

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної
інженерії**

Кафедра обчислювальної техніки

**Магістерська
кваліфікаційна робота**

**на тему «Засоби ущільнення зображень за допомогою
методів паралельної обробки даних»**

Виконав: Пуцал Д.О.

Керівник: к.т.н., доц., Семеренко В.П.

Вінниця – 2019 рік

Актуальність теми

Сучасні обчислювальні системи як комерційного сегменту, так і системи домашнього користування досягли неймовірного росту продуктивності за рахунок нарощування обчислювальних ядер, щоправда цією особливістю сучасних процесорів користуються не у всіх напрямках, або ж успіхи в сфері незначні, і програмне забезпечення можна вважати застарілим, адже воно не використовує потенціал комп'ютерів на базі багатоядерних мультипотоків процесорів і досі більшість алгоритмів та програм працюють в режимі однопотокової обробки даних без використання перспективних методик до розпаралелення обчислень. Це стосується і засобів до ущільнення зображень, і магістерська робота за мету має ознайомитись з існуючими методами ущільнення зображень та особливостями ущільнення відомих методів та запропонувати способи для паралельної обробки даних для етапів ущільнення зображень.

Метою дипломної роботи

є розробка алгоритму для ущільнення зображень за допомогою методів паралельної обробки даних.

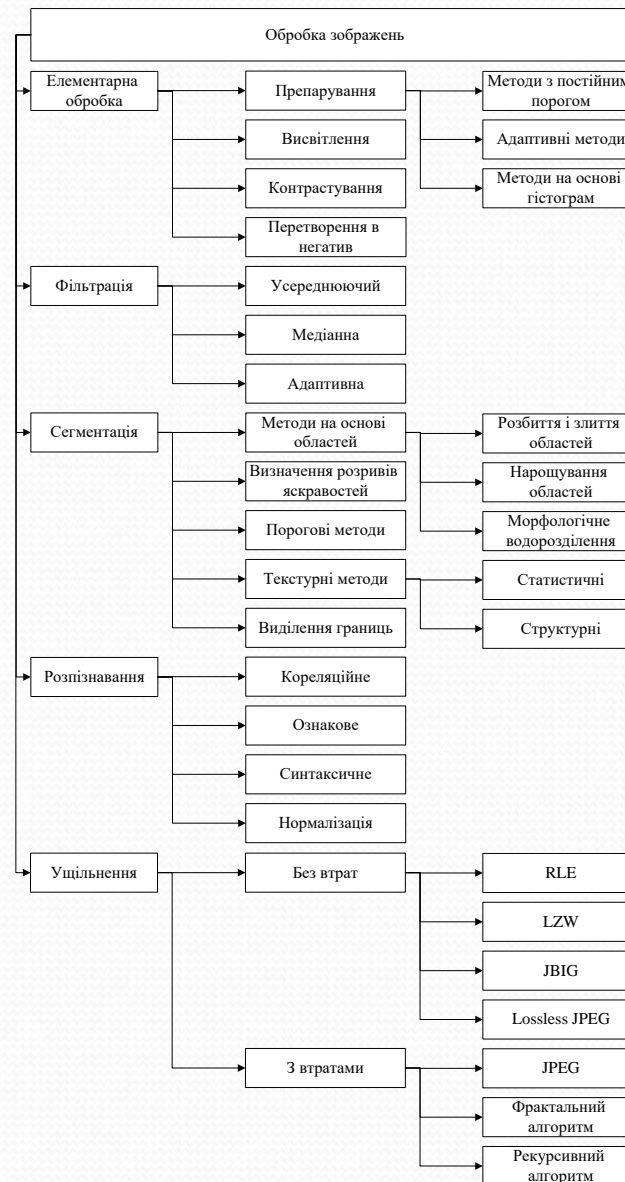
Основні завдання, які потрібно вирішити:

- Алгоритм повинен працювати з растровими зображеннями;
- Алгоритм повинен виконувати ущільнення за допомогою методів паралельної обробки даних
- Алгоритм повинен підвищити швидкість ущільнення зображень;
- Алгоритм повинен бути зручним для модифікації.

