

УДК 004.932

А. А. Яровий, І. Р. Арсенюк, Д. Г. Пасічник

## ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЦИФРОВОЇ КОРЕКЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ У СФЕРІ РЕНТГЕНОГРАФІЇ

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Анотація. Спроековано систему цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень за нотаціями функціонального моделювання IDEF0 та графічного структурного аналізу DFD. Розроблено діаграму класів до спроектованої системи. Програмно реалізовано спроектовану систему та проведено її тестування на базі рентгенівських зображень.

**Ключові слова:** IDEF0, DFD, діаграма класів, проектування інформаційних систем, якість растрових зображень, еквалізація гістограми зображення, освітленість зображення, різкість зображення, оператор Собелля, детектор Кенні, оператор Лапласа, гамма-корекція.

Аннотация. Спроектирована система цифровой коррекции и повышения качества растровых изображений по нотациях функционального моделирования IDEF0 и графического структурного анализа DFD. Разработана диаграмма классов спроектированной системы. Спроектированная система программно реализована и протестирована на базе рентгеновских изображений.

**Ключевые слова:** IDEF0, DFD, диаграмма классов, проектирование информационных систем, качество растровых изображений, эквализация гистограммы изображения, освещенность изображения, резкость изображения, оператор Собелля, детектор Кэнни, оператор Лапласа, гамма-коррекция.

Abstract. The system of digital correction and improving the quality bitmap images for notations functional modelling IDEF0 graphic and structural analysis DFD is designed. A diagram class of designed system was projected. A implementing and testing of designed system based on X-ray images is done

**Key words:** IDEF0, DFD, class diagram, designing of information systems, quality of bitmap images, equalization image histogram, illumination of the image, sharpness of image, Sobel operator, detector Canny, Laplace operator, gamma correction.

### Вступ

Всебічне впровадження цифрової техніки перетворення, зберігання та передавання інформації зумовлює активний розвиток цифрових методів обробки сигналів. Підсилює актуальність цих процесів інтеграція сучасних комп'ютерних та телекомунікаційних технологій. Растрова графіка ефективно представляє реальні образи. Оцінюванню та підвищенню якості растрових зображень присвячено досить багато досліджень та наукових робіт [1 – 4]. 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].

### Актуальність

Існує велика кількість растрових графічних редакторів, серед яких окремо слід відзначити такі, як: Adobe Photoshop, Live Picture, GIMP, Micrografx Picture Publisher, Artweaver. Кожний з них має свої переваги та недоліки. Однак у сфері медицини використовуються спеціалізовані апаратно-програмні комплекси для діагностування, моніторингу та управління лікувальним процесом. Часто недоліками таких комплексів є низькі обчислювальні можливості, вартість та громіздкість [5]. Саме тому для підвищення якості зображень у сфері рентгенографії є доцільним використання системи цифрової корекції, основаній на комбінуванні методів оброблення зображень, які є більш ефективними саме у даній сфері [1].

Методологія IDEF0 знайшла широке застосування завдяки простій графічній нотації, що використовується для побудови моделі. Головними компонентами моделі є діаграми, оскільки на діаграмах відображаються всі функції і взаємозв'язки між ними. В основу побудови моделі покладено ієрархічний принцип, який дозволяє домогтися високого рівня деталізації. Діаграми потоків даних (DFD) використовуються для опису документообігу та обробки інформації. Подібно IDEF0, DFD представляє модельну систему як мережу пов'язаних між собою процесів. Їх можна використовувати як доповнення до моделі IDEF0 для більш наочного відображення поточних операцій [6, 7].

### Задачі

1. Здійснити проектування системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень за методологіями функціонального моделювання IDEF0 та структурного аналізу DFD.
2. Розробити діаграму класів системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень.
3. Здійснити програмну реалізацію та тестування спроектованої системи.

### Розв'язання задач

Розглянемо процес проектування системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень за методологією IDEF0.

