ABSTRACT AND REFERENCES

INFORMATION AND CONTROLLING SYSTEM

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.315248

DESIGNING THE STRUCTURE AND ARCHITECTURE OF SITUATION-AWARE SECURITY INFORMATION SYSTEMS FOR RESIDENTIAL COMPLEXES (p. 6–23)

Nataliia Kunanets
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3007-2462

Yuriy Zhovnir
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-6186-2861

Yevhen Burov
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8653-1520

Oleksii Duda
Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2007-1271

Volodymyr Pasichnyk
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5231-6395

Security information systems constitute a significant application domain for the concept of situational awareness. The object of this study is security information systems for residential complexes. The task addressed involved devsigning an efficient, flexible, and adaptive structure to ensure situational awareness in security information systems. Unlike existing systems, this structure is based on the integration of intelligent agents, server services, and a central unit that interacts with the Internet of Things (IoT) network. The proposed system ensures the autonomy of intelligent agents, which perform specialized tasks using integrated intelligent sensors, while server services handle basic computational tasks such as machine learning, pattern matching, and model construction. The central unit aggregates information, implements reasoning procedures, and identifies situations for the entire system.

An architecture has been proposed that includes three main subsystems: video surveillance, access control, and operator service management. The essence of the results is the development of a flexible architecture that effectively combines IoT technologies with the situational awareness approach.

The research results were achieved by integrating innovative approaches such as the use of intelligent agents, machine learning, and situational analysis, enabling a flexible distribution of functions among system components depending on the specific task requirements. The distinctive features of this architecture facilitate the implementation of the situational awareness principle and support continuous system learning processes.

Given its modular architecture, the proposed system could be applied in extensive residential networks serviced by Internet providers, as well as in associations of co-owners of multi-apartment buildings. The formalization of architectural elements simplifies the process of designing and deploying systems, making them accessible for a wide range of applications in residential complexes by Internet service providers.

Keywords: internet of things, system architecture, access control, video surveillance, security monitoring.

References

1. Munir, A., Aved, A., Blasch, E. (2022). Situational Awareness: Techniques, Challenges, and Prospects. AI, 3 (1), 55–77. https://doi.org/10.3390/ai3010005
2. Endsley, M. R. (1988). Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement. Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting, 32 (2), 97–101. https://doi.org/10.1177/154193128803200221
3. Kwok, K., Virdi, S. (2022). AI-Based Situation Awareness Assessment. Journal of Physics: Conference Series, 2311 (1), 012011. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2311/1/012011
4. Parker, J. (2023). What is information system architecture? Architecture. Available at: https://www.architecturemaker.com/what-is-information-system-architecture/
5. Golnabi, H. (2023). Smart sensors development and applications. Proceeding of Flexible Automation and Integrated Manufacturing 1998, 635–643. https://doi.org/10.1615/faim1998.570
6. Duda, O., Kochan, V., Kunanets, N., Matsiuk, O., Pasichnyk, V., Sachenko, A., Pytlenko, T. (2019). Data Processing in IoT for Smart City Systems. 2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), 96–99. https://doi.org/10.1109/idaacs.2019.8924262
7. Tolkachov, M., Dzheniuk, N., Yevseiev, S., Lysetskyi, Y., Shulha, V., Grod, I. et al. (2024). Development of a method for protecting information resources in a corporate network by segmenting traffic. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (131)), 63–78. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313158
8. Li, Y., Che, Q., Wang, F., Zhang, H., Wang, W., Jiang, Y. (2024). A Method for Security Traffic Patrolling Based on Structural Coordinated Proximal Policy Optimization. Computer Supported Cooperative Work and Social Computing, 62–76. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9640-7_5
9. Blakely, B., Horsthemke, W., Harkness, D., Evans, N. (2023). Deployment and Operation. Autonomous Intelligent Cyber Defense Agent (AICA), 295–310. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29269-9_14
10. Kaldeli, E., Warriach, E. U., Lazovik, A., Aiello, M. (2013). Coordinating the web of services for a smart home. ACM Transactions on the Web, 7 (2), 1–40. https://doi.org/10.1145/2460383.2460389
11. Barcelo, M., Correa, A., Llorca, J., Tulino, A. M., Vicario, J. L., Morell, A. (2016). IoT-Cloud Service Optimization in Next Generation Smart Environments. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 34 (12), 4077–4090. https://doi.org/10.1109/jsac.2016.2621398
12. Mocrii, D., Chen, Y., Musilek, P. (2018). IoT-based smart homes: A review of system architecture, software, communications, privacy and security. Internet of Things, 1-2, 81–98. https://doi.org/10.1016/j.iot.2018.08.009
13. Hassan, S. A. Z., Eassa, A. M. (2022). A Proposed Architecture for Smart Home Systems Based on IoT, Context-awareness and Cloud Computing. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 13 (6). https://doi.org/10.14569/ijacsa.2022.0130612
14. Burov, Y., Zhovnir, Y., Zakharya, O. (2024). The vision and implementation of intelligent security system. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 341 (5), 497–509. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-341-5-72

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322989

ESTIMATION OF SOFTWARE STRUCTURES DIMENSION INFLUENCE ON DATA PROCESSING TIME INCREASING (p. 24–34)

Yevhen Danylets
Odesa Technological University "STEP", Odesa, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4491-6718

Dmytro Korchevskyi
Odesa Technological University "STEP", Odesa, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-1028-7523

Serhii Novak
Odesa Technological University "STEP", Odesa, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-4874-8613

Denys Samoilenko
Odesa Technological University "STEP", Odesa, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3205-1174

Mykola Sulima
Odesa Technological University "STEP", Odesa, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-3404-9905

The object of the study is the phenomenon of an extreme increase in the time of program code execution at certain sizes of data processed by it. The problem to be solved was to verify the general nature of the phenomenon for different equipment.

The evolution of modern computing technology, its RAM often takes place in an extensive way – by increasing the number of structural elements. Problems can manifest themselves in the fact that periodic processes in the code begin to exhibit a resonance effect, which leads to different indicators of data processing time, the sizes of which are multiples and non-multiples of the block structures. The work is studied the influence of the dimensionality of data blocks on the speed of execution of the cycle that iterates them. The tools of differential regression analysis are used. Experiments were carried out on equipment with different architecture, type and amount of RAM, running different operating systems. In all of them resonant effects were revealed. It led to differences in the average code execution time by 1.6–3.6 times, and the time of memory access operations increased up to 136 times. Special attention was drawn to the fact that the increase in operating time was found for structures whose size is a power of two multiple (2^N), specifically for the values 512 and 1024. These dimensions are present in many types of tasks, in particular, cryptographic purposes or stream-based data processing. Following the recommendations given in the paper can help identify time delays in applications, and improve the performance of applications by eliminating them.

Keywords: program performance, computer memory (RAM), operation time, linear regression, differential analysis.

References

1. Cheng, G., Wan, Z., Ding, W., Sun, R. (2023). Memory Allocation Strategy in Edge Programmable Logic Controllers Based on Dynamic Programming and Fixed-Size Allocation. Applied Sciences, 13 (18), 10297. https://doi.org/10.3390/app131810297
2. de Lecea, A. F., Hassan, M., Mezzetti, E., Abella, J., Cazorla, F. J. (2023). Improving Timing-Related Guarantees for Main Memory in Multicore Critical Embedded Systems. 2023 IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS), 265–278. https://doi.org/10.1109/rtss59052.2023.00031
3. Over, A., Strazdins, P., Clarke, B. (2005). Cycle Accurate Memory Modelling: A Case-Study in Validation. 13th IEEE International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems, 85–96. https://doi.org/10.1109/mascots.2005.22
4. Fletchery, C. W., Ren, L., Yu, X., Van Dijk, M., Khan, O., Devadas, S. (2014). Suppressing the Oblivious RAM timing channel while making information leakage and program efficiency trade-offs. 2014 IEEE 20th International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA), 213–224. https://doi.org/10.1109/hpca.2014.6835932
5. Samoilenko, D. (2011). Memory tracing influence on algorithm complexity. Electrotechnic and computer systems, 4 (80), 209–212. Available at: https://eltecs.op.edu.ua/index.php/journal/article/view/907
6. Asifuzzaman, K., Verdejo, R. S., Radojković, P. (2022). Performance and Power Estimation of STT-MRAM Main Memory with Reliable System-level Simulation. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 21 (1), 1–25. https://doi.org/10.1145/3476838
7. Worlanyo Gbedawo, V., Agyeman Owusu, G., Komla Ankah, C., Ibrahim Daabo, M. (2023). An Overview of Computer Memory Systems and Emerging Trends. American Journal of Electrical and Computer Engineering, 7 (2), 19–26. https://doi.org/10.11648/j.ajece.20230702.11
8. Simple Linear Regression. Available at: https://www.ncl.ac.uk/webtemplate/ask-assets/external/maths-resources/statistics/regression-and-correlation/simple-linear-regression.html
9. Mukundan, J., Hunter, H., Kim, K., Stuecheli, J., Martínez, J. F. (2013). Understanding and mitigating refresh overheads in high-density DDR4 DRAM systems. ACM SIGARCH Computer Architecture News, 41 (3), 48–59. https://doi.org/10.1145/2508148.2485927
10. Sousi, A.-L., Yehya, D., Joudi, M. (2020). AES Encryption: Study & Evaluation. Rafik Hariri University. Available at: https://www.researchgate.net/publication/346446212_AES_Encryption_Study_Evaluation
11. Laghari, A. A., Shahid, S., Yadav, R., Karim, S., Khan, A., Li, H., Shoulin, Y. (2023). The state of art and review on video streaming. Journal of High Speed Networks, 29 (3), 211–236. https://doi.org/10.3233/jhs-222087

