https://medium.com/
10. *Windows Machine Learning (WinML).* Available at: https://learn.microsoft.com/en-us/windows/ai/windows-ml/
11. Lamiae, H. (2020). *Classical ML vs. Deep Learning.* Available at: https://lamiae-hana.medium.com/classical-ml-vs-deep-learning-f8e28a52132d
12. *Scikit-learn User Guide.* Available at: https://scikitlearn.org/stable/user_guide.html
13. Lendave, V. (2021). *LSTM Vs GRU in Recurrent Neural Network: A Comparative Study.* Available at: https://analyticsindiamag-com.translate.goog/lstm-vs-gru-in-recurrent-neural-network-a-comparative-study/

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.302396

INVESTIGATION OF APPROACHES TO DESIGNING COMPLEX DATABASE STRUCTURES IN SYSTEMS OF INTEGRATED MONITORING OF ENVIRONMENTAL, ECONOMIC, ENERGY AND SOCIAL PARAMETERS OF THE TERRITORY

pages 38–43

Volodymyr Slipchenko, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Digital Technologies in Energy, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3405-0781*

Liubov Poliahushko, *PhD, Department of Digital Technologies in Energy, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3287-8523, e-mail: liubovpoliagushko@gmail.com*

Olha Krush, *Department of Digital Technologies in Energy, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8792-2515*

Volodymyr Rudyk, *Department of Digital Technologies in Energy, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0004-4774-6579*

The object of research is the traditional and universal approach of designing the database structure in systems of integrated monitoring of ecological, economic, energy and social parameters of the territory, which include diverse data from various subject areas. In the course of the study, an analysis was performed based on a set of criteria such as scalability, ease of updating data, absence of empty fields, volume of the database, number of tables and fields, ease and speed of execution of requests for a sample set of indicators of the research object. The comparison of these approaches took place on the example of water resources monitoring, since it has several subsystems and a large number of indicators that are used for assessment. It is established that the proposed universal approach to designing complex database structures made it possible to reduce the volume of the database by 2.25 times due to the absence of empty fields. In particular, in the considered example, the filling factor of the database with the traditional approach is 1.75 times less than with the proposed universal approach. It should be noted that the rate of table filling for the traditional design approach can vary depending on the number of indicator values, while the table filling rate for the universal approach is always close to 100 %. Also, the proposed database design approach makes it possible to speed up data loading and processing. For example, with the same volume of significant information, the minimum speed of sampling the characteristics of one research object is 3.87 times greater in a database developed according to the principles of the universal approach than according to the rules of the traditional approach. The proposed structure of the database is successfully used in the system of complex eco-energy-economic monitoring. The developed structure of the database can serve as an effective basis for the formation of an electronic data bank at the level of the enterprise, region and country.

Keywords: database design, database structure, complex monitoring, environment, public health.

References

1. Slipchenko, V. H., Poliahushko, L. H., Krush, O. Ye. (2021). The system of complex eco-energy-economic monitoring to optimize management decisions (region, district and city). *Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 4 (268)*, 13–20. doi: https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-268-4-13-20
2. Slipchenko, V., Poliahushko, L., Krush, O. (2022). Developing an automated system for collecting various information in the system of complex eco-energy-economic monitoring. *Technology Audit and Production Reserves, 3 (2 (65))*, 11–18. doi: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.259069
3. Xia, J., Lin, L., Lin, J., Nehal, L. (2014). Development of a GIS-Based Decision Support System for Diagnosis of River System Health and Restoration. *Water, 6 (10)*, 3136–3151. doi: https://doi.org/10.3390/w6103136
4. Kuznichenko, S. D., Buchynska, I. V. (2021). *Modeli, metody ta instrumentalni zasoby bahatokryterialnoho analizu rishen v heoinformatsiinykh systemakh*. Zhytomyr: TOV «505», 202.
5. Halchenko, N. P., Kozar, V. I. (2019).The structure of the data bases for the provision of geoinformation monitoring of the nature reserve fund lands. *Ekolohichna bezpeka, 1 (27)*, 32–37.
6. Saranenko, I. I. (2018). Stvorennia bazy danykh ekolohichnoho stanu hruntiv u MICROSOFT ACCESS. *Ekolohichni nauky, 2 (21)*, 74–80.
7. Sanhinova, O. V., Kraieva, K. O., Andriiuk, V. K., Arkhipova, A. O. (2018). Database of water bodies and services of the water quality monitoring system. *Computer modeling for chemistry, technologies and sustainable development systems*. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 214–216.
8. *Ekolohichnyi monitorynh dovkillia*. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. Available at: https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichnyj-monitoryng-dovkillya/ Last accessed: 15.03.2023
9. Vangu, G. M., Croitoru, A., Mitrache, M., Dima, N. (2023). Design of a GIS Database for Surface Mining. *Journal of Applied Engineering Sciences, 13 (2)*, 289–296. doi: https://doi.org/10.2478/jaes-2023-0037
10. *«Vidkryte dovkillia»*. Ofitsiinyi portal ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv. Available at: http://openenvironment.org.ua/index.htm?sl=UA Last accessed: 15.03.2023
11. *What is Risk Based Corrective Action (RBCA)?* Atlantic RBCA. Available at: https://atlanticrbca.com/faq/what-is-risk-based-corrective-action-rbca/ Last accessed: 14.09.2021
12. *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl «Hihiienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoi dlia spozhyvannia liudynoiu» (DSanPiN 2.2.4-171-10)* (2010). Nakaz MOZ Ukrainy No. 400. 12.05.2010. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text Last accessed: 15.03.2023
13. *Osnovy rozrobky baz danykh*. Microsoft. Available at: https://support.microsoft.com/uk-ua/topic/%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8-%D0%B1%D0%B0%D0%B7-%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85-eb2159cf-1e30-401a-8084-bd4f9c9ca1f5#bmterms Last accessed: 15.03.2023
14. *Shchodo yakosti pytnoi vody*. Sait Kyivvodokanal. Available at: https://www.vodokanal.kiev.ua/shhodo-yakosti-pytnoi-vody Last accessed: 16.04.2024

