

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ТОМОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Пастернак Д., Дацок О.М., Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Порівняльний аналіз (на основі чисельних показників якості) методів обробки томографічних зображень, що отримані такими методами візуалізації як комп'ютерна томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) проводиться за такими параметрами, як PSNR та SSIM. PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio, пікове відношення сигналу до шуму) та SSIM (Structural Similarity Index, індекс структурної подібності) [1]. PSNR для зображень розраховується виходячи з відношення максимального значення сигналу до значення його середньоквадратичного відхилення. SSIM ближчий до сприйняття людиною і оцінює показники схожості двох зображень, беручи до уваги яскравість, контраст і структуру. Діапазон значень: SSIM $\in [0, 1]$, де 1 – ідентичні зображення, 0 – повна відмінність [1].

Основними методами обробки є наступні [2]. Усереднююча фільтрація, що характеризується простотою реалізації і ефективністю при згладжуванні гаусівського шуму, однак демонструє тенденцію до розмиття меж структур (PSNR $\approx 30 - 32$ дБ). Медіанний фільтр, який зберігає краї об'єктів і є високоефективним для усунення імпульсного шуму, поступається за якістю при обробці гаусівських перешкод (PSNR $\approx 32 - 34$ дБ). Адаптивні фільтри, зокрема середньозважений, який враховує локальну дисперсію пікселів і дозволяє досягати високих показників якості обробки (до PSNR 34,7 дБ і SSIM 0,92), але їх ефективність важко стандартизувати через залежність від параметрів. Фільтр Вінера працює в частотній області та потребує попередньої оцінки параметрів шуму з показником PSNR понад 33 дБ. Моделі на основі згорткових нейронних мереж (CNN, U-Net, ResNet, Autoencoder) забезпечують найвищу якість обробки при збереженні структури зображення при SSIM $> 0,96$ і PSNR > 38 дБ, але потребують великих обчислювальних ресурсів і тренувальних датасетів. Вбудовані алгоритми, такі як Deep Resolve від Siemens Healthineers (PSNR > 35 дБ, SSIM $> 0,95$), а також iDose, TrueFidelity і SmartMAR від Philips та GE, які оптимізовані для роботи з низькодозовими сканерами і враховують особливості клінічного застосування [3].

Найвищу ефективність демонструють нейронні моделі та хвильові підходи, тоді як класичні фільтри використовуються в умовах обмежених обчислювальних ресурсів.

Література:

1. Statistical techniques for digital pre-processing of computed tomography medical images: A current review // Displays. – 2024. – Vol. 85. – Article ID: 102835. – DOI: 10.1016/j.displa.2024.102835.
2. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень / С. Ю. Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжн. науково-практичної конф. MicroCAD2022, 19–21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 902.
3. Deep Learning based Pulmonary Embolism Detection using Convolutional Feature Maps of CT Pulmonary Angiography Images // Procedia Computer Science. – 2024. – Vol. 233. – P. 317–326. – DOI: 10.1016/j.procs.2024.03.221.