

## КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В роботі розглянуто критерії та фактори оцінки методів сегментації. Виділені основні ознаки якісної сегментації та основні види можливих недоліків сегментації різних типів зображень.*

**Ключові слова:** сегментація, оцінка, об'єкт, зображення.

### *Abstract*

*The criteria and factors of evaluation of segmentation methods are considered in the work. The main features of qualitative segmentation and the main types of possible disadvantages of image segmentation of different types of images.*

**Keywords:** segmentation, evaluation, object, image.

### Вступ

З комп'ютерної точки зору, сегментація — це процес розділення цифрового зображення на декілька сегментів (множина пікселів, які часто називають суперпікселями). Мета сегментації полягає у спрощенні і/або зміні представлення зображення для полегшення його аналізу або передачі каналами зв'язку. Сегментацію зображень зазвичай використовують для виділення об'єктів та меж (лінії, криві, і т. д.) на зображеннях. Точніше, сегментація зображень — це процес присвоєння таких міток кожному пікселю зображення, що пікселі з однаковими мітками мають спільні візуальні характеристики [1].

Алгоритми сегментації характеризуються деякими параметрами надійності і достовірності обробки, залежних від того, наскільки повно враховуються додаткові характеристики розподілу яскравості в областях об'єктів або фону, кількість перепадів яскравості, форма об'єктів і ін.

Виділяють два основні підходи до сегментації – пошук однорідних областей і виділення контурних ліній.

Методи кластерного аналізу вимагають визначення міри схожості між еталонами, що дуже непросто, оскільки кластери можуть мати різну форму, розмір, щільність і ступені розділення, а також не виключається наявність шуму в даних. Крім того, чисельна оцінка результатів кластеризації утруднена через суб'єктивність самого поняття кластеризації [2].

Сегментація зображень виконується в різних масштабах у масштабному просторі й іноді поширюється від дрібних масштабів до великих.

Критерій сегментації може бути безпідставно складним і може приймати до уваги як локальні, так і глобальні критерії. Загальна вимога — те, що кожна область повинна бути пов'язана в деякому сенсі [5].

Найпростішою є візуальна оцінка результатів сегментації, при цьому остаточні висновки виявляються досить суб'єктивними. Відомий альтернативний підхід, в якому оцінка якості АСЗ проводиться по кінцевому результату роботи технічної системи, наприклад в системах технічного зору. Проте, даний підхід є якісним, оскільки в цілому задовільні результати роботи технічної системи не завжди означають, що вибирається найкращий АСЗ.

Для кількісної оцінки якості сегментації сьогодні розроблено велику кількість критеріїв. Відомі критерії кількісної оцінки якості сегментації зображень можна розділити на дві групи:

- 1) несупервізорні критерії, що засновані на обчислення різного роду статистик;
- 2) супервізорні критерії, що засновані на вирахованні міри різниці сегментації і істинної форми об'єкту.

Для аналізу було обрано найбільш відомі критерії оцінки якості сегментації, а саме: Number Relation (представляє відношення довжини границі до середньої кількості областей, що виділяються); Area Relation (представляє відношення площі областей до загальної площі областей яка її покриває); FOM-критерій (характеризується відстанню між контурами); Hausdorff-критерій (характеризує відстань між

двома множинами пікселей); Baddeley-критерій (характеризує відстань між 2-ма контурами); Average Distance (означає середнє значення помилки сегментації) та Variance Distance (дисперсія помилки сегментації).

Існує багато мір оцінки відмінностей між двома кластеризаціями  $X_1 = \lambda_{11}, \dots, \lambda_{1k}$  і  $X_2 = \lambda_{21}, \dots, \lambda_{2k}$ , множини  $Y$ . Якщо представити зображення як множину пік селів  $Y$ , а кластеризацію  $X$  як сегментацію, тоді ці заходи можуть застосовуватися для кількісної оцінки різниці між двома сегментаціями, наприклад, отриманим і еталонним розбиттям. Для визначення попарної відстані між кластерами двох кластеризацій  $X_1$  і  $X_2$  множини елементів  $Y$ , розглядаються всі пари елементів  $(y_i, y_j)$ ,  $i \neq j$  із  $Y \times Y$ , що потрапляють під одну з чотирьох категорій:

- в одному і тому ж кластері при обох  $X_1$  і  $X_2$  (загальна кількість таких пар визначається  $N_{11}$ );
- в різних кластерах, як при  $X_1$ , так і при  $X_2$  ( $N_{00}$ );
- в одному кластері при  $X_1$ , але не при  $X_2$  ( $N_{10}$ );
- в одному кластері при  $X_2$ , але не  $X_1$  ( $N_{01}$ ).

Очевидно, виконується

$$N_{11} + N_{00} + N_{10} + N_{01} + n(n-1)/2,$$

де  $n$  - потужність  $Y$ .

Оцінку результатів сегментації доцільно проводити методом метричної подібності на довільних кінцевих розбиттях.

Однією з складнощів кількісної оцінки алгоритмів сегментації зображень є неоднозначність формалізації задачі, з причини відсутності чітких визначень понять складників, областей інтересів і критеріїв оцінки ступеня ефективності алгоритму [4].

В відомій літературі для оцінки методів сегментації пропонуються критерії, що засновані на принципі максимуму апостеріорної інформації (МАР). Але, по-перше, ці критерії більше підходять до оцінки методів кластеризації, по-друге вони досить складні в обчислюванні. В інших джерелах задача сегментації розглядається невідривно від задачі розпізнавання.