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.302394

DEVELOPMENT OF A ROUTING METHOD FOR GROUND-AIR AD-HOC NETWORK OF SPECIAL PURPOSE

pages 44–51

Robert Bieliakov, *PhD, Associate Professor, Scientific-Organizational Department, Military Institute of Telecommunication and Information technologies named after the Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, e-mail: france417@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9882-3088*

The object of the study is the process of forming control decisions to ensure the operation of the ground-air communication network routing subsystem based on neural network algorithms. The carried-out research is based on the application of the numerical-analytical approach to the selection of modern scientific and applied solutions for building management models for promising Ad-Hoc communication networks. In the Google Collab simulation environment, using the Python programming language, it was possible: firstly, to simulate the operation of a ground-to-air communication network based on previously obtained models and a routing process management system based on the FA-OSELM algorithm. Secondly, in accordance with the scenario of route construction and maintenance described in the article, to experimentally determine the communication metrics of the proposed method of intelligent routing of the ground-air Ad-Hoc special-purpose network, in order to assess its efficiency, adequacy and reliability of the results obtained. Thus, in order to evaluate the

effectiveness of the proposed solutions, a comparative analysis of the application of three existing routing methods (FLCA, Q-Routing, Neuro Routing) used in Ad-Hoc networks relative to the developed method was conducted.

The result of the experiment showed that the proposed routing method MAODV-FA-OSELM provides significant advantages over analogs. Thus, the method exhibits the best network throughput (2.12e+06), the lowest average network latency (0.12), the lowest packet loss (6.32), the lowest bit error rate (2.41), and the lowest overhead (0.10e+06). However, it should be noted that a promising direction of further research may be the study of the computational complexity of the routing management process and the determination of the minimum allowable representative sample of initial data to ensure online decision-making.

Keywords: ground-air communication network, neural network, machine learning with reinforcement, routing method, throughput.

References

1. Aftanaziv, I. S., Strohan, O. I., Shevchuk, L. I., Strutynska, L. R. (2024). Specifying the coordinates of enemy UAVs by means of kinematic design. *Scientific Bulletin of UNFU, 34 (1),* 53–60. doi: https://doi.org/10.36930/40340108
2. Valuiskyi, S. V. (2011). Efektyvnist zastosuvannia povitrianykh retransliatoriv dlia pidvyshchennia strukturnoi nadiinosti bezprovodovykh epizodychnykh merezh. *Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoho instytutu Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka, 32,* 98–103.
3. Santoso, F., Garratt, M. A., Anavatti, S. G. (2018). State-of-the-Art Intelligent Flight Control Systems in Unmanned Aerial Vehicles. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 15 (2),* 613–627. doi: https://doi.org/10.1109/tase.2017.2651109
4. Romanyuk, V., Stepanenko, E. (2019). Decision model for air network management. *Scientific Collection of the MITIT, 3,* 84–95.
5. Bieliakov, R. (2023). The problem of integrating the FANET class air network into a special purpose mobile communication network. *Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production, 53,* 263–276. doi: https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-40
6. Minochkin, A. I., Romaniuk, V. A. (2003). Upravlinnia topolohiieiu mobilnoi radiomerezhi. *Zviazok, 2,* 28–33.
7. Topology Control (2005). *Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks.* John Wiley & Sons, Ltd., 27–36. doi: https://doi.org/10.1002/0470094559.ch3
8. Topology Control (2020). *Encyclopedia of Wireless Networks.* Springer International Publishing, 1403. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-78262-1_300657
9. Tepšić, D. M., Veinović, M. Đ. (2015). Classification of MANET routing protocols. *Vojnotehnicki Glasnik, 63 (1),* 84–101. doi: https://doi.org/10.5937/vojtehg63-5706
10. Kumar, A., Hans, R. (2015). Performance Analysis of DSDV, I-DSDV, OLSR, ZRP Proactive Routing Protocol in Mobile AdHoc Networks in IPv6. *International Journal of Advanced Science and Technology, 77,* 25–36. doi: https://doi.org/10.14257/ijast.2015.77.03
11. Bieliakov, R. O., Fesenko, O. D. (2023). Evaluation of the efficiency OLSR, AODV, DSDV, MAODV routing protocols in special MANET class networks. *Visnyk of Kherson National Technical University, 3 (86),* 75–82. doi: https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.3.10
12. Romaniuk, V. A., Minochkin, A. I. (2006). Marshrutyzatsiia v mobilnykh radiomerezhakh – problema i shliakhy yii vyrishennia. *Zviazok, 7,* 49–55.
13. Tan, X., Zuo, Z., Su, S., Guo, X., Sun, X., Jiang, D. (2020). Performance Analysis of Routing Protocols for UAV Communication Networks. *IEEE Access.* doi: https://doi.org/10.1109/access.2020.2995040
14. da Costa, L. A. L. F., Kunst, R., Pignaton de Freitas, E. (2021). Q-FANET: Improved Q-learning based routing protocol for FANETs. *Computer Networks, 198,* 108379. doi: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.108379
15. Bieliakov, R. (2024). Hierarchical model of intelligent management of special purpose ground-air communication network. *Computer-integrated technologies: education, science, production, 54,* 225–235. doi: https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-54-28
16. Bieliakov, R., Fesenko, O. (2023). Mobility model of a special purpose terrestrial communication network. *Computer-integrated technologies: education, science, production, 51,* 130–138. doi: https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-51-17
17. Bieliakov, R., Fesenko, O. (2023). FANET management process simulation at the deployment and operation stage. *Technology Audit and Production Reserves, 5 (2 (73)),* 40–47. doi: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.290033
18. Romaniuk, V. A., Bieliakov, R. O. (2023). Objective control functions of FANET communication nodes of land-air network. *Computer-integrated technologies: education, science, production, 50,* 125–130. doi: https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-50-19
19. Ogier, R., Templin, F., Lewis, M. (2004). *Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding (TBRPF).* RFC Editor. doi: https://doi.org/10.17487/rfc3684
20. Sensarma, D. (2015). AQTR: The Ant Based Qos Aware Improved Temporally Ordered Routing Algorithm for MANETs. *SSRN Electronic Journal.* doi: https://doi.org/10.2139/ssrn.2556278
21. Guizani, B., Ayeb, B., Koukam, A. (2011). Hierarchical cluster-based link state routing protocol for large self-organizing networks. *2011 IEEE 12th International Conference on High Performance Switching and Routing.* doi: https://doi.org/10.1109/hpsr.2011.5986027
22. Santhi, K. (2019). Fuzzy Logic Based Raodv Routing Protocol. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 8 (4),* 7919–7924. doi: https://doi.org/10.35940/ijrte.c4163.118419
23. Singh, A., Singh, D. (2023). Genetic Algorithm-Based Secure Routing Protocol for Wireless Sensor Networks. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH), 1 (1),* 46–52. doi: https://doi.org/10.47392/irjaeh.2023.007
24. Nandy, A., Biswas, M. (2017). Reinforcement Learning Basics. *Reinforcement Learning.* Apress, 1–18. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3285-9_1
25. Bitaillou, A., Parrein, B., Andrieux, G. (2020). *Q-routing: From the Algorithm to the Routing Protocol. Machine Learning for Networking.* Springer International Publishing, 58–69. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-45778-5_5
26. Chinagolum, A. I., Hyacenth, C. A., Callistus, W. U. C. (2018). Intelligent Routing Algorithm Using Antnet. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development, 3 (1),* 306–314. doi: https://doi.org/10.31142/ijtsrd18990
27. Chaudhari, S. (2021). A survey on multipath routing techniques in wireless sensor networks. *International Journal of Networking and Virtual Organisations, 24 (3),* 267. doi: https://doi.org/10.1504/ijnvo.2021.10038833
28. Jiang, X., Liu, J., Chen, Y., Liu, D., Gu, Y., Chen, Z. (2014). Feature Adaptive Online Sequential Extreme Learning Machine for lifelong indoor localization. *Neural Computing and Applications, 27 (1),* 215–225. doi: https://doi.org/10.1007/s00521-014-1714-x
29. Yamin, S., Permuter, H. H. (2024). Multi-agent reinforcement learning for network routing in integrated access backhaul networks. *Ad Hoc Networks, 153,* 103347. doi: https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2023.103347

