

**SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES**

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.269698

ECHOING THE EFFECT OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY ON RURAL EDUCATION DEVELOPMENT

pages 6–14

Olukayode Ayodele Oki, Lecturer, Department of Information Technology, Walter Sisulu University, Mthatha, South Africa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6887-9782>

Chinaza Uleanya, Associate Professor, Department of Educational Leadership and Management, University of Johannesburg, Johannesburg, South Africa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7732-0905>, e-mail: chinazau@uj.ac.za

Sanelisiwe Mbanga, Postgraduate Student, Department of Information Technology, Walter Sisulu University, Mthatha, South Africa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0850-8920>

Information and Communications Technology (ICT) is crucial to teaching and learning as it has effect on such exercises in schools. However, ICT is limited in rural based compared to urban schools. In this study, the effect of the incorporation of ICT on the academic performance of rural secondary school students was investigated. Quantitative method was adopted for the study. The sample of the study comprised 34 matric learners and 14 teachers from three selected secondary schools in the rural Cofimvaba District of the Eastern Cape Province), South Africa. Questionnaire was used as the instrument for data collection. Excel was the software used to analyze the results. The findings showed that ICT use can indeed have a positive impact on learners' academic performance. Some teachers, however, suggested that certain measures be put in place through using ICT to encourage positive behaviour. The study recommends that all rural and urban secondary schools should have access to the relevant ICT and ICT device, as these aid teaching and learning.

Keywords: academic performance, Cofimvaba District, Information and Communications Technologies (ICTs), South Africa.

References

- Balanskat, A., Blamire, R., Kefala, S. (2006). The ICT impact report. *European Schoolnet*, 1, 1–71.
- Nketiah-Amponsah, E., Asamoah, M. K., Allassani, W., Aziiale, L. K. (2017). Examining students' experience with the use of some selected ICT devices and applications for learning and their effect on academic performance. *Journal of Computers in Education*, 4 (4), 441–460. doi: <https://doi.org/10.1007/s40692-017-0089-2>
- Trucano, M. (2005). *Knowledge maps: ICT in education*. Washington: World Bank, 77.
- Namome, C., Moodley, M. (2021). ICT in mathematics education: an HLM analysis of achievement, access to and use of ICT by African Middle School Students. *SN Social Sciences*, 1 (9). doi: <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00230-6>
- Christopoulos, A., Sprangers, P. (2021). Integration of educational technology during the Covid-19 pandemic: An analysis of teacher and student receptions. *Cogent Education*, 8 (1). doi: <https://doi.org/10.1080/2331186x.2021.1964690>
- Kozma, R. B. (2004). *Monitoring and evaluation of ICT for education impact: A review*. Available at: https://www.academia.edu/42103264/Monitoring_and_evaluation_of_ICT_for_education_impact_a_review
- Imamun, S. O. (2021). *Availability, Use and Teachers' Competence in Information and Communication Technology in Classroom Teaching in Senior Secondary Schools in FCT, Abuja*. University of Abuja, 126.
- Teachers' ICT skills and knowledge needs* (2008). Swedish National Agency for School Improvement.
- Pison, A., Levi, B. (2017). *Examining The Influence of Information and Communication Technology (ICT) on Learning Among Secondary Schools in Developing Countries in Africa: Case Study Uganda-Mitooma: Secondary Schools in Kashenshero Sub County*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/318851582_the_influence_of_information_and_communication_technology_ict_on_learning_among_secondary_schools_in_developing_countries_in_africa_case_study_uganda-mitooma_secondary_schools_in_kashenshero_sub_count
- ICTs in Education for People with Disabilities: Review of innovative practice* (2011). Moscow: UNESCO.
- Carlson, C., Philip, A., McNeill, S., Powell, T., Witt, L. (2012). «Which Technology Should I Use to Teach Online?»: Online Technology and Communication Course Instruction. *Journal of Online Learning and Teaching*, 8, 334–347.
- Johnson, T. (2014). *The Effects of Information and Communication Technology on Student Achievement. Sophia, the St. Catherine University*. Available at: <https://sophia.stkate.edu/maed/75>
- Chisalita, O. (2013). *New Educational Literacies. Changes Brought by the Information and Communication Technologies (ICT's) in Education. Paper presented at the International Scientific Conference eLearning and Software for Education*. doi: <https://doi.org/10.12753/2066-026X-13-010>
- Khan, M. S., Khan, I., Siraj-U-Din, Ismail, H. M., Khattak, R., Jan, R. (2015). The impacts of ICT on the students' performance: A review of access to information. *Research on Humanities and Social Sciences*, 5 (1).
- Kent, N., Facer, K. (2004). Different worlds? A comparison of young people's home and school ICT use. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 440–455. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2004.00102.x>
- Sahu, T. K., Pradhan, S. R. (2016). *A study of the use of ICT in the teaching-learning process in secondary and senior secondary schools of Sangrur District (Pb)*. Available at: https://www.academia.edu/4123172/A_Study_of_the_Use_of_ICT_in_the_Teaching-Learning_Process_in_Secondary_and_Senior_Secondary_Schools_of_Sangrur_District_Pb_
- Keiling, H. (2019). *4 Types of Communication and How to Improve Them. indeed*. Available at: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/types-of-communication>
- Wozney, L., Venkatesh, V., Abrami, P. C. (2006). Implementing computer technologies: Teachers' perceptions and practices. *Journal of Technology and Teacher Education*, 14 (1), 173–207.
- Cuban, L., Kirkpatrick, H., Peck, C. (2001). High Access and Low Use of Technologies in High School Classrooms: Explaining an Apparent Paradox. *American Educational Research Journal*, 38 (4), 813–834. doi: <https://doi.org/10.3102/00028312038004813>
- Albirini, A. (2006). Teachers' attitudes toward information and communication technologies: the case of Syrian EFL teachers. *Computers & Education*, 47 (4), 373–398. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.10.013>

