

УДК 004.272.2+004.932

Ілля Кожух, Руслан Тушницький

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

РОЗПАРАЛЕЛЕНІ АЛГОРИТМИ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Ilya Kozhukh, Ruslan Tushnytskyi

PARALLEL ALGORITHMS FOR IMAGE SEGMENTATION

Сегментація є одним з процесів обробки зображень, що знаходить своє застосування у різних галузях науки – інформатиці, електротехніці, медицині, криміналістиці, топографії, астрономії. Завданням сегментації є розбиття зображення на деяку кількість частин – сегментів, що часто є одним з перших етапів обробки.

На даний час для сегментації зображень розроблено ряд алгоритмів з використанням різних математичних підходів, таких як аналіз гістограми [1], кластеризація [2], виділення границь [3], розріз графа [4] та ін.

Різні алгоритми дають змогу підвищити якість чи швидкодію сегментації, а також адаптувати сегментацію до конкретної галузі.

Практичне використання алгоритмів сегментації має зміст для великого об'єму даних, причому такі алгоритми є досить ресурсоемкими. Тому виникає задача розробки методів для підвищення їх швидкодії.

Такі властивості пікселів, як схожість операцій над ними та незалежність їх обробки, дають змогу розпаралелити роботу. В свою чергу, це робить корисним використання графічного процесора, який призначений саме для таких задач.

Існуючі паралельні алгоритми [5-8], що використовують технологію NVIDIA CUDA для роботи з графічним процесором, також базуються на різних підходах до сегментації. Тому виникає додаткова задача – їх практичне порівняння в однакових умовах.

На основі аналізу підходів до сегментації обрано два з них – аналіз гістограми і кластеризацію, як досить якісні і такі, що теоретично можуть дати вигоду у швидкодії. Для кожного з них розроблено послідовний і паралельний алгоритми для проведення досліджень.

Для ефективного і різнобічного порівняння алгоритмів розроблено програмний засіб, що працює у чотирьох режимах: інтерактивна сегментація, групова сегментація, порівняння якості, порівняння швидкодії.

Під якістю алгоритмів розуміємо ступінь відповідності сегментів реальним об'єктам. Тому оцінювання якості є суб'єктивним і базується на візуальному порівнянні сегментованих зображень.

Основна увага дослідження приділена швидкодії, зокрема приросту швидкодії паралельних алгоритмів у порівнянні з послідовними. Під швидкодією алгоритмів розуміємо час сегментації одного і того ж набору зображень. Обчислення часу роботи здійснено із врахуванням всіх операцій, включно з передачею даних [9] внутрішніми засобами технології CUDA.

За допомогою розробленого програмного засобу виявлено ряд особливостей роботи алгоритмів.

Аналіз гістограми дає якісніші результати при виділенні малої кількості сегментів, аніж багатьох, а також досить якісно обробляє комп'ютерну графіку. Недоліками методу є виділення шуму, а також низька чіткість меж сегментів.

Кластеризація, навпаки, краще працює з великою кількістю сегментів, їх межі є порівняно чіткішими. Її недоліком є схильність до розбиття однотонних об'єктів.

Час роботи обох версій алгоритмів аналізу гістограми в усіх дослідках виявився суттєво меншим за час кластеризації, порядку 4–18 раз без врахування операцій з файлами. Крім того, аналіз гістограми є незалежним від вмісту зображення і час його роботи є стабільним, а час роботи кластеризації сильно коливається в залежності від вмісту.

Приріст швидкодії під час розпаралелення аналізу гістограми є незначний – порядку 1–1.3 разів; під час розпаралелення кластеризації приріст є суттєвим, і навіть з врахуванням всіх операцій з файлами досягає 5 раз. Крім цього, в умовах багаторазової обробки одного зображення він є значно більшим – від 14 до 100 разів.

Проведені дослідження підтвердили особливості щодо якості алгоритмів, зокрема більшу ефективність аналізу гістограми для виділення фону та об'єкту, вищу чіткість меж сегментів при кластеризації.

Алгоритм аналізу гістограми є дуже швидким і його розпаралелення не приносить для користувача відчутного ефекту. Алгоритм кластеризації є значно повільнішим, однак ефективно розпаралелюється з багатократним приростом швидкодії.

Результати можуть бути корисні для розробників програмного забезпечення та науковців, що працюють в галузі сегментації зображень та розпаралелення алгоритмів.

Література

1. F. Kurugollu, B. Sankur, A. Harmanci. Color image segmentation using histogram multithresholding and fusion // *Image and Vision Computing*, Vol. 19, Issue 13. – 2001. – P. 915-928.
2. A. Z. Chitade, S. K. Katiyar. Colour based image segmentation using k-means clustering // *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 2, Issue 10. – 2010. – P. 5319-5325.
3. H. Wang, J. Oliensis. Generalizing edge detection to contour detection for image segmentation // *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 114, Issue 7. – 2010. – P. 731-744.
4. P. F. Felzenszwalb, D. P. Huttenlocher. Efficient graph-based image segmentation // *International Journal of Computer Vision*, Vol. 59, Issue 2. – 2004. – P. 167-181.
5. R. Shams, R. A. Kennedy. Efficient histogram algorithms for NVIDIA CUDA compatible devices. – *ICSPCS, Gold Coast, 2007*. – P. 418-422.
6. R. Farivar, D. Rebodello, et al. A parallel implementation of k-means clustering. – *PDPTA, Las Vegas, 2008*. – P. 340-345.
7. B. Catanzaro, B. Y. Su, et al. Efficient, high-quality image contour detection. – *IEEE International Conference on Computer Vision, Kyoto, 2010*. – P. 2381-2388.
8. V. Vineeth, P. J. Narayanan. CUDA cuts: Fast graph cuts on the GPU. – *Workshop on Visual Computer Vision on GPUs, Anchorage, 2008*. – P. 1-8.
9. C. Gregg, K. Hazelwood. Where is the data? Why you cannot debate CPU vs. GPU performance without the answer. – *ISPASS, Austin, 2011*. – P. 134-144.