

## ABSTRACT AND REFERENCES

## INFORMATION AND CONTROLLING SYSTEM

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238457

## ANALYSIS OF PERFORMANCE PARAMETERS FOR WIRELESS NETWORK USING SWITCHING MULTIPLE ACCESS CONTROL METHOD (p. 6–14)

Sameera Sadey Shijer

Training and Workshop Center  
University of Technology, Baghdad, IraqORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9435-3891>

Ahmad H. Sabry

Institute of Sustainable Energy  
Universiti Tenaga Nasional, Selangor, MalaysiaORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2736-5582>

The developments of wireless networks have directed to search for opportunities of a broad diversity of improved and new networking contributions. Wireless Asynchronous Transfer Mode (ATM) is a non-synchronous or random mode of transferring information. The advantages of circuit switching include dedicated connections and guaranteed traffic parameters and the benefits of packet switching are the efficiency at the physical layer and a more cost-effective design. ATM is the only protocol that offers the best of both communication methods. Although the Variable Bit-Rate (VBR) transmission presents a promising prospective of stable data quality, it is usually accompanied by network traffic overload and cell packet loss, which extensively weakens that potential. This work overcomes these concerns by developing a switching-based multiple access control model to improve the data transmission performance of wireless ATM. Therefore, this work discusses the effectiveness of the developed approach to minimize the cell packet losses and network traffic overload in wireless ATM. Three control access is processed; polling, token passing, and reservation algorithms for collision avoidance. The reservation stage reserves the data before sending, which includes two timeline intervals; a fixed-time reservation period, and variable data transmission interval. Using OPNET 10.5, the results show that the presented switching-based multiple access control model can achieve a throughput value of 98.3 %, data transmission delay of about 40.2 ms, and 0.024 % of packet losses during data transmission between the source and destination. It is demonstrated that the introduced method effectively transmits information without creating any network complexity and delay.

**Keywords:** Wireless Network, Wireless Asynchronous Transfer Mode (ATM), video data, OPNET simulation tool.

## References

- Umoren, I., Asuquo, D., Gilean, O., Esang, M. (2019). Performance of Retransmission of Loss Packets in Wireless Sensor Networks. *Computer and Information Science*, 12 (2), 71. doi: <https://doi.org/10.5539/cis.v12n2p71>
- Choe, C., Ahn, J., Choi, J., Park, D., Kim, M., Ahn, S. (2020). A Robust Channel Access Using Cooperative Reinforcement Learning for Congested Vehicular Networks. *IEEE Access*, 8, 135540–135557. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2020.3011568>
- Ray, J. S. (1998). Asynchronous Transfer Mode (ATM) Technology and Applications. *SSRN Electronic Journal*. doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2115092>
- Laetia, O., Nkiru, O. (2016). Congestion Control in Asynchronous Transfer Mode (ATM) Network. *International Journal of Computer Applications*, 142 (4), 11–15. doi: <https://doi.org/10.5120/ijca2016909736>
- Nikaki, E. (1998). Voice over ATM in the corporate network. *British Telecommunications Engineering*, 17 (2), 132–138.
- Ohba, T., Tanida, K. (2009). Standardization trends in ITU-T NGN UNI and NNI signaling. *NTT Technical Review*, 7 (2).
- Widjaja, I., Wang, H., Wright, S., Chatterjee, A. (1999). Scalability evaluation of multi-protocol over ATM (MPOA). *IEEE INFOCOM '99. Conference on Computer Communications. Proceedings. Eighteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. The Future Is Now (Cat. No.99CH36320)*. doi: <https://doi.org/10.1109/infcom.1999.752172>
- Zhang, Y. (2015). Secure and spectrally-efficient channel access in multi-channel wireless networks. *The University of Arizona*, 167.
- Parthasarathy, V., Modestino, J. W., Vastola, K. S. (1999). Reliable transmission of high-quality video over ATM networks. *IEEE Transactions on Image Processing*, 8 (3), 361–374. doi: <https://doi.org/10.1109/83.748891>
- Baraković Husić, J., Bajrić, H., Baraković, S. (2012). Evolution of Signaling Information Transmission. *ISRN Communications and Networking*, 2012, 1–9. doi: <https://doi.org/10.5402/2012/705910>
- Erturk, I. (2005). A new method for transferring CAN messages using wireless ATM. *Journal of Network and Computer Applications*, 28 (1), 45–56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2004.04.001>
- Navda, V., Science, C. (2007). Cross-layer design for interference mitigation and mobility support in wireless access networks. *Stony Brook University*, 116.
- Hao, L., Ng, B., Qu, Y. (2018). Self-optimizing Scanning Parameters for Seamless Handover in IEEE 802.11 WLAN. *2018 IEEE 43rd Conference on Local Computer Networks (LCN)*. doi: <https://doi.org/10.1109/lcn.2018.8638239>
- Aswathy, K., Asok, P., Nandini, T., Nair, L. S. (2018). Handover latency improvement and packet loss reduction in wireless networks using scanning algorithm. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 43–51. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-10-8636-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-981-10-8636-6_5)
- Zeng, Y., Xiang, K., Li, D., Vasilakos, A. V. (2012). Directional routing and scheduling for green vehicular delay tolerant networks. *Wireless Networks*, 19 (2), 161–173. doi: <https://doi.org/10.1007/s11276-012-0457-9>
- Sadreddini, Z., Marzaei Afshord, M. (2013). Impact of using several criteria for buffer management in Vehicular Delay Tolerant Networks. *World Applied Sciences Journal*, 22 (9), 1204–1209. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/275026470\\_Impact\\_of\\_Using\\_Several\\_Criteria\\_for\\_Buffer\\_Management\\_in\\_Vehicular\\_Delay\\_Tolerant\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/275026470_Impact_of_Using_Several_Criteria_for_Buffer_Management_in_Vehicular_Delay_Tolerant_Networks)
- Sun, N., Jeong, Y., Lee, S. (2013). Energy efficient mechanism using flexible medium access control protocol for hybrid wireless sensor networks. *Journal of Central South University*, 20 (8), 2165–2174. doi: <https://doi.org/10.1007/s11771-013-1721-6>
- Warf, B. Traceroute. *The SAGE Encyclopedia of the Internet*. doi: <https://doi.org/10.4135/9781473960367.n252>
- Packet Loss Test – Best Testing Tools and Ultimate Free Guide. Available at: <https://www.dnsstuff.com/packet-loss-test>

20. Lee, Y. L., Loo, J., Chuah, T. C. (2015). Modeling and performance evaluation of resource allocation for LTE femtocell networks. *Modeling and Simulation of Computer Networks and Systems*, 683–716. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800887-4.00024-9>
21. How to Calculate Network Throughput. Available at: <https://www.techwalla.com/articles/how-to-calculate-network-throughput>
22. Gurtov, A. (2002). Effect of Delays on TCP Performance. *IFIP International Federation for Information Processing*, 87–105. doi: [https://doi.org/10.1007/0-306-47001-2\\_6](https://doi.org/10.1007/0-306-47001-2_6)
23. Duque-Antón, M., Günther, R., Karabek, R., Meuser, T., Wasel, J. (1998). Open switching for ATM networks. *Services and Visualization Towards User-Friendly Design*, 265–277. doi: <https://doi.org/10.1007/bfb0053511>
24. Downs, S. J. (1994). Asynchronous transfer mode and public broadband networks. *Telecommunications Policy*, 18 (2), 114–136. doi: [https://doi.org/10.1016/0308-5961\(94\)90046-9](https://doi.org/10.1016/0308-5961(94)90046-9)
25. Aranis, S. S., Chandrasekhar, G. (2011). Network Delay: Network Analyzer and Opnet Simulation Tool. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 2 (6), 2620–2626.
26. Ismail, M. N., Zin, A. M. (2010). Network Analyzer Development: Independent Data, OPNET Simulation Tool and Real Network Comparison. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 1 (1), 97–105.
27. Ryoo, J., Ryoo, J., Altoona, P. S., Altoona, P. S., Oh, T. H., Oh, T. H. (2008). Teaching IP Encryption and Decryption Using the OPNET Modeling and Simulation Tool. *Proceedings of the 12th Colloquium for Systems Security Education*.
28. Akujuobi, C. M., Sadiku, M. N. O. (2007). Asynchronous Transfer Mode. *Introduction to Broadband Communication Systems*, 167–188. doi: <https://doi.org/10.1201/b15844-12>
29. Duan, X., Han, X., Wu, X. (2016). Non-real-time buffer information based scheduling algorithm in LTE system. *Journal of Harbin Institute of Technology*, 48 (11), 142. doi: <https://doi.org/10.11918/j.issn.0367-6234.2016.11.022>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239165**

**DEVISING A NEW FILTRATION METHOD AND PROOF OF SELF-SIMILARITY OF ELECTROMYOGRAMS (p. 15–22)**

**Gennady Chuiko**

Petro Mohyla Black Sea National University,  
Mykolaiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5590-9404>

**Olga Dvornik**

Petro Mohyla Black Sea National University,  
Mykolaiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4545-1599>

**Yevhen Darnapuk**

Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7099-5344>

**Yevgen Baganov**

Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8771-5735>

The main attention is paid to the analysis of electromyogram (EMG) signals using Poincaré plots (PP). It was established that the shapes of the plots are related to the diagnoses of patients. To study the fractal dimensionality of the PP, the method of counting the coverage figures was used. The PP filtration was carried out with the help of Haar wavelets. The self-similarity of Poincaré plots for

the studied electromyograms was established, and the law of scaling was used in a fairly wide range of coverage figures. Thus, the entire Poincaré plot is statistically similar to its own parts. The fractal dimensionalities of the PP of the studied electromyograms belong to the range from 1.36 to 1.48. This, as well as the values of indicators of Hurst exponent of Poincaré plots for electromyograms that exceed the critical value of 0.5, indicate the relative stability of sequences.