MATHEMATICAL MODELING

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301207

TESTING THE SUITABILITY OF VECTOR NORMALIZATION PROCEDURE IN TOPSIS METHOD: APPLICATION TO WHEEL LOADER SELECTION

pages 52–62

Mohamed Bouhedja, *Postgraduate Student, Laboratory of Applied Mathematics, University of Badji Mokhtar, Annaba, Algeria, e-mail: bouhedjamohamed90@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0000-0894-2316*

Samir Bouhedja, *PhD, Senior Lecturer, Laboratory of Environment, Water, Geomechanics, and Structures, University of Sciences and Technology – Houari Boumediene, Algiers, Algeria, ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6645-6070*

Aissa Benselhoub, *Associate Researcher, Environmental Research Center, Environment, Modeling and Climate Change Division, Annaba, Algeria, e-mail: benselhoub@yahoo.fr, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5891-2860*

The object of the research consists of testing the suitability of the vector normalization procedure (NP) in the Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS) method. One of the most problematic steps of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) process is related to the application of NPs by default to transform different measurement units of criteria into a comparable unit. This is because of the absence of a universal agreement that defines which NP is the most suitable for a given MCDM method. In the literature, there are thirty-one available NPs, each one of them has its strengths and weaknesses and, accordingly, can efficiently be applied to an MCDM method and even worst to another. Let's note that many NPs (e. g., NPs of sum, max-min, vector, and max) have been used by default (i. e., without suitability study) in the TOPSIS method. Consequently, outcomes of multi-criteria evaluation and rankings of alternatives considered in the decision problems could have led to inconsistent solutions, and, therefore, decision-makers could have made irrational or inappropriate decisions. That's why suitability studies of NPs become indispensable. Moreover, a description of the methodology, proposed in this research, is outlined as follows:

1) method of weighting based on an ordinal ranking of criteria and Lagrange multiplier (for determining criteria weights);

2) TOPSIS method (for ranking considered alternatives);

3) a statistical approach with 3-estimate (for comparing effects generated by the used NPs).

In the research, twelve different NPs are compared to each other in the TOPSIS method via a numerical example, which deals with the wheel loader selection problem. The results of the comparison indicate that, amongst the twelve different NPs analyzed in this suitability study, vector NP has the lesser effect on the considered alternatives' evaluation outcomes, when used with the TOPSIS method. The vector NP-TOPSIS approach can therefore be applied to solve multi-criteria decision problems. Its application further allows the decision-makers and users to better select efficient solutions and, consequently, to make conclusive decisions.

Keywords: multi-criteria decision-making, wheel loader selection, normalization procedures, TOPSIS, statistical approach.