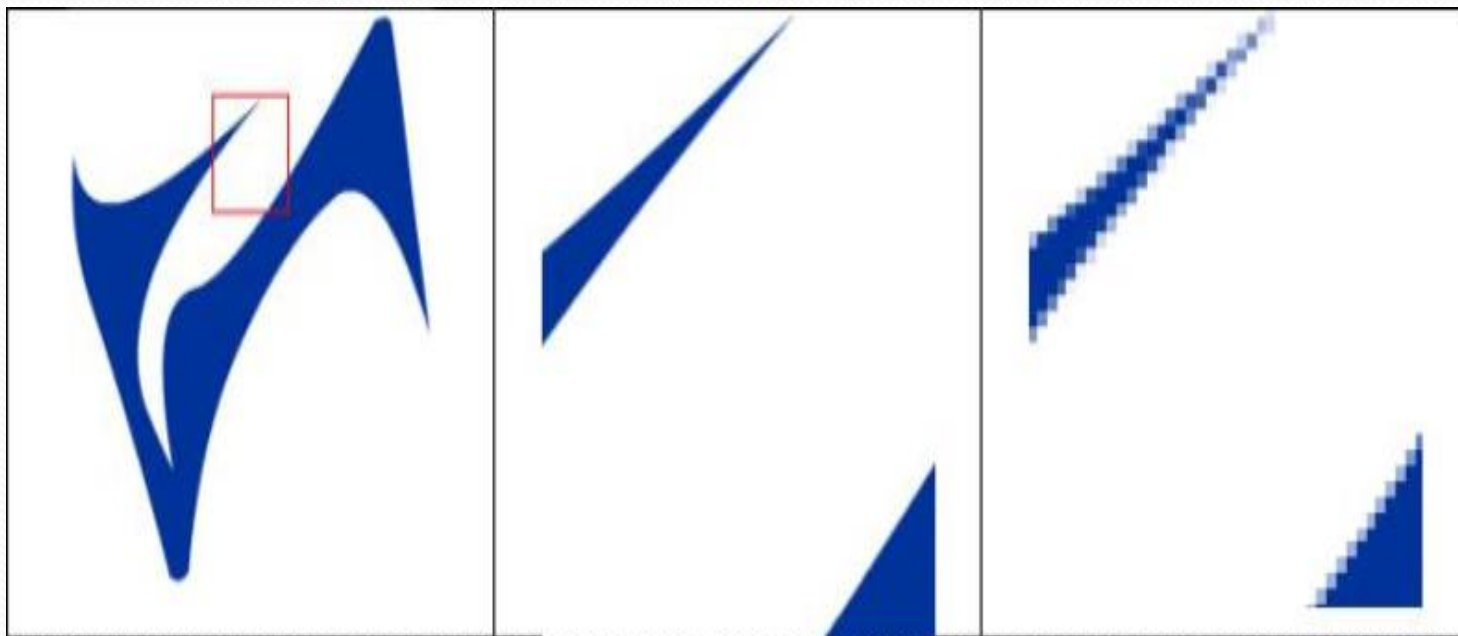
Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- Проаналізувати формати цифрових зображень
- вивчити та проаналізувати засоби для ущільнення та фільтрації цифрових зображень
- вибрати та обґрунтувати метод ущільнення та фільтрації для реалізації з метою використання принципів паралельної обробки даних;

Основні методи обробки зображень



Растрові та векторні зображення



Класи алгоритмів для ущільнення зображень

Існує 2 концептуально різних класи алгоритмів ущільнення зображень:

1) Алгоритм A називається алгоритмом ущільнення без втрат якщо існує алгоритм A^{-1} (зворотній до A) такий, щоб для будь-якого зображення I $A(I) = I_1$ та $A^{-1}(I_1) = I$. Зображення I задано як множину значень атрибутів пікселів.

Після застосування до I алгоритму A отримуємо набір даних I_1 .