The algorithm of the filtration method proposed in this research involves only two simple stages:

1. Conversion of the input data matrix for the PP using the Jacobi rotation.

2. Decimation of both columns of the resulting matrix (the so-called “lazy wavelet-transformation”, or double downsampling).

The algorithm is simple to program and requires less machine time than existing filters for the PP.

Filtered Poincaré plots have several advantages over unfiltered ones. They do not contain extra points, allow direct visualization of short-term and long-term variability of a signal. In addition, filtered PPs retain both the shape of their prototypes and their fractal dimensionality and variability descriptors. The detected features of electromyograms of healthy patients with characteristic low-frequency signal fluctuations can be used to make clinical decisions.

**Keywords:** electromyograms, Poincaré plot, scaling law, fractal dimensionality, variability, Haar wavelets.

**References**

1. Goldberger, A. L., Amaral, L. A. N., Glass, L., Hausdorff, J. M., Ivanov, P. C., Mark, R. G. et. al. (2000). *PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals*. *Circulation*, 101 (23), e215–e220. doi: <http://doi.org/10.1161/01.cir.101.23.e215>
2. Reaz, M. B. I., Hussain, M. S., Mohd-Yasin, F. (2006). Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications. *Biological Procedures Online*, 8 (1), 11–35. doi: <http://doi.org/10.1251/bpo115>
3. Chuiko, G. P., Shyian, I. A. (2015). Processing and analysis of electroneuromyograms with Maple tools. *Biomedical Engineering and Electronics*, 10. Available at: <http://biofbe.esrae.ru/pdf/2015/3/1006.pdf> Last accessed: 06.02.2020
4. Kantz, H., Schreiber, T. (2010). *Nonlinear Time Series Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press. doi: <http://doi.org/10.1017/cbo9780511755798>
5. Burykin, A., Costa, M. D., Citi, L., Goldberger, A. L. (2014). Dynamical density delay maps: simple, new method for visualising the behaviour of complex systems. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/1472-6947-14-6>
6. Karmakar, C. K., Khandoker, A. H., Gubbi, J., Palaniswami, M. (2009). Complex Correlation Measure: a novel descriptor for Poincaré plot. *BioMedical Engineering OnLine*, 8 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/1475-925x-8-17>
7. Golińska, A. K. (2013). Poincaré Plots in Analysis of Selected Biomedical Signals. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 35 (1), 117–127. doi: <http://doi.org/10.2478/slgr-2013-0031>
8. Tulppo, M. P., Makikallio, T. H., Takala, T. E., Seppanen, T., Huijuri, H. V. (1996). Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 271 (1), H244–H252. doi: <http://doi.org/10.1152/ajpheart.1996.271.1.h244>
9. Piskorski, J., Guzik, P. (2005). Filtering Poincaré plots. *Computational Methods in Science and Technology*, 11 (1), 39–48. doi: <http://doi.org/10.12921/cmst.2005.11.01.39-48>

10. Hansen, P. C., Jensen, S. H. (1998). FIR filter representations of reduced-rank noise reduction. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 46 (6), 1737–1741. doi: <http://doi.org/10.1109/78.678511>
11. Figueiredo, N., Georgieva, P., Lang, E. W., Santos, I. M., Teixeira, A. R., Tomé, A. M. (2010). SSA of biomedical signals: A linear invariant systems approach. *Statistics and Its Interface*, 3 (3), 345–355. doi: <http://doi.org/10.4310/sii.2010.v3.n3.a8>
12. Harris, T. J., Yuan, H. (2010). Filtering and frequency interpretations of Singular Spectrum Analysis. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 239 (20–22), 1958–1967. doi: <http://doi.org/10.1016/j.physd.2010.07.005>
13. Review of New Features in Maple 18. Available at: <https://www.wolfram.com/mathematica/compare-mathematica/files/ReviewOfMaple18.pdf> Last accessed: 06.02.2020
14. Chuiko, G. P., Shyian, I. O., Galyak, D. A. (2015). Interface elements of scientific web-resource physionet and import data to computer mathematics system Maple 17. *Medical Informatics and Engineering*, (3), 84–88. doi: <http://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2015.3.5008>
15. Gorban, A. N., Zinovyev, A. Y. (2008). Principal Graphs and Manifolds. *Handbook of Research on Machine Learning Applications and Trends*, 28–59. doi: <http://doi.org/10.4018/978-1-60566-766-9.ch002>
16. Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., Flannery, B. P. (2007). *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press, 1256.
17. Haar, A. (1910). Zur Theorie der orthogonalen Funktionensysteme. *Mathematische Annalen*, 69 (3), 331–371. doi: <http://doi.org/10.1007/bf01456326>
18. Dastourian, B., Dastourian, E., Dastourian, S., Mahnaie, O. (2014). Discrete Wavelet Transforms Of Haar's Wavelet. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3 (9), 247–251. Available at: <http://www.ijstr.org/final-print/sep2014/Discrete-Wavelet-Transforms-Of-Haars-Wavelet-.pdf> Last accessed: 06.02.2020
19. Mandelbrot, B. (1967). How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension. *Science*, 156 (3775), 636–638. doi: <http://doi.org/10.1126/science.156.3775.636>
20. Bourke, P. (2014). Box counting fractal dimension of volumetric data. Available at: <http://paulbourke.net/fractals/cubecount/> Last accessed: 06.02.2020
21. Gneiting, T., Schlather, M. (2004). Stochastic Models That Separate Fractal Dimension and the Hurst Effect. *SIAM Review*, 46 (2), 269–282. doi: <http://doi.org/10.1137/s0036144501394387>
22. Mäkikallio, T. (1998). Analysis of heart rate dynamics by methods derived from nonlinear mathematics. Clinical applicability and prognostic significance. Oulu: University of Oulu. Available at: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514250133.pdf> Last accessed: 06.02.2020
23. Huikuri, H. V., Mäkikallio, T. H., Peng, C.-K., Goldberger, A. L., Hintze, U., Möller, M. (2000). Fractal Correlation Properties of R-R Interval Dynamics and Mortality in Patients With Depressed Left Ventricular Function After an Acute Myocardial Infarction. *Circulation*, 101 (1), 47–53. doi: <http://doi.org/10.1161/01.cir.101.1.47>
24. Voss, A., Schulz, S., Schroeder, R., Baumert, M., Caminal, P. (2008). Methods derived from nonlinear dynamics for analysing heart rate variability. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 367 (1887), 277–296. doi: <http://doi.org/10.1098/rsta.2008.0232>
25. Carvalho, T. D., Pastre, C. M., Moacir Fernandes de Godoy, Pita, F. O., de Abreu, L. C., Ercy Mara Cipulo Ramos et. al. (2011). Fractal correlation property of heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 6, 23–28. doi: <http://doi.org/10.2147/copd.s15099>
26. Gomes, R. L., Vanderlei, L. C. M., Garner, D. M., Vanderlei, F. M., Valenti, V. E. (2017). Higuchi Fractal Analysis of Heart Rate Variability is Sensitive during Recovery from Exercise in Physically Active Men. *Medical Express*, 4 (2). doi: <http://doi.org/10.5935/medicalexpress.2017.02.03>
27. Antônio, A. M. S., Cardoso, M. A., Carlos de Abreu, L., Raimundo, R. D., Fontes, A. M. G. G., Garcia da Silva A. et. al. (2014). Fractal Dynamics of Heart Rate Variability: A Study in Healthy Subjects. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 2 (3), 2330–460.
28. Chuiko, G. P., Dvornik, O. V., Darnapuk, Y. S. (2018). Shape Evolutions of Poincaré Plots for Electromyograms in Data Acquisition Dynamics. 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), 119–122. doi: <http://doi.org/10.1109/dsmp.2018.8478516>

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238957**

**DEVELOPMENT OF BRAIN TUMOR SEGMENTATION OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) USING U-NET DEEP LEARNING (p. 23–31)**

**Wasan M Jwaid**

University of Thi-Qar, Nasiriyah, Iraq

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1513-2554>

**Zainab Shaker Matar Al-Husseini**

University of Thi-Qar, Nasiriyah, Iraq

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1927-8569>

**Ahmad H. Sabry**

Universiti Tenaga Nasional, Jalan Ikram-Uniten, Kajang, Selangor, Malaysia

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2736-5582>

Brain tumors are the growth of abnormal cells or a mass in a brain. Numerous kinds of brain tumors were discovered, which need accurate and early detection techniques. Currently, most diagnosis and detection methods rely on the decision of neuro-specialists and radiologists to evaluate brain images, which may be time-consuming and cause human errors. This paper proposes a robust U-Net deep learning Convolutional Neural Network (CNN) model that can classify if the subject has a tumor or not based on Brain Magnetic resonance imaging (MRI) with acceptable accuracy for medical-grade application. The study built and trained the 3D U-Net CNN including encoding/decoding relationship architecture to perform the brain tumor segmentation because it requires fewer training images and provides more precise segmentation. The algorithm consists of three parts; the first part, the downsampling part, the bottleneck part, and the optimum part. The resultant semantic maps are inserted into the decoder fraction to obtain the full-resolution probability maps. The developed U-Net architecture has been applied on the MRI scan brain tumor segmentation dataset in MIC-CAI BraTS 2017. The results using Matlab-based toolbox indicate that the proposed architecture has been successfully evaluated and experienced for MRI datasets of brain tumor segmentation including 336 images as training data and 125 images for validation. This work demonstrated comparative performance and successful feasibility of implementing U-Net CNN architecture in an automated framework of brain tumor segmentations in Fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) MR Slices. The developed U-Net CNN model succeeded in performing the brain tumor segmentation task to classify the input brain images into a tumor or not based on the MRI dataset.