Процес сегментації можна охарактеризувати наступними критеріями:

- 1) точність сегментації;
- 2) трудомісткість методу;
- 3) функціональні можливості методу;
- 4) швидкодія або часові витрати;
- 5) коштовність реалізації (програмної або технічної).

Один з найбільш важливих частних критеріїв оцінки методу сегментації зображень є точність сегментації. Критерій точності сегментації повинен вказувати наскільки правильно відбувся процес, тобто наскільки схожі результати реальної сегментації до результатів ідеальної сегментації. Це можна з'ясувати якщо порівняти вихідне бінарне зображення, що утворено людиною в процесі сегментації, та бінарне зображення, що утворено в результаті роботи методу моделювання. В розглянуті деякі підходи до визначення кількісних мір схожості бінарних матриць, а в – напівтонових зображень.

Найкращою та найбільш відомою мірою схожості, або точніше відмінності, між цифровими кодами є хемінгова відстань. Вказано, що з початку ця міра була введена для бінарних кодів, але цілком може бути застосована для будь яких впорядкованих наборів. В якості міри несхожості двох наборів рівної довжини приймається кількість не співпадаючих символів [3].

Відомо, що основні методики сегментування зображень поділяються на суб'єктивні та об'єктивні. Об'єктивні критерії, в свою чергу, можна поділити на системні і прямі. Прямі критерії можуть бути аналітичні або емпіричні. Емпіричні критерії поділяються на контрольовані та неконтрольовані (автоматичні).

Одним з ключових елементів методики порівняльного тестування є критерій оцінки якості сегментування зображення. На теперішній час основні критерії і показники розроблені для двох основних підходів до сегментування зображення:

- 1) розділення зображення контурами на області зі схожими характеристиками (в англійській термінології – edge-based methods (boundary-based, contour-based));
- 2) об'єднання пікселів зображення в групи на основі близькості деяких кількісних ознак (regionbased methods).

Для оцінки результатів роботи методів першої групи використовуються, в основному критерії і показники такі ж самі, що і для детекторів границь. Критерії оцінки якості методів сегментування зображення, що відносяться до другої групи наведені в [6 - 9].

Основними ознаками якісного сегментування є:

- однорідність області по характеристикам (в першу чергу, по кольору та текстурі);
- відмінність значень обраних характеристик для суміжних областей зображення;
- гладкість границь кожного сегменту зображення;
- незначна кількість «дірок» у сегменті.

### Висновки

Розглянуто та проаналізовано основні відомі критерії оцінки роботи методів сегментації. Виділено основні труднощі у виборі вказаних критеріїв.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhang Y. J. A survey on evaluation methods for image segmentation // Pattern Recognition. – Vol. 29, No. 8. – 1996. – P. 1335–1346.
2. Алешин С. В. Распознавание динамических образов: В 2 ч. – М.: Изд-во МГУ. – 1996. – Ч.1. – 97 с.
3. Барталев С. А. Анализ возможностей применения методов сегментации спутниковых изображений для выявления изменений в лесах / С. А. Барталев, Т. С. Ховратович // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. – Т. 8, № 1. – С. 44-62.
4. Кривоносов В. Н., Полякова М. В., Волкова Н. П. Метод текстурной сегментации изображений с применением детектирования // Вестник ХНТУ. – Херсон : ХНТУ, 2019. – Вып. 2 (25). – С. 266 - 270.
5. Рубан І. В. Показники якості сегментування оптико-електронних зображень / І. В. Рубан, В.Г. Худов, Р. Г. Худов // Системи управління, навігації та зв'язку. –Полтава: ПНТУ, 2017. – № 2 (42). – С. 143-146.
6. Захаров А. В., Кольцов П. П., Котович Н. В., Кравченко А. А., Куцаев А. С., Осипов А. С. Некоторые методы сравнительного исследования детекторов границ. Труды НИИСИ РАН, 2012. Том 2. № 1. - С. 4-13.
7. Скорюкова Я. Г. Сегментація біомедичних зображень для оцінювання структурних змін біооб'єктів під час флуоресцентного аналізу / Я. Г. Скорюкова, С. М. Марков, О. М. Чепурна, В. В. Холін // Вісник Хмельницького національного університету (Технічні науки). - 2016. - Volume 237. - issue 1. - P. 7-11.
8. Скорюкова Я. Г. Сегментація зображень об'єктів за ознаками зв'язаності для задач технічного зору / Л. І. Тимченко, Я. Г. Скорюкова, В. О. Тишківська // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, - 2004. - №2 – С. 70-72
9. Сегментація напівтонових зображень: [Монографія] / Я. Г. Скорюкова, А.Л. Железняк, Л.І. Тимченко, О. І. Стасюк, С. М. Марков. – К. : ДЕТУ, 2008. – 144 с.

*Хмарук Сергій Михайлович* — студент групи 2ICT-176, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [fkca.2ict.hsm@gmail.com](mailto:fkca.2ict.hsm@gmail.com);

*Скорюкова Яніна Германівна* — канд. техн. наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [yaninaskorukova@gmail.com](mailto:yaninaskorukova@gmail.com)

*Khmaruk Serhii* — Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [fkca.2ict.hsm@gmail.com](mailto:fkca.2ict.hsm@gmail.com);

*Skoriukova Yanina* — PhD., docent, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [yaninaskorukova@gmail.com](mailto:yaninaskorukova@gmail.com)