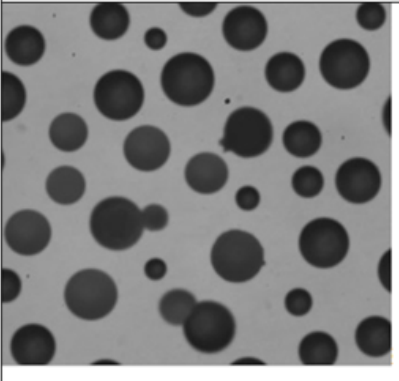
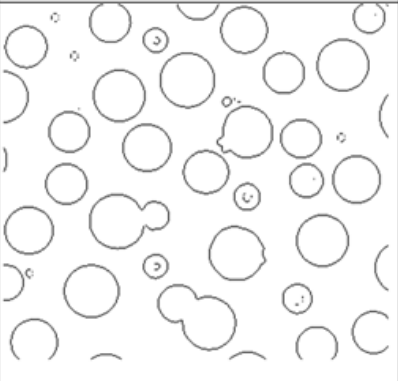
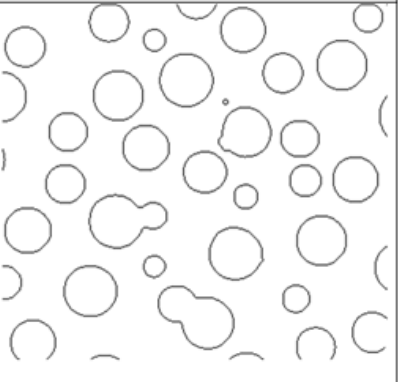
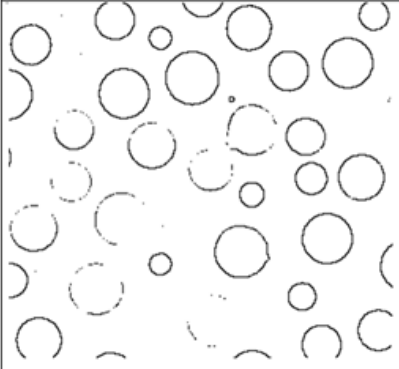
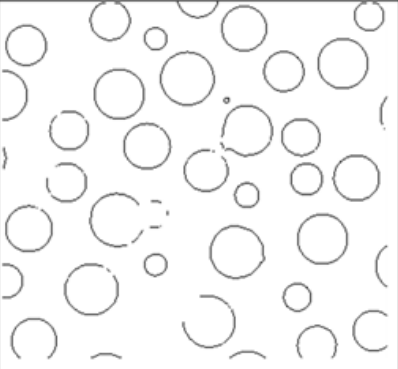
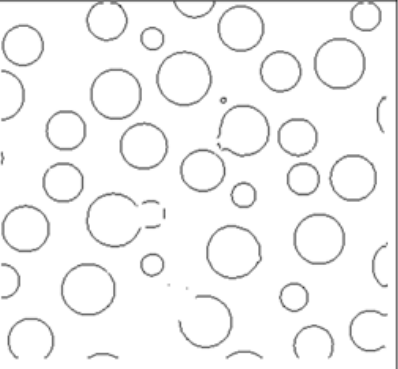
Ущільнення без втрат застосовується в таких форматах зображень як GIF, PCX, PNG, TGA, TIFF та деяких особливих форматах для цифрових фотокамер від їх виробників.

2) A називається алгоритмом ущільнення з втратами якщо він не забезпечує можливість точного відновлення джерела зображення. Парний до A алгоритм, що забезпечує приблизне відновлення, визначимо як A^* : для зображення I $A(I) = I_1$, $A^{-1}(I_1) = I_2$ і при цьому отримане відновлене зображення I_2 не обов'язково тотожне I . Пара A, A^* підбирається таким чином, щоб забезпечити високі коефіцієнти ущільнення і забезпечити мінімальну різницю при сприйнятті I та I_2 . Ущільнення з втратами використовують такі популярні формати як JPEG та JPEG2000 й маса інших, менш поширених.