21. Howei, S., Muller, A., Paterson, A. (2005). *Information and communication technologies in South African secondary schools*. Cape Town: HSRC. Available at: <https://repository.hsrc.ac.za/handle/20.500.11910/8062>
22. Mdlongwa, T. (2012). *Information and Communication Technology (ICT) as a Means of Enhancing Education in Schools in South Africa: Challenges, Benefits, and Recommendations*. Africa Institute of Institute of South Africa. Policy Briefing No. 80. Available at: [https://www.semanticscholar.org/paper/Information-and-Communication-Technology-\(ICT\)-as-a-Mdlongwa/af9113636bd6f-57b9a69953fe3c3dd87c7cc07e2](https://www.semanticscholar.org/paper/Information-and-Communication-Technology-(ICT)-as-a-Mdlongwa/af9113636bd6f-57b9a69953fe3c3dd87c7cc07e2) Last accessed: 15.08.2020
23. *Draft White Paper on e-education: Transforming learning and teaching through ICT* (2003). Pretoria: Government Printers.
24. Dwolatzky, B., Harris, M. (2020). *SA Education: A national reset is needed and mass internet access is the only way forward*. Daily Maverick. Available at: <https://www.dailymaverick.co.za/article/2020-07-02-sa-education-a-national-reset-is-needed-and-mass-internet-access-is-the-only-way-forward/>
25. *Provision of ICT in schools: Department of Basic Education & Department of Telecommunications and Postal Services briefing*. Telecommunications and Postal Services (2016). Parliamentary Monitoring Group. Available at: <https://pmg.org.za/committee-meeting/22096/>
26. Goktas, Y., Gedik, N., Baydas, O. (2013). Enablers and barriers to the use of ICT in primary schools in Turkey: A comparative study of 2005–2011. *Computers & Education*, 68, 211–222. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.002>
27. Fu, J. S. (2013). ICT in Education: A Critical Literature Review and Its Implications. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 9 (1), 112–125.
28. Maslowski, R. (2001). *School Culture and School Performance: An Explorative Study into the Organisational Culture of Secondary Schools and their effects*. Twente: Twente University Press.
29. Ottestad, G. (2013). School Leadership for ICT and Teachers' Use of Digital Tools. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 8 (1-2), 107–125. doi: <https://doi.org/10.18261/issn1891-943x-2013-01-02-07>
30. Ward, L., Parr, J. M. (2010). Revisiting and reframing use: Implications for the integration of ICT. *Computers & Education*, 54 (1), 113–122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.07.011>
31. Ertmer, P. A., Otterbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42 (3), 255–284. doi: <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
32. Mokgadi, G. T. (2015). *The Implementation of Information and Communication Technology (ICT) In Teaching and Learning in Rekopantswe Area Office Schools*. Mafikeng Campus.
33. Jansen, J. D. (2002). Political symbolism as policy craft: explaining non-reform in South African education after apartheid. *Journal of Education Policy*, 17 (2), 199–215. doi: <https://doi.org/10.1080/02680930110116534>
34. Kozma, R. B. (2003). Technology and Classroom Practices. *Journal of Research on Technology in Education*, 36 (1), 1–14. doi: <https://doi.org/10.1080/15391523.2003.10782399>
35. Buda, A. (2020). Stumbling Blocks and Barriers to the Use of ICT in Schools: A Case Study of a Hungarian Town. *Informatics in Education*, 19 (2), 159–179. doi: <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.08>
36. Tondeur, J., van Keer, H., van Braak, J., Valcke, M. (2008). ICT integration in the classroom: Challenging the potential of a school policy. *Computers & Education*, 51 (1), 212–223. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.003>
37. Gration, E. (2021). *English Language Statistics: How Many People Speak English Worldwide?* Preply. Available at: <https://preply.com/en/blog/english-language-statistics/>
38. Dzansi, D. Y., Amedzo, K. (2014). Integrating ICT into Rural South African Schools: Possible Solutions for Challenges. *International Journal of Educational Sciences*, 6 (2), 341–348. doi: <https://doi.org/10.1080/09751122.2014.11890145>
39. Andiema, N. V. (2015). Challenges of Adoption of Information Communication Technology On Teaching and Learning in Public Pre-Schools in North Rift Region, Kenya. *International Journal of Economics, Commerce and Management United Kingdom*, 3 (12), 515–528.
40. Chisango, G., Lesame, C. (2017). Challenges of Information and Communication Technology Policy Implementation in Rural South Africa. *Communitas*, 22, 48–61. doi: <https://doi.org/10.18820/24150525/comm.v22.4>
41. Matlala, M., Kheswa, S. (2021). Internet Usage by Selected High School Learners in Limpopo Province. *Mousaion: South African Journal of Information Studies*, 38 (4), 1–18. doi: <https://doi.org/10.25159/2663-659x/8033>
42. Mafang'ha, M. (2016). *Teachers' Experience on the Use of ICT to Facilitate Teaching: A Case of Ilala District Secondary Schools*. University of Tanzania, 120.
43. Buabeng-Andoh, C. (2012). Factors influencing teachers' adoption and integration of information and communication technology into teaching: A review of the literature. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 8 (1), 136–155.
44. Ghavifekr, S., Kunjappan, T., Ramasamy, L., Anthony, A. (2016). Teaching and Learning with ICT Tools: Issues and Challenges from Teachers' Perceptions. *Malaysian Online Journal of Educational Technology (MOJET)*, 4 (2), 38–57.
45. Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68 (5), 2449–2472. doi: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
46. Habibu, T., Abdullah-Al-Mamun, M., Clement, C. (2012). Difficulties Faced by Teachers in Using ICT in Teaching-Learning at Technical and Higher Educational Institutions of Uganda. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 1 (7), 1–9.
47. Mamun, A., Tapan, S. M. (2009). Using ICT in Teaching-Learning at the Polytechnic Institutes of Bangladesh: Constraints and Limitations. *Teacher's World-Journal of Education and Research*, 33-34, 207–217.
48. *The Impact of COVID-19 on Secondary Education in Africa: Amplifying Challenges and Opening New Opportunities* (2020). Mastercard Foundation. Available at: <https://mastercardfdn.org/the-impact-of-covid-19-on-secondary-education-in-africa/> Last accessed: 12.04.2021
49. Aristovnik, A., Keržič, D., Ravšelj, D., Tomaževič, N., Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 Pandemic on Life of Higher Education Students: A Global Perspective. *Sustainability*, 12 (20), 8438–8472. doi: <https://doi.org/10.3390/su12208438>
50. Uleanya, C., Alex, J. K. (2021). The Constraints of Learning from Home During the Pandemic: Experiences of Rural Higher Education Institution (HEI) Students. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 8 (4), 2176–2188.
51. Harrison, H., Birks, M., Franklin, R., Mills, J. (2017). Case Study Research: Foundations and Methodological Orientations. *Forum: Qualitative Social Research*, 18 (1). doi: <https://doi.org/10.17169/fqs-18.1.2655>
52. Bratcher, Z. (2020). *Implementing Alternative Modes of Data Collection to Overcome Covid-19 Challenges*. U.S. Bureau of Labor

Statistics, UNECE Virtual Data Collection Workshop. Available at: https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.58/2020/mtg4/DC2020_D1-6_USBLS_-_Bratcher_P.pdf

53. Uleanya, C., Gamede, B. (2019). Technology Solution to Quality Rural University Education. *The International Journal of Interdisciplinary Educational Studies*, 14 (2), 59–74. doi: <https://doi.org/10.18848/2327-011x/cgp/v14i02/59-74>
54. Uleanya, C., Gamede, B. T., Kutame, A. P. (2020). Rural and irrelevant: exploration of learning challenges among undergraduates' rural universities. *African Identities*, 18 (4), 377–391. doi: <https://doi.org/10.1080/14725843.2020.1767037>
55. Munje, P. N., Jita, T. (2020). The Impact of the Lack of ICT Resources on Teaching and Learning in Selected South African Primary Schools. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19 (7), 263–279. doi: <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.7.15>
56. Johnston, J., Barker, L. T. (2002). *Assessing the Impact in Teaching and Learning*. Institute for Social Research. Michigan: University of Michigan.
57. Haralambos, M., Holborn, M (2008). *Sociology: Themes and Perspectives*. London: Unwin and Hyman, 16.
58. Pachler, N., Redondo, A. (2014). *A critical exploration of the impact of technology on learning, pedagogy and teacher effectiveness*. Singapore Cengage Learning.
59. Musheer, Z. (2018). ICT as a catalyst for teaching-learning process: A meta-analysis study. *International Journal of Advanced Education and Research*, 3 (2), 61–64.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274258

