

Формирование признаков распознавания изображений ультразвуковых исследований методами стохастической геометрии

*Федотов Н. Г., Шульга Л. А., Смолькин О. А.,
Кольчугин А. С., Романов С. В.*

abrist@pevek.ru, fedotov@diamond.stup.ac.ru

Пенза, Пензенский государственный университет

После катастрофы на Чернобыльской АЭС на территории Белоруссии и соседних государств резко возросло количество заболеваний щитовидной железы. В связи с чем возникла задача массовых обследований населения в целях ранней диагностики. Это позволит снизить риск тяжелых последствий для здоровья и повысит вероятность полного выздоровления.

Основным методом предварительной диагностики заболеваний щитовидной железы является ультразвуковое исследование, оно является ведущим и чрезвычайно информативным подходом выявления заболевания этого органа, особенно при его бессимптомном течении. Квалифицированный специалист, руководствуясь своим опытом и интуицией, описывает характеристики объектов на снимке УЗИ. Для определения данных параметров предлагается использовать методы стохастической геометрии — трейс-преобразование.

В основе метода, в данном случае, лежит сканирование изображения детерминированной решёткой прямых с последующей обработкой полученной трейс-матрицы для получения композиции трех функционалов.

Пусть $F(x, y)$ — функция изображения на плоскости (x, y) . Определим на плоскости сканирующую прямую $l(\theta, \rho, t)$:

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho,$$

где θ и ρ — нормальные координаты, t — естественная координата прямой.

Определим функцию двух аргументов $g(\theta, \rho) = T(F \cap l(\theta, \rho, t))$ как результат действия функционала T при фиксированных значениях переменных θ и ρ .

В результате действия функционала T получаем матрицу, элементами которой являются значения $t_{ij} = T(F \cap l(\theta_j, \rho_i, t))$, при этом параметры сканирующей линии θ и ρ определяют позицию этого значения в матрице. Назовем эту матрицу *трейс-матрицей*. Последующее вычисление признака заключается в последовательной обработке столбцов матрицы с помощью функционала P . Результатом его действия является вектор значений, непрерывным аналогом которого является 2π -периодическая кривая. Затем применяем к нему функционал Θ (результатом его применения является число — признак). Таким образом, признак вычисляется



Рис. 1. Очаговые образования правильной и неправильной формы.

как последовательная композиция трех функционалов:

$$\Pi(F) = \Theta \circ P \circ T (F \cap l(\theta, \rho, t)).$$

Определение размеров очагового образования. В качестве размеров очагового образования выступают максимальная протяжённость объекта в любом направлении (назовём её длиной) и максимальная протяжённость объекта в перпендикулярном длине направлении (назовём её шириной).

Если в качестве T функционала взять длину большего отсекаемого отрезка прямой $l(\theta, \rho, t)$ на объекте, а функционалы P и Θ — как функции максимума, то получим максимальный диаметр объекта (длину). Зная значение параметра для данного признака и рассматривая в трейс-матрице только столбец с параметром $\theta = \theta_k + 90^\circ$, применяя тот же функционал P , получим ширину объекта.

Определение формы очагового образования. При проведении ультразвукового исследования форма очагового образования в щитовидной железе характеризуется как правильная или неправильная, Рис. 1. В общем случае правильной можно назвать форму, близкую к эллипсу.

В качестве функционала T выступает функция количества точек пересечения прямой $l(\theta, \rho, t)$ с объектом, P и Θ — средние значения. Тогда полученный признак будет являться числовой характеристикой формы объекта. А именно: если значения признака близко к двум — объект имеет правильную форму, если значительно больше двух — неправильную. При этом полученный признак позволяет более точно описать форму объекта.

Характеристика границы очагового образования. Граница образования рассматривается как ровная, либо неровная, Рис. 2.

В качестве T функционала возьмем длину большего отсекаемого отрезка прямой $l(\theta, \rho, t)$ на объекте. P функционал определим как оценку вариабельности $t_{i,j}$. В качестве оценки вариабельности может выступать количество перемен знака в векторе значений $\Delta t_{i,j}$, где $\Delta t_{i,j} =$



Рис. 2. Очаговые образования с ровной и неровной границей.

$t_{i,j} - t_{i-1,j}$. Функционал Θ примем как среднее значение этой оценки. Полученный числовой признак будет представлять оценку неровности границы объекта. Если полученное значение близко к единице — объект имеет ровную границу, если значение значительно больше единицы — неровную.

Таким образом, проведённое исследование показало эффективность применения методов стохастической геометрии для определения характеристик и распознавания очаговых образований в щитовидной железе. Благодаря структуре триплетного признака в виде композиции трёх функционалов возможно получение большого числа признаков. Опора на большое число признаков ведет к повышению гибкости и надежности распознавания. Благодаря тому, что анализируются свойства окрестности точки пересечения изображения со сканирующей прямой, при надлежащем выборе функционала можно детально описать свойства окрестности, это также является источником достижения эффективности и универсальности распознавания.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 05-01-00991.

Литература

- [1] Федотов Н. Г. Методы стохастической геометрии в распознавании образов. — М.: Радио и связь, 1990. — 114 с.
- [2] Паршин В. С., Цыб А. Ф., Ямасита С. Рак щитовидной железы. Ультразвуковая диагностика. Клинический атлас. По материалам Чернобыля. — Обнинск: МРНЦ РАМН, 2002. — 238 с.
- [3] Федотов Н. Г., Шульга Л. А., Смолькин О. А., Курынов Д. В., Кольчугин А. С., Романов С. В. Предварительная обработка изображений ультразвуковых исследований в системах медицинской диагностики // Надежность и качество. Труды межд. симпоз., Пенза, 2006. — Т. 2. — С. 247–248.
- [4] Федотов Н. Г., Шульга Л. А., Моисеев А. В. Теория признаков распознавания и предварительной обработки изображений на основе стохастической геометрии // Измерительная техника. — 2005. — № 8. — С. 8–13.