

УДК 658.012:681.32:621.38

Л. І. Тимченко

(доктор технічних наук, професор, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ)

Ю. В. Майстренко

(аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ)

М. М. Галушко

(аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ)

РОЗРОБКА МЕТОДУ БАГАТОРІВНЕВОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Виділені основні ознаки якісного сегментування та основні види можливих недоліків сегментування зображень, що отримані з оптико-електронних пристроїв. Проведено аналіз відомих методів сегментування зображень. Досліджена розробка методу багаторівневої сегментації з урахуванням специфіки формування зображення в оптико-електронних системах.

***Ключові слова:** оптико-електронне зображення, сегментація, градієнт, кластеризація, параметри зображення.*

Вступ. Відомо, що в теперішній час при вирішенні багатьох завдань використовуються зображення, що отримані системами оптико-електронного діагностування [1 – 3]. Для якісної обробки оптико-електронного зображення необхідно розбити його на елементи, тобто провести сегментування зображення. Задача сегментування у переважній більшості випадків визначається потребою виокремити об'єкт чи об'єкти на зображенні, причому в більшості випадків сегментування зображення проводиться в автоматичному режимі [4 – 6]. При використанні відомих методів сегментування зображення не завжди вдається забезпечити стійкість методів сегментування до варіацій різних параметрів зображення. Мета статті – надати якісний аналіз розробки методу багаторівневої сегментації зображень, отриманих з оптико-електронних пристроїв.

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. У теперішній час не існує загальної теорії сегментування зображень систем оптико-електронного діагностування, яка дозволяє отримати вичерпні рекомендації щодо оптимальному вибору методу сегментування та набору вхідних даних [7]. Виділяють такі ознаки якісного сегментування [8]: - однорідність області по характеристикам (в першу чергу, по кольору та текстурі); - відмінність значень обраних характеристик для

DOI: 10.32703/2617-9040-2019-34-2-4

суміжних областей зображення; - гладкість границь кожного сегменту зображення; - незначна кількість «дірок» у сегменті. Враховуючи перераховане вище, витікають три основні види можливих недоліків сегментування зображень оптикоелектронних пристроїв діагностування[9]: - неправильне сегментування, коли контури розподілу не співпадають з границями об'єктів на зображенні; - пересегментування, коли має місце збільшений розподіл зображення на області; - недосегментування, коли має місце недостатній розподіл зображення на області.

Мета і завдання дослідження. Як відомо результатом сегментації зображення є множина сегментів, які разом покривають все зображення, або множина контурів, виділених з зображення. Всі пікселі в сегменті схожі за деякою характеристикою або за визначеною властивістю, наприклад колір, яскравість або текстура. Сусідні сегменти істотно відрізняються за цими характеристиками. Отже мета даної роботи розкрити метод багаторівневої сегментації для вдосконалення процесу сегментації та подальшої інтеграції його в різних сферах діяльності.

Матеріали та методи дослідження. Досліджувана в роботі попередня обробка містить наступні операції. Вихідне двовимірне півтонове зображення подається матрицею інтенсивності відліків

$A = [a_{ij}]$ де $i = 1 \div N$, $j = 1 \div M$ $M \times N$ – розмір вихідного зображення.

Для кожного рядка і для кожного стовпчика матриці A знаходиться середнє значення інтенсивності:

$$\bar{a} = \frac{1}{NM} \sum_{ij} a_{ij} . \quad (1.1)$$

Потім визначаються масиви різниць елементу з середнім значенням зображення (або його фрагменту), в якому знаходиться елемент зображення:

$$R_{ij} = a_{ij} - \bar{a} . \quad (1.2)$$

Для препарування вихідного зображення отримані різниці дорівнюють з порогом δ , тобто

$$q_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } R_{ij} > \delta \\ -1, & \text{якщо } R_{ij} < -\delta \\ 0, & \text{якщо } |R_{ij}| \leq \delta \end{cases} . \quad (1.3)$$

Поріг δ вибирається з умови:

$$N_t^{(1)} \cdot N_t^{(-1)} \cdot N_t^{(0)} = \text{Max} , \quad (1.4)$$

де $N_t^{(1)}$, $N_t^{(-1)}$, $N_t^{(0)}$ – кількості одиничних, мінус одиничних і нульових препаратів при кожному порозі t .

