

УДК 004.932

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-160-166

EDN: MFQMMZ

## Комбинированный метод выравнивания гистограммы изображений с высоким динамическим диапазоном

М. А. Казаков

Институт прикладной математики и автоматизации –  
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89 А

**Аннотация.** При работе с сырыми изображениями, полученными непосредственно с матрицы оборудования, возникают специфические проблемы, связанные с большим динамическим диапазоном. В работе предлагается комбинированный метод исправления гистограммы, позволяющий существенно улучшить контрастность таких сырых изображений с большим динамическим диапазоном. В комбинированном методе производится мягкое отсечение засветов на гистограмме при помощи алгоритма кластеризации, основанного на разбиении пространства признаков и гамма-коррекции отсекаемой области. Используемый алгоритм кластеризации хорошо справляется с выявлением точки отсечения как при наличии засветов на изображении, так и при их отсутствии. В методе также производится слабое подчеркивание границ на основе фильтров Собеля. Для улучшения гистограммы используется хорошо известный метод Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. При этом применяется комбинация преобразований с различными размерами сетки, что позволяет добиться гораздо лучших результатов, чем при подборе одного оптимального преобразования. Указанные алгоритмы подробно описаны и приведены иллюстрации для сравнения.

**Ключевые слова:** гистограмма, выравнивание гистограммы, рентгеновские изображения, обработка изображений, повышение контраста, кластеризация

Поступила 30.10.2023, одобрена после рецензирования 21.11.2023, принята к публикации 28.11.2023

**Для цитирования.** Казаков М. А. Комбинированный метод выравнивания гистограммы изображений с высоким динамическим диапазоном // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 160–166. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-160-166

## REFERENCES

1. Vijayalakshmi D., Nath M.K., Acharya O.P. A comprehensive survey on image contrast enhancement techniques in spatial domain. *Sensing and Imaging*. 2020. Vol. 21. No. 1. P. 40. DOI: 10.1007/s11220-020-00305-3
2. Woods R.E., Gonzalez R.C. *Digital Image Processing*. England: Pearson, 2021. 1022 с.
3. Jain A.K. *Fundamentals of digital image processing*. England: Pearson, 1989. 569 с.
4. Naidu S., Quadros A., Natekar A. et al. Enhancement of X-ray images using various Image Processing Approaches. *International Conference on Technological Advancements and Innovations*. Tashkent, 2021. Pp. 115–120. DOI: 10.1109/ICTAI53825.2021.9673317
5. Ishigami R., Zin T.T., Shinkawa N., Nishii R. Human identification using X-Ray image matching. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*. Hong Kong. 2017.
6. Rajpurkar P., Irvin J., Zhu K. et al. Chexnet: Radiologist-level pneumonia detection on chest x-rays with deep learning. 2017. arXiv URL preprint arXiv:1711.05225.
7. Costa M.V.L., Aguiar E.J. A Deep Learning-based Radiomics Approach for COVID-19 Detection from CXR Images using Ensemble Learning Model. *XXXVI International Symposium Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН № 6(116) 2023*

on *Computer-Based Medical Systems*. L'Aquila, Italy, 2023. Pp. 517–522. DOI: 10.1109/CBMS58004.2023.00272

8. Radvansky M., Kudelka M., Kriegova E. Process of finding human knee in image based on multiple weighted thresholding and histograms of gradients. *XXIV International Carpathian Control Conference*. Miskolc-Szilv'asv'arad, Hungary, 2023. Pp. 358–363. DOI: 10.1109/10.1109/ICCC57093.2023.10178913

9. Pizer S.M., Amburn E.P., Austin J.D. Adaptive histogram equalization and its variations. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*. 1987. Vol. 39. Pp. 355–368. DOI: 10.1016/S0734-189X(87)80186-X

10. Cromartie R., Pizer S.M. Edge-affected context for adaptive contrast enhancement. *Proceedings of the XLLTH International Meeting on Information Processing in Medical Imaging: Lecture Notes in Computer Science*. Berlin: Springer-Verlag. 1991. Pp. 474–485. DOI: 10.1007/BFb00337

11. Zuiderveld K.J. Contrast limited adaptive histogram equalization. *Graphics gems*. 1994. Pp. 474–485. DOI: 10.1016/B978-0-12-336156-1.50061-6

12. Kazakov M.A. Clustering Algorithm Based on Feature Space Partitioning. *International*

*Russian Automation Conference*. 2022. Pp. 399–403. DOI: 10.1109/RusAutoCon54946.2022.9896314

13. Sobel I. An Isotropic 3x3 Image Gradient Operator. Presentation at Stanford A.I. Project 1968. 2014.

### **Информация об авторе**

**Казakov Мухамед Анатольевич**, мл. науч. сотр. отдела нейроинформатики и машинного обучения, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89 А;  
kasakow.muchamed@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5112-5079>