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323195

DEVELOPMENT OF POST-QUANTUM CRYPTOSYSTEMS BASED ON THE RAO-NAM SCHEME (p. 35–48)

Yevhen Melenti
National Academy of the Security Service of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2955-2469

Olha Korol
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8733-9984

Volodymyr Shulha
State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4356-7288

Stanislav Milevskyi
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5087-7036

Oleksandr Sievierinov
Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6327-6405

Oleksandr Voitko
National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4610-4476

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

Iryna Husarova
Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1421-0864

Serhii Kravchenko
National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8188-3113

Sevinj Pashayeva
Nakhchivan State University, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-9488-5503

The object of the research is the process of ensuring the protection of data transmission in communication channels of critical infrastructure objects based on mobile and smart technologies. The development of quantum computing technologies based on Grover and Shor algorithms provides practical cracking of symmetric and asymmetric cryptosystems in polynomial time. The emergence of systems based on artificial intelligence allows creating hybrid systems for detecting weaknesses (critical points) in security systems not only on critical infrastructure objects. In addition, a full-scale quantum computer will open a new era of implementing post-quantum cryptography algorithms. Among the winners of post-quantum algorithms, the crypto-code constructions (CCC) of McEliece and Niederreiter are separately highlighted, which allow to provide the required level of protection and the required level of reliability of information transmission in an integrated manner. But a significant drawback is the possibility of cracking such systems on linear codes, as well as the need to build them on the Galois field 2^{10}–2^{13}, which significantly reduces their use in low-capacity systems based on smart and mobile technologies. To solve this drawback, the work proposes the use of a symmetric CCC based on the Rao-Nam scheme on algebrogeometric and flawed codes, which provides the possibility of significantly reducing the volume of key data (construction of CCC over the Galois field 2^4–2^6). When using the Rao-Nam CCC, a quantum symmetric algorithm is formed, which ensures the preservation of the level of stability and reliability of information transmission (safe time 10^{25}–10^{35}). This approach provides the possibility of forming intelligent information protection systems (IIPS). The given structural scheme of the IIPS construction ensures timely detection of threats with an assessment of the computational and financial and human capabilities of attackers, as well as the use of the necessary CCC/algebraic (flawed) codes to ensure the required level of security.

Keywords: Rao-Nam crypto-code constructions, algebraic codes, intelligent protection systems.

References

1. Rose, S., Borchert, O., Mitchell, S., Connelly, S. (2020). Zero Trust Architecture. NIST Special Publication 800-207. National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/nist.sp.800-207
2. Yevseiev, S., Melenti, Y., Voitko, O., Hrebeniuk, V., Korchenko, A., Mykus, S. et al. (2021). Development of a concept for building a critical infrastructure facilities security system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (9 (111)), 63–83. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233533
3. Petrivskyi, 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. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252988
4. Yevseiev, S., Milevskyi, S., Bortnik, L., Alexey, V., Bondarenko, K., Pohasii, S. (2022). Socio-Cyber-Physical Systems Security Concept. 2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), 1–8. https://doi.org/10.1109/hora55278.2022.9799957
5. Bernstein, D. J. (2009). Introduction to post-quantum cryptography. Post-Quantum Cryptography, 1–14. https://doi.org/10.1007/978-3-540-88702-7_1
6. Grassl, M., Langenberg, B., Roetteler, M., Steinwandt, R. (2016). Applying Grover's Algorithm to AES: Quantum Resource Estimates. Post-Quantum Cryptography, 29–43. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29360-8_3
7. Amy, M., Di Matteo, O., Gheorghiu, V., Mosca, M., Parent, A., Schanck, J. (2017). Estimating the Cost of Generic Quantum Pre-image Attacks on SHA-2 and SHA-3. Selected Areas in Cryptography – SAC 2016, 317–337. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69453-5_18
8. Chen, L., Jordan, S., Liu, Y.-K., Moody, D., Peralta, R., Perlner, R., Smith-Tone, D. (2016). Report on Post-Quantum Cryptography. National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/nist.ir.8105
9. Mariantoni, M. (2014). Building a Superconducting Quantum Computer. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=wWHAs--HA1c
10. Xu, N., Zhu, J., Lu, D., Zhou, X., Peng, X., Du, J. (2012). Quantum Factorization of 143 on a Dipolar-Coupling Nuclear Magnetic Resonance System. Physical Review Letters, 108 (13). https://doi.org/10.1103/physrevlett.108.130501
11. Dattani, N. S., Bryans, N. (2014). Quantum factorization of 56153 with only 4 qubits. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.1411.6758
12. McEliece, R. J. (1978). A public-key cryptosystem based on algebraic coding theory. DSN progress report 42-44, 114–116. Available at: https://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report/42-44/44N.PDF
13. Niederreiter, H. (1986). Knapsack-Type Cryptosystems and Algebraic Coding Theory. Problems of Control and Information Theory, 15 (2), 19–34.
14. Rao, T. R. N., Nam, K.-H. (1987). Private-Key Algebraic-Coded Cryptosystems. Advances in Cryptology – CRYPTO' 86, 35–48. https://doi.org/10.1007/3-540-47721-7_3
15. Struik, R., van Tilburg, J. (1988). The Rao-Nam Scheme is Insecure Against a Chosen-Plaintext Attack. Advances in Cryptology – CRYPTO '87, 445–457. https://doi.org/10.1007/3-540-48184-2_40
16. Cheng, Y. C., Lu, E. H., Wu, S. W. (1998). A modified version of the Rao-Nam algebraic-code encryption scheme. Information Processing Letters, 68 (4), 215–217. https://doi.org/10.1016/s0020-0190(98)00156-2
17. Li, Y. X., Deng, R. H., Wang, X. M. (1994). On the equivalence of McEliece's and Niederreiter's public-key cryptosystems. IEEE Transactions on Information Theory, 40 (1), 271–273. https://doi.org/10.1109/18.272496
18. Bernstein, D. J. (2010). Grover vs. McEliece. Post-Quantum Cryptography, 73–80. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12929-2_6
19. Sidelnikov, V. M. (1994). A public-key cryptosystem based on binary Reed-Muller codes. Discrete Mathematics and Applications, 4 (3). https://doi.org/10.1515/dma.1994.4.3.191
20. Minder, L., Shokrollahi, A. (2007). Cryptanalysis of the Sidelnikov Cryptosystem. Advances in Cryptology - EUROCRYPT 2007, 347–360. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72540-4_20
21. Baldi, M., Chiaraluce, F. (2007). Cryptanalysis of a new instance of McEliece cryptosystem based on QC-LDPC Codes. 2007 IEEE International Symposium on Information Theory, 2591–2595. https://doi.org/10.1109/isit.2007.4557609
22. Liu, J., Tong, X., Wang, Z., Ma, J., Yi, L. (2019). An Improved Rao–Nam Cryptosystem Based on Fractional Order Hyperchaotic System and EDF–QC–LDPC. International Journal of Bifurcation and Chaos, 29 (09), 1950122. https://doi.org/10.1142/s0218127419501220
23. Yevseiev, S., Rzayev, K., Korol, O., Imanova, Z. (2016). Development of mceliece modified asymmetric crypto-code system on elliptic truncated codes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9 (82)), 18–26. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.75250
24. Yevseiev, S., Tsyhanenko, O., Ivanchenko, S., Aleksiyev, V., Verheles, D., Volkov, S. et al. (2018). Practical implementation of the Niederreiter modified cryptocode system on truncated elliptic codes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (4 (96)), 24–31. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.150903
25. Yevseiev, S., Hryhorii, K., Liekariev, Y. (2016). Developing of multifactor authentication method based on niederreiter-mceliece modified crypto-code system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (4 (84)), 11–23. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.86175