**Keywords:** Magnetic Resonance Imaging (MRI), deep learning, Convolutional Neural Network (CNN), 3D U-Net architecture, brain tumors, segmentations.

### References

- Zwanenburg, J. J. M., Hendrikse, J., Visser, F., Takahara, T., Luijten, P. R. (2010). Fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) MRI at 7.0 Tesla: comparison with 1.5 and 3.0 Tesla. *European Radiology*, 20 (4), 915–922. doi: <https://doi.org/10.1007/s00330-009-1620-2>
- Zeineldin, R. A., Karar, M. E., Coburger, J., Wirtz, C. R., Burgert, O. (2020). DeepSeg: deep neural network framework for automatic brain tumor segmentation using magnetic resonance FLAIR images. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 15 (6), 909–920. doi: <https://doi.org/10.1007/s11548-020-02186-z>
- Sun, L., Zhang, S., Chen, H., Luo, L. (2019). Brain Tumor Segmentation and Survival Prediction Using Multimodal MRI Scans With Deep Learning. *Frontiers in Neuroscience*, 13. doi: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00810>
- Kulkarni, S. M., Sundari, G. (2020). A Framework for Brain Tumor Segmentation and Classification using Deep Learning Algorithm. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11 (8). doi: <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2020.0110848>
- Al-qazzaz Salma, Sun, X., Yang, H., Yang, Y., Xu, R., Nokes, L., Yang, X. (2020). Image classification-based brain tumour tissue segmentation. *Multimedia Tools and Applications*, 80 (1), 993–1008. doi: <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09661-4>
- Cui, S., Mao, L., Jiang, J., Liu, C., Xiong, S. (2018). Automatic Semantic Segmentation of Brain Gliomas from MRI Images Using a Deep Cascaded Neural Network. *Journal of Healthcare Engineering*, 2018, 1–14. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/4940593>
- Mlynarski, P., Delingette, H., Criminisi, A., Ayache, N. (2019). 3D convolutional neural networks for tumor segmentation using long-range 2D context. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 73, 60–72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2019.02.001>
- Ruba, T., Tamilselvi, R., Beham, M. P., Aparna, N. (2020). Accurate Classification and Detection of Brain Cancer Cells in MRI and CT Images using Nano Contrast Agents. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 13 (03), 1227–1237. doi: <https://doi.org/10.13005/bpj/1991>
- Sun, J., Chen, W., Peng, S., Liu, B. (2019). DRRNet: Dense Residual Refine Networks for Automatic Brain Tumor Segmentation. *Journal of Medical Systems*, 43 (7). doi: <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1358-6>
- Sajid, S., Hussain, S., Sarwar, A. (2019). Brain Tumor Detection and Segmentation in MR Images Using Deep Learning. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44 (11), 9249–9261. doi: <https://doi.org/10.1007/s13369-019-03967-8>
- Farahani, A., Mohseni, H. (2020). Medical image segmentation using customized U-Net with adaptive activation functions. *Neural Computing and Applications*, 33 (11), 6307–6323. doi: <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05396-3>
- Naser, M. A., Deen, M. J. (2020). Brain tumor segmentation and grading of lower-grade glioma using deep learning in MRI images. *Computers in Biology and Medicine*, 121, 103758. doi: <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.103758>
- Abdelhafiz, D., Bi, J., Ammar, R., Yang, C., Nabavi, S. (2020). Convolutional neural network for automated mass segmentation in mammography. *BMC Bioinformatics*, 21 (S1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12859-020-3521-y>
- Rao, S., Lingappa, B. (2019). Image Analysis for MRI Based Brain Tumour Detection Using Hybrid Segmentation and Deep Learning Classification Technique. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 12 (5), 53–62. doi: <https://doi.org/10.22266/ijies2019.1031.06>
- Yuvaraj, D., Noori, S. F., Swaminathan, S. (2021). Multi-perspective scaling convolutional neural networks for high-resolution MRI brain image segmentation. *Materials Today: Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.199>
- Mzoughi, H., Njeh, I., Slima, M. B., Ben Hamida, A., Mhiri, C., Mahfoudh, K. B. (2020). Towards a computer aided diagnosis (CAD) for brain MRI glioblastomas tumor exploration based on a deep convolutional neuronal networks (D-CNN) architectures. *Multimedia Tools and Applications*, 80 (1), 899–919. doi: <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09786-6>
- Rajasree, R., Columbus, C. C., Shilaja, C. (2020). Multiscale-based multimodal image classification of brain tumor using deep learning method. *Neural Computing and Applications*, 33 (11), 5543–5553. doi: <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05332-5>
- Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015*, 234–241. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28)

DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239186

### DEVELOPMENT OF SECURITY SYSTEMS USING DNN AND I & X-VECTOR CLASSIFIERS (p. 32–45)

**Orken Mamyrbayev**

Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Republic of Kazakhstan

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

**Aizat Kydyrbekova**

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

ORCID Number: <https://orcid.org/0000-0001-5740-4100>

**Keylan Alimhan**

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

ORCID Number: <https://orcid.org/0000-0003-0766-2229>

**Dina Oralbekova**

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID Number: <https://orcid.org/0000-0003-4975-6493>

**Bagashar Zhumazhanov**

Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Republic of Kazakhstan

**Bulbul Nuranbayeva**

Caspian University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID Number: <https://orcid.org/0000-0003-3426-1914>

Number of articles in international databases – 15  
The widespread use of biometric systems entails increased interest from cybercriminals aimed at developing attacks to crack them. Thus, the development of biometric identification systems must be carried out taking into account protection against these attacks. The development of new methods and algorithms for identification based on the presentation of randomly generated key features from the biometric base of user standards will help to minimize the disadvantages of the above methods of biometric identification of users. We present an implementation of a security system based on voice identification as an access control key and a verification algorithm developed using MATLAB function blocks that can authenticate a person's identity by his or her voice. Our research has shown an accuracy of 90 % for

this user identification system for individual voice characteristics. It has been experimentally proven that traditional MFCCs using DNN and i and x-vector classifiers can achieve good results. The paper considers and analyzes the most well-known approaches from the literature to the problem of user identification by voice: dynamic programming methods, vector quantization, mixtures of Gaussian processes, hidden Markov model. The developed software package for biometric identification of users by voice and the method of forming the user's voice standards implemented in the complex allow reducing the number of errors in identifying users of information systems by voice by an average of 1.5 times. Our proposed system better defines voice recognition in terms of accuracy, security and complexity. The application of the results obtained will improve the security of the identification process in information systems from various attacks.

