

ABSTRACT AND REFERENCES

INFORMATION TECHNOLOGY. INDUSTRY CONTROL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254922
FRAUD DETECTION UNDER THE UNBALANCED CLASS BASED ON GRADIENT BOOSTING (p. 6–12)

Raya Alothman

University of Mosul, Mosul, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8959-3353>

Hassanien Ali Talib

University of Mosul, Mosul, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5276-9258>

Mazin S. Mohammed

University of Mosul, Mosul, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1744-1219>

Credit fraud modeling is an important topic covered by researchers. Overdue risk management is a critical business link in providing credit loan services. It directly impacts the rate of return and the bad debt percentage of lending organizations in this sector. Credit financial services have benefited the general public as a result of the development of the mobile Internet, and overdue risk control has evolved from the manual judgment that relied on rules in the past to a credit model built using a large amount of customer data to predict the likelihood of customers becoming delinquent. When creating a credit rating model, the emerging nature of the credit samples makes the minority class sample score very few; that is, when a large number of actual samples are obtained, this causes machine learning models to be biased towards the majority class when training. Traditional data balancing methods can reduce the bias of models to the majority category when the data is relatively unbalanced rather than excessive. Gradient boosting algorithms (XGBoost and CatBoost) are proposed in this paper to model highly unbalanced data to detect credit fraud. To find hyperparameters and determine the accuracy of the minority class as an optimization function of the model, Bayesian optimization is used to increase the model's accuracy for the minority class. The paper was tested with real European credit card fraud data. The results were compared to traditional machine learning (decision trees and logistic regression) and the performance of the bagging algorithm (random forest). For comparison, the traditional data balancing method (Oversample) is used.

Keywords: machine learning, credit fraud modeling, unbalanced data, gradient boosting algorithms.

References

- McNulty, D., Milne, A. (2021). Bigger Fish to Fry: FinTech and the Digital Transformation of Financial Services. *Disruptive Technology in Banking and Finance*, 263–281. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-81835-7_10
- Breidbach, C. F., Keating, B. W., Lim, C. (2019). Fintech: research directions to explore the digital transformation of financial service systems. *Journal of Service Theory and Practice*, 30 (1), 79–102. doi: <https://doi.org/10.1108/jstp-08-2018-0185>
- Aggarwal, N. (2021). The norms of algorithmic credit scoring. *The Cambridge Law Journal*, 80 (1), 42–73. doi: <https://doi.org/10.1017/s0008197321000015>
- Alfaiz, N. S., Fati, S. M. (2022). Enhanced Credit Card Fraud Detection Model Using Machine Learning. *Electronics*, 11 (4), 662. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics11040662>
- Vaidhya, A., Muruganandam, S., Rajendran, S. (2020). Dealing with Class Imbalances for Detection of Fraudulent Credit Card Transactions. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29, 7960–7967. Available at: https://www.researchgate.net/publication/343712209_Dealing_with_Class_Imbalances_for_Detection_of_Fraudulent_Credit_Card_Transactions
- Marella, S. T., Karthikeya, K., Myla, S., Sai, M. M., Allam, V. (2019). Detecting fraudulent credit card transactions using outlier detection. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8 (10), 630–637. Available at: <https://www.ijstr.org/final-print/oct2019/Detecting-Fraudulent-Credit-Card-Transactions-Using-Outlier-Detection.pdf>
- Fujiwara, K., Huang, Y., Hori, K., Nishioji, K., Kobayashi, M., Kamaguchi, M., Kano, M. (2020). Over- and Under-sampling Approach for Extremely Imbalanced and Small Minority Data Problem in Health Record Analysis. *Frontiers in Public Health*, 8. doi: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00178>
- Durga Prasad, D., Prasad, D. V., Rao, K. N. (2019). Imbalanced Data Using with-in Class Majority Under Sampling Approach. 2019 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT). doi: <https://doi.org/10.1109/icecct.2019.8869339>
- Makki, S., Assaghir, Z., Taher, Y., Haque, R., Hacid, M.-S., Zeineddine, H. (2019). An Experimental Study With Imbalanced Classification Approaches for Credit Card Fraud Detection. *IEEE Access*, 7, 93010–93022. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2927266>
- Varmedja, D., Karanovic, M., Sladojevic, S., Arsenovic, M., Anderla, A. (2019). Credit Card Fraud Detection - Machine Learning methods. 2019 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH). doi: <https://doi.org/10.1109/infoteh.2019.8717766>
- Zhang, Y., Liu, G., Zheng, L., Yan, C. (2019). A Hierarchical Clustering Strategy of Processing Class Imbalance and Its Application in Fraud Detection. 2019 IEEE 21st International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 17th International Conference on Smart City; IEEE 5th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS). doi: <https://doi.org/10.1109/hpcc/smarty/dss.2019.00249>
- Kotekani, S. S., Velchamy, I. (2021). An Effective Data Sampling Procedure for Imbalanced Data Learning on Health Insurance Fraud Detection. *Journal of Computing and Information Technology*, 28 (4), 269–285. doi: <https://doi.org/10.20532/cit.2020.1005216>
- Minăstireanu, E.-A., Meșniță, G. (2020). Methods of Handling Unbalanced Datasets in Credit Card Fraud Detection. *Brain. Broad research in artificial intelligence and neuroscience*, 11 (1), 131–143. doi: <https://doi.org/10.18662/brain/11.1/19>
- Singh, A., Ranjan, R. K., Tiwari, A. (2021). Credit Card Fraud Detection under Extreme Imbalanced Data: A Comparative Study of Data-level Algorithms. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 1–28. doi: <https://doi.org/10.1080/0952813x.2021.1907795>
- Seera, M., Lim, C. P., Kumar, A., Dhamotharan, L., Tan, K. H. (2021). An intelligent payment card fraud detection system. *Annals of Operations Research*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04149-2>
- Johnson, A. A., Ott, M. Q., Dogucu, M. (2022). Logistic Regression. *Bayes Rules!*, 329–354. doi: <https://doi.org/10.1201/9780429288340-13>
- Singh, B., Mahrishi, M. (2020). Comparing Different Models for Credit Card Fraud Detection. *SKIT Research Journal*, 10 (2), 8. doi: <https://doi.org/10.47904/ijskit.10.2.2020.8-12>
- Kumar, P. S., K. A. K., Mohapatra, S., Naik, B., Nayak, J., Mishra, M. (2021). CatBoost Ensemble Approach for Diabetes Risk Predic-

