

А.І. ПОВОРОЗНЮК, канд. техн. наук, НТУ "ХПІ",
О.В. БЕЛАН, НТУ "ХПІ"

СТРУКТУРНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Запропоновано евристичний метод структурної ідентифікації біологічних об'єктів напівтонових двомірних медичних зображень, що використовує сегментацію зображення та процедуру розгортки з метою забезпечення інваріантності від поворотів об'єкту, який ідентифікується. Розроблена автоматизована система структурної ідентифікації біологічних об'єктів. Реалізовані процедури опису еталона та розпізнання структурних елементів.

A heuristic method of structural identification of biological objects of gray level images, which uses image segmentation and scansion procedure with the purpose of providing turning invariance of identifiable object, is proposed. Computer-aided system of structural identification of biological objects is developed. Procedures of pattern description and structural elements identification are consummated.

Постановка проблеми. Обробка зображень з метою їхнього розпізнавання є однією із центральних і практично важливих задач при створенні систем штучного інтелекту. Проблема носить комплексний ієрархічний характер і включає ряд основних етапів: сприймання поля зору, сегментація, нормалізація виділених об'єктів, розпізнавання. Інтерпретація зображень включається частково в етап сегментації й остаточно враховується на етапі розпізнавання. При цьому виникає цілий ряд специфічних труднощів і проблем (зображення пред'являються на складному фоні, зображення еталону й вхідних зображень відрізняються положенням у полі зору, вхідні зображення не збігаються з еталонами за рахунок випадкових перешкод, еталони й зображення можуть відрізнати геометричні перетворення, включаючи такі складні як афінні й проєктивні).

Важко знайти іншу сферу інженерної діяльності, успіхи в якій були б порівняні з досягненнями в області обчислювальної техніки. Проте, можливості інтелектуального аналізу зображень за допомогою комп'ютерів залишають бажати більшого. Універсальних методів обробки зображень, порівнянних по ефективності з інтелектуальними можливостями людини, ще не знайдено, що стимулює активну діяльність вчених у цьому напрямку. Виходячи з вищесказаного, до однієї з основних задач в області аналізу зображень варто віднести розробку підходів до автоматизованої побудови й вибору процедур розпізнавання, які вирішують конкретне завдання й задовольняють деякому набору критеріїв (швидкодії, точності розпізнавання тощо).

Аналіз літератури. В [1] проведено аналіз основних етапів автоматичного розпізнавання зображень. Методи пошуку однорідних областей та виділення контурних ліній, що викладаються в [2], являються основними підходами до сегментації в процесі розпізнавання зображень. В [3, 4] розглянуті основи комп'ютерної обробки зображень, дані методи й алгоритми виділення контурів на зображеннях. Технічні труднощі реалізації процедури розпізнавання зображень на ЕОМ, що пов'язані з великою ємністю математичних обчислень, розглядаються в [5, 6]. Вплив динамічних перекручувань зображень об'єктів на якість методів ідентифікації зображень об'єктів заданої форми досліджено в [7]. Питання розробки методів і алгоритмів для опису, відтворення й візуалізації зображень висвітлено в [8].

Мета статті – розробка евристичного методу структурної ідентифікації біологічних об'єктів напівтонових двомірних медичних зображень, що використовує сегментацію зображення та процедуру розгортки з метою забезпечення інваріантності від поворотів об'єкту, який ідентифікується.

Схема структурної ідентифікації зображення. Автоматизована система структурної ідентифікації медичних зображень повинна забезпечувати: завантаження медичного зображення із графічного файла; сканування та сегментацію (виділення фрагментів) зображення; розпізнавання виділених фрагментів; збереження результатів розпізнавання у графічному та текстовому файлах. Узагальнену схему структурної ідентифікації медичних зображень наведено на рис. 1.

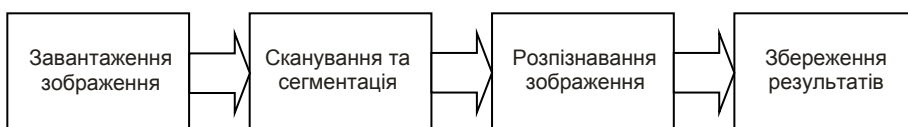


Рис. 1. Схема структурної ідентифікації зображення

Сегментація зображення. Сегментація звичайно розуміється як процес пошуку однорідних областей на зображенні. Цей етап досить важкий і в загальному виді не алгоритмізований до кінця для довільних зображень. Для спрощення задачі припустимо, що фрагменти зображення оточені фоном з усіх боків. У якості фону приймаються точки, яскравість яких лежить у діапазоні $[0, \sigma_\phi]$, де $\sigma_\phi = 0,05\sigma_{\max}$ (σ_{\max} – максимальне значення яскравості у зображенні).

Алгоритм сегментації вхідного зображення, що пропонується, полягає у наступному:

1) Скануємо вхідне зображення справа наліво та зверху вниз з кроком δ до тих пір, поки не буде знайдено точку з кольором, що відрізняється від кольору фону. Якщо такої точки не знайдено, то більше сегментів у зображенні немає (кінець алгоритму).

2) Аналізуємо зображення вниз по прямій лінії від знайденої точки до тих пір, поки не буде знайдено фонову точку.

