

УДК 004.932

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ЦИФРОВОЇ КОРЕКЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

А.А. Яровий, Д.Г. Пасічник, Р.А. Василічишин
Вінницький національний технічний університет

Здійснено аналіз моделей цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень. Визначено моделі, реалізацію яких ефективно адаптувати на основі технології GPGPU. Здійснено програмну реалізацію обраних моделей на основі CPU- та GPU-орієнтованої апаратної платформи, а також тестування розробленої інтелектуальної системи на базі зображень різної розмірності.

ВСТУП

Комп'ютерна графіка ефективно представляє образи реального світу. На відміну від людей, здатних сприймати електромагнітне випромінювання лише у видимому діапазоні, машинне оброблення зображень охоплює практично весь електромагнітний спектр від гамма-випромінювання до радіохвиль [1].

Методи цифрової корекції широко застосовуються в промисловості, мистецтві, медицині, космосі. Вони застосовуються при управлінні процесами, автоматизації виявлення і супроводу об'єктів, розпізнаванні образів і в багатьох інших додатках [1]. В даний час одним із актуальних напрямів інформатизації та моделювання є комп'ютеризація медичного обладнання, у зв'язку з чим растрова графіка відіграє важливу роль в медицині. У більшості випадків застосовують стандартне програмне забезпечення – офісні програми, графічні редактори, СУБД та ін. Тому розробка і впровадження інтелектуальних систем в області медичних технологій є досить актуальним завданням.

Метою даних досліджень є підвищення інформативності та якості растрових зображень шляхом їх цифрової корекції, а також швидкодії процесу їх оброблення на основі GPGPU-технологій.

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВОЇ КОРЕКЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Існуючі підходи до підвищення якості цифрового зображення і відновлення його структури, загалом, поділяють на дві категорії:

оброблення в просторовій області (просторові методи), засновані на прямому маніпулюванні пікселями зображення, та оброблення в частотній області (частотні методи), засновані на модифікації (фільтрації) сигналу [1, 2].

Одним із розглянутих у даному дослідженні просторових методів підвищення якості зображень є еквалізація (вирівнювання) гістограми зображення.

На першому етапі відбувається побудова гістограми яскравості. Гістограми будують як для кольорових зображень по кожному з каналів, так і для зображень у grayscale моделі. Гістограма є графіком розподілу півтонів зображення, в якому по горизонтальній осі представлена яскравість, а по вертикалі – відносна кількість пікселів з даними значеннями яскравості.

На другому етапі виконується нелінійне перетворення, що забезпечує необхідні властивості вихідного зображення. При цьому замість невідомого істинного інтегрального розподілу використовується його оцінка, основана на гістограмі. З урахуванням цього, всі методи поелементного перетворення зображень, метою яких є видозміна законів розподілу, відносять до гістограмних методів. Зокрема, перетворення, при якому вихідне зображення має рівномірний розподіл, називається еквалізацією (вирівнюванням) гістограм [1, 2].

Результати моделювання даного методу оброблення зображень наведено на рис. 1.

