ABSTRACT AND REFERENCES

INFORMATION TECHNOLOGY. INDUSTRY CONTROL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252310

DEVISING A METHOD FOR PROCESSING THE IMAGE OF A VEHICLE'S LICENSE PLATE WHEN SHOOTING WITH A SMARTPHONE CAMERA (p. 6–21)

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

Oleksandr Makoveichuk
Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4425-016X

Dmytro Misiuk
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7759-1780

Hennadii Pievtsov
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0426-6768

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

Yuriy Solomonenko
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6503-7475

Iryna Yuzova
Civil Aviation Institute, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0013-5808

Volodymyr Cherneha
The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6190-3252

Valerii Vlasiuk
National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2140-3250

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

This paper reports an improved method for processing the image of a vehicle's license plate when shooting with a smartphone camera. The method for processing the image of a vehicle's license plate includes the following stages:

– enter the source data;

– split the video streaming into frames;

– preliminary process the image of a vehicle's license plate;

– find the area of a vehicle's license plate;

– refine character recognition using the signature of a vehicle's license plate;

– refine character recognition using the combined results from frames in the streaming video;

– obtain the result of processing.

Experimental studies were conducted on the processing of images of a vehicle's license plate. During the experimental studies, the license plate of a military vehicle (Ukraine) was considered. The original image was the color image of a vehicle. The results of experimental studies are given. A comparison of the quality of character recognition in a license plate has been carried out. It was established that the improved method that uses the combined results from streaming video frames works out efficiently at the end of the sequence. The improved method that employs the combined results from streaming video frames operates with numerical probability vectors.

The assessment of errors of the first and second kind in processing the image of a license plate was carried out. The total accuracy of finding the area of a license plate by known method is 61 % while the improved method's result is 76 %. It has been established that the minimization of errors of the first kind is more important than reducing errors of the second kind. If a license plate is incorrectly identified, these results would certainly be discarded at the character recognition stage.

Keywords: image processing, license plate, vehicle, character recognition, smartphone camera.

References

1. OSCE Special Monitoring Mission to Ukraine (SMM) Daily Report 11/2022 issued on 18 January 2022. Organization for Security and Co-operation in Europe. Available at: https://www.osce.org/special-monitoring-mission-to-ukraine/510200
2. Nechepurenko, I., Higgins, A. (2022). In Kazakhstan's Street Battles, Signs of Elites Fighting Each Other. The New York Times. Available at: https://www.nytimes.com/2022/01/07/world/asia/kazakhstan-protests.html
3. Lee, H., Kim, D., Kim, D., Bang, S. Y. (2003). Real-Time Automatic Vehicle Management System Using Vehicle Tracking and Car Plate Number Identification. 2003 International Conference on Multimedia and Expo. ICME '03. Proceedings (Cat. No.03TH8698). doi: https://doi.org/10.1109/icme.2003.1221626
4. Kirpichnikov, A. P., Lyasheva, S. A., Obukhov, A. V., Shleymovich, M. P. (2015). Avtomaticheskoe raspoznavanie avtomobil'nyh nomerov. Vestnik tekhnologicheskogo universiteta, 18 (4), 218–222. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskoe-raspoznavanie-avtomobilnyh-nomerov
5. Viola, P., Jones, M. (2001). Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001. doi: https://doi.org/10.1109/cvpr.2001.990517
6. Gholami, R., Fakhari, N. (2017). Support Vector Machine: Principles, Parameters, and Applications. Handbook of Neural Computation, 515–535. doi: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811318-9.00027-2

7. Awad, M., Khanna, R. (2015). Support Vector Machines for Classification. Efficient Learning Machines, 39–66. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5990-9_3
8. Jun, Z. (2021). The Development and Application of Support Vector Machine. Journal of Physics: Conference Series, 1748 (5), 052006. doi: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1748/5/052006
9. Hung, K.-M., Hsieh, C.-T. (2010). A Real-Time Mobile Vehicle License Plate Detection and Recognition. Tamkang Journal of Science and Engineering, 13 (4), 433–442. doi: https://doi.org/10.6180/jase.2010.13.4.09
10. Hassanein, A. S., Mohammad, S., Sameer, M., Ragab, M. E. (2015). A Survey on Hough Transform, Theory, Techniques and Applications. International Journal of Computer Science Issues, 12 (1 (2)), 139–156. Available at: https://www.researchgate.net/publication/272195556_A_Survey_on_Hough_Transform_Theory_Techniques_and_Applications
11. Ruban, I., Khudov, H., Makoveichuk, O., Khizhnyak, I., Lukova-Chuiko, N., Pevtsov, H. et. al. (2019). Method for determining elements of urban infrastructure objects based on the results from air monitoring. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9 (100)), 52–61. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174576
12. Yoo, S. B., Han, M. (2020). Temporal matching prior network for vehicle license plate detection and recognition in videos. ETRI Journal, 42 (3), 411–419. doi: https://doi.org/10.4218/etrij.2019-0245
13. Wang, D., Tian, Y., Geng, W., Zhao, L., Gong, C. (2020). LPR-Net: Recognizing Chinese license plate in complex environments. Pattern Recognition Letters, 130, 148–156. doi: https://doi.org/10.1016/j.patrec.2018.09.026
14. Li, H., Wang, P., Shen, C. (2019). Toward End-to-End Car License Plate Detection and Recognition With Deep Neural Networks. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 20 (3), 1126–1136. doi: https://doi.org/10.1109/tits.2018.2847291
15. Raghunandan, K. S., Shivakumara, P., Jalab, H. A., Ibrahim, R. W., Kumar, G. H., Pal, U., Lu, T. (2018). Riesz Fractional Based Model for Enhancing License Plate Detection and Recognition. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 28 (9), 2276–2288. doi: https://doi.org/10.1109/tcsvt.2017.2713806
16. Chen, S.-L., Tian, S., Ma, J.-W., Liu, Q., Yang, C., Chen, F., Yin, X. C. (2021). End-to-end trainable network for degraded license plate detection via vehicle-plate relation mining. Neurocomputing, 446, 1–10. doi: https://doi.org/10.1016/j.neucom.2021.03.040
17. Astawa, I., Gusti Ngurah Bagus Caturbawa, I., Made Sajayasa, I., Made Ari Dwi Suta Atmaja, I. (2018). Detection of License Plate using Sliding Window, Histogram of Oriented Gradient, and Support Vector Machines Method. Journal of Physics: Conference Series, 953, 012062. doi: https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012062
18. Zhao, Y., Gu, J., Liu, C., Han, S., Gao, Y., Hu, Q. (2010). License Plate Location Based on Haar-Like Cascade Classifiers and Edges. 2010 Second WRI Global Congress on Intelligent Systems. doi: https://doi.org/10.1109/gcis.2010.55
19. Gou, C., Wang, K., Yao, Y., Li, Z. (2016). Vehicle License Plate Recognition Based on Extremal Regions and Restricted Boltzmann Machines. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 17 (4), 1096–1107. doi: https://doi.org/10.1109/tits.2015.2496545
20. Khan, K., Imran, A., Rehman, H. Z. U., Fazil, A., Zakwan, M., Mahmood, Z. (2021). Performance enhancement method for multiple license plate recognition in challenging environments. EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2021 (1). doi: https://doi.org/10.1186/s13640-021-00572-4
21. Khudov, H., Khudov, V., Yuzova, I., Solomonenko, Y., Khizhnyak, I. (2021). The Method of Determining the Elements of Urban Infrastructure Objects Based on Hough Transformation. Studies in Systems, Decision and Control, 247–265. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-87675-3_15
22. Stepanenko, A., Oliinyk, A., Deineha, L., Zaiko, T. (2018). Development of the method for decomposition of superpositions of unknown pulsed signals using the secondorder adaptive spectral analysis. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (9 (92)), 48–54. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126578
23. Ruban, I., Khudov, H. (2019). Swarm Methods of Image Segmentation. Studies in Computational Intelligence, 53–99. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-35480-0_2
24. Ruban, I., Khudov, H., Makoveichuk, O., Khizhnyak, I., Khudov, V., Podlipaiev, V. et. al. (2019). Segmentation of optical-electronic images from on-board systems of remote sensing of the earth by the artificial bee colony method. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (9 (98)), 37–45. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.161860
25. Dorigo, M., Stützle, T. (2018). Ant Colony Optimization: Overview and Recent Advances. International Series in Operations Research & Management Science, 311–351. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91086-4_10
26. Ruban, I., Khudov, H., Makoveichuk, O., Chomik, M., Khudov, V., Khizhnyak, I. et. al. (2019). Construction of methods for determining the contours of objects on tonal aerospace images based on the ant algorithms. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (101)), 25–34. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.177817
27. Khudov, H., Oleksenko, O., Lukianchuk, V., Herasymenko, V., Yaroshenko, Y. et. al. (2021). The Determining the Flight Routes of Unmanned Aerial Vehicles Groups Based on Improved Ant Colony Algorithms. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 11 (9), 23–32. doi: https://doi.org/10.46338/ijetae0921_03
28. Gonzalez, R. C., Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing. Pearson. Available at: https://www.codecool.ir/extra/2020816204611411Digital.Image.Processing.4th.Edition.www.EBooksWorld.ir.pdf
29. Khudov, H., Ruban, I., Makoveichuk, O., Pevtsov, H., Khudov, V., Khizhnyak, I. et. al. (2020). Development of methods for determining the contours of objects for a complex structured color image based on the ant colony optimization algorithm. EUREKA: Physics and Engineering, 1, 34–47. doi: https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001108
30. Top-hat transform. Wikipedia. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Top-hat_transform
31. Choudhary, R., Gupta, R. (2017). Recent Trends and Techniques in Image Enhancement using Differential Evolution- A Survey. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 7 (4), 106–112. doi: https://doi.org/10.23956/ijarcsse/v7i4/0108
32. Tesseract Open Source OCR Engine (main repository). Available at: https://github.com/tesseract-ocr/tesseract
33. Hunter LPR Prohramnyi modul dlia rozpiznavannia avtomobilnykh nomeriv. Available at: https://elsy.com.ua/uk/videoanalitika/

13-hunter-lpr-programnij-modul-dlya-rozpiznavannya-avtomobilnikh-nomeriv.html

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251404

DEVELOPMENT OF COMPRESSION ALGORITHMS FOR HYPERSPECTRAL AEROSPACE IMAGES BASED ON DISCRETE ORTHOGONAL TRANSFORMATIONS (p. 22–30)

Assiya Sarinova
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4254-376X

Pavel Dunayev
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0379-315X

Aigul Bekbayeva
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3477-1888

Ali Mekhtiyev
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2633-3976

Yermek Sarsikeyev
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7209-5024

The work is devoted to the description of the development of compression algorithms for hyperspectral aerospace images based on discrete orthogonal transformations for the purpose of subsequent compression in Earth remote sensing systems. As compression algorithms necessary to reduce the amount of transmitted information, it is proposed to use the developed compression methods based on Walsh-Hadamard transformations and discrete-cosine transformation. The paper considers a methodology for developing lossy and high-quality compression algorithms during recovery of 85 % or more, taking into account which an adaptive algorithm for compressing hyperspectral AI and the generated quantization table have been developed. The existing solutions to the lossless compression problem for hyperspectral aerospace images are analyzed. Based on them, a compression algorithm is proposed taking into account inter-channel correlation and the Walsh-Hadamard transformation, characterized by data transformation with a decrease in the range of the initial values by forming a set of channel groups [10–15] with high intra-group correlation [0.9–1] of the corresponding pairs with the selection of optimal parameters. The results obtained in the course of the research allow us to determine the optimal parameters for compression: the results of the compression ratio indicators were improved by more than 30 % with an increase in the size of the parameter channels. This is due to the fact that the more values to be converted, the fewer bits are required to store them. The best values of the compression ratio [8–12] are achieved by choosing the number of channels in an ordered group with high correlation.

Keywords: hyperspectral aerospace images, compression algorithm, discrete transformations, compression ratio, discrete-cosine transformation, Walsh-Hadamard.

