

ABSTRACT AND REFERENCES

CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237944

DEVISING AN EFFICIENT APPROACH TO DETERMINE THE OPTIMAL SEQUENCE OF FROM-TO MATRIX (p. 6–12)**Watheq Laith**University of Sumer, Al-Rifa'i, Thi-Qar, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0833-1798>**Rasheed Al-Salih**Missouri University of Science and Technology,
Rolla, Missouri, USA
University of Sumer, Al-Rifa'i, Thi-Qar, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6349-4154>

Sequencing is the most impact factor in many production areas, such as assembly lines, batch production, Travelling Salesman Problem (TSP), product sequences, process sequences, etc. The flow and analysis from one item to another can be presented by the square matrix in which the number of rows or columns is equal to the number of manipulated items, this special matrix form is called "From-To matrix". The matrix suffers from many drawbacks when it is applied to determine the optimal sequences, such as the number of variables must be as small as possible, there is no flexibility to determine the start or the end sequence to find the best sequencing with some conditions. Also, there is no possibility to add relations to point a variable as wanted or prevented from the sequence. In this paper, we solve the From-To matrix by binary linear programming (BLP).

The proposed BLP approach has been applied in *Ur* company to solve the From-To matrix. This company has a production line that can manufacture four products: *A*, *B*, *C*, and *D*, the setup time matrix is considered as From-To matrix as shown in Table 2 and the goal of this company is to get an optimum sequence of products with minimum time. The solution of state transition of the From-To matrix using BLP can be formulated in the following five model cases according to transition requirement condition and desired: the first case gives all possible sequence items, the second case lists the sequence items when the first sequence is known, the third case lists the sequence items when the last sequence is known, the fourth case gives all possible sequence items with a condition that prevents occurring of an undesired sequence, and the fifth case gives all possible sequence items with the condition of a wanted occurring of the desired sequence.

Furthermore, we found the optimum sequences for states by determining the start or end sequences, and also add the wanted relations or prevented. The mathematical formulas for the number of all sequences under some conditions are derived and proved.

Keywords: optimal sequence, binary linear programming, From-To matrix, exact solution.

References

- Belabid, J., Aqil, S., Allali, K. (2020). Solving Permutation Flow Shop Scheduling Problem with Sequence-Independent Setup Time. *Journal of Applied Mathematics*, 2020, 1–11. doi: <http://doi.org/10.1155/2020/7132469>
- Laith, W. H., Abed Ali, S. S., Mahmoud, A. M. (2015). Determine the optimal sequence – dependent setup cost and / or setup time for single demand with multiple products using modified assignment method. *Industrial Engineering Letters*, 5 (8). Available at: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/IEL/article/view/24747/25350>
- Ince, Y., Karabulut, K., Tasgetiren, M. F., Pan, Q.-K. (2016). A discrete artificial bee colony algorithm for the permutation flowshop scheduling problem with sequence-dependent setup times. *Proceedings of the 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*. Vancouver, 3401–3408. doi: <http://doi.org/10.1109/cec.2016.7744220>
- Jingxu, H. (2008). Heuristic procedures to solve sequencing and scheduling problems in automobile industry. Knoxville. Available at: https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/385/
- Clark, A. R., Morabito, R., Toso, E. A. V. (2009). Production setup-sequencing and lot-sizing at an animal nutrition plant through atsp subtour elimination and patching. *Journal of Scheduling*, 13 (2), 111–121. doi: <http://doi.org/10.1007/s10951-009-0135-7>
- Salmasi, N., Logendran, R., Skandari, M. R. (2011). Makespan minimization of a flowshop sequence-dependent group scheduling problem. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 56 (5-8), 699–710. doi: <http://doi.org/10.1007/s00170-011-3206-9>
- Costa, A., Fichera, S., Cappadonna, F. (2013). A Genetic algorithm for scheduling both job families and skilled workforce. *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 19.
- Patricia, C. (2014). Shop scheduling in the presence of batching, sequence-dependent setups and incompatible job families minimizing fairness and tardiness penalties. Florida. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Shop-Scheduling-In-The-Presence-Of-Batching%2C-Setups-Buchanan/bb50143b0526fe79e23364ca7e71d872ace6e981>
- Laith, W. H., Abed Ali, S. S., Mahmoud, A. M. (2015). Determine the optimal sequence-dependent completion times for multiple demand with multi-products using genetic algorithm. *Journal of Information Engineering and Applications*, 5 (8).
- Lin, V. (2017). Binary integer programming solution for troubleshooting with dependent actions. *Kybertika*, 53 (3), 493–512. doi: <http://doi.org/10.14736/kyb-2017-3-0493>
- Pessanha, J. F. M., Santos, N. M. G. dos. (2019). Organizing business forums with integer linear programming. *Pesquisa Operacional*, 39 (3), 379–392. doi: <http://doi.org/10.1590/0101-7438.2019.039.03.0379>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239168

CONSTRUCTING A SYSTEM OF INTEGRATED MANAGEMENT OF AVIATION SAFETY AS A KEY ELEMENT OF AIRPORT SERVICE QUALITY (p. 13–26)**Alla Valko**National Aviation University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0394-6304>**Olena Soloviova**National Aviation University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7089-0067>**Ganna Volkovska**National Aviation University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9674-3770>

Iryna Herasymenko

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4297-3973>

The scientific-practical basis of the quality of passenger and clientele service at the airport were studied. This was prompted by the need to determine the role of aviation safety (AS) and its impact on the quality and competitiveness of airport services. It was proved that within the framework of the system, quality monitoring is performed in the areas of the service of aviation safety (SAS). As a result of research, a quantitative assessment of the level of aviation safety of the airport, which is the basis for making a relevant management decision in the analysis subsystems, was determined. Management, in this case, implies the system of measures to improve the activities of the SAS.

A procedure for assessing the quality of airport services, which reveals the essence of aviation safety in the system of airport quality management, was devised. The sequence of assessment of the system of aviation safety, reflecting the cost approach, the application of which involves determining the reserves for ensuring aviation safety in the continuous implementation of the quality management system, was proposed.

The share of costs of aviation safety (AS) was determined on the example of three airports by economic elements (the model of criteria for choosing a subject) to determine the cost of ensuring an adequate level of aviation safety.

It was proposed to introduce a comprehensive indicator of the quality of aviation safety for its functional components, which further makes up the integrated indicator of the quality of provided services. As a result of calculations, the amount of payment for aviation safety using adjustment coefficients to counteract the threat of a possible act of unlawful interference (AUI) will increase. This enables an aircraft company to form timely a reserve to prevent or eliminate the consequences of the AUI by including the aviation safety fee in the total cost of air transport services.

Keywords: system of aviation safety (SAS), act of unlawful interference (AUI), management of airport service quality.

