

УДК 515.14+519.2

## ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Ванін В.В., д.т.н.,

[Vladimer39@gmail.com](mailto:Vladimer39@gmail.com), ORCID: 0000-0001-7008-7269

Залевська О.В., к.т.н.,

[o.zalevska@kpi.ua](mailto:o.zalevska@kpi.ua), ORCID: 0000-0002-3163-1695

Воробйов О.М.,

[voroba.ua@gmail.com](mailto:voroba.ua@gmail.com), ORCID: 0000-0001-5314-1075

Лазарчук-Воробйова Ю.В.,

[jullazarchuk@gmail.com](mailto:jullazarchuk@gmail.com), ORCID: 0000-0002-7866-3299

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна)*

*Під час виникнення епідемій попит на лікарів значно перевищує пропозицію, що призводить до зростаючої робочої напруги. Під час діагностики постає питання про об'єми, що займає графічна інформація, необхідна лікарям для встановлення діагнозу. До сфери використання інформації великих об'ємів можна віднести таке діагностування, як виявлення раку легень або інсультів на основі комп'ютерної томографії, оцінка ризику раптової серцевої смерті або інших захворювань серця на основі електрокардіограми серця, класифікація хвороби шкіри на основі зображення басейну ураження, знаходження показників діабетичної ретинопатії та інші.*

*За допомогою комп'ютерної томографії встановлюють структурні зміни в легенях, а також проводять комплексне дослідження внутрішніх органів, встановлюють наявність пухлин, басейнів запалення, деформації судин та інше. Об'єм одного такого знімку в середньому складає до 1 Гбайту, що не дозволяє зберігати дані на протязі тривалого часу. Зберігання знімків є необхідним для відстеження перебігу захворювання та встановлення причин його виникнення.*

*В роботі розглядаються різні методи стиснення зображень, від звичайного jpeg до фрактального стиснення та використання для стиснення нейронних мереж. Наведено їх недоліки та переваги, що дозволяють на дати рекомендації для доцільності їх використання в певних сферах досліджень. Приведено результати тестування різних підходів до класифікації знімків на основі реальних та штучних зображень пацієнтів, що мають коронавірусне захворювання.*

*Огляд розроблених систем, встановлення їх переваг та недоліків надають передумови для створення та розробки нових алгоритмів стиснення та класифікації знімків, що були б позбавлені таких недоліків, як неможливість вибору якості вихідного зображення, методу стискання*

та класифікації. Розробка такого програмного забезпечення значно спростить роботу лікарів та надасть змогу зберігання медичних знімків необхідних для подальшої роботи.

*Ключові слова.* томограма, класифікація зображень, стиснення зображень, недоліки методів стиснення, порівняння методів стиснення.

**Постановка проблеми.** Встановлення діагнозу лікарями вимагає перегляду перебігання хвороби та попередніх знімків пацієнта. Історія хвороби може тривати від декількох днів до десятків років, що вимагає збереження результатів протягом цього часу. Це призводить до накопичування даних та перевантаження персональної техніки об'ємом даних та необхідністю їх стиснення. Наявні програмні забезпечення мають свої недоліки та переваги, наявність таких факторів може стати вирішальним для визначення алгоритму стиснення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботі [1] розглянуто удосконалений метод фрактального стиснення. Наведена його реалізація в залежності рів розміру та якості вхідного зображення. В роботі [1] наведено звичайна реалізація методу фрактального стиснення за допомогою системи ітераційних функцій. В роботі вказано недолік методу, а саме використання великого об'єму пам'яті для його реалізації. В роботі [2] наведено різні рівні стиснення зображень, що прискорюють алгоритм пошуку доменних блоків, але з втратою невелих деталей. В роботі [3] розглянено варіанти стиснення зображень методами штучного інтелекту – нейронної мережі. Для самоподібних зображень запропоновано використовувати компресинг який не залежить від якості зображення.

Методи стискання будуються на відкиданні надлишку даних при відтворенні зображення, базуються на назькочастотних компонентах та використовуються в форматах JPEG та MPEG [4]. У випадку використання лікарями, саме незначні відхилення, від прийнятих стандартів, можуть вказати на наявність захворювання пацієнта. Лікарі використовують такі системи як, АРМ "Гамма Мультивокс Д1" та "Гамма Мультивокс Д2" [5,6], Sante Dicom Viewer, RadiAnt DICOM Viewer, Efilm Life та інші [7]. Не будучи спеціалістом в сфері програмного забезпечення, досить часто лікарі не можуть зупинитись на виборі необхідного інструменту. Отже, виникає необхідність в виявленні недоліків та переваг програмного забезпечення для обробки медичних зображень.