26. Couvreur, A., Otmani, A., Tillich, J. (2014). Polynomial Time Attack on Wild McEliece over Quadratic Extensions. Advances in Cryptology – EUROCRYPT 2014, 17–39. https://doi.org/10.1007/978-3-642-55220-5_2
27. Yevseiev, S., Korol, O., Kots, H. (2017). Construction of hybrid security systems based on the crypto-code structures and flawed codes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9 (88)), 4–21. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108461
28. Yevseiev, S., Tsyhanenko, O., Gavrilova, A., Guzhva, V., Milov, O., Moskalenko, V. et al. (2019). Development of Niederreiter hybrid crypto-code structure on flawed codes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (9 (97)), 27–38. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156620
29. Zhang, G., Cai, S. (2017). Universal secure error-correcting (SEC) schemes for network coding via McEliece cryptosystem based on QC-LDPC codes. Cluster Computing, 22 (S2), 2599–2610. https://doi.org/10.1007/s10586-017-1354-x
30. Baldi, M., Bianchi, M., Chiaraluce, F., Rosenthal, J., Schipani, D. (2014). Enhanced Public Key Security for the McEliece Cryptosystem. Journal of Cryptology, 29 (1), 1–27. https://doi.org/10.1007/s00145-014-9187-8
31. Moufek, H., Guenda, K. (2017). A New variant of the McEliece cryptosystem based on the Smith form of convolutional codes. Cryptologia, 42 (3), 227–239. https://doi.org/10.1080/01611194.2017.1362061
32. Dinh, H., Moore, C., Russell, A. (2011). McEliece and Niederreiter Cryptosystems That Resist Quantum Fourier Sampling Attacks. Advances in Cryptology – CRYPTO 2011, 761–779. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22792-9_43
33. Tsyhanenko, O., Rzayev, K., Mammadova, T. (2018). Mathematical model of the modified niederreiter crypto-code structures. Advanced Information Systems, 2 (4), 37–44. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.4.06
34. Massey, J. L. (1986). Theory and practice of error control codes. Proceedings of the IEEE, 74 (9), 1293–1294. https://doi.org/10.1109/proc.1986.13626
35. Mishenko, V. A., Vilanskiy, Yu. V. (2007). Usherbnye teksty i mnogokanalnaya kriptografiya. Minsk: Enciklopediks.
36. Mishenko, V. A., Vilanskiy, Yu. V., Lepin, V. V (2007). Kriptograficheskiy algoritm MV2. Minsk: Enciklopediks.
37. Yevseiev, S. (2017). The use of damaged codes in crypto code systems. Systemy obrobky informatsiyi, 5, 109–121. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2017_5_17
38. Voronin, A., Akhiiezer, O., Galuza, A., Lebedeva, I., Zaitsev, Y., Lebedev, S. (2023). Modeling Competitive Interaction "Predator-Prey" on the Example of Two Innovative Processes. 2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 131–134. https://doi.org/10.1109/acit58437.2023.10275538
39. Rukhin, A., Sota, J., Nechvatal, J., Smid, M., Barker, E., Leigh, S. et al. (2000). A statistical test suite for random and pseudorandom number generators for cryptographic applications. National Institute of Standards and Technology. NIST Special Publication 800-22. https://doi.org/10.6028/nist.sp.800-22
40. Potij, O. V. (2004). Metodika statistichnogo testuvannja NIST STS ta matematichne obrruntuvannja testiv. Tehnichnij zvit IIT – 001-2004. Kharkiv, 62.
41. Класифікатор кібербезпеки. Available at: https://skl.khpi.edu.ua/
42. Shmatko, O., Balakireva, S., Vlasov, A., Zagorodna, N., Korol, O., Milov, O. et al. (2020). Development of methodological foundations for designing a classifier of threats to cyberphysical systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (9 (105)), 6–19. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205702
43. Yevseiev, S., Khokhlachova, Yu., Ostapov, S., Laptiev, O., Korol, O., Milevskyi, S. et al.; Yevseiev, S., Khokhlachova, Yu., Ostapov, S., Laptiev, O. (Eds.) (2023). Models of socio-cyber-physical systems security. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 184. https://doi.org/10.15587/978-617-7319-72-5
44. Avinash, S. V. (2017). Understanding Activation Functions in Neural Networks. The Theory Of Everything. Available at: https://medium.com/the-theory-of-everything/understanding-activation- functions-in-neural-networks-9491262884e0
45. AutoDraw. Available at: https://www.autodraw.com/
46. Kreutz, D., Ramos, F. M. V., Esteves Verissimo, P., Esteve Rothenberg, C., Azodolmolky, S., Uhlig, S. (2015). Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey. Proceedings of the IEEE, 103 (1), 14–76. https://doi.org/10.1109/jproc.2014.2371999
47. Geetha, R., Thilagam, T. (2020). A Review on the Effectiveness of Machine Learning and Deep Learning Algorithms for Cyber Security. Archives of Computational Methods in Engineering, 28 (4), 2861–2879. https://doi.org/10.1007/s11831-020-09478-2
48. Salvakkam, D. B., Saravanan, V., Jain, P. K., Pamula, R. (2023). Enhanced Quantum-Secure Ensemble Intrusion Detection Techniques for Cloud Based on Deep Learning. Cognitive Computation, 15 (5), 1593–1612. https://doi.org/10.1007/s12559-023-10139-2
49. Tavallaee, M., Bagheri, E., Lu, W., Ghorbani, A. A. (2009). A detailed analysis of the KDD CUP 99 data set. 2009 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications, 1–6. https://doi.org/10.1109/cisda.2009.5356528

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322427

IMPROVING THE PROCESS OF CONTROL AND CORRECTION OF ERRORS IN NON-POSITIONAL CODE STRUCTURES (p. 49–61)

Alina Yanko
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2876-9316

Victor Krasnobayev
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5192-9918

Alina Hlushko
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4086-1513

The object of this study is the processes of operational control and correction of data errors in non-positional code structures (NCS). Based on a critical analysis of the existing data control method based on the use of the projection of a number in RCS, limited control efficiency and the ability to detect only single errors have been established.

The study improves methods for rapid control and data correction of a real-time computer system (CS) operating in a non-positional number system, in the so-called residual class system (RCS). A comprehensive approach to control and eliminate errors in RCS is built on the basis of non-positional coding, underlying which is the Chinese residual theorem. This theorem proves that NSC is the next stage in the development of the theory of information control using arithmetic control by modulus. The use of the property of complete arithmetic of NSC has made it possible to improve the method and increase the efficiency of data control due to information processing in RCS without controlling each intermediate result obtained. Comparison with the most efficient existing method has made it possible to establish that the devised method provides an increase in the speed of data control by 1.2–1.3 times.

An effective process of operational and accurate error detection based on an improved method of data control in RCS, which is based

on the use of the corrective properties of NCS, has been proposed. Parallel error correction in NCS increases the efficiency of error correction by 2 times, due to a decrease in the number of intermediate operations in the improved method. At the same time, with an increase in the bit grid of the operands being processed, the efficiency of the application of the considered error correction process improves.

Keywords: data processing speed, non-positional code structure, residue class system, control efficiency, data correction.

References

1. Shyman, A., Kuchuk, N., Filatova, A., Bellorin-Herrera, O. (2024). Development of a method for assessing the adequacy of a computer system model based on petri nets. Advanced Information Systems, 8 (3), 46–52. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.3.05
2. Shvahirev, P., Lopakov, O., Kosmachevskiy, V., Salii, V. (2020). Method for assessing of reliability characteristics in designing of failureresistant real-time operating systems. Odes'kyi Politechnichnyi Universytet Pratsi, 2 (61), 108–118. https://doi.org/10.15276/opu.2.61.2020.13
3. Krasnobayev, V., Yanko, A., Hlushko, A. (2023). Information Security of the National Economy Based on an Effective Data Control Method. Journal of International Commerce, Economics and Policy, 14 (03). https://doi.org/10.1142/s1793993323500217
4. Kasianchuk, M. N., Nykolaychuk, Y. N., Yakymenko, I. Z. (2016). Theory and Methods of Constructing of Modules System of the Perfect Modified Form of the System of Residual Classes. Journal of Automation and Information Sciences, 48 (8), 56–63. https://doi.org/10.1615/jautomatinfscien.v48.i8.60
5. Bahachuk, D., Hadzhyiev, M., Nazarenko, A., Odegov, N., Stepanov, D. (2023). Multiplex technique of data transmission in residual class systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (9 (126)), 23–31. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292504
6. Safari, A., Nugent, J., Kong, Y. (2013). Novel implementation of full adder based scaling in Residue Number Systems. 2013 IEEE 56th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), 657–660. https://doi.org/10.1109/mwscas.2013.6674734
7. Yanko, A., Krasnobayev, V., Kruk, O. (2024). A Method of Control and Operational Diagnostics of Data Errors Presented in a Non-positional Number System in Residual Classes. Proceedings of The Seventh International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS 2024). Zaporizhzhia, 389–399. Available at: https://ceur-ws.org/Vol-3702/paper32.pdf
8. Onyshchenko, S., Yanko, A., Hlushko, A., Maslii, O., Cherviak, A. (2023). Cybersecurity and Improvement of the Information Security System. Journal of the Balkan Tribological Association, 29 (5), 818–835. Available at: https://scibulcom.net/en/article/L8nV7It2dVTBPX09mzWB
9. Krylova, V., Tverytnykova, E., Vasylchenkov, O., Kolisnyk, T. (2022). Punctured NCC codes for information protection in information and measurement systems. Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies, 1 (11), 38–43. https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.01.06
10. Talib, H. A., Alothman, R. B., Mohammed, M. S. (2023). Malicious attacks modelling: a prevention approach for ad hoc network security. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 30 (3), 1856. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v30.i3.pp1856-1865
11. Almomani, A. (2022). Classification of Virtual Private networks encrypted traffic using ensemble learning algorithms. Egyptian Informatics Journal, 23 (4), 57–68. https://doi.org/10.1016/j.eij.2022.06.006
12. Lekan, S. H. (2024). An Improved DNA Cryptography Using Residue Number System. International Journal of Research and Innovation in Social Science, VIII (VI), 488–501. https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.806037
13. Noor, S. E. (2022). Learning the basics of cryptography with practical examples. ReiDoCrea: Revista Electrónica de Investigación Docencia Creativa, 11 (24). https://doi.org/10.30827/digibug.74740
14. Rama Devi, K., Prabakaran, S. (2016). An Enhanced Bilateral Information Security towards a Conventional Cryptographic System using DNA Sequences. Indian Journal of Science and Technology, 9 (39). https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i39/102067
15. Boyko, Y., Pyatin, I. (2023). Features of code redundancy formation in information transmission channels. Infocommunication and computer technologies, 2 (04), 12–25. https://doi.org/10.36994/2788-5518-2022-02-04-01
16. Upadhyaya, P., Yu, X., Mink, J., Cordero, J., Parmar, P., Jiang, A. (2019). Error correction for hardware-implemented deep neural networks. Texas A&M University. Available at: http://nvmw.ucsd.edu/nvmw2019-program/unzip/current/nvmw2019-final87.pdf
17. Huang, K., Siegel, P. H., Jiang, A. (2020). Functional Error Correction for Robust Neural Networks. IEEE Journal on Selected Areas in Information Theory, 1 (1), 267–276. https://doi.org/10.1109/jsait.2020.2991430
18. Agbedemnab, P. A., Baagyere, E. Y., Daabo, M. I. (2020). Single and Multiple Error Detection and Correction using Redundant Residue Number System for Cryptographic and Stenographic Schemes. Asian Journal of Research in Computer Science, 4 (4), 1–14. https://doi.org/10.9734/ajrcos/2019/v4i430123
19. Xiao, H., Garg, H. K., Hu, J., Xiao, G. (2016). New Error Control Algorithms for Residue Number System Codes. ETRI Journal, 38 (2), 326–336. https://doi.org/10.4218/etrij.16.0115.0575
20. Onyshchenko, S., Skryl, V., Hlushko, A., Maslii, O. (2023). Inclusive Development Index. Proceedings of the 4th International Conference on Building Innovations, 779–790. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_66
21. Shefer, O., Laktionov, O., Pents, V., Hlushko, A., Kuchuk, N. (2024). Practical principles of integrating artificial intelligence into the technology of regional security predicting. Advanced Information Systems, 8 (1), 86–93. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.1.11
22. Krasnobayev, V., Yanko, A., Martynenko, A., Kovalchuk, D. (2023). Method for computing exponentiation modulo the positive and negative integers. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference "Information Control Systems & Technologies (ICST-2023)". Odesa, 374–383. Available at: https://ceur-ws.org/Vol-3513/paper31.pdf
23. Onyshchenko, S., Yanko, A., Hlushko, A. (2023). Improving the efficiency of diagnosing errors in computer devices for processing economic data functioning in the class of residuals. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (4 (125)), 63–73. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289185
24. Krasnobayev, V., Kuznetsov, A., Yanko, A., Kuznetsova, T. (2020). The analysis of the methods of data diagnostic in a residue number system. Computer Modeling and Intelligent Systems, 2608, 594–609. https://doi.org/10.32782/cmis/2608-46
25. Ananda Mohan, P. V. (2016). Error Detection, Correction and Fault Tolerance in RNS-Based Designs. Residue Number Systems, 163–175. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41385-3_7
26. Boutillon, E., Jego, C., Jezequel, M. (2010). A new single-error correction scheme based on self-diagnosis residue number arithmetic. 2010 Conference on Design and Architectures for Signal and Image Processing (DASIP), 27–33. https://doi.org/10.1109/dasip.2010.5706242
27. McEliece, R. (2009). Coding theory. The Theory of Information and Coding. Encyclopedia of Mathematics and its Applications. Cambridge University Press, 137–138.
28. Gregory, R. T., Krishnamurthy, E. V. (1984). Residue or Modular Arithmetic. Methods and Applications of Error-Free Computation, 1–62. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5242-9_1