Основною задачею проєктованої системи є оброблення зображень (Image processing). Вхідними даними для цього процесу є вхідні зображення (Input images). На управління процесом корекції зображень впливають обрані методи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень (The methods of digital correction and increasing the quality of the bitmap images). Впливає на механізм цифрової корекції користувач (User), а результуючими даними процесу оброблення є зображення (Output images). Оброблення зображень складається з відкриття зображення (Open image), оцінювання зображення для одноразового оброблення одним з методів (Single processing) або оброблення шляхом комбінування методів (Combined processing) та збереження обробленого зображення (Save image). IDEF0 діаграму для даної організації наведено на рис. 1.

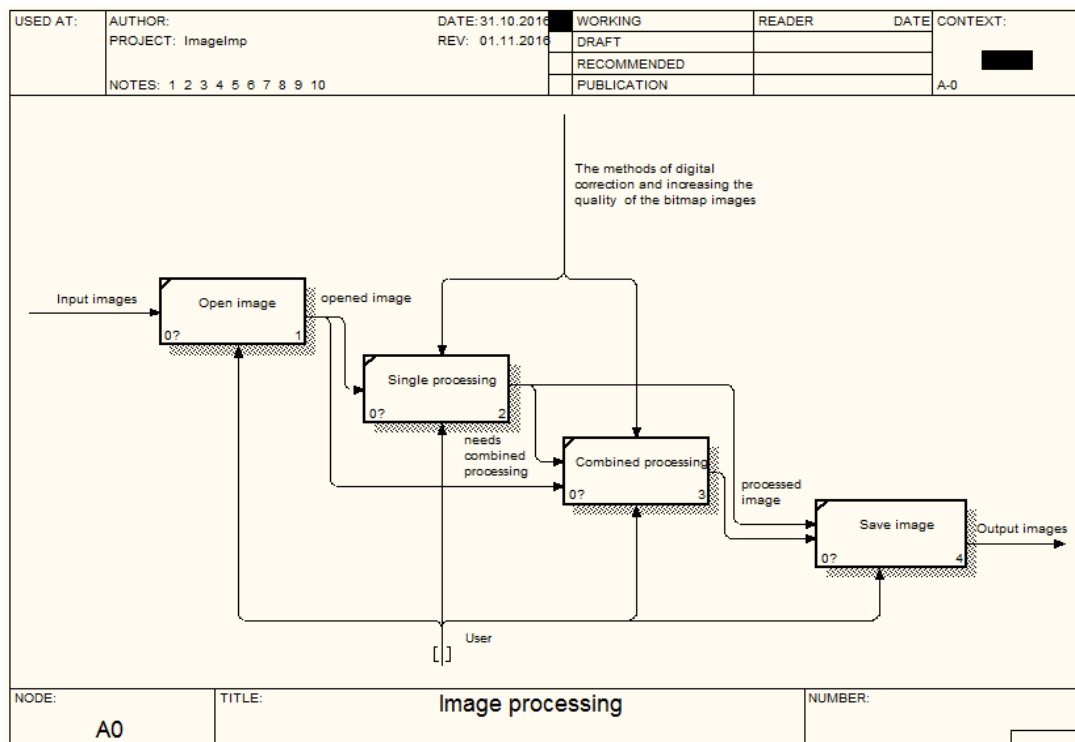


Рисунок 1 – IDEF0 діаграма системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень

На відміну від попередньої діаграми, DFD діаграма призначена для опису існуючих у системі потоків даних, тому на ній, крім вищезгаданих елементів, також вказуються сховища даних, в яких знаходяться зображення до, під час та після оброблення.

Діаграми потоків даних показують, як кожен процес перетворить свої вхідні дані у вихідні, і виявляють відношення між цими процесами. DFD діаграма дозволяє більш детально проаналізувати інформаційний простір системи. Дана діаграма дозволяє вже на стадії функціонального моделювання визначити базові вимоги до даних, чому сприяє поділ потоків даних на матеріальні, інформаційні та керуючі [7].

DFD діаграму першого рівня декомпозиції системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень наведено на рис. 2.

У процесі проектування досліджено різні методи та їх комбінації для цифрової корекції рентгеновських зображень та як найбільш ефективно обрано таку обчислювальну схему: завантажене зображення обробляється паралельно трьома методами – за допомогою операторів Собеля (Sobel operator) і Лапласа (Laplace operator) та детектором контурів Кенні (Canny detector). Після цього зображення, оброблені за допомогою операторів Собеля і Лапласа перемножуються (Multiplication of images) і отримане зображення додається до контурів отриманих детектором Кенні (Add image). У результаті даних операцій, отримане зображення накладається на вхідне і обробляється за допомогою гамма-корекції (Gamma correction), після чого зберігається.

