



DOI: 10.15587/2706-5448.2022.263235

ANALYSIS OF MACHINE LEARNING METHODS IN THE TASK OF SEARCHING DUPLICATES IN THE SOFTWARE CODE

page 6–13

Tetiana Kaliuzhna, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: kalizhna.tania@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0937-8988>

Yevhenii Kubiuk, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7086-0976>

The object of the study is code in the Python programming language, analyzed by machine learning methods to identify clones.

This work is devoted to the study of machine learning methods and implementation of the decision tree machine learning model in the problem of finding clones in the program code. The paper also analyzes existing machine learning approaches for detecting duplicates in program code. During the comparison, the advantages and disadvantages of each algorithm were determined, and the results were summarized in the corresponding comparison tables. As a result of the analysis, it was determined that the method based on the decision tree, which gives the best result in the task of finding clones in the program code, is the most optimal both from the point of view of accuracy and from the point of view of implementation.

The result of the work is a created model that, with an accuracy of more than 99 %, classifies cloned and non-cloned codes on an automatically generated dataset in a minimal amount of time. This system has several open questions for future research, the list of which is presented in this work. The proposed model has the following ways of further development:

- recognition of clones rewritten from one programming language to another;
- detection of vulnerabilities in the code;
- improvement of model performance by creating more universal datasets.

The perspective of the work lies in training a decision tree model for accurate and fast detection of code clones, which can potentially be widely used for plagiarism detection in both educational institutions and IT companies.

Keywords: clone detection, machine learning methods, decision tree, Support Vector Machine, TECCD, dataset.

References

1. Roy, C. K., Cordy, J. R., Koschke, R. (2009). Comparison and evaluation of code clone detection techniques and tools: A qualitative approach. *Science of Computer Programming*, 74 (7), 470–495. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scico.2009.02.007>
2. *Code Duplicate*. Available at: <https://t2informatik.de/en/smartpedia/code-duplicate/>
3. Roy, C. K., Cordy, J. R. (2007). A Survey on Software Clone Detection Research. *Computer and Information Science*, 115 (541), 115.
4. Arammongkolvichai, V., Koschke, R., Ragkhitwetsagul, C., Choetkietikul, M., Sunetnanta, T. (2019). Improving Clone

- Detection Precision Using Machine Learning Techniques. *2019 10th International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP)*, 31–36. doi: <http://doi.org/10.1109/iwesepe49350.2019.00014>
5. Jadon, S. (2016). Code Clones Detection Using Machine Learning Technique: Support Vector Machine. *International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA2016)*, 299–303. doi: <http://doi.org/10.1109/ccaa.2016.7813733>
6. Gao, Y., Wang, Z., Liu, S., Yang, L., Sang, W., Cai, Y. (2019). TECCD: A Tree Embedding Approach for Code Clone Detection. *2019 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)*, 145–156. doi: <http://doi.org/10.1109/icsme.2019.00025>
7. Salzberg, S. (1994). C4.5: Programs for Machine Learning by J. Ross Quinlan. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1993. *Machine Learning*, 16 (3), 235–240. doi: <http://doi.org/10.1007/bf00993309>
8. Conforti, R., Leoni, M. D., Rosa, M. L., Aalst, W. V. D. (2013). Supporting risk-informed decisions during business process execution. *25th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'13)*, 116–132. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-642-38709-8_8
9. Kundel, D. (2020). *ASTs – What are they and how to use them*. Available at: <https://www.twilio.com/blog/abstract-syntax-trees>
10. Agerholm, S., Larsen, P. G. (1999). A Lightweight Approach to Formal Methods. *Lecture Notes in Computer Science*, 168–183. doi: http://doi.org/10.1007/3-540-48257-1_10
11. *BigCloneBench*. Available at: <https://github.com/clonebench/BigCloneBench>
12. Buckland, M., Gey, F. (1994). The relationship between Recall and Precision. *Journal of the American Society for Information Science*, 45 (1), 12–19. doi: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199401\)45:1<12::AID-ASI2>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199401)45:1<12::AID-ASI2>3.0.CO;2-L)
13. *Decision Tree Classification Algorithm*. Available at: <https://www.javatpoint.com/machine-learning-decision-tree-classification-algorithm>
14. *Decision Tree Classifier*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/decision-tree-classifier>
15. Bondarenko, O. (2021). *Matrytsia nevidpovidnostei*. Available at: <https://oleghbond.medium.com/матриця-невідповідностей-329e7e4bf05e>
16. Kubiuk, Y., Kyselov, G. (2021). Comparative analysis of approaches to source code vulnerability detection based on deep learning methods. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (2 (59)), 19–23. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.233534>
17. *Scikit-Learn*. Available at: <https://scikit-learn.org/stable/>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262562

CONSIDERATION OF THE POSSIBILITIES OF APPLYING MACHINE LEARNING METHODS FOR DATA ANALYSIS WHEN PROMOTING SERVICES TO BANK'S CLIENTS

pages 14–18

Olha Bulhakova, Senior Lecturer, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: olga.bulgakova.dp@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9834-2970>

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

Victoria Kostenko, Senior Lecturer, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3847-2110>

Tatyana Rudyanova, PhD, Associate Professor, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8685-4132>

The object of the research is modern online services and machine learning libraries for predicting the probability of the bank client's consent to the provision of the proposed services. One of the most problematic areas is the high unpredictability of the result in the field of banking marketing using the most common technique of introducing new services for clients – the so-called cold calling. Therefore, the question of assessing the probability and predicting the behavior of a potential client when promoting new banking services and services using cold calling is particularly relevant.

In the course of the study, libraries of machine learning methods and data analysis of the Python programming language were used. A program was developed to build a model for predicting the behavior of bank customers using data processing methods using gradient boosting, regularization of gradient boosting, random forest algorithm and recurrent neural networks. Analogous models were built using cloud machine learning services Azure ML, BigML and the Auto-sklearn library.

Data analysis and prediction models built using Python language libraries have a fairly high quality – an average of 94.5 %. Using the Azure ML cloud service, a predictive model with an accuracy of 88.6 % was built. The BigML machine learning service made it possible to build a model with an accuracy of 88.8 %. Machine learning methods from the Auto-sklearn library made it possible to obtain a model with a higher quality – 94.9 %. This is due to the fact that the proposed libraries of the Python programming language allow better customization of data processing methods and machine learning to obtain more accurate models than free cloud services that do not provide such capabilities.

Thanks to this, it is possible to obtain a predictive model of the behavior of bank customers with a fairly high degree of accuracy. It is worth noting that in order to make a prediction (forecast), it is necessary to study the context of the task, process the data, build various machine learning algorithms, evaluate the quality of the models and choose the best of them.

Keywords: artificial intelligence, machine learning methods, banking services, credit scoring, credit risk.