29. Dummermuth, E. (1998). Advanced diagnostic methods in process control. ISA Transactions, 37 (2), 79–85. https://doi.org/10.1016/s0019-0578(98)00012-3
30. Krasnobayev, V., Yanko, A., Hlushko, A., Kruk, O., Kruk, O., Gakh, V. (2023). Cyberspace protection system based on the data comparison method. Economic and Cyber Security, 3–29. https://doi.org/10.15587/978-617-7319-98-5.ch1

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323336

DEVISING A METHOD FOR DETERMINING THE COORDINATES OF AN AIR OBJECT BY A NETWORK OF TWO SDR RECEIVERS (p. 62–68)

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

Andrii Hryzo
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID https://orcid.org/0000-0003-2483-5953

Oleksandr Oleksenko
Air Force Command of UA Armed Forces, Vinnytsia, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6853-9630

Iurii Repilo
National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1393-2371

Bohdan Lisohorskyi
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5345-0345

Andrii Poliakov
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1805-9011

Yaroslav Kozhushko
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Cherkasy, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4229-6757

Serhii Melnyk
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID https://orcid.org/0009-0006-9107-3169

Oleh Bilous
National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID https://orcid.org/0000-0002-3103-732X

Serhii Sukonko
National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2224-4068

The object of this study is the process of determining the coordinates of an air object. The main hypothesis of the study assumed that the use of a network of two Software-Defined Radio (SDR) receivers would make it possible to determine the coordinates of an air object. The determined coordinates could be used as preliminary target designation for the radar.

A method for determining the coordinates of an air object by a network of two SDR receivers has been improved, which, unlike the known ones, involves:

– using signals from the airborne systems of the air object;

– using SDR receivers as network elements;

– using the triangulation method for determining the coordinates of an air object.

The accuracy of determining the coordinates of an air object by a network of two SDR receivers has been assessed. It was found that:

– the accuracy of measuring the coordinates of an air object decreases sharply as the polar angle of observation from the middle of the base approaches 0 or π;

– the smallest coordinate measurement error can be ensured when the air object is located on the traverse to the middle of the base and when the distance to the air object is close to the base size;

– with small bases, the non-uniformity of the dependence of the coordinate determination error on the position of the air object relative to the SDR receivers is more pronounced than with large ones;

– at a long range, the error values for small bases grow rapidly, which is primarily due to the small angle of intersection of the bearing lines;

– it is advisable to place SDR receivers at a sufficiently large distance from each other (recommended value: (1–3) times the distance to the air object);

– the errors of measuring the coordinates of the air object have a value of (250–350) m in a sufficiently wide range of directions;

– with a decrease in the base size, the errors grow rapidly (reaching a value of more than 1000 m) when the observation angle deviates from the 90° direction.

Keywords: aerial object, SDR receiver network, triangulation method.

References

1. Erl, J. (2022). Sensing digital objects in the air: Ultraleap introduces new technology. MIXED. Available at: https://mixed-news.com/en/sensing-digital-objects-in-the-air-ultraleap-introduces-new-technology/
2. Sample, I. (2023). What do we know about the four flying objects shot down by the US? Available at: https://www.theguardian.com/world/2023/feb/13/what-do-we-know-about-the-four-flying-objects-shot-down-by-the-us
3. British intelligence: Russian radar destroyed in missile attack on Belbek in Crimea (2024). Available at: https://mind.ua/en/news/20269399-british-intelligence-russian-radar-destroyed-in-missile-attack-on-belbek-in-crimea
4. Carafano, J. J. (2022). Rapid advancements in military tech. Available at: https://www.gisreportsonline.com/r/military-technology
5. Khudov, H., Kostianets, O., Kovalenko, O., Maslenko, O., Solomonenko, Y. (2023). Using Software-Defined radio receivers for determining the coordinates of low-visible aerial objects. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9 (124)), 61–73. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286466
6. Khudov, H., Makoveichuk, O., Kostyria, O., Butko, I., Poliakov, A., Kozhushko, Y. et al. (2024). Devising a method for determining the coordinates of an unmanned aerial vechicle via a network of portable spectrum analyzers. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (9 (132)), 97–107. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.318551
7. Boussel, P. (2024). The Golden Age of Drones: Military UAV Strategic Issues and Tactical Developments. Available at: https://trendsresearch.org/insight/the-golden-age-of-drones-military-uav-strategic-issues-and-tactical-developments/?srsltid=AfmBOoptC41niCzbAJGHOTcUhRGJp_WEW_y7hHLkJ_5hkabW_fIBS5sZ
8. Melvin, W. L., Scheer, J. A. (2012). Principles of modern radar. Volume II, Advanced techniques. IET, 872. https://doi.org/10.1049/sbra020e
9. Melvin, W. L., Scheer, J. A. (2013). Principles of modern radar. Volume III, Radar applications. IET, 820. https://doi.org/10.1049/sbra503e

10. Bezouwen, J., Brandfass, M. (2017). Technology Trends for Future Radar. Available at: http://www.microwavejournal.com/articles/29367-technology-trends-for-future-radar
11. 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. https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/66862020
12. 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. https://doi.org/10.1109/maes.2017.150272
13. Lishchenko, V., Khudov, H., Tiutiunnyk, V., Kuprii, V., Zots, F., Misiyuk, G. (2019). The Method of Increasing the Detection Range of Unmanned Aerial Vehicles In Multiradar Systems Based on Surveillance Radars. 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 559–562. https://doi.org/10.1109/elnano.2019.8783263
14. Mantilla-Gaviria, I. A., Leonardi, M., Balbastre-Tejedor, J. V., de los Reyes, E. (2013). On the application of singular value decomposition and Tikhonov regularization to ill-posed problems in hyperbolic passive location. Mathematical and Computer Modelling, 57 (7-8), 1999–2008. https://doi.org/10.1016/j.mcm.2012.03.004
15. Khudov, H., Mynko, P., Ikhsanov, S., Diakonov, O., Kovalenko, O., Solomonenko, Y. et al. (2021). Development a method for determining the coordinates of air objects by radars with the additional use of multilateration technology. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (113)), 6–16. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242935
16. Luo, D., Wen, G. (2024). Distributed Phased Multiple-Input Multiple-Output Radars for Early Warning: Observation Area Generation. Remote Sensing, 16 (16), 3052. https://doi.org/10.3390/rs16163052
17. Kalkan, Y. (2024). 20 Years of MIMO Radar. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 39 (3), 28–35. https://doi.org/10.1109/maes.2023.3349228
18. Chang, L. ZALA Lancet. Loitering munition. Available at: https://www.militarytoday.com/aircraft/lancet.htm
19. Weber, C., Peter, M., Felhauer, T. (2015). Automatic modulation classification technique for radio monitoring. Electronics Letters, 51 (10), 794–796. https://doi.org/10.1049/el.2015.0610
20. Barabash, O., Kyrianov, A. (2023). Development of control laws of unmanned aerial vehicles for performing group flight at the straight-line horizontal flight stage. Advanced Information Systems, 7 (4), 13–20. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.4.02

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323894

IMPLEMENTATION OF ADVANCED VIBRATION ANALYSIS TECHNIQUES FOR PREDICTIVE MAINTENANCE OF ROTATING MACHINERY (p. 69–79)

Gulsim Rysbayeva
S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7331-353X

Anara Umurzakova
S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7683-5256

Mohammed Alanesi
Guilin University of Electronic Technology, Guilin, Guangxi, China
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2977-6254

This study focuses on the predictive maintenance of rotating machinery – a fundamental asset in industries such as manufacturing, energy production, and transportation. The problem addressed is the frequent occurrence of undetected faults, such as bearing defects and shaft bending, which can lead to unexpected downtime and significant maintenance costs due to the limitations of traditional diagnostic methods in complex, noisy environments. To overcome these challenges, an integrated framework was developed that combines advanced vibration analysis techniques (including wavelet transforms and matching pursuit) with a suite of state-of-the-art machine learning models, including Random Forest, Support Vector Machine (SVM), Gradient Boosting, Convolutional Neural Network (CNN), and Long Short-Term Memory (LSTM). This innovative approach, characterized by robust feature extraction and data-driven modeling capabilities, achieves fault detection accuracies of up to 97 %, distinguishing it from conventional solutions. The findings demonstrate that the improved accuracy and reliability of the proposed framework effectively address long-standing issues related to incomplete fault detection and downtime in maintenance processes. By providing a scalable, noise-robust solution, the study contributes to industrial systems through significant reductions in operational overhead and downtime, thereby maintaining core business operations at peak performance.