References

1. Li, C., Guo, K. (2014). Lossless Compression of Hyperspectral Images Using Three-Stage Prediction with Adaptive Search Threshold. International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition, 7 (3), 305–316. doi: https://doi.org/10.14257/ijsip.2014.7.3.25
2. Cheng, K.-J., Dill, J. C. (2014). An Improved EZW Hyperspectral Image Compression. Journal of Computer and Communications, 02 (02), 31–36. doi: https://doi.org/10.4236/jcc.2014.22006
3. Puri, A., Sharifahmadian, E., Latifi, S. (2014). A Comparison of Hyperspectral Image Compression Methods. International Journal of Computer and Electrical Engineering, 6 (6), 493–500. doi: https://doi.org/10.17706/ijcee.2014.v6.867
4. Lin, H.-C., Hwang, Y.-T. (2011). Lossless Compression of Hyperspectral Images Using Adaptive Prediction and Backward Search Schemes. Journal of Information Science and Engineering, 27, 419–435. Available at: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.429.9325&rep=rep1&type=pdf
5. Sujithra, D. S., Manickam, T., Sudheer, D. S. (2013). Compression of hyperspectral image using discrete wavelet transform and Walsh Hadamard transform. International journal of advanced research in electronics and communication engineering (IJARECE), 2 (3), 314–319. Available at: http://ijarece.org/wp-content/uploads/2013/08/IJARECE-VOL-2-ISSUE-3-314-319.pdf
6. Poonam, Chauhan, R. S. (2013). Compression and Classification of Hyperspectral Images using an Algorithm based on DWT and NTD. Advance in Electronic and Electric Engineering, 3 (4), 447–456. Available at: http://www.ripublication.com/aeee/58_pp%20%20447-456.pdf
7. Vallakati, M. B., Sedamkar, R. R. (2012). Low Complexity DCT-based DSC approach for Hyperspectral Image Compression with Arithmetic Code. IJCSI International Journal of Computer Science Issues, 9 (5), 277–284. Available at: https://docplayer.net/135044103-Low-complexity-dct-based-dsc-approach-for-hyperspectral-image-compression-with-arithmetic-code.html
8. Keerthana, P., Sivasankar, A. (2013). The Impact of Lossy Compression on Hyperspectral Data Adaptive Spectral Unmixing and PCA Classification. International Journal of Science and Modern Engineering, 1 (7), 35–37. Available at: https://www.ijisme.org/wp-content/uploads/papers/v1i7/G0340061713.pdf
9. Mohand, O., Leila, A., Mourad, L., Soltane, A. (2012). Aviris Hyperspectral Images Compression Using 3d Spiht Algorithm. IOSR Journal of Engineering, 02 (10), 31–36. doi: https://doi.org/10.9790/3021-021023136
10. Aiazzi, B., Alparone, L., Baronti, S., Lastri, C., Selva, M. (2012). Spectral Distortion in Lossy Compression of Hyperspectral Data. Journal of Electrical and Computer Engineering, 2012, 1–8. doi: https://doi.org/10.1155/2012/850637
11. Liang, Y., Li, J., Guo, K. (2012). Lossless compression of hyperspectral images using hybrid context prediction. Optics Express, 20 (7), 8199. doi: https://doi.org/10.1364/oe.20.008199
12. Nian, Y., He, M., Wan, J. (2015). Lossless and near-lossless compression of hyperspectral images based on distributed source coding. Journal of Visual Communication and Image Representation, 28, 113–119. doi: https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2014.06.008
13. Pizzolante, R., Carpentieri, B. (2014). Band Clustering for the Lossless Compression of AVIRIS Hyperspectral Images. ACEEE Int. J. on Signal and Image Processing, 5 (1), 1–14. Available at: https://

vdocuments.net/204498292-band-clustering-for-the-lossless-compression-of-aviris-hyperspectral.html

14. Sarinova, A., Zamyatin, A. (2020). Methodology for Developing Algorithms for Compressing Hyperspectral Aerospace Images used on Board Spacecraft. E3S Web of Conferences, 223, 02007. doi: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022302007

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.248642

DEEP LEARNING-BASED IRAQI BANKNOTES CLASSIFICATION SYSTEM FOR BLIND PEOPLE

(p. 33–38)

Sohaib Rajab Awad
Ninevah University, Mosul, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8714-9574

Baraa T. Sharef
Ahlia University, Manama, Kingdom of Bahrain
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2792-5102

Abdulkreem M. Salih
Northern Technical University, Mosul, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0130-6194

Fahad Layth Malallah
Ninevah University, Mosul, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6067-7302

Modern systems have been focusing on improving the quality of life for people. Hence, new technologies and systems are currently utilized extensively in different sectors of our societies, such as education and medicine. One of the medical applications is using computer vision technology to help blind people in their daily endeavors and reduce their frequent dependence on their close people and also create a state of independence for visually impaired people in conducting daily financial operations. Motivated by this fact, the work concentrates on assisting the visually impaired to distinguish among Iraqi banknotes. In essence, we employ computer vision in conjunction with Deep Learning algorithms to build a multiclass classification model for classifying the banknotes. This system will produce specific vocal commands that are equivalent to the categorized banknote image, and then inform the visually impaired people of the denomination of each banknote. To classify the Iraqi banknotes, it is important to know that they have two sides: the Arabic side and the English side, which is considered one of the important issues for human-computer interaction (HCI) in constructing the classification model. In this paper, we use a database, which comprises 3,961 image samples of the seven Iraqi paper currency categories. Furthermore, a nineteen layers Convolutional Neural Network (CNN) is trained using this database in order to distinguish among the denominations of the banknotes. Finally, the developed system has exhibited an accuracy of 98.6 %, which proves the feasibility of the proposed model.

Keywords: big data, convolutional neural network, multi-class classification, paper currency classification, Iraqi banknotes, image-to-vocal, deep learning.

References

1. Mandhala, V. N., Bhattacharyya, D., B., V., Rao N., T. (2020). Object Detection Using Machine Learning for Visually Impaired People. International Journal of Current Research and Review, 12 (20), 157–167. doi: https://doi.org/10.31782/ijcrr.2020.122032
2. Rajwani, R., Purswani, D., Kalinani, P., Ramchandani, D., Dokare, I. (2018). Proposed system on object detection for visually impaired people. International Journal of Information Technology (IJIT), 4 (1).
3. Rahman, F., Ritun, I. J., Farhin, N. (2018). Assisting the visually impaired people using image processing. BRAC University. Available at: http://dspace.bracu.ac.bd/xmlui/handle/10361/10949
4. Badave, A., Jagtap, R., Kaovasia, R., Rahatwad, S., Kulkarni, S. (2020). Android Based Object Detection System for Visually Impaired. 2020 International Conference on Industry 4.0 Technology (I4Tech). doi: https://doi.org/10.1109/i4tech48345.2020.9102694
5. Jangir, H., Raghav, N., Kashyap, N., Tanwar, P., Kumar, B. (2020). HOMER: Cryptography based Currency Detection System for Visually Impaired People. 2020 Third International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT). doi: https://doi.org/10.1109/icssit48917.2020.9214204
6. Pannu, H. S., Ahuja, S., Dang, N., Soni, S., Malhi, A. K. (2020). Deep learning based image classification for intestinal hemorrhage. Multimedia Tools and Applications, 79 (29-30), 21941–21966. doi: https://doi.org/10.1007/s11042-020-08905-7
7. Solymar, Z., Stubendek, A., Radvanyi, M., Karacs, K. (2011). Banknote recognition for visually impaired. 2011 20th European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD). doi: https://doi.org/10.1109/ecctd.2011.6043828
8. Semary, N. A., Fadl, S. M., Essa, M. S., Gad, A. F. (2015). Currency recognition system for visually impaired: Egyptian banknote as a study case. 2015 5th International Conference on Information & Communication Technology and Accessibility (ICTA). doi: https://doi.org/10.1109/icta.2015.7426896
9. Yousry, A., Taha, M., Selim, M. M. (2018). Currency Recognition System for Blind people using ORB Algorithm. Int. Arab. J. e Technol., 5 (1), 34–40.
10. Fattouh, A. A. (2015). A non-parametric approach for paper currency recognition. International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE), 4 (5), 121–125.
11. Saraf, S., Sindhikar, V., Sonawane, A., Thakare, S. (2017). Currency Recognition System For Visually Impaired. International Journal of Advanced Research and Innovative Ideas in Education (IJARIIE), 3 (2), 3264–3269. Available at: http://ijariie.com/AdminUploadPdf/Currency_Recognition_System_For_Visually_Impaired_ijariie4599.pdf
12. Saranya, K. S., Badhan, A. K., Alekhya, A., Madhumitha, C., Charmika, V. D. (2020). Currency Counting for Visually Impaired Through Voice using Image Processing. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 9 (5), 195–199. doi: https://doi.org/10.17577/ijertv9is050137
13. Imad, M., Ullah, F., Hassan, M. A. (2020). Pakistani Currency Recognition to Assist Blind Person Based on Convolutional Neural Network. Journal of Computer Science and Technology Studies, 2 (2), 12–19. Available at: https://www.researchgate.net/publication/348370440_Pakistani_Currency_Recognition_to_Assist_Blind_Person_Based_on_Convolutional_Neural_Network
14. Dunai Dunai, L., Chillarón Pérez, M., Peris-Fajarnés, G., Lengua Lengua, I. (2017). Euro Banknote Recognition System for Blind People. Sensors, 17 (12), 184. doi: https://doi.org/10.3390/s17010184
15. Sanchez, G. A. R. (2019). A computer vision-based banknote recognition system for the blind with an accuracy of 98 % on smartphone

videos. Journal of The Korea Society of Computer and Information, 24 (6), 67–72. doi: https://doi.org/10.9708/jksci.2019.24.06.067
16. Bhosale, M. S., Patole, M. (2020). Survey on Vision Based Banknote Recognition Systems using Machine Learning and Deep Learning Methods. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 7 (6), 283–286. Available at: https://www.irjet.net/archives/V7/i6/IRJET-V7I652.pdf
17. Mahmood, R. R., Younus, M. D., Khalaf, E. A. (2021). Currency Detection for Visually Impaired Iraqi Banknote as a Study Case. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 12 (6), 2940–2948. doi: https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i6.6078
18. Alsaydia, O. M., Saadallah, N. R., Malallah, F. L., AL-Adwany, M. A. S. (2021). Limiting COVID-19 infection by automatic remote face mask monitoring and detection using deep learning with IoT. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (2 (113)), 29–36. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238359
19. Malallah, F., Al-Jubouri, A., Sabaawi, A. (2020). Smiling and Non-smiling Emotion Recognition Based on Lower-half Face using Deep-Learning as Convolutional Neural Network. Proceedings of the Proceedings of the 1st International Multi-Disciplinary Conference Theme: Sustainable Development and Smart Planning, IMDC-SDSP 2020, Cyperspace, 28-30 June 2020. doi: https://doi.org/10.4108/eai.28-6-2020.2298175
20. Jasim, A. M., Awad, S. R., Malallah, F. L., Abdul-Jabbar, J. M. (2021). Efficient Gender Classifier for Arabic Speech Using CNN With Dimensional Reshaping. 2021 7th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE). doi: https://doi.org/10.1109/iceeie52663.2021.9616930
21. Xu, J., Zhang, Y., Miao, D. (2020). Three-way confusion matrix for classification: A measure driven view. Information Sciences, 507, 772–794. doi: https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.06.064
22. Zeng, G. (2020). On the confusion matrix in credit scoring and its analytical properties. Communications in Statistics - Theory and Methods, 49 (9), 2080–2093. doi: https://doi.org/10.1080/03610926.2019.1568485

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253188

SEGMENTATION OF AEROSPACE IMAGES BY A NON-STANDARD APPROACH USING INFORMATIVE TEXTURAL FEATURES (p. 39–49)

Akbota Yerzhanova
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, The Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6826-8965

Gulzira Abdikerimova
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4953-0737

Zhanar Alimova
Toraighyrov University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6115-5941

Assylzat Slanbekova
Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9658-7288

Aigul Tungatarova
M. Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7600-9608

Raikhan Muratkhan
Karaganda Buketov University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2030-8948

Gaukhar Borankulova
M. Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5701-8074

Gulzat Zhunussova
Karaganda Medical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2641-4300

The article presents an analysis of a non-standard approach to the segmentation of textural areas in aerospace images. The question of the applicability of sets of textural features for the analysis of experimental data is being investigated to identify characteristic areas on aerospace images that in the future it will be possible to identify types of crops, weeds, diseases, and pests. The selection of suitable algorithms was carried out and appropriate software tools were created on Matlab 2021a and in the software package for statistical analysis Statistica 12.

The main way to extract information is to decrypt images, which are the main carrier of information about the underlying surface. The main tasks of texture area analysis include selection and formation of features describing textural differences; selection and segmentation of textural areas; classification of textural areas; identification of an object by texture.

To solve the tasks, spectral brightness coefficient (SBC), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), textural features of various crops and weeds. Much attention will be paid to the development of software tools that allow the selection of features describing textural differences for the segmentation of textural areas into subdomains. That is the question of the applicability of sets of textural features and other parameters for the analysis of experimental data to identify types of soils and soils, vegetation types, humidity, crop damage in aerospace images will be resolved.

This approach is universal and has great potential for identifying objects using image clustering. To identify the boundaries of areas with different properties of the image under study, images of the same surface area taken at different times are considered.

Keywords: image processing, satellite images, textural features, SBC, NDVI, clustering, agricultural crops, weeds, pests.