References

1. Buchko, I. Ye. (2013). Skorynh yak metod znyzhennia kredytnoho ryzyku banku. *Visnyk Universytetu bankivskoi spravy Natsionalnoho banku Ukrainy*, 2, 178–182.
2. *Yak pratsiuie bankivskiy skorynh* (2021). Available at: <https://finance.ua/ua/credits/kak-rabotaet-bankovskiy-skoring> Last accessed: 20.04.2022
3. *NBU. Zvit pro finansovu stabilnist. Cherven 2019 roku*. Available at: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/zvit-pro-finansovu-stabilnist-cherven-2019-roku>

4. Dunas, N., Bilokrynytska, M. (2019). Implementation of credit scoring system by ukrainian banks for consumer credit. *Pryazovskiy Economic Herald*, 5 (16), 263–269. doi: <http://doi.org/10.32840/2522-4263/2019-5-45>
5. Maja, M. M., Letaba, P. (2022). Towards a data-driven technology roadmap for the bank of the future: Exploring big data analytics to support technology roadmapping. *Social Sciences & Humanities Open*, 6 (1), 100270. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ssaho.2022.100270>
6. Sarker, I. H. (2021). Data Science and Analytics: An Overview from Data-Driven Smart Computing, Decision-Making and Applications Perspective. *SN Computer Science*, 2 (5). doi: <http://doi.org/10.1007/s42979-021-00765-8>
7. Gavrysh, V. (2019). *Bank marketing campaigns dataset*. Opening Deposit. Available at: <https://www.kaggle.com/datasets/volodymyrgavrysh/bank-marketing-campaigns-dataset>
8. Burns, S. (2019). *Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python*. Scikit-learn and Tensorflow, 176.
9. *Azure Machine Learning*. Available at: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/machine-learning/#product-overview>
10. *BigML Tools*. Available at: <https://bigml.com/tools/>
11. *Auto-sklearn*. Available at: <https://automl.github.io/auto-sklearn/master/#>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262787

CREATION OF THE METHOD OF MULTIPATH ROUTING USING KNOWN PATHS IN SOFTWARE-DEFINED NETWORKS

pages 19–24

Dmytro Korenko, Postgraduate Student, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0463-189X>

Oleksii Cherevatenko, Postgraduate Student, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: chereva@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9686-0555>

Volodymyr Rusinov, Postgraduate Student, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4362-0248>

Yurii Kulakov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8981-5649>

The object of the research is the creation of a multipath routing algorithm for software-defined networks (SDN) including known paths, subject of the research is network parameters, designed according to a certain topology and using the developed algorithm. One of the most problematic aspects of contemporary computer networks (including applied SDN networks) is overloading. This results in harder control and limiting traffic and amount of users. Most routing algorithms that are used today have a rather large time complexity.

In the course of the study, the following methods were used: study of known routing solutions for SDN networks and

results of their application, method of path metric computation on the given topology by the amount of «hops» (transitions between network nodes), optimization of procedure for finding the path using SDN technology capabilities. These methods were united and integrated into the development of the overall routing algorithm, which is proposed in this article.

The proposed multipath routing algorithm allows for the improvement of the process of traffic construction in the SDN network. This was achieved by decreasing the time complexity of the routing algorithm through the usage of previously known paths in the topology without the need to construct new ones. Involvement in the modification of the algorithm of forming distance vectors facilitated timely network reconfiguration in case its state changed. Using a centralized SDN controller made it possible to increase the stability of the network and save all configuration data in one place. The above factors make it possible to deploy an SDN network on an Edge architecture.

Obtained results of the application of the multipath routing algorithm allow to consider it effective when compared with previously proposed algorithms, based on obtained results from a practical network model, where the proposed multipath routing algorithm is used. This is because the research task was formed correctly, and the solution for this task gave correct results. Results of using the described algorithm are demonstrated, and an analysis of the obtained results is conducted, which makes it possible to confirm the accuracy of scientific research.

Keywords: software-defined networking, multipath routing, known routes, distance vector.

References

- Merenda, M., Porcaro, C., Iero, D. (2020). Edge machine learning for ai-enabled iot devices: A review. *Sensors*, 20 (9), 2533. doi: <http://doi.org/10.3390/s20092533>
- Akbaş, M. (2016). A Preliminary Survey on the Security of Software-Defined Networks. *Proceedings of International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'16)*, 468–473.
- Raza Shah, S. A., Bae, S., Jaikar, A., Noh, S.-Y. (2016). An adaptive load monitoring solution for logically centralized SDN controller. *18th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS)*. doi: <http://doi.org/10.1109/apnoms.2016.7737207>
- Lemeshko, A. V., Evseeva, O. Yu., Garkusha, S. V. (2014). Research on Tensor Model of Multipath Routing in Telecommunication Network with Support of Service Quality by Greater Number of Indices. *Telecommunications and Radio Engineering*, 73 (15), 1339–1360. doi: <http://doi.org/10.1615/telecomradeng.v73.i15.30>
- Abich, G., Reis, R., Ost, L. (2021). The impact of precision bitwidth on the soft error reliability of the MobileNet network. *2021 IEEE 12th Latin America Symposium on Circuits and System (LASCAS)*, 1–4. doi: <http://doi.org/10.1109/lascas51355.2021.9667153>
- Kulakov, Y., Kohan, A., Kopychko, S., Cherevatenko, R.; Hu, Z., Petoukhov, S., Dychka, I., He, M. (Eds.) (2021). Load Balancing in Software Defined Networks Using Multipath Routing. *Advances in Computer Science for Engineering and Education III. ICCSEEA 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 1247*. Cham: Springer, 384–395. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-030-55506-1_35
- Lemeshko, A. V., Evseeva, O. Yu., Garkusha, S. V. (2014). Research on Tensor Model of Multipath Routing in Telecommunication Network with Support of Service Quality by Greater Number of Indices. *Telecommunications and Radio Engineering*, 73 (15), 1339–1360. doi: <http://doi.org/10.1615/telecomradeng.v73.i15.30>
- Kreutz, D., Ramos, F. M. V., Verissimo, P. J. E., Rothenberg, C. E., Azodolmolky, S., Uhlig, S. (2015). Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey. *Proceedings of the IEEE*, 103 (1), 14–76. doi: <http://doi.org/10.1109/jproc.2014.2371999>
- Chemeritskiy, E., Smeliński, R. (2014). On QoS Management in SDN by Multipath Routing. *Science and Technology Conference (Modern Networking Technologies) (MoNeTeC)*. doi: <http://doi.org/10.1109/monetec.2014.6995581>
- Agrawal, R., Imieliński, T., Swami, A. (1993). Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases. *ACM SIGMOD Record*, 22 (2), 207–216. doi: <http://doi.org/10.1145/170036.170072>

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.261874

ANALYSIS OF CONDITIONS AND FACTORS AFFECTING CYBER SECURITY IN THE SPECIAL PURPOSE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEM

pages 25–28

Oleg Sova, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Automated Control Systems, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7200-8955>, e-mail: soy_135@ukr.net

The increase in the number of cases of failure of information and telecommunication networks due to cyber attacks determines the need to protect them from this type of attacks. The issue of increasing cyber security in the conditions of conducting operations by groups of troops (forces) is very important. Due to the armed conflict in the East of Ukraine, the military-political instability in the Middle East, the struggle for influence on world financial and energy flows, the global

military-political instability is intensifying. This is due to an increase in the number of communication devices in information and telecommunication networks, as well as an increase in the number of possible attacks that can be used to disrupt the operation of an information and telecommunication network. Considering the above, the object of research is a special purpose information and telecommunication system. The subject of research is cyber security of a special purpose information and telecommunication system. Classical methods of scientific knowledge, namely analysis and synthesis, were used during the research. The research identifies factors that affect cyber security in a special purpose information and telecommunication system. All this must be taken into account while planning and deploying a special purpose information and telecommunication system. The analysis of the consequences of the impact on the information and telecommunications system of special purpose of modern devices of defeat and the impact of devices of radio-electronic suppression and other factors was carried out. A typical special purpose information and telecommunication system does not fully meet the requirements for constant readiness to ensure the management of troops (forces),

stability, mobility and throughput. A formalized description of the task of improving cyber security in a special purpose information and telecommunications network is provided. The components that affect the level of cyber security of the special purpose information and telecommunication network during the group's operations have been established. The impact of the specified conditions and factors must be reflected: in the planning documents during the planning of the deployment and operation of the group's information and telecommunications system; in the software, during operational management.

