

ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ФІЛЬТРОМ СОБЕЛЯ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СТРУКТУРИ ГРАФІЧНИХ ФАЙЛІВ

А. Є. Козир, Г. В. Славко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: kozyr060195@gmail.com

У роботі розробляються алгоритми, які базуються на основі аналізу структури графічних файлів, для підвищення швидкості обробки зображень. Проблемаю використання відомих алгоритмів для обробки зображень є недостатня їх швидкість, особливо при потребі обробити відеозображення, що надходить у режимі реального часу. Як формат вхідних графічних файлів використовується BMP. Досліджується його структура. Використовуються алгоритми попередньої обробки зображення, згладжування зображення (фільтр Гауса), підвищення контрасту зображення. Досліджується фільтр Собеля – дискретний диференціальний оператор для виділення границь на зображенні. Використовується модифікований фільтр Собеля для підвищення швидкості обробки зображення. У результаті виконання роботи створено алгоритм ефективного формування матриці зображення на основі аналізу структури графічного файлу, модифіковано фільтр Собеля, застосовано дані алгоритми та алгоритми згладжування та підвищення контрасту зображень, створено тестове зображення, за допомогою якого можна перевірити адекватність обробки даними фільтрами в залежності від зміни рівня викривлень на ньому.

Ключові слова: структура формату BMP, фільтр Собеля.

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ФИЛЬТРОМ СОБЕЛЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ ГРАФИЧЕСКИХ ФАЙЛОВ

А. Е. Козырь, Г. В. Славко

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: kozyr060195@gmail.com

В работе разрабатываются алгоритмы, базирующиеся на основе анализа структуры графических файлов, для повышения скорости обработки изображений. Проблемой использования известных алгоритмов для обработки изображений является недостаточная их скорость, особенно при необходимости обработать видеозображения, поступающего в режиме реального времени. В качестве формата входных графических файлов используется BMP. Исследуется его структура. Используются алгоритмы предварительной обработки изображения, сглаживание изображения (фильтр Гаусса), повышения контраста изображения. Исследуется фильтр Собеля – дискретный дифференциальный оператор для выделения границ на изображении. Используется модифицированный фильтр Собеля для повышения скорости обработки изображения. В результате выполнения работы создан алгоритм эффективного формирования матрицы изображения на основе анализа структуры графического файла, модифицирован фильтр Собеля, применены данные алгоритмы и алгоритмы сглаживания и повышения контраста изображений, создано тестовое изображение, с помощью которого можно проверить адекватность обработки данными фильтрами в зависимости от изменения уровня искажений на нем.

Ключевые слова: структура формата BMP, фильтр Собеля.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. У багатьох галузях науки, техніки, медицини основна інформація про об'єкти досліджень надходить у вигляді зображень - двовимірних проєкцій просторових сцен. Для обробки і аналізу такої інформації необхідно забезпечити високу візуальну якість зображення, яка втрачається через незадовільні умови її отримання, недосконалості відтворення систем передачі відеоінформації, появу різного роду викривлень і спотворень, що зумовлює прийняття невідповідних рішень при аналізі таких даних.

Дослідивши алгоритми, що використовуються у програмних пакетах MatLab, Mathematica, було встановлено, що наявної в них швидкості обробки зображень недостатньо через намагання використовувати якомога універсальні методи, і це стало поштовхом для пошуку нових алгоритмів.

Метою роботи є розробка алгоритмів, які базуються на основі аналізу структури графічних файлів, для підвищення швидкості обробки зображень, порівняно зі стандартними підходами.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для проведення подальшої обробки, в якості формату вхідних графічних файлів, пропонується використовувати BMP (Bitmap Picture) – формат зберігання растрових зображень, розроблений компанією Microsoft. Причинами такого вибору є можливість зберігання повнокольорових зображень без втрат і добре вивчена та відносно проста структура. Для обробки зображення фільтром Собеля [2] в роботі використано наступний алгоритм: згідно зі структурою формату BMP [1], формується матриця пікселів, далі обробляється за допомогою згладжуючого фільтру та фільтру підвищення контрастності, до отриманої матриці застосовується попередня обробка оператором Собеля, після цього застосовується фільтр Собеля. Для дослідження структури формату BMP використаємо просте 24-бітне зображення (рис. 1,а), яке складається із чотирьох пікселів різного кольору: синього – (0,0), зеленого – (0,1), червоного – (1,0), білого – (1,1). Детальний опис структури зображення (рис. 1,а) викладено у таблиці (табл. 1).