References

1. Abdikerimova, G. B., Murzin, F. A., Bychkov, A. L., Tussupov, J., Khayrulin, S., Xinyu, W. E. I., Rybchikova, E. I. (2018). Software tools for cell walls segmentation in microphotography. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 96 (15), 4783–4793.
2. Chaban, L. N., Beriozina, K. V. (2018). Analysis of the informativeness of spectral and texture features while classifying the vegetation on hyperspectral airborne imagery. Geodesy and Aerophotosurveying, 62 (1), 85–95. doi: https://doi.org/10.30533/0536-101X-2018-62-1-85-95
3. Gaidel, A. V., Pervushkin, S. S. (2013). Research of the textural features for the bony tissue diseases diagnostics using the roentgenograms. Computer Optics, 37 (1), 113–119. doi: https://doi.org/10.18287/0134-2452-2013-37-1-113-119

4. Rodionova, N. V. (2012). Teksturnaya segmentatsiya odnokanal'nyh izobrazheniy: primery primeneiya. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa, 9 (3), 65–69. Available at: http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2012t3/65-69.pdf
5. Tussupov, J. A., Abdikerimova, G. B., Murzin, F. A. (2018). Application of fractal dimension for the analysis of microphotographs. Vestnik KazNITU im. K.I.Satpaeva, 5, 137–142. Available at: https://official.satbayev.university/download/document/7429/%D0%92%D0%95%D0%A1%D0%A2%D0%9D%D0%98%D0%9A-2018%20%E2%84%965.pdf
6. Guru, D. S., Sharath Kumar, Y. H., Manjunath, S. (2011). Textural features in flower classification. Mathematical and Computer Modelling, 54 (3-4), 1030–1036. doi: https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.11.032
7. Li, Q., Huang, X., Wen, D., Liu, H. (2017). Integrating Multiple Textural Features for Remote Sensing Image Change Detection. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 83 (2), 109–121. doi: https://doi.org/10.14358/pers.83.2.109
8. Rashmi, S., Mandar, S. (2011). Textural Feature Based Image Classification Using Artificial Neural Network. Advances in Computing, Communication and Control, 62–69. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-18440-6_8
9. Planet. Available at: https://www.planet.com/explorer/
10. Sidorova, V. S. (2012). Hierarchical cluster algorithm for remote sensing data of earth. Pattern Recognition and Image Analysis, 22 (2), 373–379. doi: https://doi.org/10.1134/s1054661812020149
11. Fisenko, V. T. (2013). Fraktal'nye metody segmentatsii teksturnyh izobrazheniy. Priborostroenie, 56 (5), 63–70. Available at: https://pribor.ifmo.ru/file/article/6254.pdf
12. Yerzhanova, A., Kassymova, A., Abdikerimova, G., Abdimomynova, M., Tashenova, Z., Nurlybaeva, E. (2021). Analysis of the spectral properties of wheat growth in different vegetation periods. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (2 (114)), 96–102. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.249278

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252803

DEVELOPMENT OF TEXT EXTRACTION TECHNIQUE USING OPTICAL CHARACTER RECOGNITION AND MORPHOLOGICAL RECONSTRUCTION TO ELIMINATE ARTIFACTS OF IMAGE'S BACKGROUND (p. 50–57)

Wasan M Jwaid
University of Thi-Qar, Nasiriyah, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1513-2554

Text recognition of images is beneficial in a wide range of computer vision purposes such as robot navigation, document analysis, and image search. The optical character recognition (OCR) technique presents a simple tool to combine text recognition functionality to many industrial and educational applications. Best OCR results can be acquired when the background of the text image is uniform and appears as a document picture. In contrast, the challenges to recognizing accurate texts occur when the image has a non-uniform background that require further preprocessing to obtain acceptable OCR result. This work discusses three scenarios. Initially, this work will test the OCR on a normal business card as an image with a uniform background. Next, discusses the text recognition of a keypad image including digits with a non-uniform background. Here, there are two preprocessing algorithms used to enhance the OCR function to overcome the negative effect of the non-uniform background of images and to detect text with high accuracy. Finally, the developed OCR method is tested on different scanned bills and discusses the variation of the obtained results. The two algorithms are the morphological reconstruction to eliminate artifacts and create cleaner images to be further processed by OCR and the Region of Interest ROI-based OCR to spot explicit regions in a tested image. Verification for the effectiveness of the Morphological-based OCR over the ROI-based method has been conducted on a dataset of scanned electricity bills images with an accuracy of 98.2 % for Morphological-based while it is only about 89.3 % for ROI-based OCR.

Keywords: Morphological Reconstruction, Optical Character Recognition (OCR), document images, non-uniform illumination images.

References

1. Singh, A., Bacchuwar, K., Bhasin, A. (2012). A Survey of OCR Applications. International Journal of Machine Learning and Computing, 314–318. doi: https://doi.org/10.7763/ijmlc.2012.v2.137
2. Fang, Y., Yao, J. (2014). Multi-operator combination for character segmentation in complex background. 2014 International Conference on Audio, Language and Image Processing. doi: https://doi.org/10.1109/icalip.2014.7009896
3. Park, J., Lee, E., Kim, Y., Kang, I., Koo, H. I., Cho, N. I. (2020). Multi-Lingual Optical Character Recognition System Using the Reinforcement Learning of Character Segmenter. IEEE Access, 8, 174437–174448. doi: https://doi.org/10.1109/access.2020.3025769
4. Al-Duwairi, B., Khater, I., Al-Jarrah, O. (2013). Detecting Image Spam Using Image Texture Features. International Journal for Information Security Research, 3 (4), 344–353. doi: https://doi.org/10.20533/ijisr.2042.4639.2013.0040
5. Qaroush, A., Awad, A., Modallal, M., Ziq, M. (2020). Segmentation-based, omnifont printed Arabic character recognition without font identification. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. doi: https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.10.001
6. Navitski, R. (2014). Reconsidering the Archive: Digitization and Latin American Film Historiography. Cinema Journal, 54 (1), 121–128. doi: https://doi.org/10.1353/cj.2014.0065
7. Kanagarathinam, K., Sekar, K. (2019). Text detection and recognition in raw image dataset of seven segment digital energy meter display. Energy Reports, 5, 842–852. doi: https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.07.004
8. Farhat, A., Hommos, O., Al-Zawqari, A., Al-Qahtani, A., Bensaali, F., Amira, A., Zhai, X. (2018). Optical character recognition on heterogeneous SoC for HD automatic number plate recognition system. EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2018 (1). doi: https://doi.org/10.1186/s13640-018-0298-2
9. Arora, M., Jain, A., Rustagi, S., Yadav, T. (2019). Automatic Number Plate Recognition System Using Optical Character Recognition. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, 986–992. doi: https://doi.org/10.32628/cseit1952280
10. Vaishnav, A., Mandot, M. (2019). Template Matching for Automatic Number Plate Recognition System with Optical Character Recognition. Advances in Intelligent Systems and Computing, 683–694. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-7166-0_69

11. Akhtar, Z., Ali, R. (2020). Automatic Number Plate Recognition Using Random Forest Classifier. SN Computer Science, 1 (3). doi: https://doi.org/10.1007/s42979-020-00145-8
12. Srivastava, S., Priyadarshini, J., Gopal, S., Gupta, S., Dayal, H. S. (2018). Optical Character Recognition on Bank Cheques Using 2D Convolution Neural Network. Applications of Artificial Intelligence Techniques in Engineering, 589–596. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-1822-1_55
13. Robby, G. A., Tandra, A., Susanto, I., Harefa, J., Chowanda, A. (2019). Implementation of Optical Character Recognition using Tesseract with the Javanese Script Target in Android Application. Procedia Computer Science, 157, 499–505. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.006
14. Rajbongshi, A., Ibadul, M., Amin, A., Mahbubur, M., Majumder, A., Ezharul, M. (2020). Bangla Optical Character Recognition and Text-to-Speech Conversion using Raspberry Pi. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11 (6). doi: https://doi.org/10.14569/ijacsa.2020.0110636
15. Oni, O. J., Asahiah, F. O. (2020). Computational modelling of an optical character recognition system for Yorùbá printed text images. Scientific African, 9, e00415. doi: https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00415
16. Michalak, H., Okarma, K. (2019). Improvement of Image Binarization Methods Using Image Preprocessing with Local Entropy Filtering for Alphanumerical Character Recognition Purposes. Entropy, 21 (6), 562. doi: https://doi.org/10.3390/e21060562
17. Barnouti, N. H., Abomaali, M., Al-Mayyahi, M. H. N. (2018). An efficient character recognition technique using K-nearest neighbor classifier. International Journal of Engineering & Technology, 7 (4), 3148–3153. doi: https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.18952
18. Sporici, D., Cușnir, E., Boiangiu, C.-A. (2020). Improving the Accuracy of Tesseract 4.0 OCR Engine Using Convolution-Based Preprocessing. Symmetry, 12 (5), 715. doi: https://doi.org/10.3390/sym12050715
19. Sowmya, R., Jagtap, S. S., Kasthuri, G. (2020). Smart Reader for Visually Challenged Using Optical Character Recognition and Text-To-Speech. Innovations in Information and Communication Technology Series, 205–208. doi: https://doi.org/10.46532/978-81-950008-1-4_045
20. Majumdar, J., Gupta, R. (2019). An Accuracy Examination of OCR Tools. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8 (9S4), 5–9. doi: https://doi.org/10.35940/ijitee.i1102.0789s419
21. The RVL-CDIP Dataset. Available at: https://www.cs.cmu.edu/~aharley/rvl-cdip/

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253146

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A FAULT TOLERANT WEB-BASED EXAMINATION SYSTEM FOR DEVELOPING COUNTRIES (p. 58–67)

Ceasar E. Eko
University of Calabar, Calabar, Cross River State, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2408-6924

Idongesit E. Eteng
University of Calabar, Calabar, Cross River State, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3438-5282

Eyo E. Essien
University of Calabar, Calabar, Cross River State, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4465-181X

This paper presents the development of a web-based examination system that focuses on automated resolution of faults such as power, network, or component failure that may occur when an e-learning system is used to conduct an examination. This system can withstand various challenges that hinder the adoption of e-learning technologies in developing countries. This is important because it will reduce the time and cost involved in conducting large scale examinations by tertiary institutions without the need to upgrade existing infrastructures. These institutions will not necessarily require uninterrupted power or network connection to conduct web-based examinations as the system can easily resume if such an incident occurs.

The architecture of the proposed web-based online examination system provides for integrated management of functions such as question pool creation and update, examination monitoring, failure toleration and recovery, automated grading, and randomization. The system also eliminates the need for manual scheduling of examinations which requires much planning and is error-prone. Different examinations can be scheduled to run simultaneously. The design technology adopted for the implementation is a client/server technology. The incremental software development model in conjunction with prototyping technique was adopted in the development of the web-based examination system due to the iterative nature of the developed software. The system was developed using PHP, JavaScript, Ajax and MySQL. The system has been applied to conduct an examination involving more than 20,000 students per semester at University of Calabar. It has been proved to save efforts of teachers and students.

Keywords: Web-based, examination, Randomization, Autograding, E-learning, MYSQL, Client/Server, Resumption, Scheduling, Recovery.

References

1. Trivedi, A. (2010). A relevant online examination system. 2010 International Conference on Technology for Education. doi: https://doi.org/10.1109/t4e.2010.5550114
2. Wen, J., Zhang, Y., Yan, Y., Xia, S. (2005). A Web-based Examination System Based on PHP+MySQL. 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference. doi: https://doi.org/10.1109/iembs.2005.1617076
3. Bobdem S., Chaudharim S., Golguri, J., Shahane, R. (2017). Web Based Online Examination System. GRD Journals, 2 (5), 58–61. Available at: https://www.grdjournals.com/uploads/article/GRDJE/V02/I05/0057/GRDJEV02I050057.pdf
4. Nnabuko, U. C., Iroegbu, I. O., Ugwuoke, C. I., Eteng, I. E., Okoronkwo, M. C. (2013). An object based result processing system. International Journal of Natural and Applied Sciences (IJNAS), 8 (12), 27–34. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Idongesit_Eteng2/publication/309891371_An_object_based_result_processing_system/links/58358fd208ae102f073d2904/An-object-based-result-processing-system.pdf
5. Stergiopoulos, C., Tsiakas, P., Triantis, D., Kaitsa, M. (2006). Evaluating Electronic Examination Methods Applied to Students of Electronics. Effectiveness and Comparison to the Paper-and-Pencil Method. IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing - Vol 2 - Workshops. doi: https://doi.org/10.1109/sutc.2006.65
6. Biswas, S., Roy, R., Chowdhury, M. R., Bhattacharya, A. B. (2016). On the Advanced Strategies of Next Generation Online Examination System Implementing Cloud Based Standardization: Next Gen-

eration Online Examination System. 2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC). doi: https://doi.org/10.1109/iacc.2016.159