Keywords: predictive maintenance, machine learning, vibration analysis, rotating machinery, bearing faults.

References

1. Kumar, P., Hati, A. S. (2020). Review on Machine Learning Algorithm Based Fault Detection in Induction Motors. Archives of Computational Methods in Engineering, 28 (3), 1929–1940. https://doi.org/10.1007/s11831-020-09446-w
2. Lei, Y., Jia, F., Lin, J., Xing, S., Ding, S. X. (2016). An Intelligent Fault Diagnosis Method Using Unsupervised Feature Learning Towards Mechanical Big Data. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 63 (5), 3137–3147. https://doi.org/10.1109/tie.2016.2519325
3. Shao, S.-Y., Sun, W.-J., Yan, R.-Q., Wang, P., Gao, R. X. (2017). A Deep Learning Approach for Fault Diagnosis of Induction Motors in Manufacturing. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 30 (6), 1347–1356. https://doi.org/10.1007/s10033-017-0189-y
4. Samiullah, M., Ali, H., Zahoor, S., Ali, A. (2024). Fault Diagnosis on Induction Motor using Machine Learning and Signal Processing. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.15417
5. Shao, H., Jiang, H., Zhang, X., Niu, M. (2015). Rolling bearing fault diagnosis using an optimization deep belief network. Measurement Science and Technology, 26 (11), 115002. https://doi.org/10.1088/0957-0233/26/11/115002
6. Bahgat, B. H., Elhay, E. A., Elkholy, M. M. (2024). Advanced fault detection technique of three phase induction motor: comprehensive review. Discover Electronics, 1 (1). https://doi.org/10.1007/s44291-024-00012-3 3
7. Gawde, S., Patil, S., Kumar, S., Kamat, P., Kotecha, K., Abraham, A. (2023). Multi-fault diagnosis of Industrial Rotating Machines using Data-driven approach: A review of two decades of research. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 123, 106139. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106139
8. Chevtchenko, S. F., Santos, Monalisa. C. M. dos, Vieira, Diego. M., Mota, Ricardo. L., Rocha, E., Cruz, Bruna. V. et al. (2023). Predictive Maintenance Model Based on Anomaly Detection in Induction Motors: A Machine Learning Approach Using Real-Time IoT Data. Proceeding of the 33rd European Safety and Reliability Conference, 3173–3180. https://doi.org/10.3850/978-981-18-8071-1_p578-cd
9. Srinivasan, B., Srinivasan, R., Natarajan, B., Agarwal, D., Shashank, S., Anbalagan, S. (2025). Active Foundational Models for Fault Diagnosis of Electrical Motors. https://doi.org/10.2139/ssrn.5101043
10. Hoang, D.-T., Kang, H.-J. (2019). Rolling element bearing fault diagnosis using convolutional neural network and vibration im-

age. Cognitive Systems Research, 53, 42–50. https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2018.03.002
11. Qi, G., Zhu, Z., Erqinhu, K., Chen, Y., Chai, Y., Sun, J. (2018). Fault-diagnosis for reciprocating compressors using big data and machine learning. Simulation Modelling Practice and Theory, 80, 104–127. https://doi.org/10.1016/j.simpat.2017.10.005
12. Tian, Y., Fu, M., Wu, F. (2015). Steel plates fault diagnosis on the basis of support vector machines. Neurocomputing, 151, 296–303. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2014.09.036
13. Santos, P., Villa, L., Reñones, A., Bustillo, A., Maudes, J. (2015). An SVM-Based Solution for Fault Detection in Wind Turbines. Sensors, 15 (3), 5627–5648. https://doi.org/10.3390/s150305627
14. Wong, P. K., Yang, Z., Vong, C. M., Zhong, J. (2014). Real-time fault diagnosis for gas turbine generator systems using extreme learning machine. Neurocomputing, 128, 249–257. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2013.03.059

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323293

DEVELOPMENT OF IN-PIPE DEFECTS DETECTION AND CLASSIFICATION SYSTEM (p. 80–89)

Perizat Rakhmetova
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5645-5157

Gani Sergazin
Research Institute of Applied Science and Technologies, Almaty, Republic of Kazakhstan,
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2762-473X

Yeldos Altay
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3736-0291

Daniyar Dauletiya
Astana IT University, Business center EXPO, block C1, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3205-7453

Lazzat Kurmangaliyeva
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2922-2518

The object of the research is in-pipe defect detection and classification. The primary problem to be solved is the inefficiency, high cost, and inaccuracy of traditional manual inspection methods, which are often time-consuming and prone to human error. The results obtained include the creation of a multi-modal platform that integrates Red-Green-Blue (RGB) imaging and depth data with advanced artificial intelligence algorithms, Canny edge detection, and Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) clustering, achieving a 93 % mean Average Precision (mAP) in detecting and classifying various defects such as cracks, corrosion, and debris. A brief interpretation of the findings reveals that the high performance is due to the synergy between multi-modal sensing, artificial intelligence pattern recognition, and robust robotic navigation. This integrated approach ensures that the system not only detects defects accurately but does so in real time. Features and characteristics of the obtained results that directly address the identified problem include real-time high-precision defect identification, and reduced inspection downtime. As a result, inspection time is shortened, costs are lowered, and the safety of the pipeline system is increased, leading to accurate measurement of indicators (93 % mAP) and a reduction in occupational safety risks. The developed system is designed for use in traditional industrial environments, especially in large pipeline networks and in conditions where traditional methods are ineffective.

Keywords: in-pipe defect, detection, classification, artificial intelligence algorithms, pattern recognition.

References

1. Wang, W., Mao, X., Liang, H., Yang, D., Zhang, J., Liu, S. (2021). Experimental research on in-pipe leaks detection of acoustic signature in gas pipelines based on the artificial neural network. Measurement, 183, 109875. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109875
2. Wong, B., McCann, J. A. (2021). Failure Detection Methods for Pipeline Networks: From Acoustic Sensing to Cyber-Physical Systems. Sensors, 21 (15), 4959. https://doi.org/10.3390/s21154959
3. Barile, C., Casavola, C., Pappalettera, G., Kannan, V. P., Mpoyi, D. K. (2022). Acoustic Emission and Deep Learning for the Classification of the Mechanical Behavior of AlSi10Mg AM-SLM Specimens. Applied Sciences, 13 (1), 189. https://doi.org/10.3390/app13010189
4. Altay, Y. A., Kuzivanov, D. O., Altay, D. A., Fedorov, A. V. (2024). Signal Processing for Acoustic Emission Signature Analysis and Defect Detection. 2024 26th International Conference on Digital Signal Processing and Its Applications (DSPA), 1–6. https://doi.org/10.1109/dspa60853.2024.10510110
5. Wang, C., Tan, X. P., Tor, S. B., Lim, C. S. (2020). Machine learning in additive manufacturing: State-of-the-art and perspectives. Additive Manufacturing, 36, 101538. https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101538
6. Sinha, S. K., Fieguth, P. W., Polak, M. A. (2003). Computer Vision Techniques for Automatic Structural Assessment of Underground Pipes. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 18 (2), 95–112. https://doi.org/10.1111/1467-8667.00302
7. Kim, H., Lee, B., Kim, R. (2006). Development of Computer-vision-based Pipe Inspection System. 2006 International Forum on Strategic Technology, 403–406. https://doi.org/10.1109/ifost.2006.312344
8. Wang, M., Cheng, J. C. P. (2018). Development and Improvement of Deep Learning Based Automated Defect Detection for Sewer Pipe Inspection Using Faster R-CNN. Advanced Computing Strategies for Engineering, 171–192. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91638-5_9
9. Rayhana, R., Jiao, Y., Zaji, A., Liu, Z. (2021). Automated Vision Systems for Condition Assessment of Sewer and Water Pipelines. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 18 (4), 1861–1878. https://doi.org/10.1109/tase.2020.3022402
10. Moradi, S., Zayed, T., Golkhoo, F. (2019). Review on Computer Aided Sewer Pipeline Defect Detection and Condition Assessment. Infrastructures, 4 (1), 10. https://doi.org/10.3390/infrastructures4010010
11. Oluwatosin, O. P., Syed, S. A., Apis, O., Kolawole, S. (2021). Application of Computer Vision in Pipeline Inspection Robot. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. https://doi.org/10.46254/an11.20210374
12. Colvalkar, A., Pawar, S. S., Patle, B. K. (2023). In-pipe inspection robotic system for defect detection and identification using image processing. Materials Today: Proceedings, 72, 1735–1742. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.476
13. Zholtayev, D., Dauletiya, D., Tileukulova, A., Akimbay, D., Nursultan, M., Bushanov, Y. et al. (2024). Smart Pipe Inspection Robot With In-Chassis Motor Actuation Design and Integrated AI-Powered Defect Detection System. IEEE Access, 12, 119520–119534. https://doi.org/10.1109/access.2024.3450502
14. Haurum, J. B., Moeslund, T. B. (2021). Sewer-ML: A Multi-Label Sewer Defect Classification Dataset and Benchmark. 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 13451–13462. https://doi.org/10.1109/cvpr46437.2021.01325
15. Ru, G., Gao, B., Tang, Q., Jiang, S., Zhang, Y., Luo, F., Woo, W. L. (2023). Electromagnetic Coupling Sensing of Pipe In-Line Inspection System. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 72, 1–15. https://doi.org/10.1109/tim.2023.3310083