Таблиця 1 – Структура формату BMP на прикладі зображення (рис. 1,а)

Зсув	Розмір (байт)	HEX значення	Опис
0h	2	42 4D	Ідентифікатор файлу "BMP"
2h	4	46 00 00 00	Розмір файлу
6h,8h	4	00 00 00 00	Зарезервовані значення
Ah	4	36 00 00 00	Зсув, де знаходиться масив пікселів
Eh	4	28 00 00 00	Кількість байт у заголовку розпочинаючи з цієї точки
12h	4	02 00 00 00	Ширина зображення
16h	4	02 00 00 00	Висота зображення
1Ah	2	01 00	Кількість кольірних площин
1Ch	2	18 00	Кількість біт на піксель
1Eh	4	00 00 00 00	BI_RGB, не використовується стиснення масиву пікселів
22h	4	10 00 00 00	Розмір вхідних даних у масиві пікселів (у тому числі заповнення)
26h	4	13 0B 00 00	Горизонтальна розподільна здатність зображення
2Ah	4	13 0B 00 00	Вертикальна розподільна здатність зображення
2Eh	4	00 00 00 00	Кількість кольорів у палітрі
32h	4	00 00 00 00	0 означає всі кольори важливі
36h	3	00 00 FF	Червоний, Pixel (0,1)
39h	3	FF FF FF	Білий, Pixel (1,1)
3Ch	2	00 00	Заповнення на 4 вирівнювання байта (може бути значення, відмінне від 0)
3Eh	3	FF 00 00	Синій, Pixel (0,0)
41h	3	00 FF 00	Зелений, Pixel (1,0)
44h	2	00 00	Заповнення на 4 вирівнювання байта (може бути значення, відмінне від 0)

BMP формат складається з: BMP-заголовка – блока байтів на початку файлу, що використовується для його ідентифікації; DIB-заголовку – блоку байтів, в яких зберігається додаткова інформація про зображення; масиву пікселів – блоку байтів, що описує кожен піксель зображення.

З BMP-заголовка отримуємо значення зсуву, де розпочинається масив пікселів. З DIB-заголовка отримуємо ширину та висоту зображення, число біт на піксель, розмір вхідних даних. Далі переходимо до масиву пікселів.

Значення кольірної моделі пікселів зберігаються у зворотному порядку (BGR). Сканування потрібно розпочинати з лівого нижнього кута, йдучи зліва направо, знизу вгору. Отримані пікселі заносяться до матриці. Переваги даного методу – у швидкості формування матриці пікселів.

На наступному етапі виконання роботи було використано фільтр Собеля для виділення границь на зображенні.

Це дискретний диференціальний оператор, що обчислює наближене значення градієнта чи норми градієнта для яскравості зображення (1), (2).

Оператор Собеля базується на згортці зображення невеликими цілочисельними фільтрами у вертикальному та горизонтальному напрямках (рис. 1,б).

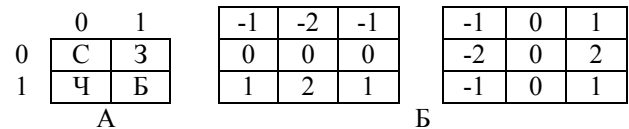


Рисунок 1 – а) схема простого зображення формату BMP; б) маски оператора Собеля

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y| \tag{1}$$

$$f = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \tag{2}$$

де G_y , G_x – зображення, де кожна точка містить наближені похідні по y та x відповідно, f – наближене значення величини градієнта в певній точці вхідного зображення.

Було використано метод (рис. 2), при якому спочатку виконувалася попередня обробка оператором Собеля з кроком 2 по горизонталі та вертикалі (оброблюємо перший піксель, наступний пропускаємо, оброблюємо третій піксель, наступний пропускаємо і так далі, потім пропускаємо рядок і знову повертаємося до першого пікселя третього рядка), при цьому формуємо додаткову двійкову матрицю. До неї заносимо одиниці в околі пікселя, значення якого більше або дорівнює певному обмеженню.

Наступним кроком матриця зображення оброблюється фільтром Собеля у тих точках, де двійкова матриця дорівнює одиниці. Даний метод має переваги у швидкості обробки.