7. Younis, M. I., Hussein, M. S. (2015). Construction of an Online Examination System with Resumption and Randomization Capabilities. International Journal of Computing Academic Research (IJCAR), 4 (2), 62–82. Available at: https://www.researchgate.net/publication/275770816_Construction_of_an_Online_Examination_System_with_Resumption_and_Randomization_Capabilities
8. Das, I., Sharma, B., Rautaray, S. S., Pandey, M. (2019). An Examination System Automation Using Natural Language Processing. 2019 International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES). doi: https://doi.org/10.1109/icces45898.2019.9002048
9. Rathor, S., Nikhil, J U., Srinivasa, H. P. (2019). Campus Examination System Automation. Journal of Web Development and Web Designing, 4 (3). Available at: https://zenodo.org/record/3363044#.Yg-VAjhByUk
10. Kotwal, D. V., Bhadke, S. R., Gunjal, A. S., Biswas, P. (2016). Online examination system. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 03 (01), 115–117.
11. Abubakar, A. S., Adebayo, F. O. (2014). Using Computer Based Test Method for the Conduct of Examination in Nigeria: Prospects, Challenges and Strategies. Mediterranean Journal of Social Sciences. doi: https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n2p47
12. Ko, C. C., Cheng, C. D. (2004). Secure Internet examination system based on video monitoring. Internet Research, 14 (1), 48–61. doi: https://doi.org/10.1108/10662240410516318
13. Zhao, Q. F., Li, Y. F. (2013). Research and Development of Online Examination System. Advanced Materials Research, 756-759, 1110–1113. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.756-759.1110
14. Li, Y. F. (2013). Design and Implementation of Encryption Scheme in Web-Based Examination System. Advanced Materials Research, 756-759, 1106–1109. doi: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.756-759.1106
15. Zhenming, Y., Liang, Z., Guohua, Z. (2003). A novel web-based online examination system for computer science education. 33rd Annual Frontiers in Education, 2003. FIE 2003. doi: https://doi.org/10.1109/fie.2003.1265999
16. Zhang, L., Zhuang, Y., Yuan, Z., Zhan, G. (2006). A Web-Based Examination and Evaluation System for Computer Education. Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06). doi: https://doi.org/10.1109/icalt.2006.1652383
17. Taşci, T., Parlak, Z., Kibar, A., Taşbaşi, N., Cebeci, H. I. (2013). A novel agent-supported academic online examination system. Educational Technology & Society, 17 (1), 154–168. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Tugrul-Tasci/publication/260045388_A_Novel_Agent-Supported_Academic_Online_Examination_System/links/0deec52f351afc9184000000/A-Novel-Agent-Supported-Academic-Online-Examination-System.pdf
18. Khanam, Z., Ahsan, M. N. (2018). Implementation of the pHash algorithm for face recognition in a secured remote online examination system. International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering, 4 (11), 01–05. doi: https://doi.org/10.31695/ijasre.2018.32917
19. Sears, R., van Ingen, C., Gray, J. (2006). To BLOB or Not To BLOB: Large Object Storage in a Database or a Filesystem? Technical Report MSR-TR-2006-45. Available at: https://arxiv.org/ftp/cs/papers/0701/0701168.pdf
20. Vas, S., Kamolphiwong, T., Kamolphiwong, S., Sae-Wong, S. (2010). Interactive examination management system. 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer. doi: https://doi.org/10.1109/icetc.2010.5529435
21. Capterra. Available at: https://www.capterra.com/

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251689

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEM MODEL BASED ON MACHINE LEARNING METHODS (p. 68–76)

Madina Sambetbayeva
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9358-1614

Inkarzhan Kuspanova
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5412-543X

Aigerim Yerimbetova
Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Republic of Kazakhstan
Institute of Automation and Information Technologies Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2013-1513

Serikbayeva Sandugash
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1729-6875

Shynar Bauyrzhanova
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3391-9465

With the daily increase in document flow, as well as the transition to paperless document management around the world, the demand for electronic document management systems is increasing. This significantly requires optimization of these systems in terms of quality document information retrieval and document management. However, research based on statistical methods cannot effectively handle large amounts of data extracted from electronic documents. In this regard, machine learning methods can effectively solve this problem. This paper presents an approach to building a model of an intelligent document management system using machine learning techniques to ensure efficient employee performance in organizations. The authors have solved a number of problems to optimize each of the document management subsystems, resulting in the development of an intelligent document management system model, which can be effectively applied to enterprises, government and corporate institutions. The feasibility and effectiveness of the proposed model of intelligent document management system based on machine learning and multi-agent modeling of information retrieval processes provides maximum reliability and reduced time of work on documents. The obtained results show that with the help of the presented model it is possible to further develop an intelligent document management system that will allow an electronic document to qualitatively go through the whole life cycle of a document, starting from the moment of document registration and finishing with its

closing, i.e. execution, which will greatly facilitate the daily work of users with large volumes of documents. At the same time, the paper considers the application of topic modeling methods and algorithms of text analysis based on a multi-agent approach, which can be used to build an intelligent document management system.

Keywords: electronic document management system, machine learning, multi-agent technologies, topic modeling.

References

1. Lapshina, S. N. (2012). Architecture of Enterprise. Yekaterinburg: UrFU.
2. Alpaidin, E. (2017). Machine learning: the new artificial intelligence. Moscow: Alpina Publisher, Publishing Group "Tochka", 208. Available at: https://cdn1.ozone.ru/multimedia/1017469342.pdf
3. Deelman, E., Mandal, A., Jiang, M., Sakellariou, R. (2019). The role of machine learning in scientific workflows. The International Journal of High Performance Computing Applications, 33 (6), 1128–1139. doi: https://doi.org/10.1177/1094342019852127
4. Obukhov, A., Krasnyanskiy, M., Nikolyukin, M. (2019). Implementation of Decision Support Subsystem in Electronic Document Systems Using Machine Learning Techniques. 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). doi: https://doi.org/10.1109/fareastcon.2019.8934879
5. Obukhov, A., Krasnyanskiy, M., Nikolyukin, M. (2020). Algorithm of adaptation of electronic document management system based on machine learning technology. Progress in Artificial Intelligence, 9 (4), 287–303. doi: https://doi.org/10.1007/s13748-020-00214-2
6. Levina, T., Rodionov, A., Farkhutdinov, R. (2020). Software module for extracting data from electronic documents. 2020 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS). doi: https://doi.org/10.1109/icoecs50468.2020.9278492
7. Goodrum, H., Roberts, K., Bernstam, E. V. (2020). Automatic classification of scanned electronic health record documents. International Journal of Medical Informatics, 144, 104302. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104302
8. Kostkina, A., Bodunkov, D., Klimov, V. (2018). Document Categorization Based on Usage of Features Reduction with Synonyms Clustering in Weak Semantic Map. Procedia Computer Science, 145, 288–292. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.11.061
9. Chemchem, A., Alin, F., Krajecki, M. (2018). Deep Learning and Data Mining Classification through the Intelligent Agent Reasoning. 2018 6th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW). doi: https://doi.org/10.1109/w-ficloud.2018.00009
10. Holzinger, A., Kieseberg, P., Tjoa, A. M., & Weippl, E. (Eds.) (2018). Machine Learning and Knowledge Extraction. Lecture Notes in Computer Science. Springer, 372. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-99740-7
11. Edinaya sistema elektronnogo dokumentooborota gosudarstvennyh organov (ESEDO). Available at: https://www.nitec.kz/index.php/post/edinaya-sistema-elektronnogo-dokumentooborota-gosudarstvennyih-organov-esedo
12. Aliev, V. S., Chistov, D. V. (2011). Business planning using the Project Expert program (full course). Moscow: INFRA-M, 432.
13. Eremeev, M., Vorontsov, K. (2019). Lexical quantile-based text complexity measure. Proceedings of Recent Advances in Natural Language Processing. Varna, 270–275. Available at: https://aclanthology.org/R19-1031.pdf
14. Ataeva, O. M. (2016). An information model of LibMeta semantic library. Software & Systems, 4, 36–44. doi: https://doi.org/10.15827/0236-235x.116.036-044
15. Semantic Web. Available at: https://www.w3.org/standards/semanticweb/
16. Weitzel, D., Bockelman, B., Brown, D. A., Couvares, P., Würthwein, F., Hernandez, E. F. (2017). Data Access for LIGO on the OSG. Proceedings of the Practice and Experience in Advanced Research Computing 2017 on Sustainability, Success and Impact. doi: https://doi.org/10.1145/3093338.3093363
17. Linev, A. A. (2014). Modern EDMS: From Document Management to Efficiency Management. Deloproizvodstvo, 1. Available at: https://www.top-personal.ru/officeworkissue.html?314
18. Challenger, M., Tezel, B., Alaca, O., Tekinerdogan, B., Kardas, G. (2018). Development of Semantic Web-Enabled BDI Multi-Agent Systems Using SEA_ML: An Electronic Bartering Case Study. Applied Sciences, 8 (5), 688. doi: https://doi.org/10.3390/app8050688
19. Jensen, A. B., Villadsen, J. (2020). GOAL-DTU: Development of Distributed Intelligence for the Multi-Agent Programming Contest. Lecture Notes in Computer Science, 79–105. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-59299-8_4

DOI 10.15587/1729-4061.2022.253126

PARAMETRIC SYNTHESIS OF CONTROL SYSTEMS FOR THE STEAM GENERATOR OF A NUCLEAR POWER PLANT (p. 77–84)

Olena Nikulina
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2938-4215

Valeriy Severin
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2969-6780

Nina Kotsiuba
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0017-7426

This paper proposes models and methods of the parametric synthesis of automatic control systems for a steam generator at a nuclear power plant, based on the modification of unconditional optimization methods. A mathematical model of steam generator control systems designed for the synthesis of model parameters has been considered. Algorithms are given for calculating level objective functions that take into consideration the limitations of variable parameters and quality indicators of problems for identifying and optimizing model parameters. The methods of unconditional optimization have been modified by introducing the operation of comparing the values of the level objective functions. Using the information technology of optimization, computational experiments were carried out to synthesize the parameters of the steam generator control systems by optimizing the level objective functions. The values of 54 parameters for the model of the control system in the PGV-1000 steam generator were identified, the value of standard deviation in the processes of 1 % from the experimental processes was achieved in the model. The result of parametric synthesis of optimal control systems for a steam generator produced a minimum control time of

131 seconds while the time of computational experiments did not exceed 10 minutes. The peculiarity of the proposed approach to the parametric synthesis of control system models is that the level objective function as a single mathematical object includes all the information about the synthesis problem. Therefore, a given approach is promising for simplifying software for solving complex problems of parametric synthesis of control systems. The considered technology of parametric synthesis of control systems could increase the degree of scientific validity of technical projects to improve various applied and promising control systems.

Keywords: nuclear power plant, steam generator, modeling, control system, synthesis, identification, optimization.

References

1. Yastrebenetsky, M. A., Kharchenko, V. (Eds.) (2014). Nuclear Power Plant Instrumentation and Control Systems for Safety and Security. IGI Global, 470. doi: https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5133-3
2. Yastrebenetsky, M. A., Kharchenko, V. S. (Eds.) (2020). Cyber Security and Safety of Nuclear Power Plant Instrumentation and Control Systems. IGI Global, 501. doi: https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3277-5
3. Kumar, V., Chandra Mishra, K., Singh, P., Narayan Hati, A., Rao Mamdikar, M., Kumar Singh, L., Ramakant Parida, R. N. (2022). Reliability analysis and safety model checking of Safety-Critical and control Systems: A case study of NPP control system. Annals of Nuclear Energy, 166, 108812. doi: https://doi.org/10.1016/j.anucene.2021.108812
4. Umurzakova, D. M. (2020). Mathematical Modeling of Transient Processes of a Three-pulse System of Automatic Control of Water Supply to the Steam Generator When the Load Changes. 2020 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). doi: https://doi.org/10.1109/dynamics50954.2020.9306117
5. Hai, Z., Liang, L., Ying, Z. (2019). Modelling and simulation of water control system of vertical natural circulation steam generators. 2019 14th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI). doi: https://doi.org/10.1109/icemi46757.2019.9101693
6. Umurzakova, D. (2021). System of automatic control of the level of steam power generators on the basis of the regulation circuit with smoothing of the signal. IIUM Engineering Journal, 22 (1), 287–297. doi: https://doi.org/10.31436/iiumej.v22i1.1415
7. Xu, Z., Fan, Q., Zhao, J. (2020). Gain-Scheduled Equivalent-Cascade IMC Tuning Method for Water Level Control System of Nuclear Steam Generator. Processes, 8 (9), 1160. doi: https://doi.org/10.3390/pr8091160
8. Kong, X., Zhang, J., Xiao, Y., Qian, L., Su, L., Chen, B., Xu, M. (2018). Performance optimization for steam generator level control based on a revised simultaneous perturbation stochastic approximation algorithm. 2018 3rd International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG). doi: https://doi.org/10.1109/igbsg.2018.8393526
9. Salehi, A., Safarzadeh, O., Kazemi, M. H. (2019). Fractional order PID control of steam generator water level for nuclear steam supply systems. Nuclear Engineering and Design, 342, 45–59. doi: https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2018.11.040
10. Kumar, V., Singh, L. K., Singh, P., Singh, K. V., Maurya, A. K., Tripathi, A. K. (2018). Parameter Estimation for Quantitative Dependability Analysis of Safety-Critical and Control Systems of NPP. IEEE Transactions on Nuclear Science, 65 (5), 1080–1090. doi: https://doi.org/10.1109/tns.2018.2827106
11. Nikulina, O. M., Severyn, V. P., Kotsiuba, N. V. (2020). Development of information technology for optimizing the control of complex dynamic systems. Bulletin of National Technical University "KhPI". Series: System Analysis, Control and Information Technologies, 2 (4), 63–69. doi: https://doi.org/10.20998/2079-0023.2020.02.11
12. Bugrii, N. A., Bykovskii, P. N., Vasil'ev, S. V., Epifanov, S. V., Kolibas, G. V., Korablev, K. V. et. al. (2021). Integrated Modernization of Safety Control Systems and Normal Operation Systems of Unit 3 of Smolensk NPP. Atomic Energy, 129 (4), 222–226. doi: https://doi.org/10.1007/s10512-021-00737-4
13. Demchenko, V. A. (2001). Avtomatizatsiya i modelirovanie tekhnologicheskih protsessov AES i TES. Odessa: Astroprint, 305.
14. Demchenko, V. A., Todortsev, Yu. K., Lozhechnikov, V. F. (1999). Matematicheskaya model' uchastka pitaniya parogeneratora PGV-1000. Vestnik HGPU, 73, 133–138.
15. Nikulina, E. N. (2010). Matematicheskie modeli sistem avtomaticheskogo upravleniya proizvoditel'nost'yu parogeneratora. Visnyk NTU «KhPI», 23, 71–79.
16. Severin, V. P., Nikulina, E. N., Trubchanova, N. V. (2016). Identifikatsiya parametrov sistemy upravleniya proizvoditel'nost'yu parogeneratora energobloka AES. Visnyk NTU «KhPI», 15 (1187), 38–44. Available at: http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/21775?locale=uk
17. Domnin, I. F., Severin, V. P., Nikulina, E. N. (2014). Chislennye metody analiza i sinteza v radioelektronike. Kharkiv: NTU «KhPI», 164. Available at: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/43041/3/Book_2014_Domnin_Chislennye_metody.pdf
18. Nikulina, E. N., Severin, V. P. (2009). Mnogokriterial'niy sintez sistem upravleniya reaktornoy ustanovki putem minimizatsii integral'nyh kvadratichnyh otsenok. Yaderna ta radiatsiyna bezpeka, 12 (2), 3–12. Available at: http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/96764