**Формування цілей статті.** Метою статті є огляд програмного забезпечення та застосування до нього алгоритмів стиснення медичних зображень. Для досягнення мети були поставлені такі цілі:

- провести аналіз методів стискання зображень та навести їх недоліки та переваги;
- на основі здійсненого аналізу обґрунтувати їх використання для обробки медичних знімків;
- навести недоліки та переваги існуючого програмного забезпечення

для опрацювання знімків лікарями;

- надати рекомендації щодо використання програмного забезпечення в медичній практиці.

**Основна частина.** Протягом останніх декількох десятиліть комп'ютерна томографія надає необхідні дані лікарям для встановлення діагнозу. Вона постійно удосконалюється, з'являються її нові модифікації такі, як спіральна комп'ютерна томографія, багатошарова, з двома джерелами випромінювання, кт ангіографія та інші. Для дослідження легенів використовується пошарове спіральне сканування, що відображає всі їх структурні зміни й надає можливість для встановлення діагнозу на ранній стадії хвороби. Знімки отримуються в форматі медичних даних \*.dcm. Середній розмір файлу даного формату до одного гігабайту. Розглянемо існуючі методи стиснення файлів та можливість їх застосування для файлів формату dicom.

Методи стиснення графічних даних можна розділити на дві групи: стиснення без втрат та стиснення з втратами. Схематично цей розподіл можливо зобразити в вигляді схеми зображеної на рис. 1:

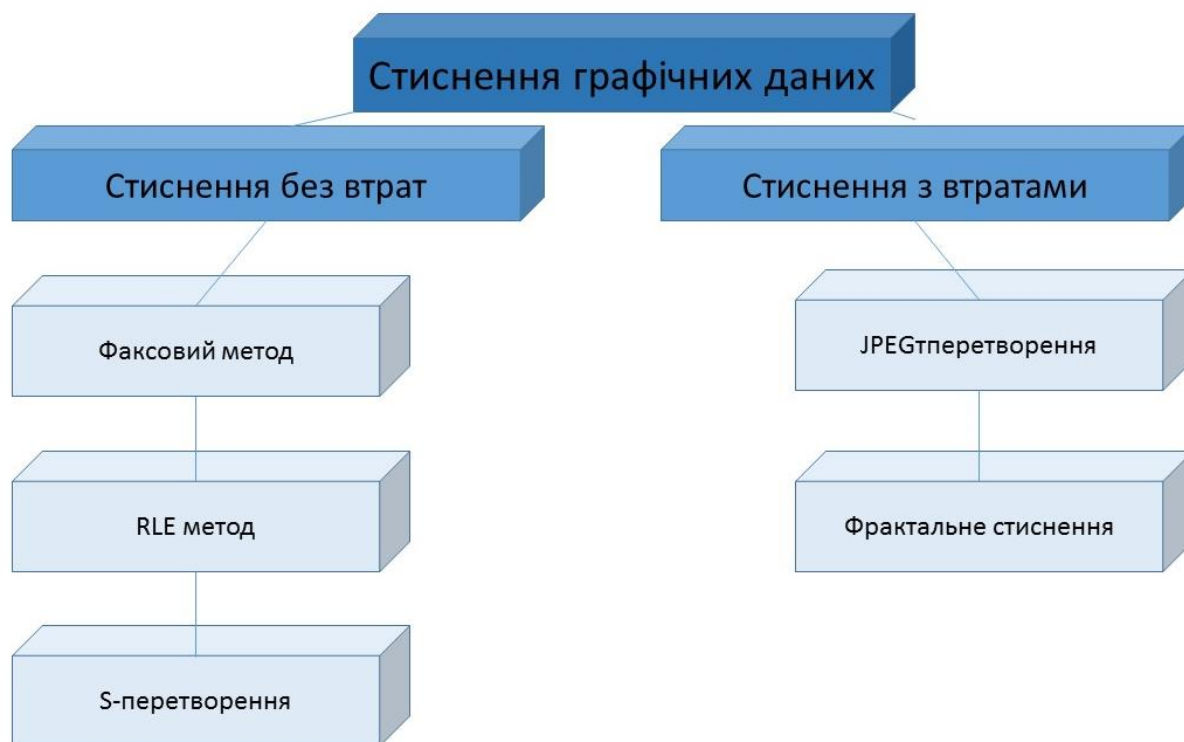


Рис1. Схема поділу методів стиснення графічних даних

Наведемо переваги та недоліки методів у вигляді порівняльно таблиці 1.