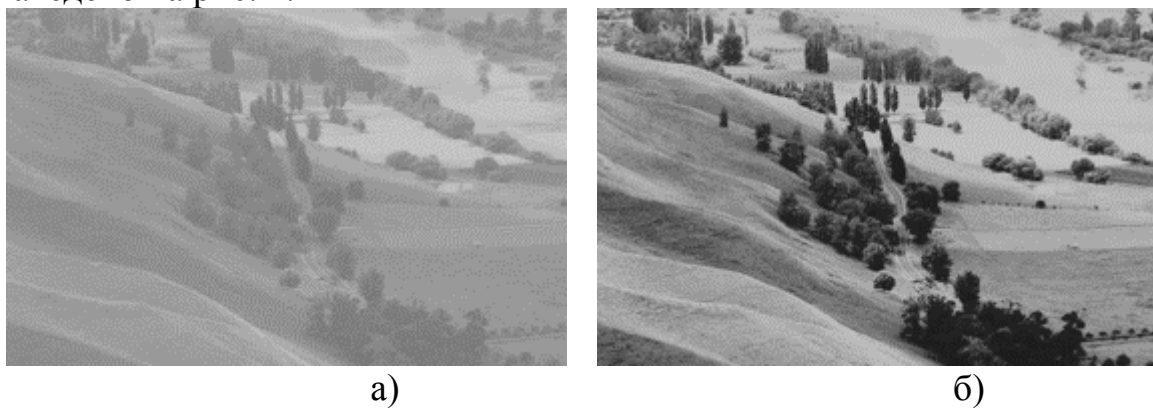


Рисунок 1 – Результати роботи алгоритму еквалізації гістограми зображення,
а) вхідне зображення, б) зображення із вирівняною яскравістю

Іншим розглянутим у даному дослідженні методом підвищення якості зображення є Retinex. Його алгоритм роботи стосується вирівнювання освітлення на зображенні та полягає в наступному. Саме

зображення формується як добуток низьких і високих частот, тобто самого освітлення і об'єкта за виразом [3]:

$$l(i, j) = G * I(i, j), \quad (1)$$

де l – освітленість; G – фільтр Гауса; I – сам об'єкт.

Відновлюється зображення за виразом [2]:

$$I'(i, j) = \sum_k w_k \log I(i, j) - \log g_k(i, j) * I(i, j), \quad (2)$$

де w_k – вагові коефіцієнти.

Результати оброблення зображень за даною моделлю в межах проведених досліджень наведено на рис. 2.



а)

б)

Рисунок 2 – Результати оброблення зображень алгоритмом Retinex, а) вхідне зображення, б) зображення із вирівняним освітленням

Ще одним розглянутим у даному дослідженні методом підвищення якості зображень є застосування фільтра для підвищення різкості зображення. Даний фільтр реалізується на основі ядра згортки. Елемент зображення отримує нове значення на основі групи елементів, що примикають до даного. Область примикання є квадратною матрицею, розмірність якої збігається з розміром обраного ядра згортки, і центром в оброблюваному елементі [1, 2, 4].

Для типових зображень в більшості випадків для якісної обробки зображення достатньо застосувати один із методів цифрової корекції

Однак при вирішенні прикладних завдань для досягнення прийнятних результатів може знадобитися застосування декількох методів корекції які доповнюють один одного.

Така ситуація впливає з того, що застосування одного алгоритму корекції зумовлює недостатню корекцію, або (частіше всього) навпаки, занадто сильну, в результаті чого відбувається погіршення якості зображення, коли важливі дрібні деталі можуть залишитися невидимими.

Так, у проведених експериментальних дослідженнях на базі рентгенівських знімків, найефективнішим виявився такий підхід –

зображення обробляється паралельно трьома методами: за допомогою операторів Собеля (Sobel operator) і Лапласа (Laplace operator) та детектором контурів Кенні (Detector Canny). Після чого зображення оброблені за допомогою операторів Собеля і Лапласа перемножуються (Multiplication of images) і отримане зображення додається до контурів отриманих детектором Кенні (Add image). Отримане в результаті даних операцій зображення накладається на вхідне і обробляється за допомогою гамма-корекції (Gamma correction) [5].

Із покращенням якості при збільшенні рівня деталізації зображення виникає проблема швидкодії їх оброблення, адже вони займають значну кількість пам'яті. В свою чергу це призводить до проблеми ефективного редагування таких зображень. Оскільки великорозмірні растрові зображення займають значні масиви пам'яті, то для забезпечення роботи функцій редагування таких зображень необхідні значні ресурси комп'ютерних систем. У зв'язку з цим перспективною для оброблення такого роду зображень є GPU-орієнтовані програмно-апаратні платформи.