16. Lyu, F., Zhou, X., Ding, Z., Qiao, X., Song, D. (2024). Application Research of Ultrasonic-Guided Wave Technology in Pipeline Corrosion Defect Detection: A Review. Coatings, 14 (3), 358. https://doi.org/10.3390/coatings14030358
17. Niu, Y., Sun, L., Wang, Y., Shen, G., Shi, Y. (2024). New technology for pipeline defect detection. Science China Technological Sciences, 67 (4), 1294–1296. https://doi.org/10.1007/s11431-023-2473-x
18. Mustafaev, B., Kim, S., Kim, E. (2023). Enhancing Metal Surface Defect Recognition Through Image Patching and Synthetic Defect Generation. IEEE Access, 11, 113339–113359. https://doi.org/10.1109/access.2023.3322734
19. Li, Y., Wang, H., Dang, L. M., Song, H.-K., Moon, H. (2022). Vision-Based Defect Inspection and Condition Assessment for Sewer Pipes: A Comprehensive Survey. Sensors, 22 (7), 2722. https://doi.org/10.3390/s22072722
20. Kenzhekhan, A., Bakytzhanova, A., Omirbayev, S., Tuieubayev, Y., Daniyalov, M., Yeshmukhametov, A. (2023). Design and Development of an In-Pipe Mobile Robot for Pipeline Inspection with AI Defect Detection System. 2023 23rd International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 579–584. https://doi.org/10.23919/iccas59377.2023.10316817
21. Araújo, J. F., Ramos, V. M., Silva, C. A., Silva, H. D. (2024). Development of a Virtual Environment to Assist in the Identification and Analysis of Defects in Industrial Control Panels. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias Del Aprendizaje, 19, 258–266. https://doi.org/10.1109/rita.2024.3475883
22. Wang, X., Yang, L., Sun, T., Rasool, G., Sun, M., Hu, N., Guo, Z. (2023). A review of development and application of out-of-pipe detection technology without removing cladding. Measurement, 219, 113249. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.113249
23. Zhang, M., Guo, Y., Xie, Q., Zhang, Y., Wang, D., Chen, J. (2022). Defect identification for oil and gas pipeline safety based on autonomous deep learning network. Computer Communications, 195, 14–26. https://doi.org/10.1016/j.comcom.2022.08.001
24. Changwang, S., Shaowei, H., Haifen, Z., Fuqu, P., Changxi, S., Hao, Q. (2024). Automatic Detection of Water Supply Pipe Defects Based on Underwater Image Enhancement and Improved YOLOX. Journal of Construction Engineering and Management, 150 (10). https://doi.org/10.1061/jcemd4.coeng-14919
25. Fioravanti, C. C. B., Centeno, T. M., De Biase Da Silva Delgado, M. R. (2019). A Deep Artificial Immune System to Detect Weld Defects in DWDI Radiographic Images of Petroleum Pipes. IEEE Access, 7, 180947–180964. https://doi.org/10.1109/access.2019.2959810
26. Lin, W., Li, P., Xie, X. (2022). A Novel Detection and Assessment Method for Operational Defects of Pipe Jacking Tunnel Based on 3D Longitudinal Deformation Curve: A Case Study. Sensors, 22 (19), 7648. https://doi.org/10.3390/s22197648
27. Jeon, K.-W., Jung, E.-J., Bae, J.-H., Park, S.-H., Kim, J.-J., Chung, G. et al. (2024). Development of an In-Pipe Inspection Robot for Large-Diameter Water Pipes. Sensors, 24 (11), 3470. https://doi.org/10.3390/s24113470
28. Luo, D., Du, K., Niu, D. (2024). Intelligent Diagnosis of Urban Underground Drainage Network: From Detection to Evaluation. Structural Control and Health Monitoring, 2024 (1). https://doi.org/10.1155/2024/9217395

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.317259

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR BLOOD BAG SCREENING AS AN IMPORTANT STEP IN BLOOD TRANSFUSION HANDLING IN INDONESIA
(p. 90–104)

Andiani
Pancasila University, Srengseng Sawah, Jagakarsa, South Jakarta, Indonesia
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-1393-9882

The implementation of blood bag screening test is very important to identify and prevent transfusion-transmitted diseases such as hepatitis B, hepatitis C, HIV, and syphilis. This paper discusses the development of a blood bag data filtering information system in Indonesia. The object of this research is the management of blood donor and blood bag data.

The results of this study indicate a better operational framework, accurate data management and timely decision-making, related to the safety of blood services. By using modern programming languages such as PHP with the Laravel framework and leveraging the MySQL database, this system integrates blood donor management and screening test results, significantly reducing the risk of disease transmission.

The main feature of this system is its ability to effectively integrate donor data and screening results, which allows real-time access and decision-making. This feature enables the system to solve problems previously identified by conventional methods, significantly reducing the risk of errors and disease transmission. The results of the study indicate that the system can be implemented effectively in the internal environment of blood transfusion units in Indonesia, thereby improving operational services and comprehensive reporting. Hence, proper data and information management will result in better decision-making in the health sector, especially in maintaining high blood safety standards. Thus, this study highlights that the developed information system plays an important and effective role in strengthening blood transfusion management in Indonesia, opening up opportunities for continuous training of health workers.

Keywords: donors, blood bags, screening tests, Indonesian Red Cross blood transfusion units.

References

1. Suartini, S., Ikhwan, A. (2023). Management Information System Web-Base on Blood Donation Service. Sinkron, 8 (1), 222–230. https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i1.11920
2. Voluntary non-remunerated blood donations to ensure blood safety in the WHO South-East Asia Region to support universal health coverage (2023). World Health Organization. Available at: https://www.who.int/publications/i/item/9789290210443
3. Ekaputri, A., Kusumastuti, R. D. (2022). Simulation Of Blood Inventory Management As Good Health And Well Being (Sdgs 3): Case Of The Indonesian Red Cross Jakarta Branch. Journal of Environmental Science and Sustainable Development, 5 (2), 280–298. https://doi.org/10.7454/jessd.v5i2.1144
4. Burananayok, S., Nachatri, W., Choothanorm, P., Kusolthammarat, K., Jaruthamsophon, K., Yodsawad, C. et al. (2024). COVID-19 impact on blood donor characteristics and seroprevalence of transfusion-transmitted infections in southern Thailand between 2018 and 2022. Scientific Reports, 14 (1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-57584-z
5. Abdul-Gafaru, T., Laar, D. S., Kubuga, K. K. (2024). Design and Implementation of an Online Blood Donation System. Asian Journal of Research in Computer Science, 17 (4), 44–61. https://doi.org/10.9734/ajrcos/2024/v17i4429
6. Talapatra, S., Kabir, R., Shingha Bappy, A. (2019). Development of an Online Blood Management System. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Available at: https://www.researchgate.net/publication/331951352
7. Arora, L., Ikbal, F. (2021). Experiences of implementing hospital management information system (HMIS) at a tertiary care hospital, India. Vilakshan - XIMB Journal of Management, 20 (1), 59–81. https://doi.org/10.1108/xjm-09-2020-0111
8. Tun, S. Y. Y., Madanian, S. (2023). Clinical information system (CIS) implementation in developing countries: requirements, success factors, and recommendations. Journal of the American Medical Informatics Association, 30 (4), 761–774. https://doi.org/10.1093/jamia/ocad011

