

УДК 004.93

Вусатий Н.О., Пасічник О.А., Скрипник Т.К.

*Хмельницький національний університет*

## СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ

*Розглянуто прикладні аспекти розробки методів сегментації зображень для точного виділення об'єктів на зображеннях в умовах наявності шуму. Запропонований підхід забезпечує високу точність сегментації для різноманітних типів зображень.*

*The paper considers applied aspects of developing image segmentation methods for accurate object detection in images in the presence of noise. The proposed approach provides high segmentation accuracy for various types of images.*

Сегментація є основним етапом будь-якої подальшої обробки зображення в задачах аналізу чи розпізнавання. Проблема сегментації полягає в групуванні пікселів зображення в окремі регіони або об'єкти, спільні властивості яких дозволять вибирати елементи для подальших операцій. Наприклад, у сфері медичної діагностики сегментація може бути застосована для пошуку органів або пухлин на знімках, в системах безпеки - для автоматичного розпізнавання осіб. Майже всі алгоритми комп'ютерного зору працюють із високою точністю сегментації, але це стає тривіально важко через наявність шуму, нерівномірного освітлення та насиченого фону.

На сьогоднішній день розроблено багато методів сегментації зображень. Можна згадати наступні методи: Методи порогового значення, методи кластеризації та методи глибокого навчання.

Ще одне цікаве застереження для підходів на основі порогових значень полягає в тому, що оператор повинен встановити поріг яскравості, який буде відокремлювати об'єкти від фону. Дуже простий, досить ефективний, може не підійти у випадку зображень з нерівномірним освітленням, або складних фактурних зображень. Як правило, у методах кластеризації К-середніх і нечітких С-середніх пікселі групуються на основі подібності кольору або текстури. Як наслідок, можна отримати частини об'єктів зі слабкими, нечіткими межами — недоліки яких виявляються перевагами цих методів. З перевизначенням контрасту яскравості в обробці зображень продукти стають дедалі ефективнішими. Чим вони кращі, тим більше буде!

Деякі з найсучасніших методів сегментації зображень на основі глибокого навчання за допомогою архітектури нейронної мережі включають U-Net або Mask

R-CNN. Їх продуктивність забезпечує високий рівень точності навіть під час обробки складних зображень із неоднорідним фоном або високим рівнем шуму. Суть їх роботи заснована на попередньо навчених мережах для сегментації різних об'єктів на зображенні. Це дає підстави стверджувати, що ці методи є найбільш перспективними в проблемі сегментації зображення.

Проте, не зважаючи на цей великий прогрес, на достатньо гарній роботу усіх цих методів, вони мають свої недоліки, і вони серйозні. Серед недоліків є такий, що ці методи не підходять для обробки складних зображень. І навіть якщо взяти методи, які засновані на роботі глибокого навчання, вони все-одно вимагають значних обчислювальних ресурсів та потужної техніки. З чого можна зробити висновок у потребі нових підходів, які б об'єднували ці методи та забезпечували б надійну точність та якість.

Метою цього дослідження є об'єднання методів кластеризації з потужністю глибоких нейронних мереж у комплексний підхід до сегментації зображення, який забезпечує високу точність і адаптивність у шумному середовищі та за наявності гетерогенних елементів фону. Цей новий метод було розроблено з кінцевою метою досягнення балансу між точністю та ефективністю, щоб його можна було застосовувати.

Запропонований метод сегментації складається з чотирьох наступних етапів:

1. Попередня обробка зображення.
2. Кластеризація пікселів.
3. Глибока нейронна мережа для обробки кластерів.
4. Пост обробка контурів та усунення артефактів.

На першому етапі попередньої обробки застосовують кілька методів шумозаглушення. Один з них згладжує зображення за допомогою фільтрації Гауса і допомагає усунути незначні дефекти зображення. Після чого отримується краща якість сегментації та продуктивність кластеризації. Відповідно, він найкраще працює у застосуванні зображень, які мають високий рівень шуму. Ще одна найкраща практика для попередньої обробки - нормалізація колірних каналів для рівномірного освітлення.

Другий етап - кластеризація інформації про колір і пікселів текстури. Процес ієрархічної сегментації зображення відбувається знизу вгору в тому сенсі, що пікселі об'єднуються відповідно до подібності, що призводить до дендрограмного представлення процесу об'єднання. Звичайно, деякі хибні групування присутні через вплив шуму або невеликі варіації значень рівня сірого, що належать до однієї області. Наприклад, у медичних зображеннях на основі

пікселів результати сегментації можна трансформувати в різні кластери однорідних областей, що представляють тканини або органи.

На третьому етапі реалізується глибока нейронна мережа на основі архітектури U-Net. Така архітектура об'єднує локальні та глобальні іміджеві функції. При застосуванні мережі контури об'єктів у кожному кластері чіткі. Нейронна мережа з багатьма шарами зможе враховувати абсолютно всі контекстні особливості об'єктів, що різко підвищує точність сегментації.

На останньому четвертому етапі, після завершення сегментації, може знадобитися видалити деякі артефакти, щоб зробити контури чіткішими. Як морфологічні операції застосовуються ерозія, при якій видаляються непотрібні деталі, і розширення, що покращує різкість країв об'єкта. Така пост обробка дозволяє підвищити якість кінцевого результату.

Запропонований підхід показав високу точність сегментації для складних зображень з неоднорідним фоном, зокрема при обробці медичних і супутникових знімків - значне зниження кількості помилкових спрацьовувань. Відповідно до результатів, які були отримані за допомогою різних методик, застосування кластеризації з глибокими нейронними мережами дозволяє отримувати набагато точніші результати. Справа в тому, що інші способи мають на увазі ймовірність невірного результату.

Подальші шляхи дослідження полягають в оптимізації розробленого методу для використання на мобільних пристроях і в хмарних сервісах. Важливим напрямком також є інтеграція розробленого підходу в системи автоматичного аналізу та інтерпретації зображень. Що може бути корисним у медичних дослідженнях, системах географічного моніторингу та безпеки.

### **Перелік посилань**

1. Zhang, Y., Li, X. "Recent Advances in Image Segmentation: Techniques, Trends, and Applications." IEEE Transactions on Image Processing, 2021. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9195743>
2. Minaee, S., Boykov, Y., Porikli, F., Plaza, A., Kehtarnavaz, N., Terzopoulos, D. "Image Segmentation Using Deep Learning: A Survey." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2021. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9271694>
3. He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., Girshick, R. "Masked Autoencoders Are Scalable Vision Learners." ResearchGate, 2022. URL: [https://www.researchgate.net/publication/353252838\\_Masked\\_Autoencoders\\_Are\\_Scalable\\_Vision\\_Learners](https://www.researchgate.net/publication/353252838_Masked_Autoencoders_Are_Scalable_Vision_Learners)