- tion at Early Stages. 2021 1st Odisha International Conference on Electrical Power Engineering, Communication and Computing Technology (ODICON). doi: <https://doi.org/10.1109/odicon505556.2021.9428943>
19. Credit Card Fraud Detection. Available at: <https://www.kaggle.com/datasets/mlg-ulb/creditcardfraud>
 20. Taha, A. A., Malebary, S. J. (2020). An Intelligent Approach to Credit Card Fraud Detection Using an Optimized Light Gradient Boosting Machine. *IEEE Access*, 8, 25579–25587. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2020.2971354>
 21. Vengatesan, K., Kumar, A., Yuvraj, S., Ambeth Kumar, V. D., Sabnis, S. S. (2020). Credit card fraud detection using data analytics techniques. *Advances in Mathematics: Scientific Journal*, 9 (3), 1177–1188. doi: <https://doi.org/10.37418/amsj.9.3.43>
 22. Weisburd, D., Wilson, D. B., Wooditch, A., Britt, C. (2021). Logistic Regression. *Advanced Statistics in Criminology and Criminal Justice*, 127–185. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-67738-1_4
 23. Panda, R. M., Daya Sagar, B. S. (2021). Decision Tree. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, 1–6. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26050-7_81-1
 24. Alsaleem, M., Hasoon, S. (2020). Predicting Bank Loan Risks Using Machine Learning Algorithms. *AL-Rafidain Journal of Computer Sciences and Mathematics*, 14 (1), 159–168. doi: <https://doi.org/10.33899/csmj.2020.164686>
 25. Sankar, S., Potti, A., Chandrika, G. N., Ramasubbareddy, S. (2022). Thyroid Disease Prediction Using XGBoost Algorithms. *Journal of Mobile Multimedia*. doi: <https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.18322>
 26. Abdulghani, A. Q., UCAN, O. N., Alheeti, K. M. A. (2021). Credit Card Fraud Detection Using XGBoost Algorithm. 2021 14th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE). doi: <https://doi.org/10.1109/dese54285.2021.9719580>
 27. Omogbhemhe, M. I., Momodu, I. B. A. (2021). Model for Predicting Bank Loan Default using XGBoost. *International Journal of Computer Applications*, 183 (32), 1–4. doi: <https://doi.org/10.5120/ijca2021921705>
 28. Jumabek, A., Yang, S., Noh, Y. (2021). CatBoost-Based Network Intrusion Detection on Imbalanced CIC-IDS-2018 Dataset. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 46 (12), 2191–2197. doi: <https://doi.org/10.7840/kics.2021.46.12.2191>
 29. Pujara, A., Pattabiraman, V., Parvathi, R. (2022). Food Demand Forecast for Online Food Delivery Service Using CatBoost Model. 3rd EAI International Conference on Big Data Innovation for Sustainable Cognitive Computing, 129–142. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78750-9_9
 30. Bhati, N. S., Khari, M. (2021). A New Intrusion Detection Scheme Using CatBoost Classifier. *Forthcoming Networks and Sustainability in the IoT Era*, 169–176. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69431-9_13
 31. Qi, J., Yang, R., Wang, P. (2021). Application of explainable machine learning based on Catboost in credit scoring. *Journal of Physics: Conference Series*, 1955 (1), 012039. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1955/1/012039>
 32. Abdullahi, A. I., Raheem, L., Muhammed, M., Rabiati, O., Ganiyu, A. (2020). Comparison of the CatBoost Classifier with other Machine Learning Methods. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11 (11). doi: <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2020.0111190>
 33. Hema, A. (2020). Machine Learning methods for Discovering Credit Card Fraud. *International Research Journal of Computer Science*, 8 (1), 1–6. Available at: https://www.researchgate.net/publication/350720972_MACHINE_LEARNING_METHODS_FOR_DISCOVERING_CREDIT_CARD_FRAUD
 34. Agrawal, T. (2021). Bayesian Optimization. *Hyperparameter Optimization in Machine Learning*, 81–108. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6579-6_4

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255720

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT AND EXPERT SYSTEM FOR AUTOMATION OF PROCESSES OF MINING AND TRANSPORT WORKS ON THE BASIS OF SATELLITE NAVIGATION (p. 13–26)

Aidarkhan Kaimov

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9737-9605>

Abylay Kaimov

Institute of Mechanics and Engineering named after U. A. Joldasbekov, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4363-142X>

Suleimen Kaimov

Institute of Mechanics and Engineering named after U. A. Joldasbekov, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4255-6926>

Talgat Kaiym

Military Engineering Institute of Radio Electronics and Communications of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3806-5606>

Altynay Primbetova

Alfa Bank, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6770-7671>

Orken Mamyrbayev

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8318-3794>

Saule Nysanbayeva

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5835-4958>

Karakoz Serikbayeva

Rochester Institute of Technology, United States
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4840-8879>

The object of research relates to the field of control systems for mining and transport machines in the development of deposits of solid minerals in an open way. The problem of reducing the cost of transporting 1 ton of rock mass and increasing the efficiency of these machines is being solved. The article develops an expert system for dispatching mining vehicles with a subsystem for selecting their innovative appearance with the ability to control their operational parameters, taking into account the stochastic conditions of the developed sections of the rock mass. The mathematical model for constructing the prospective appearance of a mining and transport machine, based on its functional and economic assessment, is reduced to solving the problem of optimizing the generalized criterion of the required efficiency. As an example of private indicators of their effectiveness in operation, there is an expert analysis of the evaluation of solution options, for example, structural-kinematic and operational parameters of these machines, etc. Innovative designs of a skip body of any size of its carrying capacity of single-rope and multi-rope steeply inclined skip hoists for highly profitable mining in quarries are substantiated. unlimited values of their depth and annual productivity. In the proposed study, the values of the forces of resistance to the destruction of a section of a rock mass, obtained

by analytical and experimental methods, are refined by finding the optimal Kalman coefficient, which increases the efficiency of using mining and transport machines. The proposed methods provide the creation of innovative mining and transport machines with the ability to control their operational parameters, taking into account the stochastic conditions of the developed section of the rock mass.

Keywords: open pit mining, dispatching system, rock mass, skip hoist, counterweight.

References

- Kalmykov, V. N., Gavrishchev, S. E., Burmistrov, K. V., Gogotin, A. A., Petrova, O. V., Tomilina, N. G. (2013). Obosnovanie ratsional'nykh parametrov perekhoda s otkrytogo na podzemnyy sposob razrabotki mestorozhdeniya Maliy Kuybas. Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten', 4, 132–139.
- Galiyev, S. J. et. al. (2007). The Automated System Of Disputcing Of Excavator-Railway Complex Work On Open-Pit – «ADIS-RT». Proceedings of the 16th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2007) and the 10th International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (SWEMP 2007). Bangkok: Thailand, 330–337.
- Kaimov, A., Kaimov, S., Kaimova, G. (2012). Dispatching vehicles in remote areas using satellite technology. Vestnik of ENU, 4 (89), 196–199. Available at: <https://drive.google.com/file/d/1mGx6XPGkzc1ugk4R1SJs4FnwPzUNjgei/view?usp=sharing>
- Trubetskoy, K. N. (2011). Osnovnye napravleniya i puti resheniya problem resursosberezheniya pri kompleksnom osvoenii nedr s Zemnoy poverkhnosti. Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten', 12, 433–446. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-napravleniya-i-puti-resheniya-problem-resursosberezheniya-pri-kompleksnom-osvoenii-nedr-s-zemnoy-poverkhnosti>
- Anistratov, Yu. N., Anistratov, K. Yu. et. al.; Anistratov, K. Yu. (Ed.) (2019). Otkrytye gornye raboty - XXI vek. Spravochnik. Vol. 1. Protssesy otkrytykh gornyx rabot. Moscow: OOO «Sistema maksimum», 640.
- Shapar', A. G. (1991). Transportnaya sistema razrabotki. Gornaya entsiklopediya. Vol. 5. SSSR-Yashma. Moscow: Izdatel'stvo «Sovetskaya entsiklopediya», 179–181.
- Ushakov, K. Z., Mikhaylov, V. A. (1975). Aerologiya kar'erov. Moscow: Nedra, 248.
- Akishev, A. N., Bakhtin, V. A., Babaskin, S. L. (2010). Problemy vnedreniya skhem vskrytiya glubokikh gorizontov almazorudnykh kar'erov trassami krutogo uklona. Gorniy zhurnal Kazakhstana, 11, 6–9.
- Ivanov, V. A., Draya, M. I. (2011). Prerequisites of using conveyors in open pitintegrated haulage systems during strippingand mining of deep pit levels. Gorniy zhurnal, 4, 59–62.
- Popov, G. I., Khavro, A. N., Belobrov, V. I., Dzenzerskiy, V. A., Kuz'menchuk, E. A. (2005). Mnogokanatnye skipovye naklonnye kar'ernye podemnye ustanovki gruzopodemnost'yu 30...180 t. Problemy kar'ernogo transporta. Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg: UrO RAN, 154–157.
- Frants, M. (2013). Innovatsionniy tekhnologicheskii podkhod k skipovomu transportu pozvolit optimizirovat' zatraty i povysit' ergoeffektivnost' pri razrabotke skal'nykh porod. Glyukaur Mayning Report, 4, 38–43.
- Kabashev, R. A. (1989). Gruntovye usloviya ekspluatatsii zemle-roynoy tekhniki v Kazakhstane. Almaty, 92. Available at: <http://biblus.ru/Default.aspx?book=5598q1f5>
- Utshov, Y., Galiyev, D., Galiyev, S., Rysbekov, K., Nauryzbayeva, D. (2021). Potential for increasing the efficiency of design processes for mining the solid mineral deposits based on digitalization and advanced analytics. Mining of Mineral Deposits, 15 (2), 102–110. doi: <https://doi.org/10.33271/mining15.02.102>
- Galiyev, D. A., Utshov, E. T., Tekenova, A. T. (2020). Digitalization of technological and organizational processes of mining operations due to the implementation of the installation system and accounting the key indicators. NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 5 (443), 47–53. doi: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.103>
- Galiyev, S. Z., Dovzhenok, A. S., Kol'ga, A. D., Galiyev, D. A., Utshov, E. T. (2020). Digitalization and the potential for improving the design and planning of mining operations in open cast mining. NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 1 (439), 146–154. doi: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.18>
- Galiev, S. Z., Galiev, D. A., Seitayev, E. N., Utshov, E. T. (2019). Unified methodology for management of a geotechnological complex in open pit mining. Gorniy Zhurnal, 2, 70–75. doi: <https://doi.org/10.17580/gzh.2019.12.15>
- Rakishchev, B. R., Galiev, D. A. (2015). Optimization of the ore flow quality characteristics in the quarry in road-rail transport. Metallurgical and Mining Industry, 4, 356–362. Available at: https://www.metalljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/0522-Galiev.pdf
- Kaiym, T. T., Griбанov, V. F., Temirbekov, E. S., Kaimov, S. T., Kaimov, Ab. T., Kaimov, A.T. et. al. (2017). The modeling of the theoretical and mathematical system and specifically the stochastic processes of the dynamical system an innovative mechanism for grasping of the robot for overloading the highly radioactive firm waste of fuel element from the secondary container into the main container. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2 (422), 157–174. Available at: <http://rmebrk.kz/journals/3434/2454.pdf>
- Kaimov, S. T. et. al. (2015). Pat. No. 2015/0047.1. Bul'dozernoe oborudovanie.
- Kaiym, T. T., Griбанov, V. F., Kaimov, A. T. (2016). Metodika matematicheskogo modelirovaniya rascheta parametrov innovatsionnogo ispolnitel'nogo mekhanizma rabocheho organa otvala bul'dozera so semnym rezhuschim nozhom v zavisimosti ot fiziko-mekhanicheskikh kharakteristik razrabatyvaemogo grunta (rossypi, torf). Vestnik Issyk-Kul'skogo universiteta, 42. Available at: [https://libraryksu.kg/public/assets/upload/vestnik/ISUKAI-YM\(3\)2016-42.pdf5ee6f7875e7f5.pdf](https://libraryksu.kg/public/assets/upload/vestnik/ISUKAI-YM(3)2016-42.pdf5ee6f7875e7f5.pdf)
- Kaimov, A., Syrgaliyev, Y., Tuleshov, A., Kaimov, S., Kaiym, T., Kaimov, A., Primbetova, A. (2022). Creation of an innovative robot with a gripper for moving plant microshoots from the in vitro transport tank to the working tank with soil ground at the stage of their adaptation in soil ground during microclonal reproduction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (7 (115)), 48–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253135>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255786