У результаті формується матриця $Q = [q_{ij}]$.

Для виділення ознак визначаються значення зв'язностей препаратів в отриманих матрицях окремо для нульових, одиничних і мінус одиничних препаратів. Так здійснюється сегментація препаратів за значеннями їх зв'язностей.

Знаходиться значення загальної зв'язності для всього препаративаного зображення.

Спектр зв'язності зображення (аналог Q - спектра) розмірністю $M \times N$ визначається як

$$W = \sum_{v=1}^8 \sum_{i,j}^{N,M} q_{i,j}^v, \quad (1.5)$$

де $q_{i,j}^v$ – елемент зображення з координатами i,j і зв'язністю V .

Значення $q_{i,j}^v$ знаходиться таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{ij} = q_{i-1,j-1} \Rightarrow v_1=1 \\ q_{ij} = q_{i-1,j} \Rightarrow v_2=v_1+1 \\ q_{ij} = q_{i,j-1} \Rightarrow v_3=v_2+1 \\ q_{ij} = q_{i,j+1} \Rightarrow v_4=v_3+1 \\ q_{ij} = q_{i+1,j} \Rightarrow v_5=v_4+1 \\ q_{ij} = q_{i+1,j-1} \Rightarrow v_6=v_5+1 \\ q_{ij} = q_{i-1,j+1} \Rightarrow v_7=v_6+1 \\ q_{ij} = q_{i+1,j+1} \Rightarrow v_8=v_7+1 \end{array} \right.$$

Для компактного опису півтонових зображень простішим методом є метод узагальненого контурного препаративання. Цей метод заснований на перетворенні багатоградацийних по інтенсивності зображень у двохградацийне зображення за допомогою формування узагальнених контурів. Такий метод перетворення багатоградацийних зображень у двохградацийне, в порівнянні з іншими застосовуваними методами, забезпечує більшу точність формування взаємної кореляційної функції через більший ступінь зберігання інформативності і виконання умов нормування і центрування для перетворення корельованих зображень: рівності середніх інтенсивностей, рівності діапазонів інтенсивностей і їх однакової центрівки щодо середньої інтенсивності.

Сутність методу полягає у виявленні перепадів інтенсивності між відліками півтонового зображення, формуванні дворівневих сигналів виявлення в сукупність контурних препаратів зображення.

Модифікуємо даний метод стосовно до зображень, ввівши з цією метою рекурсивну процедуру узагальненого контурного препаративання. Для формування бінаризованих препаратів скористаємось процедурою (1.1) формування додатних, від'ємних і нульових препаратів. В результаті одержимо трьохрівневе бінаризоване подання зображення. Для самих темних градацій сірого зображення робимо

подати досліджуване зображення відповідними контурними препаратами на k рівнях сегментації.

Опис методу рекурсивного узагальнено-контурного препарування.

Використовуючи критеріальну систему виду (1.6), метод рекурсивного узагальнено-контурного препарування в загальному випадку можна описати наступним чином. На першому рівні сегментації ($k=1$), шляхом перебору всіх рівнів сірого t , визначаємо таке значення t , при якому $N_{t1}^{(0)} \times N_{t1}^{(-1)} \times N_{t1}^{(1)} = Max$. На довільному k -ому рівні, також шляхом перебору всіх рівнів сірого t , визначаємо таке значення t , при якому $N_{ik}^{(0)} \times N_{ik}^{(-1)} \times N_{ik}^{(1)} = Max$. Отже, на кожному рівні сегментації, використовуючи критеріальну систему виду (1.6), обчислюється 45

своє значення порогу. Цим досягається якість *адаптивності* методу рекурсивного узагальнено-контурного препарування, тобто для кожного нового зображення, що формується, *обчислюється* визначений поріг, який обумовлений розподілом в ньому півтонів по шкалі сірого.