Keywords: cyber security, radio-electronic environment, special purpose information and telecommunication system, operational management, cyber security.

References

1. Shishatckii, A. V., Bashkirov, O. M., Kostina, O. M. (2015). Rozvitok integrovanih sistem z'v'iazku ta peredachi danikh dlia potreb Zbroinikh Sil. *Ozbroennia ta viiskova tekhnika*, 1 (5), 35–40.
2. Timchuk, S. (2017). Methods of Complex Data Processing from Technical Means of Monitoring. *Path of Science*, 3 (3), 4.1–4.9. doi: <http://doi.org/10.22178/pos.20-4>
3. Sokolov, K. O., Gudima, O. P., Tkachenko, V. A., Shiiatii, O. B. (2015). Osnovni napriami stvorennia IT-infrastrukturi Ministerstva oboroni Ukraini. *Zbirnik naukovikh prac Tcentru voenno-strategichnikh doslidzhen*, 3 (6), 26–30.
4. Shevchenko, D. G. (2020). The set of indicators of the cyber security system in information and telecommunication networks of the armed forces of Ukraine. *Suchasni informatiini tekhnologii u sferi bezpeki ta oboroni*, 38 (2), 57–62. doi: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-38-2-57-62>
5. Makarenko, S. I. (2017). Perspektivy i problemnye voprosy razvitiia setei sv'iazii spetsialnogo naznacheniia. *Sistemy upravleniia, sv'iazii i bezopasnosti*, 2, 18–68.
6. Zuiev, P., Zhyvotovskiy, R., Zvieriev, O., Hatsenko, S., Kuprii, V., Nakonechnyi, O. (2020). Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (106)), 14–23. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
7. Brownlee, J. (2011). *Clever algorithms: nature-inspired programming recipes*. LuLu, 441.
8. Gorokhovatsky, V., Stiahlyk, N., Tsarevska, V. (2021). Combination method of accelerated metric data search in image classification problems. *Advanced Information Systems*, 5 (3), 5–12. doi: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.01>
9. Meleshko, Y., Drieiev, O., Drieieva, H. (2020). Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems. *Advanced Information Systems*, 4 (2), 24–28. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.05>
10. Rybak, V. A., Akhmad, Sh. (2016). Analiticheskii obzor i sravnienie sushchestvuiushchikh tekhnologii podderzhki priniatiia reshenii. *Sistemnyi analiz i prikladnaia informatika*, 3, 12–18.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262792

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS REGARDING THE COMPOSITION OF FORCES AND EQUIPMENT FOR TOPOGEODESIC SUPPORT OF THE TROOPS OF THE OPERATIONAL COMMAND

pages 29–32

Andrii Bulhakov, Adjunct, Scientific and Organizational Department, Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4139-6761>, e-mail: bulgandriy@gmail.com

The object of the research is the forces and devices of topographic support of the operational command troops. The work highlights the recommendations regarding the composition of the forces and devices of topographical support of the operational command troops.

The analysis of the nature of the armed struggle of the last decades shows a sharp increase in the need of the troops (forces) for information provision, in particular in the provision of topogeodesic information (geospatial information) of the armed forces, the timeliness and reliability of which affects the course and results of military operations. One of the types of geospatial data that is needed by the military both in peacetime and in a special period are topographic maps, they are the main source of information about the terrain and the objects on it. Nowadays, the state of topographic information on most nomenclature sheets of topographic maps of the territory of Ukraine does not meet the modern requirements of the troops.

The successful implementation of the task of updating topographical information is facilitated by the use of the most acceptable and economically justified composition of forces and devices of topographical support of troops. However, the experience of geodetic support during the operational training of troops (forces), the operation of the United Forces in the east of the country and the large-scale armed aggression by the Russian Federation showed that the currently available forces and devices of geodetic support of the troops are not capable of fulfilling the entire scope of the assigned tasks. This especially applies to operational commands. Therefore, in order to successfully carry out changes in the system of topographic support regarding the necessary composition of forces and devices of this support, appropriate scientific researches were conducted. This, in turn, will provide an opportunity to improve existing methods and develop recommendations regarding the necessary composition of forces and devices of topographic support for the troops of the operational command. The mentioned recommendations will make it possible to justify the composition of the forces and devices of topographical support of the troops of the operational command by the persons planning the operations of the groups of troops (forces).

Keywords: operational command, topographic support, timeliness and reliability of information, geospatial data, topographic data.

References

1. Makridenko, L. A., Volkov, S. N., Khodnenko, V. P. (2010). Kontseptualnye voprosy sozdaniia i primeniia malykh kosmicheskikh apparatov. *Voprosy elektromekhaniki*, 114, 15–26.
2. Shyshatskyi, A. V., Bashkyrov, O. M., Kostyna, O. M. (2015). Rozvytok intehrovanykh sistem z'v'iazku ta peredachi danykh dlia potreb Zbroinykh Syl. *Naukovo-tekhnichniy zhurnal «Ozbroennia ta viiskova tekhnika»*, 1 (5), 35–40.
3. Trotenko, R. V., Bolotov, M. V. (2014). Protcess izvlecheniia danykh iz raznotipnykh istochnikov. *Privolzhskii nauchnyi vestnik*, 12-1 (40), 52–54.
4. Bodianskyi, E. V., Strukov, V. M., Uzlov, D. Yu. (2017). Obobshchennaia metryka v zadache analiza mnohomernikh dannikh s raznotypnymi pryznakamy. *Zbirnyk naukovykh prac Kharkivskoho natsionalnogo universytetu Povitrianykh Syl*, 3 (52), 98–101.
5. Noh, B., Son, J., Park, H., Chang, S. (2017). In-Depth Analysis of Energy Efficiency Related Factors in Commercial Buildings Using Data Cube and Association Rule Mining. *Sustainability*, 9 (11), 2119. doi: <http://doi.org/10.3390/su9112119>
6. Petrasa, V., Petrasova, A., Jeziorska, J., Mitasova, H. (2016). Processing UAV and lidar point clouds in Grass GIS. The