References

- Filippov, A. V. (2007). The safety of civil aviation as a complex concept. Scientific Works of National Aviation University. Series: Law Journal "Air and Space Law", 3 (4), 21–26. doi: <https://doi.org/10.18372/2307-9061.4.9037>
- Bugayko, D., Isaienko, V., Sokolova, N., Leshchynskyi, O., Zamiar, Z. (2019). Analysis of the aviation safety management system by fractal and statistical tools. Logistics and Transport, 4 (44), 41–60. doi: <https://doi.org/10.26411/83-1734-2015-4-44-5-19>
- Pawęska, M., Kharchenko, V., Bugayko, D., Antonova, A. (2017). Theoretical Approaches for Safety Levels Measurements – Sequential Probability Ratio Test (SPRT). Logistics and Transport, 2 (34), 25–32. Available at: <http://system.logistics-and-transport.eu/index.php/main/article/view/491/481>
- Karpova, L. I., Nikitin, D. A. (2010). The modern forms of aviation security. Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoy aviatsii, 155, 34–40. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tehnicheskiesredstva-aviatsionnoy-bezopasnosti>
- Ovchenkov, N. I. (2011). Sistema bezopasnosti: kak ne oshibit'sya v reshenii. Transportnaya bezopasnost' i tekhnologii, 2, 82–84.
- Marintseva, K., Akmal'dinova, V. (2018). Organization of the air transportation in the conditions of a terrorist threat: a problem statement. Proceeding of The Eighth World Congress "AVIATION IN THE XXI-st CENTURY - Safety in aviation and space technology". Available at: <http://conference.nau.edu.ua/index.php/Congress/Congress2018/paper/viewFile/5060/4221>
- Global Aviation Security Plan. ICAO, 32. Available at: https://www.icao.int/SAM/Documents/2018-USAPCMA/Global_Aviation_Security_Plan_November_2017_en.pdf
- Rodrigues, C. C. (2021). Aviation Safety: Commercial Airlines. International Encyclopedia of Transportation, 90–97. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102671-7.10113-7>
- Ovchenkov, N. I., Elisov, L. N. (2014). Assessment of transport infrastructure and means of transport vulnerability in civil aviation. Nauchnyy vestnik MGTU GA, 204, 65–68. Available at: <https://avia.mstuca.ru/jour/article/download/587/505>
- Buhaiko, D., Kharazyshvili, Yu., Liashenko, V., Kvilinskyi, O. (2021). Systemnyi pidkhdid do vyznachennia rivnia bezpeky staloho rozvytku aviatsiynoho transportu: indykatory, riven, zahrozy». The Journal of European Economy, 20 (1 (76)), 152–190. Available at: <http://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/1523>
- Kim, M. H., Park, J. W., Choi, Y. J. (2020). A Study on the Effects of Waiting Time for Airport Security Screening Service on Passengers' Emotional Responses and Airport Image. Sustainability, 12 (24), 10634. doi: <https://doi.org/10.3390/su122410634>
- Lantsynski, Ye., Yanushek, Kh. et. al. (2006). Osnovy kompleksnoho upravlinnia yakistiu. Kyiv: Kyiv. nats. torh-ekon. un.-t, 289.
- Simkova, T. (2013). Factors of process control quality management services airport. Problemy pidvyshchennia efektyvnosti infrastruktury, 37. Available at: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/PPEI/article/view/7041>
- Kubichko, V. V. (2011). Quality rating of services of airport infrastructure. Elektronnoe nauchnoe izdanie «Uchenyetzametki TOGU», 2 (2), 66–79. Available at: https://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles/2012/TGU_2_18.pdf
- Valko, A. M. (2020). Pokaznyky aviatsiynykh posluh v systemi yakosti. Problemy orhanizatsiyni aviatsiynykh, multymodalnykh perevezen i zastosuvannia aviatsiyni v haluziakh ekonomiky: Materialy VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyni. Kyiv: NAU, 82–86. Available at: http://ftml.nau.edu.ua/images/novosti/27112020_konf_oap/tezy_27112020_60_185.pdf
- Saati, T. (1993). Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy. Moscow: «Radio i svyaz», 278. Available at: <http://pqm-online.com/assets/files/lib/books/saati.pdf>
- Besanko, D. A., Braeutigam, R. R. (2002). Microeconomics: an integrated approach. New-York: Wiley, 809. Available at: <https://searchworks.stanford.edu/view/4692405>
- Derzhavna sluzhba statyskyky Ukrainy. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
- Rimmer, D. (2011). Does Heightened Airport Security Make Us Safer?
- Intelligent security management system. Available at: <https://patents.justia.com/patent/10713914>
- Miziuk, V. V. (2006). Efektyvnist systemy aviatsiynoi bezpeky – yak skladova ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva. Materialy nauk.-prakt. konf. «Suchasni problemy hlobalnykh protsesiv u svitovii ekonomitsi». Kyiv: HAY, 18–20.
- Nisula, J. (2009). Operational Risk Assessment. Next Generation Methodology.
- Yun, G. M., Valko, A. M., Borets, I. V. (2019). Dimension and subjectivity of the mathematical simulation assessments for the forecast of the aviation safety level. Science-Based Technologies, 3, 385–392. doi: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.43.13990>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239093
DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL STUDY OF
ANALYZER TO ENHANCE MARITIME SAFETY (p. 27–35)

Pavlo Nosov

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5067-9766>

Serhii Zinchenko

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5012-5029>

Viktor Plokhikh

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7897-3417>

Ihor Popovych

Kherson State University, Kherson, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1663-111X>

Yurii Prokophchuk

Institute of Technical Mechanics of the National Academy of
 Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8544-1838>

Dmytro Makarchuk

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4299-6614>

Pavlo Mamenko

Mediterranean Shipping Company (Cyprus) Ltd., Strovolos,
 Cyprus
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7358-9299>

Vladyslav Moiseienko

Adnoc Logistics & Services, Abu Dhabi, United Arab Emirates
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1635-3375>

Andrii Ben

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9029-3489>

On the basis of empirical experimental data, relationships were identified indicating the influence of navigators' response to such vessel control indicators as maneuverability and safety. This formed a hypothesis about a non-random connection between the navigator's actions, response and parameters of maritime transport management.

Within the framework of this hypothesis, logical-formal approaches were proposed that allow using server data of both maritime simulators and operating vessels in order to timely identify the occurrence of a critical situation with possible catastrophic consequences.

A method for processing navigation data based on the analysis of temporal zones is proposed, which made it possible to prevent manifestations of reduced efficiency of maritime transport management by 22.5 %. Based on cluster analysis and automated neural networks, it was possible to identify temporary vessel control fragments and classify them by the level of danger. At the same time, the neural network test error was only 3.1 %, and the learning error was 3.8 %, which ensures the high quality of simulation results.

The proposed approaches were tested using the Navi Trainer 5000 navigation simulator (Wärtsilä Corporation, Finland). The simulation of the system for identifying critical situations in maritime transport management made it possible to reduce the probability of catastrophic situations by 13.5 %. The use of automated artificial neural networks allowed defining critical situations in

real time from the database of maritime transport management on the captain's bridge for an individual navigator.

Keywords: maritime transport management, human factor, ergatic system, navigation safety.