Таким чином, операція рекурсивного узагальнено-контурного препарування полягає в послідовному формуванні областей (сегментів) зображення з від'ємними(додатними) препаратами, які відповідають сегментам з менш (більш) темними градаціями сірого. Таке послідовне формування сегментів зображення - це не що інше як багаторівневий процес сегментації областей зображення з від'ємним (додатним) розподілом контурних препаратів.

Висновки. Як впливає з опису алгоритму багаторівневої сегментації для його реалізації необхідні такі операції. Це - визначення яскравості пікселів, середнього їх значення, а також їх різниць. Крім того, необхідна операція порівняння – “більше”, “менше”, “дорівнює” різниць яскравостей з фіксованим значенням порогу і операція маскування (зсуву) у випадку обробки зображення шляхом його сканування еталонним масочним зображенням. Потім потрібні операція підсумовування для обчислення кількості додатних, від'ємних і нульових препаратів і операція обчислення максимуму їх добутку.

Як очевидно з перерахованих операцій для реалізації запропонованих методів не використовуються трудомісткі і повільні обчислювальні операції, які властиві, наприклад, ортогональним перетворенням. Це робить перспективним застосування даного підходу для мультимедійної обробки зображень в реальному масштабі часу з наступною їх класифікацією.

ЛІТЕРАТУРА

1. A new sectioning method for classification of optical objects based on PLD / M. Petrovskiy, L. Tymchenko, N. Kokryatskaya, [et al.]. Journal of Computer Vision and Image Processing. 2012. Vol. 2, №1. PP. 33-51. ISSN 2160-3898.
2. Методи покращення якості візуалізації біомедичних зо-бражень. / С. В. Павлов, Д. В. Вовкотруб, Р. Ю. Довголюк, Хані Аль-Зубі. XXXV міжнародна науково-практична конференція «Застосування лазерів в медицині і біології» 25-28 травня 2011 р. тези доповідей. Харків. ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. с. 219-221.
3. Інформаційні технології підвищення якості біомедичних зображень / С. В. Павлов, Д. В. Вовкотруб, Р. Ю. Довголюк, Х. Аль-Зубі. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2011. – №2. 41-48с.
4. Властивості слабких операцій в теорії нечітких множин / Б. І. Мокін, В. В. Камінський, С. Ш. Каців / Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2001. № 5. с. 106-113.

5. Методы компьютерной обработки изображений / Под. ред. В.А. Сойфера. 2-е изд., испр. М.: Физмалит, 2003. 784 с.
6. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
7. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. М.: Техносфера, 2007. 584 с.
8. Digital Image Processing for Medical Applications / Geoff Dougherty. 2009. 462с.
9. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB/ Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. М.: Техно-сфера, 2006. 616 с.
10. Perspective rectangle detection. In Workshop on Applications of Computer Vision at ECCV'2006. Shaw D, Barnes N. 2006.
11. Efficient graph-based image segmentation. Felzenszwalb P. F. Huttenlocher D. P. 2004.
12. Computer Vision: Algorithms and Applications. Richard Szeliski. (2010). «Springer». 286-300
13. The particle swarm – explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space. Clerc M., Kennedy J. IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2012. №6 (1). 58–73.
14. Сегментация изображения на основе его описания в виде графа., Искусственный интеллект. Агарков А.В. 2010. №3. с. 274-282.
15. Сегментация изображений кластерным методом и алгоритмом случайных скачков: сравнительный анализ. Миронов Б.М., Малов А.Н., Компьютерная оптика. 2010. Т. 34, № 1. С. 132–137.