- International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016. Volume XLI-B7. XXIII ISPRS Congress. Prague, 945–952. doi: <http://doi.org/10.5194/isprs-archives-xli-b7-945-2016>
7. Polovina, S., Radic, B., Ristic, R., Milcanovic, V. (2016). Spatial and temporal analysis of natural resources degradation in the Likodra river watershed. *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 114, 169–188. doi: <http://doi.org/10.2298/gsf1614169p>
 8. Poryadin, I. A., Smirnova, E. V. (2017). Binary Classification Method of Social Network Users. *Science and Education of the Bauman MSTU*, 2, 121–137. doi: <http://doi.org/10.7463/0217.0000915>
 9. Tymchuk, S. (2017). Methods of Complex Data Processing from Technical Means of Monitoring. *Path of Science*, 3 (3), 4.1–4.9. doi: <http://doi.org/10.22178/pos.20-4>
 10. Zhou, S., Yin, Z., Wu, Z., Chen, Y., Zhao, N., Yang, Z. (2019). A robust modulation classification method using convolutional neural networks. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2019 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/s13634-019-0616-6>
 11. Zhang, D., Ding, W., Zhang, B., Xie, C., Li, H., Liu, C., Han, J. (2018). Automatic Modulation Classification Based on Deep Learning for Unmanned Aerial Vehicles. *Sensors*, 18 (3), 924. doi: [10.3390/s18030924](https://doi.org/10.3390/s18030924)

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262797

JUSTIFICATION OF THE NUMBER OF SAMPLES OF WEAPONS AND MILITARY TECHNIQUES FOR PERFORMING TASKS

pages 33–36

Volodymyr Dudnyk, PhD, Associate Professor, Professor of Department of Fire Training, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, e-mail: dudnikvd555@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1985-4068>

Oleksiy Grishchyn, Senior Lecturer, Department of Fire Training, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0190-4151>

Vitaliy Netrebko, Senior Lecturer, Department of Fire Training, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2387-8943>

Oleksandr Kmin, Senior Lecturer, Department of Fire Training, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8228-411X>

Alexander Bohachev, Lecturer, Department of Fire Training, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7557-6624>

During the research of the use issue of samples of weapons and military equipment in operations, a significant correlation was established between the predicted effectiveness of such use and the characteristics of the quantitative and qualitative composition of samples of weapons and military equipment. Taking this into account, it is clear that while preparing any operation, it would be desirable to have such a basis of the composition of samples of weapons and military equipment, which is well-founded and can only be adjusted in the conditions of a certain operation. The objects of the research are the samples of weapons and military equipment that are the part of the groups of troops (forces). However, the results

of the analysis show that the existing methods for substantiating the composition of samples of weapons and military equipment need improvement. First of all, this concerns the determination of the basic (support) version of the composition of samples of weapons and military equipment (WME). As in the existing methods, the basic (support) version of the composition is not determined, it is chosen by comparing the composition of one's troops and the enemy's troops according to their combat potential. This approach does not provide an opportunity to compare the groups, taking into account the specifics of the use of their striking equipment and to create the necessary balance of forces at all stages of the operation.

Taking into account the above, we conducted the researches that made it possible to determine that with certain proportions, characteristic of the organizational structure of the absolute majority of military formations, there is a close to linear relationship between the number of their personnel and WME and combat potential.

Based on the research results, an improved method of determining the basic (support) composition of samples of weapons and military equipment in operation is proposed.

Keywords: samples of weapons and military equipment, predicted efficiency of use, composition of troops, multi-criteria optimization methods.

References

1. Shyshatskyi, A. V., Bashkyrov, O. M., Kostyna, O. M. (2015). Rozvytok intehrovanykh system zv'iazku ta peredachi danykh dlia potreb Zbroinykh Syl. *Naukovo-tekhnichnyi zhurnal «Ozbroiennia ta viiskova tekhnika»*, 1 (5), 35–40.
2. Zahorka, O. M., Mosov, S. P., Sbyttniev, A. I., Stuzhuk, P. I. (2005). *Elementy doslidzhennia skladnykh system viiskovoho pryznachennia*. Kyiv: NAO Ukrainy, 100.
3. Telelym, V. M., Zahorka, O. M., Stryzhevskiy, V. V. (2012). *Dosvid stvorennia ta zastosuvannia uhrupovan viisk (syl) u lokalnykh viinakh i zbroinykh konfliktakh druhoi polovyny XX ta na pochatku XXI stolittia*. Kyiv: NUOU, 336.
4. Romanchenko, I. S., Kotliarov, V. P., Shapoval, Yu. Ye., Smirnov, O. O. (2008). Metodyka vyznachennia vykhidnoho spivvidnoshennia syl storin iz dotrymanniam vymoh do operatsii. *Zbirnyk naukovykh prats. TsNDI ZS Ukrainy*, 3 (45), 14–18.
5. Nikitenko, A. P. (2019). Metod vyznachennia bazovoho (opornoho) boiovoho skladu operatyvnoho uhrupovannia viisk. Problemy koordynatsii voienno-tekhnichnoi ta oboronno-promyslovoi polityky Ukrainy. *Perspektyvy rozvytku ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky*, 205–206.
6. Pilar, A. B.-C., Pérez, C.-F. B., Sancho, R., Lorente, M., Sastre, G., González, C. (2019). A new tool for evaluating and/or selecting analytical methods: Summarizing the information in a hexagon. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 118, 538–547. doi: <http://doi.org/10.1016/j.trac.2019.06.015>
7. Ramaji, I. J., Memari, A. M. (2018). Interpretation of structural analytical models from the coordination view in building information models. *Automation in Construction*, 90, 117–133. doi: <http://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.025>
8. Pérez-González, C. J., Colebrook, M., Roda-García, J. L., Rosa-Remedios, C. B. (2019). Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management. *Expert Systems with Applications*, 120, 167–184. doi: <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.023>
9. Chen, H. (2018). Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Procedia Computer Science*, 131, 952–958. doi: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.233>

10. Chan, H. K., Sun, X., Chung, S.-H. (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125. doi: <http://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262262

RESEARCH OF SOUND INSULATION FREQUENCY RESPONSE FOR A MULTILAYER INHOMOGENEOUS WALL STRUCTURES

pages 37–41

Vladyslav Zaretskyi, Postgraduate Student, Department of Electronics, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4899-4545>

Dmytro Bida, Postgraduate Student, Department of Electronics, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5185-0927>, e-mail: dm.v.beda@gmail.com

The object of research is the amplitude-frequency characteristic of sound insulation of multi-layer heterogeneous structures. One of the most problematic places is the calculation methodology, due to the existence of standards such as ISO, DBN, which have some differences between them, and software, the calculation methodology of which is not fully known, due to the copyright of the latter.

Using the modeling method in the INSUL software complex, the amplitude-frequency characteristics of the sound insulation of the partition walls between the halls were obtained. On-site measurements were carried out on a real object identical to the simulated fence constructions presented by the MULTIPLEX cinema in the DAFI shopping center in Dnipro (Ukraine). The calculation methodology of the INSUL software is completely unknown. According to information from open sources, it can be concluded that linear modeling of the amplitude-frequency characteristic is used. The measurements were carried out according to DBN B.1.1-31:2013. Data obtained theoretically, during modeling, and experimentally are compared with each other. The expediency of taking into account the results obtained with the help of the INSUL software when writing a new methodology for the state standard or for improving the latter is considered. Comparing real and simulated amplitude-frequency characteristics, it is possible to conclude that the INSUL software complex is not accurate at high frequencies. This phenomenon may be related to the inherent resonances of the existing partition, or to the quality of the installation, which can be equated to a setup error, due to the lack of possibility of influencing the quality of the construction process of the measurement object. A possible error occurs when the soundproof partition is violently connected to the existing structures of the building, or due to the presence of resonating technical elements in the cinema hall (air ducts, metal structures of the stage and seats, etc.). This error is not influential due to the not significantly small wavelength in the frequency of 3000–8000 Hz. Therefore, as a conclusion, the INSUL software can be used in the development of the methodology of state standards for sound insulation in buildings.