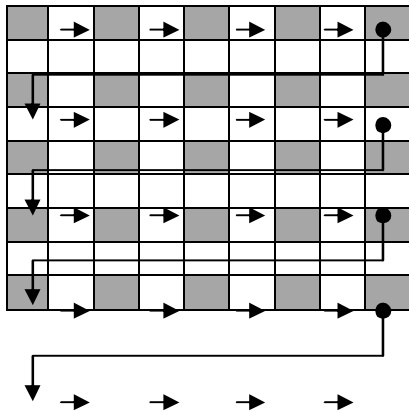


Рисунок 2 – Попередня обробка фільтром Собеля (стрілка вправо – перехід до нового пікселя рядка, стрілка вниз – перехід до першого пікселя наступного рядка)

При обробці спотвореного зображення перед застосуванням фільтру Собеля було використано згладжуючий фільтр (фільтр Гауса) (3) і фільтр підвищення контрасту (рис. 3). Фільтр Гауса змінює кожену точку поточного шару, роблячи її значення рівним середньому значенню усіх точок в певному радіусі від розглянутої точки. Значення цього радіуса можна змінити. Чим більше радіус, тим сильніше буде розмиття зображення.

$$y(m,n) = \frac{1}{2\pi r^2} \sum_{u,v} e^S x(m+u, n+v) \quad (3)$$

$$S = \frac{-(u^2+v^2)}{2r^2}$$

де r – радіус розмиття, $r^2 = u^2 + v^2$, $x(m,n)$ – точка вхідного зображення, m,n – координати точки вхідного зображення, u,v – координати, що задають зсув відносно центру

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

Рисунок 3 – Маска фільтру підвищення контрасту

Обробку зображення було виконано на тестовій платформі: Intel Core i5-3570K 3600 MHz, Asus P8B75-M, 8 Gb DDR3-1333, NVIDIA GeForce GTX 550 Ti (1024 MB), ОС Microsoft Windows 7 Ultimate SP1.



Рисунок 4 – Вхідне зображення



Рисунок 5 – Зображення, оброблене модифікованим фільтром Собеля

У роботі було створено тестове зображення (рис. 6), за допомогою якого можна перевірити адекватність обробки згладжуючим фільтром, фільтром підвищення контрасту та фільтром Собеля в залежності від зміни рівня викривлень на ньому. Воно складається з концентричних кіл, товщина і радіус яких поступово зменшується. До зображення додано білий шум – постійний шум, спектральні складові якого рівномірно розподілені по всьому діапазону частот, розмиття зображення по Гаусу, градієнт, які змінюють свій рівень, починаючи з центру, від більшого до меншого. Після обробки тестового зображення отримано результат (рис. 7), на якому місця з найбільшим рівнем викривлень відображаються спотворено.

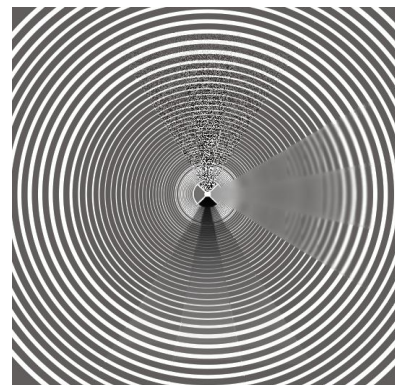


Рисунок 6 – Вхідне тестове зображення

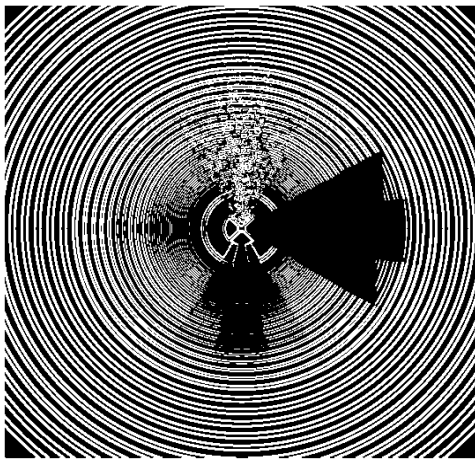


Рисунок 7 – Оброблене зображення

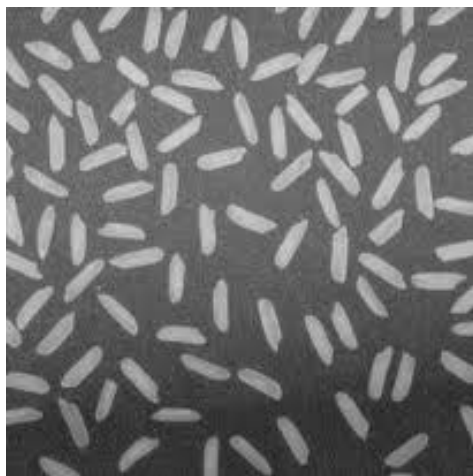


Рисунок 8 – Вхідне зображення

Далі наведено порівняння результатів роботи алгоритму формування матриці пікселів безпосередньо з графічного файлу зі стандартним алгоритмом (рис. 10). Даний підхід дає перевагу в швидкості більш ніж у 30 разів.

