

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265774
DEVELOPMENT OF A HARDWARE
CRYPTOSYSTEM BASED ON A RANDOM NUMBER
GENERATOR WITH TWO TYPES OF ENTROPY
SOURCES (p. 6–16)

Serhii Yevseiev

National Technical University
 «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1647-6444>

Khazail Rzayev

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9272-4302>

Oleksandr Laptiev

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4194-402X>

Ruslan Hasanov

National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3419-8599>

Oleksandr Milov

National Technical University
 «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6135-2120>

Bahar Asgarova

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8406-7178>

Jale Camalova

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0076-0491>

Serhii Pohasii

National Technical University
 «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4540-3693>

In modern software, crypto-algorithms are widely used for both data encryption tasks, and authentication and integrity checks. There are well-known and proven crypto-algorithms. Their cryptoresistance is either mathematically proven or based on the need to solve a mathematically complex problem (factorization, discrete logarithm, etc.). On the other hand, in the computer world, information constantly appears about errors or «holes» in a particular program (including one that uses crypto-algorithms) or that it was broken (cracked). This creates distrust both in specific programs and in the possibility to protect something in general by cryptographic methods not only from special services, but also from ordinary hackers. A promising direction of research in this field is the implementation of a hybrid random number generator with two types of entropy sources in cryptosystems.

The method and means of implementing a hybrid random number generator with two types of entropy sources: external – based on Zener diode noise and internal – based on the uncertainty state of the transistor-transistor logic structure are presented. One of the options for the practical implementation of a random number generator is presented, where two sources are used as a source of entropy: an external source – Zener diode noise and an internal source – the undefined state of the transistor-transistor logic structure. The functional diagram of the proposed random number generator with two types of entropy sources is given. The MATLAB/Simulink model

of the proposed random number generator is built, the results of the statistical analysis of the generated random sequences by the NIST SP 800-22 test package are given.

Keywords: crypto-resistance, crypto-algorithm, random numbers, pseudo-random numbers, uncertainty zone, entropy sources, cipher stability.

References

- Lienkov, S., Zhyrov, G., Pampukha, I., Chetverikov, I. (2019). Block Encryption Algorithm for Digital Information Using Open Keys for Selfgeneration of Closed Random Private Keys. 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). doi: <https://doi.org/10.1109/atit49449.2019.9030509>
- Pampukha, I., Zhyrov, G., Druzhynin, V., Chetverikov, I., Lienkov, S., Komarova, L. (2021). Description and Application of Network and Terminal Security Device Based on the Block Algorithm of Cryptographic Transformation of Information Using Random Keys. 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). doi: <https://doi.org/10.1109/atit54053.2021.9678870>
- Yevseiev, S., Ponomarenko, V., Laptiev, O., Milov, O., Korol, O., Milevskiy, S. et. al.; Yevseiev, S., Ponomarenko, V., Laptiev, O., Milov, O. (Eds.) (2021). Synergy of building cybersecurity systems. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 188. doi: <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-31-2>
- Iovane, G., Amorosa, A., Benedetto, E., Lamponi, G. (2015). An Information Fusion approach based on prime numbers coming from RSA algorithm and Fractals for secure coding. Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography, 18 (5), 455–479. doi: <https://doi.org/10.1080/09720529.2014.894311>
- Long, M., Chen, Y. (2019). Average throughput and BER analysis for energy harvesting communications. IET Communications, 13 (3), 289–296.
- Glory, F. Z., Ul Aftab, A., Tremblay-Savard, O., Mohammed, N. (2019). Strong Password Generation Based On User Inputs. 2019 IEEE 10th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON). doi: <https://doi.org/10.1109/iemcon.2019.8936178>
- Lemire, D. (2019). Fast Random Integer Generation in an Interval. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 29 (1), 1–12. doi: <https://doi.org/10.1145/3230636>
- Chakrabarty, D., Sarma, B. K. (2017). Comparison of degree of randomness of the tables of random numbers due to Tippett, Fisher & Yates, Kendall & Smith and Rand corporation. Journal of reliability and statistical studies, 10 (1), 27–42. Available at: <https://www.journal.riverpublishers.com/index.php/JRSS/article/view/2205/1526>
- Ewert, M. (2018). A Random Number Generator Based on Electronic Noise and the Xorshift Algorithm. Proceedings of the 2018 VII International Conference on Network, Communication and Computing – ICNCC 2018. doi: <https://doi.org/10.1145/3301326.3301359>
- Kim, J., Nili, H., Truong, N. D., Ahmed, T., Yang, J., Jeong, D. S. et. al. (2019). Nano-Intrinsic True Random Number Generation: A Device to Data Study. IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, 66 (7), 2615–2626. doi: <https://doi.org/10.1109/tcsi.2019.2895045>
- Kyrychok, R., Laptiev, O., Lisnevskiy, R., Kozlovskiy, V., Klobukov, V. (2022). Development of a method for checking vulnerabilities of a corporate network using Bernstein transformations. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (9 (115)), 93–101. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253530>

12. Petrivskiy, V., Shevchenko, V., Yevseiev, S., Milov, O., Laptiev, O., Bychkov, O. et. al. (2022). Development of a modification of the method for constructing energy-efficient sensor networks using static and dynamic sensors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (9 (115)), 15–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252988>
13. Vlasyk, H., Zamrii, I., Shkapa, V., Laptiev, S., Kalyniuk, A., Laptieva, T. (2021). The Method of Solving Problems of Optimal Restoration of Telecommunication Signals. 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). doi: <https://doi.org/10.1109/atit54053.2021.9678649>
14. Laptiev, O. et. al. (2019). The Method of Hidden Transmitters Detection based on the Differential Transformation Model. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8 (6), 2840–2846. doi: <https://doi.org/10.30534/ijatse/2019/26862019>
15. Laptiev, O., Tkachev, V., Maystrov, O., Krasikov, O., Open'ko, P., Khoroshko, V., Parkhuts, L. (2021). The method of spectral analysis of the determination of random digital signals. *International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS)*, 13 (2). Available at: <https://www.ijcnis.org/index.php/ijcnis/article/view/5008>
16. Ruban, I., Martovytskyi, V., Lukova-Chuiko, N. (2016). Designing a monitoring model for cluster super-computers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (84)), 32–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85433>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265775

DEVISING A METHOD FOR SEGMENTING IMAGES ACQUIRED FROM SPACE OPTICAL AND ELECTRONIC OBSERVATION SYSTEMS BASED ON THE SINE-COSINE ALGORITHM (p. 17–24)

Hennadii Khudov

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3311-2848>

Oleksandr Makoveichuk

Academician Yuriy Bugay International Scientific and Technical University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4425-016X>

Vladyslav Khudov

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9863-4743>

Volodymyr Maliuha

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6227-1269>

Anatolii Andriienko

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7018-3784>

Yevhen Tertyschnik

State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3356-7639>

Viktor Pashchenko

National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6859-0700>

Dmytro Parashchuk

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8882-1644>

Irina Khizhnyak

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3431-7631>

Temir Kalimulin

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7636-7218>

The object of this study is the process of segmentation of images acquired from space optoelectronic surveillance systems. The method to segment images from space optoelectronic surveillance systems based on the Sine-Cosine algorithm involves determining the threshold level; unlike the known ones, the following is carried out in it:

- preliminary selection of red-green-blue color space brightness channels in the original image;
- calculation of the maximum distance of movement of agents in the image in each brightness channel;
- calculation of the values that determine the movement of agents in the image in each brightness channel;
- determining the position of agents in the image using trigonometric functions of the sine and cosine in each brightness channel.

An experimental study into segmenting images acquired from space optoelectronic surveillance systems based on the Sine-Cosine algorithm was carried out. It was found that the improved method of image segmentation based on the Sine-Cosine algorithm makes it possible to segment the images. In this case, objects of interest, snow-covered objects of interest, background objects, and undefined areas of the image (anomalous areas) are identified.

The quality of image segmentation was assessed using the Sine-Cosine algorithm-based method. It was found that the improved segmentation method based on the Sine-Cosine algorithm reduces the segmentation error of the first kind by an average of 21 % and the segmentation error of the first kind by an average of 17 %.

Methods of image segmentation can be implemented in software and hardware systems that process images acquired from space optoelectronic surveillance systems.

Further studies may involve comparing the quality of segmentation by the method based on the Sine-Cosine algorithm with segmentation methods based on evolutionary algorithms (for example, genetic ones).

Keywords: image segmentation, space optoelectronic surveillance system, Sine-Cosine algorithm.