Keywords: soundproofing, soundisolation, building regulations, architectural acoustics, building acoustics, building structures, soundproofing structures.

References

1. *Rukovodstvo po raschetu i proektirovaniu shumoglusheniia v promyshlennykh zdaniakh* (1983). Moscow: Stroizdat, 360.
2. *Beiblatt 1 zu DIN 4109 Schallschutz im Hochbau* (1989). Ausfuhrungsbeispiele und Rechenverfahren. Available at: <https://www.baunormenlexikon.de/norm/din-4109-beiblatt-1/035c2290-98ca-4e30-9d0f-f8f27246cf77>
3. Sharp, B. H. (1978). Prediction Methods for the Sound Transmission of Building Elements. *Noise Control Engineering*, 11 (2), 53–63. doi: <http://doi.org/10.3397/1.2832099>
4. Zaborov, V. I. (1969). *Teoriia zvukoizoliatcii ograzhdaiushchikh konstruktii*. Moscow, 185.
5. *Predict transmission loss, impact sound, and rain noise*. Available at: <http://www.insul.co.nz/features/>
6. Rasmussen, B. (2010). Sound insulation between dwellings – Requirements in building regulations in Europe. *Applied Acoustics*, 71 (4), 373–385. doi: <http://doi.org/10.1016/j.apacoust.2009.08.011>
7. *ISO 10140-2:2021. Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 2: Measurement of airborne sound insulation* (2021). Available at: <https://www.iso.org/standard/79487.html>
8. Didkovskiy, V. S., Lunova, V. S., Bohdanov, O. S. (2012). *Arkhi-tekturna akustyka*. Kyiv: KPY, 56–58.
9. *OKTAVA-110A Sound level analyzer, spectrum analyzer, portable vibrometer*. OKTAVA. Available at: <http://www.octava.info/octava-110A>
10. *ISO 16283-1:2014. Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation* (2014). Available at: <https://www.iso.org/standard/55997.html>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.263719

THE FIRST PHASE OF RESEARCH AND MANUFACTURING OF BRIDGE DEFORMATION MONITORING EQUIPMENT USING POSITION SENSOR: CASE STUDY IN VIETNAM

pages 42–46

Viet Ha Nguyen, PhD, Associate Professor, Department of Engineering Geodesy, Hanoi University of Mining and Geology, Ha Noi, Vietnam, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6246-8475>, e-mail: nguyenvietha@hmg.edu.vn

Ngoc Quang Vu, Postgraduate Student, Department of Transport Planning and Urban Transport, University of Transport and Technology, Ha Noi, Vietnam, ORCID: <https://orcid.org/0000-50001-8960-772X>

This paper is the first result of an experimental study of manufacturing deformation monitoring equipment using a position sensor, an efficient solution for contractors in bridge monitoring during either process of construction or operation in the context of the increasing number of large bridges. The object of the research is bridgework. And the work is aimed at achieving two tasks, which include meeting the need of the surveyors in real-time monitoring and warning during the construction process with a suitable price and reducing the reliance on manufacturers in supplying and operating monitoring systems.

The study used a KTR position sensor, a Linear Variable Differential Transformer, and an Arduino board for

embedded coding. Data from the KTR sensor are acquired, processed, and controlled by a program written in Python. The results of the study are compared to the true observations from a Mitutoyo Palmer which has 0.01 mm accuracy in a laboratory.

The initial results from the laboratory show prospects for applications in reality, and accuracy is suitable for technical measurements. This is also a good choice for surveyors in acquiring continuously monitoring data at high accuracy for bridge monitoring in general and structure in particular. The study is fundamental to expanding the number of channels from 1 to 8 or 16 for monitoring a full cross-section. At the same time, cable connection mode will be developed to Wi-Fi or Bluetooth mode for online observation. The results of the study confirm the scientificity, and feasibility of the solution. This solution can be applied for either bridge monitoring or other monitoring fields and can be produced by contractors. The cost of monitoring projects will be significantly reduced and there will be no more disruption of monitoring projects after suppliers leave as a new system will be quickly added or replaced.

Keywords: bridge monitoring, Arduino board, potentiometer sensor, amplifier, real-time monitoring, displacement.