References

1. Saaty, T. L., Ergu, D. (2015). When is a Decision-Making Method Trustworthy? Criteria for Evaluating Multi-Criteria Decision-Making Methods. *International Journal of Information Technology & Decision Making, 14 (6),* 1171–1187. doi: https://doi.org/10.1142/s021962201550025x
2. Roberts, F. S. (1979). *Measurement theory – Encyclopedia of mathematics and its applications*. Boston: Addisson-Wesly.
3. Pomerol, J. C., Barba-Romeo, S. (1993). *Multi-criteria choice in the enterprise: Principles and practice*. Paris: Hermès Edition.
4. Zavadskas, E. K., Turskis, Z. (2008). A New Logarithmic Normalization Method in Games Theory. *Informatica, 19 (2),* 303–314. doi: https://doi.org/10.15388/informatica.2008.215
5. Tofallis, C. (2014). Add or Multiply? A Tutorial on Ranking and Choosing with Multiple Criteria. *INFORMS Transactions on Education, 14 (3),* 109–119. doi: https://doi.org/10.1287/ited.2013.0124
6. Pavlicic, D. (2000). Normalization of attribute values in MADM violates the conditions of consistent choice. *Yugoslav Journal of Operations Research, 10 (1),* 109–122.
7. Pavlicic, D. (2001). Normalization affects the results of MADM methods. *Yugoslav Journal of Operations Research, 11 (2),* 251–265.
8. Mokotoff, E., Garcia-Vázquez, E., Pérez-Navarro, J. (2010). Normalization procedures on multi-criteria decision making: An example on environment problems. *12th International Conference on Enterprise Information Systems – Artificial Intelligence and Decision Support Systems*. Portugal, 206–2011. doi: https://doi.org/10.5220/0002896102060211
9. Eftekhary, M., Gholami, P., Safari, S., Shojaee, M. (2012). Ranking Normalization Methods for Improving the Accuracy of SVM Algorithm by DEA Method. *Modern Applied Science, 6 (10)*. doi: https://doi.org/10.5539/mas.v6n10p26
10. Yazdani, M., Jahan, A., Zavadskas, E. K. (2017). Analysis in material selection: Influence of normalization tools on COPRAS-G. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 51 (1),* 59–74.
11. Palczewski, K., Sałabun, W. (2019). Influence of various normalization methods in PROMETHEE II: an empirical study on the selection of the airport location. *Procedia Computer Science, 159,* 2051–2060. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.378
12. Milani, A. S., Shanian, A., Madoliat, R., Nemes, J. A. (2004). The effect of normalization norms in multiple attribute decision making models: a case study in gear material selection. *Structural and Multidisciplinary Optimization, 29 (4),* 312–318. doi: https://doi.org/10.1007/s00158-004-0473-1
13. Zavadskas, E. K., Zakarevicius, A., Antucheviciene, J. (2006). Evaluation of Ranking Accuracy in Multi-Criteria Decisions. *Informatica, 17 (4),* 601–618. doi: https://doi.org/10.15388/informatica.2006.158
14. Chakraborty, S., Yeh, C. H. (2009). A simulation comparison of normalization procedures for TOPSIS. *International Conference on Computers and Industrial Engineering, France, Troyes, Proceedings,* 1815–1820. doi: https://doi.org/10.1109/iccie.2009.5223811
15. Liao, Y., Liu, L., Xing, C. (2012). Investigation of different normalization methods for TOPSIS. *Transactions of Beijing – Institute of Technology, 32 (5),* 871–875.
16. Özdağoğlu, A. (2013). The effects of different normalization methods to decision making process in TOPSIS. *EGE Academic Review, 13 (2),* 245–257.
17. Salabun, W. (2013). The mean error estimation of TOPSIS method using a fuzzy reference models. *Journal of Theoretical and Applied Computer Science, 7 (3),* 40–50.
18. Çelen, A. (2014). Comparative Analysis of Normalization Procedures in TOPSIS Method: With an Application to Turkish Deposit Banking Market. *Informatica, 25 (2),* 185–208. doi: https://doi.org/10.15388/informatica.2014.10