References

- Longino, J. T. (2020). Navigating the Ship of Theseus from typology to cartography. *Megataxa*, 1 (1). doi: <https://doi.org/10.11646/megataxa.1.1.8>
- Lazarowska, A. (2019). Research on algorithms for autonomous navigation of ships. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 18 (2), 341–358. doi: <https://doi.org/10.1007/s13437-019-00172-0>
- Lisaj, A. (2019). Implementation of e-Navigation Strategies for RIS Centres Supporting Inland Navigation. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 13 (1), 145–149. doi: <https://doi.org/10.12716/1001.13.01.14>
- Nosov, P., Ben, A., Zinchenko, S., Popovych, I., Mateichuk, V., Nosova, H. (2020). Formal approaches to identify cadet fatigue factors by means of marine navigation simulators. *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops. Vol. 2732. Kharkiv, 823–838. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20200823.pdf>*
- Rudolf, D., Triyanti, V. (2020). Designing a Device for Measuring Human Reaction Time. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847, 012051. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/847/1/012051>
- Blom, T. (2018). Organisational wellness: Human reaction to change. *South African Journal of Business Management*, 49 (1). doi: <https://doi.org/10.4102/sajbm.v49i1.2>
- Kumbhar, O., Sizikova, E., Majaj, N., Pelli, D. (2020). Anytime Prediction as a Model of Human Reaction Time. *arXiv.org*. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2011.12859.pdf>
- Castro-Palacio, J. C., Fernández-de-Córdoba, P., Isidro, J. M., Sahu, S., Navarro-Pardo, E. (2021). Human Reaction Times: Linking Individual and Collective Behaviour Through Physics Modeling. *Symmetry*, 13 (3), 451. doi: <https://doi.org/10.3390/sym13030451>
- Abbasi-Kesbi, R., Memarzadeh-Tehran, H., Deen, M. J. (2017). Technique to estimate human reaction time based on visual perception. *Healthcare Technology Letters*, 4 (2), 73–77. doi: <https://doi.org/10.1049/htl.2016.0106>
- Wróbel, K., Gil, M., Chae, C.-J. (2021). On the Influence of Human Factors on Safety of Remotely-Controlled Merchant Vessels. *Applied Sciences*, 11 (3), 1145. doi: <https://doi.org/10.3390/app11031145>
- Columbus, S., Münich, J., Gerpott, F. H. (2020). Playing a different game: Situation perception mediates framing effects on cooperative behaviour. *Journal of Experimental Social Psychology*, 90, 104006. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2020.104006>
- Sun, Q., Ma, R., Hao, Q., Hu, F. (2013). Space encoding based human activity modeling and situation perception. *2013 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)*. doi: <https://doi.org/10.1109/cogsima.2013.6523845>
- Horstmann, K. T., Ziegler, M. (2019). Situational perception and affect: Barking up the wrong tree? *Personality and Individual Differences*, 136, 132–139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.01.020>
- Liu, Y. (2020). Survey of Intelligent Recommendation of Academic Information in University Libraries Based on Situational Perception Method. *Journal of Education and Learning*, 9 (2), 197. doi: <https://doi.org/10.5539/jel.v9n2p197>
- Solovey, O., Ben, A., Dudchenko, S., Nosov, P. (2020). Development of control model for loading operations on heavy lift vessels based

- on inverse algorithm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (2 (107)), 48–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.214856>
16. Zinchenko, S., Tovstokoryi, O., Nosov, P., Popovych, I., Kobets, V., Abramov, G. (2020). Mathematical support of the vessel information and risk control systems. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 2805. Kherson, 335–354. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2805/paper25.pdf>
 17. Blynova, O. Ye, Popovych, I. S., Bokshan, H. I., Tsilmak, O. M., Zavatska, N. Ye. (2019). Social and Psychological Factors of Migration Readiness of Ukrainian Students. *Revista ESPACIOS*, 40 (36). Available at: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n36/a19v40n36p04.pdf>
 18. Popovych, I., Kuzikova, S., Shcherbak, T., Blynova, O., Lappo, V., Bilous, R. (2021). Empirical research of vitality of representatives of parachuting and yoga practice: a comparative analysis. *Journal of Physical Education and Sport*, 21 (1), 218–226. doi: <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.01029>
 19. Prokopchuk, Yu. A. (2017). Nabrosok formal'noy teorii tvorchestva. Dnepr: PGASA, 451. Available at: https://www.academia.edu/35311185/Prokopchuk_Y.A._Sketch_of_the_Formal_Theory_of_Creativity._Monograph._-_Dnepr_PSACEA_Press_2017._-_452_p
 20. Khrennikov, A. Y., Nilson, M. (2004). Theory of P-Adic Valued Probability. *P-Adic Deterministic and Random Dynamics*, 229–254. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2660-7_13
 21. Popovych, I., Blynova, O., Nosov, P., Zinchenko, S., Kononenko, O. (2021). Psychological factors of competitiveness of the women's youth handball team. *Journal of Physical Education and Sport*, 21 (1), 227–235. doi: <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.01030>
 22. Chung, N.-P. (2020). Gromov-Hausdorff distances for dynamical systems. *Discrete & Continuous Dynamical Systems - A*, 40 (11), 6179–6200. doi: <https://doi.org/10.3934/dcds.2020275>
 23. Nosov, P., Zinchenko, S., Ben, A., Prokopchuk, Y., Mamenko, P., Popovych, I. et. al. (2021). Navigation safety control system development through navigator action prediction by data mining means. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (110)), 55–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229237>
 24. Plokhikh, V. V. (2021). Assessment of subject's readiness for urgent actions using the variations of sensorimotor response tasks. *Insight: The Psychological Dimensions of Society*, 5, 46–65. doi: <https://doi.org/10.32999/2663-970x/2021-5-4>
 25. Plokhikh, V. V. (2002). Temporal parameter of anticipation during tracking of moving object. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 23 (2), 47–54. Available at: https://www.researchgate.net/publication/295494615_Temporal_parameter_of_anticipation_during_tracking_of_moving_object
 26. Prokopchuk, Yu. A. (2009). Intellectual Synergetic Management of Dynamic Systems. *Iskusstvenniy intellekt*, 4, 12–21. Available at: https://www.researchgate.net/publication/352483422_Intellectual_Synergetic_Management_of_Dynamic_Systems_Intellektualnoe_sinergeticeskoe_upravlenie_dinamiceskimi_sistemami
 27. Yoshida, M., Shimizu, E., Sugomori, M., Umeda, A. (2021). Identification of the Relationship between Maritime Autonomous Surface Ships and the Operator's Mental Workload. *Applied Sciences*, 11 (5), 2331. doi: <https://doi.org/10.3390/app11052331>
 28. Cordeiro, E., Coelho, A., Nepomuceno, M. (2016). Comparison between the human reactions in a simulacrum and in a real fire situation. *Fire and Evacuation Modelling Technical Conference 2016 (FEMTC 2016)*. Torremolinos. Available at: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/5393/3/EC%2cLC%2cMN-%20Comparing%20human%20behavior%20in%20fire%20with%20fire%20drills%2c%20FEMTC%202016%2c%20Spain%2c%20Nov.%202016.pdf>
 29. Mu, H. L., Wang, J. H., Mao, Z. L., Sun, J. H., Lo, S. M., Wang, Q. S. (2013). Pre-Evacuation Human Reactions in Fires: An Attribution Analysis Considering Psychological Process. *Procedia Engineering*, 52, 290–296. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.142>
 30. Klets, D., Gritsuk, I. V., Makovetskyi, A., Bulgakov, N., Podrigalo, M., Kyrychenko, I. et. al. (2018). Information Security Risk Management of Vehicles. *SAE Technical Paper Series*. doi: <https://doi.org/10.4271/2018-01-0015>
 31. Gritsuk, I. V., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Y., Nikitchenko, Y., Klets, D. et. al. (2018). Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions. *SAE Technical Paper Series*. doi: <https://doi.org/10.4271/2018-01-0024>
 32. Dyagileva, O., Goridko, N., Popova, H., Voloshynov, S., Yurzhenko, A. (2020). Ensuring sustainable development of education of future maritime transport professionals by means of network interaction. *E3S Web of Conferences*, 166, 10003. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610003>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239255

ANALYSIS OF INTERCITY BUS PUBLIC TRANSPORT SAFETY PERCEPTION MODELING USING CONJOINT (p. 36–42)