На рис. 3 наведено DFD діаграму декомпозиції блоку комбінованого оброблення зображень (Combined processing) системи.

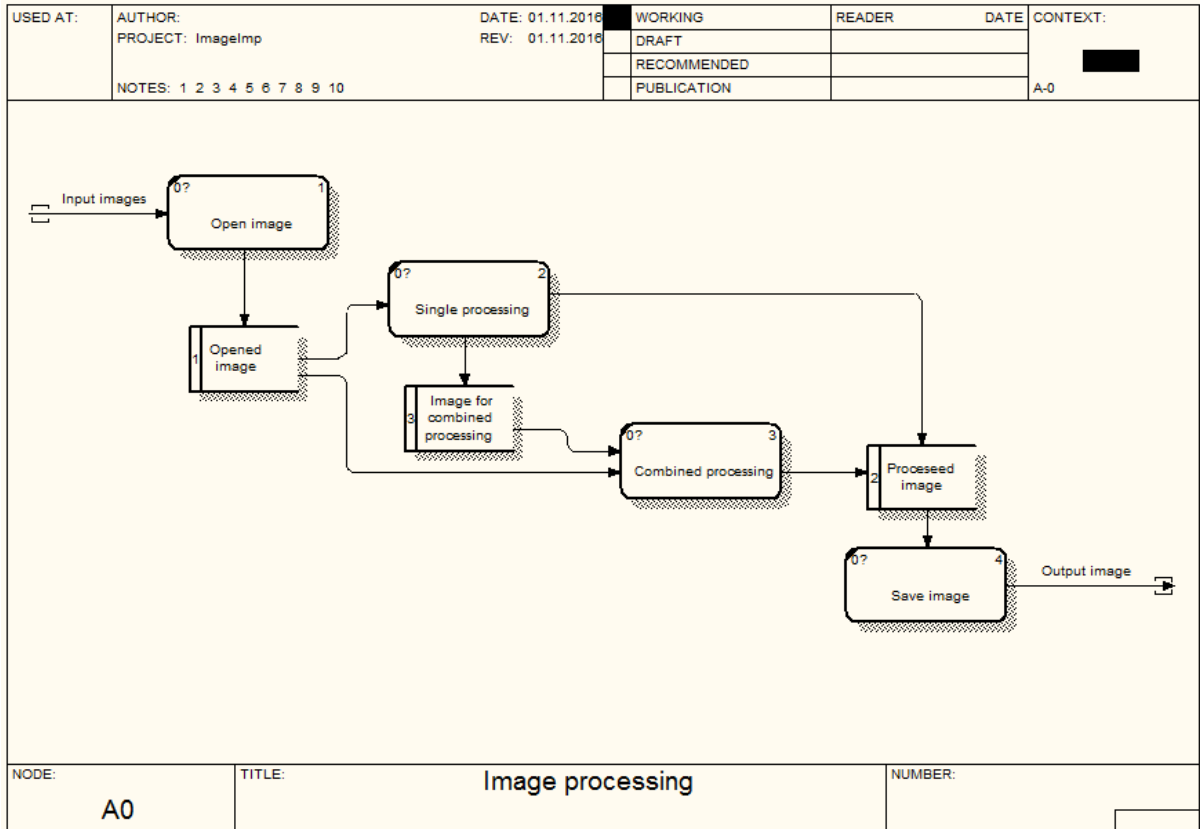


Рисунок 2 – DFD діаграма системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень

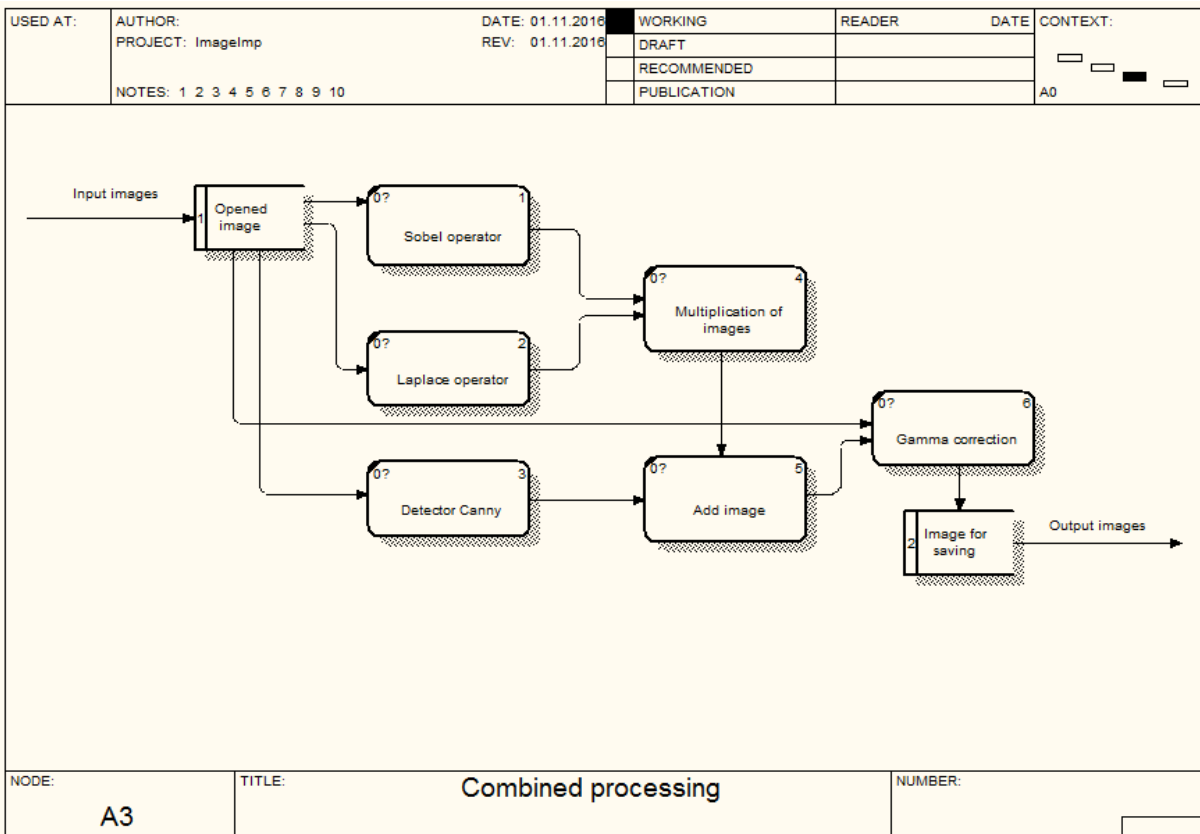


Рисунок 3 – DFD декомпозиції блоку «Combined processing» системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень

Розроблена діаграма класів системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень наведена на рис. 4 [8]. Спроектвана система складається з чотирьох класів: Main, ImageCorrection, Combining та Settings.

Main – об'єднує всі функціональні блоки, відповідає за функціонування всіх елементів графічного інтерфейсу, має методи для зчитування та відображення зображень.

ImageCorrection – у даному класі реалізовані всі методи цифрової корекції та підвищення якості зображень спроектованої системи.

Combining – даний клас містить методи необхідні для комбінованого оброблення зображення та методи додавання нових і вилучення непотрібних комбінацій.

Settings – методи даного класу відповідають за збереження параметрів окремих методів цифрової корекції, які можуть бути змінені користувачем.

