

Вінницький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних систем і автоматики
Кафедра автоматики та інформаційно-виміральної техніки

Методи сегментації зображень на основі графів

Виконав: студент 5 курсу групи 1АКІТ-16м (ммом)
спеціальності

«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Луп'як Д. Д.

Керівник: д.т.н., професор Кветний Р. Н.

Вінниця - 2018

Сегментація є одним з перших етапів задач комп'ютерного зору та обробки зображень. Виходячи з цього, фінальний результат задач комп'ютерного зору має велику залежність від якості початкової сегментації, а в системах прийняття рішень та штучного інтелекту важливе місце має швидкодія методу сегментації.

Існуючі рішення не завжди демонструють задовільний результат і швидкодію, тому необхідні нові рішення з використанням базових підходів сегментації та їх комбінування.

Об'єкт, предмет та мета дослідження

Об'єкт дослідження – процес автоматичної сегментації зображень.

Предмет дослідження – алгоритми сегментації основані на представленні зображення у вигляді графу.

Метою дослідження є підвищення швидкодії процесу сегментації зображення та покращення якості сегментації на текстурованих зображеннях.

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:



Проаналізувати існуючі методи автоматичної сегментації

Дослідити роботу алгоритмів, основаних на теорії графів

Визначити недоліки існуючих методів та знайти шляхи підвищення швидкодії та покращення якості сегментації зображення

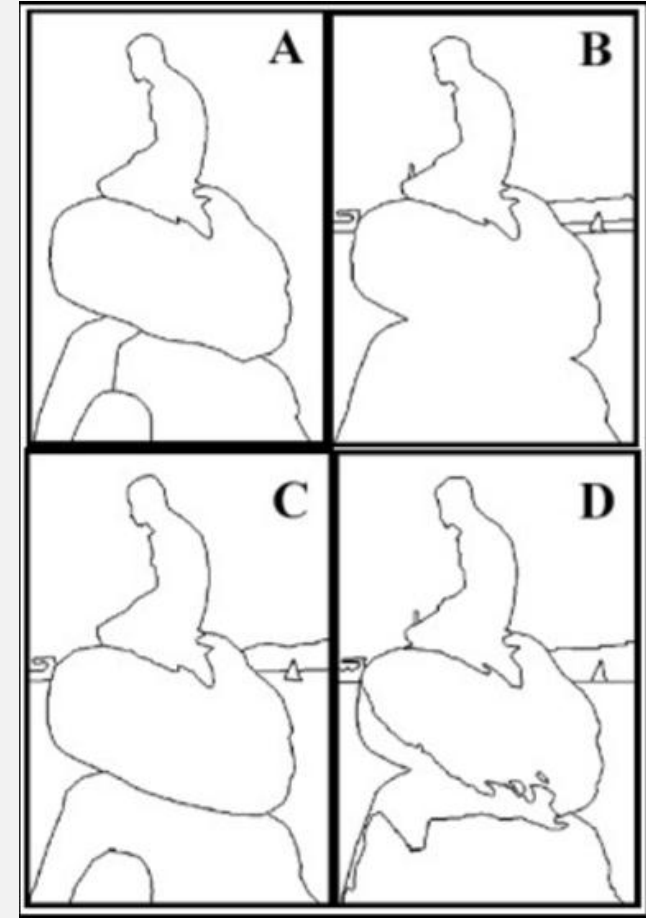
Реалізувати програмно модифікації алгоритму та порівняти результати швидкодії з оригінальним алгоритмом

Коротко про об'єкт та предмет

Сегментація зображення – це поділ зображення на області, що не схожі по деякому критерію.

Результатом сегментації зображення є множина сегментів, які разом покривають все зображення.

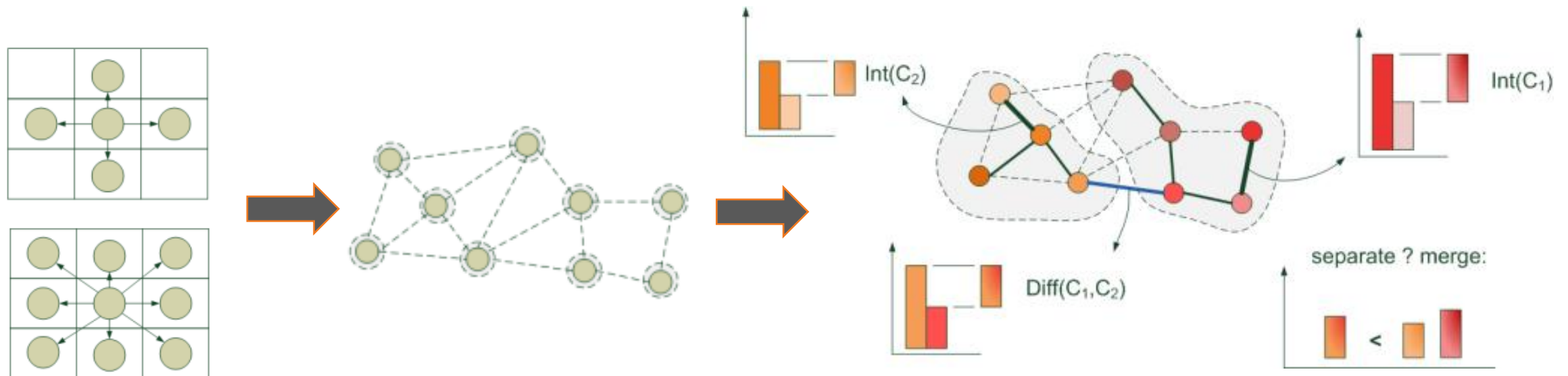
Всі пікселі в сегменті схожі за деякою характеристикою або за обчисленою властивістю (колір, яскравість, текстура) і ймовірно належать одному матеріальному об'єкту.