References

1. Olejnik, A., Kiszowski, L., Rogólski, R., Chmaj, G., Radomski, M., Majcher, M., Omen, L. (2020). The Use of Unmanned Aerial Vehicles in Remote Sensing Systems. *Sensors*, 20 (7), 2003. doi: <https://doi.org/10.3390/s20072003>
2. Olejnik, A., Kiszowski, L., Rogólski, R., Chmaj, G., Radomski, M., Majcher, M., Omen, L. (2019). Precise Remote Sensing Using Unmanned Helicopter. 2019 IEEE 5th International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace). doi: <https://doi.org/10.1109/metroaerospace.2019.8869657>
3. Sharad, W. (2021). The development of the earth remote sensing from satellite. *MECHANICS OF GYROSCOPIC SYSTEMS*, 40, 46–54. doi: <https://doi.org/10.20535/0203-3771402020248768>
4. Favorskaya, M. N., Zotin, A. G. (2021). Semantic segmentation of multispectral satellite images for land use analysis based on embedded information. *Procedia Computer Science*, 192, 1504–1513. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.08.154>
5. Khudov, H., Khizhnyak, I., Misiuk, D., Shamrai, N., Chepurnyi, V., Ruban, I. et. al. (2021). The Improved Mathematical Model for Interpretation of Satellite Imagery. 2021 IEEE 8th International Con-

- ference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). doi: <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772162>
6. Khudov, H., Makoveichuk, O., Khizhnyak, I., Shamrai, B., Glukhov, S., Lunov, O. et. al. (2022). The Method for Determining Informative Zones on Images from On-Board Surveillance Systems. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12 (8), 61–69. doi: https://doi.org/10.46338/ijetae0822_08
 7. Ruban, I., Khudov, H., Makoveichuk, O., Khizhnyak, I., Khudov, V., Maliuha, V. et. al. (2021). The Development of a Forecasting Model for the Situation Based on Space Images. 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/csit52700.2021.9648685>
 8. Niu, Z., Li, H. (2019). Research and analysis of threshold segmentation algorithms in image processing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237 (2), 022122. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022122>
 9. Li, D., Wang, Y. (2018). Application of an improved threshold segmentation method in SEM material analysis. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 322, 022057. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/322/2/022057>
 10. Jha, S. K., Bannerjee, P., Banik, S. (2013). Random Walks based Image Segmentation Using Color Space Graphs. *Procedia Technology*, 10, 271–278. doi: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.361>
 11. Al-Azawi, R. J., Al-Jubouri, Q. S., Mohammed, Y. A. (2019). Enhanced Algorithm of Superpixel Segmentation Using Simple Linear Iterative Clustering. 2019 12th International Conference on Developments in ESystems Engineering (DeSE). doi: <https://doi.org/10.1109/dese.2019.00038>
 12. Nguyen, N. T. T., Le, P. B. (2022). Topological Voting Method for Image Segmentation. *Journal of Imaging*, 8 (2), 16. doi: <https://doi.org/10.3390/jimaging8020016>
 13. Saglam, A., Baykan, N. A. (2017). Sequential image segmentation based on minimum spanning tree representation. *Pattern Recognition Letters*, 87, 155–162. doi: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2016.06.001>
 14. Pestunov, I. A., Rylov, S. A., Berikov, V. B. (2015). Hierarchical clustering algorithms for segmentation of multispectral images. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*, 51 (4), 329–338. doi: <https://doi.org/10.3103/s8756699015040020>
 15. Pesaresi, M., Benediktsson, J. A. (2001). A new approach for the morphological segmentation of high-resolution satellite imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39 (2), 309–320. doi: <https://doi.org/10.1109/36.905239>
 16. Neupane, B., Horanont, T., Aryal, J. (2021). Deep Learning-Based Semantic Segmentation of Urban Features in Satellite Images: A Review and Meta-Analysis. *Remote Sensing*, 13 (4), 808. doi: <https://doi.org/10.3390/rs13040808>
 17. Avenash, R., Viswanath, P. (2019). Semantic Segmentation of Satellite Images using a Modified CNN with Hard-Swish Activation Function. *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*. doi: <https://doi.org/10.5220/0007469604130420>
 18. Long, J., Shelhamer, E., Darrell, T. (2015). Fully convolutional networks for semantic segmentation. 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). doi: <https://doi.org/10.1109/cvpr.2015.7298965>
 19. Lyu, Y., Vosselman, G., Xia, G.-S., Yilmaz, A., Yang, M. Y. (2020). UAVid: A semantic segmentation dataset for UAV imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 165, 108–119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.05.009>
 20. Wang, Y., Lyu, Y., Cao, Y., Yang, M. Y. (2019). Deep Learning for Semantic Segmentation of UAV Videos. *IGARSS 2019 – 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. doi: <https://doi.org/10.1109/igarss.2019.8899786>
 21. Ibrahim, N. S., Sharun, S. M., Osman, M. K., Mohamed, S. B., S. Abdullah, S. H. Y. (2021). The application of UAV images in flood detection using image segmentation techniques. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 23 (2), 1219. doi: <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v23.i2.pp1219-1226>
 22. Li, H., Tang, Y., Liu, Q., Ding, H., Jing, L., Lin, Q. (2014). A novel multi-resolution segmentation algorithm for highresolution remote sensing imagery based on minimum spanning tree and minimum heterogeneity criterion. 2014 IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium. doi: <https://doi.org/10.1109/igarss.2014.6947070>
 23. Lopez, J., Branch, J. W., Chen, G. (2019). Line-based image segmentation method: a new approach to segment VHSR remote sensing images automatically. *European Journal of Remote Sensing*, 52 (1), 613–631. doi: <https://doi.org/10.1080/22797254.2019.1699449>
 24. Xue, Y., Zhao, J., Zhang, M. (2021). A Watershed-Segmentation-Based Improved Algorithm for Extracting Cultivated Land Boundaries. *Remote Sensing*, 13 (5), 939. doi: <https://doi.org/10.3390/rs13050939>
 25. Khudov, H., Makoveichuk, O., Butko, I., Gyrenko, I., Stryhun, V., Bilous, O. et. al. (2022). Devising a method for segmenting camouflaged military equipment on images from space surveillance systems using a genetic algorithm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (117)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259759>
 26. Ruban, I., Khudov, H., Makoveichuk, O., Khudov, V., Kalimulin, T., Glukhov, S. et. al. (2022). Methods of UAVs images segmentation based on k-means and a genetic algorithm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (118)), 30–40. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263387>
 27. Mirjalili, S. (2016). SCA: A Sine Cosine Algorithm for solving optimization problems. *Knowledge-Based Systems*, 96, 120–133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.12.022>
 28. Khudov, H., Makoveichuk, O., Khizhnyak, I., Oleksenko, O., Khazhanets, Y., Solomonenko, Y. et. al. (2022). Devising a method for segmenting complex structured images acquired from space observation systems based on the particle swarm algorithm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (116)), 6–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255203>
 29. Satellite Imagery. Available at: <https://www.maxar.com/products/satellite-imagery>
 30. 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. Available at: https://www.researchgate.net/publication/291431400_Features_of_optimization_of_two-alternative_decisions_by_joint_search_and_detection_of_objects
 31. Khudov, H., Makoveichuk, O., Misiuk, D., Pievtsov, H., Khizhnyak, I., Solomonenko, Y. et. al. (2022). Devising a method for processing the image of a vehicle's license plate when shooting with a smartphone camera. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (2 (115)), 6–21. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252310>

Oleksandr Orlov

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8995-7383>

Andrii Shyshatskyi

Research Center for Trophy and Perspective
Weapons and Military Equipment, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6731-6390>

Yurii Artabaiev

Research Center for Trophy and Perspective
Weapons and Military Equipment, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9446-3011>

Oleh Shknai

Military Unit A1906, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5572-4917>

Andrii Veretnov

Central Scientifically-Research Institute of Armaments and
Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0160-7325>

Oleksandr Koshlan

The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9678-6463>

Yevhen Zhyvylo

The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4077-7853>

Iryna Zhyvylo

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

The object of the research is a special-purpose communication system. The relevance of the research lies in the need for complex management of resources of special-purpose communication systems. The resources of the special-purpose communication system are defined as: spatial, temporal, frequency and hardware resources. Destabilizing factors include: intentional interference; denial-of-service cyber attacks and fire damage to individual elements of the special-purpose communication system. The method of complex management of resources of special-purpose communication systems was improved. The difference between the proposed method and the known ones is that the specified method contains improved procedures:

- determination of the impact of destabilizing factors on the special-purpose communication system;
- description of special-purpose communication systems of various architectures;
- determination of the rational route of information transmission and operation mode of communication devices in the general special-purpose communication system;
- consideration of uncertainty about the state of the special-purpose communication system;
- determination of the number of necessary forces and means of communication, which must be increased for the full functioning of the special communication system. The improved method provides a gain of 20–26 % compared to classical approaches to the management of resources of special-purpose communication systems. The improved method can be used at the control points of the communication system of groups of troops (forces) while planning the organization of communication and at the stage of operational management of the communication system.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266009
IMPROVEMENT OF COMPLEX RESOURCE
MANAGEMENT OF SPECIAL-PURPOSE
COMMUNICATION SYSTEMS (p. 34–44)

Mykhailo Koval

The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2130-2548>

Oleg Sova

Military Institute of Telecommunications and Information
Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7200-8955>

Keywords: special-purpose communication system, destabilizing factors, communication system resources, communication system topology.

