

Тобто його професійні знання повинні охоплювати:

1. Рівень ієрархії ПНО з моделлю конфліктної ситуації.
2. Рівень ОНР, який включає моделі «Я-системи» та когнітивні компоненти інтелектуальної структури.
3. Рівень СППР-системи підтримки рішень, яка забезпечує інтелектуалізацію ядра начальної системи.

Висновок. Виходячи з когнітивної концепції прийняття рішень, розроблена блокова модель особи, що приймає рішення, з врахуванням когнітивної і логічної компоненти процесу мислення та побудована ігрова концепція навчальної системи на основі ситуаційних моделей формування рішень в розв'язанні задач управління виробництвом.

1. *Батуев А. С.* Высшая нервная деятельность. – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
2. *Сікора Л. С.* Системологія прийняття рішень в складних технологічних структурах. – Львів: ЦСД. 1998. – 488с.
3. *Солсо Р.* Когнитивная психология. – СПб: Питер, 2002. – 592 с.
4. *Каппара Дж., Серван Д.* Психология личности.– М.: СПб.Питер, 2003. – 640 с.
5. Нейрофизиология, нейрокібернетика, нейробионика / *Іванов-Муромский К. А.* – К.: Вища шк.,1985. – 240 с.
6. *Сікора Л. С., Федчишин Р. А., Малець І. О., Мішокович Ю. Г.* Декомпозиція проблеми інтелекту через моделі поведінки НВЦ Центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем // Зб. наук.-пр. ІПМЕ. Вип. 49. К.: 2006 – с. 139-147.
7. *Якубовський М. А.* Математическое моделирование профессиональной деятельности учителя. – Львів, Евросвіт.– 2003 – 428 с.

Поступила 4.02.2013р.

УДК 681.32

О.М.Березький, д.т.н., завідувач кафедри комп'ютерної інженерії,
Тернопільський національний економічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОПРАЦЮВАННЯ ГІСТОЛОГІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ ПЕТРІ

В статті розроблено модель опрацювання серії гістологічних зображень системи автоматизованої мікроскопії на основі теорії мереж Петрі. Проведено аналіз розробленої моделі та наведено результати моделювання.

This paper is devoted to the model of the algorithm of processing of a series of histological images in automated microscopy system. The developed model is based on the theory of Petri nets. The analysis of reachability graph is conducted.

Вступ

Ракові захворювання знаходяться на другому місці в структурі захворюваності і смертності серед населення і залишаються однією із важливих медичних і соціальних проблем в економічно розвинених країнах. При верифікації попереднього діагнозу та подальшому лікуванні використовуються отримані за допомогою мікроскопа гістологічні та цитологічні зображення. Для повної характеристики патологічних процесів потрібні кількісні ознаки, які отримуються шляхом числового морфометричного аналізу. Мікрооб'єктами на гістологічних зображеннях (ГЗ) є зрізи тканин певних органів. Тканина складається із клітин округлої форми, розміщених шарами. Розміри найменших з клітин від 0,5 до 1,2 мкм. Об'єктами на цитологічних зображеннях є окремі клітини, що розміщені випадковим чином.

Аналіз патологічних змін у тканинах виконується лікарем-діагностом візуально, в результаті чого отримується якісна експертна оцінка. Вона є необхідною, але недостатньою, оскільки для повної характеристики патологічних процесів потрібні кількісні ознаки, які отримуються шляхом числового морфометричного аналізу, що зменшує суб'єктивізм дослідника.

Для автоматизації досліджень застосовуються системи автоматизованої мікроскопії (САМ). До їх складу входить спеціалізоване програмне і апаратне забезпечення. До апаратного забезпечення входять моторизований керований мікроскоп, відеокамера, комп'ютер. САМ забезпечують високу продуктивність праці лікаря та автоматизовують числові вимірювання.

В цілому САМ володіють такими функціями [1-4]:

- калібрування системи – налаштування параметрів роботи системи (метричних відношень, інтерфейсу користувача, інтерфейсу з периферійними пристроями та зовнішнім програмним забезпеченням, тощо);
- отримання зображень із відеореєструючої апаратури;
- редагування зображень: поворот, масштабування, створення великих полів зору, збільшення глибини різкості;
- попереднє оброблення для підвищення інформативності зображень: фільтрація, видалення шумів, корекція гама, яскравості, контрасту;
- сегментація та виділення об'єктів в полі зору;
- обчислення кількісних ознак мікрооб'єктів: площі, периметру, ядерно-цитоплазматичного відношення, координат центру об'єкта, тощо.
- статистична обробка морфометричних показників;
- класифікація виявлених об'єктів;
- вивід результатів досліджень у табличній і графічній формах;
- завантаження зображень із зовнішньої БД.