19. Chatterjee, P., Chakraborty, S. (2014). Investigating the Effect of Normalization Norms in Flexible Manufacturing Sytem Se-lection Using Multi – Criteria Decision – Making Methods. *Journal of Engineering Science and Technology Review, 7 (3),* 141–150. doi: https://doi.org/10.25103/jestr.073.23
20. Lakshmi, T. M., Venkatesan, V. P. (2014). A Comparison of Various Normalization in Techniques for Order Performance by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). *International Journal of Computing Algorithm, 3 (3),* 255–259. doi: https://doi.org/10.20894/ijcoa.101.003.003.023
21. Podviezko, A., Podvezko, V. (2015). Influence of Data Transformation on Multicriteria Evaluation Result. *Procedia Engineering, 122,* 151–157. doi: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.019
22. Aires, R. F. D. F., Ferreira, L. (2016). Rank reversal in TOPSIS method: A comparative analysis of normalization procedures. *Brazilian Symposium on Operational Research, 48,* 448–459.
23. Vafaei, N., Ribeiro, R. A., Matos, L. M. C. (2018). Data normalisation techniques in decision making: case study with TOPSIS method. *International Journal of Information and Decision Sciences, 10 (1),* 19–38. doi: https://doi.org/10.1504/ijids.2018.090667
24. Jafaryeganeh, H., Ventura, M., Guedes Soares, C. (2020). Effect of normalization techniques in multi-criteria decision making methods for the design of ship internal layout from a Pareto optimal set. *Structural and Multidisciplinary Optimization, 62 (4),* 1849–1863. doi: https://doi.org/10.1007/s00158-020-02581-9
25. Krishnan, A. R., Hamid, M. R., Tanakinjal, G. H., Asli, M. F., Boniface, B., Ghazali, M. F. (2023). An investigation to offer conclusive recommendations on suitable benefit/cost criteria-based normalization methods for TOPSIS. *MethodsX, 10,* 102227. doi: https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102227
26. Bauer, P. W., Berger, A. N., Ferrier, G. D., Humphrey, D. B. (1998). Consistency Conditions for Regulatory Analysis of Financial Institutions: A Comparison of Frontier Efficiency Methods. *Journal of Economics and Business, 50 (2),* 85–114. doi: https://doi.org/10.1016/s0148-6195(97)00072-6
27. Bouhedja, A., Pousin, J. (2017). A new method for determining the weights in multi-criteria decision making based on ordinal ranking of criteria and Lagrange multiplier. *Metallurgical and Mining Industry, 5 (1),* 22–31.
28. Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications.* Berlin: Springer – Verlag. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9
29. Bouhedja, S., Boukhaled, A., Bouhedja, A., Benselhoub, A. (2020). Use of the TOPSIS technique to choose the best supplier of quarry natural aggregate. *Mining of Mineral Deposits, 14 (1),* 11–18. doi: https://doi.org/10.33271/mining14.01.011
30. Tzeng, G.-H., Chen, T.-Y., Wang, J.-C. (1998). A weight-assessing method with habitual domains. *European Journal of Operational Research, 110 (2),* 342–367. doi: https://doi.org/10.1016/s0377-2217(97)00246-4
31. Yeh, C. (2003). The Selection of Multiattribute Decision Making Methods for Scholarship Student Selection. *International Journal of Selection and Assessment, 11 (4),* 289–296. doi: https://doi.org/10.1111/j.0965-075x.2003.00252.x
32. Vyas Gayatri, S., Misal Chetan, S. (2013). Comparative study of different multi-criteria decision-making methods. *International Journal on Advanced Computer Theory and Engineering, 2 (4),* 9–12.
33. Velasquez, M., Hester, P. T. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research, 10 (2),* 56–66.
34. Shih, H.-S., Shyur, H.-J., Lee, E. S. (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and Computer Modelling, 45 (7-8),* 801–813. doi: https://doi.org/10.1016/j.mcm.2006.03.023
35. Opricovic, S., Tzeng, G.-H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research, 156 (2),* 445–455. doi: https://doi.org/10.1016/s0377-2217(03)00020-1
36. Stanujkić, D., Đorđević, B., Đorđević, M. (2013). Comparative analysis of some prominent MCDM methods: A case of ranking Serbian banks. *Serbian Journal of Management, 8 (2),* 213–241. doi: https://doi.org/10.5937/sjm8-3774
37. Yoon, K., Hwang, C.-L. (1985). Manufacturing plant location analysis by multiple attribute decision making: part I – single-plant strategy. *International Journal of Production Research, 23 (2),* 345–359. doi: https://doi.org/10.1080/00207548508904712
38. Batanovic, V.; Colson, G., De Bruin, C. (Eds.) (1989). Multicriteria evaluation of an urban traffic control system: Belgrade case study. *Models and Methods in multiple criteria decision making.* Pergamon Press, 1411–1417. doi: https://doi.org/10.1016/b978-0-08-037938-8.50021-5
39. Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (2005). *Multiple criteria decision analysis: State of the art survey.* Boston: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/b100605
40. Alias, M. A., Hashim, S. Z. M., Samsudin, S. (2008). Multi-criteria decision making and its applications: Literature review. *Jurnal Teknologi Maklumat, 20 (2),* 129–152.
41. Tzeng, G. H., Huang, J. J. (2011). *Multiple attribute decision making.* New York: CRC Press. doi: https://doi.org/10.1201/b11032
42. Behzadian, M., Khanmohammadi Otaghsara, S., Yazdani, M., Ignatius, J. (2012). A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications, 39 (17),* 13051–13069. doi: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056
43. Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on mcdm/madm methods. *Technological and Economic Development of Economy, 20 (1),* 165–179. doi: https://doi.org/10.3846/20294913.2014.892037
44. Mardani, A., Jusoh, A., Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 28 (1),* 516–571. doi: https://doi.org/10.1080/1331677x.2015.1075139
45. Zavadskas, E. K., Govindan, K., Antucheviciene, J., Turskis, Z. (2016). Hybrid multiple criteria decision-making methods: a review of applications for sustainability issues. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 29 (1),* 857–887. doi: https://doi.org/10.1080/1331677x.2016.1237302
46. Sitorus, F., Cilliers, J. J., Brito-Parada, P. R. (2019). Multi-criteria decision making for the choice problem in mining and mineral processing: Applications and trends. *Expert Systems with Applications, 121,* 393–417. doi: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.12.001
47. Ross, S. M. (2014). *Introduction to probability and statistics for engineers and scientists.* Academic Press Publications of Elsevier Incorporation. doi: https://doi.org/10.1016/c2013-0-19397-x
48. Chouafa, M., Idres, A., Bouhedja, A., Talhi, K. (2015). Chemical treatment of Kaolin: Case study of Kaolin from the Tamazert-Jijel mine. *Mining Science, 22 (1),* 173–182. doi: https://doi.org/10.5277/msc152214
49. Zha, S., Guo, Y., Huang, S., Wang, S. (2020). A Hybrid MCDM Method Using Combination Weight for the Selection of Facility Layout in the Manufacturing System: A Case Study. *Mathematical Problems in Engineering, 2020,* 1–16. doi: https://doi.org/10.1155/2020/1320173
50. Jahan, A., Edwards, K. L. (2015). A state-of-the-art survey on the influence of normalization techniques in ranking: Improving the materials selection process in engineering design. *Materials & De-*

sign (1980-2015), 65, 335–342. doi: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.09.022

51. Van Delft, A., Nijkamp, P. (1977). *Multi-criteria analysis and regional decision making*. Leiden: Martinus Nijhoft Publishing.
52. Körth, H. (1969). Taking into account multiple objective functions when optimizing production planning. *Mathematics and Economics, 6*, 184–201.
53. Stopp, F. (1975). Variants comparison through matrix games. *Journal of Leipzig Civil Engineering Institute, Brochure 2*, 117.
54. Farag, M. M. (1997). *Materials selection for engineering design*. London: Prentice Hall.
55. Weitendorf, D. (1976). *Contribution to optimizing the spatial structure of a building. Institute of Architecture and Construction*. Weimar.
56. Peldschus, F., Vaigauskas, E., Zavadskas, E. K. (1983). Technological decisions when taking into account multiple goals. *Construction Planning – Construction Technology, 37 (4),* 173–175.
57. Lai, Y. J., Hwang, C. L. (1994). *Fuzzy multiple objective decision making: Methods and applications*. Berlin: Springer-Verlag. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-57949-3_3
58. Zeng, Q.-L., Li, D.-D., Yang, Y.-B. (2013). VIKOR Method with Enhanced Accuracy for Multiple Criteria Decision Making in Healthcare Management. *Journal of Medical Systems, 37 (2)*. doi: https://doi.org/10.1007/s10916-012-9908-1
59. Vavrek, R. (2019). Evaluation of the Impact of Selected Weighting Methods on the Results of the TOPSIS Technique. *International Journal of Information Technology & Decision Making, 18 (6),* 1821–1843. doi: https://doi.org/10.1142/s021962201950041x
60. Huang, J.-H., Peng, K.-H. (2012). Fuzzy Rasch model in TOPSIS: A new approach for generating fuzzy numbers to assess the competitiveness of the tourism industries in Asian countries. *Tourism Management, 33 (2),* 456–465. doi: https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.05.006

INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301209

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕДУРИ LSTM-SARIMA ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ БАЗОВОЇ ІНФЛЯЦІЇ (стор. 6–12)

Круковець Д. Ю.