DOI 10.15587/1729-4061.2022.252968

EXPERIMENTAL EVALUATION FOR FLUXES, CURRENTS AND SPEED ESTIMATION OF INDUCTION MOTOR (p. 85–95)

Najimaldin M. Abbas
University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8802-2738

Ali Merwan Shakor
University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0699-1813

Induction motor drive control and estimation is a wide subject. The market for variable speed drives has grown dramatically in the last few years. Manufacturers have recognized the importance of not only managing the speed or torque range, but also reducing power consumption. This necessitates the development of new control algorithms and schemes to include these solutions. Indeed, the speed estimate must be employed in one or more regions of the control scheme, depending on the control objective. This concept, as well as the most common speed estimation methodologies, is investigated.

Currently, many tools can be used for the evaluation of the rotor speed without a speed sensor. By modern signal processing methods, it is possible to implement an estimation scheme with the possibil-

ity of monitoring currents and voltages. Therefore, in this paper, the concept of currents, speed and fluxes estimation based on the extended Kalman filter is proposed. By monitoring the ratio of the theoretical residual to the actual residual, the measured noise covariance matrix is recursively corrected online to make it gradually approach the real noise level. So that the filter performs the optimal estimation, improves the accuracy of the speed estimation. The effect of the load change on the currents, fluxes and speed estimation was also studied. Simulation and experimental results show that the proposed improved adaptive extended Kalman estimator has a strong ability to suppress random measurement noise. The experimental and simulation results prove the accuracy of the proposed scheme towards the state estimation of an induction motor at different load levels. It can accurately estimate the speed of the motor and has a good anti-error ability to meet the actual needs of the project.

Keywords: induction motor, extended Kalman filter, speed estimation, rotor flux estimation, sensorless drive.

References

1. Vas, P. (1992). Electrical machines and drives: a space-vector theory approach. New York: Oxford University Press, 808.
2. Vas, P. (1990). Vector Control of AC Machines. New York: Oxford University Press.
3. Alonge, F., D'Ippolito, F., Sferlazza, A. (2014). Sensorless Control of Induction-Motor Drive Based on Robust Kalman Filter and Adaptive Speed Estimation. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 61 (3), 1444–1453. doi: https://doi.org/10.1109/tie.2013.2257142
4. Zhou, L., Wang, Y. (2016). Speed sensorless state estimation for induction motors: A moving horizon approach. 2016 American Control Conference (ACC). doi: https://doi.org/10.1109/acc.2016.7525249
5. Horvath, K., Kuslits, M. (2017). Optimization-based parameter tuning of unscented Kalman filter for speed sensorless state estimation of induction machines. 2017 5th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE). doi: https://doi.org/10.1109/iseee.2017.8170649
6. Bazylev, D. N., Doria-Cerezo, A., Pyrkin, A. A., Bobtsov, A. A., Ortega, R. (2017). A new Approach For flux and rotor resistance estimation of induction motors. IFAC-PapersOnLine, 50 (1), 1885–1890. doi: https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.259
7. Alonge, F., D'Ippolito, F., Fagiolini, A., Garraffa, G., Raimondi, F. M., Sferlazza, A. (2019). Tuning of Extended Kalman Filters for Sensorless Motion Control with Induction Motor. 2019 AEIT International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive (AEIT AUTOMOTIVE). doi: https://doi.org/10.23919/eeta.2019.8804540
8. Wang, Y., Deng, Z. (2012). An Integration Algorithm for Stator Flux Estimation of a Direct-Torque-Controlled Electrical Excitation Flux-Switching Generator. IEEE Transactions on Energy Conversion, 27 (2), 411–420. doi: https://doi.org/10.1109/tec.2012.2188139
9. Wang, K., Chen, B., Shen, G., Yao, W., Lee, K., Lu, Z. (2014). Online Updating of Rotor Time Constant Based on Combined Voltage and Current Mode Flux Observer for Speed-Sensorless AC Drives. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 61 (9), 4583–4593. doi: https://doi.org/10.1109/tie.2013.2288227
10. Holtz, J., Quan, J. (2002). Sensorless vector control of induction motors at very low speed using a nonlinear inverter model and parameter identification. IEEE Transactions on Industry Applications, 38 (4), 1087–1095. doi: https://doi.org/10.1109/tia.2002.800779
11. Staines, C. S., Asher, G. M., Sumner, M. (2006). Rotor-position estimation for induction machines at zero and low frequency utilizing zero-sequence currents. IEEE Transactions on Industry Applications, 42 (1), 105–112. doi: https://doi.org/10.1109/tia.2005.861367
12. Rashed, M., Stronach, A. F. (2004). A stable back-EMF MRAS-based sensorless low-speed induction motor drive insensitive to stator resistance variation. IEE Proceedings - Electric Power Applications, 151 (6), 685. doi: https://doi.org/10.1049/ip-epa:20040609
13. Park, C.-W., Kwon, W.-H. (2004). Simple and robust speed sensorless vector control of induction motor using stator current based MRAC. Electric Power Systems Research, 71 (3), 257–266. doi: https://doi.org/10.1049/ip-epa:20040609
14. Lascu, C., Boldea, I., Blaabjerg, F. (2006). Comparative study of adaptive and inherently sensorless observers for variable-speed induction-motor drives. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 53 (1), 57–65. doi: https://doi.org/10.1109/tie.2005.862314
15. Krause, P. C., Wasynczuk, O., Sudhoff, S. D. (2002). Analysis of Electric Machinery and Drive Systems. Wiley-IEEE Press, 632. doi: https://doi.org/10.1109/9780470544167
16. Manias, S. N. (2017). Power Electronics and Motor Drive Systems. Academic Press.
17. Håland, D. (2017). Sensorless Control of Induction Motors Using an Extended Kalman Filter and Linear Quadratic Tracking. University of Agder. Available at: https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/handle/11250/2454405?locale-attribute=en
18. Ouhrouche, M. A. (2002). Estimation Of Speed, Rotor Flux, And Rotor Resistance In Cage Induction Motor Using The EKF Algorithm. International Journal of Power and Energy Systems, 22, 103–109.
19. Blaschke, F. (1972). The Principle of Field Orientation as Applied to the New Transvector Closed-Loop System for Rotating-Field Machines. Siemens Review, 5, 217–219.
20. Li, L., Zhang, Z., Wang, C. (2019). A flexible current tracking control of sensorless induction motors via adaptive observer. ISA Transactions, 93, 180–188. doi: https://doi.org/10.1016/j.isatra.2019.02.032

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251993

DESIGN OF CONTROL SYSTEM FOR THE GAS ENGINE WITH AN ELECTRONIC CONTROL UNIT AND SEQUENTIAL FUEL INJECTION (p. 96–104)

Serhii Kovalov
State Enterprise «State Road Transport Research Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3107-530X

Serhii Plys
State Enterprise «State Road Transport Research Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1908-9239

This paper reports the results of studying the electronic control system designed for a gas internal combustion engine with spark ignition operated on liquefied petroleum gas. A new feature in the control system is the possibility to provide the most effective sequential type of gas fuel injection, in which fuel is injected in a sequence corresponding to the order of operation of the cylinders. The special feature of the designed control system is that a movable voltage distributor (ignition distributor) of the ignition system was modified to ensure sequential injection. The ignition distributor modification

involves installing an additional setting disc with one integrated permanent magnet on its drive shaft and an additional Hall sensor on the body of the ignition distributor. This makes it possible to ensure that the electronic control unit receives a signal about the angular position of the camshaft, thereby enabling consistent fuel injection. The principle of operation of the gas engine control system provided by the electronic control unit has been described. The structure of the modified ignition distributor is shown. Tests of the gas engine with a new control system involving the designed electronic control unit Avenir Gaz 37 «B» and the software module «B2» were carried out. The tests confirmed the feasibility of the designed electronic control system, which implies consistent injection of gas fuel. In addition, idling tests have shown that the carbon monoxide and hydrocarbon content in exhaust engine gases is significantly lower than the maximum allowable for motors without catalysts. The control system designed could be used for converting the diesel vehicles in operation into gas engines. The use of this control system ensures their safe operation.

Keywords: gas engine, electronic gas engine control system, electronic control unit.

References

1. About LPG. World LPG Association. Available at: https://www.wlpga.org/about-lpg/
2. Gas engine. Wikipedia. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_engine
3. Kovalov, S. (2020). Development of promising synthesis - technology Avenir Gaz converting diesels to gas engines with special ignition. ScienceRise, (6), 3–9. doi: https://doi.org/10.21303/2313-8416.2020.001551
4. Position Paper: LNG, a Sustainable Fuel for all Transport Modes (2013). NGVA Europe. Available at: https://ru.scribd.com/document/273670445/NGVA-Europe-Position-Paper-on-LNG
5. Pradeep Bhasker, J., Porpatham, E. (2016). LPG gaseous phase electronic port injection on performance, emission and combustion characteristics of Lean Burn SI Engine. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 40, 012069. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/40/1/012069
6. Mendonca, L. S., Luceiro, D. D., Martins, M. E. S., Bisogno, F. E. (2017). Development of an engine control unit: Implementation of the architecture of tasks. 2017 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT). doi: https://doi.org/10.1109/icit.2017.7915523
7. Karagiorgis, S., Glover, K., Collings, N. (2007). Control Challenges in Automotive Engine Management. European Journal of Control, 13 (2-3), 92–104. doi: https://doi.org/10.3166/ejc.13.92-104
8. Aljamali, S., Abdullah, S., Wan Mahmood, W. M. F., Ali, Y. (2016). The Effect of Injection Timings on Performance and Emissions of Compressed Natural-Gas Direct Injection Engine. Journal of Combustion, 2016, 1–7. doi: https://doi.org/10.1155/2016/6501462
9. Glielmo, L., Vasca, F., Rossi, C. (2000). Architecture for electronic control unit tasks in automotive engine control. CACSD. Conference Proceedings. IEEE International Symposium on Computer-Aided Control System Design (Cat. No.00TH8537). doi: https://doi.org/10.1109/cacsd.2000.900184
10. Ke, Z., Lv, S., Liu, B., Ma, F., Huang, Z. (2006). Development and Calibration on an Electronic Control System of CNG Engine. 2006 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety. doi: https://doi.org/10.1109/icves.2006.371583
11. Kovaliov, S. O. (2020). Development of a microprocessor control system of gas ice with sequential gas fuel injection. Internal Combustion Engines, 1, 44–51. doi: https://doi.org/10.20998/0419-8719.2020.1.06
12. Kovalov, S. O., Plys, S. V. (2021). Pat. No. 149459 UA. Systema upravlinnia robotoiu hazovoho dvyhuna vnutrishnoho zghoriannia iz elektronnym blokom upravlinnia ta poslidovnym vporskuvanniam palyva. No. u202105515; declareted: 29.09.2021; published: 18.11.2021, Bul. No. 46. Available at: https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=279112
13. Kovalov, S. (2020). Designing the shape of the combustion chambers for gas engines converted on the basis of the diesel engines. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (104)), 23–31. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198700
14. Bipolar Hall-Effect Digital Position Sensor ICs: SS41, SS41-L, SS41-T2, SS41-T3, SS41-S, SS41-SP (2018). Honeywell International Inc., 8. Available at: https://doc.platan.ru/pdf/datasheets/honeywell/SS41.pdf
15. PIC24F Low Power MCUs Products. Available at: https://www.microchip.com/en-us/parametric-search.html/354
16. Kovalov, S. O. (2021). Pat. No. 149675 UA. Kamera zghoriannia hazovoho dvyhuna vnutrishnoho zghoriannia iz iskrovym zapaliuvanniam, konvertovanoho na bazi dyzelia. No. u202105514; declareted: 29.09.2021; published: 24.11.2021, Bul. No. 47. Available at: https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=279358
17. Regulation No 67 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UNECE) – Uniform provisions concerning the I. Approval of specific equipment of vehicles of category M and N using liquefied petroleum gases in their propulsion system; II. Approval of vehicles of category M and N fitted with specific equipment for the use of liquefied petroleum gases in their propulsion system with regard to the installation of such equipment. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.285.01.0001.01.ENG
18. Directive 2014/45/EU of the European parliament and of the council of 3 April 2014 on periodic roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers and repealing Directive 2009/40/EC. Official Journal of the European Union. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0045&rid=5
19. PM0214. Programming manual. STM32 Cortex®-M4 MCUs and MPUs programming manual (2020). STMicroelectronics, 262. Available at: https://www.st.com/resource/en/programming_manual/pm0214-stm32-cortexm4-mcus-and-mpus-programming-manual-stmicroelectronics.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252383

DESIGN OF AN INTELLIGENT SYSTEM TO CONTROL THE TECHNOLOGICAL SYSTEM OF AMMONIA PRODUCTION SECONDARY CONDENSATION (p. 105–115)

Anatolii Babichenko
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8649-9417

Yana Kravchenko
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6311-8060

Juliya Babichenko
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5345-7595

Ihor Lysachenko
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3723-8587

Igor Krasnikov
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7663-1816

Volodymyr Velma
National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3799-5393

This paper has analyzed the functioning conditions for the technological system of secondary condensation (TSSC) in a typical ammonia synthesis unit of the AM-1360 series with the use of a system-control approach. The coordinates of control vectors and external disturbances have been determined. An algorithm has been developed for predicting the coordinates of the control vector for the subsystem of decision support under the conditions of external disturbances for such a complex inertial object with high metal consumption as TSSC.