REFERENCES

1. Petrovskiy M. Tymchenko L. Kokryatskaya N. (2012). A new sectioning method for classification of optical objects based on PLD. Computer Vision and Image Processing. 33-51.
2. Pavlov S. Vovkotrub D. Dovgolyuk R. Hani Al-Zubi. (2011). Methods of improving the quality of imaging of biomedical images. XXVV International Scientific and Practical Conference. "Application of Lasers in Medicine and Biology". 219-221. [in Ukrainian].
3. Pavlov S. Vovkotrub D. Dovgolyuk R. Al-Zubi H. (2011). Information technologies for improving the quality of biomedical images. 41-48. [in Ukrainian].
4. Mokin B. Kaminsky V. Katsiv S. (2001). Properties of weak operations in fuzzy set theory. Visnyk Vinnits. Polytechnics. 106-113. [in Ukrainian].
5. Soifer V. (2003). Methods of computer image processing. Physmalit. 784. [in Russian].
6. Gonzales R. Woods R. (2005). Digital image processing . Technosphere. 1071-1072. [in Russian].
7. Yane B.(2007) Digital image processing. Technosphere. 584.
8. Dougherty G. (2009). Digital Image Processing for Medical Applications. Geoff Dougherty. 462.
9. Gonzalez R. Woods R. Eddins S. (2006). Digital image processing in MATLAB. Technosphere. 616.
10. Shaw D. and Barnes N. (2006). Perspective rectangle detection. In Workshop on Applications of Computer Vision at ECCV'2006.
11. Felzenszwalb P. F. and Huttenlocher D. P. (2004). Efficient graph-based image segmentation.
12. Richard Szeliski. (2010). Computer Vision: Algorithms and Applications. - «Springer». 286-300
13. Clerc M., Kennedy J. (2012). The particle swarm – explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. №6 (1). 58–73.
14. Agarkov A. (2010). Image segmentation based on its description in the form of a graph. Artificial Intelligence. - No.3. 274-282. [in Russian].
15. Mironov V. Malov A. (2010). Image segmentation using the cluster method and random jump algorithm. comparative analysis // Computer Optics. V. 34. No.1. 132–137. [in Russian].

Л. И. Тимченко

(доктор технических наук, профессор, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев)

Ю. В. Майстренко

(аспирант, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев)

М. М. Галушко

(аспирант, Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев)

РАЗРАБОКА МЕТОДА МНОГОУРОВНЕВОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Выделены основные признаки качественного сегментирования и основные виды возможных недостатков сегментации изображений, полученных с оптико-электронных устройств. Проведен анализ известных методов сегментации изображений. Исследована разработка метода многоуровневой сегментации с учетом специфики формирования изображения в оптико-электронных системах.

Ключевые слова: оптико-электронное изображение, сегментация, градиент, кластеризация, параметры изображения.

L. Tymchenko

(Doctor of Technical Sciences, Professor, State University of Infrastructure and Technology, Kiev)

Y. Maistrenko

(Postgraduate Student, State University of Infrastructure and Technology, Kyiv) M. Halushko

(Postgraduate Student, State University of Infrastructure and Technology, Kyiv)

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF MULTI-LEVEL SEGMENTATION OF IMAGES

As the description of the multilevel segmentation algorithm implies, the following operations are required for its implementation. This is to determine the brightness of the pixels, their average value, and their differences. In addition, a comparison operation is required: "greater", "less", "equal" to the difference of brightness with a fixed threshold value and the operation of masking (shift) in the case of image processing by scanning it with a standard mask image. Then a summation operation is required to calculate the number of positive, negative and null drugs and the operation of calculating the maximum of their product.

As is evident from the above operations, the laborious and slow computational operations inherent in, for example, orthogonal transformations are not used to implement the proposed methods. This makes it promising to apply this approach to realtime multimedia image processing, followed by their classification.

Keywords: optical-electronic image, segmentation, gradient, clustering, image parameters.