BUILDING A MODEL FOR RESOLVING REFERENTIAL RELATIONS IN A MULTILINGUAL SYSTEM (p. 27–35)

Yerzhan Zhumabay

Astana International University,
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3298-9912>

Gulzhamal Kalman

L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8863-9447>

Madina Sambetbayeva

L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
Institute of Information and Computational Technologies,
Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9358-1614>

Aigerim Yerimbetova

Institute of Information and Computational Technologies
Committee of Science of the Ministry of Education and Science of
the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
Institute of Automation and Information Technologies
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2013-1513>

Assem Ayapbergenova

Institute of Automation and Information Technology
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6388-9458>

Almagul Bizhanova

Institute of Information Technologies
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications
named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2793-6514>

This paper considers an approach to resolving referential relations when extracting information from a text. The proposed approach is an attempt to integrate the multifactorial model of the activation coefficient with the approach to resolving the referential ambiguity of the text when replenishing the ontology. The found objects are compared based on an assessment of the proximity of attributes and relationships of objects. An ontological interpretation of relations and measures of similarity of attributes based on a multifactorial model is proposed. This model is distinguished by the fact that it makes it possible to introduce the concepts of “rhetorical distance”, “linear distance”, “animation”, “distance between paragraphs”, and “syntactic and semantic role of the antecedent”. A multifactorial model is proposed, which is a necessary and sufficient component for the purpose of explaining the measure of similarity of referents for choosing the best applicant. The counting system and its modification were revealed by trial and error; the work was carried out until the selected numerical weights began to explain all the available material. The current study also examines the factors of choice of reference devices that make it possible to work with complex sentences and texts. Moreover, examples of finding a measure of proximity in a multilingual system for the Kazakh, Russian, and English languages are offered. For the current paper, texts in the Russian, English, and Kazakh languages were used as a source for practical tasks. The texts were selected using news articles on the Internet sites where translations into other languages, including those named above, were offered.

The authors of this study have done massive practical work, which confirms the correctness of the thesis they are considering.

Keywords: information extraction, proximity measure, referential factors, semantic text analysis, anaphora.

References

1. Kudriavtceva, A. S. (2020). Referent activation and probabilistic evaluation of referential choice: a study of English newspaper texts. *Computational Linguistics and Intellectual Technologies*.
2. Zhanturina, B. N., Makarenko, A. S. (2021). Referential ambiguity and discourse factors. *Voenno-filologicheskii zhurnal*, 3, 13–21.
3. Voronina, L. V. (2020). Relevance of the reference and referential mean within the antecedent-anaphoric complex with purpose semantics in political discourse. *Bulletin of the Moscow State Regional University (Russian Philology)*, 5, 16–25. doi: <https://doi.org/10.18384/2310-7278-2020-5-16-25>
4. Garanina, N. O., Sidorova, E. A., Seryi, A. S. (2018). Multiagent Approach to Coreference Resolution Based on the Multifactor Similarity in Ontology Population. *Programming and Computer Software*, 44 (1), 23–34. doi: <https://doi.org/10.1134/s0361768818010036>
5. Sidorova, E. A., Garanina, N. O., Kononenko, I. S. (2018). Mnogomestnye ontologicheskie otnosheniya v zadache razresheniya kore-

- ferentsii. *Shestnadsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2018*.
6. Sidorova, E. A., Garanina, N. O., Kononenko, I. S., Sery, A. S. (2018). Approach to coreference resolution based on ontological similarity measure. *Intellekt. Yazyk. Komp'yuter*, 1, 347–351.
7. Ganieva, S. K. (2021). Indexical shift: typology and analysis. *Aktual'nye problemy yazykoznaniya*, 49–56.
8. Sokolova, O. V. (2021). Lingvopragmaticheskie i semanticheskie parametry yazykovoy i diskursivnoy kreativnosti v reklame. *Kritika i semiotika*, 2, 52–70.
9. Solov'ev, S. S., Garshina, V. V. (2020). Ispol'zovanie mashinnogo obucheniya dlya razresheniya koreferentsii. *Sbornik studencheskikh nauchnykh rabot fakul'teta komp'yuternykh nauk VGU*, 259–265.
10. Kupriyanova, A. D., Shilin, I. A. (2018). Primenenie metodov mashinnogo obucheniya k zadache razresheniya koreferentsii. *Al'manakh nauchnykh rabot molodykh uchenykh Universiteta ITMO*, 2, 387–389.
11. Kibrik, A. A. (1999). Reference and Working Memory. *Current Issues in Linguistic Theory*, 29. doi: <https://doi.org/10.1075/cilt.176.04kib>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255839

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM AND SOFTWARE FOR EFFECTIVE BUILDING EVACUATION PLAN (p. 36–50)

Ainur Kozbakova

Committee of Science of the Ministry of Education and Science of
the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5213-4882>

Yedilkhan Amirgaliyev

Committee of Science of the Ministry of Education and Science of
the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6528-0619>

Aliya Kalizhanova

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications
named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5979-9756>

Zhalau Aitkulov

Committee of Science of the Ministry of Education and Science of
the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5928-3258>

Aygerim Astanayeva

Committee of Science of the Ministry of Education and Science of
the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5043-4630>

Guldana Kابدolliyyeva

Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0620-7881>

The main goal of the work is to create the optimal emergency evacuation plan in general education institutions according to the schedule at a certain time. The work developed an information model of the evacuation system, taking into account the schedule of classes and classrooms. The methodology of the system approach, which ensures the compatibility of heterogeneous devices to find an operationally optimal evacuation plan in real time, was developed. A conceptual scheme of an evacuation system using heterogeneous sources of receiving and transmitting information about emergencies is proposed. Determined the input and output sources of receiving and transmitting information about the number of people in the building. Developed software for the rapid and most effective evacuation of people from the educational institution and can be used for other types of buildings.

