



INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.217079

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED INDUSTRIAL DYNAMICS SYSTEM

pages 6–13

Solodovnik Ganna, PhD, Associate Professor, Department of Computer Science and Information Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6323-5083>, e-mail: solodovnik@kn-it.info

Kovalenko Kateryna, Department of Computer Science and Information Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1260-367X>, e-mail: kate_mir@ukr.net

The object of research is the process of determining the main indicators of the functioning of a manufacturing enterprise using the method of system dynamics. Any enterprise for the production and sale of products is a complex socio-economic system that is closely related to the external environment through input and output channels. The external environment determines the conditions for the functioning of the enterprise and can be described by a set of a large number of different parameters, the values of which will dynamically change and are fundamentally indeterminate.

Coordination and control over material and financial flows at a manufacturing enterprise is often a separate problem. The interaction of financial resources and material flows, which are selected by the enterprise as the main ones in accordance with market requirements and the specifics of the activity, must be coordinated accordingly to achieve a more efficient operation of the enterprise. Therefore, the task of the presented study is to develop a model of material and financial flows of a production enterprise with its further software implementation. The purpose of the software implementation is to further conduct experiments with the model to determine the main indicators of the production enterprise, depending on changes in the functioning parameters due to the external environment.

All the variety of modeling methods considered in modeling theory can be conditionally divided into two groups: analytical and simulation modeling. To solve the problem of this study, simulation modeling was used, which provides for the construction of a model with characteristics adequate to the original on the basis of a certain information principle.

In the course of the research, a model of material and financial flows of a production enterprise was built. The mathematical model of flows was developed using the system dynamics method by J. Forrester. An automated system was also developed, which is a software implementation of the proposed model.

The automated system of industrial dynamics of a production enterprise developed in the study will significantly increase the efficiency and scientific validity of decisions regarding the management of material and financial resources.

Keywords: industrial dynamics, material flows, financial flows, automated system, activity diagram.

References

1. Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 982.
2. Rassokha, I. M. (2011). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen*. Kharkiv: KhNAMH, 76.
3. Miziuk, B. M. (2009). *Osnovy stratehichnoho upravlinnia*. Lviv: Mahnoliia, 544.
4. Negulescu, O., Doval, E. (2014). The Quality of Decision Making Process Related to Organizations' Effectiveness. *Procedia Economics and Finance*, 15, 858–863. doi: [http://doi.org/10.1016/s2212-5671\(14\)00548-6](http://doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00548-6)
5. Tohidi, H., Jabbari, M. M. (2012). Decision role in management to increase effectiveness of an organization. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 31, 825–828. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.149>
6. Akdere, M. (2011). An analysis of decision-making process in organizations: Implications for quality management and systematic practice. *Total Quality Management & Business Excellence*, 22 (12), 1317–1330. doi: <http://doi.org/10.1080/14783363.2011.625180>
7. Bolle-Reddat, B., Dumora, R. (2016). The Role of Models in Management Decision. *Modelling in Life Insurance – A Management Perspective*, 7, 130–141. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-319-29776-7_11
8. Winter, S. G., Kaniovski, Y. M., Dosi, G. (2000). Modeling industrial dynamics with innovative entrants. *Structural Change and Economic Dynamics*, 11 (3), 255–293. doi: [http://doi.org/10.1016/s0954-349x\(99\)00010-7](http://doi.org/10.1016/s0954-349x(99)00010-7)
9. Li, D., Liu, L., Zhu, W., Rong, G. (2008). Material-flow Modeling Technology and Its Application in Manufacturing Execution Systems of Petrochemical Industry. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16 (1), 71–78. doi: [http://doi.org/10.1016/s1004-9541\(08\)60040-3](http://doi.org/10.1016/s1004-9541(08)60040-3)
10. Lim, G. C. (1991). Estimating portfolio models from financial flow data: An analysis of the demand for liabilities, real assets and financial assets by the household sector. *Economic Modelling*, 8, 219–224. doi: [http://doi.org/10.1016/0264-9993\(91\)90016-h](http://doi.org/10.1016/0264-9993(91)90016-h)
11. Mody, A., Taylor, M. P., Kim, J. Y. (2001). Modelling fundamentals for forecasting capital flows to emerging markets. *International Journal of Finance & Economics*, 6 (3), 201–216. doi: <http://doi.org/10.1002/ijfe.159>
12. Combes, J.-L., Kinda, T., Ouedraogo, R., Plane, P. (2019). Financial flows and economic growth in developing countries. *Economic Modelling*, 83, 195–209. doi: <http://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.02.010>
13. Sumets, O. M., Kyzym, M. O., Syromyatnikov, P. S., Kozureva, O. V., Tsvirko, O. O. (2019). Financial flows in logistics systems of production enterprises. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 3 (30), 165–175. doi: <http://doi.org/10.18371/fcaptop.v3i30.179529>
14. Ladiges, J., Fulber, A., Arroyo, E., Fay, A., Haubeck, C., Lamersdorf, W. (2015). Learning material flow models for manufacturing plants from data traces. *2015 IEEE 13th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*. doi: <http://doi.org/10.1109/indin.2015.7281750>
15. Suprunenko, O. A. (2013). Paradigms of simulation modeling in studying complex parallel systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (4 (65)), 63–67. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/18353>
16. Sheshasaayee, A., Bhargavi, K. (2017). A study of automated decision making systems. *Research Inventy: International Journal of Engineering And Science*, 7, 28–31.
17. Solodovnyk, H. V. (2016). *Instrumentalni zasoby modeliuвання sotsialno-ekonomichnykh system*. Kharkiv: Rozhko S. H., 122.

18. Booch, G., Maksimchuk, R. A., Engle, M. W., Young, B. J., Conallen, J., Houston, K. A. (2007). *Object-Oriented Analysis and Design with Applications*. Addison-Wesley Professional, 720.
19. Rosenberg, D., Scott, K. (2007). *Use Case Driven Object Modeling with UML: A Practical Approach*. Addison-Wesley Professional, 188. doi: <http://doi.org/10.1007/978-1-4302-0369-8>
20. Ivanilov, O. S. (2009). *Ekonomika pidpriemstva*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 728.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.218286

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF THE CONCEPT OF DETERMINING THE FUTURE DEMAND FOR MEDICAL SERVICES BASED ON THE RESULTS OF ANALYSIS OF DATA OF DIFFERENT NATURE

pages 14–18

Mulesa Oksana, PhD, Associate Professor, Department of Cybernetics and Applied Mathematics, State Higher Educational Institution «Uzhhorod National University», Uzhhorod, Ukraine, e-mail: mulesa.oksana@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6117-5846>

Snytyuk Vitaliy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, e-mail: snytyuk@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9954-8767>

Melnyk Olena, PhD, Associate Professor, Department of Software Systems, State Higher Educational Institution «Uzhhorod National University», Uzhhorod, Ukraine, e-mail: olena.melnyk@uzhnu.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7340-8451>

Nazarov Volodymyr, Postgraduate Student, Department of Cybernetics and Applied Mathematics, State Higher Educational Institution «Uzhhorod National University», Uzhhorod, Ukraine, e-mail: vonaz2713@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0906-7020>

Planning and organizing the functioning of health care institutions is a priority area of activity of their founders. The purpose of such management activities is to ensure the timeliness, quality and completeness of medical services provided to the clients of the institution. At the same time, an important step is to predict the needs for medical services in future periods of time. Forecasting should be carried out taking into account the socio-demographic, medical and behavioral characteristics of persons – potential consumers of medical services and the characteristics of the population structure of the territory in which the medical institution operates. Thus, the object of research is the processes that arise during the analysis of operational and retrospective statistical, medical and social, expert and other data to determine the forecast values of the levels of demand for certain medical services. The results of the analysis should become the basis for making management decisions on planning and organizing the activities of health care institutions in future periods.

In the course of the research, a systematic approach, methods of mathematical modeling and other general scientific methods were used.

The research result is a developed method for forecasting the demand for medical services in future periods of time.

The method consists in the implementation of four sequential stages of the analysis of the initial data. In this case, it becomes necessary to solve the problems of clustering, classification, identification and forecasting. The accuracy of the predicted values depends on the choice of methods and algorithms for solving the problems posed and on the completeness of the initial data. As a result of applying the method, it is possible to obtain:

- adivision of persons – potential consumers of medical services into groups in accordance with their socio-demographic portraits, medical data and behavioral characteristics;
- relationship between the number of educated groups and the demand for various medical services;
- predicted values of the number of groups, as well as the demand for medical services.

The results can serve as a basis for making managerial decisions on organizing the activities of medical institutions in future periods of time.

Keywords: demand for medical services, clustering, structural and parametric identification, healthcare institutions.

References

1. Hrabovskiy, V. A., Klymenko, P. M. (2014). Systemnyi pidkhid do upravlinnia zakladamy okhorony zdorovia. *Visnyk Natsionalnoi akademii derzhavnoho upravlinnia pry Prezydentovi Ukrainy*, 3, 136–142.
2. Danko, V. V. (2017). Upravlinnia zakladamy okhorony zdorovia v suchasnykh umovakh: teoretychnyi aspekt. *Visnyk KhNAU. Seriya: Ekonomichni nauky*, 4, 225–233.
3. Haponova, E. O. (2017). Suchasni tendentsii funkcionuvannia svitovoho rynku medychnykh posluh. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni VN Karazina. Seriya: Mizhnarodni vidnosyny. Ekonomika. Krainoznavstvo. Turyzm*, 6, 20–24.
4. Brownlee, S., Chalkidou, K., Doust, J., Elshaug, A. G., Glasziou, P., Heath, I. et. al. (2017). Evidence for overuse of medical services around the world. *The Lancet*, 390 (10090), 156–168. doi: [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)32585-5](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)32585-5)
5. Glasziou, P., Straus, S., Brownlee, S., Trevena, L., Dans, L., Guyatt, G. et. al. (2017). Evidence for underuse of effective medical services around the world. *The Lancet*, 390 (10090), 169–177. doi: [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30946-1](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30946-1)
6. Grekousis, G., Liu, Y. (2019). Where will the next emergency event occur? Predicting ambulance demand in emergency medical services using artificial intelligence. *Computers, Environment and Urban Systems*, 76, 110–122. doi: <http://doi.org/10.1016/j.compenurbsys.2019.04.006>
7. Maltseva, S., Prokofyeva, E., Zaitsev, R. (2017). The Demand for the Healthcare Services: the Opportunities of Big Data in Predicting Patient Flow. *International Conference Information Systems 2017 Special Interest Group on Big Data Proceedings*, 5.
8. Kim, K.-W., Li, G., Park, S.-T., Ko, M.-H. (2016). A Study on Birth Prediction and BCG Vaccine Demand Prediction using ARIMA Analysis. *Indian Journal of Science and Technology*, 9 (24). doi: <http://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i24/96151>
9. Husein, A. M., Simarmata, A. M. (2019). Drug Demand Prediction Model Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Sinkron*, 4 (1), 136–142. doi: <http://doi.org/10.33395/sinkron.v4i1.10238>
10. Husein, A. M., Harahap, M., Aisyah, S., Purba, W., Muhazir, A. (2018). The implementation of two stages clustering (*k*-means clustering and adaptive neuro fuzzy inference system) for prediction of medicine need based on medical data. *Journal of Physics: Conference Series*, 978, 012019. doi: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/978/1/012019>