Коротко про об'єкт та предмет

Одними з останніх робіт є алгоритми на основі теорії графів і на даний час цей напрям досі розвивається.

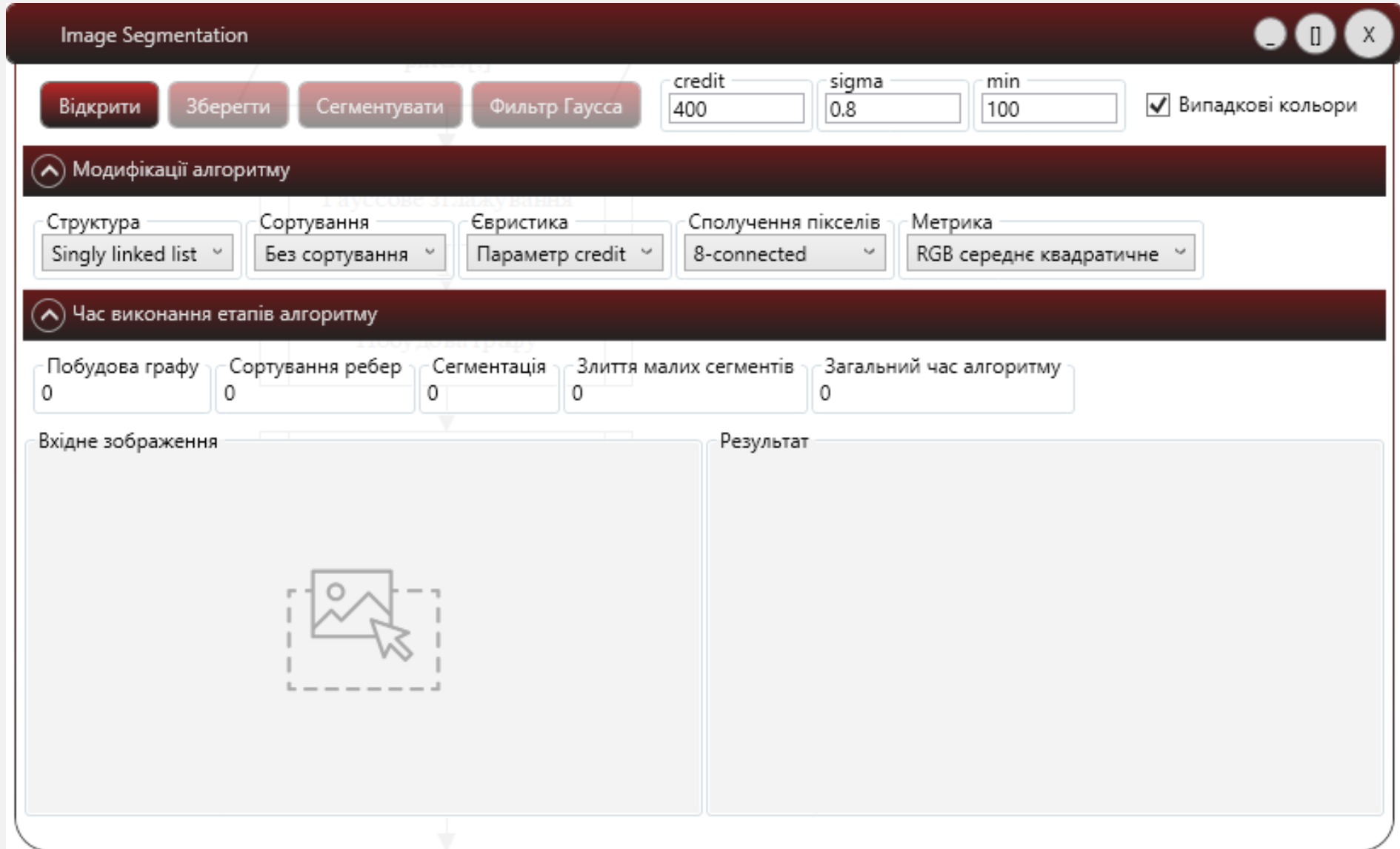
Серед сегментації на основі представлення зображення у вигляді графу варто виділити алгоритми на основі побудови мінімального кістякового дерева. Дані алгоритми мають значно меншу обчислювальну складність, ніж перші алгоритми на основі графу в основі яких лежить операція розрізу графу.