Aji Suraji

Universitas Widyagama Malang, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2636-2603>

Ludfi Djakfar

Brawijaya University, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2812-9263>

Achmad Wicaksono

Brawijaya University, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2275-7202>

Marjono

Brawijaya University, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6886-0141>

Leksmono Suryo Putranto

Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0122-9961>

Sugeng Hadi Susilo

State Polytechnic of Malang, Malang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3077-2039>

Public transport safety is still an issue that needs to be studied by bureaucrats and researchers. This is because public bus accidents are still quite high. This is because many families, involved in traffic accidents, are shocked by the accident. Therefore, the problem of perception of a safe bus needs to be studied. The purpose of this study was to determine the perception model of a safe public bus. Mathematical modeling based on the parameters that have been studied was selected first. While the second objective was to determine the importance value of the parameters that are an indication of the perception of the safety of intercity bus public transportation. This research is a type of perceptual one where the data is taken from the relevant respondents. The method of data collection was carried out using a questionnaire with respondents from bus company owners, drivers, and passengers in the province of East Java, Indonesia. Respondents were asked

to answer questions related to the variables of income, speed, comfort, and safety. The method of conjoint analysis is used. The first stage is the result of modeling the perception of a safe bus. Further analysis is carried out to obtain the importance value of the parameters. The result of this research is a utility model for the perception of a safe bus, which is expressed by the equation U , where the variables include income, speed, comfort, and safety. The highest level of importance is income 33.29 %, followed by the security variable with a weight of 25.39 %. This shows that the income factor is a top priority for drivers and management of bus company owners, while road safety is second only to income. In other words, respondents' perceptions are more concerned with income, while safety is still a non-priority factor.

Keywords: modeling, bus, intercity, transportation, safety, traffic, conjoint analysis, accident, perception, respondents.

References

- Porcu, F., Olivo, A., Maternini, G., Barabino, B. (2020). Evaluating bus accident risks in public transport. *Transportation Research Procedia*, 45, 443–450. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.037>
- Mohanty, M., Gupta, A. (2015). Factors affecting road crash modeling. *Journal of Transport Literature*, 9 (2), 15–19. doi: <https://doi.org/10.1590/2238-1031.jtl.v9n2a3>
- Sudaryanto, Kartikasari, R. (2007). The Measurement of the Service Quality of Transjakarta Public Transportation. *Proceeding, International Seminar on Industrial Engineering and Management*.
- Casado-Sanz, N., Guirao, B., Attard, M. (2020). Analysis of the Risk Factors Affecting the Severity of Traffic Accidents on Spanish Cross-town Roads: The Driver's Perspective. *Sustainability*, 12 (6), 2237. doi: <https://doi.org/10.3390/su12062237>
- Tubis, A. A., Skupień, E. T., Rydlewski, M. (2021). Method of Assessing Bus Stops Safety Based on Three Groups of Criteria. *Sustainability*, 13 (15), 8275. doi: <https://doi.org/10.3390/su13158275>
- Shah, S., Ahmad, N., Shen, Y., Pirdavani, A., Basheer, M., Brijs, T. (2018). Road Safety Risk Assessment: An Analysis of Transport Policy and Management for Low-, Middle-, and High-Income Asian Countries. *Sustainability*, 10 (2), 389. doi: <https://doi.org/10.3390/su10020389>
- Suraji, A., Harnen, S., Wicaksono, A., Djakfar, L. (2017). Driver Performance Problems of Intercity Bus Public Transportation Safety in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 267, 012026. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/267/1/012026>
- Zuraida, R., Abbas, B. S. (2020). The Factors Influencing Fatigue Related to the Accident of Intercity Bus Drivers in Indonesia. *International Journal of Technology*, 11 (2), 342. doi: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i2.3792>
- Rajsman, M., Horvat, R., Rajsman, M. (2014). Public Urban Passenger Transport as Important Factor in the Development of Cities. *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, 2 (3). doi: <https://doi.org/10.12720/jtle.2.3.172-175>
- Bener, A., Yildirim, E., Özkan, T., Lajunen, T. (2017). Driver sleepiness, fatigue, careless behavior and risk of motor vehicle crash and injury: Population based case and control study. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 4 (5), 496–502. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.07.005>
- Prayitno, P., Rulianah, S., Zamrud, W., Susilo, S. H. (2021). An analysis of performance of an anaerobic fixed film biofilter (AnF2B) reactor in treatment of cassava wastewater. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (109)), 6–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225324>
- Al-Mekhlafi, A. A., Isha, A. S. N., Naji, G. M. A. (2020). The relationship between fatigue and driving performance: A review and directions for future research. *Journal of critical reviews*, 7 (14), 134–141. doi: <https://doi.org/10.31838/jcr.07.14.24>
- De Oña, J., de Oña, R. (2015). Quality of Service in Public Transport Based on Customer Satisfaction Surveys: A Review and Assessment of Methodological Approaches. *Transportation Science*, 49 (3), 605–622. doi: <https://doi.org/10.1287/trsc.2014.0544>
- Eboli, L., Mazzulla, G. (2012). Performance indicators for an objective measure of public transport service quality. *European Transport \ Trasporti Europei*, 51, 1–21.
- Suraji, A., Djakfar, L., Wicaksono, A. (2021). Analysis of bus performance on the risk of traffic accidents in East Java-Indonesia. *EU-REKA: Physics and Engineering*, 3, 111–118. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001820>
- Yaya, L. H. P., Fortià, M. F., Canals, C. S., Marimon, F. (2014). Service quality assessment of public transport and the implication role of demographic characteristics. *Public Transport*, 7 (3), 409–428. doi: <https://doi.org/10.1007/s12469-014-0099-7>
- Wickens, C. M., Smart, R. G., Mann, R. E. (2014). The Impact of Depression on Driver Performance. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 12 (4), 524–537. doi: <https://doi.org/10.1007/s11469-014-9487-0>
- Taneerananon, P., Somchainuek, O. (2005). Bus Crash Situation in Thailand: Case Studies. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 3617–3628. doi: <https://doi.org/10.11175/easts.6.3617>
- Tanwanichkul, L., Taneerananon, S., Iamtrakul, P., Srisakda, L., Sataphan, A. (2007). Bus safety situation in Thailand: Bus driver experiences and attitudes. *30th Australas. Transp. Res. Forum*.
- Kral, P., Janoskova, K., Kliestik, T. (2018). Key determinants of the public transport user's satisfaction. *Administratie si Management Public*, 31, 36–51. Available at: https://www.researchgate.net/publication/331180185_Key_determinants_of_the_public_transport_user's_satisfaction
- Vicente, P., Suleman, A., Reis, E. (2020). Index of Satisfaction with Public Transport: A Fuzzy Clustering Approach. *Sustainability*, 12 (22), 9759. doi: <https://doi.org/10.3390/su12229759>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237996

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF ESTIMATION AND FORECASTING OF THE STATE OF THE MONITORING OBJECT IN INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS (p. 43–55)

Areej Adnan Abed

Al-Maaref University College, Anbar, Republic of Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1449-1037>

Iurii Repilo

National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1393-2371>

Ruslan Zhyvotovskiy

Central Scientific Research Institute of Armament and Military
Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2717-0603>

Andrii Shyshatskiy

Central Scientific Research Institute of Armament and
Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6731-6390>

Spartak Hohoniants

National Defence University of Ukraine named after Ivan
Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0023-5139>