11. Baturkin, S. A., Baturkina, E. Iu., Zimenko, V. V., Siginov, I. V. (2012) Statisticheskie algoritmy klasterizatsii dannykh v adaptivnykh obuchaiushchikh sistemakh. *Vestnik RGRU*, 31 (1), 82–85.
12. Rokach, L., Maimon, O. (2005). *Clustering methods. Data mining and knowledge discovery handbook*. Boston: Springer, 321–352. doi: http://doi.org/10.1007/0-387-25465-x_15
13. Amanuma, S., Kurematsu, M., Fujita, H. (2012). An Idea of Improvement Decision Tree Learning Using Cluster Analysis. *SoMeT*, 351–358. doi: <http://doi.org/10.3233/978-1-61499-125-0-351>
14. Kohonen, T. (1988). *Self-organization and associative memory*. New-York: Springer Verlag, 312. doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-662-00784-6>
15. Škrjanc, I., Iglesias, J. A., Sanchis, A., Leite, D., Lughofer, E., Gomide, F. (2019). Evolving fuzzy and neuro-fuzzy approaches in clustering, regression, identification, and classification: A Survey. *Information Sciences*, 490, 344–368. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ins.2019.03.060>
16. Mulesa, O., Snytyuk, V., Myronyuk, I. (2016). Forming the clusters of labour migrants by the degree of risk of hiv infection. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (4 (81)), 50–55. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71203>
17. De Koninck, P., Nelissen, K., Baesens, B., vanden Broucke, S., Snoeck, M., De Weerd, J. (2017). An approach for incorporating expert knowledge in trace clustering. *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. Springer: Cham, 561–576. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-319-59536-8_35
18. Mulesa, O. Yu. (2015). Adaptation of fuzzy c-means method for determination the structure of social groups. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (2 (22)), 73–76. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2015.41014>
19. Mulesa, O. Yu., Snytiuk, V. Ye., Herzanych, S. O. (2019). Metod nechitkoi klasyfikatsii na osnovi poslidovnoho analizu valda. *Automation of technological and business processes*, 11 (4), 35–42. doi: <http://doi.org/10.15673/atbp.v11i4.1597>
20. Kornoushenko, E. K. (2017). Algoritm klasyfikatsii putem parnogo sravneniia priznakov. *Avtomatika i telemekhanika*, 11, 151–166.
21. Ruff, L., Vandermeulen, R., Goernitz, N., Deecke, L., Siddiqui, S. A., Binder, A. et. al. (2018). Deep one-class classification. *International conference on machine learning*, 4393–4402.
22. Geifman, Y., El-Yaniv, R. (2017). Selective classification for deep neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 30, 4878–4887.
23. Shtovba, S. D. (2003). Identifikatsiia nelineinykh zavisimosti s pomoschiu nechetskogo logicheskogo vyvoda v sisteme MATLAB. *Exponenta Pro: Matematika v prilozeniakh*, 2, 9–15.
24. Zaichenko, Yu. P. (2007). Nechetkyi metod hrupovoho ucheta arhumentov pry neopredelennikh vkhodnikh dannikh. *Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnologii*, 3, 100–112.
25. Mulesa, O. Yu. (2016). Development of evolutionary methods of the structural and parametric identification for tabular dependencies. *Technology audit and production reserves*, 4 (2 (30)), 13–19. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.74482>
26. Haber, R., Unbehauen, H. (1990). Structure identification of non-linear dynamic systems – A survey on input/output approaches. *Automatica*, 26 (4), 651–677. doi: [http://doi.org/10.1016/0005-1098\(90\)90044-i](http://doi.org/10.1016/0005-1098(90)90044-i)
27. Aizenberg, I., Sheremetov, L., Villa-Vargas, L., Martinez-Muñoz, J. (2016). Multilayer Neural Network with Multi-Valued Neurons in time series forecasting of oil production. *Neurocomputing*, 175, 980–989. doi: <http://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.06.092>
28. Deb, C., Zhang, E., Yang, J., Lee, S. E., Shah, K. W. (2017). A review on time series forecasting techniques for building energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 902–924. doi: <http://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.085>
29. Geche, F., Batyuk, A., Mulesa, O., Vashkeba, M. (2015). Development of effective time series forecasting model. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 4 (12), 4377–4386.
30. Mulesa, O., Geche, F. (2016). Designing fuzzy expert methods of numeric evaluation of an object for the problems of forecasting. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (4 (81)), 37–43. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.70515>

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.221137

MODELING THE COSTS OF PROJECT TRANSPORTATION MAINTENANCE

pages 19–25

Rusanova Svitlana, Assistant, Department of Port Operating and Handling Technologies, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine, e-mail: rusanova20140909@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3624-6582>

This study investigates variants in transportation maintenance of projects. The study subject is the mathematical notation of the dependence of costs incurred during the transportation maintenance of a project on the characteristics of maintenance options. Most projects involve a transportation component, which relates to the need to deliver raw materials, materials, equipment, manpower to the location of the product project (for example, construction projects, infrastructure projects). This study aims to identify variants in the transportation maintenance of projects, to establish mathematical dependences of transportation costs depending on the characteristics of vehicles and the conditions for their use in projects. The characteristics of the vehicles and the

conditions of their operation in the projects form the essence of a specific variant of the transportation maintenance of a project. Each alternative transportation maintenance option affects the project, first of all, at the cost level. Therefore, the optimal transportation maintenance variant for a project should be selected considering the impact of options on project costs. In this study, the basis for modeling the cost of a project's transportation maintenance is the project's network schedule and an analysis of its activities in terms of the need for transportation maintenance. Mathematical expressions for the volume of transportation operations and the required number of vehicles of different types have been consistently derived. Cost dependences for three variants of vehicle utilization (rent, service, acquisition) have been derived, based on vehicle characteristics, for three levels of project consideration: certain operations, a certain time span, the project in general. The resulting formalization of transportation maintenance costs makes it possible to vary the characteristics of vehicles and the conditions for their use in a project during the decision-making phase of choosing the transportation maintenance option for a project, or their combination. The reported results underlie further development of the model for optimizing parameters and choosing the transportation maintenance variant of projects.

Keywords: vehicle utilization conditions, network project schedule, cost dependences, vehicle characteristics.

References

1. Shepelev, V., Almetova, Z., Larin, O., Shepelev, S., Issenova, O. (2018). Optimization of the Operating Parameters of Transport and Warehouse Complexes. *Transportation Research Procedia*, 30, 236–244. doi: <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.026>
2. Liu, Q., Min, H. (2008). A Collaborative Production Planning Model for Multi-Agent Based Supply Chain. *Proceedings – International Conference on Computer Science and Software Engineering*, 1, 512–515. doi: <http://doi.org/10.1109/csse.2008.543>
3. Chen, Z., Liang, Y., Wu, Y., Sun, L. (2019). Research on Comprehensive Multi-Infrastructure Optimization in Transportation Asset Management: The Case of Roads and Bridges. *Sustainability*, 11 (16), 4430. doi: <http://doi.org/10.3390/su11164430>
4. Onischenko, S. P., Siraev, A. R., Samoilovskaia, V. P. (2012). Estimation of efficiency of transportation organization of distribution systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (3(60)), 37–43. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/5509>
5. Onyshchenko, S., Siraev, A. (2013) Optimization of transport support for distribution systems of export products. *Methods for managing the development of transport systems*, 1, 58–72.
6. Rusanova, S., Onyshchenko, S. (2020). Development of transport and technological process options' concept for goods delivery with participation of maritime transport. *Technology audit and production reserves*, 1 (2 (51)), 24–29. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.198373>
7. Gamez, E. A., Touran, A. (2009). A Method of Risk ranking for International Transportation Projects. *Proceedings of 7th International Probabilistic Workshop*. Delft, 187–203.
8. Andrievska, V., Bondar, A., Onyshchenko, S. (2019) Identification of creation and development projects of logistic systems. *Development of management and entrepreneurship methods on transport*, 4 (69), 26–37.
9. Owens, J. (2010). Project Management for Complex Transportation Projects. *Graduate Theses and Dissertations*, 11627. doi: <http://doi.org/10.31274/etd-180810-1807>
10. Guidance for Transportation Project Management (2009). *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*. Washington: The National Academies Press. doi: <http://doi.org/10.17226/23028>
11. Bínová, H. (2013). Methodology of transportation project management. *Journal of System of Integration*, 1, 30–37.
12. Abou-Senna, H., Radwan, E., Navarro, A., Abdelwahab, H. (2018). Integrating transportation systems management and operations into the project life cycle from planning to construction: A synthesis of best practices. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 5 (1), 44–55. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.04.006>
13. Halvorsen-Weare, E. E., Fagerholt, K. (2011). *Robust Supply Vessel Planning. Network Optimization*. Berlin: Springer, 559–573. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-642-21527-8_62
14. Halvorsen-Weare, E. E., Fagerholt, K. (2010). Routing and scheduling in a liquefied natural gas shipping problem with inventory and berth constraints. *Annals of Operations Research*, 203 (1), 167–186. doi: <http://doi.org/10.1007/s10479-010-0794-y>
15. Welte, T. M., Sperstad, I. B., Halvorsen-Weare, E. E., Netland, Ø., Nonås, L. M., Stålhane, M. (2018). Operation and maintenance modelling. *Offshore Wind energy technology*, 269–303. doi: <http://doi.org/10.1002/9781119097808.ch7>
16. Pavlova, N., Onyshchenko, S. (2020). Organization Of Transport Company's Project-Oriented Management (on the Example

of the Freight Forwarding Company). *Management of Development of Complex Systems*, 42, 23–28. doi: <http://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.42.23-28>

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220964

DEVELOPMENT OF A CASH FLOW MODEL FOR THE ECO-LOGISTICS SYSTEM PROJECT

pages 26–33

Kovtun Tetiana, PhD, Associate Professor, Department of Logistic Systems and Projects Management, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine, e-mail: teta.kovtun@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2753-8519>

Smrkovska Victoriya, PhD, Department of Logistic Systems and Projects Management, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine, e-mail: vik_smrkovskaia@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4515-5236>

The object of this study is the flow of funds received during the life cycle of the project of an eco-logistics system as a modern transformational model of the logistics system, which makes it possible to achieve the environmental goals within the concept of sustainable development. Changing the worldview of mankind requires the application of contemporary approaches for managing the projects of eco-logistics systems that meet the requirements for reducing the eco-destructive impact on the environment.