The method of mathematical modeling was used to determine, based on the developed algorithm, the patterns and quantitative dependences of the influence of external disturbances such as the temperature of primary condensation and the flow rate of circulation gas on the efficiency of TSSC heat exchange processes. The regularity of increase in the heat flows and coordinates of control vector with an increase in the temperature of primary condensation has been established. The parametric sensitivity of the coordinates of the control vector under the conditions of change in the temperature of the primary condensation has been determined, which, compared with the circulation gas flow rate, exceeds it by more than six times.

The executed software implementation of the algorithm employing the MATLAB programming environment makes it possible, owing to the embedded client part (ORC client), free software access to the current data on the technological process. The functional structure of computer-integrated TSSC technology with the proposed correction subsystem under a supervisory control mode has been designed. Correction solutions involving the additional hardware and software based on the programmable logic controller VIPA and SCADA-system Zenon have been practically implemented.

The implementation of the developed system ensures the stabilization of the secondary condensation temperature at the regulatory level of −5 °C, which reduces the consumption of natural gas by almost 1 million nm^3 per year.

Keywords: ammonia production, secondary condensation, energy efficiency, decision-making subsystem, computer control.

References

1. Liu, H. (2014). Ammonia synthesis catalyst 100 years: Practice, enlightenment and challenge. Chinese Journal of Catalysis, 35 (10), 1619–1640. doi: https://doi.org/10.1016/s1872-2067(14)60118-2
2. Malhotra, A., Gosnell, J. (2012). KBR PURIFIER™ Technology and Project Execution Options for Ammonia Plants. 25th AFA international fertilizers technology conference Sustainability Driving the Future. Dubai. Available at: https://www.arabfertilizer.org/uploads/events/3/files/120717144118_proceeding.pdf
3. Babichenko, A., Velma, V., Babichenko, J., Kravchenko, Y., Krasnikov, I. (2017). System analysis of the secondary condensation unit in the context of improving energy efficiency of ammonia production. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (6 (86)), 18–26. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96464
4. Chen, Y., Han, W., Jin, H. (2016). Analysis of an absorption/absorption–compression refrigeration system for heat sources with large temperature change. Energy Conversion and Management, 113, 153–164. doi: https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.063
5. Galimova, L. V., Vedeneyeva, A. I. (2015). Energy saving system absorption refrigerating machine of ammonia synthesis installation: performance analysis and thermodynamic perfection evaluation. Vestnik mezhdunarodnoy akademiyi holoda, 4, 55–60. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stepeni-termodinamicheskogo-sovershenstva-na-osnove-analiza-raboty-deystvuyuschey-absorbtsionnoy-holodilnoy-ustanovki
6. Babichenko, A., Babichenko, J., Kravchenko, Y., Velma, S., Krasnikov, I., Lysachenko, I. (2018). Identification of heat exchange process in the evaporators of absorption refrigerating units under conditions of uncertainty. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (2 (91)), 21–29. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121711
7. Zhang, S., Dai, L., Gao, Y., Xia, Y. (2020). Adaptive interpolating control for constrained systems with parametric uncertainty and disturbances. International Journal of Robust and Nonlinear Control, 30 (16), 6838–6852. doi: https://doi.org/10.1002/rnc.5140
8. Wu, H., Wang, W., Ye, H. (2013). Robust state estimation for linear systems with parametric uncertainties and quantised measurements. International Journal of Systems Science, 46 (3), 526–534. doi: https://doi.org/10.1080/00207721.2013.807387
9. Larsen, K. R., Monarchi, D. E., Hovorka, D. S., Bailey, C. N. (2008). Analyzing unstructured text data: Using latent categorization to identify intellectual communities in information systems. Decision Support Systems, 45 (4), 884–896. doi: https://doi.org/10.1016/j.dss.2008.02.009
10. Fronk, B. M., Garimella, S. (2016). Condensation of ammonia and high-temperature-glide ammonia/water zeotropic mixtures in minichannels – Part I: Measurements. International Journal of Heat and Mass Transfer, 101, 1343–1356. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.05.049
11. Babichenko, A. K., Podustov, M. O., Kravchenko, Y. O., Krasnikov, I. L. (2020). Energy-efficienty computer integrated technology for control of the secondary condensation process of production of ammonia. Colloquium-journal, 2 (54), 8–11. doi: https://doi.org/10.24411/2520-6990-2020-11285
12. Wang, L., Liu, J., Zou, T., Du, J., Jia, F. (2018). Auto-tuning ejector for refrigeration system. Energy, 161, 536–543. doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.110
13. Wang, X., Zhang, Y., Tian, Y., Li, X., Yao, S., Wu, Z. (2021). Experimental investigation of a double-slider adjustable ejector under off-design conditions. Applied Thermal Engineering, 196, 117343. doi: https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117343
14. Chrysostomou, K., Chen, S. Y., Liu, X. (2009). Investigation of users' preferences in interactive multimedia learning systems: a data mining approach. Interactive Learning Environments, 17 (2), 151–163. doi: https://doi.org/10.1080/10494820801988315

15. TDC 3000 Architecture. Available at: https://www.eeeguide.com/tdc-3000-architecture/
16. Babichenko, A. K., Podustov, M. O., Kravchenko, Y. O., Babichenko, Y. A. (2019). Formation of the information array of the identifier of the adaptive control system of the ammonia production condensation unit with uncertainties. Bulletin of the National Technical University "KhPI" A Series of "Information and Modeling", 13 (1338), 25–33. doi: https://doi.org/10.20998/2411-0558.2019.13.03
17. Boyko, O. A., Golinko, A. A., Protsenko, S. N. Vozmozhnosti vzaimodeystviya SCADA sistemy zenon s vneshnim programmnym obespecheniem. Available at: https://www.svaltera.ua/press-center/articles/8773.php
18. Vizualizatsiya. Dyspetcherske keruvannia. Zbir ta analiz danykh. Prohramno-tekhnichnyi kompleks ZENON. Available at: https://www.copa-data.com.ua/files/pdf/zenon_raskladka_2016.pdf
19. Erciyes, K. (2019). Distributed Real-Time Systems: Theory and Practice. Springer, 359.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.246175

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL TO MONITORING THE VELOCITY OF SUBSIDENCE OF CHARGE MATERIAL COLUMN IN THE BLAST FURNACE BASED ON THE PARAMETERS OF GAS PRESSURE IN THE FURNACE TRACT (p. 116–126)

Victor Kravchenko
Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7758-6498

Zlata Vorotnikova
Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0746-5981

Aleksandr Simkin
Technical University "Metinvest Polytechnic" LLC, Mariupol, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9939-7866

Oleksiy Koyfman
Technical University "Metinvest Polytechnic" LLC, Mariupol, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2075-7417

A problem of estimating the velocity of subsidence of a column of charge materials using non-contact methods was considered. This is important because the level of furnace charge materials and the velocity of their subsidence are main indicators of melting intensity determining the furnace productivity.

The design of a blast furnace and its blast path were described and existing methods and means of controlling the velocity of charge materials in the blast furnace were analyzed. A mathematical model was presented for estimating the velocity of subsidence of charge materials in a blast furnace based on the magnitude and fluctuations of gas pressure along the furnace shaft height. The model is based on the fact that the furnace gases rise up in the furnace shaft through elementary channels in the column of charge materials consisting of a combination of capacitances and resistances. Volume of capacities and values of resistance of elementary channels are constantly changing. This changes hydraulic resistance to gas movement in the blast furnace. The system of differential equations describes the dependence of the amplitude of pressure fluctuations on the amplitude of change in coefficients of resistance and frequency of pressure fluctuations on the frequency of change in coefficients of resistance. The experimental data on velocity of the column of charge materials and fluctuations in the pressure differential in the furnace were processed and their significant relationship was shown to confirm the previous theoretical study results. To assess the model adequacy, the simulation method was used. The results of the simulation model work were confirmed by experimental data.

The developed mathematical model can be introduced into production. This will make it more economical and safer through better and more predictable control and improved flexibility in operation under different production conditions.

Keywords: blast furnace, blast path, mathematical model, adequate estimate, experimental data.

References

1. Kaplun, L. I., Malygin, A. V., Onorin, O. P., Parhachev, A. V. (2016). Ustroystvo i proektirovanie domennyh pechey. Ekateriburg: UrFU, 219. Available at: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/44483/1/978-5-321-02486-7_2016.pdf
2. Bol'shakov, V. I., Murav'eva, I. G., Semenov, Yu. S. (2013). Primenenie radiolokatsionnyh sistem izmereniya poverhnosti zasypi shihty dlya kontrolya i upravleniya domennoy plavkoy. Dnepropetrovsk: Porogi, 364. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Semenov-Yus/publication/325880653_Primenenie_radiolokacionnyh_sistem_izmerenia_poverhnosti_zasypi_sihty_dla_kontrola_i_upravlenia_domennoj_plavkoj/links/5b2a9594aca27209f3784984/Primenenie-radiolokacionnyh-sistem-izmerenia-poverhnosti-zasypi-sihty-dla-kontrola-i-upravlenia-domennoj-plavkoj.pdf
3. Abhale, P. B., Viswanathan, N. N., Saxén, H. (2020). Numerical modelling of blast furnace – Evolution and recent trends. Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 129 (2), 166–183. doi: https://doi.org/10.1080/25726641.2020.1733357
4. Pettersson, F., Saxén, H. (2006). Model for Economic Optimization of Iron Production in the Blast Furnace. ISIJ International, 46 (9), 1297–1305. doi: https://doi.org/10.2355/isijinternational.46.1297
5. Jampani, M., Gibson, J., Pistorius, P. C. (2019). Increased Use of Natural Gas in Blast Furnace Ironmaking: Mass and Energy Balance Calculations. Metallurgical and Materials Transactions B, 50 (3), 1290–1299. doi: https://doi.org/10.1007/s11663-019-01538-8
6. Hashimoto, Y., Kitamura, Y., Ohashi, T., Sawa, Y., Kano, M. (2019). Transient model-based operation guidance on blast furnace. Control Engineering Practice, 82, 130–141. doi: https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.10.009
7. Yu, X., Shen, Y. (2018). Modelling of Blast Furnace with Respective Chemical Reactions in Coke and Ore Burden Layers. Metallurgical and Materials Transactions B, 49 (5), 2370–2388. doi: https://doi.org/10.1007/s11663-018-1332-6
8. Kuang, S. B., Li, Z. Y., Yan, D. L., Qi, Y. H., Yu, A. B. (2014). Numerical study of hot charge operation in ironmaking blast furnace. Minerals Engineering, 63, 45–56. doi: https://doi.org/10.1016/j.mineng.2013.11.002
9. Zhou, C. (2012). Minimization of Blast furnace Fuel Rate by Optimizing Burden and Gas Distribution. United States: N.p. doi: https://doi.org/10.2172/1053052
10. Shen, Y., Guo, B., Chew, S., Austin, P., Yu, A. (2015). Modeling of Internal State and Performance of an Ironmaking Blast Furnace: Slot vs Sector Geometries. Metallurgical and Materials Transactions B, 47 (2), 1052–1062. doi: https://doi.org/10.1007/s11663-015-0557-x