Об'єктом дослідження є прогнозування базової інфляції. У роботі досліджується ефективність нової моделі під час прогнозування базової інфляції. Вона об'єднує понад 300 компонентів у 6 за схожістю їх динаміки за допомогою оновленого алгоритму DTW, налаштованого на місячні часові ряди, та алгоритму K-Means для групування. Надалі модель SARIMA виділяє лінійні та сезонні компоненти, за якими слідує модель LSTM, котра пояснює нелінійності та взаємозалежності. Це вирішує проблему високоякісного прогнозування інфляції на дизагрегованому датасеті. У той час як стандартні та традиційні економетричні методи зосереджені на обмежених наборах даних, які складаються лише з кількох змінних, запропонована методологія здатна охопити більшу частину волатильності, що містить більше інформації. Модель порівнюється з великою кількістю інших моделей, простих, таких як Random Walk і SARIMA, до моделей ML, таких як XGBoost, Random Forest і простий LSTM. Незважаючи на те, що всі моделі Data Science демонструють пристойну продуктивність, процедура DTW+K-Means+SARIMA+LSTM дає найкращий RMSE прогнозів на 1 місяць і на 2 місяці вперед, що підтверджує високу якість запропонованої прогнозної моделі та є рішенням для ключової проблеми, описаної в цій роботі. Це пояснюється здатністю моделі враховувати як лінійні/сезонні патерни даних за допомогою частини SARIMA, так і нелінійні та взаємозалежні з використанням підходу LSTM. Моделі підігнані для випадку України, оскільки вони оцінені на відповідних даних і можуть активно використовуватися для подальшого прогнозування інфляції.

Ключові слова: метод динамічного викривлення часу, кластеризація, K-Means, рекурентна нейронна мережа, машинне навчання, базова інфляція.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301317

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО НАДАННЯ ПОСЛУГ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ (стор. 13–17)

Мулеса О. Ю., Якоб Є. Й., Валько П. П., Свєженцева О. О., Маргітич Д. О.

Об'єктом дослідження є процеси прийняття рішень щодо надання послуг в рамках транскордонних проєктів.

Для досягнення цілей дослідження, спочатку було проведено аналіз ринку надання послуг, виявлено його особливості та ідентифіковано проблеми, що виникають у процесах його функціонування. Основна проблема полягає у знаходженні оптимального розподілу послуг між виконавцями в системі управління послугами. Розроблено математичну модель задачі одно- та багатокритеріальної оптимізації, де задачу розкладено на незалежні підзадачі. Задача представлена у вигляді задачі лінійного програмування. Запропоновано різні критерії ефективності знайдених розподілів. В залежності від кількості критеріїв, задача буде однокритеріальною задачею булевого програмування або задачею багатокритеріальної оптимізації. Створено ітераційний метод для знаходження оптимального розподілу послуг, а окремі методи викладено у формі продукційних правил, що зрозуміло та дозволяє отримувати нові знання.

На основі здобутих даних було розроблено технологію прийняття рішень щодо розподілу споживачів послуг між виконавцями. При цьому використано методи прийняття рішень, які дозволяють оптимізувати процеси надання послуг. При проєктуванні інформаційної технології був використаний системний підхід. Це дозволило створити ефективну та релевантну проблемам технологію, яка допомагає у прийнятті обґрунтованих рішень щодо розподілу послуг між учасниками транскордонних проєктів. Розроблено структурно-функціональну схему системи підтримки прийняття рішень. Деталізовано її структурні елементи.

Отримані результати відображають ретельний аналіз сучасного стану ринку послуг та розроблення ефективної технології прийняття рішень, що сприяє оптимізації роботи у сфері транскордонних проєктів. Такий підхід може бути корисним для різних суб'єктів, які займаються виконанням та координацією міжнародних проєктів

Ключові слова: прийняття рішень, задача лінійного програмування, відсіювання, надання послуг, транскордонний проєкт, споживачі послуг, виконавці послуг.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.300745

РОЗРОБКА РІШЕННЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЖИТТЄВО ВАЖЛИВИХ ПОКАЗНИКІВ (стор. 17–24)

Зінько І. А., Кравченко О. В., Сивоглаз Д. В.

Об'єктом дослідження є процес моніторингу життєво важливих показників організму за допомогою автоматизованої системи на основі рішення інтернету речей (IoT). У роботі проведено дослідження та аналіз найкращих наявних рішень для безперервного моніторингу стану людини. Дослідження є важливим за умов можливої пандемії та загального огляду та контролю здоров'я людини.

Запропоновано IoT модель рішення для моніторингу та аналізу життєво важливих показників у пацієнтів. Проєкт передбачає створення апаратного та програмного забезпечення для відстежування життєво важливих показників. Взаємодія двох частин забезпечить можливість виконання основної задачі – отримати результат та аналіз показників життєво важливих показників організму людини. Апаратне забезпечення реалізоване за допомогою пристроїв для сканування даних про пульс, температуру, сатурацію та можливість відстежування електрокардіограми. Передбачено можливість передачі даних про стан організму. Враховується положення датчиків, які прикріплені до тіла, на випадок того, якщо вони відклеються. Сам пристрій має розташовуватись на тілі людини у зоні передньої стінки грудей, зап'ястях та кісточках пацієнта. Також пристрій запрограмований реагувати на раптові перепади у значеннях даних. Програмна реалізація створена на основі веб орієнтованого інтерфейсу. Проєктування кінцевих рішень взаємодії локального та проміжного сервера було реалізовано за допомогою Django та Python. Можливість адміністрування проміжного сервера клієнтської частини було написано за допомогою HTML, CSS та JavaScript. Застосування IoT-рішення дозволяє моніторити показники життєво важливих показників організму та їх аналіз. Побудовано схему обміну інформації в системі контролю показників стану здоров'я.