The need to take into consideration and eliminate the negative consequences of the functioning of the eco-logistics system has led to the need to prolong the life cycle of the project through the introduction of additional environmentally-oriented phases: regenerative and revitalization. Changing the composition of a life cycle affects the cash flows generated throughout the life cycle of the project that are dependent on the factors of the internal environment and the external environment. One of the most complicated issues in assessing the effectiveness of the project of the eco-logistics system is the modeling of cash flows at different stages of the project.

The project management methodology has been applied to determine the cash flow generated during the project lifecycle. The reported results reflect the interrelation between the time and monetary parameters of the project of the eco-logistics system. The existence of a given interdependence has made it possible to develop a mechanism for modeling the cash flows of the project, taking into consideration two variants for determining the duration of its life cycle (strictly and broadly defined). Depending on the possibility to influence the duration of the project life cycle, it is envisaged to apply situational or compensatory changes in the duration of time stages, which affects the value of the project's cash flows. The application of the estimation formulae given in this work makes it possible to model cash flows for stages, time intervals, and the entire life cycle of the project of the eco-logistics system. The proposed mechanism of cash flow modeling could be applied in assessing the effectiveness of the project of the eco-logistics system.

Keywords: eco-logistics system, project lifecycle, project time and money parameters, cash flow.

References

1. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok)* (2017). PMI, 574. Available at: <https://www.academia.edu/>

- 39145374/A_Guide_to_the_PROJECT_MANAGEMENT_BODY_OF_KNOWLEDGE_PMBOK_GUIDE_Sixth_Edition
2. GOST R ISO 21500-2014. *Natsionalnii standart Rossiiskoi Federatsii. Rukovodstvo po proektnomu menedzhmentu* (2014). Moscow, 60. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200118020>
 3. P2M «Program & Project Management for Enterprise Innovation» (2016). Project Management Association of Japan. Available at: http://www.pmaj.or.jp/ENG/p2m/p2m_guide/p2m_guide.html
 4. Kovtun, T. A. (2020). Frame models of the ecological system project. *Transport Development*, 6 (1), 17–29. doi: <http://doi.org/10.33082/td.2020.1-6.02>
 5. *Mezhdunarodnii standart ISO 14001:2004* (2004) Environmental Management Systems – Requirements with guidance for use, 30. Available at: http://partnership.by/wp-content/uploads/2016/05/ISO_14001.pdf
 6. GOST R ISO/MEK 12207-2010. *Natsionalnii standart RF. Protsessy zhiznennogo tsikla programmykh sredstv* (2010). Moscow, 188. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-12207-2010>
 7. GOST R ISO 14044-2019. *Natsionalnii standart RF. Ekologicheskii menedzhment. Otsenka zhiznennogo tsikla. Teoriia i trebovaniia* (2019). Moscow, 48. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200167821>
 8. Kovtun, T. A. (2007). Metodicheskii podkhod k priniatiu upravlencheskikh reshenii po initsializatsii produktov proekta transportnogo predpriiatiia. *Upravlinnia proektami ta rozvitok virobnitstva*, 2, 145–157. Available at: <http://www.pmdp.org.ua/index.php/ru/2007/2-22-2007>
 9. Onischenko, S. P. (2009). Optimizatsiia obektnykh i vremennykh parametrov ekspluatatsionnoi fazy proektov razvitiia predpriiatiia na primere sudokhodnykh kompanii. *Metodi ta zasobi rozvitku transportnykh sistem*, 15, 70–84.
 10. Bernevek, T. I. (2018). Obosnovanie obektnykh i vremennykh parametrov proektov popolneniia flota. *Visnik ONMU*, 1 (54), 175–186.
 11. Onischenko, S. P., Arabadzhi, E. S. (2016). Creation of time management methods in the planning of execution for company development programs. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (3 (28)), 7–12. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.666674>
 12. Ahsan, K., Gunawan, I. (2010). Analysis of cost and schedule performance of international development projects. *International Journal of Project Management*, 28 (1), 68–78. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.03.005>
 13. Herroelen, W., Leus, R. (2004). Robust and reactive project scheduling: a review and classification of procedures. *International Journal of Production Research*, 42 (8), 1599–1620. doi: <http://doi.org/10.1080/00207540310001638055>
 14. Hyari, K., El-Rayes, K. (2006). Optimal Planning and Scheduling for Repetitive Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 22 (1), 11–19. doi: [http://doi.org/10.1061/\(asce\)0742-597x\(2006\)22:1\(11\)](http://doi.org/10.1061/(asce)0742-597x(2006)22:1(11))
 15. Chang, C. K., Jiang, H., Di, Y., Zhu, D., Ge, Y. (2008). Time-line based model for software project scheduling with genetic algorithms. *Information and Software Technology*, 50 (11), 1142–1154. doi: <http://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.03.002>
 16. Artigues, C., Michelon, P., Reusser, S. (2003). Insertion techniques for static and dynamic resource-constrained project scheduling. *European Journal of Operational Research*, 149 (2), 249–267. doi: [http://doi.org/10.1016/s0377-2217\(02\)00758-0](http://doi.org/10.1016/s0377-2217(02)00758-0)
 17. Cheng, M.-Y., Tran, D.-H., Wu, Y.-W. (2014). Using a fuzzy clustering chaotic-based differential evolution with serial method to solve resource-constrained project scheduling problems. *Automation in Construction*, 37, 88–97. doi: <http://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.002>
 18. Baradaran, S., Fatemi Ghomi, S. M. T., Mobini, M., Hashemin, S. S. (2010). A hybrid scatter search approach for resource-constrained project scheduling problem in PERT-type networks. *Advances in Engineering Software*, 41 (7-8), 966–975. doi: <http://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2010.05.010>
 19. Cheng, M.-Y., Tran, D.-H. (2014). Two-Phase Differential Evolution for the Multiobjective Optimization of Time-Cost Tradeoffs in Resource-Constrained Construction Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 61 (3), 450–461. doi: <http://doi.org/10.1109/tem.2014.2327512>

REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.217613

IMPACT OF THE COMPILATION METHOD ON DETERMINING THE ACCURACY OF THE ERROR LOSS IN NEURAL NETWORK LEARNING

pages 34–37

Akanova Akerke, Department of Computer Engineering and Software, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, e-mail: akerkegansaj@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7178-2121>

Kaldarova Mira, Department of Computer Engineering and Software, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, e-mail: kmiraj82@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7494-9794>

In the field of NLP (Natural Language Processing) research, the use of a neural network has become important. The neural network is widely used in the semantic analysis of texts in different languages. In connection with the actualization of the processing of big data in the Kazakh language, a neural network was built for deep learning. In this study, the

object is the learning process of a deep neural network, which evaluates the algorithm for constructing an LDA model. One of the most problematic places is determining the correct arguments, which, when compiling the model, will give an estimate of the algorithm's performance. During the research, the compile () method from the Keras modular library was used, the main arguments of which are the loss function, optimizers, and metrics. The neural network is implemented in the Python programming language. The main arguments of the neural network deep learning compiler for evaluating the LDA model is the selection of arguments to obtain the correct evaluation of the algorithm of the constructed model using deep learning of the neural network. A corpus of text in the Kazakh language with no more than 8000 words is presented as learning data. Using the above methods, an experiment was carried out on the selection of arguments for the model compiler when learning a text corpus in the Kazakh language. As a result, the optimizer – SGD, the loss function – binary_crossentropy, and the estimation metric – cosine_proximity were chosen as the optimal arguments, which, as a result of learning, showed a tendency to 0 loss (errors)=0.1984, and cosine_proximity (learning accuracy)=0.2239, which is considered acceptable learning measures. The results

indicate the correct choice of compilation arguments. These arguments can be applied when conducting deep learning of a neural network, where the sample data is a pair of «topic and keywords».

Keywords: assessment metric, learning quality, optimization algorithms, entropy error, neural network.

References

1. Trask, E. (2020). *Glubokoe obuchenie*. Saint Petersburg: Piter, 352.
2. Sholle, F. (2018). *Glubokoe obuchenie na Python*. Saint Petersburg: Piter, 400.
3. Duchi, J., Hazan, E., Singer, Y. (2011). Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization. *The Journal of Machine Learning Research*, 12, 2121–2159.
4. Kononiuk, A. E. (2011). *Informatsiologiia. Obschaia teoriia informatsii. Kniga 3*. Kyiv: Osvita Ukraini, 412.
5. Dzhulli, A., Pal, S. (2018). *Biblioteka Keras – instrument glubokogo obucheniia*. Moscow: DMK Press, 294.
6. Koyuncu, H. (2020). Loss Function Selection in NN based Classifiers: Try-outs with a Novel Method. *2020 12th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*. doi: <http://doi.org/10.1109/ecai50035.2020.9223208>
7. Hung, C.-C., Song, E., Lan, Y. (2019). Foundation of Deep Machine Learning in Neural Networks. *Image Texture Analysis*, 201–232. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-030-13773-1_9
8. *Metriki*. Available at: <https://ru-keras.com/metric/>
9. Ketkar, N. (2017). *Introduction to Keras. Deep Learning with Python*. Berkeley: Apress. doi: http://doi.org/10.1007/978-1-4842-2766-4_7
10. Chollet, F. (2017). *Deep Learning With Python*. Black & White, 384. Available at: <https://github.com/fchollet/deep-learning-with-python-notebooks>

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.218427

NEURAL NETWORKS AND MONTE-CARLO METHOD USAGE IN MULTI-AGENT SYSTEMS FOR SUDOKU PROBLEM SOLVING

pages 38–41

Poloziuk Kateryna, Department of the System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: kate.polozyuk@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9892-5196>

Yaremko Vadym, Postgraduate Student, Assistant, Department of the System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: yaremko.v.s@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8557-6938>

The object of research is multi-agent systems based on Deep Reinforcement Learning algorithms and analysis of ways to establish interaction within the system, based on intelligent agents. Also, part of the material in this paper covers ways to organize the management and administration of agents at the meta-level: external controllers and tools to optimize their work, describing architectural solutions that should accelerate agents' training. The studied full-fledged multi-agent system would be flexible to expansion and would give effective acceleration in agent training and problem-solving quality.