9. Li, L., Valero, M., Keyser, R., Ukuku, A. M., Zheng, D. (2023). Mobile applications for encouraging blood donation: A systematic review and case study. DIGITAL HEALTH, 9. https://doi.org/10.1177/20552076231203603
10. Muhammad, G., Asif, H., Abbas, F., Memon, I., Fazal, H. (2020). An ERP Based Blood Donation Management System for Hospital and Donor. Sukkur IBA Journal of Emerging Technologies, 3 (1), 44–54. https://doi.org/10.30537/sjet.v3i1.542
11. Katz, L. M., Cumming, P. D., Wallace, E. L. (2007). Computer-Based Blood Donor Screening: A Status Report. Transfusion Medicine Reviews, 21 (1), 13–25. https://doi.org/10.1016/j.tmrv.2006.08.001
12. Ramadhan, M., Al-zebari, A. (2023). Proposed A Web-Based Intelligent System to Manage the Blood Bank in Zakho District. Qalaai Zanist Scientific Journal, 8 (5). https://doi.org/10.25212/lfu.qzj.8.5.46
13. Anggrawan, A., Mayadi, M., Putra, L. G. R. (2022). Scholarship Recipients Recommendation System Using AHP and Moora Methods. International Journal of Intelligent Engineering and Systems, 15 (2), 260–275. https://doi.org/10.22266/ijies2022.0430.24
14. Asrin, F., Utami, G. V. (2023). Implementing Website-Based School Information Systems in Public Elementary Schools Using Waterfall Model. Journal of Information Systems and Informatics, 5 (2), 590–614. https://doi.org/10.51519/journalisi.v5i2.495
15. Alkatiri, B., Purnomo, A. (2022). Design of Android-Based Financial Recording Applications in the Shoes Business. Journal of Multimedia Trend and Technology, 1 (3). Available at: https://journal.educollabs.org/index.php/JMTT/article/view/16
16. Virdyna, I., Samidi, S. (2021). Online Based Memorandum of Understanding (MOU) Data Exchange System Design with EDI Method. Journal of Integrated and Advanced Engineering (JIAE), 1 (2), 89–100. https://doi.org/10.51662/jiae.v1i2.19
17. Hafeez, A., Ahmed, M., Furqan, M., Rehaman, W.-U., Husain, I. (2019). Importance and Impact of Class Diagram in Software Development. Indian Journal of Science and Technology, 12 (25), 1–4. https://doi.org/10.17485/ijst/2019/v12i25/145739
18. Palinggi, O. B., Triana, Y. S., Permana, M. B., Huda, D. F., Priyono, K. A. (2024). Entity-Relationship Diagram Technique in Database. Collabits Journal, 1 (2). Available at: https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/collabits/article/view/27252
19. Bolisetty, P., Yalla, P. (2016). An Efficient Component Based Software Architecture Model Using Hybrid PSO – CS Algorithm. International Journal of Intelligent Engineering and Systems, 9 (3), 46–52. https://doi.org/10.22266/ijies2016.0930.05
20. Galster, M., Weyns, D. (2023). Empirical research in software architecture – Perceptions of the community. Journal of Systems and Software, 202, 111684. https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111684
21. Herawati, S., Negara, Y. D. P., Febriansyah, H. F., Fatah, D. A. (2021). Application of the Waterfall Method on a Web-Based Job Training Management Information System at Trunojoyo University Madura. E3S Web of Conferences, 328, 04026. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132804026
22. Inastiana, F., Triayudi, A. and Handayani, E. T. E. (2020). Implementation of the Waterfall Method for Designing Sisar (Archive Information System) at the National University. Jurnal Mantik, 4 (1), 647–653. Available at: https://iocscience.org/ejournal/index.php/mantik/article/view/832
23. Alda, M. (2023). Development of a Mobile-Based Student Grade Processing Application Using the Waterfall Method. Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika, 15 (1), 50–58. https://doi.org/10.31937/ti.v15i1.3134
24. Nazurin, N. S. I. J., Johar, E. A., Khairuddin, N. H., Nasir, N. E. M., Kolandavelu, S. S. A/P (2023). Agile Project Management For Blood Donation Application. Available at: https://www.researchgate.net/publication/368655068
25. Thesing, T., Feldmann, C., Burchardt, M. (2021). Agile versus Waterfall Project Management: Decision Model for Selecting the Appropriate Approach to a Project. Procedia Computer Science, 181, 746–756. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.227
26. Gerasimova, Y., Ivel, V., Moldakhmetov, S., Petrov, P. (2024). Hardware-software implementation of a local Wi-Fi network for the transmission of biomedical signals. Information and Controlling System, 4 (9 (130)), 34–43. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309387

Анотації
INFORMATION AND CONTROLLING SYSTEM

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.315248

РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ТА АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ З СИТУАЦІЙНОЮ ОБІЗНАНІСТЮ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ (с. 6–23)

Н. Е. Кунанець, Ю. І. Жовнір, Є. В. Буров, О. М. Дуда, В. В. Пасічник

Інформаційні системи безпеки є важливою сферою застосування концепції ситуаційної обізнаності. Об'єктом дослідження є інформаційні системи безпеки житлових комплексів. Проблема, яка вирішувалася, полягає у створенні ефективної, гнучкої та адаптивної структури для забезпечення ситуаційної обізнаності в інформаційних системах безпеки. Ця структура, на відміну від існуючих, базується на інтеграції інтелектуальних агентів, серверних служб і центрального блоку, що взаємодіє з мережею Інтернету речей. Запропонована система забезпечує автономність інтелектуальних агентів, які виконують спеціалізовані завдання за допомогою інтегрованих інтелектуальних сенсорів, а серверні служби виконують базові обчислювальні завдання, такі як машинне навчання, зіставлення шаблонів і створення моделей. Центральний блок агрегує інформацію, реалізує процедури міркування та ідентифікації ситуацій для всієї системи.

Запропоновано архітектуру, яка включає три основні підсистеми: відеоспостереження, контролю доступу та управління послугами оператора. Суть отриманих результатів полягає у створенні гнучкої архітектури, яка дозволяє ефективно поєднувати технології Інтернету речей із підходом ситуаційної обізнаності.

Результати дослідження досягнуті завдяки поєднанню інноваційних підходів, таких як використання інтелектуальних агентів, машинного навчання та ситуаційного аналізу, що забезпечує гнучкий розподіл функцій між компонентами системи залежно від вимог конкретного завдання. Характерні відмінності цієї архітектури дозволяють реалізовувати принцип ситуаційної обізнаності та підтримувати безперервні процеси навчання системи.

Завдяки своїй модульній архітектурі запропонована система може бути використана в умовах розлогих будинкових мереж, що обслуговуються компаніями-провайдерами Інтернету, а також в об'єднаннях співвласників багатоквартирних будинків. Формалізація елементів архітектури спрощує процес розроблення та впровадження систем, що робить їх доступними для широкого спектра застосувань у житлових комплексах компаніями-провайдерами інтернет послуг.

Ключові слова: інтернет речей, архітектура системи, контроль доступу, відеоспостереження, моніторинг безпеки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322989

ОЦІНКА ВПЛИВУ РОЗМІРНОСТІ ПРОГРАМНИХ СТРУКТУР НА ЗБІЛЬШЕННЯ ЧАСУ ЇХ ПРОГРАМНОГО ОБРОБЛЕННЯ (с. 24–34)

Є. В. Данилець, Д. О. Корчевський, С. М. Новак, Д. М. Самойленко, М. М. Суліма

Об'єктом дослідження виступило явище екстремального збільшення часу програмного виконання коду при певних розмірах даних, що ним обробляються. Вирішувана проблема полягала в перевірці загального характеру явища для різного обладнання.

Еволюція сучасної обчислювальної техніки, її оперативної пам'яті часто проходить екстенсивним способом – збільшенням кількості структурних елементів. Проблеми можуть проявлятись у тому, що періодичні процеси у коді починають проявляти резонансний ефект, який призводить до різних показників часу оброблення даних, розміри яких є кратними і некратними структурам блоків.

У роботі проведено дослідження впливу розмірності блоків даних на швидкість виконання циклу, який їх ітерує. Використано інструментарій диференціального регресійного аналізу результатів. Експерименти проведені на різному устаткуванні, що має різну архітектуру, тип та кількість оперативної пам'яті, працює під управлінням різних операційних систем. В усіх експериментах було виявлено резонансні ефекти, які призводили до відхилень у різницевому часі виконання контрольного та референтного блоків коду для критичної розмірності даних у 1.6–3.6 разів у порівнянні з середнім значенням. Абсолютний час самих операцій доступу до пам'яті контрольного блоку при цьому зростав до 136 разів у порівнянні з референтним. Критичними виявились структури, розмір яких є кратним степені двійки (2N), особливо з величинами 512 та 1024. Зазначені розміри є поширеними у багатьох задачах, зокрема, криптографічного призначення, а також при роботі з потоковими даними. Слідування рекомендаціям, наведеним у роботі, може допомогти передбачити чи виявити часові затримки у програмах, скомпільованих для конкретного обладнання, та покращити швидкодію програм шляхом їх усунення.

Ключові слова: швидкодія програм, оперативна пам'ять, операційний час, лінійна регресія, диференціальний аналіз.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323195

РОЗРОБКА ПОСТКВАНТОВИХ КРИПТОСИСТЕМ НА ОСНОВІ СХЕМИ РАО-НАМА (с. 35–48)

Є. О. Меленті, О. Г. Король, В. П. Шульга, С. В. Мілевський, О. В. Северінов, О. В. Войтко, Х. Н. Рзаєв, І. Г. Гусарова, С. О. Кравченко, С. Е. Пашаєва

Об'єктом дослідження є процес забезпечення захисту передачі даних в каналах зв'язку об'єктів критичної інфраструктури на основі мобільних та смарт-технологій. Розвиток технологій квантових обчислень на основі алгоритмів Гровера та Шора забез-

печують практичний злам симетричних та несиметричних криптосистем за поліноміальний час. Поява систем на основі штучного інтелекту дозволяють створювати гібридні системи виявлення слабких місць (критичних точок) у системах безпеки не тільки об'єктів критичної інфраструктури. Крім цього повномасштабний квантовий комп'ютер відкриє нову еру впровадження алгоритмів постквантової криптографії. Серед переможців постквантових алгоритмів окремо виділені крипто-кодові конструкції (ККК) Мак-Еліса та Нідерайтера, які дозволяють інтегровано забезпечити необхідний рівень захисту та інтегровано забезпечити необхідний рівень вірогідності передачі інформації. Але суттєвим недоліком є можливість зламу таких систем на лінійних кодах, а також необхідність їх побудови на полем Галуа 2^{10}–2^{13}, що суттєво зменшує їх використання в низькоємних системах на основі смарт- та мобільних технологій. Для розв'язання цього недоліку у роботі пропонується використання симетричної ККК на основі схеми Рао-Нама на алгеброгеометричних та збиткових кодах, що забезпечує можливість забезпечить значного зменшення об'єму ключових даних (побудова ККК над полем на Галуа 2^4–2^6). При використанні ККК Рао-Нама формується квантовий симетричний алгоритм, який забезпечує збереження рівня стійкості та вірогідності передачі інформації (безпечний час 10^{25}–10^{35}). Такий підхід забезпечує можливість формування інтелектуальних систем захисту інформації (ІСЗІ). Наведена структурна схема побудови ІСЗІ забезпечує своєчасне виявлення загроз з оцінкою обчислювальних та фінансово-людських можливостей нападників, а також використання необхідних ККК/алгебраїчних (збиткових) кодів для забезпечення необхідного рівня безпеки.