Serhii Kravchenko

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8163-8027>

Iryna Zhyvylo

National Scientific Center
 “M. D. Strazhesko Institute of Cardiology”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8141-363X>

Mykola Dieniezhkin

Central Scientific-Research Institute of Armed Forces of Ukraine,
 Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0918-0880>

Nadiia Protas

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0943-0587>

Oleksandr Shechptsov

Naval Institute of the National University
 “Odessa Maritime Academy”, Odessa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0015-2982>

In order to objectively and completely analyze the state of the monitored object with the required level of efficiency, the method for estimating and forecasting the state of the monitored object in intelligent decision support systems was improved. The essence of the method is to provide an analysis of the current state of the monitored object and short-term forecasting of the state of the monitored object. Objective and complete analysis is achieved using advanced fuzzy temporal models of the object state, taking into account the type of uncertainty and noise of initial data. The novelty of the method is the use of an improved procedure for processing initial data in conditions of uncertainty, an improved procedure for training artificial neural networks and an improved procedure for topological analysis of the structure of fuzzy cognitive models. The essence of the training procedure is the training of synaptic weights of the artificial neural network, the type and parameters of the membership function and the architecture of individual elements and the architecture of the artificial neural network as a whole. The procedure of forecasting the state of the monitored object allows for multidimensional analysis, accounting and indirect influence of all components of the multidimensional time series with their different time shifts relative to each other in conditions of uncertainty. The method allows increasing the efficiency of data processing at the level of 12–18 % using additional advanced procedures. The proposed method can be used in decision support systems of automated control systems (ACS DSS) for artillery units, special-purpose geographic information systems. It can also be used in ACS DSS for aviation and air defense and ACS DSS for logistics of the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: decision support systems, artificial neural networks, state forecasting, training of artificial neural networks.

References

- Shyshatskyi, A. V., Bashkyrov, O. M., Kostyna, O. M. (2015). Development of integrated communication systems and data transfer for the needs of the Armed Forces. Weapons and military equipment, 1, 35–39.
- Dudnyk, V., Sinenko, Y., Matsyk, M., Demchenko, Y., Zhyvotovskiy, R., Repilo, I. et. al. (2020). Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (2 (105)), 37–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>
- Bodyanskiy, E., Strukov, V., Uzlov, D. (2017). Generalized metrics in the problem of analysis of multidimensional data with different scales. Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu Povitrianykh Syl, 3 (52), 98–101.
- Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., Shyshatskyi, A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. EUREKA: Physics and Engineering, 4, 78–89. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>
- Zuiev, P., Zhyvotovskiy, R., Zvieriev, O., Hatsenko, S., Kuprii, V., Nakonechnyi, O. et. al. (2020). Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9 (106)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
- Shyshatskyi, A., Zvieriev, O., Salnikova, O., Demchenko, Ye., Trotsko, O., Neroznak, Ye. (2020). Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 9 (4), 5583–5590. doi: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>
- Trotsenko, R. V., Bolotov, M. V. (2014). Data extraction process for heterogeneous sources. Privolzhskiy nauchnyy vestnik, 12-1 (40), 52–54.
- Rotshteyn, A. P. (1999). Intellektual'nye tekhnologii identifikatsii: nechetkie mnozhestva, geneticheskie algoritmy, neyronnye seti. Vinnitsa: “UNIVERSUM”, 320.
- Alpeeva, E. A., Volkova, I. I. (2019). The use of fuzzy cognitive maps in the development of an experimental model of automation of production accounting of material flows. Russian Journal of Industrial Economics, 12 (1), 97–106. doi: <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2019-1-97-106>
- Zagranovskaya, A. V., Eissner, Y. N. (2017). Simulation scenarios of the economic situation based on fuzzy cognitive maps. Modern economics: problems and solutions, 10 (94), 33–47. doi: <https://doi.org/10.17308/meps.2017.10/1754>
- Simankov, V. S., Putyato, M. M. (2013). Issledovanie metodov kognitivnogo analiza. Perspektivy razvitiya informatsionnykh tekhnologiy, 13, 31–35.
- Onykiy, B., Artamonov, A., Ananieva, A., Tretyakov, E., Pronicheva, L., Ionkina, K., Suslina, A. (2016). Agent Technologies for Polythematic Organizations Information-Analytical Support. Procedia Computer Science, 88, 336–340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.445>
- Ko, Y.-C., Fujita, H. (2019). An evidential analytics for buried information in big data samples: Case study of semiconductor manufacturing. Information Sciences, 486, 190–203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.01.079>
- Çavdar, A. B., Ferhatosmanoğlu, N. (2018). Airline customer lifetime value estimation using data analytics supported by social network information. Journal of Air Transport Management, 67, 19–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.10.007>
- Ballester-Caudet, A., Campins-Falcó, P., Pérez, B., Sancho, R., Lorrente, M., Sastre, G., González, C. (2019). A new tool for evaluating and/or selecting analytical methods: Summarizing the information in a hexagon. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 118, 538–547. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.06.015>
- Ramaji, I. J., Memari, A. M. (2018). Interpretation of structural analytical models from the coordination view in building information models. Automation in Construction, 90, 117–133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.025>
- Pérez-González, C. J., Colebrook, M., Roda-García, J. L., Rosa-Remedios, C. B. (2019). Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management. Expert Systems with Applications, 120, 167–184. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.023>
- Chen, H. (2018). Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Pro-

- cess. *Procedia Computer Science*, 131, 952–958. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.233>
19. Chan, H. K., Sun, X., Chung, S.-H. (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125, 113114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>
 20. Osman, A. M. S. (2019). A novel big data analytics framework for smart cities. *Future Generation Computer Systems*, 91, 620–633. doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.06.046>
 21. Gödri, I., Kardos, C., Pfeiffer, A., Váncza, J. (2019). Data analytics-based decision support workflow for high-mix low-volume production systems. *CIRP Annals*, 68 (1), 471–474. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.04.001>
 22. Harding, J. L. (2013). Data quality in the integration and analysis of data from multiple sources: some research challenges. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-2/W1, 59–63. doi: <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-2-w1-59-2013>
 23. Rybak, V. A., Shokh, A. (2016). Analysis and comparison of existing decision support technology. *System analysis and applied information science*, 3, 12–18.
 24. Rodionov, M. A. (2014). Problems of information and analytical support of contemporary strategic management. *Civil Aviation High Technologies*, 202, 65–69.
 25. Bednář, Z. (2018). Information Support of Human Resources Management in Sector of Defense. *Vojenské rozhledy*, 27 (1), 45–68. Available at: <https://www.vojenskerozhledy.cz/kategorie-clanku/strategicke-rizeni/informacni-podpora>
 26. Palchuk, V. (2017). Methods of Content-Monitoring and Content-Analysis of Information Flows: Modern Features. *Academic Papers of The Vernadsky National Library of Ukraine*, 48, 506–526. doi: <https://doi.org/10.15407/np.48.506>
 27. Mir, S. A., Padma, T. (2016). Evaluation and prioritization of rice production practices and constraints under temperate climatic conditions using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14 (4), e0909. doi: <https://doi.org/10.5424/sjar/2016144-8699>
 28. Kljushin, V. V. (2014). Theoretical and methodological basis for the formation and evaluation of the level of the economic system's strategic economic potential. *Modern Management Technology*, 12 (48). Available at: <https://sovman.ru/en/article/4805/>
 29. Bogomolova, I. P., Omel'chenko, O. M. (2014). Analysis of influence factors of economic efficiency on the economy of the integrated structure. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 3, 157–162. Available at: <https://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/article/view/434/400>
 30. Sherafat, A., Yavari, K., Davoodi, S. M. R. (2014). Evaluation of the Strategy Management Implementation in Project-Oriented Service Organizations. *Acta Universitatis Danubius*, 10 (1), 16–25. Available at: <https://ideas.repec.org/a/dug/actaec/y2014i1p16-25.html>
 31. Koshlan, A., Salnikova, O., Chekhovska, M., Zhyvotovskyi, R., Prokopenko, Y., Hurskyi, T. et al. (2019). Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geo-information system in conditions of diversity and uncertainty of data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (101)), 35–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>
 32. Mahdi, Q. A., Shyshatskyi, A., Prokopenko, Y., Ivakhnenko, T., Kupriyenko, D., Golian, V. et al. (2021). Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (111)), 51–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718>