In this paper, the following neural network models were considered: DQN, DDQN, PPO, TD (methods based on Q-Learning), an approach using a neural network with Monte-Carlo tree search. The presented models were tested on a Sudoku problem with a dataset of 5039 combinations, dimensions 2×2, 4×4, and 9×9. Several sets of agent rewards were used. The presentation of data during the learning and problem-solving process was described. Also was built a multi-agent system based on the model using a Monte-Carlo tree search.

According to the study results, it was revealed that for tasks in a complex environment, the models based on Q-Learning are practically ineffective (plots support the statement). The training process for these models is quite demanding on the characteristics of the workstation hardware. It was also determined that the Monte-Carlo tree search method does a good job. Even with a small number of iterations, it shows results better than other Deep Learning methods (45–50 % accuracy for 9×9). However, a significant drawback is a complexity of training the model, and the hardware requirements are too large for this kind of research.

Keywords: DQN, DDQN, TD, PPO, neural network, deep learning, reinforcement learning, multi-agent system, MCTS, Q-Learning.

References

1. Wang, Y., Wu, F. (2019). *Multi-Agent Deep Reinforcement Learning with Adaptive Policies*. ArXiv, abs/1912.00949. Available at: <https://arxiv.org/abs/1912.00949>
2. Tampuu, A., Matiisen, T., Kodelja, D., Kuzovkin, I., Korjus, K., Aru, J. et. al. (2017). Multiagent cooperation and competition with deep reinforcement learning. *PLOS ONE*, 12 (4), e0172395. doi: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0172395>
3. Simoes, D., Lau, N., Reis, L. P. (2019). Multi-Agent Deep Reinforcement Learning with Emergent Communication. *2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*. doi: <http://doi.org/10.1109/ijcnn.2019.8852293>
4. Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., van den Driessche, G. et. al. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, 529 (7587), 484–489. doi: <http://doi.org/10.1038/nature16961>
5. Nguyen, T. T., Nguyen, N. D., Nahavandi, S. (2020). Deep Reinforcement Learning for Multiagent Systems: A Review of Challenges, Solutions, and Applications. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 50 (9), 3826–3839. doi: <http://doi.org/10.1109/tcyb.2020.2977374>
6. Kumar, S., Hakkani-Tür, D., Shah, P., Heck, L. (2017). *Federated control with hierarchical multi-agent deep reinforcement learning*. ArXiv. Available at: <https://arxiv.org/abs/1712.08266v1>
7. Hernandez-Leal, P., Kartal, B., Taylor, M. E. (2019). A survey and critique of multiagent deep reinforcement learning. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 33 (6), 750–797. doi: <http://doi.org/10.1007/s10458-019-09421-1>
8. Foerster, J. N., Assael, Y. M., De Freitas, N., Whiteson, S. (2016). Learning to communicate with deep multi-agent reinforcement learning. *Advances in Neural Information Processing Systems. Neural information processing systems foundation*, 2145–2153.
9. Gupta, J. K., Egorov, M., Kochenderfer, M. (2017). Cooperative Multi-agent Control Using Deep Reinforcement Learning. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) Vol. 10642 LNAI*. Springer Verlag, 66–83. Available at: http://doi.org/10.1007/978-3-319-71682-4_5

10. Nguyen, N. D., Nguyen, T., Nahavandi, S. (2019). Multi-agent behavioral control system using deep reinforcement learning. *Neurocomputing*, 359, 58–68. doi: <http://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.05.062>
11. Da Silva, F. L., Glatt, R., Costa, A. H. R. (2017). Simultaneously learning and advising in multiagent reinforcement learning. Proceedings of the International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, AAMAS. Vol. 2. *International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems (IFAAMAS)*, 1100–1108

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220298

APPLICATION OF MODELS AND METHODS OF INTEGRATED RISK MANAGEMENT OF STAKEHOLDERS OF SCIENTIFIC PROJECTS IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY AND BEHAVIORAL ECONOMICS

pages 42–46

Bedrii Dmytro, PhD, Associate Professor, Department of IT Designing Training, Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine, e-mail: dimi7928@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5462-1588>

Danchenko Elena, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Sciences and System Analysis, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine, e-mail: elen_danchenko@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5657-9144>

Semko Inga, PhD, Associate Professor, Department of Electrical Systems, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine, e-mail: semkoinga77@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6251-5830>

The object of research is the processes of integrated risk management of stakeholders of scientific projects, including the project team, the main executors of the project (scientists) and other stakeholders, in conditions of uncertainty and behavioral economics. Today, scientists work in difficult conditions of uncertainty about the prospects for the development of science, technology and engineering. Therefore, it can lead to personnel risks, conflicts and behavioral economics and have a negative impact on the planning and implementation of scientific projects. The main hypothesis of the study is the assumption that the success of scientific projects depends on the effective management of their stakeholders in order to achieve their goals. It is necessary to systematically approach the analysis of stakeholders of scientific projects, the use of integrated risk management of stakeholders of scientific projects in conditions of uncertainty and behavioral economics. Based on the analysis of risk management methods in different areas of activity and taking into account the conceptual model of integrated risk management of scientific projects, a method of integrated risk management of stakeholders of scientific projects in uncertainty and behavioral economics was proposed. For the practical application of the developed models and methods of integrated risk management of stakeholders of scientific projects in conditions of uncertainty and behavioral economics, the scientific project was considered. Their use, even at the stage of initiating scientific projects, allowed the project manager and his/her team to calculate the indicator of «toxicity» for each alternative stakeholders and

compare them with each other. It is based on data obtained in the process of assessing personnel risks, conflicts and factors of behavioral economics, which was conducted using the method of expert assessments. The indicator of «toxicity» is limited and should be close to zero. An example of choosing a stakeholder for the supply of stationery is considered. This result allowed to increase the efficiency of inclusion of stakeholders in the participants of the scientific project.

Keywords: scientific project, method of integrated risk management, increasing the efficiency of stakeholder management, «toxicity» indicator.

References

1. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (2017). PMI, 574.
2. *International Project Management Association. Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management* (2015). PMI, 415.
3. Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., de Colle, S. (2010). *Stakeholder Theory: The State of the Art*. Cambridge University Press, 300. doi: <http://doi.org/10.1017/cbo9780511815768>
4. Bas, D. V. (2018). *Metod identyfikatsii steikholderiv art-proektu. Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva*. Kyiv, 30–31.
5. Teslia, Yu. M., Kubiavka, L. B. (2014). Kontseptsiiia pobudovy ta funktsii systemy protyryzykovoho upravlinnia proektamy u prohramakh informatyzatsii. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 19, 93–97.
6. Bushuyev, S., Bushuiev, D. (2017). Emotional Intelligence – The Driver of Development of Breakthrough Competences of the Project. *Proceedings 30th IPMA World Congress – Breakthrough competences for managing change*. Astana, 8–14. doi: <http://doi.org/10.1109/stc-csit.2017.8099418>
7. Bushuiev, S. D., Bushuiev, D. A., Yaroshenko, R. F. (2018). Upravlinnia proektamy v umovakh «povedinkovoi ekonomiky». *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 33, 22–30.
8. Bedrii, D., Semko, I. (2019). Cognitive model for assessing the impact of personnel risks and conflicts in scientific projects. Science and Education a New Dimension. *Natural and Technical Sciences*, VII (206 (25)), 34–37. doi: <http://doi.org/10.31174/send-nt2019-206vii25-08>
9. Kuzminska, Yu. M. (2014). Metod upravlinnia trudovymy resursamy osvithnikh proektiv. *Upravlinnia proektamy: innovatsii, nelineinist, synerhetyka*. Odesa, 122–125.
10. Denchyk, O., Krol, K. (2019). Method of integrated risk managements for agroindustrial projects. Science and Education a New Dimension. *Humanities and Social Sciences*, VII (205 (34)), 25–29. doi: <http://doi.org/10.31174/send-hs2019-205vii34-06>
11. Krul, K. Ya. (2019). Stakeholders risk management in agro-industrial projects. *Proceedings of Scientific Works of Cherkasy State Technological University Series Economic Sciences*, 55, 51–58. doi: <http://doi.org/10.24025/2306-4420.0.55.2019.187408>
12. Savina, O., Sevostianova, A. (2020). Method of risk management of stakeholders of wind power projects. *Management of Development of Complex Systems*, 41, 35–43. doi: <http://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.35-43>
13. Bedrii, D. (2020). Integrated anti-risk management of conflicts of a scientific project in a behavioral economics. *Scientific Journal of Astana IT University*, 3, 4–14.
14. Bedrii, D. (2020). Development of a model of integrated risk and conflict management of scientific project stakeholders under conditions of behavioral economy. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (2 (53)), 9–14. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.207086>

15. Husieva, Yu. Yu., Martynenko, O. S., Chumachenko, I. V. (2018). Dynamichnii analiz metodiv ta instrumentalnykh zasobiv upravlinnia zatsikavlenymy storonamy proektiv. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 34, 27–36.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220428

PRELIMINARY DATA CLASSIFICATION BY MULTILEVEL SEGMENTATION OF HISTOGRAMS FOR CLUSTERING OF HYPERCUBES

pages 47–55

Melnyk Roman, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Software, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: ramelnyk@polymet.lviv.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4329-6740>

Tushnytskyi Ruslan, PhD, Associate Professor, Department of Software, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: ruslan.b.tushnytskyi@lpnu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8522-0293>

Kvit Roman, PhD, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: roman.i.kvit@lpnu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2232-8678>

Salo Tetyana, PhD, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: tetyana.salo@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9469-7459>

The object of research is an algorithm for the classification of large data based on the hierarchical clustering algorithm. The nonlinear complexity of the clustering algorithm does not allow for data samples of 5–10 thousand and above. To classify data, it is necessary to pre-group them. Therefore, the subject of research is the data segmentation algorithm based on piecewise linear approximation.

In the course of the study, let's use hierarchical clustering algorithms, the method of piecewise linear approximation of the cumulative histogram, calculated by a special procedure, and the procedure for searching for segmentation thresholds.