Загальна
блок-схема
алгоритму
сегментації на
основі графу

Інтерфейс розробленої програми



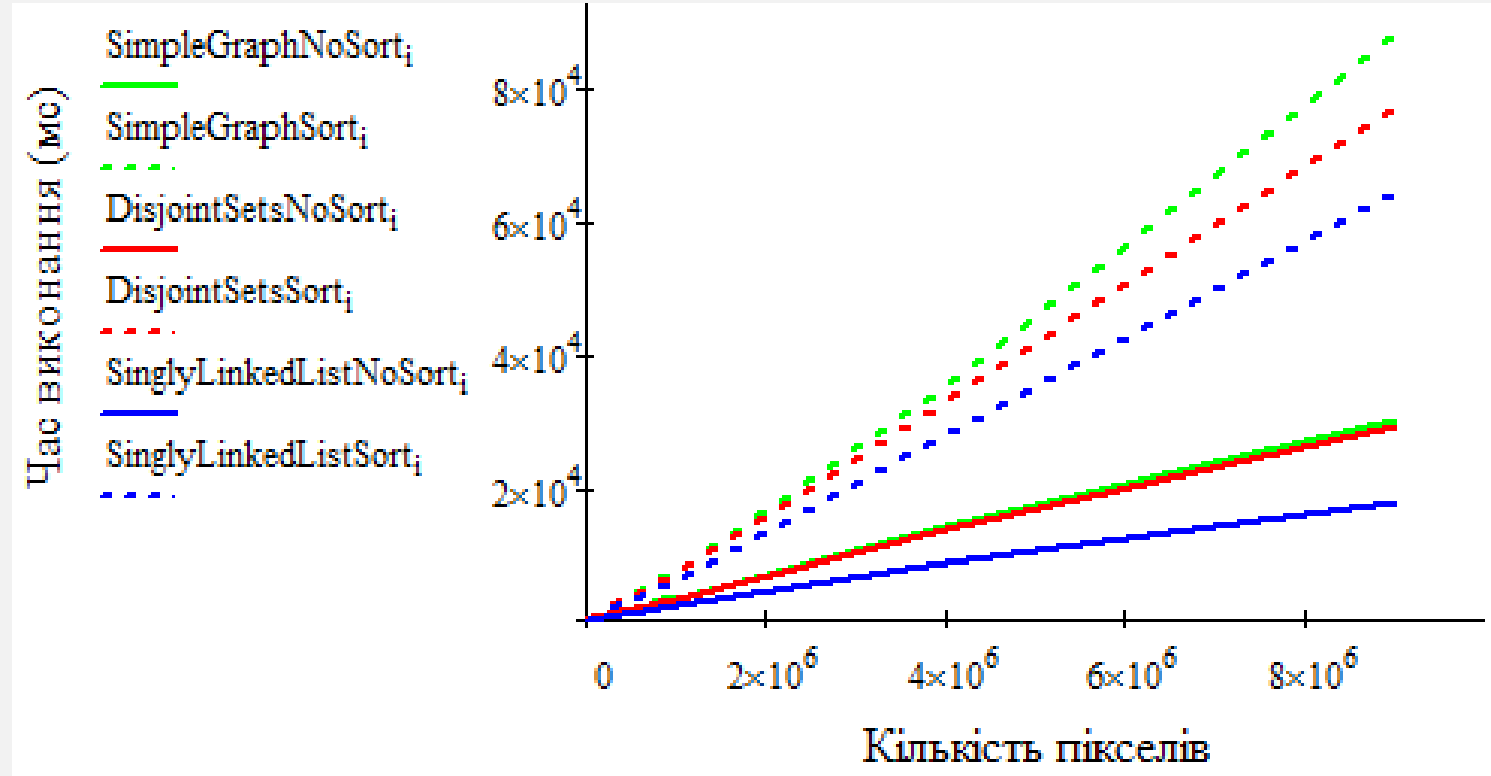
Вибірка зображень для дослідження швидкодії



Час виконання методів при різному розмірі зображення

Кількість пікселів	Час виконання (мілісекунди)						
	Simple Graph		Disjoint sets		Singly linked list		
	Без сортування	З сортуванням	Без сортування	З сортуванням	Без сортування	З сортуванням	Без сортування 4-зв'язний
100	0	0	0	0	0	0	0
900	1	3	2	3	1	3	0
2500	5	12	5	12	3	8	1
10000	25	50	30	50	15	40	10
40000	145	280	135	250	80	210	40
90000	240	500	240	470	150	400	80
160000	610	1450	610	1400	380	1150	190
250000	780	1880	820	1750	500	1500	280
360000	1400	3200	1400	3100	850	2600	470
490000	1800	4000	1750	3900	1050	3200	620
640000	1950	4500	1900	4300	1150	3550	750
810000	3000	6500	2900	6000	1900	5000	1050
1000000	3350	7350	3300	7100	2100	5900	1150
4000000	14000	35000	13500	33000	8500	28000	5600
9000000	30000	88000	29000	77000	18000	64500	13000