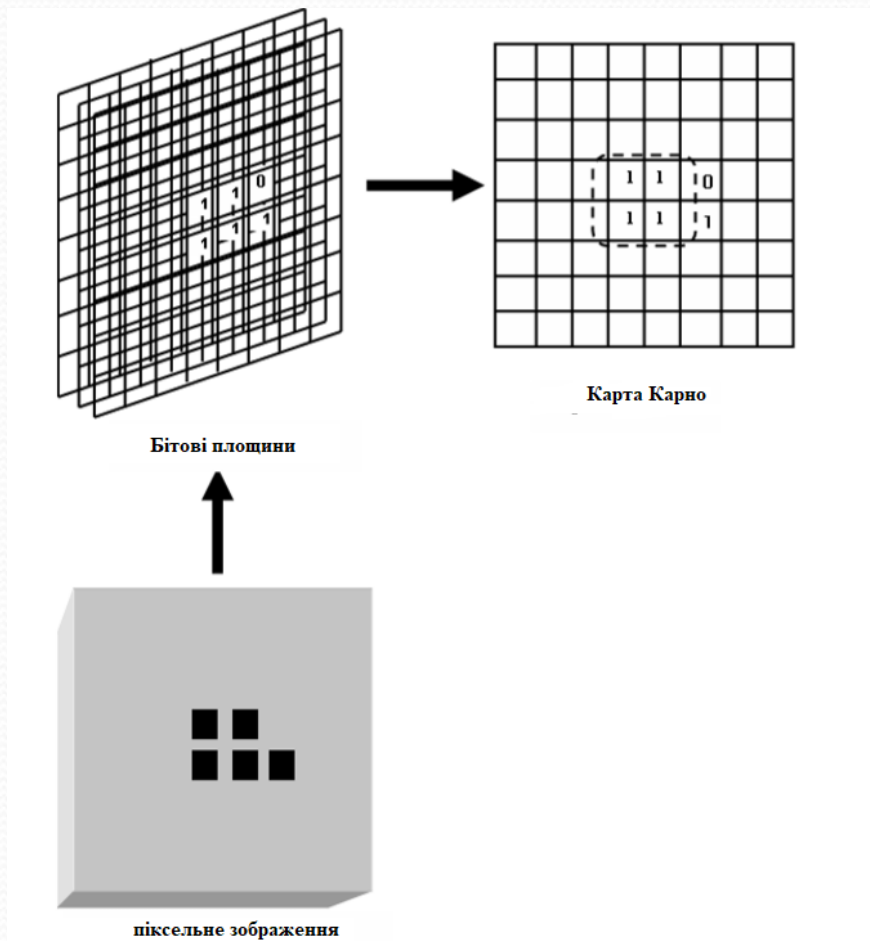
Типовий алгоритм ущільнення з втратами

- 6) Ущільнення за допомогою модифікованого алгоритму групового кодування RLE з парами значень де перше – число нулів, друге – значення послідовності нулів
- 7) Ущільнення методом Хаффмена

Методи виділення границь

Зображення до сегментації	LoG	Метод-Санну
		
Оператор Робертса	Оператор Превітта	Оператор Собела
		

Паралельна обробка при ущільненні зображень



Паралельна обробка при ущільненні зображень

Розглянемо напівтонове зображення кожен піксель якого представлений у якості k біт. Зображення може мати 2^k градацій яскравості і його можна розбити на k бітових площин, кожен піксель площини матиме одне з двох значень – «1» або «0». Метод розглядається для бінарних зображень, хоча може використовуватись і для всіх зображень, які можна звести в сукупність бітових площин.

Всі пікселі можна представити як мінтерми однієї білевої функції. Це займає багато часу, і для прискорення процесу складно здійснити паралельну обробку, тому бітова площина ділиться на блоки розміром 4×4 , 8×8 або 16×16 пікселів.

Мінімізуються пікселі, де кольори змішані, а для одноколірних визначається лише яскравість.

Алгоритм для методу ущільнення зображень за допомогою методів паралельної обробки даних

- 1) сформувати в кодї Грея адреси комірок карти Карно розміром $(\log_2 n \times \log_2 n)$, що відповідає заданому блоку зображення;
- 2) розбити комірки карт Карно на дві групи:
 - а. Групу з комірками, які відповідають одиничним пікселям зображення, тобто кубам кубічного комплексу $K^{(1)}$;
 - б. Групу з комірками, які відповідають нульовим пікселям зображення, тобто 0-кубам кубічного комплексу $K^{(0)}$;
- 3.) обрати меншу за розміром групу комірок, нехай це буде $K^{(1)}$, і з відповідних 0-кубів сформувати поточне кубічне покриття D_z . Задати номер ітерації по рядкам $z=1$.
- 4) розбити покриття D_z на t пар покриття $D_z^{(i)}$ та $D_z^{(i+1)}$, що містить куби з t сусідніх пар по $2 \times w$ рядків в парі ($i=1, 2, \dots, w, w=2^{z+1}$);
- 5) виконати операції *-добутку між кубами покриття $D_z^{(i)}$ та $D_z^{(i+1)}$ і сформувати покриття:

$$D_{z, row}^{(i, i+1)} = D_z^{(i)} * D_z^{(i+1)},$$

Алгоритм для методу ущільнення зображень за допомогою методів паралельної обробки даних

Виконуємо суму сусідніх пар t сусідніх рядків:

$$D_{z,row} = \bigcup_t D_{z,row}^{(i,i+1)} .$$

6) якщо $t > 1$ збільшити номер ітерації ($z++$) і повернутися до п.4;

