

Секція 6
ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ ТА
ЗОБРАЖЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТА
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ
СИСТЕМАХ

УДК 004.932

*Андрікевич С.А., аспірант,
Щербатюк А.В., аспірант,
Тужанський С.Є., к.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет*

**МЕТОД ПОКРАЩЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ОЧНОГО ДНА НА
ОСНОВІ ФАЗОВОГО ПІДХОДУ**

Якість візуалізації структур медичних зображень є ключовою для точного аналізу та діагностики. У роботі запропоновано метод покращення зображень очного дна на основі модифікації фазового спектру з використанням високочастотної фільтрації та комбінування фазової й амплітудної інформації.

У роботі використано цифрові зображення очного дна, отримані за допомогою фундус-камери з відкритої бази HRF [1]. Зображення мають роздільну здатність 3504×2336 пікселів, формат .jpg і глибину кольору 24 біти. Обробку виконано окремо для кожного каналу в колірному просторі RGB з подальшим об'єднанням отриманих результатів.

Запропонований метод включає обчислення двовимірного перетворення Фур'є для кожного каналу зображення з подальшим розділенням спектру на амплітудну та фазову складові. Для підсилення структурних елементів застосовано високочастотний гаусів фільтр до фазового спектру, що дозволяє виділити дрібні деталі [2]. Додатково використано нормалізацію та логарифмічне масштабування амплітудного спектру для стабілізації динамічного діапазону.

Формування результуючого зображення здійснюється як зважена комбінація фазової та амплітудної складових із вихідним зображенням, що дозволяє досягти балансу між підсиленням деталей і збереженням його наочності. Результати обробки зображення очного дна 12_dr.jpg разом із гістограмами інтенсивностей наведено на рисунку 1.

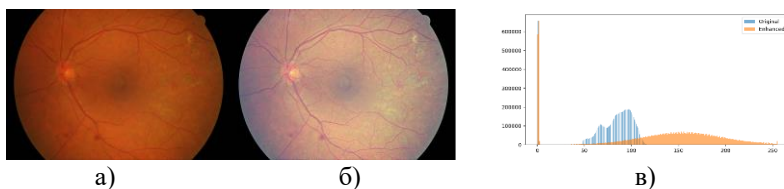


Рис.1. Приклад обробки зображення очного дна 12_dr.jpg [2]: а) оригінал; б) фазовий метод; в) гістограми інтенсивностей

Для покращення контрастності додатково застосовано адаптивне розтягнення інтенсивностей у межах заданих процентилів. З метою уникнення спотворень поза межами робочої зони використано маскування області очного дна. Аналіз гістограм показує розширення динамічного діапазону та більш рівномірний розподіл інтенсивностей після обробки, що свідчить про підвищення контрастності зображення.

Оцінювання ефективності обробки виконано за допомогою індексу структурної подібності (SSIM) та показника підсилення контрасту (EME) на вибірці з 40 тестових зображень бази HRF [1]. Результати за SSIM свідчать про збереження структурних характеристик між початковими та обробленими зображеннями, тоді як підвищення значень EME вказує на ефективне покращення локального контрасту.

Результати дослідження показали, що значення SSIM (≈ 0.56 – 0.80 , медіана ~ 0.67) є співставними з вейвлет-методами (0.65 – 0.83 для `bior2.2`), що свідчить про збереження структурної подібності зображень, водночас показник EME оброблених зображень досягає ≈ 3.0 – 3.4 , що свідчить про вищу ефективність підсилення контрасту порівняно з вейвлет-перетвореннями (2.5 – 3.5). Це дозволяє вважати фазовий метод більш стабільним та універсальним для задач попередньої обробки зображень очного дна.

Список використаних джерел:

1. Visualization Tools for High Resolution Fundus Dataset / Dataset Ninja. URL: <https://datasetninja.com/high-resolution-fundus>
2. Long, J., Meng, C., Ding, Y., & Xi, J. (2023). Suppressing the Zero-Frequency Components in Single Quantitative Phase Imaging by Filtering the Low-Frequency Intrinsic Mode Function Components. *Photonics*, 10(7), 790. URL: <https://doi.org/10.3390/photonics10070790>