Графік швидкодії методів сегментації

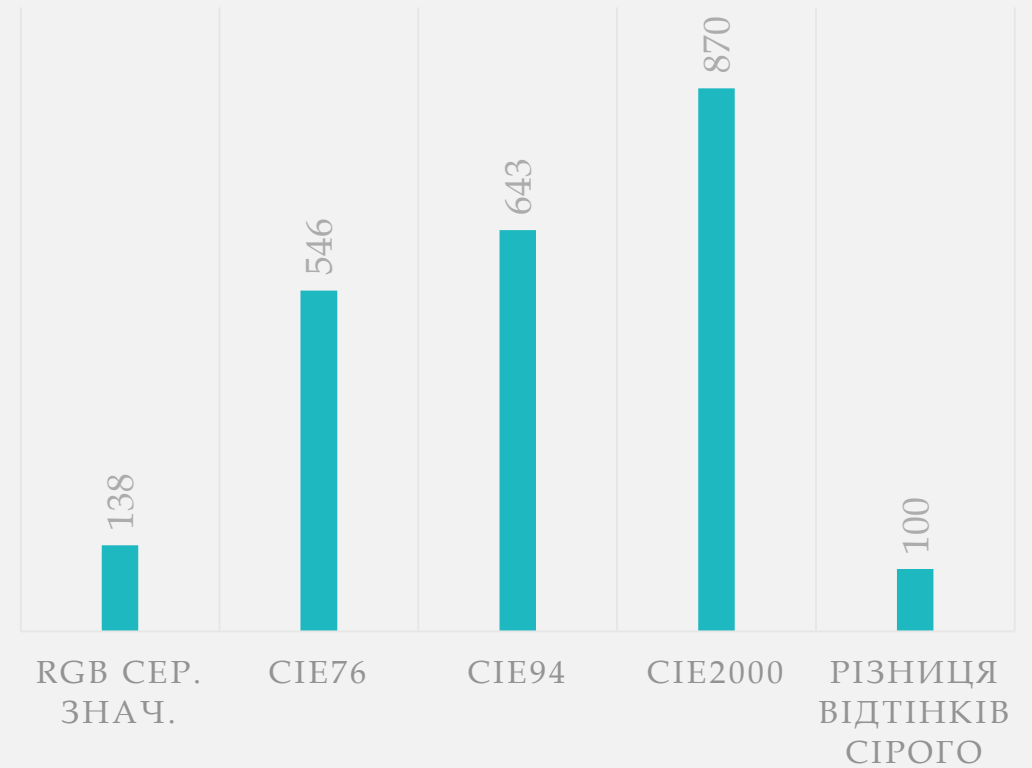


Залежність часу виконання оригінального алгоритму та його модифікацій від кількості пікселів у вхідному зображенні