References

- Hương, B. H. (2014). Bố trí thiết bị quan trắc cho cầu dây văng Rạch Miễu. *Tư vấn thiết kế*, 1, 33–38.
- Nguyen, L., Huy, H. P., Hong, T. B. (2018). Structural Health Monitoring System of the Thuan Phuoc Suspension Bridge in Viet Nam. *The International Conference on GeoInformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth & Allied Sciences*, 1–13.
- Nam, H., Nam, L. V., Thành, N. V., Thông, M. L. (2018). Hệ quan trắc công trình cầu Cần Thơ. *Tạp chí Giao thông vận tải*, 1–11.
- Tùng, T. T. (2015). Thống nhất quản lý việc lắp đặt hệ thống quan trắc trong thi công và khai thác công trình. *Tạp chí điện tử Bộ giao thông vận tải*, 1–5.
- Chính, L. M. (2013). Hệ thống quan trắc lâu dài công trình lớn ở Việt Nam. *Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên năm*, 31–33.
- Chính, L. M. (2015). Monitoring methods determine displacements of the cable-stayed bridge tower on structural health monitoring system (SHMS). *Khoa Học Kỹ Thuật Thủy Lợi và Môi Trường*, 48, 57–63.
- Bisby, L. A. (2005) *An Introduction to Structural Health Monitoring*. Available at: http://www.samco.org/network/download_area/teaching_materials/teaching_mat_1.pdf
- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54 (15), 2787–2805. doi: <http://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A. et. al. (2009). Internet of Things Strategic Research Roadmap. *Internet of Things Vis*, 10–51.
- Vermesan, O., Friess, P. (2013) *Internet of Things – Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*. River Publishers, 153–204.
- Weyrich, M., Ebert, C. (2016). Reference Architectures for the Internet of Things. *IEEE Software*, 33 (1), 112–116. doi: <http://doi.org/10.1109/ms.2016.20>
- Cavalcante, E., Alves, M. P., Batista, T., Delicato, F. C., Pires, P. F. (2015). An Analysis of Reference Architectures for the Internet of Things. *Proceedings of the 1st International Workshop on Exploring Component-Based Techniques for Constructing Reference Architectures*. doi: <http://doi.org/10.1145/2755567.2755569>
- BenSaleh, M. S., Saida, R., Kacem, Y. H., Abid, M. (2020). Wireless Sensor Network Design Methodologies: A Survey. *Journal of Sensors*, 2020, 1–13. doi: <http://doi.org/10.1155/2020/9592836>
- Maraiya, K., Kant, K., Gupta, N. (2011). Application based Study on Wireless Sensor Network. *International Journal of Computer Applications*, 21 (8), 9–15. doi: <http://doi.org/10.5120/2534-3459>
- Mainwaring, A., Culler, D., Polastre, J., Szewczyk, R., Anderson, J. (2002). Wireless sensor networks for habitat monitoring. *Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications – WSNA'02*. doi: <http://doi.org/10.1145/570738.570751>
- Markmiller, J. F. C., Chang, F.-K. (2009). Sensor Network Optimization for a Passive Sensing Impact Detection Technique. *Structural Health Monitoring*, 9 (1), 25–39. doi: <http://doi.org/10.1177/1475921709349673>
- Gupta, V., Sharma, M., Thakur, N. (2010). Optimization Criteria for Optimal Placement of Piezoelectric Sensors and Actuators on a Smart Structure: A Technical Review. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 21 (12), 1227–1243. doi: <http://doi.org/10.1177/1045389x10381659>
- Kopáček, A., Lipták, I., Erdélyi, J., Kyrinovič, P. (2015). Structural health monitoring of bridges using accelerometers – a case study at Apollo Bridge in Bratislava. *Geonauka*, 3 (1), 9–15. doi: <http://doi.org/10.14438/gn.2015.03>
- Kopáček, A. (2017). *Deformation monitoring of Danube bridges in Bratislava by integrated measurement system*. FIG Working Week. Available at: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2017/ppt/ts02f/TS02F_kopacik_liptak_et_al_8542_ppt.pdf
- Bacco, M., Barsocchi, P., Cassara, P., Germanese, D., Gotta, A., Leone, G. R. et. al. (2020). Monitoring Ancient Buildings: Real Deployment of an IoT System Enhanced by UAVs and Virtual Reality. *IEEE Access*, 8, 50131–50148. doi: <http://doi.org/10.1109/access.2020.2980359>
- Ostachowicz, W., Soman, R., Malinowski, P. (2019). Optimization of sensor placement for structural health monitoring: a review. *Structural Health Monitoring*, 18 (3), 963–988. doi: <http://doi.org/10.1177/1475921719825601>
- Capellari, G., Chatzi, E., Mariani, S. (2018). Cost–Benefit Optimization of Structural Health Monitoring Sensor Networks. *Sensors*, 18 (7). doi: <http://doi.org/10.3390/s18072174>
- Soman, R., Kudela, P., Balasubramaniam, K., Singh, S. K., Malinowski, P. (2019). A Study of Sensor Placement Optimization Problem for Guided Wave-Based Damage Detection. *Sensors*, 19 (8), 1856. doi: <http://doi.org/10.3390/s19081856>
- Russell, D. J. (2010). *Introduction to embedded systems: Using ANSI C and the Arduino development environment*. Morgan&Laypool publishers, 276. doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-031-79824-5>
- Bayle, J. (2013). *C programming for Arduino: learn how to program and use Arduino boards with a series of engaging examples, illustrating each core concept*. Packt Pub, 512.
- Purdum, J. J. (2012). *Beginning C for Arduino: learn C programming for the Arduino and compatible microcontrollers*. Apress. Available at: <https://www.mica.edu.vn/perso/Vu-Hai/EE3490/Ref/Beginning.C.for.Arduino.Dec.2012.pdf>
- Voudoukis, N. F. (2019). Arduino Based Embedded System and Remote Access Technologies of Environmental Variables Monitoring. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 3 (4). doi: <http://doi.org/10.24018/ejece.2019.3.4.101>
- Todd, C. D. (1975). *The Potentiometer Handbook*. New York: McGraw-Hill, 12.



DOI: 10.15587/2706-5448.2022.263235

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ ПОШУКУ ДУБЛІКАТІВ У ПРОГРАМНОМУ КОДІ сторінки 6–13**Каложна Т. О., Куб'юк Е. Ю.**

Об'єктом дослідження є код на мові програмування Python, проаналізований методами машинного навчання з метою виявлення клонів.

Дана робота присвячена дослідженню методів машинного навчання та реалізації моделі машинного навчання дерева рішень в задачі пошуку клонів у програмному коді. У роботі також проводиться аналіз вже існуючих підходів машинного навчання для виявлення дублікатів у програмному коді. У ході порівняння були визначені переваги та недоліки кожного алгоритму, а результати зведено до відповідних таблиць порівнянь. У результаті аналізу було визначено, що найбільш оптимальним як з точки зору точності, так і з точки зору реалізації являється метод на основі дерева рішень, що дає найкращий результат в задачі пошуку клонів у програмному коді.

Результатом роботи є створена модель, що з точністю більше 99 % класифікує клоновані та не клоновані коди на автоматично згенерованому датасеті за мінімальний проміжок часу. Дана система має ряд відкритих для майбутніх досліджень питань, перелік яких представлений у даній роботі. Запропонована модель має наступні шляхи подальшого розвитку:

- розпізнавання клонів, що переписані з однієї мови програмування на іншу;
- виявлення вразливостей в коді;
- покращення роботи моделі за допомогою створення більш універсальних датасетів.

Перспективність роботи полягає в навчанні моделі дерева рішень для точного та швидкого виявлення клонів коду, що потенційно може мати широке використання для виявлення плагіату як у навчальних закладах, так і в IT-компаніях.

Ключові слова: виявлення клонів, методи машинного навчання, дерево рішень, Support Vector Machine, TECCD, датасет.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262562

РОЗГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ ПРИ ПРОСУВАННІ ПОСЛУГ КЛІЄНТАМ БАНКУ сторінки 14–18**Булгакова О. Ф., Ульяновська Ю. В., Костенко В. В., Рудянова Т. М.**

Об'єктом дослідження є сучасні онлайн-сервіси та бібліотеки машинного навчання для прогнозування ймовірності згоди клієнта банку на надання запропонованих послуг. Одним з найбільш проблемних місць є висока непередбачуваність результату в галузі банківського маркетингу за допомогою найпоширенішої техніки запровадження для клієнтів нових послуг – так званого холодного обдзвонювання. Тому особливо актуальним є питання оцінки ймовірності та прогнозування поведінки потенційного клієнта при просуванні нових банківських сервісів та послуг за допомогою холодного обдзвонювання.

В ході дослідження використовувалися бібліотеки методів машинного навчання та аналізу даних мови програмування Python. Була розроблена програма побудови моделі прогнозування поведінки клієнтів банку із застосуванням методів обробки даних за допомогою градієнтного бустингу, регуляризації градієнтного бустингу, алгоритму випадкового лісу та рекурентних нейронних мереж. Аналогічні моделі побудовано за допомогою хмарних сервісів машинного навчання Azure ML, BigML та бібліотеки Auto-sklearn.

Побудовані за допомогою бібліотек мови Python моделі аналізу та прогнозування даних мають досить високу якість – в середньому 94.5 %. Із застосуванням хмарного сервісу Azure ML побудовано прогнозувальну модель з точністю 88.6 %. Сервіс машинного навчання BigML дозволив побудувати модель з точністю 88.8 %. Методи машинного навчання з бібліотеки Auto-sklearn дозволили отримати модель з більш високою якістю – 94.9 %. Це пов'язано з тим, що запропоновані бібліотеки мови програмування Python дозволяють краще налаштувати методи обробки даних та машинного навчання для одержання більш точних моделей, ніж безкоштовні хмарні сервіси, які таких можливостей не надають.