References

- Bashkyrov, O. M., Kostyna, O. M., Shyshatskyi, A. V. (2015). Rozvytok intehrovanykh system zviazku ta peredachi danykh dlia potreby Zbroinykh Syl. *Ozbroiennia ta viiskova tekhnika*, 1 (5), 35–40. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2015_1_7
- Kalantaiavska, S., Pievtsov, H., Kuvshynov, O., Shyshatskyi, A., Yarosh, S., Gatsenko, S. et. al. (2018). Method of integral estimation of channel state in the multi-antenna radio communication systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (95)), 60–76. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144085>
- Kuchuk, N., Mohammed, A. S., Shyshatskyi, A., Nalapko, O. (2019). The method of improving the efficiency of routes selection in networks of connection with the possibility of self-organization. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8 (1.2). Available at: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/51500/1/IJATCSE_2019_8_1_2_Kuchuk_The_method.pdf
- Sliusar, V. I., Zinchenko, A. O., Zinchenko, K. A. (2015). Systema mobilnoho zviazku standartu GSM dlia potreby radiolokatsiinoho kontroliu povitrianoho prostoru. *Suchasni informatsiyni tekhnolohiyi u sferi bezpeky ta oborony*, 2 (23), 108–114.
- Sliusar, I. I., Sliusar, V. I., Smoliar, V. H., Omarov, M. I., Khomenko, R. V. (2016). Shliakhy udoskonalennia systemy trankinhovoho zviazku Ukrainy. *Novitni informatsiyni systemy ta tekhnolohiyi*, 5, 36–47.
- Jalil Piran, M., Pham, Q.-V., Islam, S. M. R., Cho, S., Bae, B., Suh, D. Y., Han, Z. (2020). Multimedia communication over cognitive radio networks from QoS/QoE perspective: A comprehensive survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 172, 102759. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102759>
- Khan, M. W., Zeeshan, M. (2019). QoS-based dynamic channel selection algorithm for cognitive radio based smart grid communication network. *Ad Hoc Networks*, 87, 61–75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2018.11.007>
- Majumder, T., Mishra, R. K., Singh, S. S., Sahu, P. K. (2020). Robust congestion control in cognitive radio network using event-triggered sliding mode based on reaching laws. *Journal of the Franklin Institute*, 357 (11), 7399–7422. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2020.05.019>
- Lin, Y.-C., Shih, Z.-S. (2018). Design and simulation of a radio spectrum monitoring system with a software-defined network. *Computers & Electrical Engineering*, 68, 271–285. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.03.043>
- Rharras, A. E., Saber, M., Chehri, A., Saadane, R., Hakem, N., Jeon, G. (2020). Optimization of Spectrum Utilization Parameters in Cognitive Radio Using Genetic Algorithm. *Procedia Computer Science*, 176, 2466–2475. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.328>
- Tanergüçlü, T., Karaşan, O. E., Akgün, İ., Karaşan, E. (2019). Radio Communications Interdiction Problem under deterministic and probabilistic jamming. *Computers & Operations Research*, 107, 200–217. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.03.013>
- Kumar, S., Singh, A. K. (2021). A localized algorithm for clustering in cognitive radio networks. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 33 (5), 600–607. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.04.004>
- Kaur, A., Kumar, K. (2020). Intelligent spectrum management based on reinforcement learning schemes in cooperative cognitive radio networks. *Physical Communication*, 43, 101226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phycom.2020.101226>
- Onumanyi, A. J., Abu-Mahfouz, A. M., Hancke, G. P. (2021). Amplitude quantization method for autonomous threshold estimation in self-reconfigurable cognitive radio systems. *Physical Communication*, 44, 101256. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phycom.2020.101256>
- Bodyanskiy, E., Strukov, V., Uzlov, D. (2017). Generalized metrics in the problem of analysis of multidimensional data with different scales. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu Povitrianykh Syl*, 3 (52), 98–101. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2017_3_22
- Tymchuk, S. (2017). Methods of Complex Data Processing from Technical Means of Monitoring. *Path of Science*, 3 (3), 4.1–4.9. doi: <https://doi.org/10.22178/pos.20-4>
- Shyshatskyi, A., Sova, O., Zhuravskiy, Y., Zhyvotovskiy, R., Lyashenko, A., Cherniak, O. et. al. (2020). Development of resource distribution model of automated control system of special purpose in conditions of insufficiency of information on operational development. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (2 (51)), 35–39. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.198082>
- Koshlan, A., Salmikova, O., Chekhovska, M., Zhyvotovskiy, R., Prokopenko, Y., Hurskyi, T. et. al. (2019). Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (101)), 35–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>
- Pievtsov, H., Turynskiy, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., Shyshatskyi, A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 78–89. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>
- Zuiev, P., Zhyvotovskiy, R., Zvieriev, O., Hatsenko, S., Kuprii, V., Nakonechnyi, O. et. al. (2020). Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (106)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
- Shyshatskyi, A. (2020). Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9 (4), 5583–5590. doi: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>
- Sova, O., Golub, V., Shyshatskyi, A., Ostapchuk, V., Nalapko, O., Zubrytska, H. (2019). Method of Forecasting the Duration of Data Transmission Routes in Mobile Radio Networks. 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). doi: <https://doi.org/10.1109/ukrcon.2019.8879978>
- Mahdi, Q. A., Shyshatskyi, A., Prokopenko, Y., Ivakhnenko, T., Kupriyenko, D., Golian, V. et. al. (2021). Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (111)), 51–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718>
- Makridenko, L. A., Volkov, S. N., Khodnenko, V. P. (2010). Kontseptual'nye voprosy sozdaniya i primeneniya malykh kosmicheskikh apparatov. *Voprosy elektromekhaniki*, 114, 15–26.
- Trotsenko, R. V., Bolotov, M. V. (2014). Data extraction process for heterogeneous sources. *Privolzhskiy nauchnyy vestnik*, 12-1 (40), 52–54.
- Lei, Z., Yang, P., Zheng, L. (2018). Detection and Frequency Estimation of Frequency Hopping Spread Spectrum Signals Based on Channelized Modulated Wideband Converters. *Electronics*, 7 (9), 170. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics7090170>
- Kanaa, A., Sha'ameri, A. Z. (2018). A robust parameter estimation of FHSS signals using time-frequency analysis in a non-cooperative environment. *Physical Communication*, 26, 9–20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phycom.2017.10.013>

28. Jin, J., Xie, H., Hu, J., Yin, W.-Y. (2014). Characterization of anti-jamming effect on the Joint Tactical Information Distribution System (JTIDS) operating in complicated electromagnetic environment. 2014 International Symposium on Electromagnetic Compatibility. doi: <https://doi.org/10.1109/emceurope.2014.6931048>
29. Liu, F., Marcellin, M. W., Goodman, N. A., Bilgin, A. (2013). Compressive detection of frequency-hopping spread spectrum signals. *Compressive Sensing II*. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2015969>
30. 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: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.01>
31. Levashenko, V., Liashenko, O., Kuchuk, H. (2020). Building Decision Support Systems based on Fuzzy Data. *Advanced Information Systems*, 4 (4), 48–56. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.4.07>
32. 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>
33. Kuchuk, N., Merlak, V., Skorodelov, V. (2020). A method of reducing access time to poorly structured data. *Advanced Information Systems*, 4 (1), 97–102. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.14>
34. Shyshatskyi, A., Tiurnikov, M., Suhak, S., Bondar, O., Melnyk, A., Bokhno, T., Lyashenko, A. (2020). Method of assessment of the efficiency of the communication of operational troop grouping system. *Advanced Information Systems*, 4 (1), 107–112. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.16>
35. Raskin, L., Sira, O. (2016). Method of solving fuzzy problems of mathematical programming. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (4 (83)), 23–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.81292>
36. Lytvyn, V., Vysotska, V., Pukach, P., Brodyak, O., Ugryn, D. (2017). Development of a method for determining the keywords in the slavic language texts based on the technology of web mining. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (2 (86)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.98750>
37. Stepanenko, A., Oliinyk, A., Deineha, L., Zaiko, T. (2018). Development of the method for decomposition of superpositions of unknown pulsed signals using the second-order adaptive spectral analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (92)), 48–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126578>
38. Gorbenko, I., Ponomar, V. (2017). Examining a possibility to use and the benefits of post-quantum algorithms dependent on the conditions of their application. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (86)), 21–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96321>
39. Lovska, A. (2015). Peculiarities of computer modeling of strength of body bearing construction of gondola car during transportation by ferry-bridge. *Metallurgical and Mining Industry*, 1, 49–54. Available at: https://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/10%20Lovska.pdf
40. Lovska, A., Fomin, O. (2020). A new fastener to ensure the reliability of a passenger car body on a train ferry. *Acta Polytechnica*, 60 (6). doi: <https://doi.org/10.14311/ap.2020.60.0478>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265779