Аналізуючи дані наведені в таблиці можливо зробити висновки, що такі методи стиснення як JPEG метод, факсовий метод RLE-метод не можуть бути застосовані до методичних знімків, оскільки мають досить великі втрати даних при стисненні зображення.

Таблиця 1

Суть, переваги та недоліки методів стиснення графічних даних

Назва методу	Суть методу	Переваги методу	Недоліки методу
Факсовий метод	Використовує кодування одиницею та нулем	Легко кодується та оптимізується	При стисненні виникають перешкоди у вигляді чорних або білих квадратів
FLE метод	Використовує кодування кольору та кількості пікселів цього кольору	Приводить до стиснення лише растрові файли. Отриманий раст менш надлишковий, знижує ентропію	При плавному кодуванні приводить до збільшення об'єму кодуючого файлу. Застосовується лише для растрових файлів, зображення відновлюється без втрат
S-перетворення	Кодує за допомогою послідовності фіксованої довжини $S$	Зменшення ентропії, операція декомпресії є повністю симетрична операції компресії	Є оптимальним лише для зображень отриманих природним шляхом.
Метод JPEG	Зображення розкладається за допомогою двовимірного косинус-перетворення	Простий в реалізації, стиснення відбувається в від 10 до кількох сотень разів	Великий об'єм втрат, відсутність алгоритму декомпресії.
Фрактальний метод стиснення зображень	Поділ зображення на самоподібні ділянки, що кодуються фракталом	Великий коефіцієнт стиснення, робота як з графічними зображенням так і графічним відео	Залежність похибки методу на пряму від часу компресії, складні алгебраїчні підрахунки та взаємозв'язки, відсутність макетів для багатьох зображень

Сучасні системи обробки знімків КТ базуються на нейронних мережах. Загальний алгоритм можна представити у вигляді:

1. Проводиться процедура збільшення даних, що включає масштабування, гортання, обрізання та обертання. Після розширення два вихідні набори даних розширюються до набору даних із 3000 зображень;
2. Операція зміни розміру масштабує набір даних COVID-19 (різного розміру) до того ж розміру, що й зображення раку легенів ( $512 \times 512 \times 3$ ).

3. Під час навчання синтезатора COVID-19 загальні налаштування дотримуються оригінального CycleGAN. Нейронна мережа оптимізується за допомогою оптимізатором Адама.

**Висновки.** Для стиснення медичних зображень можна використовувати два методи стиснення: без втрат-S-перетворення та стиснення із втратами-метод фрактального стиснення. Останній використовується у випадку коли не має обмеження по часу. Найрозповсюдженим є метод стиснення зображень оснований на нейронних сітках.

### **Література**

1. Залевська О., Яблонський П., Сідоренко І., Фіногенов О., Ситнік А. Реалізація алгоритму фрактального стиснення графічного зображення. *Сучасні проблеми моделювання*. Мелітополь, 2021. Вип. (22) С. 48-55. <https://doi.org/10.33842/22195203/2021/22/48/55>
2. David Reinsel, John Gantz, John Rydning. *The Digitization of the World From Edge to Core*, 2018. pp. 14-25.
3. Walid Zgallai. *Biomedical Signal Processing and Artificial Intelligence in Healthcare*. Academic Press, 2020. p. 268.
4. Dinggang Shen, Guorong Wu, Heung-Il Suk. *Deep learning in medical image analysis*. Academic Press, 2021. pp. 27-140.
5. Andre Esteva, Alexandre Robicquet, Bharath Ramsundar, Volodymyr Kuleshov, Mark DePristo, Katherine Chou, Claire Cui, Greg Corrado, Sebastian Thrun, Jeff Dean. *A guide to deep learning in healthcare*, 2019.
6. Nan Guo, Ke Gu, Junfei Qiao, Jing Bi. Improved deep CNNs based on Nonlinear Hybrid Attention Module for image classification (2021), pp 158-166.
7. Zhong Ji, Qiang Wang, Biying Cui, Yanwei Pang, Xianbin Cao, Xuelong Li. A semi-supervised zero-shot image classification method based on soft-target. (2021), pp. 88-96.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Ванин В.В., Залевская О.В., Воробьев О.М., Лазарчук-Воробьева Ю.В.