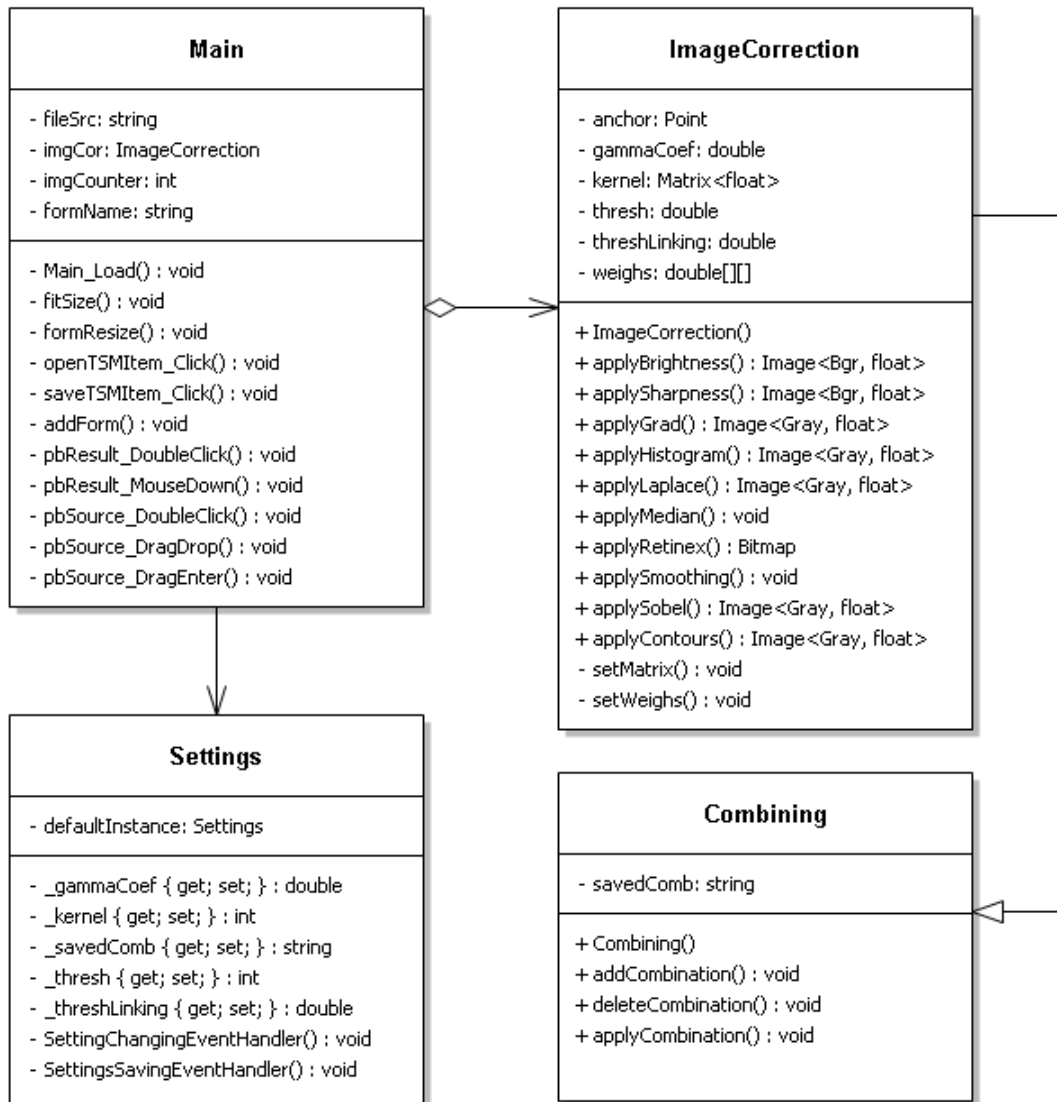


Рисунок 4 – Діаграма класів системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень

Спроектвана система цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень містить ознаки універсальної системи, оскільки може бути використана не лише у сфері рентгенографії, а й може ефективно використовуватися для підвищення якості зображень в інших сферах, де потрібен комплексний, багатоетапний підхід цифрової корекції.

Розроблена система надає можливість обробки зображень шляхом комбінування як простих методів корекції (чіткості, яскравості, насиченості), так і спеціалізованих методів для певних класів зображень. За замовчуванням таким класом зображень є рентгеновські знімки. У перспективі програма може застосовуватись у рентгенології для обробки невдалих знімків, щоб запобігти повторному рентгеновському опроміненню людини [9].