POINT COORDINATION MECHANISM BASED MOBILE AD HOC NETWORK INVESTIGATION AGAINST JAMMERS (p. 45–53)

Shayma W. Nourildean

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9452-4344>

Sabbar I. Jasim

Dijlah University, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6829-0567>

May T. Abdulhadi

Iraqi Commission for Computers and Informatics, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2411-067X>

Mustafa Musa Jaber

Institute of Informatics and Computing in Energy, Universiti Tenaga Nasional, Selangor, Malaysia
Al-Farahidi University, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5777-9428>

In this paper, a jamming attack (a kind of Denial-of-Service attack) was investigated, which interfered with the normal operation of a Mobile Ad Hoc network, which is more vulnerable to various attacks because of its self-configuration, dynamic characteristics, therefore, jammers would affect the network QoS parameters by reducing the throughput and increasing the delay. This problem is solved in this study by enabling the Point Coordination Function, which is a media access mechanism specified by the IEEE standard in some selected MANET nodes (guard nodes) to improve the deficiency of MANET's performance. The Riverbed modeler was utilized as a simulation tool. In this study, six jammers with two different transmission power values had been applied. In a number of different simulation scenarios with and without jammers, the estimated results showed that the jammers affected the network performance by increasing the delay to 3.0658 sec and decreasing the throughput to 120200.59 bits/sec. After enabling the PCF mechanism in a number of selected nodes, the results allowed the user to solve the problem by improving the network deficiency so that the throughput had been increased to 137478.32 bits/sec and the delay had been decreased to 0.7556 sec. It can be concluded that PCF is a good improvement for different levels of jammer transmission power such as 0.01 W and 0.001 W, and PCF also improved the network's delay and throughput when the number of PCF enabled nodes had been increased to 10 nodes and 12 nodes, respectively. The improvement is also increased. This study can be used in practice for any ad hoc network when attacked by jammers.

Keywords: MANET, Riverbed, point coordination, routing protocols, jamming attacks, delay, throughput.

References

1. Alani, S., Zakaria, Z., Lago, H. (2019). A new energy consumption technique for mobile ad hoc networks. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 9 (5), 4147. doi: <https://doi.org/10.11591/ijece.v9i5.pp4147-4153>
2. Meddeb, R., Triki, B., Jemili, F., Korbaa, O. (2017). A survey of attacks in mobile ad hoc networks. 2017 International Conference on Engineering & MIS (ICEMIS). doi: <https://doi.org/10.1109/icemis.2017.8273007>
3. Vidhya Lakshmi, G., Vaishnavi, P. (2022). An Efficient Security Framework for Trusted and Secure Routing in MANET: A Comprehensive Solution. *Wireless Personal Communications*, 124 (1), 333–348. doi: <https://doi.org/10.1007/s11277-021-09359-2>
4. Singh, J., Gupta, S. (2017). Impact of Jamming Attack in Performance of Mobile Ad hoc Networks. *International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCTST)*, 5 (3), 184–190. Available at: <http://www.ijctstjournal.org/volume-5/issue-3/IJCTST-V5I3P33.pdf>
5. Zhang, R., Sun, J., Zhang, Y., Huang, X. (2015). Jamming-Resilient Secure Neighbor Discovery in Mobile Ad Hoc Networks. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 14 (10), 5588–5601. doi: <https://doi.org/10.1109/twc.2015.2439688>
6. Houssaini, M.-A. E., Aaroud, A., Hore, A. E., Ben-Othman, J. (2016). Detection of Jamming Attacks in Mobile Ad Hoc Networks Using

- Statistical Process Control. *Procedia Computer Science*, 83, 26–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.04.095>
7. Albanese, M., De Benedictis, A., Jajodia, S., Torrieri, D. (2014). A probabilistic framework for jammer identification in MANETs. *Ad Hoc Networks*, 14, 84–94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2013.11.007>
 8. Kim, J., Biswas, P. K., Bohacek, S., Mackey, S. J., Samoohi, S., Patel, M. P. (2021). Advanced protocols for the mitigation of friendly jamming in mobile ad-hoc networks. *Journal of Network and Computer Applications*, 181, 103037. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103037>
 9. Akila, R., Jenefer, M. P. (2016). Efficient Policy based Detection of Jamming Attacks in MANETS. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 5 (3), 316–324. Available at: <https://www.ijarce.com/upload/2016/march-16/IJARCC%2078.pdf>
 10. Maheswari, R., Rajeswari, S. (2015). A Review on Types of Jamming Attack In Mobile Ad-Hoc Network. *Proceedings of the UGC Sponsored National Conference on Advanced Networking and Applications*, 84–86. Available at: <https://www.ijana.in/Special%20Issue/file18.pdf>
 11. Thapak, S., Chouksey, P. (2019). Protection From Jamming Attack And Service, Quality Improvement Of Network In Future MANET Communication Network. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8 (11), 3706–3714. Available at: <http://www.ijstr.org/final-print/nov2019/Protection-From-Jamming-Attack-And-Service-quality-Improvement-Of-Network-In-Future-Manet-Communication-Network.pdf>
 12. Jayanand, A. (2020). A cooperative combined defense technique for jamming attack in MANET. *International Journal of Operational Research*, 37 (4), 549. doi: <https://doi.org/10.1504/ijor.2020.105767>
 13. Aditi, Singh, J. K. (2017). Detection and isolation mechanism of jamming attack for aodv in manet. *International Journal of Technical Research & Science*, 2 (II), 76–83. Available at: https://www.ijtrs.com/uploaded_paper/DETECTION%20AND%20ISOLATION%20MECHANISM%20OF%20JAMMING%20ATTACK%20FOR%20AODV%20IN%20MANET%201.pdf
 14. Vijayalakshmi, K., Hema Rajini, N. (2021). Detection Of Jamming Attack In Manet Using Enhanced Artificial Bee Colony Algorithm. *International Journal of Electrical Engineering and Technology (IJEET)*, 12 (4), 25–32. Available at: https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJEET/VOLUME_12_ISSUE_4/IJEET_12_04_004.pdf
 15. Sirmollo, C. Z., Bitew, M. A. (2021). Mobility-Aware Routing Algorithm for Mobile Ad Hoc Networks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/6672297>
 16. Zaki, S. M., Ngadi, M. A., Kamat, M., Razak, S. A. (2020). A Review of Location Prediction Techniques in Mobile Ad Hoc Networks. *Al-Qadisiyah Journal Of Pure Science*, 25 (2), 17–28. doi: <https://doi.org/10.29350/qjps.2020.25.2.974>
 17. Haglan, H. M., Mostafa, S. A., Safar, N. Z. M., Mustapha, A., Sarin-gatb, Mohd. Z., Alhakami, H., Alhakami, W. (2021). Analyzing the impact of the number of nodes on the performance of the routing protocols in manet environment. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 10 (1), 434–440. doi: <https://doi.org/10.11591/eei.v10i1.2516>
 18. Joy, A., Singh, K. (2017). Detection Mechanism for Jamming Attack in MANET. *Int. J. Sci. Res. Dev.*, 4 (11), 604–607.
 19. Fernandes, D., Rakesh Kumar, B. (2017). Survey on jamming attack in manet. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*, 410–414. Available at: <https://www.ijltet.org/journal/151065846992.pdf>
 20. Hamdi, M. M., Audah, L., Abood, M. S., Rashid, S. A., Mustafa, A. S., Mahdi, H., Al-Hiti, A. S. (2021). A review on various security attacks in vehicular ad hoc networks. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 10 (5), 2627–2635. doi: <https://doi.org/10.11591/eei.v10i5.3127>
 21. Mahajan, A. S., Mahajan, S., Marwaha, M. (2017). Review of aodv & dsr protocols under jamming attack and recovery with pcf technique. *Int. J. Softw. Hardw. Res. Eng.*, 5 (10), 14–17.
 22. Xiao, X. (2008). Technical, Commercial and Regulatory Challenges of QoS. *An Internet Service Model Perspective*. Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373693-2.X0001-8>
 23. Kaler, V., Bairwa, A. K. et. al. (2017). Performance analysis of traffic oriented pcf in wireless local area network. *International Conference On Communication & Computational Technologies*, 312–318. Available at: <https://ijcrt.org/papers/IJCRTICCC048.pdf>
 24. Jie, L., Wang, L. (2019). Simulation tools for MANETs: a systematic survey. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 2 (11), 1045–1053. Available at: https://www.researchgate.net/publication/337949935_Simulation_tools_for_MANETs_a_systematic_survey
 25. Nourildean, S. W., Mohammed, Y. A., Salih, A. M. (2022). Mobile Ad Hoc Network Improvement against Jammers for Video Applications Using Riverbed Modeler (v17.5). *Webology*, 19 (1), 1446–1459. doi: <https://doi.org/10.14704/web/v19i1/web19096>
 26. Rao, Y. C., Kishore, P., Prasad, S. R. (2019). Riverbed Modeler Simulation-Based Performance Analysis of Routing Protocols in Mobile Ad Hoc Networks. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 7 (6S), 350–354. Available at: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v7i6s/F02690376S19.pdf>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265089
IMPLEMENTATION OF RADAR CROSS-SECTIONS
MODEL FOR TARGETS WITH DIFFERENT
SCATTERING CENTERS (p. 54–60)