The computational complexity of the classical hierarchical algorithm reaches the value of $O(N^3)$, and certain steps to limit the search can achieve the value of $O(N^2)$, which is confirmed by experiments to study the dependence of the hierarchical tree on the initial sample. An approximate approach to key clustering with partitioning of a set of basic keys is implemented. To reduce further the complexity of the hierarchical clustering algorithm, a decomposition approach based on splitting the initial sample of large data into a number of subsets is proposed. In this article to use the hierarchical clustering algorithm for big data classification the preliminary decomposition method is proposed. It is based on multilevel segmentation of cumulative or ordinary histograms obtained for every feature coordinate characterizing object of data. Thresholds of multilevel segmentation are obtained by piecewise linear approximation of histogram functions. Build hypercubes of data are being accepted as objects for three stages clustering algorithm.

Powerful tool for data classification is obtained, the use of which allows carrying out many experiments with data of

various types to identify patterns among the data features. Its application is intended for the processing of patient data, molecular structures, economic problems for making optimal treatment decisions, diagnostics and modeling. Thanks to this approach, data classification can be performed online to obtain the results of direct analysis when data is received, for example, from spacecraft.

Keywords: cumulative histogram, multilevel segmentation, piecewise linear approximation, hierarchical clustering, decomposition of data space.

References

1. Yip, A. M., Ding, C., Chan, T. F. (2006). Dynamic cluster formation using level set methods. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28 (6), 877–889. doi: <http://doi.org/10.1109/tpami.2006.117>
2. Viattchenin, D. (2009). *Developments in fuzzy clustering. The collection of papers*. Minsk: Veve, 216.
3. Sandeep, V. (2010). *Effective level sets and shape detection: an application to natural images*. Gulbarga: Electronics and Communications Engineering, 132.
4. Grady, L., Schwartz, E. L. (2006). Isoperimetric graph partitioning for image segmentation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28 (3), 469–475. doi: <http://doi.org/10.1109/tpami.2006.57>
5. Pavan, M., Pelillo, M. (2007). Dominant Sets and Pairwise Clustering. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 29 (1), 167–172. doi: <http://doi.org/10.1109/tpami.2007.250608>
6. Foggia, P., Percannella, G., Vento, M. (2014). Graph matching and learning in pattern recognition in the last 10 years. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 28 (1), 1450001. doi: <http://doi.org/10.1142/s0218001414500013>
7. Dong, X., Shen, J., Shao, L., Van Gool, L. (2016). Sub-Markov Random Walk for Image Segmentation. *IEEE Transactions on Image Processing*, 25 (2), 516–527. doi: <http://doi.org/10.1109/tip.2015.2505184>
8. Buluç, A., Meyerhenke, H., Safro, I., Sanders, P., Schulz, C. (2016). Recent Advances in Graph Partitioning. *Lecture Notes in Computer Science*, 117–158. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-319-49487-6_4
9. Wang, N., Gao, X., Tao, D., Yang, H., Li, X. (2018). Facial feature point detection: A comprehensive survey. *Neurocomputing*, 275 (31), 50–65. doi: <http://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.05.013>
10. Ding, C., He, X. (2005). Cluster aggregate inequality and multilevel hierarchical clustering. *Proc. 9th European Conf. Principles of Data Mining and Knowledge Discovery*, 71–83. doi: http://doi.org/10.1007/11564126_12
11. Melnyk, R., Tushnytskyi, R. (2009). Algorithm accuracy and complexity optimization by inequality merging for data clustering. *Proc. of the 10-th Intern. Conf. The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)*, 453–455.
12. Melnyk, R., Alekseev, O. (2006). Clustering of pattern keys base on decomposition of their set. *Editing and processing of information*, 24 (100), 110–114.
13. Melnyk, R., Tushnytskyi, R. (2008). Pattern keys clustering using large-scale dataset cascading decomposition. *Computer Science and Information Technology*, 604, 249–254.
14. Shenkoya, T., Kim, E. (2019). A case study of the daedeok inopolis innovation cluster and its implications for Nigeria. *World Technopolis Review*, 8 (2), 104–119. doi: <http://dx.doi.org/10.7165/wtr19a1218.21>

15. Ramer, U. (1972). An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves. *Computer Graphics and Image Processing*, 1 (3), 244–256. doi: [http://doi.org/10.1016/s0146-664x\(72\)80017-0](http://doi.org/10.1016/s0146-664x(72)80017-0)
16. Douglas, D., Peucker, T. (1973). Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 10 (2), 112–122.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220515

JUSTIFICATION OF THE PRINCIPLES OF COORDINATE THEORY BASED ON THE D'ALEMBERT'S PRINCIPLE AND SMALL MOVEMENTS

pages 56–59

Skytsiuk Volodymyr, PhD, Senior Researcher, Corresponding Member of Academy of Engineering Sciences of Ukraine, Department of Instrument Production, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: max_sk@bigmir.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1783-3124>

Ivanenko Ruslan, Senior Researcher, Ukrainian Scientific and Research Institute of Special Equipment and Forensic Expertise, Kyiv, Ukraine, e-mail: indior@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1447-6275>

The work is a continuation of a number of author's studies devoted to the accuracy of determining the coordinates of an abstract object in technological space. So, since any object is in two coordinate systems, there is a problem of compatibility of these systems. It is this compatibility of coordinate systems that causes stability of motion and location of an abstract object in space. Now the stability of the movement or location of an object in space is taken as its frame of reference, that is, the zero point of any device or object. This is especially true for machine tools with numerical control (CNC). In order to solve the problem of compatibility of the coordinate system of the machine and the part, it is necessary to create a basic theory of coordinates, which will solve the problems of coordinating coordinate systems. The presence of an imaginary coordinate system in the CNC memory and the process of its implementation in a real machine coordinate system are shown. There is a need to investigate the physical and mathematical properties of a point, a dash, an error field structure and the relationship between all these field elements. The research proposed by the authors is devoted to the interpretation of ordinary natural phenomena by the physicochemical laws of interaction between abstract entities. Thus, the object of research is the relationship between imaginary and real coordinates. One of the most problematic places is the spatial reference of abstract space, that is, functional movement or stationary state. Analytical studies based on field affine transformations are used in this research. As a result, the possibility of creating a theory of coordinates of abstract objects in general, regardless of their physicochemical and medico-biological properties, has been theoretically substantiated. So, if to consider the processes of interaction between abstract objects, then it is possible to state the fact that such interaction has a very specific character. As a result, let's obtain a lot of sciences that give a similar description of the processes around us and their branches. It should be empha-

sized that there is a fairly clear distinction between the main scientific areas at the initial stage. The research carried out is useful in the development of metrological instruments and standard measuring instruments in assessing their stability.

Keywords: theory of coordinates, abstract object, zone of presence, technological object.

References

- Iablonskii, A. A., Nikiforova, V. M. (2002). *Kurs teoreticheskoi mekhaniki*. Saint Petersburg: Lan, 764.
- The Feynman Lectures Website*. Available at: <https://www.feynmanlectures.caltech.edu/> Last accessed: 01.08.2020
- Bermant, A. F., Aramanovich, I. G. (1969). *Kratkii kurs matematicheskogo analiza dlia vtuzov*. Moscow: Vysshiaia shkola, 736.
- Fine, S., Klein, E. (1965). Biological Effects of Laser Radiation. *Advances in Biological and Medical Physics*, 149–226. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-005210-3.50007-x>
- Gavrilova, V. M. (Ed.) (1973). *Tochnost proizvodstva v mashinostroenii i priborostroenii*. Moscow: Mashinostroenie, 567.
- Tymchyk, H. S., Skytsiuk, V. I., Klochko, T. R. (2016). *Teoriia biotekhnichnykh ob'ektiv. Vol. 1. Uzahalneni vlastyvoosti biotekhnichnoho ob'ekta*. Kyiv: NTUU «KPI», VPK «Politekhnika», 274.
- Tymchyk, H. S., Skytsiuk, V. I., Klochko, T. R. (2019). *Teoriia biotekhnichnykh ob'ektiv. Vol. 3. Zony prysutnosti ob'ektiv*. Kyiv: TOV «Interdruk», 387.
- Smythe, W. R. (1950). *Static and Dynamic Electricity*. McGraw Hill, 635.
- Kuzmychev, V. E. (1989). *Zakoni y formuli fizyky*. Kyiv: Naukova dumka, 864.
- Krupin, V. G., Tuganbaev, A. A. (2006). *Teoriia veroiatnostei; Faktorial Press*. Moscow, 128.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220979

ANALYSIS OF SEPARATE CHANNELS IN A MULTI-CONNECTED CONTROL SYSTEM

pages 60–65

Ashhepkova Natalja, PhD, Associate Professor, Department of Mechatronics, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: ashhepkovanatalya@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1870-1062>

The object of research is the control system of an autonomous mobile robot equipped with an anthropomorphic manipulator with four degrees of mobility. When a mobile robot of variable configuration moves along a given route, the control system must ensure a minimum deviation of the center of mass of the platform from a given trajectory. In this case, the control moments are directed along the axes of the coordinate system associated with the platform of the autonomous mobile robot. With relative movements of the manipulator, the tensor of inertia of the system of bodies in the coordinate system associated with the platform becomes off-diagonal and non-stationary, which determines the interconnection of control channels. The number of control actions: when moving the trajectory – four (for each wheel), when the manipulator is working – four (for each generalized coordinate). Thus, the control system is multidimensional, the connection between control channels is carried out due to the physical properties of the control object.

The paper presents the results of the first stages of the development of a multi-connected control system: study of separate control channels, synthesis of a separate controller,

adjustments of the controller and analysis of the quality of the created control system. The research is carried out using matrix transfer functions; Besekersky formulas are applied to determine the parameters of the desired transfer function. During the analysis, logarithmic and amplitude frequency characteristics were constructed for each separate channel, a block diagram was chosen, and a transfer function was compiled. The quality assessment of the synthesized separate channel is carried out according to the following criteria: accuracy, speed, oscillation, transient time, overshoot, amplitude and phase distortions, stability margins. The properties of the synthesized separate channel in terms of accuracy, speed and oscillation correspond to the conditions.

Further research and synthesis of multi-connected control systems of a mobile robot with a manipulator will increase its survivability and efficiency in autonomous operation. Since a mobile robot with a manipulator is an example of an «autonomous mobile robot of variable configuration» object class, the results obtained can be applied to all objects of this class.

Keywords: autonomous mobile robot of variable configuration, anthropomorphic manipulator, four degrees of mobility, separate channel.

