

Юрій САМОХІН, аспірант

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна, e-mail: yurii.samokhin@nure.ua

АСПЕКТИ СЕГМЕНТАЦІЇ КРІОМІКРОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Анотація. Сегментація кріомікроскопічних зображень є важливим етапом аналізу зразків біологічних об'єктів. Дана робота присвячена огляду та порівнянню різних методів сегментації, які використовуються в кріомікроскопії. Більшість методів сегментації використовуються для виділення об'єктів на зображенні та їх подальшого аналізу. Деякі методи використовують геометричні характеристики, такі як форма та розмір об'єктів, щоб відрізнити їх від фону, тоді як інші методи використовують інформацію про текстуру та яскравість для сегментації.

Ключові слова: сегментація, кріомікроскопічні зображення, обробка зображень, кріомікроскопія.

Актуальність дослідження. Робота присвячена сегментації кріомікроскопічних зображень, що є актуальною темою для сучасної кріобіології [1]. Метод дозволяє отримувати високоякісні зображення біомолекул та їх комплексів при низьких температурах, що забезпечує збереження їх структури та функціональності [2].

Дослідження сегментації кріомікроскопічних зображень має велике значення для біологічної науки та медицини. Кріомікроскопія є однією з найбільш потужних методів дослідження клітинних структур [3, 4]. Однак, інтерпретація отриманих зображень є складною задачею через високу ступінь змішування зображення об'єкта з фоном та різними шумами [5]. Сегментація є ключовим кроком для автоматичного аналізу та інтерпретації цифрових зображень [6]. Вона дозволяє виділити об'єкти на мікроскопічному зображенні, знайти їхні межі, розміри та форму [6, 7]. Це допомагає дослідникам отримати більш точні та повні дані для подальшого аналізу [8, 9]. Це ключовий етап перетворення кріомікроскопічних зображень у сегментацію, яка дозволяє виділити об'єкти інтересу та проводити їх подальший аналіз. У зв'язку з тим, що зображення отримується при низьких температурах, виникає додаткова проблема з виникненням шумів та артефактів, які можуть ускладнити процес сегментації [4, 5].

Метою дослідження є сегментації кріомікроскопічних зображень є розробка та вдосконалення методів автоматичної обробки зображень з ціллю визначення меж клітин та їх структур.

Основні матеріали дослідження. В роботі використовувались цифрові зображення кріомікроскопічних препаратів з розрізненням 5мП, які отримувались методом оптичної мікроскопії (мікроскоп ZEISS PrimoStar з кріомікроскопічним обладнанням) при різних кріопротоколах та оптичних збільшеннях. Оскільки кріомікроскопія дає можливість отримувати зображення клітин та їх органел з високою роздільною здатністю, то сегментація таких зображень може бути використана для дослідження структури клітин та їх взаємодії з довкіллям. Крім того, результати дослідження можуть бути корисні для біологічних досліджень, таких як дослідження дії лікарських засобів на клітини та вивчення механізмів захисту клітин від різних шкідливих факторів. Сегментація кріомікроскопічних зображень полягає в розробці та застосуванні алгоритмів комп'ютерної обробки зображень, що дозволяють автоматично виділяти окремі структури на зображеннях, отриманих за допомогою кріомікроскопії. Такі алгоритми мають застосування у біології, медицині та матеріалознавстві, де точність та швидкість обробки великої кількості зображень є важливими факторами для досягнення максимальної ефективності досліджень [10, 11]. Основна мета полягає в поліпшенні якості та швидкості сегментації зображень, що дозволить більш точно та ефективно досліджувати структури на макрорівні [12, 13]. У роботі розглядаються проблеми сегментації кріомікроскопічних зображень та методи, що використовуються для їх вирішення. Зокрема, увага буде приділена таким методам, як морфологічна обробка, використання нейронних мереж та методи групування пікселів [13, 14].

Також розглянемо питання валідації результатів сегментації та оцінки їх якості [15, 16]. Для цього будуть використовувати метрики, які базуються на порівнянні результатів сегментації з референсними даними. Доцільно також розглядати телемедичні сервіси для передавання або вхідних, або вже сегментованих зображень для послідуочого аналізу [17].

Висновок

Сегментація є одним з найбільш важливим етапом перетворення кроїмікроскопічних зображень [18, 19]. Від етапу сегментації залежить ефективність всього наступного конвеєра аналізу зображень. Перспективою роботи є обґрунтований вибір найбільш ефективних методів для сегментації кріомікроскопічних зображень на основі порівняння результатів відомих методів, зокрема при обробці зображень в динаміці. Для того необхідно визначити чіткі критерії якості сегментації і визначити найбільш ефективні підходи.