Sameir Aziez

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0136-3869>

Ekhlas Hamza

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4351-3685>

Fadia Hummadi

Al-Khwarizmi Collage of Engineering –
 University of Baghdad, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8179-5305>

Ahmad Sabry

Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2736-5582>

Target scattering or reflection is used by radar systems to identify and detect targets. The larger the echo that was returned to the radar receiver, the superior the signal-to-noise ratio and the greater the likelihood of detection. The radar cross-section (RCS) determines the quantity of energy reflected from a target in radar systems. This work shows new modeling for radar targets with growing stages of fidelity. We introduce the RCS concept for straightforward point targets and extend this into additional complex states of targets with several scattering midpoints. In addition, we discuss the modeling of fluctuations in RCS with time and briefly consider the case of the polarized signal. Because the receiver and transmitter are co-located, the effort focuses on narrowband mono-static radar techniques. The RCS value changes between scans. We simulate the replicated power of a sent signal over 10,000 scanning over unit incident signals, assuming that the signal illuminates the target just once each dwell. The target is modeled by four scatterers that are placed at four

square vertices. All scatterers are cylindrical-point targets on a 0.5-meter square XY plane without losing generality. The acquired results demonstrated how to generate target echoes while accounting for statistical fluctuations. From the relation between RCS and elevation angle variations for cylindrical targets, the obtained result demonstrated that the first two outputs are the same and confirmed that there is no reliance on azimuth angle. The comparison between wideband and narrowband RCS patterns demonstrated that the RCS profiles of the target-matched shallower nulls for azimuth direction are in the range of (40–50) degrees at zero elevation for 4 scatterers' extended targets.

Keywords: radar cross-section (RCS), target scattering, point targets, measured targets' profiles, extended targets.

References

- Semkin, V., Haarla, J., Pairon, T., Slezak, C., Rangan, S., Viikari, V., Oestges, C. (2020). Analyzing Radar Cross Section Signatures of Diverse Drone Models at mmWave Frequencies. *IEEE Access*, 8, 48958–48969. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2020.2979339>
- Tian, Z.-F., Wu, D., Hu, T. (2022). Theoretical study of single-photon quantum radar cross-section of cylindrical curved surface. *Acta Physica Sinica*, 71 (3), 034204. doi: <https://doi.org/10.7498/aps.71.20211295>
- Sengupta, S., Council, H., Jackson, D. R., Onofrei, D. (2020). Active Radar Cross Section Reduction of an Object Using Microstrip Antennas. *Radio Science*, 55 (2). doi: <https://doi.org/10.1029/2019rs006939>
- Zhang, T., Zeng, H., Chen, R. (2019). Simulation of Quantum Radar Cross Section for Electrically Large Targets With GPU. *IEEE Access*, 7, 154260–154267. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2947738>
- Rajyalakshmi, P., Raju, G. S. N. (2011). Characteristics of Radar Cross Section with Different Objects. *International Journal of Electronics and Communication Engineering* 4 (2), 205–216. Available at: https://www.ripublication.com/irph/ijece/ijece4n2_6.pdf
- Shi, W., Zhang, X., Shen, Y., Chen, H., Yu, Z. (2021). RCS Estimation and Synthesis of Typical Traffic Participants. 2021 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS). doi: <https://doi.org/10.1109/piers53385.2021.9694942>
- Dallmann, T., Heberling, D. (2014). Discrimination of scattering mechanisms via polarimetric rcs imaging [measurements corner]. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 56 (3), 154–165. doi: <https://doi.org/10.1109/map.2014.6867696>
- Alberga, V. (2004). Volume decorrelation effects in polarimetric SAR interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42 (11), 2467–2478. doi: <https://doi.org/10.1109/tgrs.2004.837330>
- Shijer, S. S., Sabry, A. H. (2021). Analysis of performance parameters for wireless network using switching multiple access control method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (112)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238457>
- Al-Shoukry, S., M. Jawad, B. J., Musa, Z., Sabry, A. H. (2022). Development of predictive modeling and deep learning classification of taxi trip tolls. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (117)), 6–12. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259242>
- Li, M., Xiang, Y., Chen, X., Wang, Y., Lu, Y., Ding, Z. (2019). Altitude ambiguity suppression method based on dual frequency interfering and multi-frequency averaging for sparse baseline TomoSAR. *Electronics Letters*, 55 (22), 1194–1196. doi: <https://doi.org/10.1049/el.2019.2198>
- Ning, C., Lü, M., Gao, C., Wan, H. (2021). Clutter Reduction Method for Radar Cross Section (RCS) Measurement Based on InSAR Principle. *Beijing Ligong Daxue Xuebao/Transaction of Beijing Institute of Technology*, 41 (08). doi: <https://doi.org/10.15918/j.tbit1001-0645.2021.024>
- Margarit, G., Mallorqui, J. J., Fortuny-Guasch, J., Lopez-Martinez, C. (2009). Exploitation of Ship Scattering in Polarimetric SAR for an Improved Classification Under High Clutter Conditions. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47 (4), 1224–1235. doi: <https://doi.org/10.1109/tgrs.2008.2008721>
- Lee, K.-C. (2019). Radar target recognition by frequency-diversity rcs together with kernel scatter difference discrimination. *Progress In Electromagnetics Research M*, 87, 137–145. doi: <https://doi.org/10.2528/pierm19101201>
- Deep, Y., Held, P., Ram, S. S., Steinhäuser, D., Gupta, A., Gruson, F. et al. (2020). Radar cross-sections of pedestrians at automotive radar frequencies using ray tracing and point scatterer modelling. *IET Radar, Sonar & Navigation*, 14(6), 833–844. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-rsn.2019.0471>
- Baldauf, J., Lee, S.-W., Lin, L., Jeng, S.-K., Scarborough, S. M., Yu, C. L. (1991). High frequency scattering from trihedral corner reflectors and other benchmark targets: SBR versus experiment. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 39 (9), 1345–1351. doi: <https://doi.org/10.1109/8.99043>
- Skolnik, M. I. (2008). *Radar Handbook*. McGraw Hill, 1328.
- Youssef, N. N. (1989). Radar cross section of complex targets. *Proceedings of the IEEE*, 77 (5), 722–734. doi: <https://doi.org/10.1109/5.32062>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.264093

IDENTIFYING SOME REGULARITIES OF RADIO FREQUENCY PROPAGATION OF A RADAR SYSTEM BY ANALYZING DIFFERENT ENVIRONMENTAL EFFECTS (p. 61–67)

Ekhlas Kadhun Hamza

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4351-3685>

Sameir A. Aziez

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0136-3869>

Ahmed Hameed Reja

University of Technology – Iraq, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3576-9293>

Ahmad H. Sabry

Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2736-5582>

Free space path loss is a function of frequency and propagation distance and the RF signal propagates at light speed in all directions in free space. The performance evaluation of wireless and radar communication technologies is related to understanding the propagation environments. This work presents the modeling of several RF propagation properties that include atmospheric attenuation due to rain, free space path loss, gas, and fog, as well as multipath propagations caused by ground bounces. The methodology discusses the developed model according to the series of (ITU) International Telecommunication Union references to radio wave propagation. This work discusses the Free Space Path Losses (FSPL), and Propagation Losses (PL) due to the atmosphere, precipitation, snow, rain, clouds, fog, atmospheric lensing and absorption, and polarization mismatch. The work also discusses the vertical coverage diagram and radar propagation factor. The obtained results demonstrate that the PL increases with frequency and range, at a 90-degree roll angle, the attenuation approaches infinity, and as the altitude rises, the amount of attenuation caused by lensing decreases. The analysis

of attenuation at 1 km vs. frequency variations, at roughly 60 GHz, indicated a high absorption owing to air gas. Lensing attenuations are also offered as secondary outputs for convenience, the wideband channels present higher performance crossways and a wide range of target height as expected. When the target height increases, the influence of multi-path fading approximately vanishes entirely due to the variation increasing in the spreading delay between the bounce and direct pathway signals. This will reduce the coherence sum between these two samples on receiving by the target.