**Keywords:** security system, voice identification, voice recognition, voice biometric, x-vector, i-vector.

### References

- Mohamed, S., Martono, W. (2009). Design of fusion classifiers for voice-based access control system of building security. WRI World Congress of Informatics and Information Engineering. Los Angeles, 80–84. doi: <http://doi.org/10.1109/csie.2009.983>
- Tirumala, S. S., Shahamiri, S. R., Garhwal, A. S., Wang, R. (2017). Speaker identification features extraction methods: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 90, 250–271. doi: <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.08.015>
- Zeinali, H., BabaAli, B., Hadian, H. (2018). Online signature verification using i-vector representation. *IET Biometrics*, 7 (5), 405–414. doi: <http://doi.org/10.1049/iet-bmt.2017.0059>
- Bimbot, F., Bonastre, J.-F., Fredouille, C., Gravier, G., Magrin-Chagnolleau, I., Meignier, S. et al. (2004). A Tutorial on Text-Independent Speaker Verification. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2004 (4). doi: <http://doi.org/10.1155/s1110865704310024>
- Finnian, K., Anil, A., Forth, O., van der Vloed, D. (2019). From i-vectors to x-vectors – a generational change in speaker recognition illustrated on the NFI-FRIDA database. *IAFPA conference*. Istanbul.
- Qi, D., Longmei, N., Jinfu, X. (2018). A Speech Privacy Protection Method Based on Sound Masking and Speech Corpus. *Procedia Computer Science*, 131, 1269–1274. doi: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.342>
- Kelly, F., Forth, O., Kent, S., Gerlach, L., Alexander, A. (2019). Deep neural network based forensic automatic speaker recognition in VOCALISE using x-vectors. *Audio Engineering Society (AES) Forensics Conference 2019*. Porto.
- Snyder, D., Garcia-Romero, D., Sell, G., Povey, D., Khudanpur, S. (2018). X-Vectors: Robust DNN Embeddings for Speaker Recognition. 2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). doi: <http://doi.org/10.1109/icassp.2018.8461375>
- Van der Vloed, D., Bouten, J., Kelly, F., and Alexander A. (2018). NFI-FRIDA – Forensically Realistic Inter-Device Audio. *IAFPA 2018*.
- Tiwari, V., Hashmi, M. F., Keskar, A., Shivaprakash, N. C. (2019). Speaker identification using multi-modal i-vector approach for varying length speech in voice interactive systems. *Cognitive Systems Research*, 57, 66–77. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cogsys.2018.09.028>
- Khaiikin, S., Kussul, N. N. (Ed.) (2006). *Neural networks: full course*. Moscow: Publishing house “Williams”, 1104.
- Eskimez, S. E., Soufleris, P., Duan, Z., Heinzelman, W. (2018). Front-end speech enhancement for commercial speaker verification systems. *Speech Communication*, 99, 101–113. doi: <http://doi.org/10.1016/j.specom.2018.03.008>
- Devan, P., Khare, N. (2020). An efficient XGBoost–DNN-based classification model for network intrusion detection system. *Neural Computing and Applications*, 32 (16), 12499–12514. doi: <http://doi.org/10.1007/s00521-020-04708-x>
- Vapnik, V. N., Chervonenkis, A. Ia. (1974). *Teoriia raspoznavaniia obrazov (statisticheskie problemy obucheniia)*. Moscow: Nauka, 416.
- Yu, H., Tan, Z.-H., Ma, Z., Martin, R., Guo, J. (2018). Spoofing Detection in Automatic Speaker Verification Systems Using DNN Classifiers and Dynamic Acoustic Features. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 29 (10), 4633–4644. doi: <http://doi.org/10.1109/tnnls.2017.2771947>
- Guo, J., Nookala, U. A., Alwan, A. (2017). CNN-Based Joint Mapping of Short and Long Utterance i-Vectors for Speaker Verification Using Short Utterances. *Interspeech 2017*. doi: <http://doi.org/10.21437/interspeech.2017-430>
- Garofolo, J. S., Lamel, L. F., Fisher, W. M., Fiscus, J. G., Pallett, D. S., Dahlgren, N. L., Zue, V. (1993). *TIMIT speech data corpus*. Philadelphia: Linguistic Data Consortium. doi: <https://doi.org/10.35111/17gk-bn40>
- Richardson, F., Reynolds, D., Dehak, N. (2015). Deep Neural Network Approaches to Speaker and Language Recognition. *IEEE Signal Processing Letters*, 22 (10), 1671–1675. doi: <http://doi.org/10.1109/lsp.2015.2420092>
- Taylor, J. H., Shah, D. B. (2017). HMM-Based Lightweight Speech Recognition System for Gujarati Language. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 451–461. doi: [http://doi.org/10.1007/978-981-10-3920-1\\_46](http://doi.org/10.1007/978-981-10-3920-1_46)
- Prasetyo, B. H., Syauqy, D. (2017). Design of Speaker Verification using Dynamic Time Warping (DTW) on Graphical Programming for Authentication Process. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 2 (1), 11–18. doi: <http://doi.org/10.25126/jitecs.20172124>
- Mahalakshmi P., Shayon, Ashok, S. (2015). MFCC and VQ based voice recognition security system. *International Journal of Applied Engineering Research*, January, 10 (59), 219–233.
- Krom, G. de. (1994). Consistency and Reliability of Voice Quality Ratings for Different Types of Speech Fragments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37 (5), 985–1000. doi: <http://doi.org/10.1044/jshr.3705.985>
- Campbell, J. P. (1997). Speaker recognition: a tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 85 (9), 1437–1462. doi: <http://doi.org/10.1109/5.628714>
- Yu, Y., He, J., Zhu, N., Cai, F., Pathan, M. S. (2018). A new method for identity authentication using mobile terminals. *Procedia Computer Science*, 131, 771–778. doi: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.323>
- Ranjan, S., Yu, C., Zhang, C., Kelly, F., Hansen, J. H. L. (2016). Language recognition using deep neural networks with very limited training data. 2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). doi: <http://doi.org/10.1109/icassp.2016.7472795>
- Li, W., Fu, T., You, H., Zhu, J., Chen, N. (2016). Feature sparsity analysis for i-vector based speaker verification. *Speech Communication*, 80, 60–70. doi: <http://doi.org/10.1016/j.specom.2016.02.008>
- Tirumala, S. S., Shahamiri, S. R., Garhwal, A. S., Wang, R. (2017). Speaker identification features extraction methods: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 90, 250–271. doi: <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.08.015>
- Shrawankar, U., Thakare, V. M. (2013). Techniques for feature extraction in speech recognition system: a comparative study. *Internationa*

tional Journal of Computer Applications in Engineering, Technology and Science, 412–418.

29. Kalimoldayev, M. N., Mamyrbayev, O. Zh., Kydyrbekova, A. S., Mekebayev, N. O. (2020). Algorithms for Detection Gender Using Neural Networks. *International journal of circuits, systems and signal processing*, 14, 154–159. doi: <http://doi.org/10.46300/9106.2020.14.24>
30. Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)*. Secaucus: Springer-Verlag New York, Inc.
31. Ibrahim, N. S., Ramli, D. A. (2018). I-vector Extraction for Speaker Recognition Based on Dimensionality Reduction. *Procedia Computer Science*, 126, 1534–1540. doi: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.126>
32. Lozano-Diez, A., Zazo, R., Toledano, D. T., Gonzalez-Rodriguez, J. (2017). An analysis of the influence of deep neural network (DNN) topology in bottleneck feature based language recognition. *PLOS ONE*, 12(8), e0182580. doi: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0182580>
33. Li, L., Wang, D., Zhang, X., Zheng, T. F., Jin, P. (2016). System combination for short utterance speaker recognition. 2016 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA). doi: <http://doi.org/10.1109/apsipa.2016.7820903>
34. Prince, S. J. D., Elder, J. H. (2007). Probabilistic Linear Discriminant Analysis for Inferences About Identity. 2007 IEEE 11th International Conference on Computer Vision. doi: <http://doi.org/10.1109/iccv.2007.4409052>
35. Mamyrbayev, O., Turdalyuly, M., Mekebayev, N., Alimhan, K., Kydyrbekova, A., Turdalykyzy, T. (2019). Automatic Recognition of Kazakh Speech Using Deep Neural Networks. *Intelligent Information and Database Systems Proceedings, Part II*, 465–474. doi: [http://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7\\_40](http://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7_40)
36. Kydyrbekova, A., Othman, M., Mamyrbayev, O., Akhmediyarova, A., Zhumazhanov, B. (2020). Identification and authentication of user voice using DNN features and i-vector. *Cogent Engineering*, 7 (1), 1751557. doi: <http://doi.org/10.1080/23311916.2020.1751557>
37. Naidu, B. R., Babu, M. S. P. (2018). Biometric authentication data with three traits using compression technique, HOG, GMM and fusion technique. *Data in Brief*, 18, 1976–1986. doi: <http://doi.org/10.1016/j.dib.2018.03.115>
38. Richardson, F., Reynolds, D., Dehak, N. (2015). A unified deep neural network for speaker and language recognition. *arXiv preprint arXiv:1504.00923*.
39. Snyder, D., Garcia-Romero, D., Povey, D. (2015). Time delay deep neural network-based universal background models for speaker recognition. 2015 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding (ASRU), 92–97. doi: <http://doi.org/10.1109/asru.2015.7404779>
40. D. Snyder, D., Garcia-Romero, D., Povey, D., Khudanpur, S. (2017). Deep Neural Network Embeddings for Text-Independent Speaker Verification. *Interspeech 2017*, 999–1003. doi: <http://doi.org/10.21437/interspeech.2017-620>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.225852**

**INVESTIGATION OF RANDOM-STRUCTURE  
REGULAR LDPC CODES CONSTRUCTION BASED ON  
PROGRESSIVE EDGE-GROWTH AND ALGORITHMS  
FOR REMOVAL OF SHORT CYCLES (p. 46–53)**

**Viktor Durcek**

University of Zilina, Zilina, Slovakia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5763-8991>

**Michal Kuba**

University of Zilina, Zilina, Slovakia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8334-0515>

**Milan Dado**

University of Zilina, Zilina, Slovakia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2112-5174>

This paper investigates the construction of random-structure LDPC (low-density parity-check) codes using Progressive Edge-Growth (PEG) algorithm and two proposed algorithms for removing short cycles (CB1 and CB2 algorithm; CB stands for Cycle Break).

Progressive Edge-Growth is an algorithm for computer-based design of random-structure LDPC codes, the role of which is to generate a Tanner graph (a bipartite graph, which represents a parity-check matrix of an error-correcting channel code) with as few short cycles as possible. Short cycles, especially the shortest ones with a length of 4 edges, in Tanner graphs of LDPC codes can degrade the performance of their decoding algorithm, because after certain number of decoding iterations, the information sent through its edges is no longer independent.

The main contribution of this paper is the unique approach to the process of removing short cycles in the form of CB2 algorithm, which erases edges from the code's parity-check matrix without decreasing the minimum Hamming distance of the code. The two cycle-removing algorithms can be used to improve the error-correcting performance of PEG-generated (or any other) LDPC codes and achieved results are provided. All these algorithms were used to create a PEG LDPC code which rivals the best-known PEG-generated LDPC code with similar parameters provided by one of the founders of LDPC codes.

The methods for generating the mentioned error-correcting codes are described along with simulations which compare the error-correcting performance of the original codes generated by the PEG algorithm, the PEG codes processed by either CB1 or CB2 algorithm and also external PEG code published by one of the founders of LDPC codes.