Ключові слова: моніторинг життєво важливих показників організму, клієнт-серверна архітектура, інформаційна система, інтернет речей, IoT.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301309

РОЗРОБКА ШВИДКОДІЮЧОГО АЛГОРИТМУ БІНОМІАЛЬНОГО АРИФМЕТИЧНОГО СКЛАДАННЯ (стор. 25–31)

Кулик І. А., Шевченко М. С., Мельник А. П., Протасова Т. О.

Об'єктом дослідження є метод та алгоритм арифметичного складання біноміальних чисел, що генеруються двійковими біноміальними системами числення. Відсутність біноміальної арифметики, зокрема операції додавання двійкових біноміальних чисел, певним чином перешкоджає їх впровадженню в інформаційні системи та побудові на їх основі інформаційно-комунікаційних технологій з комбінаторної оптимізації, генерування комбінаторних об'єктів, стиснення та шифрування даних.

У рамках підходу, який пропонується, замість оперування біноміальними коефіцієнтами проводяться тільки операції з їх верхніми та нижніми параметрами. При цьому вагові коефіцієнти двійкових біноміальних чисел, які додаються один до одного, представляються у вигляді двокомпонентних кортежів. З врахуванням цього в даній роботі представлений алгоритм біноміального арифметичного складання із застосуванням динамічних масивів.

Основна ідея, яка покладена в будову алгоритму біноміального арифметичного складання на основі динамічних масивів, полягає в тому, що здійснюється перехід від двомірної моделі підсумовування до одномірної. При цьому у динамічному масиві розміщуються тільки наявні, існуючі біноміальні коефіцієнти. Відповідно пошук рівних або більших за кількісним еквівалентом біноміальних коефіцієнтів відбувається у значно менших областях. У порівнянні з алгоритмом на основі матричних моделей це досить суттєво знижує обсяг часових витрат при проведенні операції підсумовування, а також зменшує вимоги до обсягу пам'яті, необхідної для розміщення двокомпонентних кортежів масиву складання.

У ході дослідження практично підтверджено зниження у декілька разів кількості машинних тактів, що потребується для проведення операцій пошуку необхідних елементів в динамічному масиві. Це призводить до підвищення швидкодії представленого алгоритму біноміального арифметичного складання на основі динамічних масивів. У свою чергу це обумовлює пришвидшення розв'язання інформаційних завдань з комбінаторної оптимізації, генерування комбінаторних об'єктів, стиснення та шифрування даних, для вирішення яких застосовується операція складання двійкових біноміальних чисел.

Ключові слова: двійкові біноміальні числа, арифметичне додавання, алгоритми біноміального арифметичного складання, динамічний масив.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301706

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АВТОРСТВА ТЕКСТІВ, НАПИСАНИХ ПРИРОДНОЮ МОВОЮ (стор. 32–37)

Ульяновська Ю. В., Фірсов О. Д., Костенко В. В., Прядка О. І.

Об'єктом дослідження є процес ідентифікації авторства тексту за допомогою комп'ютерних технологій із застосуванням машинного навчання. Було розглянуто повний процес вирішення задачі від підготовки текстів до оцінки отриманих результатів. Ідентифікація авторства тексту є дуже складною та об'ємною за часом задачею, яка потребує до себе максимальної уваги. Оскільки в процесі ідентифікації завжди потрібно приймати до уваги дуже велику кількість різноманітних факторів та інформації, яка відноситься до кожного конкретного автора. Через це в процесі ідентифікації можуть виникати різні проблеми та помилки, пов'язані з наявністю людського фактору, що у підсумку може призвести до погіршення отриманих результатів.

Предметом роботи є методи та засоби аналізу процесу ідентифікації авторства тексту за допомогою існуючих комп'ютерних технологій. В рамках роботи авторами розроблено веб-додаток для ідентифікації авторства тексту. Програмний додаток було написано з використанням технологій машинного навчання, він має зручний користувацький інтерфейс і просунуту систему відслідковування помилок та може розпізнати як текст написаний одним автором, так і той що написали у співавторстві. Проаналізовано ефективність різних типів моделей машинного навчання та засобів представлення даних. Визначено комп'ютерні технології ідентифікації авторства тексту. Основними перевагами використання комп'ютерних технологій для ідентифікації авторства тексту є:

– Швидкість: комп'ютерні алгоритми можуть аналізувати великі обсяги тексту в надзвичайно короткий проміжок часу.

– Об'єктивність: комп'ютерні алгоритми використовують тільки перевірені алгоритми для аналізу особливостей тексту та не піддаються емоційному впливу чи упередженим думкам під час процесу аналізу.

Результатом роботи є веб-додаток для ідентифікації авторства тексту, який розроблено на основі проведених досліджень процесу ідентифікації авторства тексту за допомогою комп'ютерних технологій.

Ключові слова: нормалізація, тонізація, лематизація, стоп-слово, машинне навчання, класична модель, глибока модель, LSTM, GRU, веб-додаток.

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.302396

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДНИХ СТРУКТУР БАЗ ДАНИХ В СИСТЕМАХ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНИХ, ЕКОНОМІЧНИХ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕРИТОРІЇ (стор. 38–43)

Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г., Круш О. Є., Рудик В. І.