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238020

DEVISING A METHOD FOR IDENTIFYING THE MODEL OF MULTI-CRITERIA EXPERT ESTIMATION OF ALTERNATIVES (p. 56–65)

Konstantin Petrov

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1973-711X>

Igor Kobzev

Educational and Scientific Institute
“Institute of Public Administration” of Kharkiv National University
named after V. N. Karazina, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7182-5814>

Oleksandr Orlov

Educational and Scientific Institute
“Institute of Public Administration” of Kharkiv National University
named after V. N. Karazina, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8995-7383>

Victor Kosenko

Kharkiv Business School LLC, Tsyrukun vill., Kharkiv reg., Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9932-6478>

Alisa Kosenko

Educational and Scientific Institute
“Institute of Public Administration” of Kharkiv National University
named after V. N. Karazina, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4006-2295>

Yana Vanina

Educational and Scientific Institute
“Institute of Public Administration” of Kharkiv National University
named after V. N. Karazina, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3587-4886>

An approach to constructing mathematical models of individual multicriterial estimation was proposed based on information about the ordering relations established by the expert for a set of alternatives. Structural identification of the estimation model using the additive utility function of alternatives was performed within axiomatics of the multi-attribute utility theory (MAUT). A method of parametric identification of the model based on the ideas of the theory of comparative identification has been developed. To determine the model parameters, it was proposed to use the midpoint method that has resulted in the possibility of obtaining a uniform stable solution of the problem. It was shown that in this case, the problem of parametric identification of the estimation model can be reduced to a standard linear programming problem. The scalar multicriterial estimates of alternatives obtained on the basis of the synthesized mathematical model make it possible to compare them among themselves according to the degree of efficiency and, thus, choose “the best” or rank them.

A significant advantage of the proposed approach is the ability to use only non-numerical information about the decisions already made by experts to solve the problem of identifying the model parameters. This enables partial reduction of the degree of expert's subjective influence on the outcome of decision-making and reduces the cost of the expert estimation process.

A method of verification of the estimation model based on the principles of cross-validation has been developed. The results of computer modeling were presented. They confirmed the effectiveness of using the proposed method of parametric model identification to solve problems related to automation of the process of intelligent decision making.

Keywords: decision making, utility theory, comparative identification, ranking of alternatives, utility function.

References

- Petrovskiy, A. B. (2009). *Teoriya prinyatiya resheniy*. Moscow: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 400.
- Larichev, O. I. (2000). *Teoriya i metody prinyatiya resheniy, a takzhe hronika sobytiy v volshebnoy strane*. Moscow: Logos, 294.
- Kryuchkovskiy, V. V., Petrov, E. G., Sokolova, N. A., Hodakov, V. E. (2011). *Introspektivnyy analiz: metody i sredstva ekspertnogo otsenivaniya*. Kherson: Izdatel'stvo Grin' D.S., 169.
- Tihonov, A. N., Arsenin V. Ya. (1986). *Metody resheniya nekorrektnykh zadach*. Moscow: Nauka, 288.
- Dyer, J. S. (2016). Multiattribute Utility Theory (MAUT). *International Series in Operations Research & Management Science*, 285–314. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_8
- Figueira, J. R., Mousseau, V., Roy, B. (2016). ELECTRE Methods. *International Series in Operations Research & Management Science*, 155–185. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_5
- Brans, J.-P., De Smet, Y. (2016). PROMETHEE Methods. *International Series in Operations Research & Management Science*, 187–219. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_6
- Papathanasiou, J., Ploskas, N. (2018). TOPSIS. *Springer Optimization and Its Applications*, 1–30. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91648-4_1
- Edwards, W., Barron, F. H. (1994). SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60 (3), 306–325. doi: <https://doi.org/10.1006/obhd.1994.1087>
- Yu, X., Zhang, S., Liao, X., Qi, X. (2018). ELECTRE methods in prioritized MCDM environment. *Information Sciences*, 424, 301–316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.09.061>
- Fei, L., Xia, J., Feng, Y., Liu, L. (2019). An ELECTRE-Based Multiple Criteria Decision Making Method for Supplier Selection Using Dempster-Shafer Theory. *IEEE Access*, 7, 84701–84716. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2924945>
- Urli, B., Frini, A., Amor, S. B. (2019). PROMETHEE-MP: a generalisation of PROMETHEE for multi-period evaluations under uncertainty. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 8 (1), 13. doi: <https://doi.org/10.1504/ijmcdm.2019.098042>
- Firgiawan, W., Zulkarnaim, N., Cokrowibowo, S. (2020). A Comparative Study using SAW, TOPSIS, SAW-AHP, and TOPSIS-AHP for Tuition Fee (UKT). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 875, 012088. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/875/1/012088>
- Mahmood, A., Abbas, M. (2020). Influence model and doubly extended TOPSIS with TOPSIS based matrix of interpersonal influences. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 39 (5), 7537–7546. doi: <https://doi.org/10.3233/jifs-200833>
- Fahlepi, R. (2020). Decision Support Systems Employee Discipline Identification Using The Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) Method. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 1 (2), 103–112. doi: <https://doi.org/10.37385/jaets.v1i2.67>
- Borissova, D., Keremedchiev, D. (2019). Group Decision Making in Evaluation and Ranking of Students by Extended Simple Multi-Attribute Rating Technique. *Cybernetics and Information Technologies*, 19 (3), 45–56. doi: <https://doi.org/10.2478/cait-2019-0025>
- Sari, J. P., Gernowo, R., Suseno, J. E. (2018). Deciding Endemic Area of Dengue Fever using Simple Multi Attribute Rating Technique Exploiting Ranks. 2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE). doi: <https://doi.org/10.1109/iciteed.2018.8534882>
- Saaty, T. L. (2016). The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making. *International Series in Operations Research & Management Science*, 363–419. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_10
- Hassen, M. B., Halim, M. T., Abualsaud, E., Othman, A. (2020). Quality yarn index using AHP and Fuzzy method. *Industria Textila*, 71 (05), 487–491. doi: <https://doi.org/10.35530/it.071.05.1699>
- Starčević, S., Bojović, N., Junevičius, R., Skrickij, V. (2019). Analytical hierarchy process method and data envelopment analysis application in terrain vehicle selection. *Transport*, 34 (5), 600–616. doi: <https://doi.org/10.3846/transport.2019.11710>
- Septifani, R., Deoranto, P., Armanda, T. W. (2020). Employee Performance Assessment Using Analytical Network Process and Rating Scale. *Jurnal Teknik Industri*, 21 (1), 70–79. doi: <https://doi.org/10.22219/jtiimm.vol21.no1.70-79>
- Gunduz, M., Khader, B. K. (2020). Construction Project Safety Performance Management Using Analytic Network Process (ANP) as a Multicriteria Decision-Making (MCDM) Tool. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2020, 1–11. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/2610306>
- Bafahm, A., Sun, M. (2019). Some Conflicting Results in the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 18 (02), 465–486. doi: <https://doi.org/10.1142/s0219622018500517>
- Podinovskiy, V. V., Gavrilov V. M. (2016). *Optimizatsiya po posledovatel'no primenyaemym kriteriyam*. Moscow: LENAND, 194.
- Ovezgel'dyev, A. O., Petrov, K. É. (1996). Comparison identification of models of intelligent activity. *Cybernetics and Systems Analysis*, 32 (5), 647–654. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02367768>
- Petrov, K. E., Deineko, A. O., Chala, O. V., Panforova, I. Y. (2020). The method of alternative ranking for a collective expert estimation procedure. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2, 84–94. doi: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-2-9>
- Keeney, R. L., Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Cambridge University Press, 569. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9781139174084>
- Ovezgel'dyev, A. O., Petrov, K. E. (2007). Modeling individual multifactor estimation using GMDH elements and genetic algorithms. *Cybernetics and Systems Analysis*, 43 (1), 126–133. doi: <https://doi.org/10.1007/s10559-007-0031-0>
- Bruce, P., Bruce, A., Gedeck, P. (2020). *Practical statistics for data scientists: 50+ Essential concepts using R and Python*. O'Reilly Media, 368.
- Ovezgeldyev, A. O., Petrov, K. E. (2016). Fuzzy-Interval Choice of Alternatives in Collective Expert Evaluation. *Cybernetics and Systems Analysis*, 52 (2), 269–276. doi: <https://doi.org/10.1007/s10559-016-9823-4>