Потрібно відмітити відсутність у поширених системах операцій співставлення частин мікрооб'єктів для обчислення відношення площі ядра до площі цитоплазми. Тому актуальною задачею є розроблення алгоритмів, що реалізують операції аналізу окремих частин мікрооб'єктів.

Для автоматизації повторюваних дій опрацювання зображень у САМ застосовуються створені користувачами послідовності операцій. Такі послідовності називають сценаріями або методиками. В залежності від складності систем методики можуть створюватись у вигляді послідовності команд, що задаються у текстовому редакторі, так і візуально через діалогові вікна графічного інтерфейсу.

Якщо барвник препарату та умови освітлення не мають значного розкиду характеристик в рамках серії зображень, то перед аналізом проводять налаштування параметрів різних операцій інтерактивно. В процесі ж аналізу серії зображень автоматично застосовують отримані параметри для опрацювання інших зображень серії. Дані параметри разом із послідовністю операцій і зберігаються у вигляді методики опрацювання серії зображень із подібними характеристиками.

При аналізі серії зображень виникають ситуації, коли потрібно аналізувати результат застосування до зображення певної операції. Наприклад, якщо зображення не містить об'єктів інтересу, то результатом порогової сегментації буде пусте зображення. Алгоритм аналізу потрібно припинити і перейти до наступного зображення. Отже, методики опрацювання зображень повинні містити операції оцінки характеристик зображення та мікрооб'єктів так і умовні конструкції. Наявність умовних переходів при імовірнісному характері результатів оцінки зображення на різних етапах його опрацювання робить актуальним аналіз можливих тушових та конфліктних ситуацій всередині методики опрацювання ГЗ.

1. Моделювання алгоритму опрацювання зображення

Для опрацювання ГЗ епітеліальних шарів з метою обчислення ядерно-цитоплазматичного відношення розроблено такий алгоритм:

Крок 1. Застосувати усереднюючий фільтр з ядром $k=3$.

Крок 2. Конвертувати RGB зображення I у 8-бітне зображення I_G .

Крок 3. Обчислити поріг сегментації p .

Крок 4. Отримати зображення I_{nuclei} шляхом порогової сегментації зображення I_G з порогом p .

Крок 5. ЯКЩО I_{cell} пусте ТО вихід.

Крок 6. Застосувати морфологічне закриття зображення I_{nuclei} .

Крок 7. Розфарбувати зображення I_{nuclei} і отримати розмітку L , кількість об'єктів N_{nuclei} .

Крок 8. Для кожного об'єкту O розмітки L поки $i < N_{nuclei}$.

8.1 Обчислити округлість F_C об'єкту O_i .

8.2 Обчислити площу F_A об'єкту O_i .

8.3 ЯКЩО $F_{Ci} < 0,83$ АБО $F_{Ai} < 300$ ТО видалити O_i з L .

Крок 9. Провести контурну сегментацію зображення I_G .

Крок 10. Провести сегментацію I_G алгоритмом водоподілу і отримати зображення I_{cyto} .

Крок 11. Об'єднати зображення L та I_{cyto} і отримати зображення I_{cell} .

Опишемо основні операції даної методики. Для реалізації базових операцій опрацювання обрано програмний засіб з відкритим вихідним кодом ImageJ.

Усереднюючий фільтр застосовується для зменшення рівня шумів вихідного зображення.

Конвертування зображення із RGB колірного простору в зображення рівнів сірого застосовується для наступної порогової сегментації ядер клітин.

Для обчислення порогу сегментації у засобі ImageJ [5] використовуються такі алгоритми: IsoData, Huang, Intermodes, Li, MaxEntropy, Mean, MinError, Minimum, Moments, Otsu, Percentile, RenyiEntropy, Shanbhag, Triangle, Yen.

Порогова сегментація проводиться для виділення ядер клітин за допомогою обчисленого раніше порогу.

Морфологічне закриття служить для усунення отворів на бінарному зображенні ядер клітин.

Розфарбовування зображення полягає у присвоєнні мітки пікселям кожному сегменту ядра на бінарному зображенні ядер клітин.

Контурна сегментація зображення застосовується для знаходження границь цитоплазми на вихідному зображенні в градаціях сірого.

Сегментація алгоритмом водоподілу проводиться для розділення цитоплазм клітин, що дотикаються.

Для обчислення ядерно-цитоплазматичного відношення виконується операція об'єднання бінарних зображень із сегментами ядер та цитоплазми. Операція об'єднання базується на алгоритмі [6] співставлення сегментів ядра і цитоплазми, що мають спільну границю.