7) сформувати мінімальне покриття по рядкам $D_{min,row}$:

$$D_{min,row} = \bigcup_z D_{z,row} .$$

8) задати номер ітерації по стовбцям $z=1$;

9) розбити покриття D_z на t пар покриття $D_z^{(i)}$ та $D_z^{(i+1)}$, що включають куби з t сусідніх пар по $2 \times w$ стовбців в парі ($I = 1, 2, \dots, w, w = 2^{z-1}$);

10) виконати операції $*$ -добутку між кубами покриття $D_z^{(i)}$ та $D_z^{(i+1)}$ і сформувати покриття за правилом додавання та видалення:

$$D_{z,col}^{(i,i+1)} = D_z^{(i)} * D_z^{(i+1)} ,$$

11) об'єднати отримані покриття всіх t сусідніх пар стовбців:

$$D_{z,col} = \bigcup D_{z,col}^{(i,i+1)} .$$

12) якщо $t > 1$, то збільшити номер ітерації ($z++$) і повернутися до п. 4;

Сформувати мінімальне покриття по стовбцям $D_{min,col}$ що є шуканим покриттям D_{min}

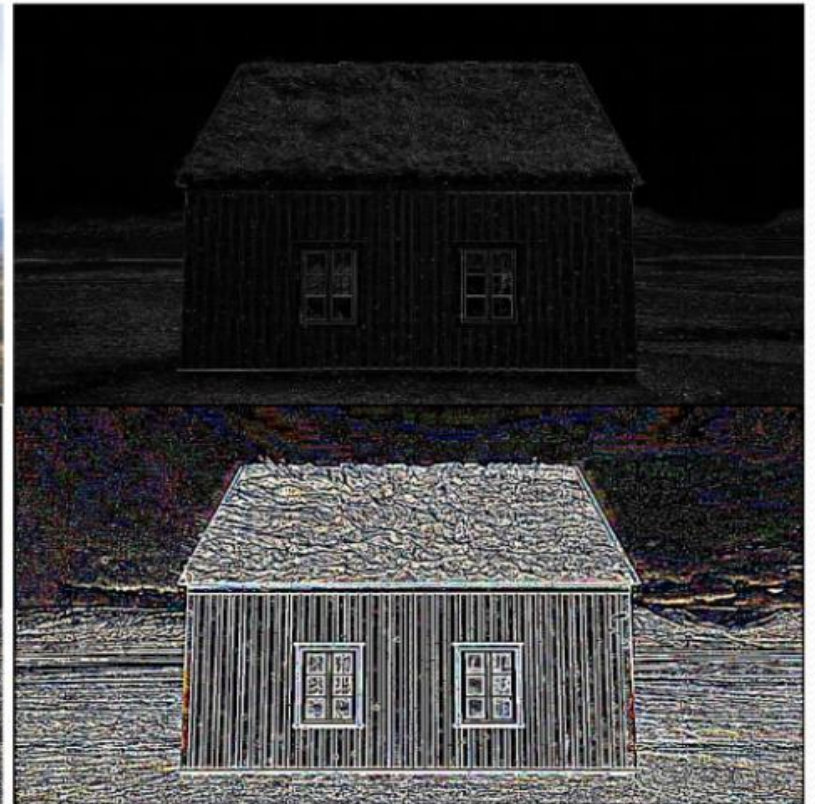
Результати ущільнення зображень

Тестове зображення	Розмір блоку 16x16 пікселів			Розмір блоку 8x8 пікселів			Розмір блоку 4x4 пікселя		
	η	N	N_{n0t}	η	N	N_{n0t}	η	N	N_{n0t}
lena	1,727	1024	71	2,156	4096	371	1,908	16384	2427
tulips	1,452	1333	251	1,956	5334	539	1,837	21338	3916
baboon	0,560	156	144	0,801	625	404	1,021	2500	1185