Розроблений програмний засіб виконує такі функції:

- завантаження зображень у форматах: "jpg", "png", "bmp";
- обробка завантажених зображень за допомогою обраної схеми комбінування методів, що додатково налаштовується;
- обробка зображення в ручному режимі (за необхідності), де є можливість змінювати: методи обробки у обраній схемі комбінування методів, послідовність методів у комбінації (для деяких зображень послідовність методів сильно впливає на якість зображення) та параметри відповідних методів обробки зображень;
- відображення вихідного зображення у новому вікні та збереження результатів за згодою користувача.

Програмну реалізацію системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень виконано на CPU- та GPU- орієнтованих програмно-апаратних платформах.

На рис. 5 наведено тестовий приклад роботи системи із відображенням проміжних зображень комбінованого підходу для обробки рентгенівського знімку.

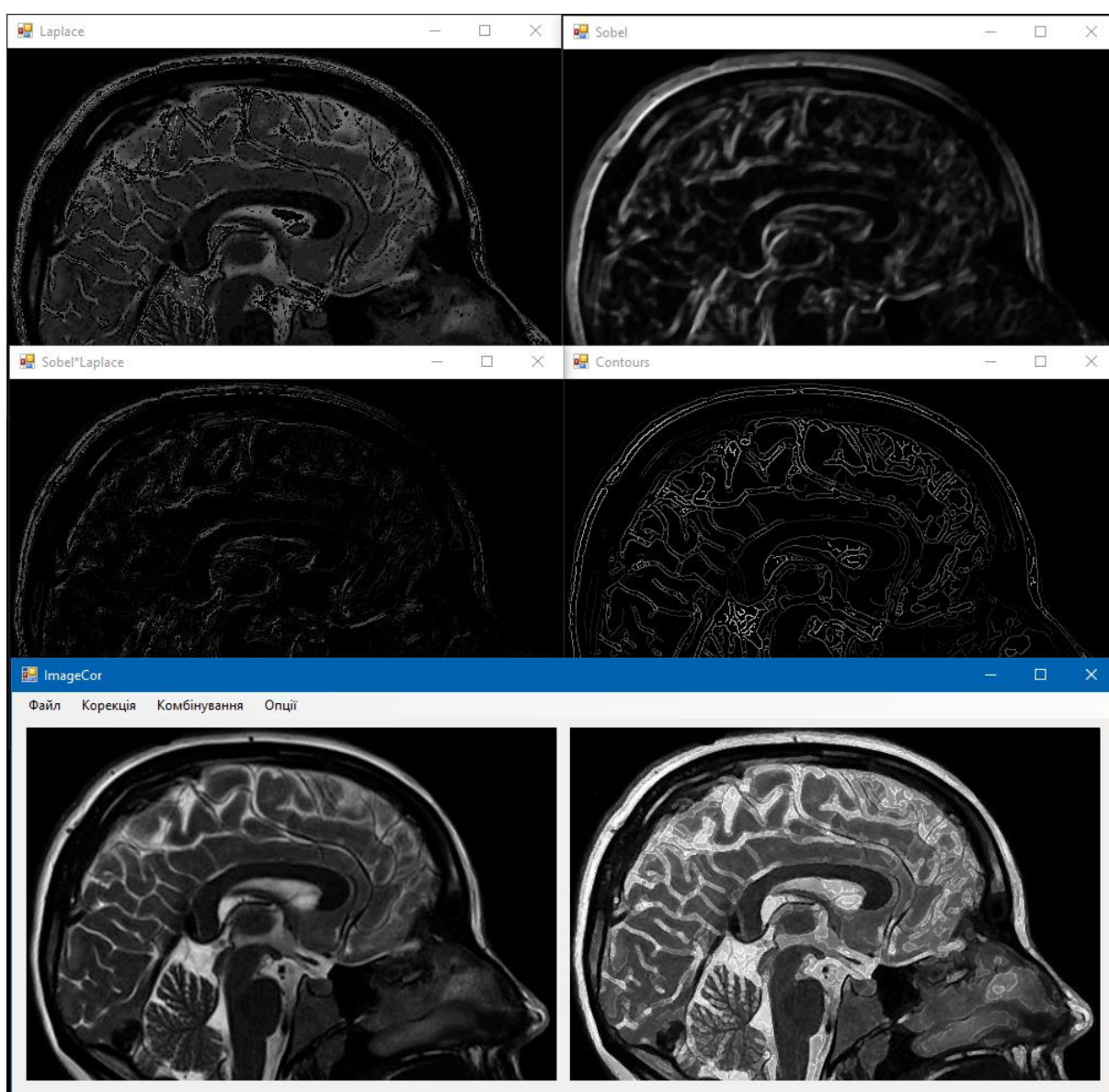


Рисунок 5 – Тестовий приклад роботи системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень

