

УДК 004.9

Тіменко К.І.¹, Кухар М.В.¹, Стоматова А.Д.²

¹ викл. Запорізького авіаційного фахового коледжу ім. О.Г. Івченка

² студ. гр. КН-24 Запорізького авіаційного фахового коледжу ім. О.Г. Івченка

ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ ШІ-МАСШТАБУВАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Процеси цифровізації в авіаційній галузі та машинобудуванні передбачають створення високоточних цифрових архівів технічної документації. Проте значна частина архівних креслень, схем та специфікацій представлена у вигляді растрових зображень низької роздільної здатності або пошкоджених внаслідок агресивного стиснення. Традиційні алгоритми масштабування, такі як бікубічна або ланцош-інтерполяція, використовують математичне усереднення сусідніх пікселів, що неминуче призводить до розмиття контурів, появи ефекту «сходинок» та повної втрати читабельності дрібних текстових позначень. В умовах роботи з інженерною графікою, де точність кожної лінії є критичною, постає потреба у застосуванні методів інтелектуального відновлення на основі технологій Super-Resolution [1].

Сучасні підходи до вирішення задачі збільшення роздільної здатності базуються на використанні глибоких нейронних мереж. На відміну від класичних методів, ШІ-моделі навчаються на мільйонах пар зображень «низька-висока роздільна здатність», що дозволяє їм не просто розтягувати існуючу сітку пікселів, а фактично реконструювати втрачені деталі, опираючись на вивчені візуальні закономірності.

Метою даної роботи є проведення порівняльного експериментального дослідження ефективності класичних методів інтерполяції та сучасних нейромережових архітектур при відновленні деталізації технічних зображень авіаційної тематики.

Для проведення експерименту було створено вибірку з 50 фрагментів технічних креслень деталей двигунів, які містили як геометричні фігури, так і

дрібні шрифтові написи. Початкові зображення високої якості були навмисно деградовані.

Оцінка проводилася за допомогою об'єктивних метрик: Peak Signal-to-Noise Ratio, що вимірює рівень шуму, та Structural Similarity Index, що оцінює збереження структури об'єктів. Дані наведено в таблиці 1 [2, 3].

Візуальний аналіз результатів показав, що Real-ESRGAN найкраще справляється з відновленням тонких ліній товщиною в 1 піксель. На відміну від SRCNN, яка іноді створює «замилений» результат, Real-ESRGAN генерує чіткі межі, що робить зображення придатним для подальшої автоматизованої векторизації в системах САПР [4].

Таблиця 1 — Порівняння результатів масштабування для інженерної графіки

Метод масштабування	PSNR, дБ	SSIM	Візуальна якість тексту та тонких ліній
Бікубічна інтерполяція	24.15	0.72	Незадовільна, сильне розмиття
SRCNN	27.82	0.81	Задовільна, згладжені края
Real-ESRGAN	31.45	0.93	Висока, чіткі контури, відсутність артефактів

Проведене дослідження підтверджує, що впровадження методів ШІ-масштабування дозволяє отримати приріст структурної подібності зображень на 21-25% порівняно з класичними методами. Архітектура Real-ESRGAN є найбільш оптимальною для відновлення технічної документації, оскільки забезпечує збереження геометричної точності при значному збільшенні чіткості. Практичне значення роботи полягає у можливості автоматизації реставрації архівних креслень авіаційних підприємств, що дозволить зберегти цінну інженерну інформацію у високій якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wang, X., Xie, L., Dong, C., Shan, Y. Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic Data. *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV) Workshops*, 2021. 1905–1914.
2. Dong, C., Loy, C. C., He, K., Tang, X. Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2016, Vol. 38, no.2, 295–307
3. Ledig, C. Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network. *CVPR*, 2017, 4681–4690.
4. Осадчий В. В., Круглик В. С. Сучасні методи обробки цифрових зображень засобами штучного інтелекту. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2023. Вип. 28. С. 45–52.