The importance of this work is the creation of an integrated evacuation information system based on mathematical modeling of

multi-criteria optimization problem of flow distribution and design, construction technology receiving and transmitting data and information notification systems for the selected type of building, in order to adopt an operational evacuation plan.

The results of this paper allow the systematic organization of evacuation training, preparing resources so that in the event of an emergency it is possible to quickly respond and conduct the evacuation process to avoid major consequences. The use of information technology greatly increases the efficiency of evacuation systems, so the development of new integrated and intelligent info-communication approaches to solve the problem of evacuation is currently very relevant.

Keywords: evacuation, information modeling, software system design, data transfer, operational plan.

References

- Belyaev, S. V. (1938). Evakuatsiya zdaniy massovogo naznacheniya. Moscow: Izdatel'stvo «Vsesoyuznoy Akademii Arkhitektury», 72.
- Predtechenskiy, V. M., Milinskiy, A. I. (1979). Proektirovanie zdaniy s uchetom organizatsii dvizheniya lyudskikh potokov. Moscow: Stroyizdat, 375.
- Kholshevnikov, V. V. (1983). Lyudskie potoki v zdaniyakh, sooruzheniyakh i na territorii ikh kompleksov. Moscow: MISI.
- Kholshevnikov, V. V., Samoshin, D. A., Isaevich, I. I. (2009). Naturnye nablyudeniya lyudskikh potokov. Moscow: Akademiya GPS MCHS Rossii, 191.
- Cappuccio, J. (2000). A Computer-Based Timed Egress Simulation. SFPE Journal of Fire Protection Engineering, 8, 11–12.
- Fahy, R. (1996). EXIT89: High-Rise Evacuation Model – Recent Enhancements and Example Applications. International Interflam Conference «Inter– flam '96». Cambridge, 1001–1005.
- Weinroth, J. (1989). An adaptable microcomputer model for evacuation management. Fire Technology, 25 (4), 291–307. doi: <https://doi.org/10.1007/bf01040378>
- Fahy, R. (1996). Enhancement of EXIT89 and Analysis of World Trade Center Data. NIST GCR. Available at: https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=909241
- Stepantsov, M. E. (2003). Model' napravlenogo dvizheniya tolpy s elementami analiza situatsii. Issledovano v Rossii, 89, 991–995.
- Amirgaliyev, Y., Kalizhanova, A., Kozbakova, A., Aitkulov, Z., Astanayeva, A. (2021). Development of a systematic approach and mathematical support for the evacuation process. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (4 (111)), 31–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234959>
- Ibrahim, A. M., Venkat, I., Subramanian, K. G., Khader, A. T., Wilde, P. D. (2016). Intelligent Evacuation Management Systems. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 7 (3), 1–27. doi: <https://doi.org/10.1145/2842630>
- Bi, H., Gelenbe, E. (2019). Emergency Management Systems and Algorithms: a Comprehensive Survey. MDPI Submitted to Electronics. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1907.04136.pdf>
- Bi, H., Gelenbe, E. (2019). A Survey of Algorithms and Systems for Evacuating People in Confined Spaces. Electronics, 8 (6), 711. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics8060711>
- Hartama, D., Windarto, A. P., Wanto, A. (2018). Evacuation Planning for Disaster Management by Using The Relaxation Based Algorithm and Route Choice Model. IJISTECH (International Journal Of Information System & Technology), 2 (1), 7. doi: <https://doi.org/10.30645/ijistech.v2i1.14>
- Hamacher, H. W., Tjandra, S. A. (2001). Mathematical Modelling of Evacuation Problems: A State of Art. Berichte des Fraunhofer ITWN. Available at: <https://kluedo.ub.uni-kl.de/frontdoor/index/index/docId/1477>
- Malodushev, S. V., Rogov, A. A., Voronov, R. V. (2019). Mathematical model for evacuation people from corridor-type buildings. Vestnik of Saint Petersburg University. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes, 15 (3), 375–384. doi: <https://doi.org/10.21638/11702/spbu.2019.307>
- Ng, C. T., Cheng, T. C. E., Levner, E., Krieheli, B. (2020). Optimal bi-criterion planning of rescue and evacuation operations for marine accidents using an iterative scheduling algorithm. Annals of Operations Research, 296 (1-2), 407–420. doi: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03632-6>
- Schiopu, C. (2019). Maximum flows in bipartite dynamic networks. Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series III Mathematics and Computer Science, 61 (12 (1)), 177–198. doi: <https://doi.org/10.31926/but.mif.2019.12.61.1.14>
- Abusalama, J., Razali, S., Choo, Y.-H., Momani, L., Alkharabsheh, A. (2020). Dynamic real-time capacity constrained routing algorithm for evacuation planning problem. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 20 (3), 1388. doi: <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v20.i3.pp1388-1396>
- Pyakurel, U., Nath, H. N., Dempe, S., Dhamala, T. N. (2019). Efficient Dynamic Flow Algorithms for Evacuation Planning Problems with Partial Lane Reversal. Mathematics, 7 (10), 993. doi: <https://doi.org/10.3390/math7100993>
- Feng, J., Wang, Q. (2019). Emergency safety evacuation decision based on dynamic Gaussian Bayesian network. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 688 (5), 055076. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/688/5/055076>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255084

DEVELOPMENT AND MODELING OF COMBINED COMPONENTS OF THE INFORMATION ENVIRONMENT (p. 51–60)

Aliya Aitymova

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1128-6924>

Anna Shaporeva

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6211-5634>

Oksana Kopnova

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6299-3728>

Agibay Kushumbayev

Municipal State-owned Enterprise “Higher Construction and Economic College”, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6387-7075>

Zhanat Aitymov

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0451-0644>

The relevance of the study is due to the problem of forming the concept of the information environment from the point of view of management. The theoretical foundations for the construction and practical application of the information environment of educational institutions are given, a model of an individual educational trajectory is designed, and the methodology for modeling the information environment of educational institutions based on systems theory is described. This is important, since the information environment helps to improve the efficiency and quality of the educational process through the implementation of information technology capabilities. An individual educational trajectory is considered as a process of

making a decision by a student based on a system of individual values and personal meanings; contains a qualification model of a specialist in the world of professions and opportunities for the implementation of vital plans. The qualification model of a specialist includes a qualification portrait of a specialist, regulatory requirements – a set of linguistic assessments and a set of numerical assessments that meet the requirements of employers.

As a result of the study, a systematic approach was applied, which makes it possible to determine the limitations of the system's functioning, the procedure for planning activities and the system for stimulating elements of the organization. A detailed review of the main models of interaction between the elements of the organization is made: bureaucratic, democratic participation and parity compromise. The bureaucratic model is characterized by a clear hierarchy of rules and decisions, strict regulation of job descriptions. The model of democratic participation is focused on the development of creative abilities of an employee, when, performing a particular function, he expects to achieve personal goals, directing his efforts to achieve the goals of the organization.

The results of the study are aimed at an effective choice of interaction models depending on the main elements of systemic activities in educational institutions related to improving the quality of work and education.