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGICAL APPROACH TO THE RESEARCH OF SPECIAL PURPOSE COMMUNICATION SYSTEMS

pages 15–19

Qasim Abbood Mahdi, PhD, Head of Department of Computer Technologies Engineering, Al Taff University College, Karbala, Iraq, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6612-3511>

Andrii Shyshatskyi, PhD, Senior Researcher, Head of Department of Robotic Systems Research, Research Center for Trophy and Perspective Weapons and Military Equipment, Kyiv, Ukraine, e-mail: ierikon13@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6731-6390>

Halyna Andriushena, Educational and Scientific Institute of Public Administration and Civil Service, Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8863-7027>

Larisa Degtyareva, PhD, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5927-9550>

Nadiia Protas, PhD, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0943-0587>

Yuliia Vakulenko, PhD, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6315-0116>

Elena Odarushchenko, PhD, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2293-2576>

Oksana Havryliuk, Researcher, Scientific Center, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8694-7251>

Anna Lyashenko, Researcher, Scientific Center, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5318-8663>

Bohdan Kovalchuk, Junior Research Fellow, Research Department, Military Institute of Telecommunications and Informatization named after the Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5219-7624>

As a result of Russian aggression against Ukraine, some fundamental theses regarding the nature of hybrid military operations will require clarification and even revision. First of all, this refers to the widespread perception of the asymmetric nature of hybrid threats as those used by a weaker adversary against a party with significantly greater military, technological and human potential, mainly by non-state actors against national states. This, in turn, requires the use of modern and proven mathematical apparatus, which is capable of processing a large array of various types of data in a short period of time with a given reliability of making management decisions. The object of research is the system of strategic management of national security. The subject of the research is the synthesis methodology of the intellectual system of strategic management of national security. The research developed a methodology for the synthesis of an intelligent national security management system. The novelty of the research: taking into account efficiency while choosing one or another method while researching the state of the national security system; calculation of reliability while choosing one or another method in researching the state of the national security system. Also, an element of novelty is taking into account the efficiency of the decisions made regarding the research of the state of the national security system while using one or another research method; adaptation to new challenges and threats to national security. The next element of novelty is the validity of management decisions in the management of the national security system; taking into account different data sources, which are different in origin and measurement units; analysis of large data sets.

It is expedient to implement the specified methodology in algorithmic and program software while studying the state of the national security system.

Keywords: national security system, hybrid threats, intelligent management methods, management decision making.

References

- Shishatekii, A. V., Bashkirov, O. M., Kostina, O. M. (2015). Rozvitok integrovanih sistem zv'iazku ta peredachi danikh dlia potreb Zbroinikh Sil. *Ozbroennia ta viiskova tekhnika*, 1 (5), 35–40.
- Timchuk, S. (2017). Methods of Complex Data Processing from Technical Means of Monitoring. *Path of Science*, 3 (3), 4.1–4.9. doi: <http://doi.org/10.22178/pos.20-4>

3. Sokolov, K. O., Hudyma, O. P., Tkachenko, V. A., Shyiatyi, O. B. (2015). Main directions of creation of IT infrastructure of the Ministry of Defense of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen*, 3 (6), 26–30.
4. Shevchenko, D. G. (2020). The set of indicators of the cyber security system in information and telecommunication networks of the armed forces of Ukraine. *Suchasni informatiini tekhnologii u sferi bezpeki ta oboroni*, 38 (2), 57–62. doi: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-38-2-57-62>
5. Makarenko, S. I. (2017). Perspektivy i problemnye voprosy razvitiia setei svyazi spetsialnogo naznacheniia. *Sistemy upravleniia, svyazi i bezopasnosti*, 2, 18–68. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-02/02-Makarenko.pdf>
6. Zuiev, P., Zhyvotovskyi, R., Zvieriev, O., Hatsenko, S., Kuprii, V., Nakonechnyi, O. (2020). Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (106)), 14–23. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
7. Brownlee, J. (2011). *Clever algorithms: nature-inspired programming recipes*. LuLu, 441.
8. Gorokhovatsky, V., Stiahlyk, N., Tsarevska, V. (2021). Combination method of accelerated metric data search in image classification problems. *Advanced Information Systems*, 5 (3), 5–12. doi: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.01>
9. Meleshko, Y., Drieiev, O., Drieieva, H. (2020). Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems. *Advanced Information Systems*, 4 (2), 24–28. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.05>
10. Rybak, V. A., Shokr, A. (2016). Analysis and comparison of existing decision support technology. *System analysis and applied information science*, 3, 12–18.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.273848

METHOD OF DIAGNOSING SOME DISEASES OF THE NEURO-MUSCULAR SYSTEM AND FEATURES OF DATA PROCESSING IN SOFTWARE

pages 20–25

Igor Prasol, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Biomedical Engineering, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2537-7376>

Olexandr Dovnar, PhD, Associate Professor, Department of Radio-Electronic and Biomedical Computer-Aided Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7171-0024>

Olha Yeroshenko, Assistant, Department of Electronic Computers; Postgraduate Student, Department of Biomedical Engineering, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine, e-mail: olha.yeroshenko@nure.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6221-7158>

Electromyostimulation is a method of restorative treatment based on electrical stimulation of nerves and muscles. The electric current, which is used in electrical stimulation to obtain induced muscle contractions, is characterized by a large number of different parameters. However, not every possible option of electrical stimulation is highly effective.

To solve the task of diagnosing some diseases of the neuromuscular system, it is important to organize the software by analyzing the parameters of the evoked potentials. Therefore, the object of research is the processes of skeletal muscle contraction under the influence of natural electrical pulses of the nervous system or under the influence of external electrical stimulation. The subject of research is models describing the processes in muscles during contraction and methods of data processing. In the course of the study, such research methods as mathematical modeling methods and methods of processing medical and biological data were used.

The paper examines the experimental strength-duration dependence of skeletal muscle and obtained mathematical models for the normal state of the neuromuscular apparatus and different degrees of denervation. On the basis of electrodiagnosis of a patient with impaired motor functions, the dynamics of changes in the patient's condition and the effectiveness of treatment were traced. Based on the results of the study, an analysis of the parameters of the evoked potentials of the stimulation electromyogram during adaptive electrostimulation was carried out in order to control its effectiveness or establish a diagnosis in some diseases of the neuromuscular system. This made it possible to develop a method for correcting errors in the interpretation of one of the quality parameters and increase the reliability of the diagnosis. The obtained results can be used in the improvement of technical devices for electrostimulation therapy, as well as control of the effectiveness of rehabilitation procedures.

Keywords: skeletal muscle, diagnostics of the neuromuscular system, modeling, evoked potentials, electrical stimulation, algorithm, software.