Завдяки цьому забезпечується можливість отримання прогнозувальної моделі поведінки клієнтів банку із досить високим ступенем точності. Варто зауважити, щоб зробити передбачення (прогноз), необхідно вивчити контекст завдання, обробити дані, побудувати різні алгоритми машинного навчання, оцінити якість моделей та вибрати найкращу з них.

Ключові слова: штучний інтелект, методи машинного навчання, банківські послуги, кредитний скоринг, кредитний ризик.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262787

РОЗРОБКА СПОСОБУ БАГАТОШЛЯХОВОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ РАНІШЕ ВІДОМИХ МАРШРУТІВ У ПРОГРАМНО КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖАХ сторінки 19–24**Коренко Д. В., Череватенко О. В., Русінов В. В., Кулаков Ю. О.**

Об'єктом дослідження є процес створення алгоритму багатошляхової маршрутизації для програмно конфігурованої мережі (SDN) з використанням відомих маршрутів, предметом дослідження є параметри мережі, спроектованої за певної топології та з використанням розробленого алгоритму. Одним з найбільш проблемних місць у сучасних комп'ютерних мережах (в тому числі, прикладних SDN мережах) є їхнє перевантаження. Це тягне за собою підвищення складності управління та обмеження на кількість трафіку та користувачів. Більшість алгоритмів маршрутизації, що використовуються сьогодні, мають доволі велику часову складність. В ході дослідження використовувались вивчення уже відомих рішень маршрутизації для мереж SDN та результати їхнього прикладного використання. А також метод розрахунку метрик шляхів на топології по кількості «хопів» (переходів між вузлами мережі) та оптимізація процедури пошуку маршруту з використанням технологічних можливостей SDN. Дані методи були об'єднані та інтегровані у розробку загального алгоритму маршрутизації, що запропонований в роботі.

Запропонований алгоритм багатошляхової маршрутизації дозволяє покращити процес конструювання трафіку у мережі SDN. Це було досягнуто за рахунок зменшення часової складності алгоритму маршрутизації завдяки використанню раніше відомих маршрутів у топології мережі без необхідності побудови нових. Залучення до модифікації алгоритму способу формування векторів дистанції зробило можливим вчасну реконфігурацію мережі у випадку зміни її стану. Використання централізованого контролера SDN дозволило збільшити стабільність мережі та зберігати усі конфігураційні дані в одному місці. Вищеперечислені фактори зумовлюють можливість розгортання SDN мережі на архітектурі Edge.

Отримані результати прикладного використання алгоритму багатошляхової маршрутизації дозволяють вважати його ефективним у порівнянні з попередньо запропонованими алгоритмами, виходячи з практично отриманих результатів моделювання мережі, де використовувався запропонований спосіб багатошляхової маршрутизації. Це пов'язано з тим, що задача для дослідження була сформована коректно, а рішення дало правильні результати. Запропоновані наочні результати використання описаного алгоритму та виконаний аналіз отриманих результатів, що дають змогу отримати підтвердження влучності наукового дослідження.

Ключові слова: програмно конфігуровані мережі, багатошляхова маршрутизація, відомі маршрути, вектор дистанції.

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.261874

АНАЛІЗ УМОВ ТА ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА КІБЕРБЕЗПЕКУ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ сторінки 25–28

Сова О. Я.

Збільшення кількості випадків виходу з ладу інформаційно-телекомунікаційних мереж через кібернетичні атаки обумовлює необхідність їх захисту від даного типу атак. Питання підвищення кібернетичної захищеності в умовах ведення операцій у групуванням військ (сил) є дуже важливим. Через збройний конфлікт на Сході України, воєнно-політичну нестабільність на Близькому Сході, боротьбу за вплив на світові фінансові та енергетичні потоки посилюється глобальна воєнно-політична нестабільність. Зазначене обумовлене збільшення кількості засобів зв'язку в інформаційно-телекомунікаційних мережах, а також зростання кількості можливих атак, які можуть бути застосовані для зриву роботи інформаційно-телекомунікаційної мережі. Враховуючи зазначене, об'єктом дослідження є інформаційно-телекомунікаційна система спеціального призначення. Предметом дослідження є кібербезпека інформаційно-телекомунікаційної системи спеціального призначення. В ході дослідження були використані класичні методи наукового пізнання, а саме аналізу та синтезу. В дослідженні визначенні чинники, які впливають на кібербезпеку в інформаційно-телекомунікаційній системі спеціального призначення. Це все необхідно враховувати під час планування та розгортання інформаційно-телекомунікаційної системи спеціального призначення. Проведений аналіз наслідків впливу на інформаційно-телекомунікаційну систему спеціального призначення сучасних засобів поразки та впливу засобів радіоелектронного подавлення, інших факторів. Типова інформаційно-телекомунікаційна система спеціального призначення не повністю відповідає пред'явленим до них вимогам щодо постійної готовності до забезпечення управління військами (силами), стійкості, мобільності та пропускної спроможності. Приведений формалізований опис завдання з підвищення кіберзахищеності в інформаційно-телекомунікаційній мережі спеціального призначення. Встановлені складові, які впливають на рівень кіберзахищеності інформаційно-телекомунікаційної мережі спеціального призначення в ході ведення операцій у групуванням. Вплив зазначених умов та факторів повинен бути відображений: у планувальних документах під час здійснення планування розгортання та експлуатації інформаційно-телекомунікаційної системи у групування; у програмному забезпеченні, під час здійснення оперативного управління.

Ключові слова: кібернетична захищеність, радіоелектронна обстановка, інформаційно-телекомунікаційна система спеціального призначення, оперативне управління, кібербезпека.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262792

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО СКЛАДУ СИЛ І ЗАСОБІВ ТОПОГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК ОПЕРАТИВНОГО КОМАНДУВАННЯ сторінки 29–32

Булгаков А. А.

Об'єктом дослідження є сили та засоби топогеодезичного забезпечення військ оперативного командування. У роботі висвітлено рекомендації щодо складу сил і засобів топогеодезичного забезпечення військ оперативного командування.

Аналіз характеру збройної боротьби останніх десятиліть свідчить про різке зростання потреби військ (сил) у інформаційному забезпеченні, зокрема в забезпеченні топогеодезичною інформацією (геопросторовою інформацією) збройних сил, своєчасність та достовірність якої впливає на хід і результати воєнних дій. Одним із видів геопросторових даних, які необхідні військам як у мирний час, так і в особливий період, є топографічні карти, вони є основним джерелом інформації про місцевість і об'єкти на ній. На сьогодні стан топогеодезичної інформації на більшості номенклатурних аркушах топографічних карт території України не відповідає сучасним вимогам військ.