У проведених дослідженнях при порівнянні швидкодії роботи алгоритмів підвищення якості зображення на CPU- та GPU-орієнтованих платформах (рис. 3), було виявлено незначне прискорення (близько 0,01 – 0,02 мс) роботи алгоритмів на GPU-орієнтованій платформі при обробленні зображень розмірністю до 1600×1200 пікселів. Із збільшенням розмірності зображень швидкодія оброблення на GPU-орієнтованій платформі значно зростає.

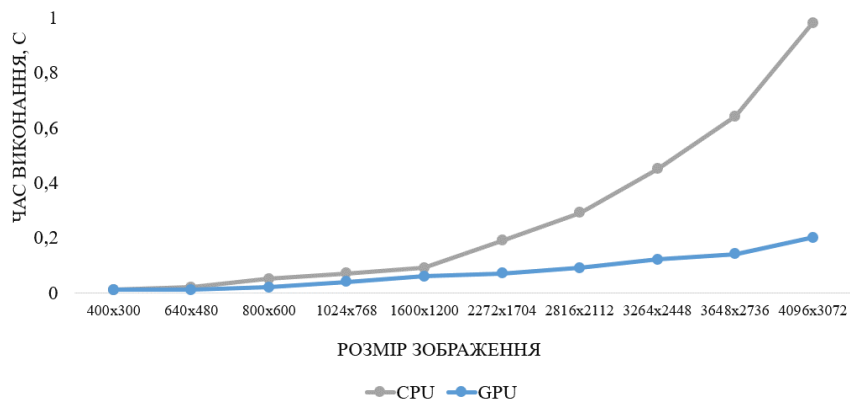


Рисунок 3 – Порівняння швидкодії роботи цифрової обробки зображення на основі CPU- та GPU-орієнтованих апаратних платформ

Таким чином, розроблено інтелектуальну систему, що призначена для підвищення якості зображень у таких сферах де недостатньо обробки

звичайними алгоритмами. Система надає можливість обробки зображень комбінаціями як із простих методів корекції (чіткості, яскравості, насиченості), так і спеціалізованих методів для певних класів зображень. Тестування відбувалось на такому класі зображень як рентгенівські знімки. В перспективі система може застосовуватись у рентгенології для обробки невдалих знімків, щоб запобігти повторному рентгенівському опроміненню людини [6,7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Рафаэл С. Гонсалес, Ричард Е. Вудс; пер. с англ. Л. И. Рубанова, П. А. Чочиа ; науч. ред. П. А. Чочиа. - 3-е изд., испр. и доп.. - Москва: Техносфера, 2012. - 1103 с. – ISBN 9785948363318.
2. Гашников М.В. Методы компьютерной обработки изображений: учебное пособие / Гашников М.В., Глумов Н.И., Ильясова Н.Ю. и др.; Под ред. В. А. Соифера. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 784с. – ISBN 5-9221-0180-3.
3. Поляков А. Ю. Методы и алгоритмы компьютерной графики в примерах на Visual C++ и C#: научное издание / А.Ю. Поляков, В.А. Брусенцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ -Петербург, 2003. – 547 с. – ISBN 5941573774.
4. Яшнин В. В. Анализ и обработка изображений: принципы и алгоритмы / Яшнин В. В. – М.: Машиностроение, 2004. – 112 с. – ISBN 5-217-02625-1.
5. Яровий А.А. Аналіз методів і моделей цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень у сфері рентгенографії / А.А. Яровий, Д.Г. Пасічник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – №3(56). – С. 136-142.
6. Яровий А.А. Проектування системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень у сфері рентгенографії / Яровий А.А., Арсенюк І.Р., Пасічник Д.Г. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2017. – №1(38). – С. 72-77.
7. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 68765. Комп'ютерна програма підвищення якості растрових зображень / Яровий А.А., Пасічник Д.Г. Дата реєстрації Державною службою інтелектуальної власності України 24.11.2016.

Отримано 26.06.2017