11. Shen, Y., Guo, B., Chew, S., Austin, P., Yu, A. (2014). Three-Dimensional Modeling of Flow and Thermochemical Behavior in a Blast Furnace. Metallurgical and Materials Transactions B, 46 (1), 432–448. doi: https://doi.org/10.1007/s11663-014-0204-y
12. Bambauer, F., Wirtz, S., Scherer, V., Bartusch, H. (2018). Transient DEM-CFD simulation of solid and fluid flow in a three dimensional blast furnace model. Powder Technology, 334, 53–64. doi: https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.04.062
13. Hou, Q., E, D., Kuang, S., Li, Z., Yu, A. B. (2017). DEM-based virtual experimental blast furnace: A quasi-steady state model. Powder Technology, 314, 557–566. doi: https://doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.017
14. Kuang, S., Li, Z., Yu, A. (2017). Review on Modeling and Simulation of Blast Furnace. Steel Research International, 89 (1), 1700071. doi: https://doi.org/10.1002/srin.201700071
15. Danloy, G. (2009). Modelling of the blast furnace internal state with MOGADOR. Revue de Métallurgie, 106 (9), 382–386. doi: https://doi.org/10.1051/metal/2009066
16. Ghosh, S., Viswanathan, N. N., Ballal, N. B. (2017). Flow phenomena in the dripping zone of blast furnace – A review. Steel Research International, 88 (9), 1600440. doi: https://doi.org/10.1002/srin.201600440
17. Saxen, H., Gao, C., Gao, Z. (2013). Data-Driven Time Discrete Models for Dynamic Prediction of the Hot Metal Silicon Content in the Blast Furnace – A Review. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 9 (4), 2213–2225. doi: https://doi.org/10.1109/tii.2012.2226897
18. Wang, Y., Gao, C., Liu, X. (2011). Using LSSVM model to predict the silicon content in hot metal based on KPCA feature extraction. 2011 Chinese Control and Decision Conference (CCDC). doi: https://doi.org/10.1109/ccdc.2011.5968523
19. Mitra, T., Saxén, H. (2015). Simulation of Burden Distribution and Charging in an Ironmaking Blast Furnace. IFAC-PapersOnLine, 48 (17), 183–188. doi: https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.10.100
20. Li, H., Saxén, H., Liu, W., Zou, Z., Shao, L. (2019). Model-Based Analysis of Factors Affecting the Burden Layer Structure in the Blast Furnace Shaft. Metals, 9 (9), 1003. doi: https://doi.org/10.3390/met9091003

АНОТАЦІЇ

INFORMATION TECHNOLOGY. INDUSTRY CONTROL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252310

РОЗРОБКА МЕТОДУ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ РЕЄСТРАЦІЙНОГО НОМЕРУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ПРИ ЗНІМАННІ КАМЕРОЮ СМАРТФОНУ (с. 6–21)

Г. В. Худов, О. М. Маковейчук, Д. Л. Місюк, Г. В. Пєвцов, І. А. Хижняк, Ю. С. Соломоненко, І. Ю. Юзова, В. М. Чернега, В. В. Власюк, В. Г. Худов

Удосконалено метод обробки зображення реєстраційного номеру транспортного засобу при зніманні камерою смартфону. Основні етапи методу обробки зображення реєстраційного номеру транспортного засобу наступні:

– введення вихідних даних;

– розкадрування потокового відео;

– попередня обробка зображення реєстраційного номеру транспортного засобу;

– знаходження області реєстраційного знаку транспортного засобу;

– уточнення розпізнавання символів з використанням сигнатури реєстраційного знаку транспортного засобу;

– уточнення розпізнавання символів з використанням об'єднання результатів кадрів потокового відео;

– отримання результату обробки.

Проведені експериментальні дослідження щодо обробки зображень реєстраційного номеру транспортного засобу. При проведенні експериментальних досліджень розглядався реєстраційний номер військового автомобіля (Україна). У якості вихідного розглядалося кольорове зображення транспортного засобу. Наведені результати експериментальних досліджень. Проведено порівняння якості розпізнавання символів реєстраційного номеру. Встановлено, що удосконалений метод з використанням об'єднання результатів кадрів потокового відео якісно працює в кінці послідовності. Удосконалений метод з використанням об'єднання результатів кадрів потокового відео працює з числовими векторами імовірностей.

Проведено оцінювання помилок першого та другого роду при обробці зображення реєстраційного номеру. Загальна точність знаходження області реєстраційного номеру відомим методом становить 61 %, удосконаленим методом становить 76 %. Встановлено, що мінімізація похибок першого роду є важливішою, ніж зменшення похибок другого роду. При хибному знаходженні реєстраційного номеру ці результати, безумовно, будуть відкинуті на етапі розпізнавання символів.

Ключові слова: обробка зображення, реєстраційний номер, транспортний засіб, розпізнавання символів, камера смартфону.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251404

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ СТИСНЕННЯ ГІПЕРСПЕКТРАЛЬНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНИХ ОРТОГОНАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ (с. 22–30)

Assiya Sarinova, Pavel Dunayev, Aigul Bekbayeva, Ali Mekhtiyev, Yermek Sarsikeyev

Робота присвячена опису розробки алгоритмів стиснення гіперспектральних аерокосмічних зображень на основі дискретних ортогональних перетворень з метою подальшого стиснення в системах дистанційного зондування Землі. В якості алгоритмів стиснення, необхідних для зменшення обсягу переданої інформації, пропонується використовувати розроблені методи стиснення, засновані на перетвореннях Уолша-Адамара та дискретному косинусному перетворенні. У роботі розглянута методика розробки алгоритмів стиснення з втратами і високою якістю при відновленні 85 % і більше, з урахуванням якої розроблений адаптивний алгоритм стиснення гіперспектральних АЗ та згенерована таблиця квантування. Проаналізовано існуючі рішення задачі стиснення без втрат для гіперспектральних аерокосмічних зображень. На їх основі запропоновано алгоритм стиснення з урахуванням міжканальної кореляції та перетворення Уолша-Адамара, що характеризується перетворенням даних зі зменшенням діапазону вихідних значень шляхом формування набору груп каналів [10–15] з високою внутрішньогруповою кореляцією [0,9–1] відповідних пар з вибором оптимальних параметрів. Результати, отримані в ході дослідження, дозволяють визначити оптимальні параметри стиснення: результати показників ступеня стиснення покращилися більш ніж на 30% при збільшенні розміру каналів параметрів. Це пов'язано з тим, що чим більше значень необхідно перетворити, тим менше бітів потрібно для їх зберігання. Найкращі значення ступеня стиснення [8–12] досягаються за рахунок вибору кількості каналів в упорядкованій групі з високою кореляцією.

Ключові слова: гіперспектральні аерокосмічні зображення, алгоритм стиснення, дискретні перетворення, ступінь стиснення, дискретне косинусне перетворення, Уолш-Адамар.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.248642

СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ІРАКСЬКИХ БАНКНОТ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ НА ОСНОВІ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ (с. 31–38)

Sohaib R. Awad, Baraa T. Sharef, Abdulkreem M. Salih, Fahad Layth Malallah

Сучасні системи спрямовані на підвищення якості життя людей. Таким чином, нові технології та системи широко використовуються в даний час у різних сферах нашого суспільства, таких як освіта і медицина. Одним із медичних застосувань є використання технології комп'ютерного зору, щоб допомогти незрячим людям у їхній повсякденній діяльності та зменшити їхню залежність від близьких людей, а також забезпечити незалежність для слабозорих людей при проведенні повсякденних фінансових операцій. Виходячи з цього, дана робота націлена на надання допомоги слабозорим у розрізненні іракських банкнот. По суті, ми використовуємо комп'ютерний зір у поєднанні із алгоритмами глибокого навчання для побудови багатокласової моделі класифікації банкнот. Дана система виробляє певні голосові команди, еквівалентні зображенню банкноти, а потім інформує людей з вадами зору про номінал кожної банкноти. Для класифікації іракських банкнот важливо знати, що вони мають дві сторони: арабською та англійською мовами, що вважається одним із важливих питань при взаємодії людини та комп'ютера (HCI) під час побудови моделі класифікації. У роботі ми використовуємо базу даних, яка містить 3961 зразок зображень семи категорій іракської паперової валюти. Крім того, з використанням цієї бази даних навчається дев'ятнадцятишарова згорткова нейронна мережа (CNN) для розрізнення номіналів банкнот. Врешті, точність розробленої системи склала 98,6 %, що доводить доцільність запропонованої моделі.

Ключові слова: великі дані, згорткова нейронна мережа, багатокласова класифікація, класифікація паперової валюти, іракські банкноти, перетворення зображення в звук, глибоке навчання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253188

СЕГМЕНТАЦІЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА НЕСТАНДАРТНИМ ПІДХОДОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕКСТОВИХ ОЗНАК (с. 39–49)

Akbota Yerzhanova, Gulzira Abdikerimova, Zhanar Alimova, Assylzat Slanbekova, Aigul Tungatarova, Raikhan Muratkhan, Gaukhar Borankulova, Gulzat Zhunussova

У статті подано аналіз нестандартного підходу до сегментації текстурних областей на аерокосмічних зображеннях. Досліджується питання щодо застосування наборів текстурних ознак для аналізу експериментальних даних для виявлення характерних ділянок на аерокосмічних знімках, за якими в майбутньому можна буде ідентифікувати види сільськогосподарських культур, бур'янів, хвороб та шкідників. Здійснено підбір відповідних алгоритмів та створено відповідні програмні засоби на Matlab 2021a та у програмному комплексі статистичного аналізу Statistica 12.

Основним способом вилучення інформації є розшифровка зображень, що є основним носієм інформації про поверхню, що підстилає. До основних завдань аналізу текстурних областей відносяться виділення та формування ознак, що описують текстурні відмінності; виділення та сегментація текстурних областей; класифікація текстурних областей; ідентифікація об'єкта за текстурою.

Для вирішення завдань використовували коефіцієнт спектральної яскравості (SBC), нормалізований різницевий індекс вегетації (NDVI), текстурні особливості різних культур та бур'янів. Велика увага була приділена розробці програмних засобів, що дозволяють виділяти ознаки, що описують текстурні відмінності для сегментації текстурних областей на піддомени. Тобто вирішення питання про застосування наборів текстурних ознак та інших параметрів для аналізу експериментальних даних щодо виявлення типів ґрунтів та ґрунтів, типів рослинності, вологості, пошкодженості посівів на аерокосмічних знімках.

Цей підхід є універсальним і має великі можливості для ідентифікації об'єктів за допомогою кластеризації зображень. Для виявлення меж областей з різними властивостями досліджуваного зображення розглядаються зображення однієї ділянки ділянки поверхні, зроблені в різний час.

Ключові слова: обробка зображень, космічні знімки, текстурні ознаки, SBC, NDVI, кластеризація, сільськогосподарські культури, бур'яни, шкідники.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252803

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЛУЧЕННЯ ТЕКСТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ ТА МОРФОЛОГІЧНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ УСУНЕННЯ АРТЕФАКТІВ ФОНУ ЗОБРАЖЕННЯ (с. 50–57)

Wasan M Jwaid

Розпізнавання тексту на зображеннях застосовується у широкому спектрі задач комп'ютерного зору, таких як навігація роботів, аналіз документів та пошук за зображеннями. У багатьох промислових та освітніх застосуваннях простим інструментом для об'єднання функцій розпізнавання тексту є технологія оптичного розпізнавання символів (OPC). Найкращі результати OPC можна отримати в тому випадку, якщо фон текстового зображення є однорідним і відображається у вигляді зображення документа. На-

впаки, якщо зображення має неоднорідний фон, виникають складнощі з розпізнаванням тексту, що вимагає подальшої попередньої обробки для отримання прийнятного результату OPC. У даній роботі розглядаються три сценарії. Спочатку OPC випробовується на звичайній візитній картці в якості зображення з однорідним фоном. Далі обговорюється розпізнавання тексту зображення клавіатури, що містить цифри з неоднорідним фоном. Для подолання негативного ефекту неоднорідного фону зображень і високої точності вилучення тексту використовуються два алгоритми попередньої обробки для посилення функції OPC. Нарешті, розроблений метод OPC тестується на різних відсканованих рахунках та обговорюється зміна отриманих результатів. Два алгоритми являють собою морфологічну реконструкцію для усунення артефактів та створення більш чітких зображень для подальшої обробки за допомогою OPC та OPC на основі області інтересів для визначення явних областей на тестованому зображенні. Перевірка ефективності OPC на основі морфології в порівнянні з методом, заснованим на OI, була проведена на наборі даних відсканованих зображень рахунків за електроенергію з точністю 98,2 % для розпізнавання на основі морфології, в той час як для OPC на основі OI вона становить всього близько 89,3 %.

Ключові слова: морфологічна реконструкція, оптичне розпізнавання символів (OPC), зображення документів, зображення з нерівномірним освітленням.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253146

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОЇ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ ВЕБ-СИСТЕМИ ДЛЯ КРАЇН, ЩО РОЗВИВАЮТЬСЯ (с. 58–67)

Ceasar E. Eko, Idongesit E. Eteng, Eyo E. Essien

Ця стаття презентує розробку екзаменаційної веб-системи, яка фокусується на автоматичному усуненні несправностей, таких як відмова живлення, мережі або компонентів, які можуть виникнути, коли система електронного навчання використовується для проведення іспиту. Ця система може протистояти різним проблемам, які перешкоджають впровадженню технологій електронного навчання в країнах, що розвиваються. Це важливо, тому що така система дозволить скоротити час та витрати, пов'язані з проведенням великомасштабних іспитів вищими навчальними закладами без необхідності модернізації існуючої інфраструктури. Ці установи необов'язково потребують безперебійного живлення або підключення до мережі для проведення іспитів через Інтернет, оскільки система може легко відновити роботу, якщо такий інцидент станеться.