Залежність швидкодії від метрики

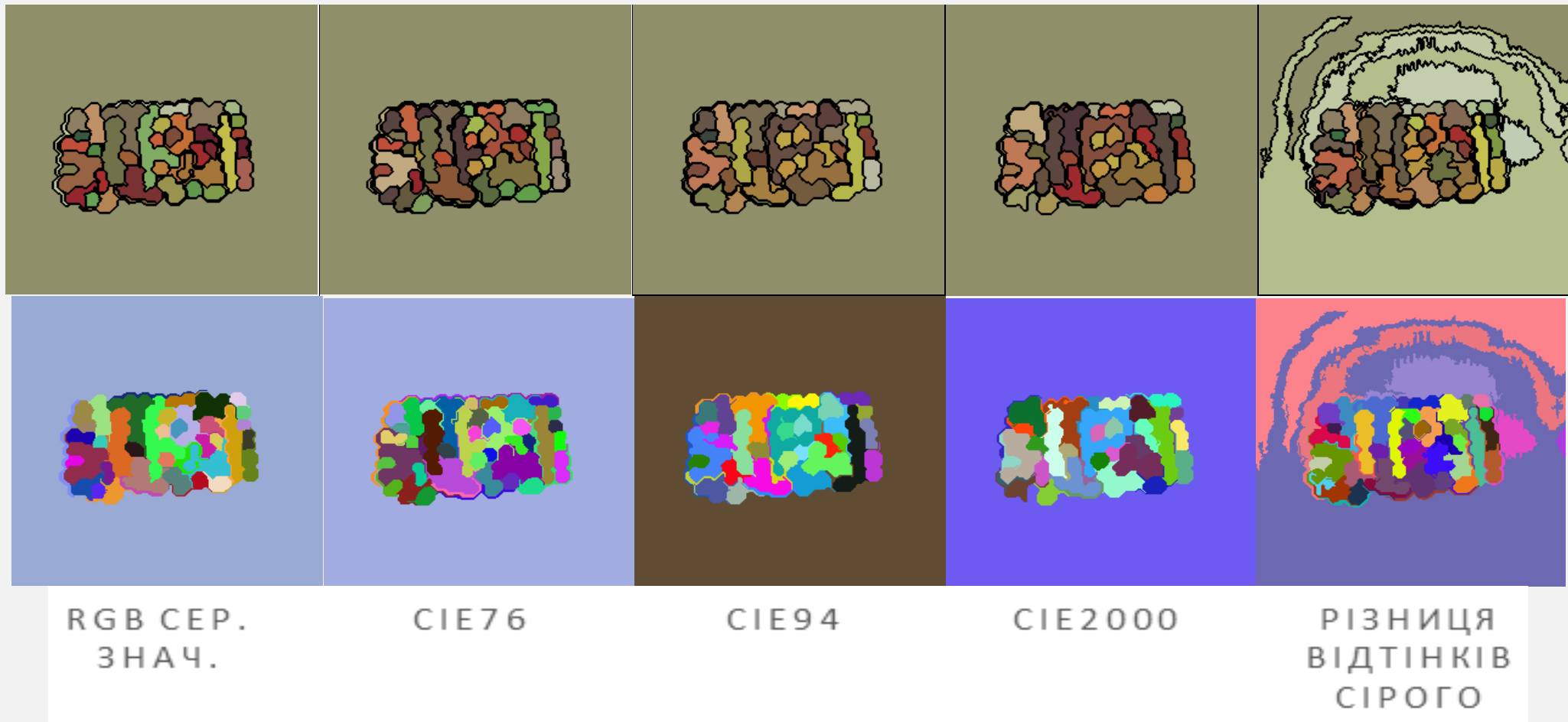


Тестове зображення з бази USC-SIPI



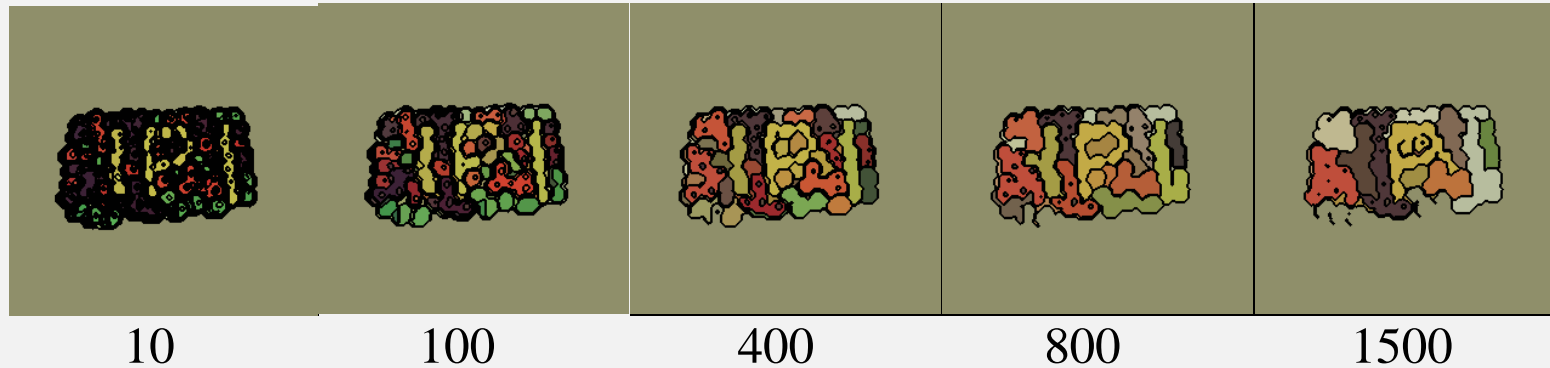
Залежність часу виконання модифікації алгоритму від метрики

Залежність результату від метрики

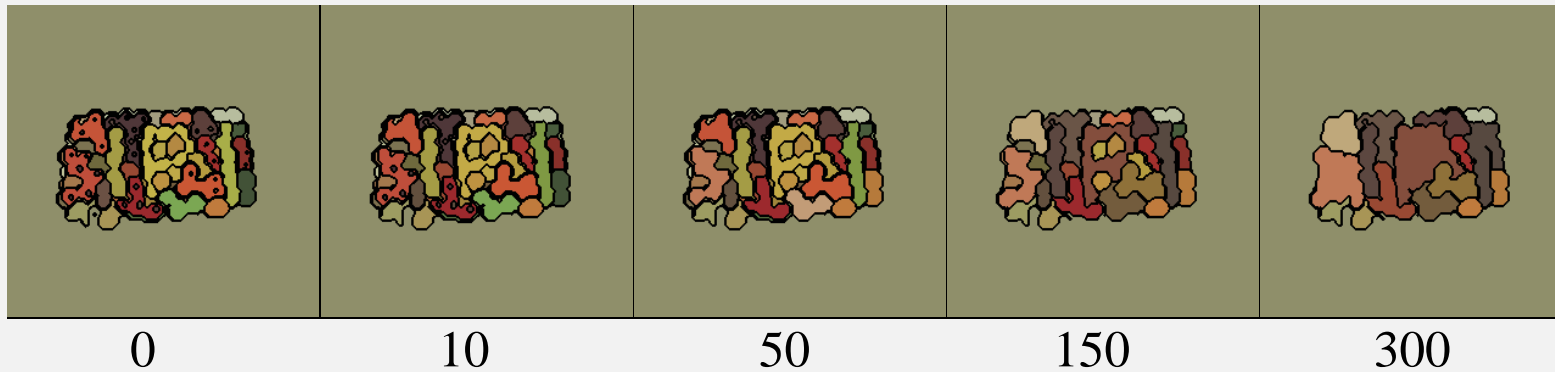


Залежність результату сегментації від метрики

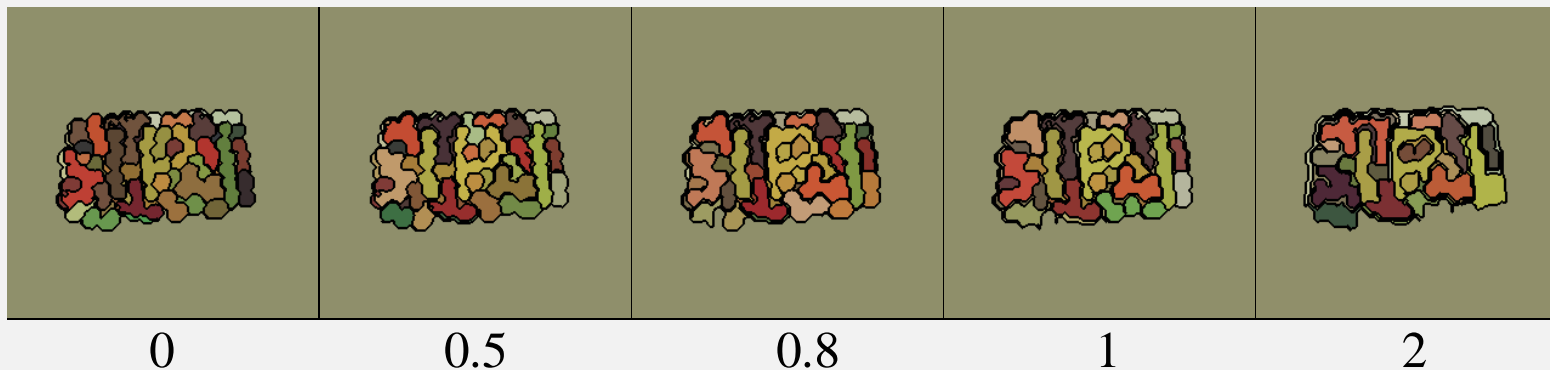
Залежність результату від параметрів алгоритму



