УДК 004.932.2

АЛГОРИТМИ ДЕТЕКЦІЇ МІКРООБ'ЄКТІВ ГІСТОЛОГІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Вальків В.Д., Дудкіна Н.Ю.
Тернопільський національний економічний університет, студенти

Вступ

Діагностування ракових захворювань сьогодні вимагає гістопатологічного дослідження, тобто дослідження пошкоджених тканин людини по гістологічних зображеннях (ГЗ). Об'єкт гістології – тканини – є топологічно і функціонально зв'язані клітинні системи і їх похідні, з яких утворені органи. Мікрооб'єкти на ГЗ це клітини, що складаються з ядра, оточеного цитоплазмою. Різні класи клітин або стани однієї клітини можуть відрізнятися як наявністю цитоплазми взагалі, так і формою та кількістю ядер. Структурами на ГЗ є складні об'єкти, що утворені клітинами: шари клітин, стінки судин, залози та ін. Мікрооб'єкти на ГЗ самі можна розглядати як системи утворені із частин. З точки зору розпізнавання між однорідними сегментами, що відповідають окремим мікрооб'єктам, існують топологічні та інші зв'язки або відношення. Розглядають відношення сусідства, рід-вид, частина-ціле та ін. Сучасні технології аналізу ГЗ [1-3] направлені на детекцію та аналіз окремих мікрооб'єктів, що робить актуальним розроблення алгоритмічного забезпечення для оцінки стану складних об'єктів.

Інформаційна технологія опрацювання гістологічних зображень

Інформаційна технологія – це системно-організована послідовність операцій, що виконуються над інформацією з використанням засобів і методів автоматизації [2, 3]. Операціями є елементарні дії над інформацією. Інформаційна технологія опрацювання зображення розглядається як послідовність операцій по його перетворенню у потрібну форму.

Хоча сама технологія [6] залежить від виду вирішуваної задачі вона завжди містить операції попередньої обробки для покращення зображення, операції отримання формалізованого представлення зображення (бінаризація, виділення контурів, областей із заданими характеристиками та примітивів та ін.). Узагальнену діаграму [6] технології оброблення ГЗ в системах автоматизованої мікроскопії (САМ) можна представити послідовністю операцій показаною на рисунку 1. Слід відмітити, що різні системи залежно від рівня складності містять не всі перелічені операції.

Отримання цифрового зображення виконується з допомогою цифрового мікроскопа, фотокамери або слайд-сканера. Операція попереднього оброблення застосовується для усунення дефектів, покращення якості, корекції яскравості та ін. Наступним кроком є детекція простих мікрооб'єктів (клітин) з допомогою різних алгоритмів сегментації в ручному або автоматизованому режимах. Після виділення мікрооб'єктів обов'язковим етапом є обчислення їх геометричних ознак які використовуються для статистичного аналізу. Для подальшого аналізу застосовують експертні системи (ЕС), що призначені для вирішення задач класифікації зображень [4, 5], розпізнавання об'єктів та виводу висновку про стан об'єктів. Такі ЕС широко використовують наступні методи штучного інтелекту: якісні міркування, нечітку логіку, штучні нейронні мережі.

Слід перелічити ряд проблем, що утруднюють розроблення та впровадження інформаційних технологій в процес діагностики на основі ГЗ.

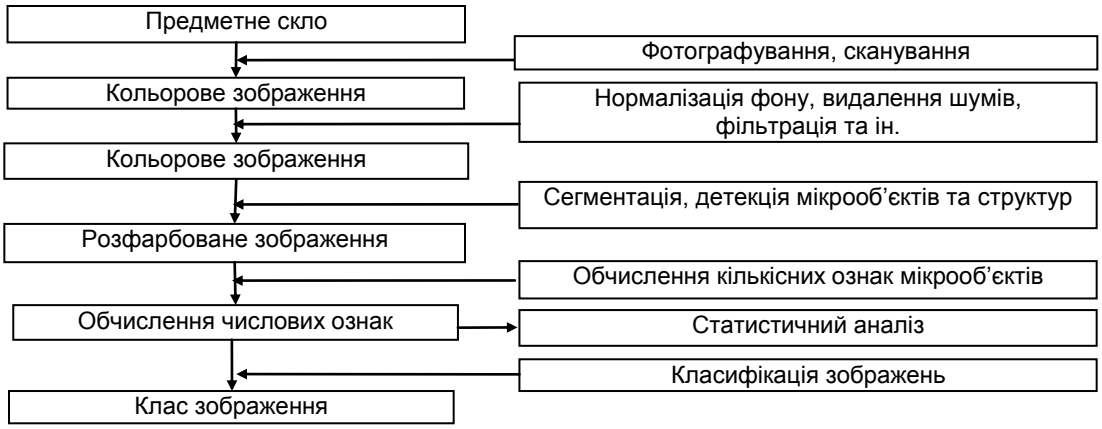

Рисунок 1 - Діаграма технології оброблення гістологічного зображення

Більшість засобів орієнтовані на знання користувачем принципів та методів оброблення зображень. Це відображено в тому, що ГЗ, об’єкти на ньому та дії над зображенням описані в термінах комп’ютерного зору. Ефективне використання такого програмного забезпечення (ПЗ) можливе тільки у випадку коли оператор має відповідну технічну освіту або спеціальну підготовку, що значно ускладнює впровадження САМ у широку клінічну практику.