References

- Iurevich, E. I. (2017). *Osnovy robototekhniki*. Saint Petersburg: BKHV-Peterburg, 304.
- Vorobev, E. I., Popov, S. A., Sheveleva, G. I., Frolova, K. V., Vorobev, E. I. (Eds.) (1988). *Mekhanika promyshlennykh robotov. Kn. 1. Kinematika i dinamika*. Kyiv: Vischa shkola, 304.
- Zenkevich, S. L., Iuschenko, A. S. (2004). *Osnovy upravleniia manipuliatsionnymi robotami*. Moscow: Izd-vo MGTU im. N. E. Bauman, 480.
- Ashhepkova, N. S., Zbrutskiy, O. V., Bytsenko, O. V. (2020). Analiz nediahonalnosti i nestatsionarnosti tenzoru inertsii avtonomnoho mobilnoho robota. *Mekhanika hiroskopichnykh system*, 39, 24–34.
- Ashhepkova, N. S., Zbrutskiy, A. V. (2020). Modeliuvannia dynamiky avtonomnoho mobilnoho robota z manipuliatorom. *Vestnyk NTU «KhPY». Seriya: Informatyka i modelyrovanye*, 31, 4–14.
- Goidin, O. P., Krusanov, V. S., Kuraev, E. V., Solovev, V. P., Timofeev, A. V. (2013). Pat. No. 142363U1 RU. *Mobilnii robot*. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU142363U1/>
- Martynov, Iu. G. (2005). Upravlenie dvizheniem mobilnykh kolesnykh robotov. *Fundamentalnaia i prikladnaia matematika*, 11 (8), 29–80.
- Zyrianov, G. V. (2010). *Sistemy upravleniia mnogosviaznyimi obektami*. Cheliabinsk: Izdatelskii tsentr IURGU, 112.
- Kim, D. P. (2007). *Teoriia avtomaticheskogo upravleniia mnogosviaznyimi obektami. Vol. 2: Mnogomernye, nelineinye, optimalnye i adaptivne sistemy*. Moscow: Fizmatlit, 440.
- Besekerskii, V. A., Popov, V. A. (1972). *Teoriia sistem avtomaticheskogo regulirovaniia*. Moscow: Nauka, 768.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.221653

MODELLING OF CHANGES IN SHIP'S OPERATIONAL CONDITION DURING TRANSPORTATION OF OVERSIZED AND HEAVY CARGO

pages 66–70

Onyshchenko Svitlana, Doctor of Economic Sciences, Professor, Director, Educational and Scientific Institute of Marine Business, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine,

e-mail: onyshchenko@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7528-4939>

Melnyk Oleksiy, Senior Lecturer, Department of Navigation and Maritime Security, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine, e-mail: m.onmu@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9228-8459>

The object of research is the operational condition of the ship and its changes that occur in the process of transportation of oversized and heavy cargo under the influence of multiple accidental events. A significant problem is the negative impact of the system of factors on seaworthiness and technical condition of the ship, the integrity of the cargo. Therefore, ensuring the safety of the ship, its functional reliability as a technical object is among the priorities which are extremely relevant in the process of transportation of oversized and heavy cargo.

In the course of the research the identification of the basic conditions of the surveyed ship in the process of operation was carried out. The ship in the process of transportation is defined as an aggregate of two objects – «ship – cargo». The decomposition of the stated condition into two variants «in norm» and «having problems», with three components: «seaworthiness of the ship», «technical condition of the ship», and «cargo and lashing systems». Six main operational conditions of the ship in the process of transportation of oversized and heavy cargo were established. The model of changes in the operational condition of the ship during the transportation of oversized and heavy cargo has been developed. This model enables to establish the relationship between these conditions, which are identified and formalized in the form of a single-ordered Markov process model. The process is considered as a process with a discrete time and the presence of a rotational condition with the absence of the property of ergodicity. Experimental investigations were carried out for various initial conditions and the most probable changes in the operational condition of the ship were determined for a specified number of hourly periods.

The proposed process model enables experimental investigations for various initial conditions and identification of the most probable changes in the ship's operational condition through a specified number of hours. It allows to estimate risks and make decisions on support of ship's operational condition during transportation of oversized and heavy cargo as a theoretical basis.

Keywords: ship's operational condition, transportation of oversized and heavy cargoes, Markov process, control actions.

References

- Onyshchenko, S., Vyshnevskaya, O. (2016). Assessment method for deviation of the work's results for vessel under the influence of risk factors. *Bulletin of NTU «KhPI». Series: Mechanical-technological systems and complexes*, 7, (1179), 25–32.
- Onyshchenko, S. P., Koskina, Y. A. (2019). Estimation of the time of the vessel's arrival at port. *Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 1 (79), 39–50. doi: <http://doi.org/10.15802/stp2019/158478>
- Schneider, T., Armingaud, F., Tabarre, M. (1999). *Statistical Analysis of Accident Data Associated with Sea Transport (Data from 1994–1997)*. Rep. CEPN-IPSN, NTE/99/02. Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire. Fontenay-aux-Roses.

4. Ovchinnikova, N. I., Kosareva, A. V., Bonnet, V. V., Eltochikina, E. V. (2019). A simple semi-Markov model of functioning of agricultural cleaning and transport system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1333, 032061. doi: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1333/3/032061>
5. Girtler, J. (2013). Application of theory of semi-Markov processes to determining distribution of probabilistic process of marine accidents resulting from collision of ships. *Polish Maritime Research*, 21 (1), 9–13. doi: <http://doi.org/10.2478/pomr-2014-0002>
6. Guze, S., Smolarek, L. (2012). Semi-Markov Approach to the Shipping Safety Modelling. *Archives of Transport*, 23 (4), 475–488. doi: <http://doi.org/10.2478/v10174-011-0032-7>
7. Peel, D., Good, N. M. (2011). A hidden Markov model approach for determining vessel activity from vessel monitoring system data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68 (7), 1252–1264. doi: <http://doi.org/10.1139/f2011-055>
8. Guze, S., Kolowrocki, K. (2017). Safety modeling of port, shipping and ship traffic and port operation information critical infrastructure join network related to its operation process. *Safety and Reliability – Theory and Applications*. doi: <http://doi.org/10.1201/9781315210469-98>
9. Mageirou, E. (2012). *Stochastic Optimal Positioning of Tramp Vessels: A Markovian Approach*.
10. Korolyuk, V. S., Brodi, S. M., Turbin, A. F. (1975). Semi-markov processes and their applications. *Journal of Soviet Mathematics*, 4 (3), 244–280. doi: <http://doi.org/10.1007/bf01097184>



INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.217079

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ ДИНАМІКИ сторінки 6–13**Солодовник Г. В., Коваленко К. А.**

Об'єктом дослідження є процес визначення основних показників функціонування виробничого підприємства з використанням системної динаміки. Будь-яке підприємство з виробництва та реалізації продукції є складною соціально-економічною системою, яка тісно пов'язана з зовнішнім середовищем через вхідні та вихідні канали. Зовнішнє середовище визначає умови функціонування підприємства та може бути описано сукупністю великої кількості різних параметрів, значення яких динамічно змінюються та є принципово індетермінованими.

Окремою проблемою найчастіше стає координація та контроль за матеріальними та фінансовими потоками на виробничому підприємстві. Взаємодія фінансових коштів та матеріальних потоків, які обрані підприємством у якості основних за ринковими вимогами та специфікою діяльності, повинна бути скоординована належним чином для досягнення більш ефективної роботи підприємства. Тому задачею представлено дослідження є розробка моделі матеріальних та фінансових потоків виробничого підприємства з подальшою її програмною реалізацією. Призначення програмної реалізації полягає в проведенні експериментів з моделлю для визначення основних показників роботи виробничого підприємства залежно від зміни параметрів функціонування, обумовлених зовнішнім середовищем.

Все різноманіття способів моделювання, розглянутої теорії моделювання, можна умовно розділити на дві групи: аналітичне та імітаційне. Для рішення задачі даного дослідження застосовано імітаційне моделювання, яке передбачає побудову моделі з характеристиками, адекватними оригіналу, на основі певного інформаційного принципу. В ході дослідження було побудовано модель матеріальних та фінансових потоків виробничого підприємства. Математичну модель потоків було розроблено за допомогою методу системної динаміки Дж. Форрестера. Також було розроблено автоматизовану систему, що є програмною реалізацією запропонованої моделі.

Розроблена в дослідженні автоматизована система промислової динаміки виробничого підприємства дозволить суттєво підвищити ефективність та наукову обґрунтованість рішень стосовно управління матеріальними та фінансовими ресурсами.

Ключові слова: промислова динаміка, матеріальні потоки, фінансові потоки, автоматизована система, діаграма діяльності.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.218286

РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ КОНЦЕПЦІЇ ВИЗНАЧЕННЯ МАЙБУТНЬОГО ПОПИТУ НА МЕДИЧНІ ПОСЛУГИ НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ ДАНИХ РІЗНОЇ ПРИРОДИ сторінки 14–18**Мулеса О. Ю., Снитюк В. Є., Мельник О. О., Назаров В. С.**

Планування та організація функціонування закладів охорони здоров'я – пріоритетний напрям діяльності їх засновників. Метою такої управлінської діяльності є забезпечення своєчасності, якості та повноти медичних послуг, які надаються клієнтам закладу. Важливим етапом, при цьому, є прогнозування потреб в медичних послугах у майбутні періоди часу. Прогнозування має виконуватися з урахуванням соціально-демографічних, медичних та поведінкових особливостей осіб – потенційних споживачів медичних послуг, і особливостей структури населення території, на якій функціонує медичний заклад. Таким чином, об'єктом дослідження є процеси, які виникають у ході аналізу оперативних та ретроспективних статистичних, медико-соціальних, експертних та інших даних для визначення прогнозних значень рівнів попиту на окремі медичні послуги. Результати аналізу мають стати підґрунтям для прийняття управлінських рішень щодо планування та організації діяльності закладів охорони здоров'я в майбутні періоди часу.

У ході дослідження був використаний системний підхід, методи математичного моделювання та інші загальнонаукові методи.

Результатом виконаного дослідження є розроблений метод прогнозування попиту на медичні послуги в майбутні періоди часу. Метод полягає в реалізації чотирьох послідовних етапів аналізу початкових даних. При цьому виникає необхідність розв'язання задач кластеризації, класифікації, ідентифікації та прогнозування. Точність отриманих прогнозних значень залежить від вибору методів та алгоритмів розв'язання поставлених задач та від повноти вхідних даних. В результаті застосування методу будуть отримані:

- розбиття осіб – потенційних споживачів медичних послуг на групи, відповідно до їх соціально-демографічних портретів, медичних даних та поведінкових особливостей;
- залежності між чисельністю утворених груп та попитом на різні медичні послуги;
- прогнозні значення чисельності груп, а також попиту на медичні послуги.