Залежність результату сегментації від параметру **credit**



Залежність результату сегментації від параметру **min**

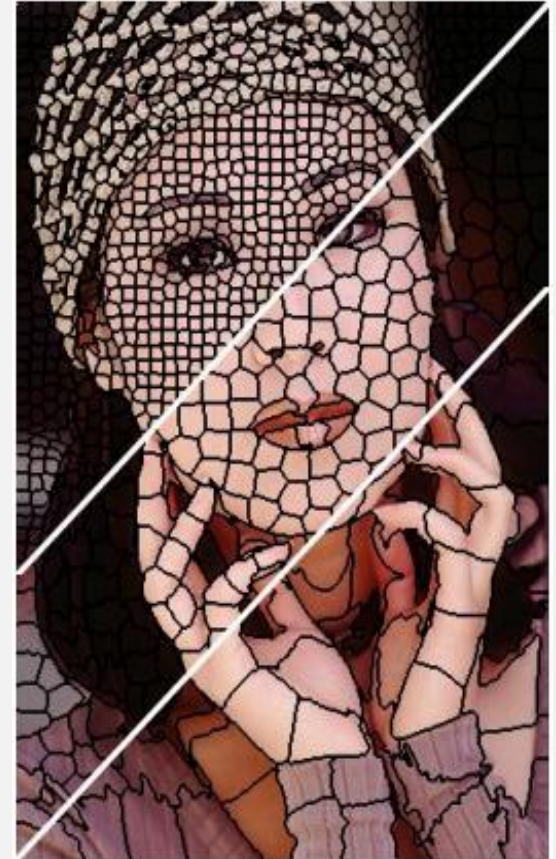


Залежність результату сегментації від параметру **sigma**

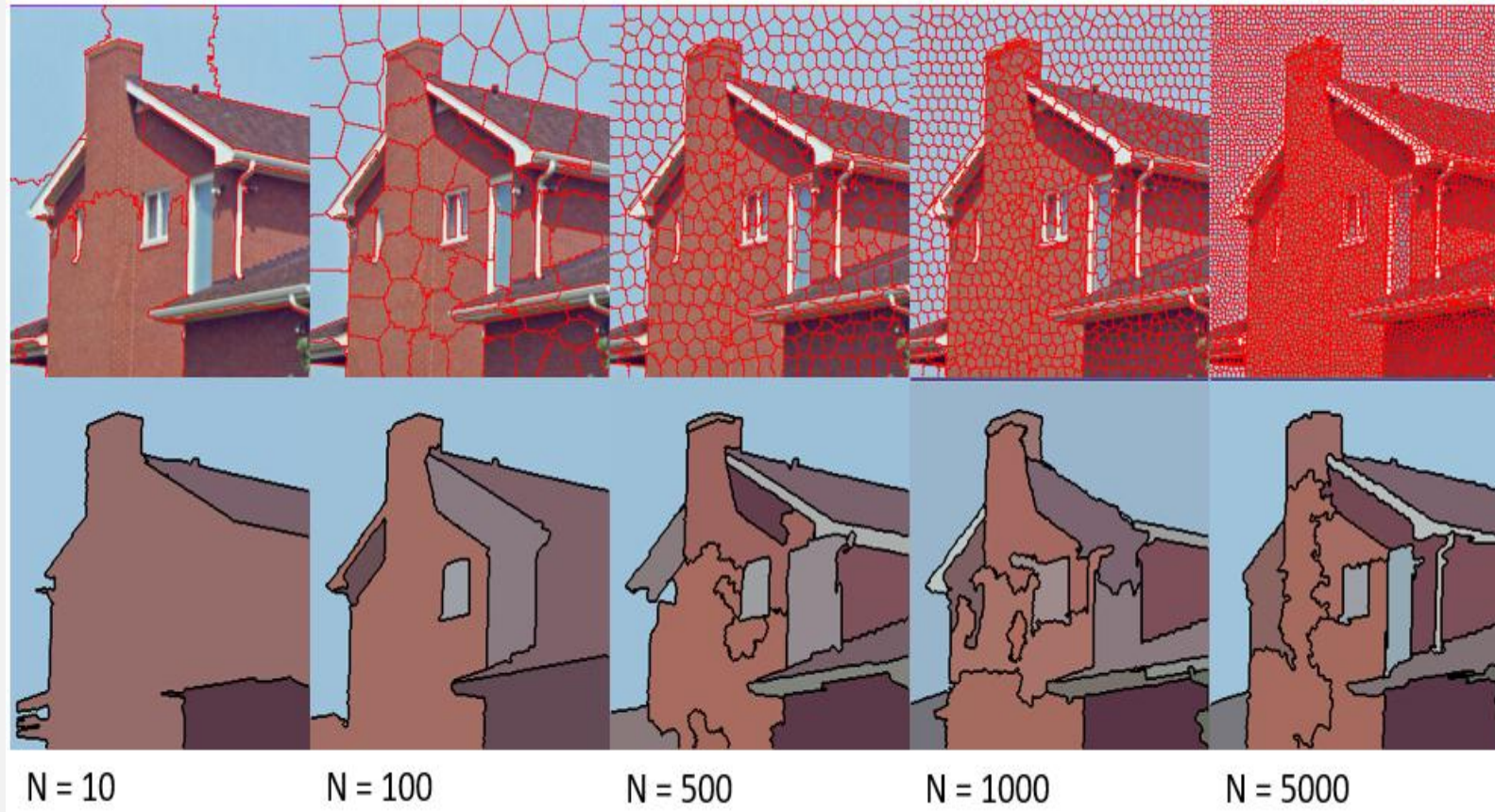
Одною з проблем даного алгоритму є сегментація текстурованих зображень. В оригінальному алгоритмі кожен піксель зображення представляє собою окремий вузол графу та поєднується лише з сусідніми пікселями. Проте, якщо сегмент має певну текстуру і деякі перепади кольору, то вага між сусідніми пікселями одного сегменту буде велика і це приводить до пересегментації в текстурованих ділянках зображення.