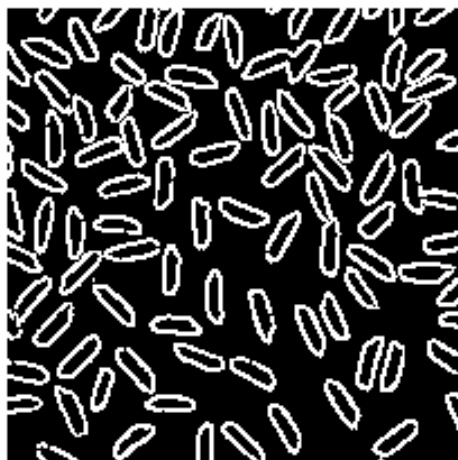


Рисунок 9 – Зображення, оброблене модифікованим фільтром Собеля

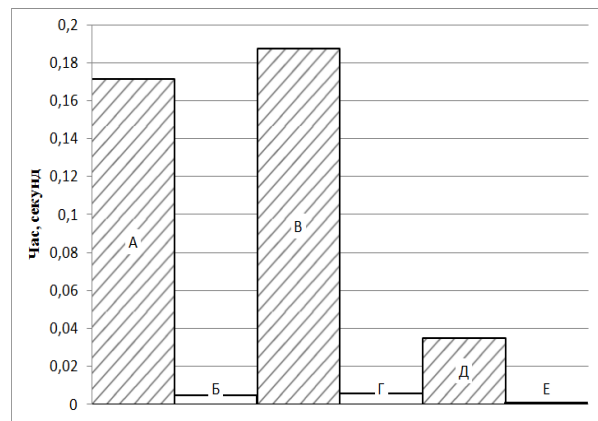


Рисунок 10 – Діаграма результатів швидкості формування матриці пікселів (А, Б – рис. 4; В, Г – рис. 6; Д, Е – рис. 8; А, В, Д – час (у секундах) на формування матриці стандартним методом; Б, Г, Е – час (у секундах) на формування матриці безпосередньо з файлу)

Було виконано порівняння стандартної матриці з отриманою. Розбіжностей та спотворень не знайдено. Для 24-бітного тестового зображення середня швидкість при модернізованій обробці фільтром Собеля приблизно в 1,8 рази швидше, ніж швидкість при звичайній обробці (рис. 11).

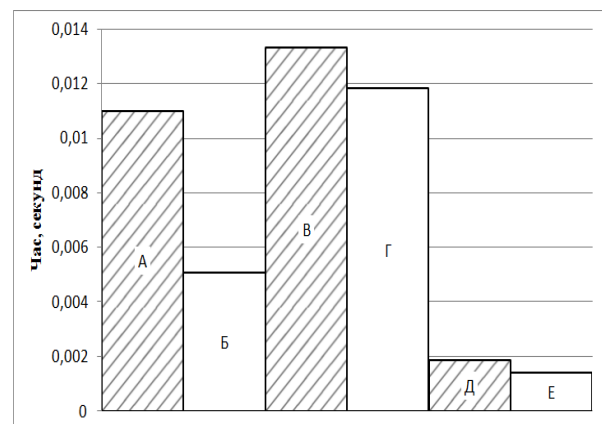


Рисунок 11 – Діаграма залежності швидкості обробки зображення від обраного методу (А, Б – рис. 4; В, Г – рис. 6; Д, Е – рис. 8; А, В, Д – час (у секундах) на обробку зображення стандартним фільтром Собеля; Б, Г, Е – час (у секундах) на обробку зображення модифікованим фільтром Собеля)

Було проведено порівняння якості виділення границі об'єктів на зображенні залежно від обраного методу обробки (рис. 12).

На отримані результати впливає розмір зображення, наявність незначних деталей у самому зображенні та апаратне забезпечення комп'ютера. Недоліком даного методу є незначна втрата якості виділення границь малих деталей на зображенні.