Отримані результати можуть бути основою для прийняття управлінських рішень щодо організації діяльності медичних закладів у майбутні періоди часу.

Ключові слова: попит на медичні послуги, кластеризація, структурна та параметрична ідентифікація, заклади охорони здоров'я.

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.221137

МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТ НА ТРАНСПОРТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЄКТІВ сторінки 19–25**Русакова С. С.**

Об'єктом дослідження є варіанти транспортного забезпечення проєктів. Предмет дослідження – математичний опис залежності витрат на транспортне забезпечення проєкту від характеристик варіантів забезпечення. Практична більшість проєктів передбачає

транспортну складову, яка пов'язана з необхідністю доставки сировини, матеріалів, обладнання, трудових ресурсів до місця розташування продукту проекту (наприклад, проекти будівництва, інфраструктурні проекти). Дане дослідження орієнтоване на ідентифікацію та опис варіантів транспортного забезпечення проектів, формування математичних залежностей витрат на транспортне забезпечення в залежності від характеристик транспортних засобів і умов їх використання в проекті. Характеристики транспортних засобів та умови їх роботи в проекті формують сутність конкретного варіанту транспортного забезпечення проекту. Кожен альтернативний варіант транспортного забезпечення впливає на проект, перш за все, на рівні витрат. Тому вибір оптимального варіанту транспортного забезпечення проекту повинен здійснюватися з урахуванням впливу варіантів на витрати по проекту. В даному дослідженні основою для моделювання витрат на транспортне забезпечення проекту є мережевий графік проекту та аналіз його робіт з точки зору необхідності в транспортному забезпеченні. Послідовно отримані математичні вирази для обсягів транспортної роботи та необхідної кількості транспортних засобів різного виду. Залежності витрат для трьох варіантів використання транспортних засобів (оренди, послуги, придбання) з урахуванням характеристик транспортних засобів отримані для трьох рівнів розгляду проекту: певних робіт, певного проміжку часу, проекту в цілому. Отримана формалізація витрат на транспортне забезпечення дозволяє варіювати характеристиками транспортних засобів та умовами їх використання в проекті на етапі прийняття рішень по вибору варіанту транспортного забезпечення проекту. Отримані результати є базою для подальшої розробки моделі з оптимізації параметрів і вибору варіанту транспортного забезпечення проектів.

Ключові слова: умови використання транспортних засобів, сітковий графік проекту, залежності витрат, характеристики транспортних засобів.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220964

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ГРОШОВИХ ПОТОКІВ ПРОЕКТУ ЕКОЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ сторінки 26–33

Ковтун Т. А., Смирковська В.

Об'єктом дослідження є потоки грошових коштів, що отримуються на протязі життєвого циклу проекту екологістичної системи як сучасної трансформаційної моделі логістичної системи, що дозволяє досягти екологічних цілей концепції сталого розвитку. Зміна світогляду людства потребує застосування сучасних підходів до управління проектами екологістичних систем, що відповідають вимогам зменшення екодеструктивного впливу на довкілля.

Необхідність врахування та ліквідації негативних наслідків функціонування екологістичної системи призвела до потреби подовження життєвого циклу проекту за рахунок введення додаткових еколого-орієнтованих фаз: регенеративної та ревіталізаційної. Зміна складу життєвого циклу впливає на грошові потоки, що формуються на протязі всього життєвого циклу проекту та знаходяться в залежності від факторів внутрішнього середовища та зовнішнього оточення. Одним з найпроблемніших місць в оцінці ефективності проекту екологістичної системи є моделювання потоків грошових коштів на різних етапах проекту.

Застосовано інструментарій методології управління проектами для визначення грошових потоків, що генеруються на протязі життєвого циклу проекту. Отримані результати відображають залежність між часовими та грошовими параметрами проекту екологістичної системи. Наявність даної залежності дозволила розробити механізм моделювання грошових потоків проекту, що враховує два варіанти визначення тривалості його життєвого циклу (строго та нестрого визначену). В залежності від можливості впливати на тривалість життєвого циклу проекту передбачається застосування ситуативних або компенсаційних змін тривалості часових етапів, що впливає на значення потоків грошових коштів проекту. Застосування представлених в роботі розрахункових формул дозволяє моделювати потоки грошових коштів для етапів, часових інтервалів та всього життєвого циклу проекту екологістичної системи. Запропонований механізм моделювання грошових потоків може бути застосований при оцінці ефективності проекту екологістичної системи.

Ключові слова: екологістична система, життєвий цикл проекту, часові та грошові параметри проекту, потік грошових коштів.

REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.217613

ВПЛИВ МЕТОДУ КОМПІЛЯЦІЇ НА ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ВТРАТИ ПОМИЛКИ В НАВЧАННІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ сторінки 34–37

Аканова А., Калдарова М.

В області дослідження NLP (Natural Language Processing) важливим стало застосування нейронної мережі. Нейронна мережа широко застосовується в семантичному аналізі текстів на різних мовах. У зв'язку з актуалізацією обробки великих даних казахською мовою була побудована нейронна мережа для проведення глибокого навчання. В даному дослідженні об'єктом є процес навчання глибокої нейронної мережі, яка дає оцінку алгоритму побудови LDA моделі. Одним з найбільш проблемних місць є визначення правильних аргументів, які при компіляції моделі дадуть оцінку роботи алгоритму. В ході дослідження використовувався метод compile () з модульної бібліотеки Keras, основними аргументами якого є функція втрат, оптимізатори, метрики. Нейронна мережа реалізована на мові програмування Python. Основними аргументами компілятора глибокого навчання нейронної мережі для оцінки моделі LDA є підбір аргументів для отримання правильної оцінки алгоритму побудованої моделі за допомогою глибокого навчання нейронної мережі. У якості даних, що навчаються, представлений корпус тексту казахською мовою з не більш 8000 словами. Із застосуванням вище перерахованих методів був проведений експеримент з виборки аргументів для компілятора моделі при навчанні корпусу тексту казахською мовою. В результаті оптимальними аргументами були обрані оптимізатор – SGD, функція втрат – binaгу_crossentropy та метрика оцінки – 'cosine_proximity', які в результаті навчання показали прагнення до 0 loss (помилки)=0,1984, і cosine_proximity (точність навчання)=0,2239, що вважається допустимими заходами навчання. Отримані результати вказують на правильний вибір

аргументів компіляції. Дані аргументи можна застосовувати при проведенні глибокого навчання нейронної мережі, де даними вибірки виступає пара «тема та ключові слова».

Ключові слова: метрика оцінки, якість навчання, алгоритми оптимізації, ентропійна помилка, нейронна мережа.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.218427

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО В МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ВИРШЕННЯ ЗАДАЧІ СУДОКУ сторінки 38–41

Полозюк К. О., Яременко В. С.

Об'єктом дослідження в даній роботі є мультиагентні системи, засновані на алгоритмах Глибинного навчання з підкріпленням та аналізі способів встановлення взаємодії в системі на основі інтелектуальних агентів. Крім того, частина матеріалу в цій роботі охоплює способи організації управління та адміністрування агентів на метарівні: зовнішні контролери та інструменти для оптимізації їх роботи, описуючи при цьому архітектурні рішення, які повинні прискорити навчання агентів. Досліджувана повноцінна мультиагентна система буде сприйнятливою до розширення та дасть ефективне прискорення у навчанні агентів та якості вирішення задач.

В даній роботі були розглянуті наступні моделі нейронних мереж: DQN, DDQN, PPO, TD (методи, що базуються на використанні Q-Learning) та підхід з використанням нейронної мережі з пошуком Монте-Карло по дереву. Дані моделі було перевірено на задачі судoku з набором даних розміром 5039 комбінацій, розмірності 2×2, 4×4 та 9×9. Було використано декілька наборів нагород для агентів. Описано спосіб представлення даних під час процесу навчання та вирішення задачі. Також було побудовано мультиагентну систему на основі моделі з використанням пошуку Монте-Карло по дереву.

За результатами дослідження було виявлено, що для задач в комплексному просторі, моделі, котрі базуються на Q-Learning, є практично не ефективними (твердження підкріплені графіками). Процес навчання цих моделей є досить вимогливим до характеристик апаратного забезпечення робочої станції. Також було виявлено, що метод на основі пошуку Монте-Карло чудово справляється з задачею. Навіть при малій кількості ітерацій він покаже результати, кращі за інші методи Глибинного навчання (точність 45–50 % для 9×9). Проте суттєвим недоліком є складність навчання моделі, а вимоги до апаратного забезпечення є занадто великими в рамках дослідження такого роду.

Ключові слова: DQN, DDQN, TD, PPO, нейронна мережа, глибинне навчання, навчання з підкріпленням, мультиагентна система, MCTS, Q-Learning.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220298

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ІНТЕГРОВАНОГО ПРОТИРИЗИКОВОГО УПРАВЛІННЯ СТЕЙКХОЛДЕРАМИ НАУКОВИХ ПРОЕКТІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА ПОВЕДІНКОВОЇ ЕКОНОМІКИ сторінки 42–46

Бедрій Д. І., Данченко О. Б., Семко І. Б.

Об'єктом дослідження є процеси інтегрованого протиризикового управління стейкхолдерами наукових проектів, зокрема командою проекту, основними виконавцями проекту (науковцями) та іншими зацікавленими сторонами, в умовах невизначеності та поведінкової економіки. Сьогодні науковці працюють в складних умовах невизначеності перспектив розвитку науки, техніки та технологій. Тому це може призводити до виникнення кадрових ризиків, конфліктів та факторів поведінкової економіки та мати негативний вплив на планування та реалізацію наукових проектів. Основною гіпотезою дослідження є припущення того, що успішність реалізації наукових проектів залежить від ефективного управління їх стейкхолдерами з метою досягнення ними поставлених цілей. Необхідно системно підходити до аналізу зацікавлених сторін наукових проектів, застосування інтегрованого протиризикового управління стейкхолдерами наукових проектів в умовах невизначеності та поведінкової економіки. На підставі аналізу методів протиризикового управління в різних сферах діяльності та з урахуванням концептуальної моделі інтегрованого протиризикового управління науковими проектами був запропонований метод інтегрованого протиризикового управління стейкхолдерами наукових проектів в умовах невизначеності та поведінкової економіки. Для практичного застосування розроблених моделей та методів інтегрованого протиризикового управління стейкхолдерами наукових проектів в умовах невизначеності та поведінкової економіки був розглянутий науковий проект. Їх застосування, ще на етапі ініціації наукових проектів, дозволило керівнику проекту та його команді розрахувати показник «токсичності» для кожної альтернативи стейкхолдерів та порівняти їх між собою. Він ґрунтується на даних, що отримані в процесі оцінки кадрових ризиків, конфліктів та факторів поведінкової економіки, яка проводилася за допомогою методу експертних оцінок. Показник «токсичності» має обмеження та повинен наближатися до нуля. Розглянуто приклад обрання стейкхолдера з постачання канцелярських товарів. Цей результат дозволив підвищити ефективність включення стейкхолдерів до учасників наукового проекту.