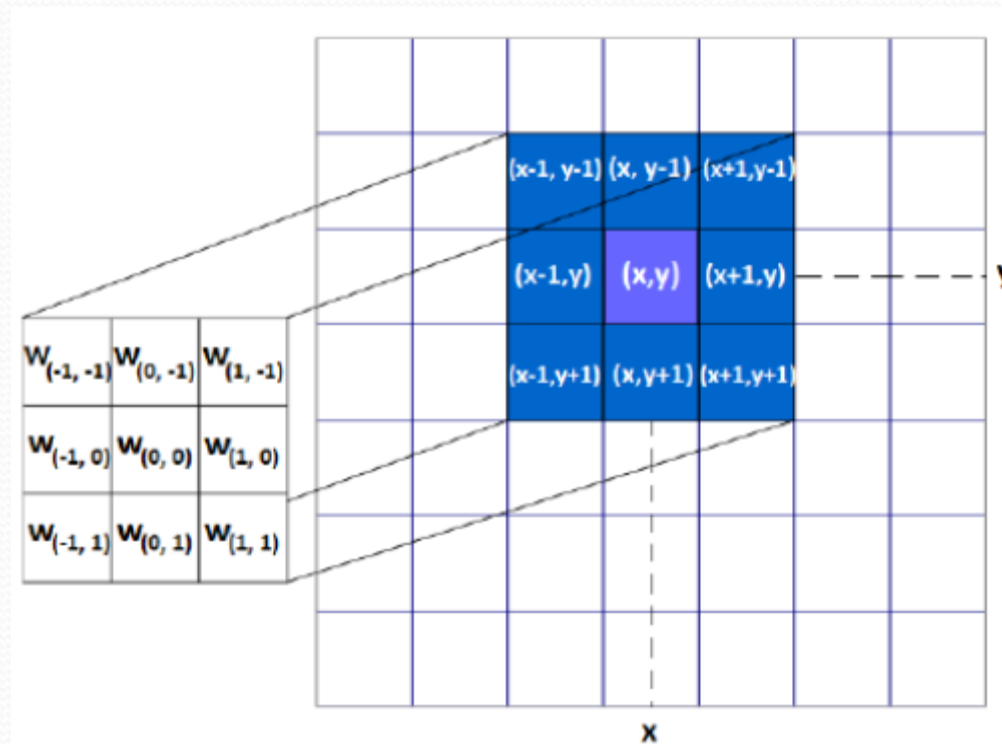
Ефективність алгоритмів ущільнення зображень адаптованих для розпаралелення за допомогою технології CUDA

Назва методу паралельної обробки	Продуктивність
Дискретне косинусне перетворення	~20 разів швидше
Вейвлет-перетворення	Від 10 до 20 разів швидше
Вейвлет перетворення та EVCOT 1 рівня	~16 разів швидше