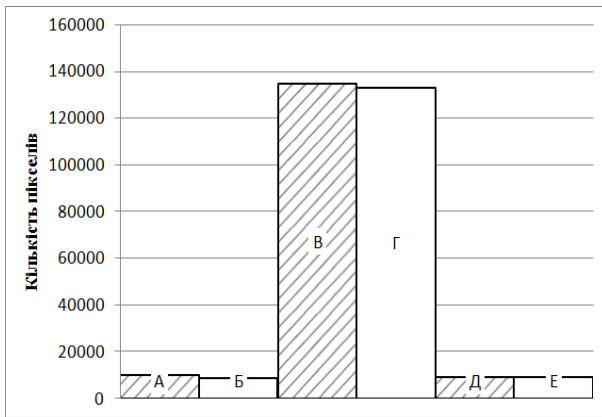


Рисунок 12 – Діаграма залежності якості виділення границі від методу обробки (А, Б – рис. 4; В, Г – рис. 6; Д, Е – рис. 8; А, В, Д – кількість пікселів, що описує границю (стандартний метод); Б, Г, Е – кількість пікселів, що описує границю (модифікований метод))

ВИСНОВКИ. У роботі розроблено алгоритм ефективного формування матриці зображення на основі аналізу структури графічного файлу, модифіковано фільтр Собеля, застосовано дані алгоритми та алгоритми згладжування і підвищення контрасту до отриманої з графічного файлу матриці пікселів. У

подальшому, на основі реалізованих алгоритмів, можна проводити розробку модуля розпізнавання образів. Наприклад, дані модифіковані алгоритми можна використати для розпізнавання об'єктів з відеопотоку.

ЛІТЕРАТУРА

1. BMP file format [Електронний ресурс].– Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/BMP_file_format.
2. Д. Мюррей, У. ван Райпер. Энциклопедия форматов графических файлов / Пер. с англ. – М.: BHV, 1997. – 672 с.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – Кн. 2. – 480 с.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
5. Яне Б. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с.
6. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. – М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
7. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П. и др. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учебное пособие. – Новосибирск, М.: НГТУ, 2000. – 168 с.

IMAGE PROCESSING BY SOBEL FILTER BASED ON THE ANALYSIS OF A GRAPHIC FILES STRUCTURE

A. Kozyr, G. Slavko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: kozyr060195@gmail.com

The paper presents algorithms to increase the image processing speed and based on the image files structure analysis are developed. The problem of using of well-known algorithms for image processing is lack of speed, especially if there is a necessity to process the video coming in real time. BMP is used as a format of input image files and its structure is studied. Algorithms of image processing, image smoothing (Gaussian filter) and increase of image contrast are used in this paper. Sobel filter is investigated. Sobel filter is a discrete differential operator for a selection of a boundary on image. Modified Sobel filter is used to improve the speed of image processing. As a result of this work an algorithm for efficient formation of image matrix based on the image file structure analysis is created. Also, Sobel filter is modified. These algorithms and algorithms for smoothing and increasing image contrast are applied. A test image, that allows verifying the adequacy of these processing filters based on changes of its distortion, is created.

Key words: BMP format structure, Sobel filter.

REFERENCES

1. BMP file format, available at: http://en.wikipedia.org/wiki/BMP_file_format.
2. Murray, D. and vanRyper, William (1997), *Encyclopedia formatov graficheskikh failov* [Encyclopedia of graphics file formats], BHV, Kiev, Ukraine.
3. Pratt, W. (1982), *Cifrovaia obrabotka izobrajenii* [Digital image processing], Mir, Moscow, Russia.
4. Gonsales, R., Woods, P. (2005), *Cifrovaia obrabotka izobrajenii* [Digital image processing], Tehnosfera, Moscow, Russia.
5. Jahn, B. (2007), *Cifrovaia obrabotka izobrajenii* [Digital image processing], Tehnosfera, Moscow, Russia.
6. Shapiro, L., Stockman, G. (2006), *Kompiyuternoe zrenie* [Computer vision], Binom. Laboratoria znaniy, Moscow, Russia.
7. Gruzman, I., Kirichuk, V., Kosyh, V., Peretiagin, G., Spektor, A. (2000), *Cifrovaia obrabotka izobrajenii v informacionnyh sistemah* [Digital image processing in information systems], NGTU, Novosibirsk, Russia.

Стаття надійшла 26.05.2014.