*При возникновении эпидемий спрос на врачей значительно превышает предложение, что приводит к растущему рабочему напряжению. Во время диагностики возникает вопрос об объемах, занимаемых графической информацией, необходимая врачам для установления диагноза. К сфере использования информации больших объемов можно отнести такое диагностирование как выявление рака легких или инсультов на основе компьютерной томографии, оценка риска внезапной сердечной смерти или других заболеваний сердца на основе*

*электрокардиограммы сердца, классификация болезни кожи на основе изображения бассейна поражения, нахождение показателей диабетической ретинопатии и другие.*

*Посредством компьютерной томографии устанавливаются структурные изменения в легких, а также проводят комплексное исследование внутренних органов, устанавливают наличие опухолей, бассейнов воспаления, деформации сосудов и прочее. Объем одного такого снимка в среднем составляет до 1 Гбайта, что не позволяет хранить данные в течение длительного времени. Хранение снимков необходимо для отслеживания течения заболевания и установления причин его возникновения.*

*В работе рассматриваются различные методы сжатия изображений, от обычного jpeg до фрактального сжатия и использования для сжатия нейронных сетей. Приведены их недостатки и преимущества, позволяющие дать рекомендации для целесообразности их использования в определенных сферах исследований. Приведены результаты тестирования разных подходов к классификации снимков на основе реальных и искусственных изображений пациентов, имеющих коронавирусное заболевание.*

*Обзор разработанных систем, установление их преимуществ и недостатков предоставляют предпосылки для создания и разработки новых алгоритмов сжатия и классификации снимков, лишенных таких недостатков, как невозможность выбора качества исходного изображения, метода сжатия и классификации. Разработка такого программного обеспечения значительно упростит работу врачей и позволит хранить медицинские снимки, необходимые для дальнейшей работы.*

*Ключевые слова: томограмма, классификация изображений, сжатие изображений, недочеты способов сжатия, сравнение способов сжатия.*

## **ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF EXISTING GRAPHIC IMAGE PROCESSING SOFTWARE**

**Volodymyr Vanin, Olha Zalevska , Oleksii Vorobiev,  
Yuliia Lazarchuk-Vorobieva**

*When epidemics break out, the demand for doctors significantly outstrips supply, leading to increased work pressures. During the diagnosis, the question arises about the volumes occupied by graphical information that doctors need to make a diagnosis. The use of large amounts of information can include diagnostics such as the detection of lung cancer or strokes based on computed tomography, assessment of the risk of sudden cardiac death or other heart diseases based on an electrocardiogram of the heart, classification of skin diseases based on the image of the pool of lesions, finding indicators of diabetic*

*retinopathy, and others.*

*By means of computed tomography, structural changes in the lungs are established, and also a comprehensive study of internal organs is carried out, the presence of tumors, pools of inflammation, vascular deformation, etc. is established. The average size of one such snapshot is up to 1 GB, which does not allow storing data for a long time. Storage of images is necessary to track the course of the disease and establish the causes of its occurrence.*

*The paper discusses various methods of image compression, from regular jpeg to fractal compression and the use of neural networks for compression. Their disadvantages and advantages are given, allowing to give recommendations for the appropriateness of their use in certain areas of research. The results of testing different approaches to the classification of images based on real and artificial images of patients with coronavirus disease are presented.*

*A review of the developed systems, the establishment of their advantages and disadvantages provide the prerequisites for the creation and development of new compression and classification algorithms for images, devoid of such disadvantages as the impossibility of choosing the quality of the original image, compression method and classification. The development of such software will greatly simplify the work of doctors and will allow storing medical images necessary for further work.*

*Keywords: tomogram, image classification, image compression, shortcomings of compression methods, comparison of compression methods.*

### **Referenses**

1. Zalevska, O., Yablonsky, P., Sydorenko, I., Finogenov, O., & Sytnyk, A. (2021). Implementation of fractal compression of graphic image algorithm. *Modern Problems of Modeling*, (22), 48-55. [in Ukrainian]
2. David Reinsel, John Gantz, John Rydning. (2018) *The Digitization of the World From Edge to Core*, 2018. 14-25. [in English]
3. Walid Zgallai. (2020) *Biomedical Signal Processing and Artificial Intelligence in Healthcare*. Academic Press, 268. [in English]
4. Dinggang Shen, Guorong Wu, Heung-Il Suk. (2021) *Deep learning in medical image analysis*. Academic Press, 27-140. [in English]
5. Andre Esteva, Alexandre Robicquet, Bharath Ramsundar, Volodymyr Kuleshov, Mark DePristo, Katherine Chou, Claire Cui, Greg Corrado, Sebastian Thrun, Jeff Dean. (2019) *A guide to deep learning in healthcare* . [in English]
6. Nan Guo, Ke Gu, Junfei Qiao, Jing Bi. Improved deep CNNs based on Nonlinear Hybrid Attention Module for image classification (2021), 158-166. [in English]
7. Zhong Ji, Qiang Wang, Biying Cui, Yanwei Pang, Xianbin Cao, Xuelong Li. A semi-supervised zero-shot image classification method based on soft-target. (2021), 88-96. [in English]