Архітектура пропонованої системи онлайн-іспитів забезпечує інтегроване управління такими функціями, як створення та оновлення пула питань, моніторинг іспитів, відмовостійкість та відновлення, автоматичне оцінювання та рандомізація. Система також усуває необхідність ручного планування іспитів, що вимагає ретельного планування та може призвести до помилок. Різні іспити можуть бути заплановані для одночасного запуску. Технологія проектування, прийнята для реалізації, є технологією клієнт/сервер. Модель поетапної розробки програмного забезпечення у поєднанні з методом прототипування була прийнята при розробці системи онлайн-іспитів, а через ітеративний характер розробленого програмного забезпечення. Система була розроблена з використанням PHP, JavaScript, Ajax та MySQL. Система була застосована для проведення іспитів за участю понад 20 000 студентів протягом семестру у Калабарському університеті. Доведено, що ця система заощаджує зусилля викладачів та студентів.

Ключові слова: онлайн-іспит, рандомізація, автоматична оцінка, електронне навчання, MYSQL, клієнт/сервер, відновлення, планування, відновлення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251689

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ (с. 68–76)

Madina Sambetbayeva, Inkarzhan Kuspanova, Aigerim Yerimbetova, Sandugash Serikbayeva, Shynar Bauyrzhanova

В умовах постійного збільшення документообігу, а також із переходом на безпаперовий документообіг у всьому світі зростає попит на системи електронного документообігу. Для цього необхідна оптимізація даних систем з точки зору якості пошуку інформації в документах та управління документами. Проте дослідження, засновані на статистичних методах, не можуть ефективно обробляти великі обсяги даних, добутих з електронних документів. У зв язку з цим ефективно вирішити цю проблему дозволяють методи машинного навчання. У даній роботі представлений підхід до побудови моделі інтелектуальної системи документообігу з використанням методів машинного навчання для забезпечення ефективної роботи співробітників в організаціях. Авторами було вирішено ряд завдань з оптимізації кожної з підсистем документообігу, в результаті чого була розроблена модель інтелектуальної системи документообігу, яка може ефективно застосовуватися на підприємствах, в державних та корпоративних установах. Доцільність та ефективність запропонованої моделі інтелектуальної системи документообігу на основі машинного навчання та багатоагентного моделювання процесів пошуку інформації забезпечують максимальну надійність і скорочення часу роботи над документами. Отримані результати показують, що за допомогою представленої моделі можна надалі розробити інтелектуальну систему документообігу, яка дозволить електронному документу якісно пройти весь життєвий цикл документа, починаючи з моменту реєстрації і закінчуючи його закриттям, тобто виконанням, що значно полегшить повсякденну роботу користувачів з великими обсягами документів. Водночас

у роботі розглядається застосування методів тематичного моделювання та алгоритмів текстового аналізу на основі багатоагентного підходу, що можуть бути використані для побудови інтелектуальної системи документообігу.

Ключові слова: система електронного документообігу, машинне навчання, багатоагентні технології, тематичне моделювання.

DOI 10.15587/1729-4061.2022.253126

ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА АТОМНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ

О. М. Нікуліна, В. П. Северин, Н. В. Коцюба (с. 77–84)

Запропоновано моделі та методи параметричного синтезу систем автоматичного управління парогенератора для атомної електричної станції, що ґрунтуються на модифікації методів безумовної оптимізації. Розглянута математична модель систем управління парогенератора, яка призначена для синтезу параметрів моделей. Наведені алгоритми обчислення рівневих цільових функцій, що враховують обмеження змінних параметрів та показники якості задач ідентифікації та оптимізації моделей. Модифіковано методи безумовної оптимізації шляхом запровадження операції порівняння значень рівневих цільових функцій. З використанням інформаційної технології оптимізації проведено обчислювальні експерименти щодо синтезу параметрів систем управління парогенератора шляхом оптимізації рівневих цільових функцій. Ідентифіковані значення 54 параметрів моделі системи управління парогенератора ПГВ-1000, досягнуто значення середньоквадратичного відхилення процесів в моделі від експериментальних процесів 1 %. В результаті параметричного синтезу оптимальних систем управління продуктивністю парогенератора отримано мінімальний час регулювання 131 с, час обчислювальних експериментів не перевищив 10 хвилин. Особливість запропонованого підходу до параметричного синтезу моделей систем управління полягає в тому, що цільова функція як єдиний математичний об'єкт включає всю інформацію про задачу синтезу. Тому цей підхід є перспективним у напрямі спрощення програмного забезпечення для вирішення складних задач параметричного синтезу систем управління. Розглянута технологія параметричного синтезу систем управління дозволить підвищити ступінь наукової обґрунтованості технічних проектів щодо вдосконалення різних застосовуваних та перспективних систем управління.

Ключові слова: атомна електрична станція, парогенератор, моделювання, система управління, синтез, ідентифікація, оптимізація.

DOI 10.15587/1729-4061.2022.252968

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ПОТОКІВ, СТРУМІВ ТА ШВИДКОСТІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА (с. 85–95)

Najimaldin M. Abbas, Ali Merwan Shakor

Управління приводом асинхронного двигуна та його оцінка є широкою темою. За останні кілька років різко виріс ринок регульованих приводів. Виробники усвідомили важливість не тільки управління діапазоном швидкості або крутного моменту, але і зниження енергоспоживання. Це обумовлює необхідність розробки нових алгоритмів та схем управління, що включають ці рішення. Дійсно, оцінка швидкості повинна використовуватися в одній або декількох областях схеми управління, в залежності від мети управління. Проводиться дослідження даної концепції, а також найбільш поширених методик оцінки швидкості.

В даний час існує безліч інструментів для оцінки швидкості обертання ротора без використання датчика швидкості. Сучасні методи обробки сигналів дозволяють реалізувати схему оцінки з можливістю контролю струмів та напруг. Тому в даній роботі пропонується концепція оцінки струмів, швидкості та потоків на основі розширеного фільтра Калмана. Контролюючи відношення теоретичного залишку до фактичного, виміряна коваріаційна матриця шуму рекурсивно коригується в режимі онлайн для поступового наближення до реального рівня шуму. Таким чином, фільтр виконує оптимальну оцінку та підвищує точність оцінки швидкості. Також було вивчено вплив зміни навантаження на оцінку струмів, потоків та швидкості. Результати моделювання та експериментів показують, що запропонований вдосконалений адаптивний розширений оцінювач Калмана має сильну здатність до пригнічення випадкового шуму вимірювань. Результати також підтверджують точність запропонованої схеми для оцінки станів асинхронного двигуна за різних рівнів навантаження. Він дозволяє точно оцінити швидкість двигуна і має хорошу здатність запобігати помилкам для задоволення фактичних потреб проєкту.

Ключові слова: асинхронний двигун, розширений фільтр Калмана, оцінка швидкості, оцінка потоку ротора, бездатчиковий привід.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251993

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГАЗОВИМ ДВИГУНОМ ІЗ ЕЛЕКТРОННИМ БЛОКОМ УПРАВЛІННЯ ТА ПОСЛІДОВНИМ ВПОРСКУВАННЯМ ПАЛИВА (с. 96–104)

С. О. Ковальов, С. В. Плис

Представлено результати дослідження розробленої електронної системи управління газовим двигуном внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням для роботи на зрідженому нафтовому газі. Новим у системі управління є можливість забезпечення найбільш ефективного послідовного виду впорскування газового палива, при якому паливо впорскується у послідовності, що відповідає порядку роботи циліндрів. Особливістю розробленої системи управління є те, що для забезпечення послідовного впорскування було модифіковано рухомий розподільник напруги (трамблер) системи запалювання. Модифікація трамблера полягає у встановленні на його приводний вал додаткового задаючого диска з одним інтегрованим постійним магнітом та додаткового датчика Холла на

корпусі трамблера. Це дає можливість забезпечити надходження до електронного блока управління сигнала про кутове положення розподільного вала, і тим самим забезпечити послідовне впорскування палива. Описано принцип роботи системи управління газовим двигуном, яку забезпечує електронний блок управління. Показано конструкція модифікованого трамблера. Проведені випробування газового двигуна з новою системою управління із розробленими електронним блоком управління Avenir Gaz 37 «B» та програмним модулем «B2». Випробування підтвердили працездатність розробленої електронної системи управління, тобто забезпечення послідовного впорскування газового палива. Крім того, випробування на режимах холостого ходу показали, що вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах двигуна суттєво нижчий ніж гранично допустимі до двигунів без каталізаторів. Розроблена система управління може бути використана при конвертації дизельних транспортних засобів, які перебувають в експлуатації, у газові двигуни. Застосування цієї системи управління забезпечує їх безпечну експлуатацію.

Ключові слова: газовий двигун, електронна система управління газовим двигуном, електронний блок управління.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252383

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ВТОРИННОЇ КОНДЕНСАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ (с. 105–115)

А. К. Бабіченко, Я. О. Кравченко, Ю. А. Бабіченко, І. Г. Лисаченко, І. Л. Красніков, В. І. Вельма

Проведено аналіз умов функціонування технологічного комплексу вторинної конденсації (ТКВК) типового агрегату синтезу аміаку серії АМ-1360 із застосуванням системно-керувального підходу. Визначені координати векторів керування та зовнішніх збурень. Розроблено алгоритм прогнозування координат вектора керування для підсистеми підтримки прийняття рішень в умовах дії зовнішніх збурень для такого складного інерційного об'єкта з великою металоємністю як ТКВК.

Методом математичного моделювання за розробленим алгоритмом визначені закономірності та кількісні залежності впливу зовнішніх збурень, таких як температура первинної конденсації та витрата циркуляційного газу на ефективність процесів теплообміну ТКВК. Встановлена закономірність збільшення теплових потоків та координат вектора керування з підвищенням температури первинної конденсації. Визначена параметрична чутливість координат вектора керувань в умовах зміни температури первинної конденсації, яка у порівнянні із витратою циркуляційного газу перевищує її більш ніж у шість разів.

Виконана програмна реалізація алгоритму із застосуванням середовища MATLAB забезпечує завдяки вбудованій в нього клієнтської частини (OPC-клієнт) вільний програмний доступ до поточних даних технологічного процесу. Розроблено функціональну структуру комп'ютерно-інтегрованої технології ТКВК із запропонованою підсистемою корекції в режимі супервізорного керування. Здійснена практична реалізація рішень щодо корекції додатковим апаратно-програмним забезпеченням на базі програмованого логічного контролера VIPA та SCADA-системи Zenon.

Впровадження розробленої системи забезпечує стабілізацію температури вторинної конденсації на регламентному рівні –5 °C, що дозволяє знизити споживання природного газу майже на 1 млн.нм^3 на рік.

Ключові слова: виробництво аміаку, вторинна конденсація, енергоефективність, підсистема прийняття рішень, комп'ютерне керування.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.246175

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ШВИДКОСТІ СХОДУ СТОВПА ШИХТИ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ТИСКУ ГАЗІВ В ТРАКТІ ПЕЧІ (с. 116–126)

В. П. Кравченко, З. Є. Воротнікова, О. І. Сімкін, О. О. Койфман

Розглянуто задачу оцінки швидкості опускання стовпа шихтових матеріалів за допомогою безконтактних методів. Це важливо, тому що рівень шихтових матеріалів печі і швидкість їх сходу є одним з основних показників інтенсивності плавки, що визначає продуктивність печі.

Описано конструкцію доменної печі і її дуттєвий тракт, проаналізовано існуючі методи та засоби контролю швидкості руху шихтових матеріалів у доменній печі. Представлено математичну модель оцінки швидкості опускання шихтових матеріалів у доменній печі на підставі величини і коливань тиску газів по висоті шахти печі. Модель заснована на тому, що в шахті печі горнові гази піднімаються вгору по елементарним каналах стовпа шихтових матеріалів, які складаються з сукупності ємностей і опорів. Довжини ємностей і обсяги опорів елементарних каналів постійно змінюються, змінюючи гідравлічний опір руху газів в доменній печі. Даний процес описаний системою диференціальних рівнянь, яка в сталому режимі перетворюється в систему лінійних рівнянь. Система описує залежність амплітуди коливань тисків від амплітуди зміни коефіцієнтів опору і частоти коливань тисків від частоти зміни коефіцієнтів опору. Опрацьовано експериментальні дані швидкості руху стовпа шихтових матеріалів і коливань перепаду тиску в печі, показано їх значущий зв'язок, що підтверджує попередньо отримані теоретичні результати. Для оцінки адекватності моделі застосовується метод імітаційного моделювання. Результати роботи імітаційної моделі підтверджуються експериментальними даними.

Розроблювана математична модель може бути впроваджена у виробництво. Це зробить його більш економічним і безпечним за рахунок кращого і більш передбачуваного контролю та збільшення гнучкості в експлуатації за різних зовнішніх умов.

Ключові слова: доменна піч, доменний тракт, математична модель, адекватна оцінка, експериментальні дані.