Розроблена методика містить дві операції по оцінці характеристик зображення. В першому випадку виявляється відсутність сегментів, що відповідають ядру, на бінарному зображенні після порогової сегментації. У другому випадку оцінюються розмір та ознака форми для знайдених сегментів. Сегменти, які не відповідають заданим обмеженням, видаляються як такі, що не є ядрами клітин.

Мережа Петрі використовується для виявлення помилок методики опрацювання ГЗ. З цією метою алгоритм методики трансформується в мережу Петрі і далі перевіряється властивості мережі. Для алгоритму необхідне виконання таких умов:

- мережа Петрі повинна бути обмеженою;
- при роботі мережі Петрі не повинні з'являтися некінцеві тупикові стани, в яких не активований жоден перехід;
- при роботі мережі Петрі не повинно виникати "пасток" - циклів без виходу (об'єкт може потрапити до "пастки", циклічно циркулювати в ній, але не може вийти з неї).

Для моделювання методики опрацювання ГЗ розроблено модель, на основі мереж Петрі у середовищі Pipe 3 [7, 8]. Приклад схемної моделі опрацювання зображено на рис. 1.

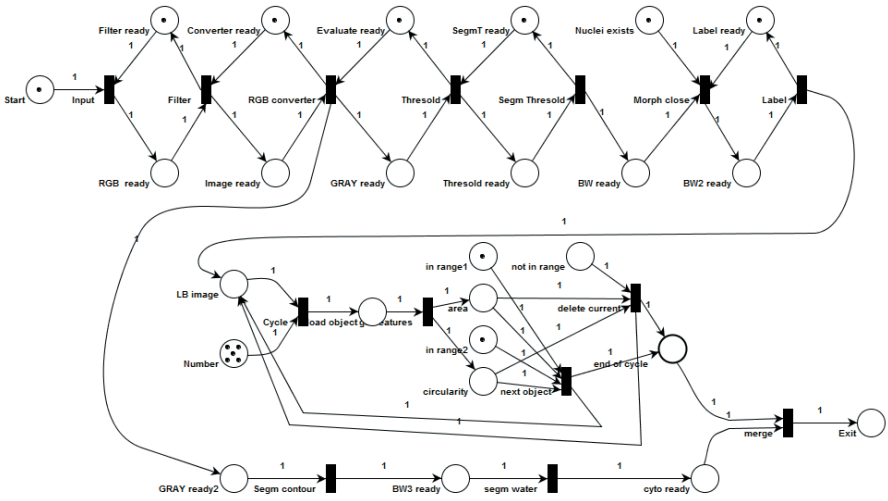


Рис. 1. Модель на основі мережі Петрі

У розробленій мережі Петрі позиціями є умови наявності зображення для опрацювання, умови готовності переходу до спрацювання, умови знаходження значень ознак мікрооб'єктів в заданих межах. Переходам відповідають окремі операції опрацювання зображення. Схемна модель функціонує так. Якщо є зображення на вході та усереднюючий фільтр готовий, то спрацьовує перехід початку роботи. Якщо RGB ready містить мітку, то спрацьовує перехід фільтрації. Якщо image ready містить мітку, то спрацьовує перехід конвертування зображення у градації сірого. Якщо gray ready містить мітку, то спрацьовує перехід знаходження порогу сегментації. Якщо threshold ready містить мітку, то спрацьовує перехід здійснення порогової сегментації. Якщо BW ready містить мітку, то спрацьовує перехід морфологічного закриття. Якщо BW ready2 містить мітку, то відбувається розмітка бінарного зображення. Якщо LB image та Number містять мітки, то починається цикл обчислення ознак ядер. Якщо Load object містить мітку, то обчислюються ознаки округлості та площі. Якщо значення ознак, відображені мітками у позиціях area та circularity, знаходяться в заданих межах, що позначено позиціями in_range1 та in_range2, то спрацьовує перехід next_object, що задає наступну ітерацію циклу. Якщо позиція not_in_range містить мітку, то відбувається видалення поточного об'єкту із розмітки – спрацьовує перехід delete_current. Якщо позиція end_of_cycle містить мітку у кількості числа спрацювання циклу, то відбувається вихід з циклу.

Після перетворення зображення в градації сірого вітка по опрацюванню зображення цитоплазми може виконуватися незалежно від циклу опрацювання зображення ядер. Якщо Gray ready2 містить мітку, то відбувається контурна сегментація зображення. Якщо позиція BW3 ready

містить мітку, то відбувається сегментація зображення цитоплазми алгоритмом водоподілу. Якщо `cyto_ready` містить мітку, то відбувається об'єднання зображень ядер та цитоплазми. Після спрацювання останнього переходу система переходить у стан `Exit`.