References

1. Bochkezanian, V., Newton, R. U., Trajano, G. S., Vieira, A., Pulverenti, T. S., Blazevich, A. J. (2018). Effect of tendon vibration during wide-pulse neuromuscular electrical stimulation (NMES) on muscle force production in people with spinal cord injury (SCI). *BMC Neurology*, 18 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12883-018-1020-9>
2. Bekhet, A. H., Bochkezanian, V., Saab, I. M., Gorgey, A. S. (2019). The Effects of Electrical Stimulation Parameters in Managing Spasticity After Spinal Cord Injury. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 98 (6), 484–499. doi: <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001064>
3. Bochkezanian, V., Newton, R. U., Trajano, G. S., Blazevich, A. J. (2018). Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation in People with Spinal Cord Injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50 (9), 1733–1739. doi: <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001637>
4. Yeroshenko, O., Prasol, I., Suknov, M. (2022). Modeling of electrostimulation characteristics to determine the optimal amplitude of current stimuli. *Radioelectronic and computer systems*, 2, 191–199. doi: <https://doi.org/10.32620/reks.2022.2.15>
5. Yeroshenko, O., Prasol, I. (2022). Simulation of the electrical signal of the muscles to obtain the electromiosignal spectrum. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (2 (64)), 38–43. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.254566>
6. Pascual-Valdunciel, A., Rajagopal, A., Pons, J. L., Delp, S. (2022). Non-invasive electrical stimulation of peripheral nerves for the management of tremor. *Journal of the Neurological Sciences*, 435, 120195. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2022.120195>
7. Vysotska, O., Georgiyants, M., Pecherska, A., Porvan, A., Boguslavskaya, N. (2018). Information technology for choosing the

corrective facilities under stress impact on the biological object. *Radioelectronic and Computer Systems*, 3, 34–48. doi: <https://doi.org/10.32620/reks.2018.3.05>

8. Dudar, T. V., Titarenko, O. V., Nekos, A. N., Vysotska, O. V., Porvan, A. P. (2021). Some aspects of environmental hazard due to uranium mining in Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 30 (1), 34–42. doi: <https://doi.org/10.15421/112104>
9. Vysotska, O., Nosov, K., Hnoevyi, I., Porvan, A., Rysovana, L., Dovnar, A. et al. (2022). Image processing procedure for remote recording of the *Gambusia sp.* introduced into a water for anti-malaria. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (2 (63)), 14–18. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.252297>
10. Liashenko, O., Barkovska, O., Al-Atroshi, C., Datsok, O., Liashenko, S. (2019). Model of the Work of the Neurocontroller to Control Fuzzy Data from the Sensors of the Climate Control Subsystem «Smart House». *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8 (1.2), 70–74.
11. Chumachenko, D., Yakovlev, S. (2021). Intelligent system of epidemic situation monitoring and control. *CEUR Workshop Proceedings* [this link is disabled](#), 2870, 46–55.
12. Jung, J., Lee, D.-W., Son, Y. K., Kim, B. S., Shin, H. C. (2021). Volitional EMG Estimation Method during Functional Electrical Stimulation by Dual-Channel Surface EMGs. *Sensors*, 21 (23), 8015–8032. doi: <https://doi.org/10.3390/s21238015>
13. Dideriksen, J. L., Laine, C. M., Dosen, S., Muceli, S., Rocon, E., Pons, J. L. et al. (2017). Electrical Stimulation of Afferent Pathways for the Suppression of Pathological Tremor. *Frontiers in Neuroscience*, 11. doi: <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00178>
14. Kim, J., Wichmann, T., Inan, O. T., DeWeerth, S. P. (2022). Analyzing the Effects of Parameters for Tremor Modulation via Phase-Locked Electrical Stimulation on a Peripheral Nerve. *Journal of Personalized Medicine*, 12 (1), 76–91. doi: <https://doi.org/10.3390/jpm12010076>
15. Prasol, I. V., Yeroshenko, O. A. (2022). Modeling the electrical stimulation intensity dependence on stimulus frequency. *Radiotekhnika*, 209, 192–199. doi: <https://doi.org/10.30837/rt.2022.2.209.19>
16. Gobbo, M., Maffiuletti, N. A., Orizio, C., Minetto, M. A. (2014). Muscle motor point identification is essential for optimizing neuromuscular electrical stimulation use. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-17>
17. Gorgey, A. S., Mahoney, E., Kendall, T., Dudley, G. A. (2006). Effects of neuromuscular electrical stimulation parameters on specific tension. *European Journal of Applied Physiology*, 97 (6), 737–744. doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0232-7>
18. Dolbow, D. R., Gorgey, A. S., Sutor, T. W., Bochekezanian, V., Musselman, K. (2021). Invasive and Non-Invasive Approaches of Electrical Stimulation to Improve Physical Functioning after Spinal Cord Injury. *Journal of Clinical Medicine*, 10 (22), 5356. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm10225356>
19. Prasol, I., Dovnar, O., Yeroshenko, O. (2022). Method of Diagnostic Parameters Analysis and Software Features. *2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. doi: <https://doi.org/10.1109/khpiweek57572.2022.9916500>
20. Pascual-Valdunciel, A., Lopo-Martinez, V., Sendra-Arranz, R., Gonzalez-Sanchez, M., Perez-Sanchez, J. R., Grandas, F. et al. (2022). Prediction of Pathological Tremor Signals Using Long Short-Term Memory Neural Networks. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 26 (12), 5930–5941. doi: <https://doi.org/10.1109/jbhi.2022.3209316>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274296

COLLISION AVOIDANCE BY CONSTRUCTING AND USING A PASSING AREA IN ON-BOARD CONTROLLER

pages 25–29

Serhii Zinchenko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Ship Handling, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5012-5029>, e-mail: srz56@ukr.net

Oleh Tovstokoryi, PhD, Associate Professor, Deep Sea Captain, Department of Ship Handling, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3048-0028>

Oleksandr Sapronov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Transport Technologies and Mechanical Engineering, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1115-6556>

Kostiantyn Tymofeiev, PhD, Associate Professor, Department of Ship Electrical Equipment and Automatic Devices Operation, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8668-6159>

Andrii Petrovskiyi, PhD, Associate Professor, Department of Navigation, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3337-9577>

Artem Ivanov, PhD, Acting Head of Department of Ship Electrical Equipment and Automatic Devices Operation, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1919-2570>

The object of research is the processes of automatic optimal passing of one's own ship with many dangerous targets, including maneuvering ones, by the method of constructing the area of permissible passing parameters in the on-board computer. According to the European Maritime Safety Agency (EMSA), the largest number of ship accidents in 2014–2019 occurred due to collision (32 %). On modern ships, for observation and passing with targets, ARPA (automatic radar plotting aid) is used, which allows to automate manual operations, and the built-in function «Playing the maneuver» provides the navigator with a convenient graphic interface for solving passing problems. At the same time, ARPA is an automated system that assumes the presence of an operator in the control circuit. The presence of a person in the control circuit is related to the «human factor», which is a prerequisite for the occurrence of various types of accidents, including ship collisions. The most effective means of reducing the influence of the «human factor» on control processes is the introduction of automatic control modules in automated systems. The paper develops a method for the passing module, which allows automatic and optimal passing with many targets, including maneuvering ones. The number of targets for passing is not limited by the method, but is limited only by the capabilities of the ARPA to track the targets. The obtained results are explained by the fact that at each step of the on-board computer, a region of permissible passing parameters is constructed for all purposes, passing parameters that optimize a given optimality criterion are

selected from the constructed region, the selected parameters are used as software in the control law. The developed method can be used on ships, subject to integration into the existing automated system of an on-board computer with an open architecture, to increase the capabilities of automatic traffic control, in this case, the possibility of automatic optimal passing with many objectives, including maneuvering.