Робота фільтра Лапласа масками згортки розмірності 3x3, 5x5, 9x9



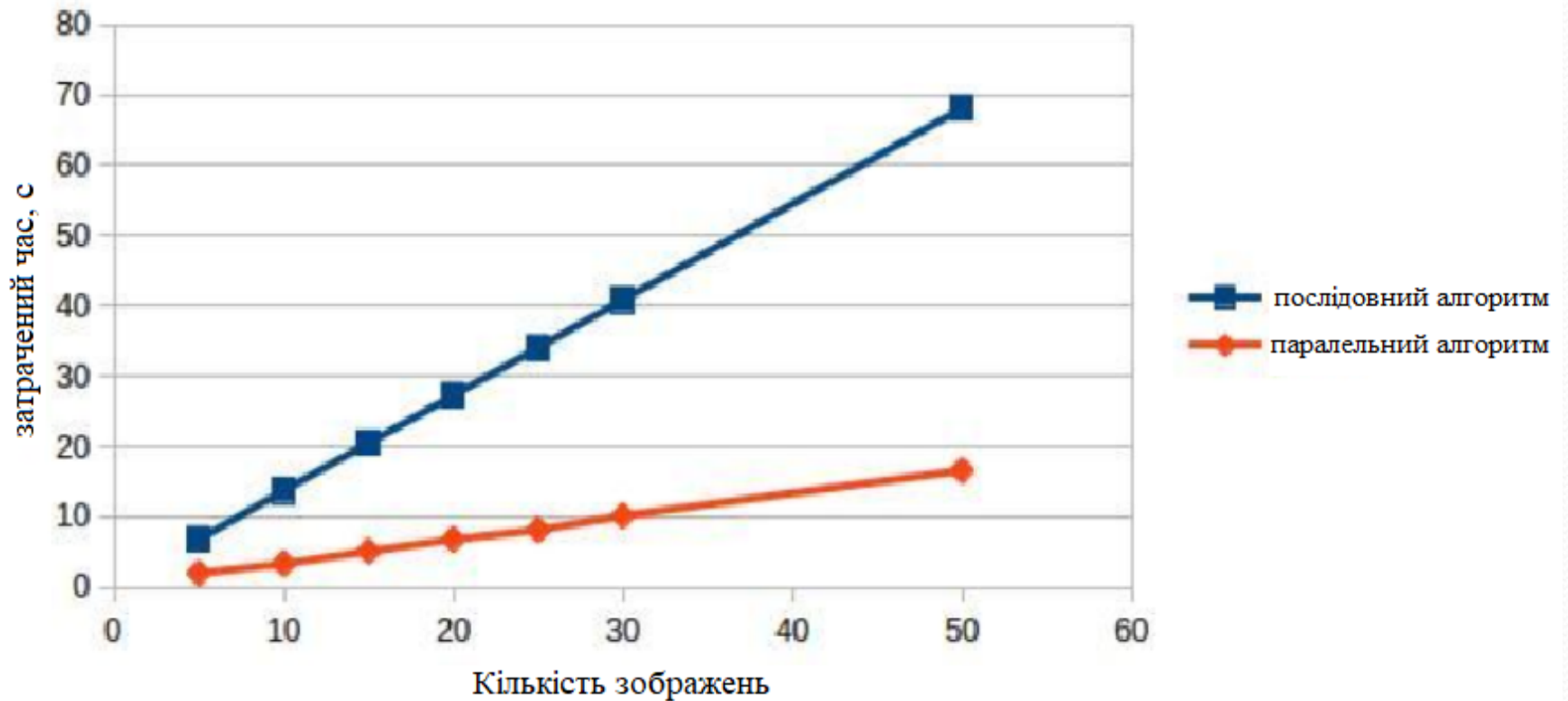
Маска згортки

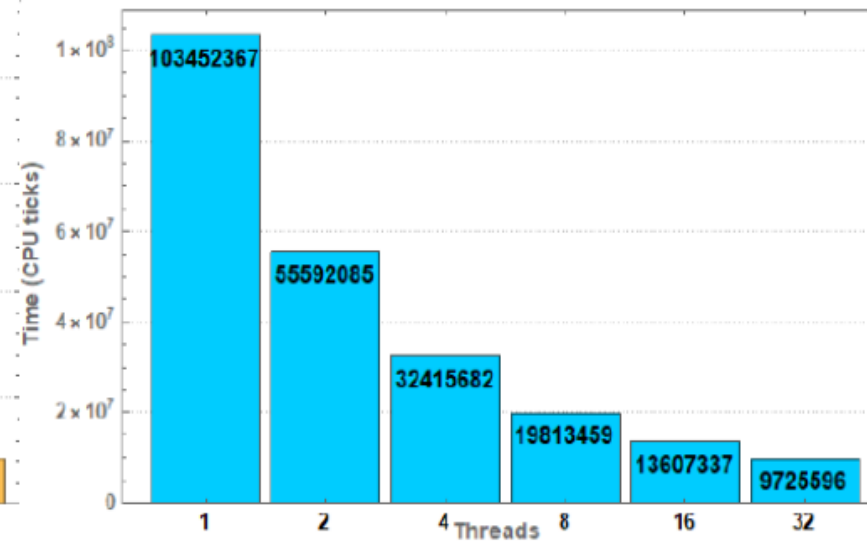
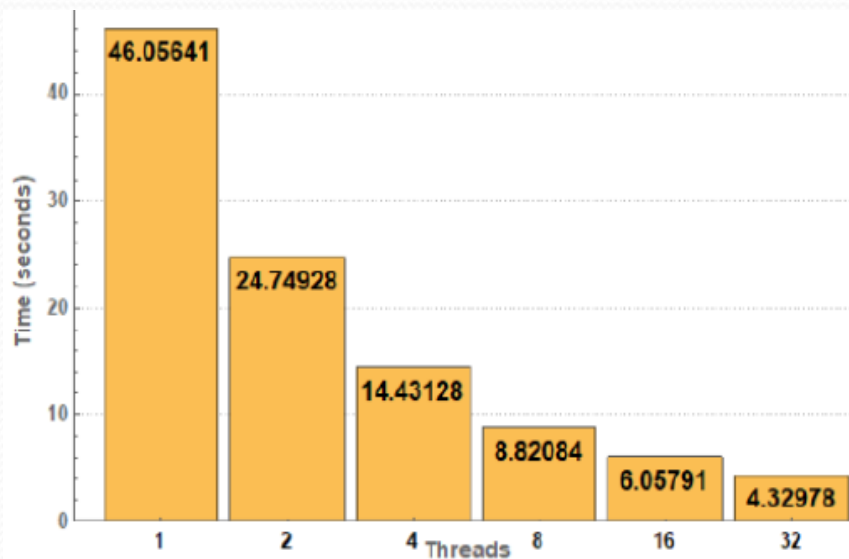
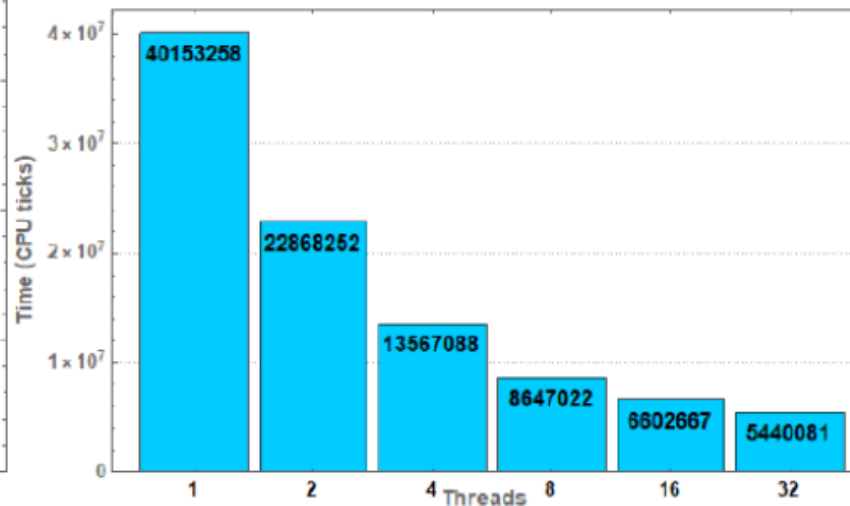
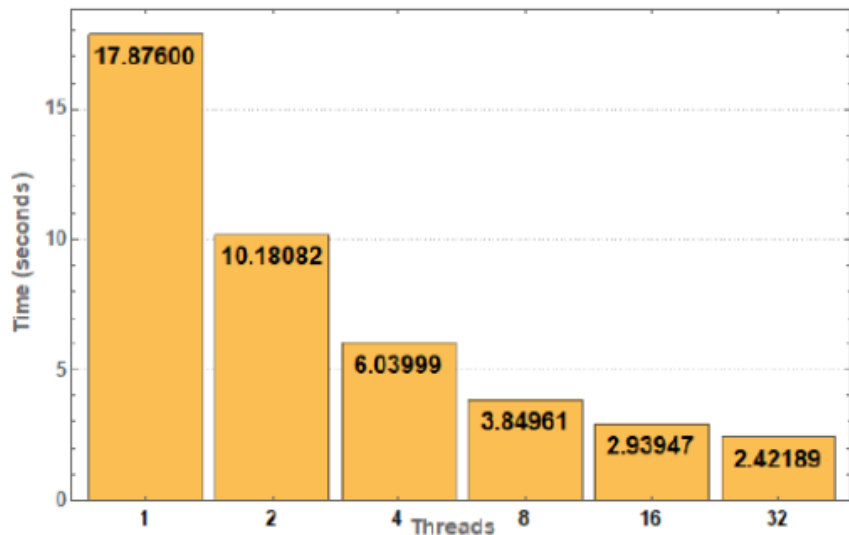


Алгоритм ущільнення зображення на основі DCT за допомогою технології CUDA

- Прочитати зображення.
- Розбити зображення на блоки 8x8 пікселів.
- Визначення кольору та яскравості пікселів в блоках.
- Паралельна фільтрація блоків за допомогою ДКП.
- Паралельне квантування блоків пікселів.
- Паралельне ентропійне кодування.

Порівняння виконання послідовного алгоритму та адаптованого паралельного алгоритму





Висновки:

В процесі виконання роботи було:

- Розглянуто та проаналізовано існуючі формати цифрових зображень
- Проведено огляд існуючих алгоритмів ущільнення та фільтрації цифрових зображень
- Розроблено алгоритм для ущільнення напівтонових зображень за допомогою мінімізації функції карт Карт Карно
- Розроблено алгоритм фільтрації на основі маски Лапласа

Дякую за увагу!

Виконав: Пуцал Д.О.

Керівник: к.т.н., доц., Семеренко В.П.