Keywords: free space path loss (FSPL), propagation losses (PL), weather antenna attenuation.

References

- Alotaibi, S. (2018). Improved Performance of Doppler Tolerant Radars Using Digital Code. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1–6. <https://doi.org/10.5455/jeas.2018050101>
- Faruk, N., Abdulrasheed, I. Y., Surajudeen-Bakinde, N. T., Adetiba, E., Oloyede, A. A., Abdulkarim, A., Sowande, O., Ifijeh, A. H., Atayero, A. A. (2021). Large-scale radio propagation path loss measurements and predictions in the VHF and UHF bands. *Heliyon*, 7 (6), e07298. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07298>
- Faruk, N., Popoola, S. I., Surajudeen-Bakinde, N. T., Oloyede, A. A., Abdulkarim, A., Olawoyin, L. A., Ali, M., Calafate, C. T., Atayero, A. A. (2019). Path Loss Predictions in the VHF and UHF Bands Within Urban Environments: Experimental Investigation of Empirical, Heuristics and Geospatial Models. *IEEE Access*, 7, 77293–77307. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2921411>
- De Beelde, B., Plets, D., Desset, C., Tanghe, E., Bourdoux, A., Joseph, W. (2021). Material Characterization and Radio Channel Modeling at D-Band Frequencies. *IEEE Access*, 9, 153528–153539. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3127399>
- Fono, V. A., Talbi, L., Safia, O. A., Nedil, M., Hettak, K. (2020). Deterministic Modeling of Indoor Stairwells Propagation Channel. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 19 (2), 327–331. <https://doi.org/10.1109/lawp.2019.2961641>
- Xing, Y., Rappaport, T. S., Ghosh, A. (2021). Millimeter Wave and Sub-THz Indoor Radio Propagation Channel Measurements, Models, and Comparisons in an Office Environment. *IEEE Communications Letters*, 25 (10), 3151–3155. <https://doi.org/10.1109/lcomm.2021.3088264>
- Vertatschitsch, L. E., Sahr, J. D., Colestock, P., Close, S. (2011). Meteoroid head echo polarization features studied by numerical electromagnetics modeling. *Radio Science*, 46 (6). Portico. <https://doi.org/10.1029/2011rs004774>
- Alslaimy, M., Smith, G. E. (2019). Cramér-Rao lower bound for ATSC signal-based passive radar systems. *Electronics Letters*, 55 (8), 479–481. Portico. <https://doi.org/10.1049/el.2019.0011>
- Shijer, S. S., Sabry, A. H. (2021). Analysis of performance parameters for wireless network using switching multiple access control method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (112)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238457>
- Al-Shoukry, S., M. Jawad, B. J., Musa, Z., Sabry, A. H. (2022). Development of predictive modeling and deep learning classification of taxi trip tolls. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (117)), 6–12. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259242>
- Hultell, J., Johansson, K. (2006). Performance Analysis of Non-Co-sited Evolved 2G and 3G Multi-Access Systems. 2006 IEEE 17th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications. <https://doi.org/10.1109/pimrc.2006.254249>
- Aytekin, A., Gulbahar, B. (2020). Experimental Analysis of RF based Multi-plane-diffraction with Over-the-air Active Cellular Signal Measurements. 2020 28th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). <https://doi.org/10.1109/siu49456.2020.9302221>
- Quanmin, W., Chuncai, W., Gang, G., Kedi, H. (2010). RF Effect Algorithms of Terrain Environment in Signal-Level Radar System Simulation. 2010 Second International Conference on Computer Modeling and Simulation. <https://doi.org/10.1109/iccms.2010.96>
- Kang, S., Oldenburg, D. W., Heagy, L. J. (2019). Detecting induced polarisation effects in time-domain data: a modelling study using stretched exponentials. *Exploration Geophysics*, 51 (1), 122–133. <https://doi.org/10.1080/08123985.2019.1690393>
- ITU-R P.838-3. Specific attenuation model for rain for use in prediction methods. Available at: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.838-3-200503-I!!PDF-E.pdf
- Armon, M., Marra, F., Enzel, Y., Rostkier-Edelstein, D., Garfinkel, C. I., Adam, O., Dayan, U., Morin, E. (2021). Reduced Rainfall in Future Heavy Precipitation Events Related to Contracted Rain Area Despite Increased Rain Rate. *Earth's Future*, 10 (1). Portico. <https://doi.org/10.1029/2021ef002397>
- ITU-R P.840-5. Attenuation due to clouds and fog. Available at: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.840-5-201202-S!!PDF-E.pdf
- ITU-R P.676-10. Attenuation by atmospheric gases. Available at: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.676-10-201309-S!!PDF-E.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265953

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF RELIABLE STRUCTURES OF INFORMATION-CONTROL SYSTEMS (p. 68–78)

Ali Al-Ammouri

National Transport University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0375-6108>

Iryna Lebid

National Transport University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0707-4179>

Marina Dekhtiar

National Transport University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5503-1889>

Ievgenii Lebid

National Transport University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1794-8060>

Hasan Al-Ammori

National Transport University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1371-2205>

A mathematical model of the information system (IS) for monitoring the state of objects that may be exposed to extreme influences has been built. The system consists of n devices that work independently of each other. To construct the specified information system, which has the minimum permissible reliability of event recognition, a class of structures of the type « k with n » is considered.

Formulas for determining the probabilistic characteristics of n parallel reserved sensors for structures of the « k with n » type were derived; the probability of these events was calculated; and plots of their distribution were constructed. The peculiarity of the derived formulas is that they can be implemented on logical elements with which one can build a physical decision support device. The number of sensors and their corresponding probabilities of correct detection of fire at the given majority values of fire probability were also determined; the cost indicators of the information system were defined.

A method for improving the reliability of IS has been developed, based on the use of the optimal number of information sensor. The ratio of finding probabilistic states of IS for structures of the « k with n » type was obtained. Algorithms for calculating the probabilities of IS

states, as well as an algorithm for determining the number of information sensors and the corresponding probabilities of fire detection, have been developed. The feature of these algorithms is that they make it possible to determine the optimal number of information sensors. An estimate of the effectiveness of IS indicators of the considered types of structures was found: the probability of correct detection, the probability of non-detection, and false alarm.

The reported results can be used to select the optimal structure for recognizing dangerous flight situations: choosing the number of sensors corresponding to the high probability of correct detection and the minimum probabilities of non-detection and false alarms, taking into consideration the cost of sensors.

Keywords: information redundancy, information security, reliability of event recognition, possibility of correct detection.