**Keywords:** LDPC, low-density parity-check, PEG, progressive edge-growth, channel coding, Tanner graphs.

**References**

1. Ryan, W. E., Lin, S. (2009). *Channel Codes: Classical and Modern*. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511803253>
2. Vandendriessche, P. (2009). Some low-density parity-check codes derived from finite geometries. *Designs, Codes and Cryptography*, 54 (3), 287–297. doi: <https://doi.org/10.1007/s10623-009-9324-9>
3. Gallager, R. (1962). Low-density parity-check codes. *IEEE Transactions on Information Theory*, 8 (1), 21–28. doi: <https://doi.org/10.1109/tit.1962.1057683>
4. MacKay, D. J. C., Neal, R. M. (1996). Near Shannon limit performance of low density parity check codes. *Electronics Letters*, 32 (18), 1645. doi: <https://doi.org/10.1049/el:19961141>
5. MacKay, D. J. C. (1997). Good error-correcting codes based on very sparse matrices. *Proceedings of IEEE International Symposium on Information Theory*. doi: <https://doi.org/10.1109/isit.1997.613028>
6. Arora, K., Singh, J., Randhawa, Y. S. (2019). A survey on channel coding techniques for 5G wireless networks. *Telecommunication Systems*, 73 (4), 637–663. doi: <https://doi.org/10.1007/s11235-019-00630-3>
7. Richardson, T., Urbanke, R. (2008). *Modern Coding Theory*. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511791338>

8. Blahut, R. E. (2003). Algebraic Codes for Data Transmission. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511800467>
9. Fan, J., Xiao, Y., Kim, K. (2008). Design LDPC Codes without Cycles of Length 4 and 6. Research Letters in Communications, 2008, 1–5. doi: <https://doi.org/10.1155/2008/354137>
10. Liu, X., Zhang, W., Fan, Z. (2009). Construction of Quasi-Cyclic LDPC Codes and the Performance on the PR4-Equalized MRC Channel. IEEE Transactions on Magnetics, 45 (10), 3699–3702. doi: <https://doi.org/10.1109/tmag.2009.2023422>
11. Jiang, X.-Q., Lee, M. H., Wang, H.-M., Li, J., Wen, M. (2016). Modified PEG algorithm for large girth Quasi-cyclic protograph LDPC codes. 2016 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC). doi: <https://doi.org/10.1109/icnc.2016.7440704>
12. Hailes, P., Xu, L., Maunder, R. G., Al-Hashimi, B. M., Hanzo, L. (2016). A Survey of FPGA-Based LDPC Decoders. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 18 (2), 1098–1122. doi: <https://doi.org/10.1109/comst.2015.2510381>
13. Prompakdee, P., Phakphisut, W., Supnithi, P. (2011). Quasi Cyclic-LDPC codes based on PEG algorithm with maximized girth property. 2011 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communications Systems (ISPACS). doi: <https://doi.org/10.1109/ispacs.2011.6146165>
14. Huang, Y., Cheng, Y., Zhang, Y., Han, H. (2010). Construction of non-binary quasi-cyclic LDPC codes based on PEG algorithm. 2010 IEEE 12th International Conference on Communication Technology. doi: <https://doi.org/10.1109/icct.2010.5689251>
15. Uchoa, A. G. D., Healy, C., de Lamare, R. C., Souza, R. D. (2012). Generalised Quasi-Cyclic LDPC codes based on Progressive Edge Growth Techniques for block fading channels. 2012 International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS). doi: <https://doi.org/10.1109/iswcs.2012.6328513>
16. Zongwang Li, Vijaya Kumar, B. V. K. (2004). A class of good quasi-cyclic low-density parity check codes based on progressive edge growth graph. Conference Record of the Thirty-Eighth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers. doi: <https://doi.org/10.1109/acssc.2004.1399513>
17. Lei, Y., Dong, M. (2017). An Efficient Construction Method for Quasi-Cyclic Low Density Parity Check Codes. IEEE Access, 5, 4606–4610. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2017.2678515>
18. Jiang, X.-Q., Hai, H., Wang, H.-M., Lee, M. H. (2017). Constructing Large Girth QC Protograph LDPC Codes Based on PSD-PEG Algorithm. IEEE Access, 5, 13489–13500. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2017.2688701>
19. McGowan, J. A., Williamson, R. C. (2003). Loop removal from LDPC codes. Proceedings 2003 IEEE Information Theory Workshop (Cat. No.03EX674). doi: <https://doi.org/10.1109/itw.2003.1216737>
20. Li, B., Wang, G., Yang, H. (2009). A new method of detecting cycles in Tanner graph of LDPC codes. 2009 International Conference on Wireless Communications & Signal Processing. doi: <https://doi.org/10.1109/wcsp.2009.5371660>
21. Hu, P., Zhao, H. (2010). Improved method for detecting the short cycles of LDPC codes. 2010 IEEE International Conference on Information Theory and Information Security. doi: <https://doi.org/10.1109/icitis.2010.5689706>
22. Karimi, M., Banihashemi, A. H. (2013). Message-Passing Algorithms for Counting Short Cycles in a Graph. IEEE Transactions on Communications, 61 (2), 485–495. doi: <https://doi.org/10.1109/tcomm.2012.100912.120503>
23. Li, J., Lin, S., Abdel-Ghaffar, K. (2015). Improved message-passing algorithm for counting short cycles in bipartite graphs. 2015 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT). doi: <https://doi.org/10.1109/isit.2015.7282488>
24. Cho, S., Cheun, K., Yang, K. (2018). A Message-Passing Algorithm for Counting Short Cycles in Nonbinary LDPC Codes. 2018 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT). doi: <https://doi.org/10.1109/isit.2018.8437844>
25. Karimi, M., Banihashemi, A. H. (2012). Counting Short Cycles of Quasi Cyclic Protograph LDPC Codes. IEEE Communications Letters, 16 (3), 400–403. doi: <https://doi.org/10.1109/lcomm.2012.020212.112311>
26. Su, Z., Qiu, Q., Zhou, H. (2016). Analysis and elimination of short cycles in LDPC convolutional codes. 2016 2nd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC). doi: <https://doi.org/10.1109/compcomm.2016.7924880>
27. Hu, X.-Y., Eleftheriou, E., Arnold, D.-M. (2001). Progressive edge-growth Tanner graphs. GLOBECOM'01. IEEE Global Telecommunications Conference (Cat. No.01CH37270). doi: <https://doi.org/10.1109/glocom.2001.965567>
28. MacKay, D. J. C. The Inference Group. Available at: <http://www.inference.org.uk/is/>

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238407**

**METHOD FOR DETERMINING COORDINATES OF AIRBORNE OBJECTS BY RADARS WITH ADDITIONAL USE OF ADS-B RECEIVERS (p. 54–64)**

**Hennadii Khudov**

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3311-2848>

**Oleksii Diakonov**

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,  
Mykolayiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7438-7066>

**Nina Kuchuk**

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0784-1465>

**Volodymyr Maliuha**

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6227-1269>

**Kostiantyn Furmanov**

Central Scientific-Research Institute of Armed Forces of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0049-8959>

**Ihor Mylashenko**

Central Scientific-Research Institute of Armed Forces of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8017-9164>

**Yurii Olshevskiy**

National Defence University of Ukraine named after Ivan  
Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4565-357X>

**Stanislav Stetsiv**

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy,  
Lviv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1835-9874>

**Yuriy Solomonenko**

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6503-7475>

**Iryna Yuzova**

Civil Aviation Institute, Kharkiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0013-5808>

The method of determining coordinates of an airborne object using ADS-B receivers was improved. The method involves the following sequence of actions: input of initial data, measurement of coordinates of the airborne object by the radar, checking the availability of data about the airborne object obtained from the ADS-B receivers. In the absence of such data, coordinates of the airborne object are determined only from the data of the radar. The airborne object mark was identified according to information from the radar and the ADS-B receivers. Unlike the known methods, the advanced method of determining coordinates of an airborne object by a radar additionally uses information from the ADS-B receivers.

The ADS-B receiver signals were experimentally studied. It was found that the ADS-B receiver has received more than 6,000 messages about airborne objects in a single day. It was established that information about the location of the airborne object contained in ADS-B messages was encoded in CPR format. An algorithm for decrypting the ADS-B messages with a global connection of an airborne object to geographical coordinates was presented. An algorithm for detecting signals of onboard transponders of ADS-B airborne objects was presented. Non-standard ADS-B messages from airborne objects were studied. It was suggested that some short non-standard ADS-B messages were received from small and military airborne objects.

Accuracy of determining coordinates of airborne objects by the radar with additional use of the ADS-B receiver was estimated. Dependence of the root mean square error of determining the airborne object coordinates on a distance to the airborne object was presented for various cases. It was established that the accuracy of determining the airborne object coordinates can be raised from 36 % to 67 % depending on the distance to the airborne object.