Keywords: information environment, individual educational trajectory, system analysis, information technology.

References

- Pavlovna, K. T., Stanislavovna, K. N. (2015). Historiography of Developing the Issue of the Information Skills in the Social and Cultural Space of the Further Education. *International Education Studies*, 8 (6). doi: <https://doi.org/10.5539/ies.v8n6p217>
- Hernández-Sellés, N., Muñoz-Carril, P.-C., González-Sanmamed, M. (2020). Interaction in computer supported collaborative learning: an analysis of the implementation phase. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00202-5>
- Ostroumova, E. N. (2011). Informacionno-obrazovatel'naya sreda vuza kak faktor professional'nogo i lichnostnogo samorazvitiya budushchego specialista. *Fundamental'nye issledovaniya*, 4, 37–40
- Ivanova, O. Yu., Kutuzova, Z. Yu., Kutuzov, A. V. (2020). Information and educational environment of higher school: essence and structure. *Kontsept*, 8. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatcionno-obrazovatel'naya-sreda-vuza-suschnost-i-struktura>
- Busarova, N. V., Reshetina, T. K. (2018). Network Interaction as Means of Forming and Developing Common Educational Space: from Experience. *Nauchnyy Dialog*, 11, 333–343. doi: <https://doi.org/10.24224/2227-1295-2018-11-333-343>
- Korotenko, G. M., Korotenko, L. M., Khar, A. T. (2017). Creation of it-oriented ontological framework for the purpose of making educational programs on the base of competencies. *Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 4 (70), 50–59. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2017/109577>
- Kuznetsova, T. V., Sereda, K. V. (2010). Analyzing of information and communication technologies use in educational environment of foreign countries. *Information Technologies and Learning Tools*, 20 (6). doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v20i6.371>
- Morgulets, O. B., Derkach, T. M. (2019). Information and communication technologies managing the quality of educational activities of a university. *Information Technologies and Learning Tools*, 71 (3), 295. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v71i3.2831>
- Savitskaya, T. V., Egorov, A. F., Gluhanova, A. A., Nikitin, S. A., Zakharova, A. Y. (2016). Educational-researching and Information Resources In Interdisciplinary Automated Training System Based On Internet Technology. *Open Education*, 5, 11–26. doi: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2016-5-11-26>
- Loban, A. V., Lovtsov, D. A. (2017). Model of e-learning with electronic educational resources of new generation. *Open Education*, 2, 47–55. doi: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2017-2-47-55>
- Rodionov, S. F., Shenderey, P. E., Chugunov, M. V. (2015). Practical aspects for development of informational and educational environment of high technical school. *Statistics and Economics*, 3, 13–16. doi: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2015-3-13-16>
- Vetrov, A. N. (2017). Block of parametric cognitive models for system analysis of informational exchange efficiency in an adaptive automated training environment. *Herald of Dagestan State Technical University. Technical Sciences*, 44 (3), 112–125. doi: <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2017-44-3-112-125>
- Kol'eva, N. S., Shevchuk, E. V., Shpak, A. V. (2020). Informatsionno-upravlyayuschaya obrazovatel'naya sreda kak instrument povysheniya kachestva obucheniya informatike v usloviyakh mal'ykh gorodov: opyt i perspektivy. *Informatika v shkole*, 1 (154), 55–59.
- Alfarsi, G., bin Mohd. Yusof, A., Tawafak, R. M., Iqbal Malik, S., Mathew, R., Waseem Ashfaque, M. (2020). Instructional Use of Virtual Reality in E-Learning Environments. 2020 IEEE International Conference on Advent Trends in Multidisciplinary Research and Innovation (ICATMRI). doi: <https://doi.org/10.1109/icatmri51801.2020.9398478>
- Aguilar-Alonso, I., Escobedo, F., Manco, M., Amasifuen, M. (2020). Accreditation Models and Digital Platforms Used for University Academic Programs in Peru. 2020 2nd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN). doi: <https://doi.org/10.1109/icacccn51052.2020.9362887>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254116

SELECTING A METHOD FOR THE PARAMETRIC ADAPTATION OF PI-CONTROLLER IN THE CONTROL SYSTEMS OF BOILER ASSEMBLIES AT THERMAL POWER STATIONS WITH SUPERCRITICAL PARAMETERS (p. 61–68)

Pavlo Novikov

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2790-5809>

Oleg Shtifzon

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0011-4617>

Olexander Bunke

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7945-7040>

Sergii Batiuk

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1911-3323>

In the context of the growing share of renewable energy sources, the role of thermal power plants (TPPs) as means of balancing the daily power demand curve is increasing. During the day, the load on working units varies widely. Boiler assemblies of these power units undergo changes in their dynamic characteristics when the load changes. Control systems must, regardless of the mode of operation, meet requirements for the quality of operation. This paper has analyzed the latest research and advancements in the field of synthesis of adaptive and robust control systems for inertial contours

of direct-flow boiler assemblies. It reports a model of the section of a water-steam flow path, which takes into consideration changes in the dynamic characteristics of the section when changing the load of the power unit. A model of the temperature control system for a boiler assembly has been built involving a tabular method for adjusting the PI-controller parameters. Alternative methods for the adaptation of parameters were proposed. The resulting expressions demonstrate a piecewise-linear approximation of parameter changes depending on the load. In addition, an adaptation unit based on fuzzy logic were suggested. Static characteristics of the adaptation units for PI-controller parameters depending on the load of the power unit were defined. Based on computer modeling, a comparative analysis of the quality indicators of the functioning of the designed control systems was carried out. A method for estimating the stability of systems with adaptation of adjustment parameters was proposed. Based on the static characteristics of the pairs of settings of the PI-controller and the parameters of the control object for each load value at the predefined discreteness, stability reserves were calculated for gain and phase. The results reported here indicate the advantages of a control system with the adaptation of controller parameters based on piecewise-linear dependences.

Keywords: PI-controller, adaptation of parameters, tabular control, stability margin, fuzzy logic.