References

- Zaripova, G. (2013). Increase of information transfer authenticity for non-stationary processes on the basis of neurofuzzy data processing system. *Applied Technologies and Innovations*, 9 (1), 1–11. doi: <https://doi.org/10.15208/ati.2013.1>
- Li, H., Zhao, Q., Yang, Z. (2008). Reliability Monitoring of Fault Tolerant Control Systems with Demonstration on an Aircraft Model. *Journal of Control Science and Engineering*, 2008, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1155/2008/265189>
- Gökdere, G., Gürcan, M. (2015). Erlang Strength Model for Exponential Effects. *Open Physics*, 13 (1), 395–399. doi: <https://doi.org/10.1515/phys-2015-0057>
- Qiang, L. (2011). Estimation of Fire Detection Time. *Procedia Engineering*, 11, 233–241. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.04.652>
- Al-Ammouri, A., Dyachenko, P., Degtiarova, A. (2017). Development of a mathematical model of information serial redundancy of management information systems of the aircraft fire alarm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (86)), 4–10. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96296>
- Al-Ammouri, A., Klochan, A., Al-Ammori, H., Degtiarova, A. (2018). Logic-Mathematical Model for Recognition the Dangerous Flight Events. 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). doi: <https://doi.org/10.1109/dsmp.2018.8478465>
- Pronikov, A. S. (2002). *Parametricheskaya nadezhnost' mashin*. Moscow: Izd-vo MGTU im. N. E. Bauman, 559.
- Strel'nikov, V. P., Fedukhin, A. V. (2002). *Otsenka i prognozirovaniye nadezhnosti elektronnykh elementov i sistem*. Kyiv: Logos, 486.
- Krasnobae, V., Kuznetsov, A., Popenko, V., Kuznetsova, T. (2021). Mathematical Model of the Reliability of a Computer System which is Functioning in the Residual Class System, Taking into Account the Reliability of Switching Devices. 2021 IEEE 4th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT). doi: <http://dx.doi.org/10.1109/AICT52120.2021.9628929>
- Brzhevskaya, Z., Dovzhenko, N., Haidur, H., Anosov, A. (2019). Criteria for monitoring the reliability of information in the information space. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 1 (5), 53–60. doi: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2019.5.5260>
- Meeker, W. Q., Escobar, L. A., Pascual, F. G. (2021). *Statistical Methods for Reliability Data*. Wiley, 704. Available at: <https://www.wiley.com/en-us/Statistical+Methods+for+Reliability+Data,+2nd+Edition-p-9781118115459>
- Temnikov, F. E., Afonin, V. A., Dmitriev, V. I. (1971). *Teoreticheskie osnovy informatsionnoy tekhniki*. Moscow: «Energiya», 410.
- Levin, B. R. (1989). *Teoreticheskie osnovy staticheskoy radiotekhniki*. Moscow: Radio i svyaz', 656.
- Luzhetskiy, V. K. (1987). *Protivopozharnaya zaschita samoletov grazhdanskoy aviatsii*. Moscow: Transport, 144.
- Abezgaus, T. T., Tron', A. P. et al. (1989). *Spravochnik po veroyatnostnym raschetam*. Moscow: Voenizdat, 656.
- Gnedenko, B. V. (2005). *Kurs teorii veroyatnostey*. Moscow: Editorial URSS, 448.
- Ventsel', E. S., Ovcharov, L. A. (1988). *Teoriya veroyatnosti i ee inzhenernye prilozheniya*. Moscow: Nauka, 480.
- Al-Ammori, A., Dmytrychenko, A. N., Al-Ammori, H. A. (2019). Probabilistic-mathematical models for formation of information flows in aircraft fire alarm system. *Journal of Automation and Information Sciences*, 51 (7), 67–80. doi: <https://doi.org/10.1615/JAutomatInfScien.v51.i7.60>
- Al-Ammouri, A., Dmytrychenko, A., Al-Ammori, H., Kharuta, V. (2019). Development of structures of the aircraft fire alarm system by means of nested modules. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (98)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.163022>

АНОТАЦІЇ
INFORMATION AND CONTROLLING SYSTEM

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265774

РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ КРИПТОСИСТЕМИ НА ОСНОВІ ФОРМУВАЧА ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ З ДВОМА ТИПАМИ ДЖЕРЕЛ ЕНТРОПІЇ (с. 6–16)

С. П. Євсєєв, Khazail Rzayev, О. А. Лаптев, Ruslan Hasanov, О. В. Мілов, Bahar Asgarova, Jale Camalova, С. С. Погасії

У сучасному програмному забезпеченні криптоалгоритми широко застосовуються як до завдань шифрування даних, так і аутентифікації і перевірки цілісності. Існують добре відомі та апробовані криптоалгоритми. Їхня криптостійкість або доведена математично, або заснована на необхідності вирішення математично складної задачі (факторизації, дискретного логарифмування тощо). З іншого боку, в комп'ютерному світі весь час з'являється інформація про помилки або «дірки» в тій чи іншій програмі (в т. ч. яка застосовує криптоалгоритми), або про те, що вона була зламана (cracked). Це створює недовіру як до конкретних програм, так і до можливості взагалі захистити щось криптографічними методами не тільки від спецслужб, а й від простих хакерів. Перспективним напрямом досліджень у цій галузі є реалізація у криптосистемах гібридного формувача випадкових чисел із двома типами джерел ентропії.

Наводиться методика та засоби реалізації гібридного формувача випадкових чисел з двома типами джерел ентропії: зовнішнім – на основі шумів стабілітрона та внутрішнім – на основі стану невизначеності структури транзисторно-транзисторної логіки. Наведено один із варіантів практичної реалізації формувача випадкових чисел, де як джерело ентропії використовуються два джерела: зовнішнє джерело – шум стабілітрона і внутрішнє джерело – невизначений стан структури транзисторно-транзисторної логіки. Наведено функціональну схему запропонованого формувача випадкових чисел з двома типами джерел ентропії. Побудовано MATLAB/Simulink модель запропонованого формувача випадкових чисел, наведено результати статистичного аналізу сформованих випадкових послідовностей пакетом тестів NIST SP 800-22.

Ключові слова: криптостійкість, криптоалгоритм, випадкові числа, псевдовипадкові числа, зона невизначеності, джерела ентропії, стійкість шифру.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265775

РОЗРОБКА МЕТОДУ СЕГМЕНТУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ З КОСМІЧНИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ОСНОВІ SINE-COSINE АЛГОРИТМУ (с. 17–24)

Г. В. Худов, О. М. Маковейчук, В. Г. Худов, В. Г. Малюга, А. М. Андрієнко, Є. М. Тертишнік, В. В. Пашенко, Д. Л. Паращук, І. А. Хижняк, Т. М. Калімулін

Об'єктом дослідження є процес сегментування зображень з космічних оптико-електронних систем спостереження. Метод сегментування зображень з космічних оптико-електронних систем спостереження на основі Sine-Cosine алгоритму, передбачає визначення порогового рівня, в якому, на відміну від відомих, проводиться:

- попереднє виділення каналів яскравості кольорового простору Red-Green-Blue на вихідному зображенні;
- розрахунок максимальної відстані переміщення агентів на зображенні в кожному каналі яскравості;
- розрахунок величин, що визначають рух агентів на зображенні в кожному каналі яскравості;
- визначення положення агентів на зображенні з використанням тригонометричних функцій синуса та косинуса в кожному каналі яскравості.

Проведено експериментальне дослідження сегментування зображень з космічних оптико-електронних систем спостереження на основі Sine-Cosine алгоритму. Встановлено, що удосконалений метод сегментування зображень на основі Sine-Cosine алгоритму дозволяє проводити сегментування зображень. При цьому виділяються об'єкти інтересу, об'єкти інтересу під сніговим покривом, фонові об'єкти та невизначені ділянки зображення (аномальні ділянки).

Проведено оцінювання якості сегментування зображень методом на основі Sine-Cosine алгоритму. Встановлено, що удосконалений метод сегментування на основі Sine-Cosine алгоритму знижує помилку сегментування I роду в середньому на 21 % та помилку сегментування II роду в середньому на 17 %.

Методи сегментування зображень можуть бути реалізовані у програмно-апаратних комплексах обробки зображень з космічних оптико-електронних систем спостереження.

Подальші дослідження можуть бути на порівняння якості сегментування методом на основі Sine-Cosine алгоритму з методами сегментування на основі еволюційних алгоритмів (наприклад, генетичних).

Ключові слова: сегментування зображення, космічна оптико-електронна система спостереження, Sine-Cosine алгоритм.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266009

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ (с. 34–44)

М. В. Коваль, О. Я. Сова, О. В. Орлов, А. В. Шишацький, Ю. З. Артабаєв, О. В. Шкнай, А. О. Веретнов, О. А. Кошляк, Є. О. Живило, І. О. Живило

Об'єктом зазначеного дослідження є система зв'язку спеціального призначення. Актуальність дослідження полягає у необхідності комплексного управління ресурсами систем зв'язку спеціального призначення. Під ресурсами системи зв'язку спеціального призначення розуміються: просторовий, часовий, частотний та апаратний ресурси. До дестабілізуючих факторів відносяться: завади навмисного походження; кібератаки, направлені на відмову в обслуговуванні та вогневе ураження окремих елементів системи зв'язку спеціального призначення. Удосконалено методику комплексного управління ресурсами систем зв'язку спеціального призначення. Відмінність запропонованої методики від відомих полягає у тому, що зазначена методика містить удосконалені процедури:

- визначення впливу дестабілізуючих факторів на систему зв'язку спеціального призначення;
- опису системи зв'язку спеціального призначення різної архітектури;
- визначення раціонального маршруту передачі інформації та режиму роботи засобів зв'язку в загальній системі зв'язку спеціального призначення;
- врахування ступіню невизначеності про стан системи зв'язку спеціального призначення;
- визначення кількості необхідних сил та засобів зв'язку, які необхідно наростити для повноцінного функціонування системи спеціального зв'язку. Удосконалена методика дозволяє отримати вииграш у 20–26 % у порівнянні з класичними підходами до управління ресурсами систем зв'язку спеціального призначення. Удосконалену методику доцільно використовувати на пунктах управління системою зв'язку угруповань військ (сил) при плануванні організації зв'язку та на етапі оперативного управління системою зв'язку.