**Keywords:** airborne object, method of determination, ADS-B, radar, root-mean-square error, transponder.

**References**

- Deep, A. (2015). Hybrid War: Old Concept, New Techniques. *Small Wars Journal*. Available at: <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/hybrid-war-old-concept-new-techniques>
- Marton, P. (2017). Evolution in military affairs in the battlespace of Syria and Iraq. *Corvinus Journal of International Affairs*, 2 (2-3), 30–41. doi: <https://doi.org/10.14267/cojourn.2017v2n2a3>
- Eurocontrol warns airlines of 'possible military action' in Syria. Available at: <https://www.politico.eu/article/eurocontrol-warns-airlines-of-possible-military-action-in-syria-chemical-weapons/>
- Ministry of infrastructure of Ukraine. Ukrainian State Air Traffic Services Enterprise. Safety. Efficiency. Responsibility. Available at: <https://uksatse.ua/index.php?lang=en>
- Ground-based long-range VHF band surveillance radar P-18MA (P-180U). Available at: <https://www.aerotechnica.ua/en/p-18ma-en.html>
- Richards, M. A., Scheer, J. A., Holm, W. A. (Eds.) (2010). Principles of Modern Radar: Basic principles. IET. doi: <https://doi.org/10.1049/sbra021e>
- Marpl-mI, S. L. (1990). Tsifrovoy spektral'niy analiz i ego prilozheniya. Moscow: Mir, 584.
- Barabash, O. V., Dakhno, N. B., Shevchenko, H. V., Majsak, T. V. (2017). Dynamic models of decision support systems for controlling UAV by two-step variational-gradient method. 2017 IEEE 4th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD). doi: <https://doi.org/10.1109/apuavd.2017.8308787>
- Chizhov, A. A. (2010). Sverhreelevskoe razreshenie. Vol. 2. Preodolenie faktora nekorrektnosti obratnoy zadachi rasseyaniya i proektsionnaya radiolokatsiya. Moscow: Krasand, 104.
- Khudov, G. V. (2003). Features of optimization of two-alternative decisions by joint search and detection of objects. *Problemy Upravleniya I Informatiki (Avtomatika)*, 5, 51–59.
- Klimov, S. A. (2013). Metod povysheniya razreshayushey sposobnosti radiolokatsionnykh sistem pri tsifrovoy obrabotke signalov. *Zhurnal radioelektroniki*, 1. Available at: <http://jre.cplire.ru/jre/jan13/1/text.html>
- Lishchenko, V., Kalimulin, T., Khizhnyak, I., Khudov, H. (2018). The Method of the organization Coordinated Work for Air Surveillance in MIMO Radar. 2018 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo). doi: <https://doi.org/10.1109/ukrmico43733.2018.9047560>
- Khudov, H. (2020). The Coherent Signals Processing Method in the Multiradar System of the Same Type Two-coordinate Surveillance Radars with Mechanical Azimuthal Rotation. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8 (6), 2624–2630. doi: <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/66862020>
- Melvin, W. L., Scheer, J. A. (Eds.) (2012). Principles of Modern Radar: Advanced techniques. IET. doi: <https://doi.org/10.1049/sbra020e>
- Melvin, W. L., Scheer, J. A. (Eds.) (2013). Principles of Modern Radar: Volume 3: Radar Applications. IET, 820. doi: <https://doi.org/10.1049/sbra503e>
- Bezouwen, J., Brandfass, M. (2017). Technology Trends for Future Radar. *Microwave Journal*. Available at: <http://www.microwave-journal.com/articles/29367-technology-trends-for-future-radar>
- Thanh Huong, N. (2020). Beamforming Phased Array Antenna toward Indoor Positioning Applications. *Advanced Radio Frequency Antennas for Modern Communication and Medical Systems*. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.93133>
- Bhatta, A., Mishra, A. K. (2017). GSM-based commsense system to measure and estimate environmental changes. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 32 (2), 54–67. doi: <https://doi.org/10.1109/maes.2017.150272>
- Neyt, X., Raout, J., Kubica, M., Kubica, V., Roques, S., Acheroy, M., Verly, J. G. (2006). Feasibility of STAP for Passive GSM-Based Radar. 2006 IEEE Conference on Radar. doi: <https://doi.org/10.1109/radar.2006.1631853>
- Willis, N. J. (2004). Bistatic Radar. IET. doi: <https://doi.org/10.1049/sbra003e>
- Khudov, H., Zvonko, A., Kovalevskyi, S., Lishchenko, V., Zots, F. (2018). Method for the detection of small-sized air objects by observational radars. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (92)), 61–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126509>
- Ruban, I., Khudov, H., Lishchenko, V., Pukhovyi, O., Popov, S., Kolos, R. et al. (2020). Assessing the detection zones of radar stations with the additional use of radiation from external sources. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (9 (108)), 6–17. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.216118>
- Leshchenko, S. P., Kolesnyk, O. M., Hrytsaienko, S. A., Burkovskiy, S. I. (2017). Use of the ADS-B information in order to improve quality of



the air space radar reconnaissance. *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, 3 (28), 69–75. doi: <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.28.09>

24. Saybel', A. G. (1958). *Osnovy teorii tochnosti radiotekhnicheskikh metodov mestoopredeleniya*. Moscow: Oborongiz, 56.
25. Yeromina, N., Kravchenko, I., Kobzev, I., Volk, M., Borysenko, V., Lukyanova, V. et. al. (2021). The Definition of the Parameters of Superconducting Film for Production of Protection Equipment Against Electromagnetic Environmental Effects. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 11 (7), 38–47. doi: [https://doi.org/10.46338/ijetae0721\\_06](https://doi.org/10.46338/ijetae0721_06)

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238601**  
**CONSTRUCTION OF AN ADVANCED METHOD FOR RECOGNIZING MONITORED OBJECTS BY A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK USING A DISCRETE WAVELET TRANSFORM (p. 65–77)**

**Vadym Slyusar**

Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2912-3149>

**Mykhailo Protsenko**

Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5057-6145>

**Anton Chernukha**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0365-3205>

**Stella Gornostal**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0789-7669>

**Sergey Rudakov**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8263-0476>

**Serhii Shevchenko**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6740-9252>

**Oleksandr Chernikov**

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6636-4566>

**Nadiia Kolpachenko**

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8294-5785>

**Volodymyr Timofeyev**

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1371-9885>

**Roman Artiukh**

State Enterprise "Southern State Design and Research Institute of Aviation Industry", Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5129-2221>

The tasks that unmanned aircraft systems solve include the detection of objects and determining their state. This paper reports an analysis of image recognition methods in order to automate the specified process. Based on the analysis, an improved method for recognizing images of monitored objects by a convolutional neural

network using a discrete wavelet transform has been devised. Underlying the method is the task of automating image processing in unmanned aircraft systems. The operability of the proposed method was tested using an example of processing an image (aircraft, tanks, helicopters) acquired by the optical system of an unmanned aerial vehicle. A discrete wavelet transform has been used to build a database of objects' wavelet images and train a convolutional neural network based on them. That has made it possible to improve the efficiency of recognition of monitored objects and automate a given process. The effectiveness of the improved method is achieved by preliminary decomposition and approximation of the digital image of the monitored object by a discrete wavelet transform. The stages of a given method include the construction of a database of the wavelet images of images and training a convolutional neural network. The effectiveness of recognizing the monitored objects' images by the improved method was tested on a convolutional neural network, which was trained with images of 300 monitored objects. In this case, the time to make a decision, based on the proposed method, decreased on average from 0.7 to 0.84 s compared with the artificial neural networks ResNet and ConvNets.

The method could be used in the information processing systems in unmanned aerial vehicles that monitor objects; in robotic complexes for various purposes; in the video surveillance systems of important objects.

**Keywords:** neural network, discrete wavelet transform, monitored objects, unmanned aircraft system.

#### References

1. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Maksymenko, N., Meleshchenko, R. et. al. (2020). Mathematical model of determining a risk to the human health along with the detection of hazardous states of urban atmosphere pollution based on measuring the current concentrations of pollutants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (106)), 37–44. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210059>
2. Vambol, S., Vambol, V., Kondratenko, O., Suchikova, Y., Hurenko, O. (2017). Assessment of improvement of ecological safety of power plants by arranging the system of pollutant neutralization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (87)), 63–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.102314>
3. Vambol, S., Vambol, V., Kondratenko, O., Koloskov, V., Suchikova, Y. (2018). Substantiation of expedience of application of high-temperature utilization of used tires for liquefied methane production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2 (87), 77–84. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.2830>
4. Semko, A., Rusanova, O., Kazak, O., Beskrovnaya, M., Vinogradov, S., Gricina, I. (2015). The use of pulsed high-speed liquid jet for putting out gas blow-out. *The International Journal of Multiphysics*, 9 (1), 9–20. doi: <https://doi.org/10.1260/1750-9548.9.1.9>
5. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Skliarov, S. (2017). Design of fire detectors capable of self-adjusting by ignition. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (88)), 53–59. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108448>
6. Kustov, M. V., Kalugin, V. D., Tutunik, V. V., Tarakhno, E. V. (2019). Physicochemical principles of the technology of modified pyrotechnic compositions to reduce the chemical pollution of the atmosphere. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*, 1, 92–99. doi: <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2019-122-1-92-99>
7. Popov, O., Iatsyshyn, A., Kovach, V., Artemchuk, V., Taraduda, D., Sobylna, V. et. al. (2019). Analysis of Possible Causes of NPP Emergencies to Minimize Risk of Their Occurrence. *Nuclear and*