АНОТАЦІЇ
CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237944

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ МАТРИЦІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАРШРУТІВ (с. 6–12)

Watheq Laith, Rasheed Al-Salih

Завдання технологічного маршруту є найбільш важливим чинником у багатьох галузях виробництва, таких як конвеєрне виробництво, серійне виробництво, задача комівояжера (TSP), послідовність продукції, послідовність технологічних операцій і т. д. Потік і аналіз від одного елемента до іншого можуть бути представлені квадратною матрицею, в якій кількість рядків або стовпців дорівнює кількості оброблюваних елементів. Така спеціальна форма матриці називається матрицею технологічних маршрутів. Матриця має багато недоліків при використанні для визначення оптимальних послідовностей. Наприклад, кількість змінних повинна бути якомога меншою, відсутня гнучкість у визначенні початкової або кінцевої послідовності для знаходження найкращої послідовності з деякими станами. Крім того, відсутня можливість додавати відношення, що вказують змінну як бажані або запобігані в послідовності. У даній статті вирішується матрицю технологічних маршрутів за допомогою двійкового лінійного програмування (ДЛП).

Запропонований підхід ДЛП був застосований в компанії *Ur* для вирішення матриці технологічних маршрутів. Ця компанія має конвеєрне виробництво, здатне виробляти чотири продукти: *A*, *B*, *C* і *D*. Матриця часу підготовки розглядається як матриця технологічних маршрутів. Метою цієї компанії є отримання оптимальної послідовності продуктів за мінімальний час. Рішення переходу між станами матриці технологічних маршрутів з використанням ДЛП може бути сформульовано в наступних п'яти модельних випадках відповідно до умови вимоги переходу і бажаним: в першому випадку наводяться всі можливі елементи послідовності, у другому випадку перераховані елементи послідовності, коли відома перша послідовність, в третьому випадку перераховані елементи послідовності, коли відома остання послідовність, в четвертому випадку наведені всі можливі елементи послідовності зі станом, який запобігає виникненню небажаної послідовності, п'ятий випадок дає всі можливі елементи послідовності зі станом появи бажаної послідовності.

Крім того, знайдено оптимальні послідовності для станів шляхом визначення початкових або кінцевих послідовностей, а також додані бажані відносини або запобігання. Отримано та доведено математичні формули для кількості всіх послідовностей при деяких станах.

Ключові слова: оптимальна послідовність; двійкове лінійне програмування; матриця технологічних маршрутів, точне рішення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239168

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ЯК КЛЮЧОВОГО ЕЛЕМЕНТА ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ В АЕРОПОРТУ (с. 13–26)

А. М. Валько, О. О. Соловйова, Г. Г. Волковська, І. М. Герасименко

Досліджено науково-практичні основи якості обслуговування пасажирів та клієнтури в аеропорту. Це викликано необхідністю визначення ролі авіаційної безпеки (АБ) та її вплив на якість та конкурентоспроможність діяльності служб аеропорту. Доведено, що в рамках системи здійснюється моніторинг якості за напрямками діяльності служби авіаційної безпеки (САБ). В результаті досліджень визначено кількісну оцінку рівня авіаційної безпеки аеропорту, на підставі якої в підсистемах аналізу виконується прийняття відповідного управлінського рішення. Під управлінням в даному разі розуміється система заходів щодо вдосконалення діяльності САБ.

Розроблено методіку оцінки якості аеропортових послуг, яка розкриває сутність авіаційної безпеки в системі управління якістю аеропорту. Запропонована послідовність оцінювання системи авіаційної безпеки, що відображає вартісний підхід, застосування якого передбачає визначення резервів для забезпечення авіаційної безпеки в безперервному впровадженні системи менеджменту якості.

Визначено частку витрат на авіаційну безпеку (АБ) на прикладі трьох аеропортів за економічними елементами (модель критеріїв вибору суб'єкта) щодо визначення вартості забезпечення адекватного рівня авіаційної безпеки.

Запропоновано введення комплексного показника якості авіаційної безпеки для її функціональних складових, що в подальшому складає інтегральний показник якості наданих послуг. В результаті розрахунків розмір плати за авіаційну безпеку з використанням поправочних коефіцієнтів на протидію загрози можливого вчинення акту незаконного втручання (АНВ) зростатиме. Це дозволяє авіаційному підприємству своєчасно формувати резерв для запобігання або усунення наслідків АНВ шляхом врахування збору за авіаційну безпеку у загальну вартість послуг повітряного транспорту.

Ключові слова: система авіаційної безпеки (САБ), акт незаконного втручання (АНВ), управління якістю послуг аеропорту.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239093

РОЗРОБКА АНАЛІЗАТОРА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРСЬКОГО СУДНОПЛАВСТВА І ЙОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ (с. 27–35)

П. С. Носов, С. М. Зінченко, В. В. Плохих, І. С. Попович, Ю. О. Прокопчук, Д. В. Макаруч, П. П. Маменко, В. С. Мойсеєнко, А. П. Бень

На основі емпіричних експериментальних даних були ідентифіковані зв'язки, що вказують на вплив реакцій навігаторів (судноводіїв) на такі показники управління судном як маневреність і безпека. Це сформулювало гіпотезу про невідповідний зв'язок між діями навігатора, його реакціями та параметрами управління морським транспортом.

У рамках зазначеної гіпотези були запропоновані логіко-формальні підходи, що дозволяють застосувати серверні дані як морських симуляторів, так і діючих суден морського транспорту з метою своєчасної ідентифікації виникнення критичної ситуації з ймовірними катастрофічними наслідками.