Шляхом моделювання у середовищі `PIPE 3` отримано граф досяжності станів для методики, який зображено на рис. 2.

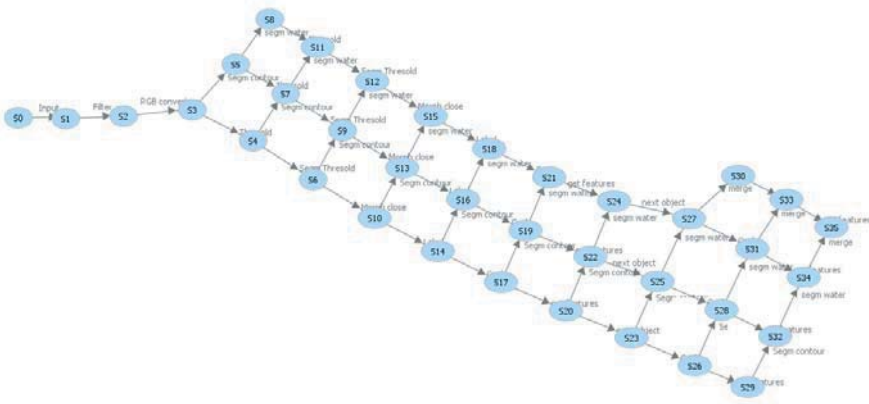


Рис. 2. Граф досяжності станів

У кінцевому стані спрацює операція об'єднання двох бінарних зображень.

Висновки

Отже, розроблено схему модель співставлення сегментів ядер та цитоплазми клітин гістологічних зображень на основі мереж Петрі, яка дає змогу дослідити динаміку роботи системи автоматизованої мікроскопії.

1. Березький О.М. Інформаційно-аналітична система дослідження та діагностування пухлинних клітин на основі аналізу їх зображень / О.М. Березький, Ю.М. Батько, Г.М. Мельник // Вісник Хмельницького національного університету – 2008. – Т. 3, № 4 (113). – С. 33–41.
2. Березький О.М. Комп'ютерна система аналізу біомедичних зображень / Березький О.М., Батько Ю.М., Мельник Г.М. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» – 2009. – № 650. – С. 11–18.
3. Мельник Г.М. Інформаційна технологія опрацювання гістологічних зображень // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2012. – № 5. – С. 154–161.
4. Березький О.М. Синтез альтернативних рішень при структурному проектуванні систем автоматизованої мікроскопії / О.М. Березький, К.М. Березька, Ю.М. Батько, Г.М. Мельник // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». – 2009. – № 638. – С. 64–72.

5. Auto-Threshold – Fiji [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://fiji.sc/Auto_Threshold
6. Вальків В.Д. Алгоритми детекції мікрооб'єктів гістологічних зображень / Вальків В.Д., Дудкіна Н.Ю. // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали III Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2013. – Тернопіль: ТНЕУ, 2013 – С.123-124.
7. Platform Independent Petri net Editor 2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pipe2.sourceforge.net/>
8. Теслюк В.М. Модель підсистеми клімат контролю для аналізу роботи інтелектуального будинку / В.М. Теслюк, Т.В. Теслюк, А.С. Ляпандра // Зб. наук.-техн. пр.: Науковий Вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.9.– С.132–135.

Поступила 21.02.2013р.

УДК 660:614.8

Т. С.Рак, к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи ЛДУ БЖД, м. Львів
Р. Л.Ткачук, к.т.н., доцент кафедри практичної психології та педагогіки ЛДУ БЖД, м. Львів
Л. С.Сікора, д.т.н., проф. кафедри АСУ НУ “Львівська політехніка”, м. Львів
Б. Л.Якимчук, н.с. ЦСД ЕБТС, м. Львів
В. І.Кунченко-Харченко, к.і.н., проф., завідувач кафедри суспільних дисциплін і права ЧДТУ, м. Черкаси

ІНФОРМАЦІЙНІ І СИСТЕМНІ, ТЕХНОЛОГІЇ СТРУКТУРИЗАЦІЇ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Анотація. Розглянуто схеми і моделі прийняття рішень з ліквідації загроз під час надзвичайних ситуацій в ієрархічних системах на основі інформаційних і системних технологій.

Аннотация. Рассмотрено схемы и модели принятия решений по ликвидации угроз во время чрезвычайных ситуаций в иерархических системах на основании информационных и системных технологий.

Annotation. The article deals with schematics and decision-making model to eliminate threats during emergencies in hierarchical systems based on information technology and systems.

Ключові слова: інформація, система, структура, ризик, потенційно небезпечні об'єкти.

Ключевые слова: информация, система, структура, риск, потенциально опасные объекты.

Key words: system, structure, risk, potentially dangerous objects.