- Radiation Safety, 1 (81), 75–80. doi: [https://doi.org/10.32918/nrs.2019.1\(81\).13](https://doi.org/10.32918/nrs.2019.1(81).13)
8. Yang, X., Lin, D., Zhang, F., Song, T., Jiang, T. (2019). High Accuracy Active Stand-off Target Geolocation Using UAV Platform. 2019 IEEE International Conference on Signal, Information and Data Processing (ICSIDP). doi: <https://doi.org/10.1109/icsidp47821.2019.9172919>
  9. Thepade, S. D., Dewan, J. H., Erandole, S. S., Jadhav, S. R. (2015). Extended performance comparison of self mutated hybrid wavelet transforms in image compression with hybrid wavelet transforms & orthogonal transforms. 2015 Global Conference on Communication Technologies (GCCT). doi: <https://doi.org/10.1109/gcct.2015.7342675>
  10. Zhu, J., Wang, J., Zhu, Q., Liu, P., Li, S. (2018). Reconstruction of Compressed Sensed Images with Multiple-Image Pattern Low-Rank Tensor. 2018 IEEE 3rd International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC). doi: <https://doi.org/10.1109/icivc.2018.8492809>
  11. Van, F., Patrick, J. (2019). An introduction to digital images. *Discrete Wavelet Transformations: An Elementary Approach with Applications*. Wiley, 69–123. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119555414.ch3>
  12. Van, F., Patrick, J. (2019). Biorthogonal wavelet transformations. *Discrete Wavelet Transformations: An Elementary Approach with Applications*. Wiley, 261–320. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119555414.ch7>
  13. Krishnaswamy, R., NirmalaDevi, S. (2020). Efficient medical image compression based on integer wavelet transform. 2020 Sixth International Conference on Bio Signals, Images, and Instrumentation (ICBSII). doi: <https://doi.org/10.1109/icbsii49132.2020.9167597>
  14. Thepade, S. D., Erandole, S. (2013). Effect of tiling in image compression using wavelet transform & hybrid wavelet transform for cosine & kekre transforms. 2013 IEEE International Conference ON Emerging Trends in Computing, Communication and Nanotechnology (ICECCN). doi: <https://doi.org/10.1109/ice-ccn.2013.6528604>
  15. Thepade, S. D., Dewan, J. H., Lohar, A. T. (2013). Extended performance comparison of hybrid wavelet transform for image compression with varying proportions of constituent transforms. 2013 15th International Conference on Advanced Computing Technologies (ICTACT). doi: <https://doi.org/10.1109/icact.2013.6710497>
  16. Paul, A., Khan, T. Z., Podder, P., Ahmed, R., Rahman, M. M., Khan, M. H. (2015). Iris image compression using wavelets transform coding. 2015 2nd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN). doi: <https://doi.org/10.1109/spin.2015.7095407>
  17. Nashat, A. A., Hussain Hassan, N. M. (2016). Image compression based upon Wavelet Transform and a statistical threshold. 2016 International Conference on Optoelectronics and Image Processing (ICOIP). doi: <https://doi.org/10.1109/optip.2016.7528492>
  18. Ahanonu, E., Marcellin, M., Bilgin, A. (2020). Lossless Multi-component Image Compression Based on Integer Wavelet Coefficient Prediction using Convolutional Neural Networks. 2020 Data Compression Conference (DCC). doi: <https://doi.org/10.1109/dcc47342.2020.00043>
  19. Il'yasov, B. G., Makarova, E. A., Zakieva, E. Sh., Gabdullina, E. R. (2021). Metody iskusstvennogo intellekta v programmyh prilozheniyah: laboratorniy praktikum po distsiplinam «Metody iskusstvennogo intellekta v upravlenii», «Intellektual'noe upravlenie slozhnymi obektami», «Intellektual'noe upravlenie slozhnymi tekhnicheskimi obektami», «Metody iskusstvennogo intellekta v upravlenii tekhnicheskimi obektami», «Programmnye sistemy i kompleksy v upravlenii kachestvom». Ufa: UGATU. Available at: [https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El\\_izd/2021-52.pdf](https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El_izd/2021-52.pdf)
  20. Protsenko, M. M., Pavlun'ko, M. Y., Moroz, D. P., Brzhevs'ka, Z. M. (2019). Procedure of signal filtering based on wavelet transformation. *Modern Information Security*, 1 (37), 64–69. doi: <https://doi.org/10.31673/2409-7292.2019.016469>
  21. Protsenko, M., Kurtseitov, T., Pavlunko, M., Brzhevska, Z. (2018). Wavelet transforms application for digital signal analysis. Use of packet wavelet transformation for radio signals processing. *Modern Information Security*, 3 (35), 11–15. doi: <https://doi.org/10.31673/2409-7292.2018.031115>
  22. El-Baz, A., Jiang, X., Jasjit, S. (Eds.) (2016). *Biomedical image segmentation*. CRC Press. doi: <https://doi.org/10.4324/9781315372273>

АНОТАЦІЇ  
INFORMATION AND CONTROLLING SYSTEM**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238457****АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ БЕЗДРОВОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ МНОЖИННИМ ДОСТУПОМ НА ОСНОВІ КОМУТАЦІЇ (с. 6–14)**

Sameera Sadey Shijer, Ahmad H. Sabry

Розвиток бездротових мереж направлений на пошук можливостей широкого спектру вдосконалених і нових мережевих компонентів. Бездротовий асинхронний режим передачі даних (АТМ) – це несинхронний або випадковий режим передачі інформації. Переваги комутації каналів включають виділені з'єднання і гарантовані параметри трафіку, а переваги комутації пакетів полягають в ефективності на фізичному рівні і більш економічно ефективній конструкції. АТМ є єдиним протоколом, що має переваги обох способів зв'язку. Незважаючи на те, що передача даних зі змінною швидкістю (VBR) представляє багатообіцяючі перспективи стає більшої якості даних, зазвичай вона супроводжується перевантаженням мережевого трафіку і втратою пакетів осередків, що значно послаблює цей потенціал. У даній роботі ці проблеми вирішуються за рахунок створення моделі управління множинним доступом на основі комутації для підвищення продуктивності передачі даних бездротового АТМ. Тому в даній роботі обговорюється ефективність розробленого підходу до мінімізації втрат пакетів осередків і перевантаження мережевого трафіку в бездротовому АТМ. Розглядається трирівневе управління доступом; опитування, передача маркера і резервування для запобігання колізій. На етапі резервування дані резервуються перед відправкою, що включає в себе два часових інтервали: період резервування з фіксованим часом і змінний інтервал передачі даних. Результати з використанням OPNET 10.5 показують, що представлена модель управління множинним доступом на основі комутації може досягати значення пропускну здатності 98,3 %, затримки передачі даних близько 40,2 мс і 0,024 % втрат пакетів під час передачі даних між джерелом і одержувачем. Показано, що представлений метод ефективно передає інформацію не створюючи будь-якої складності і затримок в мережі.

**Ключові слова:** бездротова мережа, бездротовий асинхронний режим передачі даних (АТМ), відеодані, інструмент моделювання OPNET.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239165****РОЗРОБКА НОВОГО МЕТОДУ ФІЛЬТРАЦІЇ ТА ДОКАЗИ САМОПОДІБНОСТІ ЕЛЕКТРОМІОГРАМ (с. 15–22)**

Г. П. Чуйко, О. В. Дворник, Є. С. Дарнапук, Є. О. Баганов

Основну увагу надано аналізу сигналів електроміограм (ЕМГ) з використанням графіків Пуанкаре (ГП). Встановлено, що форми графіків пов'язані з діагнозами пацієнтів. Для дослідження фрактальної розмірності ГП використано метод підрахунку фігур покриття. Фільтрацію ГП здійснено за допомогою вейвлетів Хаара. Встановлено самоподібність графіків Пуанкаре для досліджених електроміограм, причому закон масштабування (скейлінга) виконувався у достатньо широкому діапазоні розмірів фігур покриття. Отже, весь графік Пуанкаре статистично подібний власним частинам. Фрактальні розмірності ГП досліджуваних електроміограм належать діапазону 1.361.48. Це, а також значення показників експоненти Херста графіків Пуанкаре для електроміограм, які перевищують критичне значення 0,5, вказують на відносну стабільність послідовностей.

Алгоритм методу фільтрації, запропонований в цій роботі, передбачає лише два простих етапи:

1. Перетворення вихідної матриці даних для ГП за допомогою обернення Якобі.
2. Децимація обох стовпчиків отриманої матриці (так зване «ліниве вейвлет-перетворення», або подвійний даунсамплінг).

Алгоритм просто програмується і потребує менше машинного часу, ніж існуючі фільтри для ГП.

Фільтровані графіки Пуанкаре мають ряд переваг щодо нефільтрованих. Вони не містять зайвих точок, дозволяють пряму візуалізацію короткочасної та довготривалої варіабельності сигналу. Окрім того, фільтровані ГП зберігають як форму своїх прототипів, так і їх фрактальну розмірність та дескриптори варіабельності. Виявлені ознаки електроміограм здорових пацієнтів з характерними низькочастотними коливаннями сигналу можуть бути використані для прийняття клінічних рішень.

**Ключові слова:** електроміограми, графік Пуанкаре, закон масштабування (скейлінг), фрактальна розмірність, варіабельність, вейвлети Хаара.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238957****РОЗРОБКА СЕГМЕНТАЦІЇ ПУХЛИН ГОЛОВНОГО МОЗКУ ПРИ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНІЙ ТОМОГРАФІЇ (МРТ) З ВИКОРИСТАННЯМ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ U-NET (с. 23–31)**

Wasan M Jwaid, Zainab Shaker Matar Al-Husseini, Ahmad H. Sabry

Пухлини головного мозку – це зростання аномальних клітин або утворення в головному мозку. Було виявлено безліч видів пухлин мозку, які потребують точних та ранніх методів виявлення. В даний час більшість методів діагностики та виявлення засновані на рішеннях неврологів і рентгенологів оцінювати зображення головного мозку, що може займати багато часу і приводити до людських помилок. У даній статті пропонується надійна модель згорткової нейронної мережі (ЗНМ) глибокого навчання U-Net,

яка може класифікувати наявність або відсутність пухлини на основі магнітно-резонансної томографії (МРТ) головного мозку з прийнятною точністю для застосування в медицині. В ході дослідження була побудована і навчена архітектура ЗНМ 3D U-Net, включаючи відносини кодування/декодування, для виконання сегментації пухлини головного мозку, оскільки для цього потрібно менше навчальних зображень і забезпечується більш точна сегментація. Алгоритм складається з трьох частин: перша частина, частина понижувальної дискретизації, частина вузького місця і оптимальна частина. Отримані семантичні відображення вставляються у фракцію декодера для отримання імовірнісних діаграм повної роздільної здатності. Розроблена архітектура U-Net була застосована до набору даних сегментації пухлин головного мозку при МРТ-скануванні в MICCAI BraTS 2017. Результати з використанням набору інструментів на основі Matlab показують, що запропонована архітектура була успішно оцінена і випробувана для наборів даних МРТ сегментації пухлин головного мозку, включаючи 336 зображень в якості навчальних даних і 125 зображень для перевірки. Дана робота продемонструвала порівняльну продуктивність і успішну здійсненність реалізації архітектури ЗНМ U-Net в автоматизованій системі сегментації пухлин головного мозку в МРТ-зрізах з відновленням інверсії з ослабленням рідини (FLAIR). Розроблена модель ЗНМ U-Net успішно виконала завдання сегментації пухлини головного мозку для класифікації вхідних зображень мозку як пухлина чи ні на основі набору даних МРТ.