Успішному виконанню завдання з оновлення топогеодезичної інформації сприяє застосування найбільш прийнятної та економічно обгрунтованого складу сил і засобів топогеодезичного забезпечення військ. Однак, досвід топогеодезичного забезпечення під час заходів оперативної підготовки військ (сил), проведення операції Об'єднаних Сил на сході держави та широкомасштабної збройної агресії з боку Російської Федерації показав, що наявні на сьогодні сили та засоби топогеодезичного забезпечення військ не спроможні виконувати увесь обсяг покладених завдань. Особливо це стосується оперативних командувань. Тому, з метою успішного проведення змін у системі топогеодезичного забезпечення щодо необхідного складу сил і засобів цього забезпечення, було проведено відповідні наукові дослідження. Це, в свою чергу, надасть можливість удосконалити існуючі методики та розробити рекомендації щодо необхідного складу сил і засобів топогеодезичного забезпечення військ оперативного командування. Зазначені рекомендації дозволять обгрунтувати склад сил та засобів топогеодезичного забезпечення військ оперативного командування особами, що проводять планування операцій у групувань військ (сил).

Ключові слова: оперативне командування, топогеодезичне забезпечення, своєчасність та достовірність інформації, геопросторові дані, топографічні дані.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262797

ОБГРУНТУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ сторінки 33–36

Дудник В. П., Грішкин О. А., Нетребко В. Ю., Кміч О. В., Богачьов О. І.

У ході дослідження питання застосування зразків озброєння та військової техніки в операціях була встановлена суттєва кореляція між прогнозованою ефективністю такого застосування від характеристик кількісно-якісного складу зразків озброєння та військової техніки.

Враховуючи це, зрозуміло, що при підготовці будь-якої операції бажано було б мати таку основу складу зразків озброєння та військової техніки, що добре обгрунтована та може лише коригуватися в умовах певної операції. Об'єктом дослідження є зразки озброєння та військової техніки, що входять до складу угруповань військ (сил). Однак, результати аналізу свідчать, що існуючі методики щодо обгрунтування складу зразків озброєння та військової техніки потребує удосконалення. В першу чергу це стосується визначення базового (опорного) варіанту складу зразків озброєння та військової техніки (ОВТ). Оскільки в існуючих методиках визначення базового (опорного) варіанту складу не проводиться, а обирається шляхом порівняння складу своїх військ і військ противника за їх бойовими потенціалами. Даний підхід не дає можливість порівняти угруповання, враховуючи специфіку застосування їх ударних засобів та створити необхідне співвідношення сил на всіх етапах операції.

Враховуючи вищезазначене, були проведені дослідження, які дали можливість визначити, що при певних пропорціях, характерних для організаційної структури абсолютної більшості військових формувань, між кількістю їх особового складу і ОВТ та бойовим потенціалом існує залежність, близька до лінійної.

На основі отриманих результатів дослідження пропонується удосконалена методика визначення базового (опорного) складу зразків озброєння та військової техніки в операції.

Ключові слова: зразки озброєння та військової техніки, прогнозована ефективність застосування, склад військ, багатокритеріальні методи оптимізації.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.262262

ДОСЛІДЖЕННЯ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ БАГАТОШАРОВИХ НЕОДНОРІДНИХ СТІНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ сторінки 37–41

Зарецький В. Ю., Біда Д. В.

Об'єктом дослідження є амплітудно-частотна характеристика звукоізоляції багатошарових неоднорідних конструкцій. Одним із найбільш проблемних місць є методологія (способи) розрахунків, через існування таких стандартів, як ISO, ДБН, які мають певні відмінності між собою, та наявність програмного забезпечення, методика розрахунків якого до кінця не відома, через авторські права останнього.

За допомогою методу моделювання в програмному комплексі INSUL отримано амплітудно-частотні характеристики звукоізоляції стін перегородок між залами. Проведено натурні вимірювання на реальному об'єкті, ідентичні змодельованим програмно огорожувальним конструкціям, представленим кінотеатром MULTIPLEX в ТРЦ DAFI м. Дніпро (Україна). Методика розрахунку програмного забезпечення INSUL повністю не відома. За інформацією з відкритих джерел можна зробити висновок, що використовуються лінійне моделювання амплітудно-частотної характеристики. Вимірювання були проведені згідно ДБН В.1.1-31:2013. Дані, отримані теоретично, при моделюванні, та експериментально, порівнюються між собою. Розглянуто доцільність урахування результатів, отриманих за допомогою програмного забезпечення INSUL, при написанні нової методики до державного стандарту або до удосконалення останньої. Порівнюючи натурні та змодельовані амплітудно-частотні характеристики можна зробити висновок про неточність програмного комплексу INSUL на високих частотах. Дане явище може бути пов'язано із власними резонансами існуючої перегородки, або з якістю монтажу, що можна прирівняти до похибки налаштування, через відсутність можливості впливу на якість процесу будівництва об'єкту вимірювань. Можлива похибка має місце при жорсткому з'єднанні звукоізоляційної перегородки з існуючими конструкціями будівлі, або через присутність у залі кінотеатру резонуючих технічних елементів (повітропроводи, металеві конструкції сцени та крісел, тощо). Ця похибка не є впливовою через неістотно малу довжину хвилі у частоті 3000–8000 Гц. Тому, як висновок, програмне забезпечення INSUL може використовуватися при розробці методики державних стандартів щодо звукоізоляції у будівлях.

Ключові слова: звукоізоляція, шумоізоляція, будівельні норми, архітектурна акустика, будівельна акустика, будівельні конструкції, звукоізоляційні конструкції.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.263719

ПЕРША ФАЗА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИРОБНИЦТВА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ДЕФОРМАЦІЇ МОСТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕННЯ: ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ У В'ЄТНАМІ сторінки 42–46

Viet Ha Nguyen, Ngoc Quang Vu

Дана робота є першим результатом експериментального дослідження виробництва обладнання для моніторингу деформації з використанням датчика положення, що є ефективним рішенням для підрядників у моніторингу мостів під час їх будівництва або експлуатації в контексті збільшення кількості великих мостів. Об'єктом дослідження є будівництво мостів. А робота направлена на досягнення двох задач, які включають задоволення потреб інспекторів у моніторингу та попередженні в режимі реального часу під час процесу будівництва за прийнятною ціною та зменшення залежності від виробників у постачанні та експлуатації систем моніторингу.

У дослідженні використовувався датчик положення KTR, лінійний змінний диференціальний трансформатор і плата Arduino для вбудованого кодування. Дані з датчика KTR збираються, обробляються та контролюються програмою, написаною на Python. Результати дослідження порівнюються з реальними спостереженнями Mitutoyo Palmer, які мають точність 0,01 мм у лабораторії.

Початкові результати лабораторії показують перспективи застосування в реальності, а точність підходить для технічних вимірювань. Це також хороший вибір для геодезистів для отримання даних безперервного моніторингу з високою точністю для моніторингу мостів загалом і конструкції зокрема. Дослідження має фундаментальне значення для розширення кількості каналів з 1 до 8 або 16 для моніторингу повного поперечного перерізу. У той же час режим кабельного підключення буде розвинений до режиму Wi-Fi або Bluetooth для онлайн-спостереження.

Результати дослідження підтверджують науковість і доцільність рішення. Це рішення може бути застосоване як для моніторингу мостів, так і для інших областей моніторингу та може використовуватися підрядниками. Вартість проектів моніторингу буде значно зменшена, і більше не буде зривів проектів моніторингу після зміни підрядників, оскільки нова система буде швидко додана або замінена.

Ключові слова: моніторинг мосту, плата Arduino, датчик потенціометра, підсилювач, моніторинг у реальному часі, переміщення.