3) Зсуваємо цей відрізок прямої вліво до тих пір, поки на цьому відрізку є точки, що відрізняються від кольору фону. Аналогічно зсуваємо та аналізуємо цей відрізок прямої вправо.

4) Зсуваємо нижню сторону прямокутника, що утворює зсунуті відрізки прямих, вниз до тих пір, поки на цій стороні є точки, що відрізняються від кольору фону. Аналогічно зсуваємо верхню сторону прямокутника вгору.

5) Пункти 3 – 4 повторюємо до тих пір, поки цей прямокутник не буде повністю оточувати фрагмент зображення. Цей прямокутник і є сегментом зображення, який потребує ідентифікації.

6) Переходимо на пункт 1 і повторюємо сканування вхідного зображення до наступного сегменту. При цьому треба пропускати сегменти, що вже були знайдені під час попереднього сканування.

Процедура розгортки. При розпізнаванні структурних елементів (фрагментів) вхідного зображення застосовується наступна процедура розгортки (для спрощення задачі припустимо, що фрагмент обмежується квадратом). Виконується сканування цього квадрату з фрагментом зображення, починаючи з його центра по спіралі з заданим кроком h , що називається ходом розгортки і є параметром структурної ідентифікації (рис. 2).

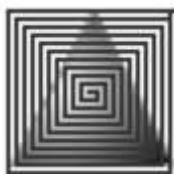


Рис. 2. Приклад застосування процедури розгортки

Потім будуються дві гістограми яскравості. Для побудови першої гістограми використовується кожна точка розгортки. Друга гістограма відображає зміну яскравості вздовж розгортки з урахуванням її витків. Кількість стовпців n у гістограмах також є параметром структурної ідентифікації.

Аналогічна процедура розгортки застосовується при опису еталона зображення та побудові його гістограм яскравості.

Процедура розпізнавання. Для розпізнавання фрагмента зображення необхідно визначити деяку міру близькості $\rho(f, f^e)$, де f – зображення фрагмента, а f^e – еталонне зображення. Спочатку визначимо міру близькості гістограм першого типу:

$$\rho_1(f, f^e) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (n_i - n_i^e)^2}{\sum_{i=1}^n (n_i^e)^2}}, \quad (1)$$

де N – загальна кількість точок у фрагменті зображення, n_i – кількість точок у i -му стовпчику гістограми фрагмента, n_i^e – кількість точок у i -му стовпчику гістограми еталону. Аналогічно визначимо міру близькості $\rho_2(f, f^e)$ гістограм другого типу. Тоді, міра близькості $\rho_2(f, f^e)$ має вигляд:

$$\rho(f, f^e) = \sqrt{k_1 \rho_1^2(f, f^e) + k_2 \rho_2^2(f, f^e)}. \quad (2)$$

Фрагмент зображення вважається ідентифікованим, якщо

$$\rho(f, f^e) < \varepsilon, \quad (3)$$

де ε – максимально припустиме значення міри близькості.

У роботі досліджено якість структурної ідентифікації об'єктів напівтонових двомірних зображень у залежності від параметрів структурної ідентифікації h , δ , n і ε .

Висновки. В результаті виконання роботи розроблено евристичний метод структурної ідентифікації біологічних об'єктів напівтонових медичних зображень, що використовує методику порівняння з еталоном. Даний метод супроводжується застосуванням процедури розгортки з метою забезпечення інваріантності від поворотів об'єкту, який ідентифікується. Розроблено інтерфейс користувача із системою, що забезпечує налаштування режиму досліджень, візуалізацію поточних і усереднених показників. Подальший розвиток роботи може бути пов'язаний з вибором і уточненням вимірюваних параметрів та відпрацюванням механізмів проведення пробних експериментів.

Перелік літератури: **1.** *Вапник В.Н., Червоненкіс А.Я.* Теория распознавания образов. – М.: Наука, 1974. – С. 34 – 156. **2.** *Розенфельд А.* Распознавание и обработка изображений с помощью вычислительных машин. – М.: Мир, 1972. – С. 16 – 144. **3.** *Хуан Т., Шрейбер В., Третьяк О.* Обработка изображений // ТИИЭР. – 1971. – Т. 59. – № 11. – С. 59 – 89. **4.** *Брайс К.Р., Феннема К.Л.* Анализ сцены при помощи выделения областей // Интегральные роботы. Вып. 2. – М.: Мир, 1975. – С. 136 – 159. **5.** *Техническое зрение роботов / Под ред. Ю.Г. Якушеникова* – М.: Машиностроение, 1990. – 300 с. **6.** *Путятин Е.П., Аверин С.И.* Обработка изображений в робототехнике. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с. **7.** *Гиренко А.В., Ляшенко В.В., Машталир В.П., Путятин Е.П.* Методы корреляционного обнаружения объектов. – Харьков: АО "БизнесИнформ", 1996. – 112 с. **8.** *Блок А.С., Зюзин О.М., Крупицкий Э.И., Фридман Г.Х.* Гибридные оптико-электронные системы распознавания изображений // Автометрия. АН СССР СО. – 1974. – № 1. – С. 36 – 46.

Надійшла до редакції 17.04.2006