**Ключові слова:** магнітно-резонансна томографія (МРТ), глибоке навчання, згортоква нейронна мережа (ЗНМ), архітектура 3D U-Net, пухлини головного мозку, сегментації.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.239186**

### **РОЗРОБКА СИСТЕМ БЕЗПЕКИ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛАСИФІКАТОРІВ ГНМ ТА І & X-ВЕКТОРІВ (с. 32–45)**

**Orken Mamyrbayev, Aizat Kydyrbekova, Keylan Alimhan, Dina Oralbekova, Bagashar Zhumazhanov, Bulbul Nuranbayeva**

Широке використання біометричних систем викликає підвищений інтерес з боку кіберзлочинців до організації атак для їхнього злому. Таким чином, розробка систем біометричної ідентифікації повинна здійснюватися з урахуванням захисту від цих атак. Розробка нових методів і алгоритмів ідентифікації на основі представлення випадково згенерованих ключових ознак з біометричної бази користувачьких стандартів допоможе мінімізувати недоліки вищевказаних методів біометричної ідентифікації користувачів. Ми представляємо реалізацію системи безпеки на основі ідентифікації голосу в якості ключа управління доступом, і алгоритм перевірки, розроблений з використанням функціональних блоків MATLAB, які можуть розпізнавати особистість людини за його голосом. Наше дослідження показало, що точність цієї системи ідентифікації користувачів за індивідуальними характеристиками голосу становить 90 %. Експериментально доведено, що традиційні MFCC з використанням класифікаторів DNN та і й x-векторів, можуть досягати хороших результатів. У статті розглядаються і аналізуються найбільш відомі з літератури підходи до проблеми ідентифікації користувачів за голосом: методи динамічного програмування, векторне квантування, суміші гауссових процесів, прихована марковська модель. Розроблений програмний комплекс біометричної ідентифікації користувачів за голосом і реалізований в комплексі метод формування стандартів голосу користувача дозволяють знизити кількість помилок при ідентифікації користувачів інформаційних систем за голосом в середньому в 1,5 рази. Запропонована нами система більше підходить для розпізнавання голосу з точки зору точності, безпеки і складності. Застосування отриманих результатів дозволить підвищити захищеність процесу ідентифікації в інформаційних системах від різних атак.

**Ключові слова:** система безпеки, ідентифікація голосу, розпізнавання голосу, голосова біометрія, x-вектор, i-вектор.

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.225852**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОБУДОВИ РЕГУЛЯРНИХ LDPC-КОДІВ З ВИПАДКОВОЮ СТРУКТУРОЮ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ ПРОГРЕСИВНОГО ЗРОСТАННЯ РЕБЕР І ВИДАЛЕННЯ КОРОТКИХ ЦИКЛІВ (с. 46–53)**

**Viktor Durcek, Michal Kuba, Milan Dado**

У даній статті досліджується побудова LDPC-кодів (з малою щільністю перевірок на парність) з випадковою структурою з використанням алгоритму прогресивного зростання ребер (PEG) і двох запропонованих алгоритмів видалення коротких циклів (алгоритм CB1 і CB2; CB означає Cycle Break (Розрив циклів)).

Progressive Edge-Growth (Прогресивне зростання ребер) – це алгоритм комп'ютерного проектування LDPC-кодів з випадковою структурою, який полягає у створенні графа Таннера (двобольного графа, що представляє матрицю перевірки на парність коригуючого коду каналу) з якомога меншою кількістю коротких циклів. Короткі цикли, особливо найкоротші з довжиною 4 ребра, в графах Таннера LDPC-кодів здатні погіршити продуктивність алгоритму декодування, оскільки після певного числа ітерацій декодування інформація, передана через його ребра, перестає бути незалежною.

Основним внеском статті є унікальний підхід до процесу видалення коротких циклів у вигляді алгоритму CB2, який видаляє ребра з матриці перевірки на парність коду без зменшення мінімальної відстані Хеммінга коду. Два алгоритми видалення циклів можуть бути використані для поліпшення коригуючої ефективності PEG-генерованих (або будь-яких інших) LDPC-кодів, представляються досягнуті результати. Всі ці алгоритми були використані для створення PEG LDPC-коду, який конкурує з найбільш відомим PEG-генерованим LDPC-кодом з аналогічними параметрами, наданим одним із засновників LDPC-кодів.

Описані методи генерації згаданих коригуючих кодів, а також моделювання, в якому порівнюється коригуюча ефективність вихідних кодів, згенерованих алгоритмом PEG, PEG-кодів, оброблених алгоритмом CB1 або CB2, а також зовнішнього PEG-коду, опублікованого одним із засновників LDPC-кодів.

**Ключові слова:** LDPC, мала щільність перевірок на парність, PEG, прогресивне зростання ребер, каналне кодування, графи Таннера.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238407****МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СТАНЦІЯМИ З ДОДАТКОВИМ ВИКОРИСТАННЯМ ПРИЙМАЧІВ ADS-B (с. 54–64)****Г. В. Худов, О. С. Дьяконов, Н. Г. Кучук, В. Г. Малога, К. В. Фурманов, І. М. Милашенко, Ю. В. Ольшевський, С. В. Стеців, Ю. С. Соломоненко, І. Ю. Юзова**

Удосконалено метод визначення координат повітряного об'єкта з використанням приймачів ADS-B. Метод передбачає наступну послідовність дій: введення вихідних даних, вимірювання координат повітряного об'єкта радіолокаційною станцією, перевірка наявності даних про повітряний об'єкт від приймачів ADS-B. При відсутності таких даних координати повітряного об'єкта визначаються лише за даними радіолокаційної станції. Ототожнення відмітки від повітряного об'єкта за даними радіолокаційної станції та приймачів ADS-B. На відміну від відомих, удосконалений метод визначення координат повітряного об'єкта радіолокаційною станцією додатково використовує інформацію приймачів ADS-B.

Проведені експериментальні дослідження сигналів приймачів ADS-B. Встановлено, що при роботі приймача ADS-B на протязі однієї доби отримано більше 6000 повідомлень по повітряним об'єктам. Встановлено, що інформація про місцезнаходження повітряного об'єкта у повідомленнях ADS-B кодується в форматі CPR. Наведено алгоритм розшифрування ADS-B повідомлень при глобальній прив'язці повітряного об'єкта до географічних координат. Наведено алгоритм виявлення сигналів бортових транспондерів ADS-B повітряних об'єктів. Проведено дослідження нестандартних повідомлень ADS-B від повітряних об'єктів. Зроблено припущення, що частина нестандартних коротких ADS-B повідомлень отримується від повітряних об'єктів малої авіації та військових повітряних об'єктів.

Проведено оцінювання точності визначення координат повітряних об'єктів радіолокаційною станцією з додатковим використанням приймача ADS-B. Наведені залежності середніх квадратичних помилок визначення координат повітряного об'єкта від дальності до повітряного об'єкта для різних випадків. Встановлено, що точність визначення координат повітряного об'єкта може бути підвищена від 36 % до 67 % в залежності від дальності до повітряного об'єкта.

**Ключові слова:** повітряний об'єкт, метод визначення, ADS-B, радіолокаційна станція, середньоквадратична помилка, транспондер.

---

**DOI: 10.15587/1729-4061.2021.238601****РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ МОНІТОРИНГУ ЗГОРТКОВОЮ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ (с. 65–77)****В. І. Слюсар, М. М. Проценко, А. А. Чернуха, С. А. Горносталь, С. В. Рудаков, С. М. Шевченко, О. В. Черников, Н. М. Колпаченко, В. О. Тимофеев, Р. В. Артюх**

Одним із завдань, що вирішують безпілотні авіаційні комплекси, є виявлення та визначення стану об'єктів. З метою автоматизації даного процесу проведено аналіз методів розпізнавання зображень. На основі проведеного аналізу розроблено удосконалений метод розпізнавання зображень об'єктів моніторингу згортковою нейронною мережею з використанням дискретного вейвлет-перетворення. В основу методу покладена задача забезпечення автоматизації обробки зображень в безпілотних авіаційних комплексах. На прикладі обробки зображень (літаків, танків, вертольотів) отриманих оптичною системою безпілотного літального апарату перевірено працездатність удосконаленого методу. Використовується дискретне вейвлет-перетворення для напрацювання бази вейвлет-образів об'єктів і навчання на їх основі штучної нейронної мережі. Це дозволило підвищити оперативність розпізнавання об'єктів моніторингу та автоматизувати даний процес. Ефективність удосконаленого методу досягається шляхом попереднього розкладу та апроксимації цифрового зображення об'єкта моніторингу дискретним вейвлет-перетворенням. Етапами даного методу є напрацювання бази даних вейвлет-образів зображень і навчання згорткової нейронної мережі. Ефективність розпізнавання зображень об'єктів моніторингу запропонованим методом перевірено на згортковій нейронній мережі, що пройшла навчання зображеннями 300 об'єктів моніторингу. При цьому час на прийняття рішення для запропонованого методу зменшився в середньому от 0.7 до 0.84 с. у порівнянні з штучною нейронною мережею ResNet та ConvNets.

Метод може бути використаний: в системах обробки інформації безпілотних літальних апаратів, що здійснюють моніторинг об'єктів; в роботизованих комплексах різного призначення; системах відео спостереження важливих об'єктів.

**Ключові слова:** нейронна мережа, дискретне вейвлет-перетворення, об'єкти моніторингу, безпілотний авіаційний комплекс.