Keywords: passing of ships, safety of shipping, optimization of control processes, automatic control module, simulation stand.

References

1. Bole, A., Wall, A., Norris, A. (2013). *Radar and ARPA manual: Radar, AIS and Target Tracking for Marine Radar Users*. Elsevir, 552. Available at: https://www.amazon.com/Radar-ARPA-Manual-Target-Tracking-ebook/dp/B00GY5XEYO#reader_B00GY5XEYO2
2. *Navi-Trainer Professional 5000 (version 5.35)* (2014). Instructor's Guide, 507.
3. Nosov, P. S., Popovych, I. S., Cherniavskiy, V. V., Zinchenko, S. M., Prokopchuk, Y. A., Makarchuk, D. V. (2020). Automated identification of an operator anticipation on marine transport. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 3, 158–172. doi: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-3-15>
4. Zinchenko, S. M., Mateichuk, V. M., Nosov, P. S., Popovych, I. S., Appazov, E. S. (2020). Improving the accuracy of automatic control with mathematical meter model in on-board controller. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 4, 197–207. doi: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-4-19>
5. Shen, H., Hashimoto, H., Matsuda, A., Taniguchi, Y., Terada, D., Guo, C. (2019). Automatic collision avoidance of multiple ships based on deep Q-learning. *Applied Ocean Research*, 86, 268–288. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apor.2019.02.020>
6. Li, Y., Guo, Z., Yang, J., Fang, H., Hu, Y. (2018). Prediction of ship collision risk based on CART. *IET Intelligent Transport Systems*, 12 (10), 1345–1350. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5281>
7. Park, J., Choi, J., Choi, H. (2019). COLREGS-compliant path planning considering time-varying trajectory uncertainty of autonomous surface vehicle. *Electronics Letters*, 55 (4), 222–224. doi: <https://doi.org/10.1049/el.2018.6680>
8. Huang, Y., Chen, L., van Gelder, P. H. A. J. M. (2019). Generalized velocity obstacle algorithm for preventing ship collisions at sea. *Ocean Engineering*, 173, 142–156. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.12.053>
9. Johansen, T. A., Cristoforo, A., Perez, T. (2016). *Ship Collision Avoidance Using Scenario-Based Model Predictive Control*. IFAC. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/34a3/c1a0b699774fadab417ca2f5ef422edb1f0b.pdf>
10. Zinchenko, S., Mateichuk, V., Nosov, P., Popovych, I., Solovey, O., Mamenko, P., Grosheva, O. (2020). Use of Simulator Equipment for the Development and Testing of Vessel Control Systems. *Electrical, Control and Communication Engineering*, 16 (2), 58–64. doi: <https://doi.org/10.2478/ecce-2020-0009>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274846

DEVELOPMENT OF THE CONTROL SYSTEM FOR LEGO MINDSTORMS EV3 MOBILE ROBOT BASED ON MATLAB/SIMULINK ELEMENTS

pages 30–35

Chengjian Dong, School of Automobile and Transportation, Yancheng Polytechnic College, Yancheng, China, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3529-6529>

Oleksii Povoroziuk, Postgraduate Student, Department of Computerized Control Systems, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0455-9915>, e-mail: alexey99195@gmail.com

Andriy Topalov, PhD, Associate Professor, Department of Computerized Control Systems, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2745-7388>

Kai Wang, Yunzhou (Yancheng) Innovation Technology Co., Ltd., Yancheng, China, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1175-6045>

Zhicong Chen, Yunzhou (Yancheng) Innovation Technology Co., Ltd., Yancheng, China, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2511-8289>

The Mindstorms EV3 robot, developed by LEGO, is one of the popular robots that has been widely used in various fields. Unlike previous versions of mobile LEGO robots, EV3 allows the development of real-time applications for teaching a variety of subjects, as well as for conducting research experiments. The object of research in this case is the Mindstorms EV3 robot connected to MATLAB/Simulink. The design consists of a controller, one color sensor, two servo motors and one support wheel. Each servo motor is built on a DC collector motor with a matching gearbox and has the ability to measure the number of revolutions corresponding. A digital sensor with a sampling frequency of 1 kHz is used as a color sensor, which can determine the color or brightness of light. Despite its popularity, the EV3 robot control system in interaction with the MATLAB/Simulink programming environment is a rather complex solution and therefore requires further research. The scientific part of the research focuses on discovering the regularities of the Mindstorms EV3 control system, developing a control system model, and exploring the potential of MATLAB/Simulink to expand the robot's capabilities. An analysis of the main elements of the control system, such as sensors and servos, was carried out. The graphs of the dependences of the characteristics of the servo drives were built and the efficiency of the robot movement was checked depending on the parameters set in the program. The result of the development of the mobile robot control system was the adjustment of the mobile robot movement regulators along a given trajectory in the form of a drawn line, which allowed estimating the maximum permissible speed of the robot movement. The presented research and development of a control system based on MATLAB/Simulink elements allows using the proposed method to control a mobile robot with high precision, analyze and verify the robot's electromechanical parameters in real time. This control system has a high potential and can practically be integrated into industrial objects of mobile robotics, provided types the sensors and executive mechanisms of the mobile robot match.

Keywords: mobile robot, LEGO Mindstorms EV3, MATLAB/Simulink, controller, control system, line-following.

References

1. Irigoyen, E., Larzabal, E., Priego, R. (2013). Low-cost platforms used in Control Education: An educational case study. *IFAC*

Proceedings Volumes, 46 (17), 256–261. doi: <https://doi.org/10.3182/20130828-3-uk-2039.00058>

