СЕГМЕНТАЦІЯ НЕЧІТКИХ ТАК АДГЕЗИВНИХ КЛІТИН ГРУНТОВАНА НА МІНІМАЛЬНОМУ КІСТЯКОВОМУ ДЕРЕВІ ТА ВИЯВЛЕННІ УВІГНУТИХ ТОЧОК

Бакараєв І.С.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Кобилін О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Інформатики, тел. (057) 702-14-19)
e-mail: illia.bakaraiev@nure.ua

The task of medical image segmentation has a wide range of applications in the field of medical research, such as clinical diagnostics, pathological analysis, surgical planning, computer surgery, and so on. In recent years, the global incidence of cancer is increasing, and early detection of cancer is particularly important. Accurate segmentation is an important part of computerized image analysis of blood cells. And the image of blood cells has characteristics of contact of cells, frequent strong adhesion, various sizes of cells, fuzzy border of cells and so on. It is difficult to accurately segment them. In particular, it has become a hot and complex topic for learning how to extract the cell area and achieve good segmentation of cell adhesion on a complex background.

Розпізнавання клітинної адгезії - важлива проблема сучасних медичних аналізів крові, які є важливою частиною діагностики раку крові.

Метод, заснований на модифікації стандартного методу графів і мінімального кістякового дерева, є дуже ефективним методом виокремлення клітин із загального фону. Модифікація даного методу полягає в поліпшенні ваги ребер графа і порогової функції.

Поділ клітинних утворень на окремі клітини здійснюється методом виявлення увігнутих точок, виявлення координат ядер окремих клітин і подальшої побудови відсутніх кордонів.

Найважливішим параметром у визначенні клітинної адгезії є коефіцієнт форми, що визначається за формулою:

$$PE = \frac{4\pi A}{C^2},$$

де C - довжина кола об'єкта, а A - його площа.

Складність форми об'єкта обернено пропорційна величині коефіцієнта форми, так для одиниці форм-фактором є коло - найпростіша форма, безальтернативно належить одиночним клітинам. Коли клітини злипаються і утворюють множинні освіти, їх коефіцієнт форми буде прагнути до нуля, сигналізуючи про наявність адгезії.

Граничний коефіцієнт визначається експериментальним шляхом, і в середньому становить близько 0,5, всі об'єкти з коефіцієнтом нижче є множинними утвореннями з злиплих клітин.

Клітинні утворення діляться на три типи - паралельні, послідовні і змішані. Їх розрізняють по співвідношенню кількості клітинних ядер і

кількості увігнутих точок. Виявлення увігнутих точок відбувається за допомогою алгоритму, що аналізує відсоток потрапляючих за межі фігури пікселів між точками і складаючих перелік локальних увігнутих точок, за якими в результаті знаходяться основні увігнуті точки - точки з найбільшим параметром утоплення в тіло об'єкта.

Кількість клітин в з'єднанні дорівнює кількості знайдених за координатами клітинних ядер.

Для послідовних клітинних з'єднань співвідношення кількості увігнутих точок до кількості ядер дорівнює

$$A = 2M - 2,$$

де A - кількість клітин, а M - кількість увігнутих точок.

Для паралельних з'єднань співвідношення дорівнює:

$$A = M.$$

Поділ клітинних об'єднань здійснюється в залежності від їх форм-фактора, і грунтується на розрахунку найближчих до клітинного ядра увігнутих точок об'єкта.

Для послідовних клітинних об’єднань алгоритм спочатку знаходить дві рівновіддалені від двох сусідніх ядер точки, а потім утворює клітинний кордон базуючись цими точками.

Для паралельних об’єднань кордони утворюються від вогнутих точок до умовного центру клітинного об’єднаня.

Експерименти дали зрозуміти, що алгоритм в змозі ефективно розділяти дотичні клітинні осередки. Результат сегментації стабільний і контрольований, кількість втрат виявлених клітин становить менше 1% від загальної кількості.

Список використаних джерел:

1. Song Y. et al. Accurate segmentation of cervical cytoplasm and nuclei based on multiscale convolutional network and graph partitioning //IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 2015. – Т. 62. – №. 10. – С. 2421-2433.

2. Li, Gang, et al. "Segmentation of touching cell nuclei using gradient flow tracking." *Journal of Microscopy* 231.1 (2008): 47-58.

3. Al-Kofahi, Yousef, et al. "Improved automatic detection and segmentation of cell nuclei in histopathology images." *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 57.4 (2010): 841-852.

4. Ulle, Anand Raj, T. N. Nagabushan, and Vijaya Basavaraj. "Clump splitting in Histopathological images based on concave points." *2015 International Conference on Cognitive Computing and Information Processing (CCIP)*. IEEE, 2015.

5. Fabijańska, Anna, and Jarosław Gocławski. "New accelerated graph-based method of image segmentation applying minimum spanning tree." *IET Image Processing* 8.4 (2014): 239-251.