Ключові слова: система зв'язку спеціального призначення, дестабілізуючі фактори, ресурси системи зв'язку, топологія системи зв'язку.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265779

ДОСЛІДЖЕННЯ МОБІЛЬНОЇ ОДНОРАНГОВОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ МЕХАНІЗМУ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ КООРДИНАЦІЇ НА ПРЕДМЕТ НАВМИСНИХ ПЕРЕШКОД (с. 45–53)

Shayma W. Nouridean, Sabbar I. Jasim, May T. Abdulhadi, Mustafa Musa Jaber

У даній роботі досліджено навмисні перешкоди (різновид атаки типу «відмова в обслуговуванні»), що перешкоджають нормальній роботі мобільної однорангової мережі, яка більш вразлива для різних атак через свою самоконфігурацію, динамічні характеристики. Отже, перешкоди впливатимуть на параметри якості обслуговування мережі за рахунок зниження пропускної здатності та збільшення затримки. У даному дослідженні ця проблема вирішується шляхом включення функції централізованої координації (PCF), яка являє собою механізм доступу до середовища, зазначений стандартом IEEE в деяких обраних вузлах MANET (сторожові вузли) для усунення дефектів продуктивності MANET. В якості інструменту моделювання використовувався симулятор Riverbed modeler. У дослідженні було застосовано шість передавачів перешкод з двома різними значеннями потужності передачі. У ряді різних сценаріїв моделювання з передавачами перешкод і без них розрахункові результати показали, що передавачі перешкод вплинули на продуктивність мережі, збільшивши затримку до 3,0658 с і знизивши пропускну здатність до 120200,59 біт/с. Після включення механізму PCF у низці обраних вузлів результати дозволили користувачеві вирішити задачу усунення дефектів мережі, так що пропускна здатність збільшилась до 137478,32 біт/с, а затримка знизилась до 0,7556 с. Можна зробити висновок, що PCF є хорошим рішенням для різних рівнів потужності передачі перешкод, таких як 0,01 Вт і 0,001 Вт. Також PCF дозволила покращити показники затримки та пропускної здатності мережі зі збільшенням кількості вузлів з підтримкою PCF до 10 і 12 вузлів відповідно. Дане дослідження може бути використане на практиці для будь-якої однорангової мережі при атаці за допомогою передавачів перешкод.

Ключові слова: MANET, Riverbed, централізована координація, протоколи маршрутизації, навмисні перешкоди, затримка, пропускна здатність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265089

РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОЇ ПЛОЩІ РОЗСПОВАННЯ ДЛЯ ЦІЛЕЙ З РІЗНИМИ ЦЕНТРАМИ РОЗСПОВАННЯ (с. 54–60)

Sameir Aziez, Ekhlas Hamza, Fadia Hummadi, Ahmad Sabry

Для ідентифікації та виявлення цілей у радіолокаційних системах використовується розсіювання або відображення цілей. Чим більший ехо-сигнал, повернутий на радіолокаційний приймач, тим вище відношення сигнал/шум і тим більша ймовірність виявлення. Ефективна площа розсіювання (ЕПР) визначає кількість енергії, відбитої від цілі в радіолокаційних системах. У роботі показано нове моделювання радіолокаційних цілей зі зростаючими рівнями точності. Ми представляємо концепцію ЕПР для прямих точкових цілей і розширюємо її на додаткові складні стани цілей з декількома середніми точками розсіювання. Крім того, обговорюється

моделювання коливань ЕПР з часом і коротко розглянуто випадок поляризованого сигналу. Оскільки приймач і передавач об'єднані, зусилля зосереджені на вузькосмугових моностаціонарних радіолокаційних технологіях. Значення ЕПР змінюється між скануваннями. Змодельована відтворювана потужність переданого сигналу протягом 10,000 сканувань за одиничними падаючими сигналами, припускаючи, що сигнал підсвічує ціль всього один раз за кожне підсвічування. Ціль моделюється чотирма розсіювачами, розташованими в чотирьох вершинах квадрата. Всі розсіювачі являють собою циліндричні точкові цілі на квадратній площині XY площею 0,5 метра без втрати спільності. Отримані результати продемонстрували спосіб генерування цільових ехо-сигналів з урахуванням статистичних коливань. Виходячи зі співвідношення між ЕПР і змінами кута піднесення для циліндричних цілей, отриманий результат показав, що перші два вихідних сигнали однакові, і підтвердив відсутність залежності від кута азимута. Порівняння ширококутової та вузькосмугової діаграм спрямованості ЕПР показало, що профілі ЕПР узгоджених з ціллю менших нулів для азимутального напрямку знаходяться в діапазоні (40–50) градусів при нульовому піднесенні для протяжних цілей 4 розсіювачів.

Ключові слова: ефективна площа розсіювання (ЕПР), розсіювання цілей, точкові цілі, профілі вимірюваних цілей, протяжні цілі.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.264093

ВИЯВЛЕННЯ ДЕЯКИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПОШИРЕННЯ РАДІОЧАСТОТ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ РІЗНИХ ВПЛИВІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА (с. 61–67)

Ekhlas Kadhum Hamza, Sameir A. Aziez, Ahmed Hameed Reja, Ahmad H. Sabry

Згасання у вільному просторі є функцією частоти і відстані розповсюдження, а радіочастотний сигнал поширюється зі швидкістю світла у всіх напрямках у вільному просторі. Оцінка ефективності технологій бездротового та радіолокаційного зв'язку пов'язана з розумінням умов розповсюдження. У роботі представлено моделювання характеристик поширення радіосигналів, включаючи згасання в атмосфері через дощ, згасання у вільному просторі, газ і туман, а також багатоприменеве поширення, викликане відбиттям від землі. У методології розглядається розроблена модель відповідно до серії рекомендацій Міжнародного союзу електров'язку (МСЕ) про поширення радіохвиль. У роботі обговорюється згасання у вільному просторі (FSPL) і втрати на поширення (PL) через атмосферу, опади, сніг, дощ, хмари, туман, атмосферне лінзування і поглинання, а також неузгодженість по поляризації. Крім того, розглядається діаграма спрямованості у вертикальній площині та коефіцієнт поширення радару. Отримані результати показують, що PL збільшується зі збільшенням частоти і дальності дії, при куті крену 90 градусів згасання наближається до нескінченності, і в міру збільшення висоти величина згасання, викликаного лінзуванням, зменшується. Аналіз згасання на відстані 1 км в залежності від коливань частоти, приблизно на 60 ГГц, показав високе поглинання через повітряні гази. Також для зручності в якості вторинних вихідних сигналів пропонуються згасання лінзування, ширококутові канали забезпечують більш високі характеристики і широкий діапазон висоти цілі, як і очікувалося. При збільшенні висоти цілі вплив багатоприменового завмирання майже повністю зникає через зростаючі зміни затримки поширення між відбитим і прямим сигналами. Це дозволить зменшити суму когерентності між цими двома вибірками при прийомі ціллю.

Ключові слова: згасання у вільному просторі (FSPL), втрати на поширення (PL), згасання метеоантени.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265953

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ НАДІЙНИХ СТРУКТУР ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ (с. 68–78)

A. N. Аль-Амморі, I. Г. Лебідь, M. M. Дехтяр, Є. M. Лебідь, X. A. Аль-Амморі

Розроблено математичну модель інформаційної системи (ІС) контролю стану об'єктів, які можуть зазнавати екстремальних впливів. Система складається з n пристроїв, які працюють незалежно один від одного. Для створення зазначеної інформаційної системи, яка має мінімально допустиму достовірність розпізнавання подій, розглядається клас структур типу « k з n ».

Виведено формули для визначення ймовірнісних характеристик n паралельно зарезервованих датчиків для структур типу « k з n » та розраховано ймовірність цих подій, побудовано графіки їх розподілу. Особливість виведених формул полягає в тому, що їх можна реалізувати на логічних елементах, за допомогою яких можна будувати фізичний пристрій підтримки прийняття рішень. Також визначено кількість датчиків та відповідні їм ймовірності правильного виявлення пожежі за заданими мажоритарними значеннями ймовірності пожежі, визначено вартісні показники інформаційної системи.

Розроблено метод підвищення надійності ІС на основі використання оптимальної кількості інформаційних датчиків. Отримано співвідношення знаходження ймовірнісних станів ІС для структур типу « k з n ». Розроблено алгоритми для обчислення ймовірностей станів ІС, а також алгоритм визначення кількості інформаційних датчиків та відповідні ймовірності виявлення пожежі. Особливість цих алгоритмів полягає в тому, що вони дозволяють визначити оптимальну кількість датчиків інформації. Знайдено оцінку ефективності показників ІС розглянутих типів структур: ймовірність правильного виявлення, ймовірність невиявлення та помилкової тривоги.

Отримані результати можна використовувати для вибору оптимальної структури розпізнавання небезпечних польотних ситуацій: вибір кількості датчиків, що відповідають високій ймовірності правильного виявлення та мінімальним ймовірностям невиявленої та помилкової тривоги з урахуванням вартості датчиків.

Ключові слова: інформаційне резервування, інформаційна безпека, достовірність розпізнавання подій, можливість правильного виявлення.