2. Pedersen, B. K. M. K., Larsen, J. C., Nielsen, J. (2019). The Effect of Commercially Available Educational Robotics: A Systematic Review. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 14–27. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_2
3. Zhang, M., Wan, Y. (2020). Improving learning experiences using LEGO Mindstorms EV3 robots in control systems course. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*. doi: <https://doi.org/10.1177/0020720920965873>
4. Ding, J., Li, Z., Pan, T. (2017). Control System Teaching and Experiment Using LEGO MINDSTORMS NXT Robot. *International Journal of Information and Education Technology*, 7 (4), 309–313. doi: <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.4.886>
5. Maharuddin, M. F., Ghani, N. M., Jamin, N. F. (2018). Two-Wheeled LEGO EV3 Robot Stabilisation Control Using Fuzzy Logic Based PSO Algorithm. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 10 (2-5), 149–153. Available at: <https://jtec.utem.edu.my/jtec/article/view/4402>
6. Rosillo, N., Montés, N., Alves, J. P., Ferreira, N. M. F. (2019). A Generalized Matlab/ROS/Robotic Platform Framework for Teaching Robotics. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1023, 159–169. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_15
7. Akmal, M. A., Jamin, N. F., Ghani, N. M. A. (2017). Fuzzy logic controller for two wheeled EV3 LEGO robot. *2017 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC)*. Melaka, 134–139. doi: <https://doi.org/10.1109/spc.2017.8313035>
8. Serrano, V., Thompson, M., Tsakalis, K. (2017). Learning Multivariable Controller Design: a Hands-on Approach with a Lego Robotic Arm. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 271–278. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-54377-2_23
9. Pinto, M., Moreira, A. P., Matos, A. (2012). Localization of Mobile Robots Using an Extended Kalman Filter in a LEGO NXT. *IEEE Transactions on Education*, 55 (1), 135–144. doi: <https://doi.org/10.1109/te.2011.2155066>
10. Cuéllar, M. P., Pegalajar, M. C. (2011). Design and implementation of intelligent systems with LEGO Mindstorms for undergraduate computer engineers. *Computer Applications in Engineering Education*, 22 (1), 153–166. doi: <https://doi.org/10.1002/cae.20541>
11. Canale, M., Casale-Brunet, S. (2014). A multidisciplinary approach for Model Predictive Control Education: A Lego Mindstorms NXT-based framework. *International Journal of Control, Automation and Systems*, 12 (5), 1030–1039. doi: <https://doi.org/10.1007/s12555-013-0282-7>
12. Montés, N., Rosillo, N., Mora, M. C., Hilario, L. (2018). Real-Time Matlab-Simulink-Lego EV3 Framework for Teaching Robotics Subjects. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 230–240. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-97085-1_23
13. Montes, N., Rosillo, N., Mora, M. C., Hilario, L. (2021). A Novel Real-Time MATLAB/Simulink/LEGO EV3 Platform for Academic Use in Robotics and Computer Science. *Sensors*, 21 (3), 1006. doi: <https://doi.org/10.3390/s21031006>
14. Basilio, J. C., Matos, S. R. (2002). Design of PI and PID controllers with transient performance specification. *IEEE Transactions on Education*, 45 (4), 364–370. doi: <https://doi.org/10.1109/te.2002.804399>
15. Ünal, M., Erdal, H., Topuz, V. (2010). Trajectory tracking performance comparison between genetic algorithm and ant colony optimization for PID controller tuning on pressure process. *Computer Applications in Engineering Education*, 20 (3), 518–528. doi: <https://doi.org/10.1002/cae.20420>

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274990

DEVELOPMENT OF A MICROWAVE RESONANT WAVEGUIDE SLOT ANTENNA WITH IN-PHASE SLOT EXCITATION

pages 36–43

Andriy Semenov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9580-6602

Olena Semenova, PhD, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5312-9148

Natalia Kryvinska, PhD, Professor, Department of Information Systems, Comenius University in Bratislava, Bratislava, Slovakia, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3678-9229

Andrii Krystoforov, Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0616-667X

Paolo Kurovskiy, Postgraduate Student, Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0008-4761-4233

Oleh Kaplychnyi, Postgraduate Student, Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, ORCID: https://orcid.org/0009-0001-7464-4517

The object of research in the work is the process of radiation of electromagnetic waves of a resonant waveguide-slot antenna with in-phase excitation of slots. The subject of research is the wave parameters and directional properties of a resonant slotted waveguide antenna with in-phase slot excitation. The existing problem is that it is necessary to ensure highly directional properties of the antenna with electrical control of its wave parameters at high transmitter power. This problem is due to the fact that to solve the problem of developing equipment for radio control, and radar of aircraft, highly directional antennas of small sizes are required. To solve this problem, the paper proposes the design of a simple and cheap version of a microwave resonant waveguide-slot antenna with in-phase slot excitation.

As a basis for developing a resonant slotted waveguide antenna, the authors chose a standard R48 rectangular waveguide, which is a classic in the theory of directional systems in the microwave range. This is due to the fact that in order to calculate and study a microwave resonant waveguide-slot antenna with in-phase excitation of slots, the authors used well-known elements of the theory of aperture antennas. The design of a resonant slotted waveguide antenna consists of a rectangular waveguide, an exciter, and a feeder. The radiation surface of the antenna is a wide wall of a standard R48 rectangular waveguide along the central axis, of which slots are symmetrically cut in a checkerboard pattern. The exciter is

made in the form of a metal pin inside a rectangular waveguide near the short-circuited wall. This pin acts as an asymmetric vertical vibrator that excites electromagnetic waves in a rectangular waveguide. The antenna is tuned to the maximum radiation power mechanically by moving the short-circuited wall of the rectangular waveguide. The pin feeds a feeder based on a coaxial cable with a characteristic impedance of 75 Ohm.

The developed resonant waveguide-slot antenna with in-phase excitation of slots operates in the frequency range of 4.0–6.0 GHz. In the frequency range of 4.0–5.45 GHz, the value of Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) varies from 1.08 to 2.1. In the frequency range of 5.45–6.0 GHz, the Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) value varies from 2.1 to 6.55. The directivity of the antenna in the operating frequency range is not less than 90. The width of the main lobe of the antenna pattern in the horizontal plane is not more than 3.1°. The antenna gain in the operating frequency band is at least 100. The efficiency is at least 90 % with a maximum generator signal power of 10 kW.

Keywords: resonant antenna, waveguide-slot antenna, frequency range, voltage standing wave ratio, radiation pattern.

References

- Liao, S., Chen, Y., Wei, J., Xu, J. (2010). Unequally Spaced Resonant Slotted-Waveguide Antenna Array Based on the Infinite Wavelength Propagation Property of Composite Right/Left-Handed Waveguide. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 9, 451–454. doi: <https://doi.org/10.1109/lawp.2010.2050132>
- Taheri, M., Majedi, M. S. (2017). Resonant slotted-waveguide antenna array using open-ended SIW resonator. *2017 Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE)*. doi: <https://doi.org/10.1109/iranianee.2017.7985396>
- Coetzee, J. C., Kulkarni, A., Albannay, M. M. (2014). Compensation for higher order mode coupling between inclined coupling slots and radiating slots in planar slotted waveguide arrays. *2014 USNC-URSI Radio Science Meeting (Joint with AP-S Symposium)*. doi: <https://doi.org/10.1109/usnc-ursi.2014.6955442>
- Dunn, D. S., Augustin, E. P., Chin Chang. (1994). Design of an eight element edge slot waveguide array antenna. *Conference Record Southcon*. doi: <https://doi.org/10.1109/southc.1994.498115>
- Cao, J., Wang, H., Mou, S., Sothar, P., Zhou, J. (2019). An Air Cavity-Fed Circularly Polarized Magneto-Electric Dipole Antenna Array With Gap Waveguide Technology for mm-Wave Applications. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 67 (9), 6211–6216. doi: <https://doi.org/10.1109/tap.2019.2925186>
- Maxum, B. (1960). Resonant slots with independent control of amplitude and phase. *IRE Transactions on Antennas and Propagation*, 8 (4), 384–389. doi: <https://doi.org/10.1109/tap.1960.1144869>
- He, W.-H., Liu, S.-B., Li, W., Hu, Z.-Y., Zhang, X.-W., Zhou, Z.-Y. (2021). Wideband Excitations of Higher-order Mode SIW Slot Array Antenna for X-band Applications. *2021 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS)*. doi: <https://doi.org/10.1109/piers53385.2021.9694951>
- Rao, Y., Zhang, H., Sun, G. (2020). Shared Aperture Dual-band Waveguide Slot antenna. *2020 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and North American Radio Science Meeting*. doi: <https://doi.org/10.1109/ieconf35879.2020.9330047>
- Lubis, Moh. A. K. S., Yusuf, D. P., Apriono, C., Rahardjo, E. T. (2017). The effect of flange connectors on the radiation performance of narrow wall slotted waveguide antenna at X-band frequency. *2017 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)*. doi: <https://doi.org/10.1109/isap.2017.8228980>
- Zhang, J.-P., Li, B., Zhou, Z.-P. (2018). A substrate integrated waveguide slot antenna for 79-GHz applications. *2018 International Workshop on Antenna Technology (IWAT)*. doi: <https://doi.org/10.1109/iwat.2018.8379184>
- Balanis, C. A. (2016). *Antenna Theory. Analysis and Design*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 1072.

**SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES**

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.269698

ВІДЗЕРКАЛЕННЯ ВПЛИВУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РОЗВИТОК ОСВІТИ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ сторінки 6–14**Olukayode Ayodele Oki, Chinaza Uleanya, Sanelisiwe Mbanga**

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) мають вирішальне значення для викладання та навчання, оскільки вони впливають на такі вправи в школах. Проте ІКТ обмежені в сільській місцевості порівняно з міськими школами. У цьому дослідженні було вивчено вплив впровадження ІКТ на успішність учнів сільської загальноосвітньої школи. Для дослідження був прийнятий кількісний метод. Вибірка дослідження складалася з 34 учнів і 14 вчителів із трьох вибраних середніх шкіл у сільській місцевості району Кофімбава Східної Капської провінції Південної Африки. Як інструмент збору даних використовувався опитувальник. Для аналізу результатів використовувалося програмне забезпечення Excel. Результати показали, що використання ІКТ справді може позитивно вплинути на успішність учнів. Проте деякі вчителі запропонували запровадити певні заходи за допомогою ІКТ для заохочення позитивної поведінки. Дослідження рекомендує, щоб усі сільські та міські середні школи мали доступ до відповідних ІКТ та ІКТ-пристроїв, оскільки вони допомагають викладанню та навчанню.

Ключові слова: академічна успішність, округ Кофімбава, інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), Південна Африка.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274258

РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ СИНТЕЗУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНОЮ БЕЗПЕКОЮ сторінки 15–19**Mahdi O. A., Шишацький А. В., Андрійшена Г. В., Дегтярьова Л. М., Протас Н. М., Вакулєнко Ю. В., Одаруценко О. Б., Ляшенко Г. Т., Гаврилюк О. Г., Ковальчук Б. П.**

Внаслідок російської агресії проти України деякі засадничі тези щодо характеру гібридних воєнних дій потребуватимуть уточнення та навіть перегляду. Насамперед це стосується поширеного уявлення про асиметричний характер гібридних загроз як таких, що застосовуються слабшим противником проти сторони з відчутно більшим військовим, технологічним, людським потенціалом, в основному недержавними акторами проти національних держав. Це в свою чергу потребує використання сучасного та апробованого математичного апарату, що здатний за короткий проміжок часу провести обробку великого масиву різнотипних даних з заданою достовірністю прийняття управлінських рішень. Об'єктом дослідження є система стратегічного управління національною безпекою. Предмет дослідження – методологія синтезу інтелектуальної системи стратегічного управління національною безпекою. В дослідженні проведено розробку методології синтезу інтелектуальної системи управління національною безпекою. Новизна дослідження: врахування оперативності при обранні того чи іншого методу при дослідженні стану системи національної безпеки; розрахунок достовірності при обранні того чи іншого методу при дослідженні стану системи національної безпеки. Також елементом новизни є врахування оперативності прийнятих рішень щодо дослідження стану системи національної безпеки при виборі одного або іншого методу дослідження; адаптація до нових викликів і загроз національній безпеці. Наступним елементом новизни є обґрунтованість управлінських рішень при управлінні системою національної безпеки; врахування різних вихідних даних, що є різні за походженням та одиницями виміру; проведення аналізу великих масивів даних.

Зазначену методологію доцільно реалізувати в алгоритмічному та програмному забезпеченні при дослідженні стану системи національної безпеки.

Ключові слова: система національної безпеки, гібридні загрози, інтелектуальні методи управління, прийняття управлінських рішень.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.273848

СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ ДЕЯКИХ ЗАХВОРЮВАНЬ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ В ПРОГРАМНИХ ЗАСОБАХ сторінки 20–25**Прасол І. В., Довнар О. Й., Єрошенко О. А.**

Електроімістимуляція є методом відновного лікування, в основі якого лежить електрична стимуляція нервів та м'язів. Електричний струм, який застосовується в електростимуляції для отримання викликаних м'язових скорочень, характеризується великою кількістю різних параметрів. Однак далеко не кожен можливий варіант електростимуляції має високу ефективність. Для вирішення завдання діагностики деяких захворювань нервово-м'язової системи є важливою організація програмного забезпечення шляхом аналізу параметрів викликаних потенціалів. Отже, об'єктом дослідження є процеси скорочення скелетного м'яза під впливом природних електричних імпульсів нервової системи або під впливом зовнішньої електростимуляції. Предметом дослідження є моделі, що описують процеси в м'язах при скороченні та способи обробки даних. У ході дослідження використовувалися такі методи дослідження, як методи математичного моделювання та методи обробки медико-біологічних даних.

У роботі розглянуто експериментальні залежності сила-тривалість скелетного м'яза та отримані математичні моделі для нормального стану нервово-м'язового апарату та різного ступеня денервації. На основі електродіагностики хворого з порушенням рухових функцій простежено динаміку зміни стану пацієнта та ефективність лікування. За результатами дослідження проведено аналіз параметрів викликаних потенціалів стимуляційної електроіміограми в ході адаптивної електростимуляції з метою контролю її ефективності або встановлення діагнозу при деяких захворюваннях нервово-м'язової системи. Це дозволило розробити метод виправлення помилок інтерпретації одного з якісних параметрів та підвищити завадостійкість постановки діагнозу. Отримані результати можуть бути використані при вдосконаленні технічних пристроїв для електростимуляційної терапії, а також контролю ефективності реабілітаційних процедур.

Ключові слова: скелетний м'яз, діагностика нервово-м'язової системи, моделювання, викликані потенціали, електростимуляція, алгоритм, програмне забезпечення.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274296

УНИКНЕННЯ ЗІТКНЕННЯ ШЛЯХОМ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАСТІ РОЗХОДЖЕННЯ У БОРТОВОМУ ОБЧИСЛЮВАЧІ сторінки 25–29**Зіченко С. М., Товстокорий О. М., Сапронов О. О., Тимофеев К. В., Петровський А. В., Іванов А. А.**