References

- Eser, P., Chokani, N., Abhari, R. S. (2017). Operational and financial performance of fossil fuel power plants within a high renewable energy mix. *Journal of the Global Power and Propulsion Society*, 1, 2BIOTO. doi: <https://doi.org/10.22261/2bioto>
- Zvit z otsynky vidpovidnosti (dostatnosti) heneruiuchykh potuzhnosti dlia pokryttia prohnzovanoho popytu na elektrychnu enerhiyu ta zabezpechennia neobkhidnoho rezervu u 2021 rotsi. Available at: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2021/11/ERAA-UA-2021-v6.pdf>
- Gonzalez-Salazar, M. A., Kirsten, T., Prchlik, L. (2018). Review of the operational flexibility and emissions of gas- and coal-fired power plants in a future with growing renewables. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 1497–1513. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.278>
- Rúa, J., Verheyleweghen, A., Jäschke, J., Nord, L. O. (2021). Optimal scheduling of flexible thermal power plants with lifetime enhancement under uncertainty. *Applied Thermal Engineering*, 191, 116794. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.116794>
- Zielińska-Sitkiewicz, M., Chrzanowska, M., Furmańczyk, K., Paczutowski, K. (2021). Analysis of Electricity Consumption in Poland Using Prediction Models and Neural Networks. *Energies*, 14 (20), 6619. doi: <https://doi.org/10.3390/en14206619>
- Sviridenko, V. P., Poputnikov, A. B. (2001). Opyt modernizatsii skhemy regulyatora teplovoy nagruzki kotla TPP-210A pri rabote na ugol'noy pyli. *Energetika i elektrofikatsiya*, 4, 20–23.
- Stepanets, A., Motoryna, D. (2014). Adaptive automatic control system with PI-controller frequency tuning. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (68)), 45–48. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.23340>
- Fahmy, R. A., Badr, R. I., Rahman, F. A. (2014). Adaptive PID Controller Using RLS for SISO Stable and Unstable Systems. *Advances in Power Electronics*, 2014, 1–5. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/507142>
- Kovrigo, Y. M., Konovalov, M. A., Bunke, A. S. (2012). Modernizing the heat load control system of a once-through boiler unit at a thermal power station using a dynamic corrector. *Thermal Engineering*, 59 (10), 772–778. doi: <https://doi.org/10.1134/s0040601512100072>
- Bahan, T. (2017). Synthesis of robust controller with an internal model for objects without self-alignment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (2 (88)), 27–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108531>
- Shteynberg, Sh. E., Serezhin, L. P., Zalutskiy, I. E., Varlamov, I. G. (2004). Problemy sozdaniya i ekspluatatsii effektivnykh sistem regulirovaniya. *Promyshlennyye ASU i kontrolyery*, 7, 1–7.
- Qin, Y., Sun, L., Hua, Q., Liu, P. (2018). A Fuzzy Adaptive PID Controller Design for Fuel Cell Power Plant. *Sustainability*, 10 (7), 2438. doi: <https://doi.org/10.3390/su10072438>
- Shtifzon, O., Novikov, P., Bahan, T. (2018). Development of adaptive fuzzy-logic device for control under conditions of parametric non-stationarity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (2 (91)), 30–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121749>
- Kermani, A., Kargar, S. M. (2021). Fuzzy modelling of combustion efficiency and control of excess air flow case study: 320-MW steam unit/Isfahan Power Plant/Iran. *Clean Energy*, 5 (2), 229–242. doi: <https://doi.org/10.1093/ce/zkab005>
- Novikov, P. V., Shtifzon, O. Y. (2020). Stability analysis of control system based on two-channel fuzzy controller. *Automation of Technological and Business Processes*, 12 (1), 25–32. doi: <https://doi.org/10.15673/atbp.v12i1.1700>
- Stepanets, O., Mariiash, Y. (2018). Analysis of influence of technical features of a pidcontroller implementation on the dynamics of automated control system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (2 (93)), 60–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.132229>
- Sarda, P., Hedrick, E., Reynolds, K., Bhattacharyya, D., Zitney, S. E., Omell, B. (2018). Development of a Dynamic Model and Control System for Load-Following Studies of Supercritical Pulverized Coal Power Plants. *Processes*, 6 (11), 226. doi: <https://doi.org/10.3390/pr6110226>
- Novikov, P. V., Bunke, A. S. (2020). Modeling of control system of temperature mode of direct-flow steam boiler based on two-channel fuzzy controller. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, 31 (2 (70)), 132–139. doi: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-1/21>
- Novikov P. V. (2019). Avtomatyzatsiya protsesiv keruvannia inertsinyhnyh kanalamy enerhobloku teplovoi elektrostantsiyi z vykorystanniam dvokanalnoho nechitkoho kontrolera. Kyiv, 191. Available at: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/29399/1/Novikov_diss.pdf
- Vološencu, C. (2021). Stability Analysis of Systems with Fuzzy PI Controllers Applied to Electric Drives. *Mathematics*, 9 (11), 1246. doi: <https://doi.org/10.3390/math9111246>
- Chao, C.-T., Chen, D.-H., Chiou, J.-S. (2021). Stability Analysis and Robust Stabilization of Uncertain Fuzzy Time-Delay Systems. *Mathematics*, 9 (19), 2441. doi: <https://doi.org/10.3390/math9192441>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253886

IMPLEMENTATION OF REGRESSION ALGORITHMS FOR OIL RECOVERY PREDICTION (p. 69–75)

Yerzhan Kenzhebek

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6492-8292>

Timur Imankulov

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8865-3676>

Darkhan Akhmed-Zaki

Astana IT University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-8263>

Beimbet DaribayevAl-Farabi Kazakh National University, Almaty,
Republic of Kazakhstan**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1313-9004>

This paper presents the work of predicting oil production using machine learning methods. As a machine learning method, a multiple linear regression algorithm with polynomial properties was implemented. Regression algorithms are suitable and workable methods for predicting oil production based on a data-driven approach. The synthetic dataset was obtained using the Buckley-Leverett mathematical model, which is used to calculate hydrodynamics and determine the saturation distribution in oil production problems. Various combinations of parameters of the oil production problem were chosen, where porosity, viscosity of the oil phase and absolute permeability of the rock were taken as input parameters for machine learning. And the value of the oil recovery factor was chosen as the output parameter. More than 400 thousand synthetic data were used to test multiple regression algorithms. To estimate the quality of regression algorithms, the mean square error metrics and the coefficient of determination were used. It was found that linear regression does not cover all patterns in the data due to underfitting. Various degrees of polynomial regression were deployed and tested, and it was also found that for our synthetic data, the quadratic polynomial model trains quite well and perfectly predicts the value of the oil recovery factor. To solve the overfitting problem, L1 regularization known as the Lasso regression method was applied. For the quadratic polynomial regression model, the coefficient of determination was 0.96, which is a pretty good result for the test data. Thus, it is assumed that the data-driven machine learning methods discussed in the paper can be useful for predicting the oil recovery factor using practical data from oil fields at the stages of production.

Keywords: machine learning, polynomial regression method, enhanced oil recovery, lasso regularization.

References

- Krasnov, F., Glavnov, N., Sitnikov, A. (2017). A Machine Learning Approach to Enhanced Oil Recovery Prediction. *Analysis of Images, Social Networks and Texts*, 164–171. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73013-4_15
- Guo, Z., Reynolds, A. C., Zhao, H. (2017). A Physics-Based Data-Driven Model for History-Matching, Prediction and Characterization of Waterflooding Performance. Day 3 Wed, February 22, 2017. doi: <https://doi.org/10.2118/182660-ms>
- Saberi, H., Esmailnezhad, E., Choi, H. J. (2021). Artificial Neural Network to Forecast Enhanced Oil Recovery Using Hydrolyzed Polyacrylamide in Sandstone and Carbonate Reservoirs. *Polymers*, 13 (16), 2606. doi: <https://doi.org/10.3390/polym13162606>
- Vo Thanh, H., Sugai, Y., Sasaki, K. (2020). Application of artificial neural network for predicting the performance of CO₂ enhanced oil recovery and storage in residual oil zones. *Scientific Reports*, 10 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73931-2>
- Koperna, G. J., Melzer, L. S., Kuuskraa, V. A. (2006). Recovery of Oil Resources From the Residual and Transitional Oil Zones of the Permian Basin. *All Days*. doi: <https://doi.org/10.2118/102972-ms>
- Cheraghi, Y., Kord, S., Mashayekhizadeh, V. (2021). Application of machine learning techniques for selecting the most suitable enhanced oil recovery method; challenges and opportunities. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 205, 108761. doi: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.108761>
- Ahmadi, M. A., Soleimani, R., Lee, M., Kashiwao, T., Bahadori, A. (2015). Determination of oil well production performance using artificial neural network (ANN) linked to the particle swarm optimization (PSO) tool. *Petroleum*, 1 (2), 118–132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2015.06.004>
- Makhotin, I., Orlov, D., Koroteev, D., Burnaev, E., Karapetyan, A., Antonenko, D. (2021). Machine learning for recovery factor estimation of an oil reservoir: A tool for de-risking at a hydrocarbon asset evaluation. *Petroleum*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2021.11.005>
- Aliyuda, K., Howell, J. (2019). Machine-learning algorithm for estimating oil-recovery factor using a combination of engineering and stratigraphic dependent parameters. *Interpretation*, 7 (3), SE151–SE159. doi: <https://doi.org/10.1190/int-2018-0211.1>
- Erofeev, A., Orlov, D., Ryzhov, A., Koroteev, D. (2019). Prediction of Porosity and Permeability Alteration Based on Machine Learning Algorithms. *Transport in Porous Media*, 128 (2), 677–700. doi: <https://doi.org/10.1007/s11242-019-01265-3>
- Mahmoud, A., Elkatatny, S., Chen, W., Abdurraheem, A. (2019). Estimation of Oil Recovery Factor for Water Drive Sandy Reservoirs through Applications of Artificial Intelligence. *Energies*, 12 (19), 3671. doi: <https://doi.org/10.3390/en12193671>
- Ristanto, T., Horne, R. (2018). Machine Learning Applied to Multiphase Production Problems. Tita Ristanto. Available at: https://www.researchgate.net/publication/327977359_Machine_Learning_Applied_to_Multiphase_Production_Problems
- Liu, Y., Horne, R. N. (2013). Interpreting Pressure and Flow Rate Data from Permanent Downhole Gauges Using Convolution-Kernel-Based Data Mining Approaches. *All Days*. doi: <https://doi.org/10.2118/165346-ms>
- Liu, Y., Horne, R. N. (2013). Interpreting Pressure and Flow Rate Data from Permanent Downhole Gauges with Convolution-Kernel-Based Data Mining Approaches. Day 2 Tue, October 01, 2013. doi: <https://doi.org/10.2118/166440-ms>
- Tian, C., Horne, R. N. (2019). Applying Machine-Learning Techniques To Interpret Flow-Rate, Pressure, and Temperature Data From Permanent Downhole Gauges. *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, 22 (02), 386–401. doi: <https://doi.org/10.2118/174034-pa>
- Cao, Q., Banerjee, R., Gupta, S., Li, J., Zhou, W., Jeyachandra, B. (2016). Data Driven Production Forecasting Using Machine Learning. Day 2 Thu, June 02, 2016. doi: <https://doi.org/10.2118/180984-ms>
- Chen, S. (2019). Application of Machine Learning Methods to Predict Well Productivity in Montney and Duvernay. University of Calgary. Available at: https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/SPE/5fc0079d-67a5-4dd9-a56f-190534ef5d3d/UploadedImages/2019_04_16_ML_SPE_Presentation_Revised.pdf

