

## ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПЕРПІКСЕЛЬНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ

Лавошник І.О.

e-mail: illia.lavoshnyk@nure.ua

Науковий керівник – к.т.н., доц. Кобилін О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІНФ  
м. Харків, Україна

Superpixel segmentation enhances image processing by grouping pixels based on color, texture, and spatial features. This paper explores its role in normalization, classification, and object detection, improving efficiency and preserving key structures. Key methods, benefits, and integration with deep learning are discussed. Superpixel-based techniques help reduce computational complexity while maintaining essential image details. Future advancements may further optimize segmentation accuracy and adaptability in various applications.

Обробка зображень відіграє ключову роль у різних сферах, зокрема в медичній діагностиці, автономних системах та комп'ютерному зорі. Проте традиційні методи обробки піксельних даних можуть бути обчислювально складними та чутливими до шуму. Суперпіксельна сегментація дає змогу виділяти осмислені області зображення, зменшуючи його розмірність та зберігаючи важливі структури. Це особливо корисно для покращення контрасту та подальшої класифікації об'єктів.

Методи суперпіксельної сегментації базуються на різних алгоритмах, які відрізняються підходами до кластеризації та рівнем деталізації. Вибір оптимального алгоритму залежить від конкретного завдання, вимог до швидкості обробки та якості сегментації. Серед них:

SLIC (Simple Linear Iterative Clustering) – використовує просторово-колірне кластеризоване розбиття на основі k-means. Крім того, він ефективно працює в режимі реального часу, має гарний баланс між швидкістю та якістю кластеризації, а також добре інтегрується з глибокими нейронними мережами [1].

Алгоритм Фельзенцвальба – враховує градієнти зображення [1].

Quickshift – ґрунтується на оцінюванні густини даних, тому він добре виявляє локальні структури, але є більш обчислювально витратним [2].

SEEDS (Superpixels Extracted via Energy-Driven Sampling) – використовує оптимізаційні техніки для отримання стабільних суперпікселів [3].

Використання суперпіксельної сегментації покращує кілька ключових етапів обробки зображень. Додатково, зменшення надмірності даних значно покращує результати класифікації та виявлення об'єктів, що особливо ефективно при використанні CNN і Vision Transformers [2]. Суперпіксельна сегментація також підвищує точність відновлення глибини сцени та аналізу

руху об'єктів, що є важливим для генерації карт глибини та оптичного потоку [3]. Окрім цього, метод допомагає суттєво зменшити обсяг вхідних даних для нейромережових моделей, що сприяє зниженню вимог до обчислювальних ресурсів. Крім того, суперпіксельна сегментація може бути використана для покращення якості подальших етапів обробки, таких як відновлення зображень, генерація стилізованих текстур або поліпшення глибоких характеристик сцен. Її застосування в мультимодальних системах дає змогу поєднувати інформацію з різних джерел, що розширює можливості комп'ютерного зору у складних умовах реального світу [1].

Попри численні переваги суперпіксельних методів, існує кілька викликів. Одним із них є оптимальний вибір кількості суперпікселів для різних типів зображень, що впливає на якість сегментації та рівень деталізації [2]. Також методи суперпіксельної сегментації можуть бути чутливими до шуму та текстурних особливостей, що ускладнює їх застосування в реальних умовах. Додатковою проблемою є інтеграція суперпікселів із глибокими нейромережовими моделями, оскільки поєднання цих підходів потребує оптимізації та адаптації алгоритмів [3].

Таким чином, суперпіксельна сегментація є потужним інструментом обробки зображень, що підвищує точність та ефективність алгоритмів комп'ютерного зору. Подальший розвиток методів, які поєднують суперпікселі з глибоким навчанням, відкриває нові можливості для застосування в медицині, автономних системах та моніторингу довкілля.

#### Список використаних джерел:

1. Achanta, R., Shaji, A., Smith, K., "SLIC Superpixels Compared to State-of-the-Art Superpixel Methods.", core.ac.uk, 2011, [Online]. Посилання: <https://core.ac.uk/download/pdf/147983593.pdf>
2. Stutz, D., Hermans, A., & Leibe, B., "Superpixels: An Evaluation of the State-of-the-Art", arXiv.org, 2018, [Online]. Посилання: <https://arxiv.org/pdf/1612.0160>
3. Qinghong Lin, Weichan Zhong, Jianglin Lu., "Deep Superpixel Cut for Unsupervised Image Segmentation", arXiv.org, 2021, [Online]. Посилання: <https://arxiv.org/pdf/2103.06031>