Об'єктом дослідження є процеси автоматичного оптимального розходження власного судна з багатьма небезпечними цілями, включаючи маневруючі, методом побудови у бортовому обчислювачі області допустимих параметрів розходження. За даними European Maritime Safety Agency (EMSA), найбільша кількість аварій суден у 2014–2019 роках відбулася по причині зіткнення (32 %). На сучасних суднах, для спостереження і розходження з цілями, використовується ЗАРП (засоби автоматичної радіолокаційної прокладки), який дозволяє автоматизувати ручні операції, а вбудована функція «Програвання маневру» надає навігатору зручний графічний інтерфейс для вирішення задач розходження. Разом з тим, ЗАРП – це автоматизована система, яка передбачає присутність оператора в контурі керування. Присутність людини у контурі керування пов'язана із «людським чинником», який є передумовою виникнення різних видів аварій, у тому числі і зіткнення суден. Найбільш ефективним засобом зменшення впливу «людського чинника» на процеси керування є запровадження автоматичних модулів керування у автоматизованих системах. У роботі розроблено метод для модуля розходження, який дозволяє автоматично та оптимально розходитися з багатьма цілями, включаючи маневруючі. Кількість цілей для розходження не обмежується методом, а обмежується лише можливостями ЗАРП по супроводженню цілей. Отримані результати пояснюються тим, що на кожному кроці бортового обчислювача будується область допустимих параметрів розходження з усіма цілями, із побудованої області вибираються параметри розходження, що оптимізують заданий критерій оптимальності, вибрані параметри використовуються як програмні у законі керування. Розроблений метод може використовуватися на суднах, за умови інтегрування в існуючу автоматизовану систему бортового обчислювача з відкритою архітектурою, для нарощування можливостей автоматичного керування рухом, у даному випадку можливості автоматичного оптимального розходження з багатьма цілями, включаючи маневруючі.

Ключові слова: розходження суден, безпека судноплавства, оптимізація процесів керування, автоматичний модуль керування, стенд імітаційного моделювання.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274846

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ LEGO MINDSTORMS EV3 НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТІВ MATLAB/SIMULINK сторінки 30–35**Chengjian Dong, Поворознюк О. С., Топалов А. М., Kai Wang, Zhicong Chen**

Робот Mindstorms EV3, розроблений LEGO, є одним із популярних роботів, який широко використовується в різних сферах. На відміну від попередніх версій мобільних роботів LEGO, EV3 дозволяє розробляти програми в режимі реального часу для викладання різноманітних предметів, а також для проведення дослідницьких експериментів. Об'єктом дослідження в цьому випадку є робот Mindstorms EV3, підключений до MATLAB/Simulink. Конструкція складається з контролера, одного датчика кольору, двох серводвигунів і одного опорного колеса. Кожен серводвигун побудований на колекторному двигуні постійного струму з відповідним редуктором і має можливість вимірювати відповідну кількість обертів. Як датчик кольору використовується цифровий датчик з частотою дискретизації 1 кГц, який може визначати колір або яскравість світла. Незважаючи на свою популярність, система керування роботом EV3 у взаємодії із середовищем програмування MATLAB/Simulink є досить складним рішенням і тому потребує подальших досліджень. Наукова частина дослідження зосереджена на виявленні закономірностей системи керування Mindstorms EV3, розробці моделі системи керування та вивченні потенціалу MATLAB/Simulink для розширення можливостей робота. Проведено аналіз основних елементів системи керування, таких як датчики та сервоприводи. Побудовано графіки залежностей характеристик сервоприводів та перевірено ефективність руху робота залежно від параметрів, заданих у програмі. Результатом розробки системи керування мобільним роботом стало налаштування регуляторів руху мобільного робота по заданій траєкторії у вигляді накресленої лінії, що дозволило оцінити максимально допустиму швидкість руху робота. Представлене дослідження та розробка системи керування на основі елементів MATLAB/Simulink дозволяє за допомогою запропонованого методу з високою точністю керувати мобільним роботом, аналізувати та перевіряти електромеханічні параметри робота в режимі реального часу. Ця система управління має високий потенціал і практично може бути інтегрована в промислові об'єкти мобільної робототехніки за умови відповідності типів датчиків і виконавчих механізмів мобільного робота.

Ключові слова: мобільний робот, LEGO Mindstorms EV3, MATLAB/Simulink, контролер, система керування, прямування.

DOI: 10.15587/2706-5448.2023.274990

РОЗРОБКА МІКРОХВИЛЬОВОЇ РЕЗОНАНСНОЇ ХВИЛЕВОДНО-ЩІЛИННОЇ АНТЕНИ З СИНФАЗНИМ ЗБУДЖЕННЯМ ЩІЛИН сторінки 36–43**Семенов А. О., Семенова О. О., Natalia Kryvinska, Кристофоров А. В., Куровський П. В., Калпичний О. С.**

Об'єктом дослідження у роботі є процес випромінювання електромагнітних хвиль резонансної хвилеводно-щілинної антени з синфазним збудженням щілин. Предметом досліджень є хвильові параметри та спрямовані властивості резонансної хвилеводно-щілинної антени з синфазним збудженням щілин. Існуюча проблема полягає в тому, що необхідно забезпечити гостроспрямовані властивості антени з електричним керуванням її хвильових параметрів за умови великої потужності передавача. Ця проблема зумовлена тим, що вирішення задачі розроблення обладнання для радіо-керування та радіолокації літальних об'єктів потрібні гостроспрямовані антени малих розмірів. Для вирішення цієї проблеми у роботі запропонована конструкція простого і дешевого варіанту мікрохвильової резонансної хвилеводно-щілинної антени з синфазним збудженням щілин.

За основу розроблення резонансної хвилеводно-щілинної антени автори обрали стандартний прямокутний хвилевід R48, який є класичним в теорії спрямованих систем мікрохвильового діапазону. Це зумовлено тим, що для розрахунку та дослідження

мікрохвильової резонансної хвилеводно-щілинної антени з синфазним збудженням щілин автори використали загальновідомі елементи теорії апертурних антен. Конструкція резонансної хвилеводно-щілинної антени складається з прямокутного хвилеводу, збуджувального пристрою та фідера. Поверхнею випромінювання антени є широка стінка стандартного прямокутного хвилеводу R48, вздовж центральної вісі якої симетрично прорізані щілини в шаховому порядку. Збуджувальний пристрій виконаний у вигляді металевого штиря всередині прямокутного хвилеводу поблизу короткозамкнутої стінки. Цей штир виконує роль несиметричного вертикального вібратора, який збуджує електромагнітні хвилі в прямокутному хвилеводі. Налаштування антени на максимум потужності випромінювання здійснюється механічно шляхом переміщення короткозамкнутої стінки прямокутного хвилеводу. Штир живить фідер на основі коаксіального кабелю з хвильовим опором 75 Ом.

Розроблена резонансна з синфазним збудженням щілин працює в діапазоні частот 4,0–6,0 ГГц. В діапазоні частот 4,0–5,45 ГГц значення коефіцієнта стоячої хвилі по напрузі (VSWR) змінюється в межах від 1,08 до 2,1. В діапазоні частот 5,45–6,0 ГГц значення коефіцієнта стоячої хвилі по напрузі (VSWR) змінюється в межах від 2,1 до 6,55. Коефіцієнт спрямованої дії антени в робочому діапазоні частот не менше 90. Ширина головної пелюстки діаграми спрямованості антени в горизонтальній площині не більше 3,1°. Коефіцієнт підсилення антени у смузі робочих частот не менше 100. Коефіцієнт корисної дії не менше 90 % при максимальній потужності сигналу генератора 10 кВт.

Ключові слова: резонансна антена, хвилеводно-щілинна антена, діапазон частот, коефіцієнт стоячої хвилі по напрузі, діаграма спрямованості.