Література

1. Tymkovych M.Y. Multiscale quantitative analysis of microscopic images of ice crystals / M.Y. Tymkovych, O.G. Avrunin, O. Gryshkov, K.G. Selivanova, V. Mutsenko, B. Glasmacher // 46 th ESAO Congress. The International Journal of Artificial Organs. Hannover, Germany.– 2019.– Vol.42, N 8.– P. 429.
2. Gryshkov O. Optimal cryopreservation yields intact alginate microspheres and high cell viability after thawing/Oleksandr Gryshkov, Maksym Tymkovych, Tim Rittinghaus, Oleg Avrunin, Birgit Glasmacher//Cryobiology. – Vol. 85. – P. 178.
3. Gryshkov O. Advances in cryopreservation of alginate-encapsulated stem cells and analysis of cryopreservation outcome // Oleksandr Gryshkov, Vitalii Mutsenko, Maksym Tymkovych, Dmytro Tarusin, Vera Sirotinskaya, Ido Braslavsky, Oleg Avrunin, Birgit Glasmacher// Cryobiology. – Vol. 85. – P. 156.
4. Prykhodko M.V. Image processing for automated microscopic analysis of ice recrystallization process during isothermal annealing / M.V. Prykhodko, M.Y. Tymkovych, O.G. Avrunin, V.V. Mutsenko, O. Gryshkov, B. Glasmacher // Int J Bioelectromagnetism. – 2018. – Vol. 20(1). – P. 72–75.
5. Tymkovych M., Gryshkov O., Selivanova K., Mutsenko V., Avrunin O., Glasmacher B.. Application of Artificial Neural Networks for Analysis of Ice Recrystallization Process for Cryopreservation, IFMBE Proceedings, 80 (2021), 102-111. doi:10.1007/978-3-030-64610-3
6. Аврунин О.Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О.Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46–52.
7. Самохін Ю. В. Алгоритми проходження контуру на кріомікроскопічних зображень / Ю. В. Самохін // Тематична конференція «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радиоелектроніка та молодь в ХХІ столітті». Зб. матеріалів конференції. Т. 1. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – С. 86-87.
8. Шамраева, Е.О. Выбор метода сегментации костных структур на томографических изображениях /Е.О. Шамраева, О.Г. Аврунин // Бионика интеллекта: информация, язык, интеллект.– 2006.– № 2 (65). – С.83–87.
9. Аврунин О.Г., Шамраева Е.О. Реконструкция объемных моделей черепа и имплантата по томографическим снимкам // Системы обработки информации: зб. наук. пр. – Х.: ХУПС, 2007. – Вып. 9 (67). – С. 137–140.
10. Шамраева Е.О, Аврунин О.Г. Построение моделей черепных имплантов по рентгенографическим данным // Прикладная радиоэлектроника.– 2005.– Т4, С. 441–443.
11. Avrunin O, Tymkovych M, Drauil J. Automatized technique for threedimensional reconstruction of cranial implant based on symmetry, Proceedings of the Information Technologies in Innovation Business Conference (ITIB). 2015. p. 39–42
12. Тымкович М.Ю. Использование DICOM-изображений в медицинских системах / М.Ю. Тымкович, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец // Техн. электродинамика: Тематич. вып. – 2012. – Т.4. – С. 178–183
13. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедицини зображень / С. Ю.Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей ХХХ міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 902.
14. Tymkovych M, Gryshkov O, Avrunin O, Selivanova K, Nosova Y, Mutsenko V, et all. Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal

Cavity. In: Jarm T, Cvetkoska A, Mahnic-Kalamiza S, Miklavcic D. (eds) 8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings, vol. 80. Springer, Cham.

15. Щапов, П. Ф. Повышение достоверности контроля и диагностики объектов в условиях неопределенности: монография / П.Ф. Щапов, О.Г. Аврунин. Харьков : ХНАДУ, 2011. 192 с.

16. Аврунин О.Г. Метод цитологической верификации в ринологии / О.Г. Аврунин, Хушам Фарук, Я.В. Носова // Международная научная конференция MicroCAD: Секция №15 – Застосування комп'ютерних технологій для вирішення наукових і соціальних проблем у медицині – НТУ «ХПИ», 2016. – С. 19.

17. Kolisnyk, K., Deineko, D., Sokol, T., Kutsevlyak, S., Avrunin, O.: Application of modern internet technologies in telemedicine screening of patient conditions. In: 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), pp. 459–464. IEEE (2019).

18. Батько Ю.М. Комп'ютерна система аналізу біомедичних зображень / О. М. Березький, Ю. М. Батько, Г. М. Мельник // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – 2009. – № 650. – С. 11–18.

19. Боєчко-Немовча А. О. Можливості автоматизованої сегментації клітинних елементів у риноцитографії / А. О. Боєчко-Немовча // Youth Pharmacy Science : матеріали III Всеукраїнської науковопрактичної конференції з міжнародною участю (7-8 грудня 2022 р., м. Харків). – Харків : НФаУ, 2022. – С. 294–296.