

ФРАКТАЛЬНА ОБРОБКА НАПІВТОНОВИХ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Ільвовська А.В., Поворознюк А.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із методів визначення раку молочної залози є мамографія, яка дозволяє виявити пухлини та мікрокарциноми, що є основним завданням при аналізі мамограм.

Один із широко використовуваних способів аналізу зображень – фрактальний аналіз. Метод, використаний у даній роботі, засновано на побудові над напівтоновим зображенням графіка поверхні функції градації сірого. Потім ця поверхня «потовщується» – для неї будується δ -паралельне тіло, зване покривалом. Обчислюється його об'єм, наближення до площі поверхні і фрактальна розмірність поверхні.

Нехай для напівтонового зображення задано перетворення:

$$F = \{X_{ij}, i = 0, 1, \dots, K, j = 0, 1, \dots, L\},$$

де X_{ij} – значення інтенсивності для пікселя з координатами (i, j) .

Всі точки на відстані δ від поверхні графіка функції градації сірого утворюють «покривало» товщиною 2δ (δ -паралельне тіло), що визначається верхньою поверхнею $u_\delta(i, j)$ та нижньою поверхнею $b_\delta(i, j)$. Для $\delta = 1, 2, \dots$ поверхні визначаються ітеративно:

$$\begin{aligned} u_\delta(i, j) &= \max\{u_{\delta-1}(i, j) + 1, \max_{|(m,n)-(i,j)| \leq 1} u_{\delta-1}(m, n)\}, \\ b_\delta(i, j) &= \max\{b_{\delta-1}(i, j) + 1, \max_{|(m,n)-(i,j)| \leq 1} b_{\delta-1}(m, n)\}. \end{aligned}$$

(В обчисленнях ми використовуємо ближніх чотирьох сусідів.)

Точка $F(x, y)$ включена у δ -паралельне тіло, якщо $b_\delta(i, j) < F(x, y) < u_\delta(i, j)$. Об'єм δ -паралельного тіла обчислюється як

$$Vol_\delta = \sum_{i,j} (u_\delta(i, j) - b_\delta(i, j)).$$

Фрактальна розмірність обчислюється як

$$D = 2 - \frac{\log_2 A_\delta}{\log_2 \delta},$$

де площа поверхні фракталу $A_\delta = (Vol_\delta - Vol_{\delta-1})/2$.

Наближене значення відношення $\log_2 A_\delta / \log_2 \delta$ знаходиться за методом найменших квадратів як кутовий коефіцієнт прямої в осях $(\log_2 \delta, \log_2 A_\delta)$.

Висновок. Обґрунтовано застосування фрактальної розмірності при аналізі мамограм для патологій типу мікрокальцином. Виконується розробка автоматизованої системи діагностування мамограм при різних типах патології.