

Анатолій Поворознюк, Халед Шехна (Харків)

## КЛАСИФІКАЦІЯ ЦИФРОВИХ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКУ ЇХ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ

Переважає більшість діагностичної інформації містять дані, які одержують при візуалізації і морфологічному аналізі (виділення діагностично-значущих структурних елементів на фоні перешкод) біомедичних сигналів та зображень [1]. Медичні зображення (рентгенограми, мамограми, УЗД та ін.) є одним з важливих засобів отримання візуальної інформації про внутрішню структуру і функції людського тіла, яка не сприймається безпосередньо зором.

Існуючі методи обробки зображень мають обмежену сферу застосування при обробці медичних зображень, так як зазначені зображення є малоконтрастними, містять значну шумову складову, а діагностичні елементи - значну варіабельність. Крім того, деякі елементи мають нерегулярну (фрактальну) структуру (наприклад - мікрокальцинати в мамографії).

**Метою роботи** є розробка спеціалізованих методів морфологічного аналізу та подальшої класифікації, які засновані на врахуванні особливостей розглянутих зображень у вигляді моделей корисних сигналів, зокрема моделей фрактальної розмірності.

**Формалізація методу.** Напівтонове зображення задано множиною пікселів  $F = \{Z_{ij}, i = 0, k, j = 0, l\}$ , де  $Z_{ij} \in \{0, 255\}$  – значення інтенсивності пікселів з координатами  $(i, j)$ . Розрахунок фрактальної розмірності функції градації сірого  $F$  виконується ітераційно для  $\delta = 1, 2, \dots, 127$ . При цьому навколо поверхні  $Z_{ij}$  будується спеціальне  $\delta$ -паралельне тіло товщиною  $2\delta$ , яке визначається верхньою  $u_\delta(i, j)$  і нижньою  $b_\delta(i, j)$  поверхнями. Обчислюється його об'єм  $V_\delta = \sum_{i,j} (u_\delta(i,j) - b_\delta(i,j))$ , площа поверхні  $S_\delta = V_\delta / 2\delta$  і фрактальна розмірність поверхні

$D = 2 - \log_2 S_\delta / \log_2 \delta$ . З огляду на те, що фрактальна розмірність  $D$  буде відрізнятися при різних  $\delta$ , середнє значення відношення  $\log_2 S_\delta / \log_2 \delta$  визначається методом найменших квадратів як кутовий коефіцієнт  $a_1$  лінійної регресії  $y = a_0 + a_1 x$  в координатах  $x = \log_2 \delta$ ;  $y = \log_2 S_\delta$ .

**Програмна реалізація та тесова перевірка.** При програмній реалізації наведеного вище методу обґрунтовано вибір операційної системи (ОС) Windows, яка займає майже 90% ринку ОС для персональних комп'ютерів. Крім того, її API дозволяє ефективно побудувати необхідний інтерфейс користувача. Мовою програмування було обрано мову C#, яка дозволяє використовувати безпосередньо API системи Windows, має гнучкі можливості для роботи з пам'яттю, має багато бібліотек для роботи з інтерфейсом.

Розроблений програмний продукт «FractalMed» має наступні можливості: відкриття зображень різних форматів; перегляд зображення; приближення та віддалення; вибір області розрахунку фрактальної розмірності; розрахунок фрактальної розмірності та класифікація на класи норма/патологія. При тестуванні проаналізовано 60 мамограм, серед них 40-без явних патологій і 20-з патологічними структурами різних типів (пухлини, внутрішньопотокові утворення та мікрокальцинати). Була розрахована фрактальна розмірність всього зображення та виділених фрагментів. Показано, що фрактальна розмірність всього зображення не дає статистично-значимих результатів про наявність чи відсутність патологій, але фрактальна розмірності виділених фрагментів, є статистично-значимою характеристикою наявності/відсутності патологій.

**Висновки.** Показана можливість використання фрактальної розмірності для класифікації мамограм на класи норма / патологія при скринінговому обстеженні пацієнтів в медичних системах підтримки прийняття рішень (СППР). Програмна реалізація розробленого методу у вигляді DLL-модулів в складі СППР дозволять лікарям підвищити достовірність діагностики та вибору адекватної лікувальної тактики.

### Список літературних джерел

1. Поворознюк А.И. Основные этапы обработки изображений при проектировании биотехнических систем в медицинской радиологии / Д.А. Бойко, А.И. Поворознюк, А.Е. Филатова // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: ХУПС, 2012. – Вип. 2(31). – С. 85-88.