Ключові слова: науковий проект, метод інтегрованого протиризикового управління, підвищення ефективності управління стейкхолдерами, показник «токсичності».

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220428

ПОПЕРЕДНЯ КЛАСИФІКАЦІЯ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ БАГАТОРІВНЕВОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ГІСТОГРАМ ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ГІПЕРКУБІВ сторінки 47–55

Мельник Р. А., Тушницький Р. Б., Квіт Р. І., Сало Т. М.

Об'єктом дослідження є алгоритм класифікації даних великих розмірів, що базується на алгоритмі ієрархічної кластеризації. Нелінійна складність алгоритму кластеризації не дозволяє їх використання для вибірок даних розмірами 5–10 тисяч і вище. Для

класифікації даних необхідне їх попереднє групування. Тому предметом дослідження виступає алгоритм сегментування даних на основі кусково-лінійної апроксимації.

У процесі дослідження використовувалися алгоритми ієрархічної кластеризації, метод кусково-лінійної апроксимації кумулятивної гистограми, обчисленої за спеціальною процедурою, та процедури пошуку порогів сегментування.

Обчислювальна складність класичного ієрархічного алгоритму досягає значення $O(N^3)$, а певні кроки з обмеження пошуку можуть досягати значення $O(N^2)$, що було підтверджено експериментами з вивчення залежності ієрархічного дерева від вихідної вибірки. Реалізовано наближений підхід до кластеризації ключів з розбивкою набору базових ключів. Щоб ще більше знизити складність алгоритму ієрархічної кластеризації, запропоновано підхід декомпозиції, заснований на поділі вихідної вибірки великих даних на кілька підмножин. У даній роботі для використання алгоритму ієрархічної кластеризації для класифікації великих даних запропоновано метод попередньої декомпозиції. Цей метод засновано на багаторівневій сегментації кумулятивних або звичайних гістограм, отриманих для кожної координати ознаки, що характеризує об'єкт даних. Кусково-лінійною апроксимацією гістограмних функцій отримані пороги багаторівневої сегментації. Побудовані гіперкуби даних приймаються як об'єкти для трьохетапного алгоритму кластеризації.

Отримано потужний інструмент класифікації даних, використання якого дозволяє проводити багато експериментів з даними різних типів для виявлення закономірностей серед ознак даних. Його застосування призначено для опрацювання даних хворих, молекулярних структур, економічних задач для прийняття оптимальних рішень лікування, діагностики та моделювання. Завдяки цьому підходу класифікацію даних можна здійснювати в онлайн режимі для отримання результатів безпосереднього аналізу при надходженні даних, наприклад, з космічних апаратів.

Ключові слова: кумулятивна гистограма, багаторівнева сегментація, кусково-лінійна апроксимація, ієрархічна кластеризація, розклад простору даних.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220515

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСАД ТЕОРІЇ КООРДИНАТ НА БАЗІ ПРИНЦИПУ Д'АЛАМБЕРА ТА МАЛИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ сторінки 56–59

Скюдок В. І., Іваненко Р. О.

Робота є продовженням низки авторських досліджень, присвячених точності визначення координат абстрактного об'єкта у технологічному просторі. Отже, оскільки будь-який об'єкт знаходиться у двох координатних системах, то існує проблема сумісності цих систем. Саме така сумісність координатних систем викликає стабільність руху та розташування абстрактного об'єкта у просторі. Наразі стабільність руху або розташування об'єкта в просторі приймається за його систему відліку, тобто нуль відліку будь-якого приладу або об'єкта. Особливо це стосується верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Для того, щоб вирішити задачу сумісності системи координат верстата та деталі необхідно створити базову теорію координат, яка дозволить вирішити проблеми узгодження координатних систем. Показано наявність уявної координатної системи у пам'яті ЧПУ та процес її реалізації в реальній системі координат верстата. Є необхідність дослідити фізико-математичні властивості крапки, риски, польової структури похибки та зв'язок між всіма цими польовими елементами. Запропоноване авторами дослідження присвячено інтерпретації звичайних природних явищ фізико-хімічними законами взаємодії між абстрактними сутностями. Таким чином, об'єктом дослідження є зв'язок уявних та реальних координат. Одним з найбільш проблемних місць є просторова прив'язка абстрактного простору, тобто функціонального руху або нерухомого стану. У ході досліджень використовувались аналітичні дослідження на основі польових афінних перетворень. Як наслідок, теоретично обґрунтовано можливість створення теорії координат абстрактних об'єктів взагалі незалежно від їх фізико-хімічних та медикобіологічних властивостей. Отже, якщо розглянемо процеси взаємодії між абстрактними об'єктами, то можемо констатувати той факт, що така взаємодія має дуже специфічний характер. Як наслідок, отримуємо безліч наук, які дають споріднений опис оточуючих нас процесів та їх відгалужень. При цьому необхідно підкреслити, що між основними науковими напрямками існує досить чітке розмежування на первинному етапі. Проведені дослідження є корисними при розробці метрологічних приладів та типових вимірювальних приладів при оцінці їх стабільності роботи.

Ключові слова: теорія координат, абстрактний об'єкт, зона присутності, технологічний об'єкт, зона присутності.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.220979

АНАЛІЗ СЕПАРАТНИХ КАНАЛІВ У БАГАТОЗВ'ЯЗНІЙ СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ сторінки 60–65

Ащеткова Н. С.

Об'єктом дослідження є система керування автономного мобільного робота, оснащеного антропоморфним маніпулятором з чотирма ступенями рухливості. При переміщенні мобільного робота змінюваної конфігурації по заданому маршруту система керування має забезпечити мінімальне відхилення центру мас платформи від заданої траєкторії. При цьому керуючі моменти направлені вздовж осей системи координат, зв'язаній з платформою автономного мобільного робота. При відносних рухах маніпулятора тензор інерції системи тіл в системі координат, пов'язаній з платформою, набуває недіагональності та нестационарності, що обумовлює взаємозв'язок каналів керування. Кількість керуючих впливів: під час переміщення траєкторією – чотири (на кожне колесо), під час роботи маніпулятора – чотири (на кожен узагальнену координату). Таким чином, система керування багатовимірна, зв'язок між каналами керування здійснюється за рахунок фізичних властивостей об'єкта керування.

У роботі представлено результати перших етапів розробки багатозв'язної системи керування: дослідження сепаратних каналів керування, синтез сепаратного регулятора, корегування регулятора та аналіз якості створеної системи керування. Дослідження проводились із використанням матричних передаточних функцій; для визначення параметрів бажаної передавальної функції застосовано формули Бесекерського. Під час аналізу для кожного сепаратного каналу побудовано логарифмічні та амплітудні частотні характеристики, обрано структурну схему, складено передаточну функцію. Оцінка якості синтезованого сепаратного каналу проведена за

наступними критеріями: точність, швидкодія, коливальність, час перехідного процесу, перерегулювання, амплітудні та фазові викривлення, запаси стійкості. Властивості синтезованого сепаратного каналу по точності, швидкодії й коливальності відповідають умовам.

Подальші дослідження та синтез багатозв'язної системи керування мобільного робота з маніпулятором дозволить підвищити його живучість і ефективність за умов автономної роботи. Оскільки мобільний робот з маніпулятором є прикладом класу об'єктів «автономний мобільний робот змінюваної конфігурації», то отримані результати можна застосовувати до всіх об'єктів цього класу.

Ключові слова: автономний мобільний робот змінюваної конфігурації, антропоморфний маніпулятор, чотири ступеня рухливості, сепаратний канал.

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.221653

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ СУДНА В ПРОЦЕСІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕГАБАРИТНИХ І ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ сторінки 66–70

Онищенко С. П., Мельник О. М.

Об'єктом дослідження є експлуатаційний стан судна та його зміни, які виникають в процесі транспортування негабаритних і великовагових вантажів під впливом множини випадкових подій. Значною проблемою є негативний вплив системи чинників на морехідне та технічний стан судна, цілісність вантажу. Тому забезпечення безпеки судна, його функціональної надійності як технічного об'єкта є серед пріоритетів, які є вкрай важливими в процесі транспортування негабаритних і великовагових вантажів.

В ході дослідження виконана ідентифікація основних станів досліджуваного судна в процесі експлуатації. Судно у процесі транспортування представлено як сукупність двох об'єктів – «судно – вантаж». Запроваджено декомпозицію зазначеного стану на два варіанти «в нормі» та «наявність проблем», за трьома компонентами: «морехідні якості судна», «технічний стан судна», «вантаж та системи кріплення». Встановлено шість основних експлуатаційних станів судна в процесі транспортування негабаритних і великовагових вантажів. Розроблено імітаційну модель змін експлуатаційного стану судна в процесі транспортування негабаритних і великовагових вантажів. Дана модель дозволяє встановити взаємозв'язок даних станів, який ідентифікований та формалізований у вигляді моделі однорідного марківського процесу. Даний процес розглянуто як процес з дискретним часом і наявністю безповоротного стану з відсутністю властивості ергодичності. Проведено експериментальні дослідження для різних початкових умов і визначено найбільш ймовірні зміни в експлуатаційному стані судна через задане число часових кроків.

Запропонована модель процесу дозволяє здійснювати експериментальні дослідження для різних початкових умов і визначати найбільш ймовірні зміни в експлуатаційному стані судна через задане число часових кроків. Це надає можливість для оцінки ризиків і прийняття рішень щодо підтримки експлуатаційного стану судна в процесі транспортування негабаритних і великовагових вантажів у вигляді теоретичної основи.

Ключові слова: експлуатаційний стан судна, транспортування негабаритних і великовагових вантажів, марківські процеси, упорядкуючі дії.