Запропоновано метод обробки навігаційних даних, що заснований на аналізі темпоральних зон, який дозволив попередити прояви зниження результативності управління морським транспортом на 22,5 %. На основі кластерного аналізу і автоматизованих нейронних мереж вдалося виділити часові фрагменти управління судном і класифікувати їх відповідно до рівня небезпеки. При цьому тестова помилка нейронної мережі склала лише 3,1 %, а помилка навчання 3,8 %, що забезпечує високу якість отриманих результатів моделювання.

Запропоновані підходи були апробовані із застосуванням навігаційного тренажера Navi Trainer 5000 navigation simulator (Wärtsilä Corporation, Фінляндія). Проведене імітаційне моделювання системи ідентифікації критичних ситуацій під час управління морським транспортом дозволило зменшити ймовірність виникнення катастрофічних ситуацій на 13,5 %. Використання автоматизованих штучних нейронних мереж дозволило проводити ідентифікацію критичних ситуацій в режимі реального часу на основі бази даних управління морським транспортом на капітанському містку для індивідуального навігатора.

Ключові слова: управління морським транспортом, людський фактор, ергатична система, безпека мореплавання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239255

СПІЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЮВАННЯ СПРИЙНЯТТЯ БЕЗПЕКИ МІЖМІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ (с. 36–42)

Aji Suraji, Ludfi Djakfar, Achmad Wicaksono, Marjono, Leksmono Suryo Putranto, Sugeng Hadi Susilo

Безпека громадського транспорту як і раніше залишається проблемою, яка потребує вивчення чиновниками і дослідниками. Це пов'язано з тим, що кількість аварій громадського транспорту як і раніше досить велика. Це пояснюється тим, що багато сімей, що потрапили в дорожньо-транспортні пригоди, вражені аварією. Тому необхідно вивчити питання про те, який автобус слід вважати безпечним. Метою цього дослідження було визначення моделі сприйняття безпечного громадського автобуса. Спочатку було вибрано математичне моделювання, засноване на вивчених параметрах. Друге завдання – визначити значимість значень параметрів, які є показником сприйняття безпеки міжміського автобусного громадського транспорту. Ця робота є перцептивним дослідженням, в якому дані беруться у відповідних респондентів. Метод збору даних включав використання анкети за участю респондентів: власників автобусних компаній, водіїв і пасажирів з провінції Східна Ява, Індонезія. Респондентам було запропоновано відповіді на питання, пов'язані з такими змінними, як дохід, швидкість, комфорт і безпека. Використовується метод спільного аналізу. Перший етап є результатом моделювання сприйняття безпечного автобуса. Крім того, проводиться подальший аналіз для отримання значення важливості параметрів. Результатом цього дослідження є корисна модель сприйняття безпечного автобуса, яка виражається рівнянням U, в якому змінні включають дохід, швидкість, комфорт і безпеку. Найвищий рівень важливості – це дохід 33,29 %, за яким слідує змінна безпеки зі значенням 25,39 %. Це показує, що фактор доходу є головним пріоритетом для водіїв, керівництва та власників автобусних компаній, в той час як фактор безпеки дорожнього руху поступається тільки доходу. Іншими словами, сприйняття респондентів більше пов'язано з доходом, в той час як безпека як і раніше не є пріоритетним фактором.

Ключові слова: моделювання, автобус, міжміський, транспорт, безпека, трафік, спільний аналіз, аварія, сприйняття, респонденти.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237996

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ОБ'ЄКТУ МОНІТОРИНГУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (с. 43–55)

Areej Adnan Abed, Ю. Є. Репіло, Р. М. Животовський, А. В. Шишацький, С. Ю. Гогоняц, С. І. Кравченко, І. О. Живило, М. М. Денежкін, Н. М. Протас, О. В. Щепцов

Для об'єктивного та повного аналізу стану об'єкту моніторингу з необхідним рівнем оперативності проведено удосконалення методики оцінки та прогнозування стану об'єкту моніторингу в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень. Сутність методики полягає в забезпеченні аналізу поточного стану об'єкту моніторингу, що аналізується та короткострокового прогнозування стану об'єкту моніторингу. Об'єктивний та повний аналіз досягається використанням удосконалених нечітких темпоральних моделей стану об'єкту, врахуванням типу невизначеності та зашумленості вихідних даних. Новизна методики полягає в використанні удосконаленої процедури обробки вихідних даних в умовах невизначеності, удосконаленої процедури навчання штучних нейронних мереж та удосконаленої процедури топологічного аналізу структури нечітких когнітивних моделей. Сутність процедури навчання полягає в тому, що навчання синаптичних ваг штучної нейронної мережі, типу та параметрів функції належності, а також архітектури окремих елементів і архітектури штучної нейронної мережі в цілому. Процедура прогнозування про стан об'єкту моніторингу дозволяє проводити багатовимірний аналіз, врахування і опосередкований вплив всіх компонентів багатовимірного часового ряду з їх різними часовими зсувами один відносно одного в умовах невизначеності. Використання методики дозволяє досягти підвищення оперативності обробки даних на рівні 12–18 % за рахунок використання додаткових удосконалених процедур. Пропонується використання запропонованої методики в системах підтримки прийняття рішень автоматизованих систем управління (СППР АСУ) артилерійськими підрозділами, геоінформаційних систем спеціального призначення. Також можливо використання СППР АСУ авіацією та протиповітряної оборони, а також СППР АСУ логістичного забезпечення Збройних Сил України.

Ключові слова: системи підтримки прийняття рішень, штучні нейронні мережі, прогнозування стану, навчання штучних нейронних мереж.

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238020**РОЗРОБКА МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВ (с. 56–65)****К. Е. Петров, І. В. Кобзев, О. В. Орлов, В. В. Косенко, А. В. Косенко, Я. А. Ваніна**

Запропоновано підхід до побудови математичної моделі індивідуального багатокритеріального оцінювання, який ґрунтується на інформації про встановлене експертом відношення порядку на множині альтернатив. В рамках аксіоматики теорії багатокритеріальної корисності (MAUT) проведено структурну ідентифікацію моделі оцінювання з використанням адитивної функції корисності альтернатив. Розроблено метод параметричної ідентифікації моделі, що базується на ідеях теорії компараторної ідентифікації. Для визначення параметрів моделі пропонується використовувати метод середньої точки, в результаті застосування якого можна отримати єдиний стійкий розв'язок задачі. Показано, що в цьому випадку, задачу параметричної ідентифікації моделі оцінювання можна привести до стандартної задачі лінійного програмування. Отримані на основі синтезованої математичної моделі скалярні багатокритеріальні оцінки альтернатив дозволяють порівнювати їх між собою за ступенем ефективності і, таким чином, вибрати "найкращу" з них або провести їх ранжування.

Істотною перевагою запропонованого підходу є можливість використання для розв'язання задачі ідентифікації параметрів моделі тільки нечислової інформації про вже прийняті експертами рішення. Це дозволяє частково знизити ступінь суб'єктивного впливу експерта на результат прийняття рішень та зменшити витрати на проведення процедури експертного оцінювання.

Розроблено метод верифікації моделі оцінювання, що базується на принципах крос-валідації. Наведено результати комп'ютерного моделювання, які підтверджують ефективність використання запропонованого методу параметричної ідентифікації моделі для вирішення завдань, що пов'язані з автоматизацією інтелектуального процесу прийняття рішень.

Ключові слова: прийняття рішень, теорія корисності, компараторна ідентифікація, ранжування альтернатив, функція корисності.