Для усунення цієї проблеми пропонуться здійснювати побудову суперпикселів і вагу ребер, що входять до суперпикселя робити рівну нулю, тобто об'єднувати пікселі в межах суперпикселя в один сегмент.

Для побудови суперпикселів обрано алгоритм SLIC (Simple Linear Interactive Clustering)

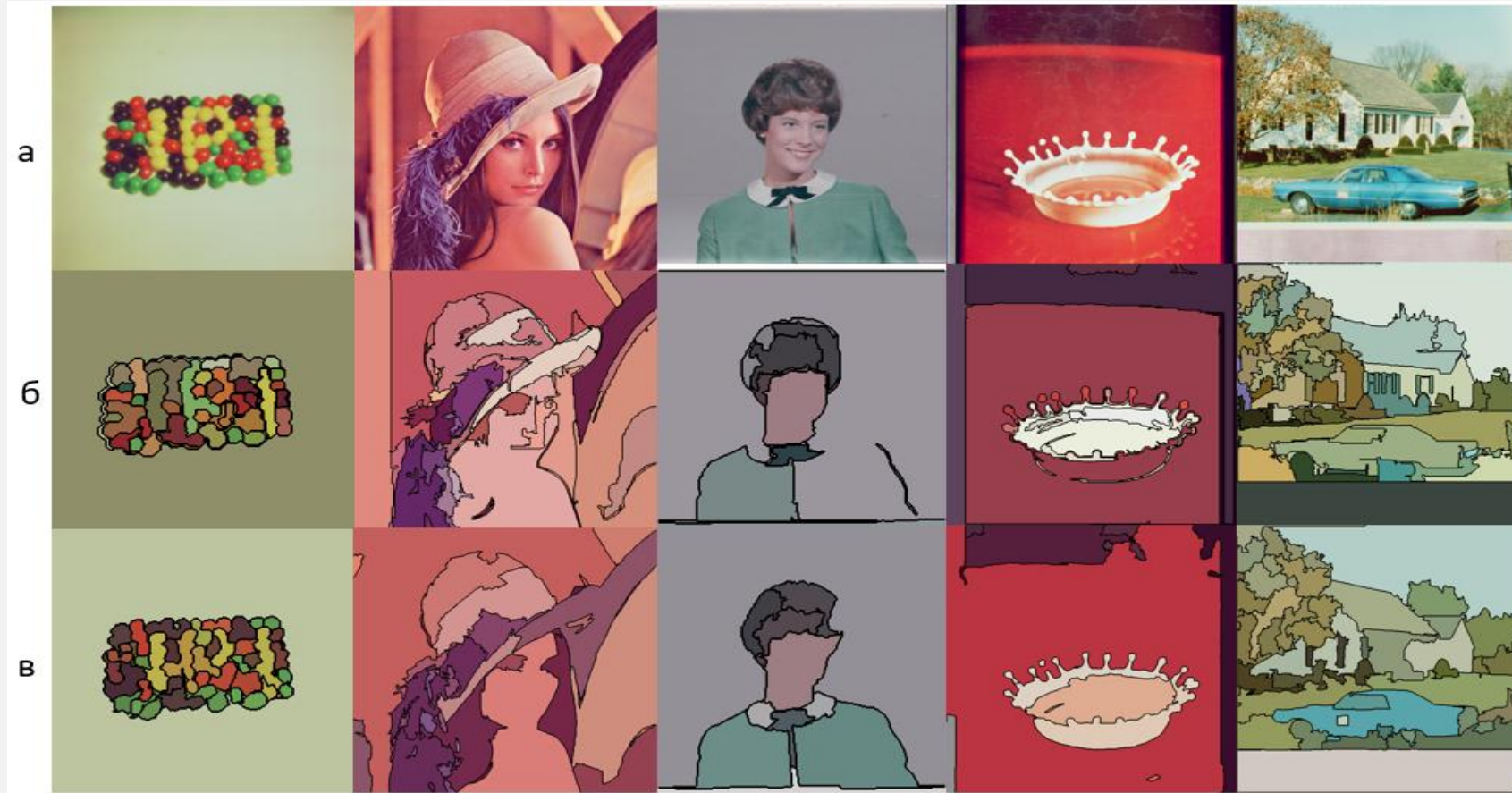


Використання суперпікселів

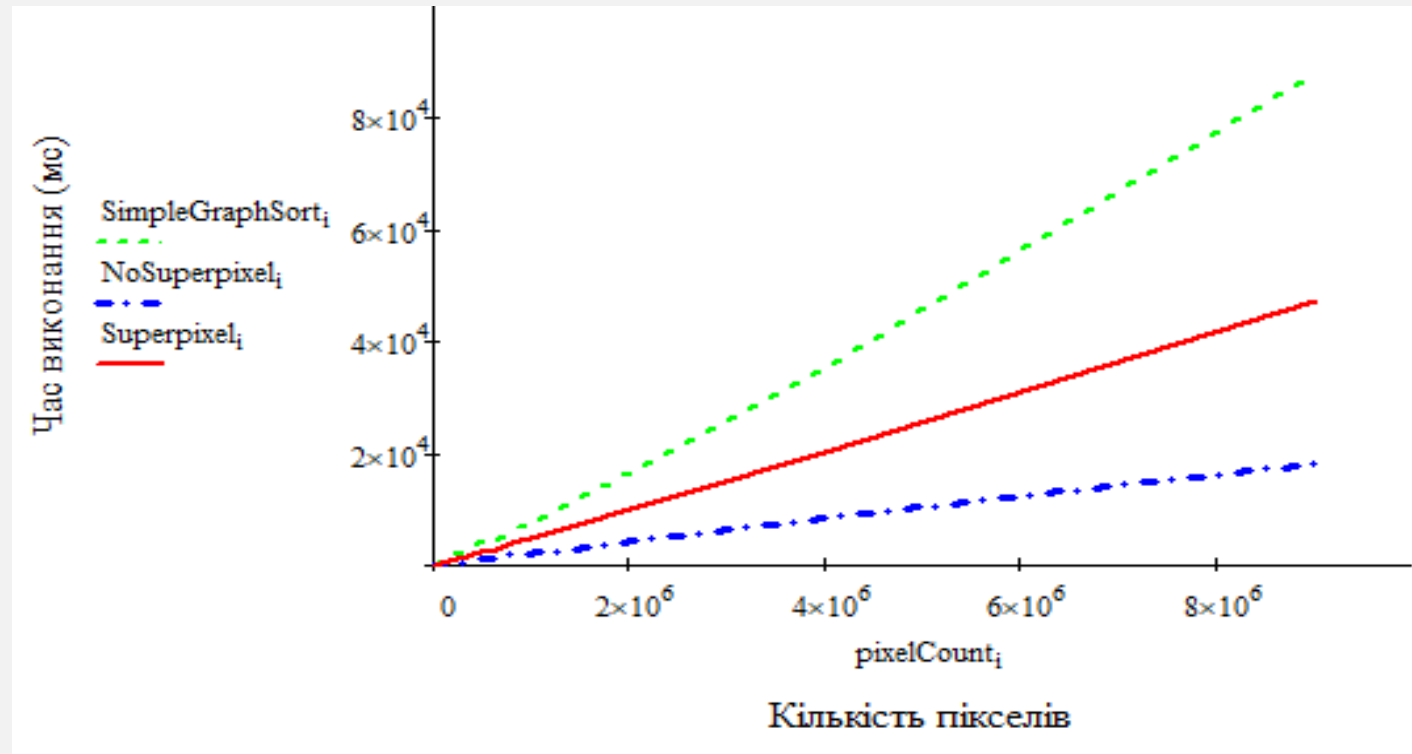


Результат сегментації зображення в залежності від величини і кількості суперпікселів

Використання суперпикселів



Результат сегментації зображення в залежності від використання суперпикселів
(а – вхідне зображення; б – сегментоване зображення без використання суперпикселів;
в – сегментоване зображення з використанням суперпикселів)



Залежність часу виконання оригінального алгоритму та його модифікацій з використанням суперпикселів від кількості пікселів у вхідному зображенні

Художня обробка фото з допомогою розробленої програми



Наукова новизна. Удосконалено існуючий метод сегментації зображення. На відміну від «Ефективного алгоритму сегментації зображень на основі графу» швидкодія алгоритму більша приблизно в 4 рази за рахунок представленням сегментів у вигляді однонаправлених списків і використання підходу з наближеним сортуванням ребер графу за лінійний час.

Запропоновано метод сегментації, який, на відміну від існуючих, дозволяє уникнути пересегментації на текстурованих ділянках зображення, що досягається завдяки побудові суперпікселів і їхньому використанні в якості вузлів графу.

Дослідження, виконані в роботі, дозволили розробити новий метод сегментації зображень, що вдосконалює існуючі. З практичної точки зору, розроблені модифікації дозволяють підвищити швидкодію алгоритму та якість сегментації.