Ключові слова: крипто-кодові конструкції Рао-Нама, алгебраїчні коди, інтелектуальні системи захисту.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322427

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНТРОЛЮ І ВИПРАВЛЕННЯ ПОМИЛОК В НЕПОЗИЦІЙНИХ КОДОВИХ СТРУКТУРАХ (с. 49–61)

А. С. Янко, В. А. Краснобаєв, А. Д. Глушко

Об'єктом дослідження є процеси оперативного контролю та виправлення помилок даних в непозиційних кодових структурах (НКС). На основі критичного аналізу існуючого методу контролю даних, заснованого на використанні проекції числа в СЗК, встановлено обмежену оперативність контролю та здатність виявляти лише одиничні помилки.

У дослідженні удосконалено методи швидкого контролю та корекції даних комп'ютерної системи (КС) реального часу, функціонуючої в непозиційній системі числення, в так званій системі залишкових класів (СЗК). Комплексний підхід до контролю та усунення помилок у СЗК побудований на основі непозиційного кодування, що базується на китайській теоремі про залишки. Дана теорема доводить, що НКС є наступним етапом розвитку теорії контролю інформації з використанням арифметичного контролю по модулю. Використання властивості повної арифметичності НКС дозволило удосконалити метод та збільшити оперативність контролю даних завдяки обробці інформації у СЗК без контролю кожного отриманого проміжного результату. Порівняння з найбільш оперативним існуючим методом дозволило встановити, що розроблений метод забезпечує підвищення швидкості контролю даних 1,2–1,3 рази.

Запропоновано ефективний процес оперативного та точного виявлення помилок на основі удосконаленого методу контролю даних у СЗК, що заснований на використанні коригувальних властивостей НКС. Паралельне виправлення помилок у НКС в 2 рази підвищує оперативність корекції помилок, за рахунок скорочення кількості проміжних операцій в удосконаленому методі. При цьому, зі збільшенням розрядної сітки операндів, що обробляються, ефективність застосування розглянутого процесу виправлення помилок зростає.

Ключові слова: швидкодія обробки даних, непозиційна кодова структура, система класу залишків, оперативність контролю, корекція даних.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323336

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНОГО ОБ'ЄКТУ МЕРЕЖЕЮ ДВОХ SDR ПРИЙМАЧІВ (с. 62–68)

Г. В. Худов, А. А. Гризо, О. О. Олексенко, Ю. Є. Репіло, Б. А. Лісогорський, А. О. Поляков, Я. М. Кожушко, С. В. Мельник, О. В. Білоус, С. М. Суконько

Об'єктом дослідження є процес визначення координат повітряного об'єкту. Основна гіпотеза дослідження полягала в тому, що використання мережі двох Software-Defined Radio (SDR) приймачів дозволить визначити координати повітряного об'єкту. Визначені координати можуть бути використані у якості попередньої цілевказівки радару.

Удосконалено метод визначення координат повітряного об'єкту мережею двох SDR приймачів, який, на відміну від відомих, передбачає:

– використання сигналів бортових систем повітряного об'єкта;

– у якості елементів мережі використання SDR приймачів;

– використання тріангуляційного методу визначення координат повітряного об'єкта.

Проведено оцінювання точності визначення координат повітряного об'єкту мережею двох SDR приймачів. Встановлено, що:

– точність вимірювань координат повітряного об'єкта різко знижується при наближенні полярного кута спостереження з середини бази до 0 або π;

– найменшу помилку вимірювання координат можна забезпечити при знаходження повітряного об'єкта на траверсі до середини бази і коли відстань до повітряного об'єкта близька до величини бази;

– при малих базах сильніше, чим при великих, виражена нерівномірність залежності помилки визначення координат від положення повітряного об'єкта щодо SDR приймачів;

– на великій дальності значення помилок при малих базах стрімко зростають, що обумовлено насамперед малим кутом перетину ліній пеленгів;

– SDR приймачі доцільно розміщувати один від одного на достатньо великій відстані (значення, що рекомендовано: (1–3) величини відстані до повітряного об'єкта);

– похибки вимірювання координат повітряного об'єкта мають значення (250–350) м у достатньо широкому діапазоні напрямів;

– при зменшенні величини бази похибки швидко зростають (досягають величину більше 1000 м) при відхиленні кута спостереження від напрямку 90°.

Ключові слова: повітряний об'єкт, мережа SDR приймачів, тріангуляційний метод.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323894

ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРЕДОВОЇ МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ ВІБРАЦІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЕРТОВИХ МАШИН (с. 69–79)

Gulsim Rysbayeva, Anara Umurzakova, Mohammed Alanesi

Це дослідження зосереджено на прогнозованому технічному обслуговуванні обертового обладнання – основного активу в таких галузях, як виробництво, виробництво енергії та транспорт. Проблема, яка розглядається, полягає в частій появі невиявлених несправностей, таких як дефекти підшипників і вигин вала, які можуть призвести до неочікуваних простоїв і значних витрат на технічне обслуговування через обмеження традиційних методів діагностики в складних, шумних середовищах. Для подолання цих проблем було розроблено інтегровану структуру, яка поєднує передові методи вібраційного аналізу (включаючи вейвлет-перетворення та пошук відповідності) із набором найсучасніших моделей машинного навчання, включаючи Random Forest, Support Vector Machine, Gradient Boosting, Convolutional Neural Network і Long Short-Term Memory (LSTM). Цей інноваційний підхід, який характеризується надійним виділенням ознак і можливостями моделювання на основі даних, забезпечує точність виявлення несправностей до 97 %, що відрізняє його від звичайних рішень. Результати демонструють, що підвищена точність і надійність запропонованої інфраструктури ефективно вирішує давні проблеми, пов'язані з неповним виявленням несправностей і простоями в процесах обслуговування. Забезпечуючи масштабоване, стійке до шума рішення, дослідження сприяє розвитку промислових систем завдяки значному скороченню операційних накладних витрат і часу простою, таким чином підтримуючи основні бізнес-операції на максимальній продуктивності.

Ключові слова: прогнозне обслуговування, машинне навчання, аналіз вібрації, обертові машини, несправності підшипників.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323293

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ВНУТРІШНІХ ДЕФЕКТІВ ТРУБ (с. 80–89)

Perizat Rakhmetova, Gani Sergazin, Yeldos Altay, Daniyar Dauletiya, Lazzat Kurmangaliyeva

Об'єктом дослідження є виявлення та класифікація внутрішніх дефектів труб. Основною проблемою, що вимагає вирішення, є неефективність, висока вартість та низька точність традиційних методів ручного контролю, які часто вимагають великих витрат часу та схильні до людських помилок. Отримані результати включають створення мультимодальної платформи, що поєднує дані RGB-візуалізації та глибини з передовими алгоритмами штучного інтелекту, виявленням меж методом Кенні та заснованою на щільності просторовою кластеризацією для додатків з шумами (DBSCAN), забезпечуючи узагальнену середню точність (mAP) 93 % при виявленні та класифікації різних дефектів, таких як тріщини, корозія та засмічення. Короткий аналіз результатів показує, що висока продуктивність досягається завдяки синергії мультимодального зондування, розпізнавання образів за допомогою штучного інтелекту та надійної роботизованої навігації. Такий комплексний підхід забезпечує не тільки точність виявлення дефектів, але і їх виявлення в режимі реального часу. Особливості отриманих результатів, що безпосередньо спрямовані на вирішення визначеної проблеми, включають в себе високоточне виявлення дефектів в режимі реального часу та скорочення часу простою під час перевірки. Як наслідок, скорочується час перевірки, знижуються витрати та підвищується безпека трубопровідної системи, що забезпечує точне вимірювання показників (mAP 93 %) та зниження ризиків для безпеки праці. Розроблена система призначена для використання в традиційних промислових умовах, особливо у великих трубопровідних мережах та у випадках, коли традиційні методи малоефективні.

Ключові слова: внутрішній дефект труби, виявлення, класифікація, алгоритми штучного інтелекту, розпізнавання образів.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.317259

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СКРИНІНГУ ПАКЕТІВ З КРОВ'Ю ЯК ВАЖЛИВОГО ЕТАПУ В ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ В ІНДОНЕЗІЇ (р. 90–104)

Andiani

Проведення скринінгових тестів пакетів з кров'ю має важливе значення для виявлення та запобігання захворювань, що передаються під час переливання крові, таких як гепатит В, гепатит С, ВІЛ та сифіліс. У даній роботі обговорюється розробка інформаційної системи фільтрації даних про пакети з кров›ю в Індонезії. Об›єктом дослідження є управління даними про донорів крові та пакети з кров'ю.

Результати дослідження вказують на більш ефективну операційну структуру, точне управління даними та своєчасне прийняття рішень щодо безпеки переливання крові. Завдяки використанню сучасних мов програмування, таких як PHP з платформою Laravel та бази даних MySQL, ця система об›єднує управління даними про донорів крові та результати скринінгових тестів, що дозволяє значно знизити ризик передачі захворювань.

Головною особливістю даної системи є здатність ефективно інтегрувати дані про донорів та результати скринінгу, що забезпечує доступ до них та прийняття рішень у режимі реального часу. Ця особливість дозволяє системі вирішувати проблеми, раніше виявлені традиційними методами, що значно знижує ризик помилок та передачі захворювань. Результати дослідження показують, що система може ефективно застосовуватися у внутрішньому середовищі підрозділів з переливання крові в Індонезії, тим самим покращуючи якість оперативного обслуговування та всебічну звітність. Отже, належне управління даними дозволить покращити ефективність прийняття рішень у сфері охорони здоров›я, зокрема для підтримки високих стандартів безпеки переливання крові. Таким чином, це дослідження підкреслює важливу роль розробленої інформаційної системи в удосконаленні управління переливанням крові в Індонезії, відкриваючи можливості для постійного навчання працівників охорони здоров'я.

Ключові слова: донори, пакети з кров'ю, скринінгові тести, підрозділи з переливання крові Індонезійського Товариства Червоного Хреста.