Об'єктом дослідження є традиційний та універсальний підхід проєктування структури бази даних в системах комплексного моніторингу екологічних, економічних, енергетичних та соціальних параметрів території, що включають різнопланові дані з різних предметних областей. У ході дослідження проведено аналіз за набором таких критеріїв, як масштабованість, простота оновлення даних, відсутність порожній полів, об'єм бази даних, кількість таблиць та полів, простота та швидкість виконання запитів на вибірку набору показників об'єкту дослідження. Порівняння цих підходів відбувалось на прикладі моніторингу водних ресурсів, оскільки він має декілька підсистем та велику кількість показників, за якими проводиться оцінка. Встановлено, що запропонований універсальний підхід проєктування складних структур баз даних дозволив зменшити об'єм бази даних у 2,25 раз за рахунок відсутності порожніх полів. Зокрема, у розглянутому прикладі коефіцієнт заповнення бази даних при традиційному підході у 1,75 разів менше, ніж при запропонованому універсальному підході. Слід відзначити, що показник заповнення таблиць для традиційного підходу проєктування

може змінюватись залежно від кількості значень показників, в той час як показник заповнення таблиць при універсальному підходу завжди близький до 100 %. Також запропонований підхід проєктування баз даних дозволив пришвидшити завантаження та оброблення даних. Наприклад, при однаковому об'ємі значущої інформації мінімальна швидкість вибірки характеристик одного об'єкту дослідження у 3,87 разів більше у базі даних, що розроблена за принципами універсального підходом, ніж за правилами традиційного підходу. Запропонована структура бази даних успішно використовується в системі комплексного еко-енерго-економічного моніторингу. Розроблена структура бази даних може слугувати ефективною основою для формування електронного банку даних на рівні підприємства, регіону та країни.

Ключові слова: проєктування бази даних, структура бази даних, комплексний моніторинг, довкілля, здоров'я населення.

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.302394

РОЗРОБКА МЕТОДУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ НАЗЕМНО-ПОВІТРЯНОЇ AD-HOC МЕРЕЖІ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ (стор. 44–51)

Бєляков Р. О.

Об'єктом дослідження є процес формування управляючих рішень із забезпечення роботи підсистеми управління маршрутизацією наземно-повітряної комунікаційної мережі на основі нейромережевих алгоритмів. Проведене дослідження базується на застосуванні чисельно-аналітичного підходу вибору сучасних науково-прикладних рішень побудови моделей управління перспективними Ad-Hoc комунікаційними мережами. В середовищі імітаційного моделювання Google Collab за використання мови програмування Python, вдалося: по-перше зімітувати роботу наземно-повітряної комунікаційної мережі на основі раніше отриманих моделей та системи управління процесом маршрутизації на основі алгоритму FA-OSELM. По-друге, відповідно до описаного в роботі сценарію побудови та підтримання маршруту, експериментально визначити комунікаційні метрики запропонованого методу інтелектуальної маршрутизації наземно-повітряної Ad-Hoc мережі спеціального призначення, з метою оцінки його ефективності, адекватності та достовірності отриманих результатів. Таким чином, для оцінки ефективності запропонованих рішень було проведено порівняльний аналіз застосування трьох існуючих методів маршрутизації (FLCA, Q-Routing, Neuro Routing), що застосовуються в Ad-Hoc мережах відносно розробленого методу.

Результат експерименту показав, що запропонований метод маршрутизації MAODV-FA-OSELM забезпечує істотні переваги відносно аналогів. Так, метод демонструє найкращу пропускну спроможність мережі (2.12e+06), найнижчий середній час затримки мережі (0.12), найменшу втрату пакетів (6.32), найнижчу частоту бітових помилок (2.41) та найменші накладні витрати (0.10e+06). Однак необхідно зазначити, що перспективним напрямком подальших досліджень може бути дослідження обчислювальної складності процесу управління маршрутизацією та визначення мінімально допустимої репрезентативної вибірки початкових даних для забезпечення прийняття рішень в онлайн режимі.

Ключові слова: наземно-повітряна комунікаційна мережа, нейронна мережа, машинне навчання із підкріпленням, метод маршрутизації, пропускна спроможність.

MATHEMATICAL MODELING

DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301207

ПЕРЕВІРКА ВІДПОВІДНОСТІ ПРОЦЕДУРИ ВЕКТОРНОЇ НОРМАЛІЗАЦІЇ В МЕТОДІ TOPSIS: ЗАСТОСУВАННЯ ДО ВИБОРУ КОЛІСНОГО НАВАНТАЖУВАЧА (стор. 52–62)

Mohamed Bouhedja, Samir Bouhedja, Aissa Benselhoub

Об'єктом дослідження є перевірка придатності процедури векторної нормалізації (NP) у методі Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS). Один із найбільш проблематичних кроків процесу багатокритеріального прийняття рішень (MCDM) пов'язаний із застосуванням NP за замовчуванням для перетворення різних одиниць вимірювання критеріїв у порівнювані одиниці. Це відбувається через відсутність універсальної угоди, яка визначає, який NP є найбільш придатним для даного методу MCDM. У літературі існує тридцять один доступний NP, кожен з яких має свої сильні та слабкі сторони та, відповідно, може бути ефективно застосований до методу MCDM і навіть гірше до іншого. Зауважимо, що багато NP (наприклад, NP суми, max-min, вектор і max) використовувалися за замовчуванням (тобто без дослідження придатності) у методі TOPSIS. Отже, результати багатокритеріального оцінювання та ранжування альтернатив, розглянутих у проблемах прийняття рішень, могли призвести до непослідовних рішень, і, отже, особи, які приймають рішення, могли прийняти нераціональні або невідповідні рішення. Ось чому дослідження придатності NP стають незамінними. Крім того, опис методології, запропонованої в цьому дослідженні, викладено таким чином:

1) метод зважування на основі порядкового ранжування критеріїв і множника Лагранжа (для визначення ваг критеріїв);

2) метод TOPSIS (для ранжування розглянутих альтернатив);

3) статистичний підхід із З-оцінкою (для порівняння ефектів, створених використаними NP).

У дослідженні дванадцять різних NP порівнюються один з одним у методі TOPSIS за допомогою числового прикладу, який стосується проблеми вибору колісного навантажувача. Результати порівняння вказують на те, що серед дванадцяти різних NP, проаналізованих у цьому дослідженні придатності, вектор NP має менший вплив на результати оцінки розглянутих альтернатив при використанні з методом TOPSIS. Таким чином, векторний підхід NP-TOPSIS може бути застосований для вирішення багатокритеріальних задач прийняття рішення. Його застосування також дозволяє особам, які приймають рішення та користувачам краще вибирати ефективні рішення та, як наслідок, приймати остаточні рішення.

Ключові слова: багатокритеріальне прийняття рішень, вибір колісного навантажувача, процедури нормалізації, TOPSIS, статистичний підхід.