Алгоритм детекції клітини

Запропоновано алгоритм виділення клітин, що поєднує операції детекції ядра та цитоплазми та значно спрощує процес аналізу зображення. Алгоритм виділення клітин складається із таких кроків:

1. Застосувати усереднюючий фільтр.
2. Перетворити RGB зображення у 8-бітну форму.
3. Застосувати порогову сегментацію зображення для виявлення ядер. Виділити контури, відсікти дрібні сегменти та сегменти із малим коефіцієнтом округлості, виконати операції морфологічного закриття.
4. Виконати порогову сегментація зображення отриманого на кроці 2 для виявлення цитоплазми. Застосувати алгоритм сегментації водоподілу для відокремлення вузьких проміжків.
5. Виконати співставлення ядер із цитоплазмами, із зображень кроків 3 та 4, що знаходяться у відношенні дотикання.
6. Обчислити відношення площі ядра до площі відповідної цитоплазми.

Графічний інтерфейс спроектованого ПЗ та результат роботи алгоритму зображені на рисунку 2,а та 2,б відповідно.

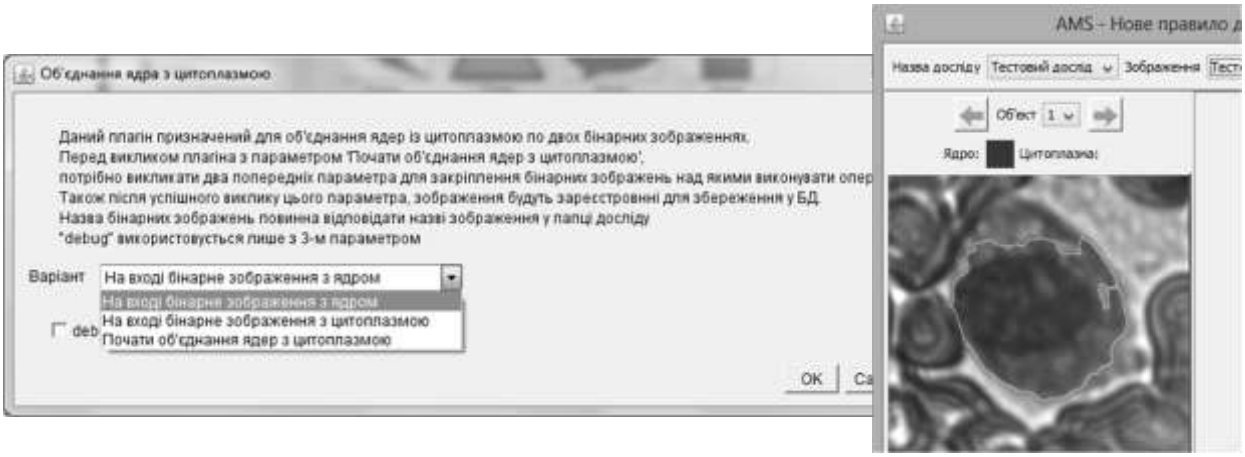

Рисунок 2 – Результат роботи розробленого алгоритму детекції клітини

Висновки

Розроблено об’єктну модель програмного забезпечення аналізу гістологічних зображень, яка дозволяє виконувати оброблення і візуалізацію зображень різних форматів, а саме зображень отриманих з допомогою сучасних цифрових мікроскопів та камер високої роздільної здатності. Реалізовано операції попереднього оброблення зображень шляхом використання бібліотек оптимізованих алгоритмів оброблення зображень OpenCV та алгоритм детекції клітин.

Список використаних джерел

1. Березький О.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.
2. Томашевський О. М. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів. Навч. посіб. / О. М. Томашевський, Г. Г. Цегелик, М. Б. Вітер, В. І. Дудук - К.: "Видавництво "Центр учбової літератури", 2012. – 296 с.
3. Продеус А. Н. Экспертные системы в медицине / А. Н. Продеус, Е. Н. Захрабова – К.: Век, 1998. – 320 с
4. Дацко Т. В. Морфометричні особливості епітелію шийки матки при цитологічному дослідженні дисплазій / Т. В. Дацко, О.М. Березький, Ю.М. Батько, Г.М. Мельник, Я.Я. Боднар, Л. І. Косило // Науково-практичний журнал "Здобутки клінічної і експериментальної медицини" – 2008. – № 2(9). – С. 112
5. Berezsky O. M. Design of computer systems for biomedical image analysis / O. M. Berezsky, K.M. Berezska, G.M. Melnyk, Y.M. Batko // Proceedings of the Xth International Conference "The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics" CADSM’2009, 24–28 February 2009, Lviv-Polyana, Ukraine. 2009. – P. 186–192.
6. Мельник Г.М. Інформаційна технологія опрацювання гістологічних зображень // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2012. – №5. – С. 154-161.