Тестування, здійснене для зображень різних форматів та розмірностей, показало незначне прискорення (близько 0,01 – 0,02 мс) швидкодії процесу цифрової корекції зображень на GPU-орієнтованій платформі для зображень розмірністю до 1600x1200 пікселів, а для зображень розмірністю 4096x3072 пікселів час цифрової корекції зображень менший порівняно із CPU-орієнтованою платформою майже у 5 разів. Швидкодія роботи системи цифрової корекції зображень на GPU-орієнтованій платформі значно зростає із збільшенням розмірності зображень [10].

#### Висновки

У роботі виконано проектування системи цифрової корекції та підвищення якості растрових зображень у сфері рентгенографії. За методологіями функціонального моделювання IDEF0 та графічного структурного аналізу DFD побудовано відповідні діаграми. Розроблено діаграму класів даної системи та здійснено її програмну реалізацію. Виконано тестування спроектованої системи на базі рентгенівських зображень.

При дослідженні впливу розглянутих методів на рентгенівські зображення виявлено, що оброблення рентгенівського зображення лише одним із досліджуваних методів не забезпечує достатньої ефективності, проте оброблення зображення комбінуванням декількох методів підвищує його інформативність.

Аналіз роботи системи на CPU- та GPU- орієнтованих програмно-апаратних платформах свідчить про переваги використання GPU-орієнтованої платформи для цифрової корекції зображень із великою розмірністю, оскільки тривалість процесу оброблення зображення, порівняно із CPU-орієнтованою платформою, зменшується зі збільшенням розмірності зображень.

#### Список літератури

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.
2. Арсенюк І. Р. Застосування апарату нечіткої логіки для оцінки якості графічних растрових зображень. / І. Р. Арсенюк, О. В. Сілагін, С. О. Кукунін // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції "Інтернет-Освіта-Наука" (ІОН-2014). – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2014. – С. 223 – 225.
3. Арсенюк І. Р. Оцінювання якості графічних зображень [Електронний ресурс] / І. Р. Арсенюк, О. В. Сілагін, О. С. Радченко // Тези доповідей XLV науково-технічної конференції ВНТУ, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії. – Вінниця: ВНТУ. – 2016. – Режим доступу <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2016/paper/view/1024/637>.
4. Майданюк В. П. Поліпшення якості зображень. / В. П. Майданюк, І. Р. Арсенюк. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015. – № 2 (30). – С. 19 – 32.
5. Злепко С.М. Огляд медичних інформаційних систем / Злепко С. М., Овчарук Т. І., Овчарук А. А. / Системи обробки інформації. – 2011. – № 3 (93). – С. 189 – 192.
6. Гвоздева Т. В. Проектирование информационных систем: учеб. пособие / Т. В. Гвоздева, Б. А. Баллод. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 508 с.
7. Маклаков С. В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion PM. / С. В. Маклаков – 2-е изд., испр. и дополн. – М.: Диалог-МИФИ, 2008. – 224 с.
8. Фаулер М. UML. Основы. / М. Фаулер, К. Скотт – пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2002. – 192 с.
9. Пасічник Д. Г. Аналіз підходів до підвищення якості растрових зображень на основі технології GPGPU [Електронний ресурс] / Пасічник Д. Г., Яровий А. А. // Тези доповідей XLV науково-технічної конференції ВНТУ, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії. – Вінниця: ВНТУ. – 2016.
10. 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.

Стаття надійшла: 11.04.2017.

#### Відомості про авторів

**Яровий Андрій Анатолійович** – д-р техн. наук., професор, в. о. зав. кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Арсенюк Ігор Ростиславович** – канд. техн. наук., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Пасічник Дмитро Геннадійович** – аспірант кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.