АНОТАЦІЇ
INFORMATION TECHNOLOGY. INDUSTRY CONTROL SYSTEMS**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254922****ВИЯВЛЕННЯ ШАХРАЙСТВА ЗА НЕЗБАЛАНСОВАНИМ КЛАСОМ НА ОСНОВІ ПІДВИЩЕННЯ ГРАДІЄНТА (с. 6–12)****Raya Alothman, Hasanien Ali Talib, Mazin S. Mohammed**

Моделювання кредитного шахрайства є важливою темою, що зачіпається дослідниками. У наданні кредитних послуг найважливішою ланкою є управління ризиками простроченої заборгованості. Це безпосередньо впливає на норму прибутковості та відсоток безнадійної заборгованості кредитних організацій у даному секторі. Кредитні фінансові послуги принесли користь широкій громадськості в результаті розвитку мобільного інтернету, а управління ризиками простроченої заборгованості перетворилося з ручного інструменту, в минулому заснованого на правилах, у кредитну модель, побудовану з використанням великого обсягу даних про клієнтів для прогнозування ймовірності їхньої неплатоспроможності. При створенні моделі кредитного рейтингу сформований характер кредитних вибірок зменшує оцінку вибірки класу меншості, тобто, отримання великої кількості фактичних вибірок призводить до зміщення моделей машинного навчання в бік класу більшості при навчанні. Традиційні методи балансування даних можуть зменшити зміщення моделей до категорії більшості, коли дані відносно незбалансовані, а не надлишкові. Для виявлення шахрайства з кредитами у роботі пропонуються алгоритми підвищення градієнта (XGBoost та CatBoost) для моделювання сильно незбалансованих даних. Для знаходження гіперпараметрів та визначення точності класу меншості в якості функції оптимізації моделі використовується байєсівська оптимізація для підвищення точності моделі для класу меншості. Дослідження було перевірено на реальних даних про шахрайство з кредитними картками у Європі. Результати були зіставлені з традиційним машинним навчанням (дерева прийняття рішень та логістична регресія) і ефективністю алгоритму беггінга (випадковий ліс). Для порівняння використовується традиційний метод балансування даних (передискретизація).

Ключові слова: машинне навчання, моделювання кредитного шахрайства, незбалансовані дані, алгоритми підвищення градієнта.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255720**РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО-ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ГІРНИЧО-ТРАНСПОРТНИХ РОБОТ НА БАЗІ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ (с. 13–26)****Aidarkhan Kaimov, Abylay Kaimov, Suleimen Kaimov, Talgat Kaiym, Altynay Primbetova, Orken Mamyrbaev, Saule Nysanbaeva, Karakoz Serikbayeva**

Об'єкт дослідження відноситься до галузі систем управління гірничо-транспортними машинами при розробці родовищ твердих корисних копалин відкритим способом. Вирішується завдання зниження собівартості перевезення 1 т гірничої маси та підвищення продуктивності цих машин. У статті розробляється експертна система диспетчеризації кар'єрних машин з підсистемою вибору їх інноваційного вигляду з можливістю управління їх експлуатаційними параметрами з урахуванням стохастичних умов ділянок гірничого масиву. Математична модель побудови перспективного вигляду гірничо-транспортної машини з урахуванням її функціонально-економічної оцінки зводиться до вирішення завдання оптимізації узагальненого критерію необхідної ефективності. Як приклад приватних показників їх ефективності в експлуатації наводиться експертний аналіз оцінки варіантів рішення, наприклад, конструктивно-кінематичних та експлуатаційних параметрів цих машин та ін. необмежені значення їх глибини та річної продуктивності. У запропонованому дослідженні значення сил опору руйнування ділянки масиву гірських порід, отримані аналітичним та експериментальним методами, уточнюються шляхом знаходження оптимального коефіцієнта Калмана, що підвищує ефективність використання гірничо-транспортних машин. Проєктовані методи забезпечують створення інноваційних гірничо-транспортних машин з можливістю управління їх експлуатаційними параметрами з урахуванням стохастичних умов ділянки гірничого масиву, що розробляється.

Ключові слова: гірські роботи відкритим способом, система диспетчеризації, гірський масив, скіповий витяг, протывага.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255786**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИРІШЕННЯ РЕФЕРЕНЦІАЛЬНИХ ВІДНОСИН У БАГАТОМОВНІЙ СИСТЕМІ (с. 27–35)****Yerzhan Zhumabay, Gulzhamal Kalman, Madina Sambetbayeva, Yerimbetova Aigerim, Ayapbergenova Assem, Bizhanova Almagul**

Розглядається підхід до вирішення референціальних відносин під час вилучення інформації з тексту. Запропонований підхід є спробою інтеграції багатофакторної моделі коефіцієнта активації з підходом до вирішення референціональної неоднозначності тексту при поповненні онтології. Порівняння знайдених об'єктів проводиться на основі оцінки близькості атрибутів та зв'язків об'єктів. Пропонується онтологічна інтерпретація відносин та заходи подібності атрибутів, що беруть за основу багатофакторну модель. Ця модель відрізняється тим, що дозволяє внести в обіг поняття «риторична відстань», «лінійна відстань», «одушевленість», «відстань між абзацами» та «синтаксична та семантична роль антецеденту». Пропонується багатофакторна модель, яка є необхідним та достатнім компонентом мети пояснення міри подібності референтів для вибору найкращого претендента. Система підрахунку та її модифікація були виявлені шляхом спроб і помилок, робота здійснювалася до того часу, поки підібрані числові ваги не стали пояснювати весь наявний матеріал. Дослідження також розбирає фактори вибору референціальних пристроїв, які дозволяють працювати зі складними реченнями та текстами. Більше того, пропонуються приклади знаходження міри близькості у багатомовній системі для казахських, російських та англійських мов. Для представленої роботи як джерело практичних завдань були використані

тексти російською, англійською та казахською мовами. Вибір текстів здійснювався за допомогою новинних статей на сайтах, де пропонувалися переклади іншими мовами, включаючи названі вище.

Автори проробили масивну практичну роботу, яка підтверджує правильність тези, яку вони розглядають.

