

# МЕТОД СЕГМАНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ГРАФІВ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Розглянуто ефективний алгоритм сегментації зображення на основі теорії графів. Досліджено аспекти ефективної реалізації алгоритму, зокрема використання структури даних «об'єднання множин, які не перетинаються» з евристикою «скорочення шляху» та «об'єднання за рангом». Запропоновано модифікацію алгоритму з сортуванням ребер графу за лінійний час. Проаналізовано вплив вхідних параметрів на результат сегментації. Описано предикати визначення межі між регіонами. Показано залежність результату сегментації від метрики відмінності кольорів.*

**Ключові слова:** сегментація зображень, кластеризація, теорія графів, система неперетинних множин, відмінність кольорів, мінімальне кістякове дерево, комп'ютерне бачення.

## **Abstract**

*An efficient graph-based image segmentation algorithm is considered. The aspects of an efficient algorithm implementation, in particular the use of Disjoint-set data structure with its heuristics «path compression» and «union by rank», are investigated. Modification of algorithm with graph edges sorting in linear time is proposed. The impact of input parameters on the segmentation result is analyzed. Defined predicates for measuring for a boundary between two regions. Segmentation result dependence on the color difference metrics is shown.*

**Keywords:** image segmentation, clustering, graph theory, disjoint-set data structure, color difference, minimum spanning tree, computer vision.

## **Вступ**

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.

Сегментація є одним з перших етапів задач обробки зображень та комп'ютерного зору. Таким чином фінальний результат задач комп'ютерного зору дуже сильно залежить від якості початкової сегментації, а в системах штучного інтелекту та прийняття рішень велику роль відіграє швидкодія методу сегментації.

Для вирішення проблеми сегментації існує велика кількість алгоритмів. Останніми роками значний прогрес спостерігається у розвитку графових алгоритмів сегментації. Так, у 2004 р. в роботі [1] було представлено «Ефективний графовий алгоритм сегментації зображення». А у 2009 р. в роботі [2] з'явився «Ефективний паралельний графовий алгоритм сегментації зображення», який за швидкістю виконання сегментації перевершив попередника. Проте, незважаючи на відмінності у деталях, принцип сегментації зображення у цих двох алгоритмах однаковий: сегментація отримується в результаті побудови мінімального каркаса графа, в якому вершини відповідають пікселям зображення, а ваги ребер відображають міру відмінності між двома суміжними вершинами.

Метою роботи є дослідження шляхів покращення існуючих методів та написання програмного забезпечення для порівняння результатів базового методу та його розроблених модифікацій.

## **Результати дослідження**

Реалізовано у програмному вигляді алгоритм, що описаний в роботі [1], та вже запропоновані його модифікації: використання предикату визначення межі між регіонами, що наведений в роботі [2] та використання структури даних під назвою «система неперетинних множин» [3];

Запропоновано модифікації, що значно збільшують швидкість алгоритму. Для представлення сегменту зображення пропонується використовувати однонаправлений список, що з точки зору швидкості, відповідно до рис. 1, є більш ефективним порівняно з структурою даних «система неперетинних множин».

Дослідження показали, що приблизно половину часу виконання алгоритму займає сортування ребер графу. Тому найвагомішою оптимізацією алгоритму є запропонований спосіб наближеного сортування за лінійний час. Він полягає в групуванні ребер з близькою вагою в однонаправлені списки і збереження цих списків в одновимірному масиві, індекс елемента якого дорівнює мінімальній вазі ребра групи. Графіки швидкості модифікацій з використання цього підходу зображені суцільними лініями на рис. 1 і показують приріст швидкості майже в 3 рази.

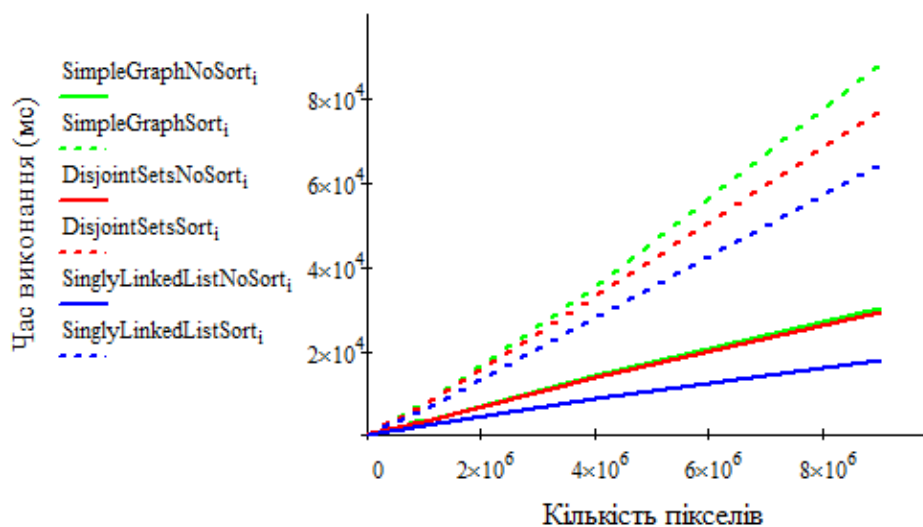


Рис. 1. Залежність часу виконання модифікації алгоритму і кількості пікселів у вхідному зображенні

### Висновки

Розроблена модифікація з представленням сегментів у вигляді однонаправлених списків і використанням підходу для уникнення сортування ребер графу збільшує швидкість алгоритму приблизно в 4 рази при невеликій зміні якості сегментації.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Felzenszwalb P, Huttenlocher D. Efficient Graph-Based Image Segmentation // International Journal of Computer Vision. – 2004. – Vol. 59, no. 2. – P. 167–181.
2. Wassenberg J., Middelman W., Sanders P. An Efficient Parallel Algorithm for Graph-Based Image Segmentation // Proceedings of the 13th International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP'09). – Münster, Germany: September 2–4, 2009. – P. 1003–1010.
3. Ленько В. С. Застосування методів штучного інтелекту до сегментації графічного образу / В. С. Ленько, Ю. М. Щербина // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2011. – № 715 : Інформаційні системи та мережі. – С. 194–203.

**Дмитро Дмитрович Луп'як** — студент групи 2СІ-126, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dima.lupyak@gmail.com.

Науковий керівник: **Софіна Ольга Юрівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Dmytro D. Lupyak** — student of the 2SI-12b group, Department of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : dima.lupyak@gmail.com.

Supervisor: **Olga Y. Sofina** — Cand. Sc., Assistant Professor of Automation and Information-Measuring Devices, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.