Результати даної роботи можуть бути використані в задачах комп'ютерного зору. Алгоритми реалізовано у вигляді бібліотеки класів, яку можна використовувати в будь-якому .NET проекті.



<https://github.com/DimaLupyak/ImageSegmentation>

Наукові положення та результати досліджень були представлені на конференціях:

- «XLV Науково-технічна конференція факультету комп'ютерних систем та автоматики (2016)»
- «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи»
- «Мова, культура та освіта»
- «XLVI Науково-технічна конференція факультету комп'ютерних систем та автоматики (2017)»
- V заочная научная конференция «Фундаментальні та прикладні дослідження у сучасній науці»

Дві публікації онлайн, три надруковано у збірниках тез.

На розроблений програмний продукт зареєстровано авторське право та твір.

У даній магістерській дипломній роботі проведено аналіз методів і алгоритмів сегментації зображень. Одними з останніх робіт є алгоритми на основі теорії графів і на даний час цей напрям досі розвивається.

Розроблено програмне забезпечення, в якому реалізовано оригінальний алгоритм та п'ять його модифікацій. Завдяки даного програмного забезпечення експериментально визначено яка модифікація є найефективнішою з точки зору швидкодії та досліджено на скільки сильно розмір зображення впливає на час виконання алгоритмів.

Модифікація з використанням представлення сегментів у вигляді однонаправлених списків і використанням підходу з наближеним сортуванням ребер графу за лінійний час показала значення швидкодії в 4 рази більше за оригінальний алгоритм.

Досліджено залежність результату сегментації від вхідних параметрів. Проілюстровано зміну результуючої сегментації при зміні кожного з параметрів.

Досліджено залежність результату сегментації від використання суперпікселів. Встановлено, що використання суперпікселів погіршує швидкодію, проте значно покращує якість сегментації.

Дякую за увагу!