Ключові слова: отримання інформації, міра близькості, референціальні фактори, семантичний аналіз тексту, анафора.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255839

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ПЛАНУ ЕВАКУАЦІЇ БУДІВЛІ (с. 36–50)

Ainur Kozbakova, Yedilkhan Amirgaliyev, Aliya Kalizhanova, Zhalau Aitkulov, Aygerim Astanayeva, Guldana Kabidolliyeva

Основною метою роботи є створення оптимального плану екстреної евакуації у загальноосвітніх установах за розкладом у певний час. У роботі розроблено інформаційну модель системи евакуації з урахуванням розкладу занять та кабінетів. Розроблено методологію системного підходу, що забезпечує сумісність різнорідних пристроїв для знаходження оперативно оптимального плану евакуації в режимі реального часу. Запропоновано концептуальну схему системи евакуації з використанням різнорідних джерел прийому та передачі інформації про надзвичайні ситуації. Визначено вхідні та вихідні джерела прийому та передачі інформації про кількість людей у будівлі. Розроблено програмне забезпечення для швидкої та максимально ефективно евакуації людей із навчального закладу та може бути використане для інших типів будівель.

Актуальністю даної роботи є створення інтегрованої інформаційної системи евакуації на основі математичного моделювання багатокритеріальної задачі оптимізації потоків та проектування, технології будівництва, прийому та передачі даних та систем інформаційного сповіщення для обраного типу будівлі. для ухвалення оперативного плану евакуації.

Результати цієї роботи дозволяють систематично організувати навчання евакуації, підготувати ресурси, щоб у разі виникнення надзвичайної ситуації можна було швидко відреагувати та провести процес евакуації для уникнення серйозних наслідків. Використання інформаційних технологій значно підвищує ефективність роботи евакуаційних систем, тому розробка нових комплексних та інтелектуальних інфокомунікаційних підходів до вирішення проблеми евакуації нині є дуже актуальною.

Ключові слова: евакуація, інформаційне моделювання, проектування програмних систем, передача даних, оперативний план.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.255084

РОЗРОБКА І МОДЕЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ КОМПОНЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА (с. 51–60)

Aliya Aitymova, Anna Shaporeva, Oksana Kopnova, Agibay Kushumbaev, Zhanat Aitymov

Актуальність дослідження зумовлена задачею формування концепції інформаційного середовища з точки зору управління. Наведено теоретичні основи побудови та практичного застосування інформаційного середовища освітніх закладів, розроблено модель індивідуальної освітньої траєкторії, описано методіку моделювання інформаційного середовища освітніх закладів на основі теорії систем. Це має велике значення, оскільки інформаційне середовище сприяє підвищенню ефективності та якості освітнього процесу за рахунок реалізації можливостей інформаційних технологій. Індивідуальна освітня траєкторія розглядається як процес прийняття студентом рішення на основі системи індивідуальних цінностей та особистісних смислів; містить кваліфікаційну модель фахівця у світі професій та можливості для реалізації життєвих планів. Кваліфікаційна модель фахівця включає в себе кваліфікаційний портрет фахівця, нормативні вимоги – набір лінгвістичних оцінок та набір чисельних оцінок, що відповідають вимогам роботодавців.

В результаті дослідження був застосований системний підхід, що дозволяє визначити обмеження функціонування системи, порядок планування діяльності та систему стимулювання елементів організації. Зроблено детальний огляд основних моделей взаємодії між елементами організації: бюрократична, демократична участь та паритетний компроміс. Бюрократична модель характеризується чіткою ієрархією правил та рішень, суворою регламентацією посадових інструкцій. Модель демократичної участі орієнтована на розвиток творчих здібностей працівника, коли, виконуючи ту чи іншу функцію, він розраховує досягти особистих цілей, направляючи свої зусилля на досягнення цілей організації.

Результати дослідження спрямовані на ефективний вибір моделей взаємодії в залежності від основних елементів системної діяльності в освітніх установах, пов'язаної з підвищенням якості праці та освіти.

Ключові слова: інформаційне середовище, індивідуальна освітня траєкторія, системний аналіз, інформаційні технології.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254116

ВИБІР МЕТОДУ ПАРАМЕТРИЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ПІ-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КОТЛОАГРЕГАТИВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НАДКРИТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ (с. 61–68)

П. В. Новіков, О. Й. Штіфзон, О. С. Бунке, С. Г. Батюк

В умовах зростання частки відновлювальних джерел енергії посилюється роль теплових електростанцій (ТЕС) як засобів балансування добового графіка електронавантаження. Впродовж доби навантаження на працюючих блоках змінюється в широких межах. Котлоагрегатам даних енергоблоків властиві зміни їх динамічних характеристик при зміні навантаження. Системи керування повинні незалежно від режиму роботи забезпечувати вимоги до якості функціонування. Проведено аналіз останніх досліджень і розробок в області синтезу адаптивних і робастних систем керування інерційними контурами прямооточних котлоагрегатів. Представлена модель ділянки водопарового тракту, яка враховує зміни динамічних характеристик ділянки при зміні навантаження енергоблоку. Розроблена модель системи регулювання температурним режимом котлоагрегату з табличним методом підлаштування параметрів ПІ-регулятора. Запропоновано альтернативні методи адаптація параметрів. Отримані вирази кусково-лінійної апроксимації зміни

параметрів залежно від навантаження. Також запропонований блок адаптація на основі нечіткої логіки. Побудовані статичні характеристики блоків адаптації параметрів ПІ-регулятора в залежності від навантаження енергоблоку. На основі комп'ютерного моделювання проведений порівняльний аналіз показників якості функціонування розроблених систем керування. Запропоновано метод оцінки стійкості систем з адаптацією параметрів регулювання. На основі статичних характеристик пар налаштувань ПІ-регулятора і параметрів об'єкта керування для кожного значення навантаження з заданою дискретністю розраховані запаси стійкості за підсиленням і за фазою. Отримані результати свідчать про переваги системи регулювання з адаптацією параметрів регулятора на основі кусково-лінійних залежностей.

Ключові слова: ПІ-регулятор, адаптація параметрів, табличне керування, запас стійкості, нечітка логіка.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253886

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ РЕГРЕСІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИДОБУТКУ НАФТИ (с. 69–75)

Yerzhan Kenzhebek, Timur Imankulov, Darkhan Akhmed-Zaki, Beimbet Daribayev

У даній статті представлена робота з прогнозування видобутку нафти з використанням методів машинного навчання. В якості методу машинного навчання був використаний алгоритм множинної лінійної регресії з поліноміальними властивостями. Алгоритми регресії є зручними та дієвими методами прогнозування видобутку нафти за допомогою підходу на основі даних. Отримано синтетичний набір даних з використанням математичної моделі Баклі-Леверетта, яка використовується для розрахунку гідродинаміки та визначення розподілу насиченості у задачах нафтовидобутку. Були обрані різні комбінації параметрів задачі нафтовидобутку, де в якості вхідних параметрів для машинного навчання були взяті пористість, в'язкість нафтової фази та абсолютна проникність породи, а в якості вихідного параметра було вибрано значення коефіцієнта вилучення нафти. Для тестування алгоритмів множинної регресії було використано понад 400 тисяч синтетичних даних. Для оцінки якості алгоритмів регресії використовувалися показники середньоквадратичної помилки і коефіцієнт детермінації. Було виявлено, що через недонавчання лінійна регресія не охоплює всі закономірності в даних. Було розгорнуто і протестовано різні ступені поліноміальної регресії, а також було виявлено, що для наших синтетичних даних модель квадратичного полінома досить добре навчається і відмінно прогнозує значення коефіцієнта вилучення нафти. Для вирішення проблеми перенавчання була застосована L1-регуляризація, відома як метод регресії ласо. Для моделі квадратичної поліноміальної регресії коефіцієнт детермінації склав 0,96, що є досить хорошим результатом для тестових даних. Таким чином, передбачається, що розглянуті в роботі методи машинного навчання на основі даних можуть бути корисними для прогнозування коефіцієнта вилучення нафти з використанням практичних даних по нафтовим родовищам на етапах видобутку.

Ключові слова: машинне навчання, метод поліноміальної регресії, підвищення нафтовіддачі, регуляризація ласо.