

УДК 004.932

## ОЦЕНИВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО СПЕКТРА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Кравцова Н. С., Парингер Р. А., Куприянов А. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Анализ изображений медицинских кристаллограмм – это важная часть медицинской диагностики. Медицинские кристаллограммы – это структуры, образованные при кристаллизации солей вследствие высушивания биологической жидкости (слеза, кровь, слюна и т.д.). Автоматизация обработки изображений кристаллограмм позволит повысить качество диагностики и сократит затраты времени на её проведение. В данной работе использованы алгоритмы расчёта локальных признаков пространственного спектра. Для классификации изображений использовался классификатор по  $k$  ближайшим соседям.

Для перехода к спектру изображения используется алгоритм быстрого преобразования Фурье (рисунок 1).

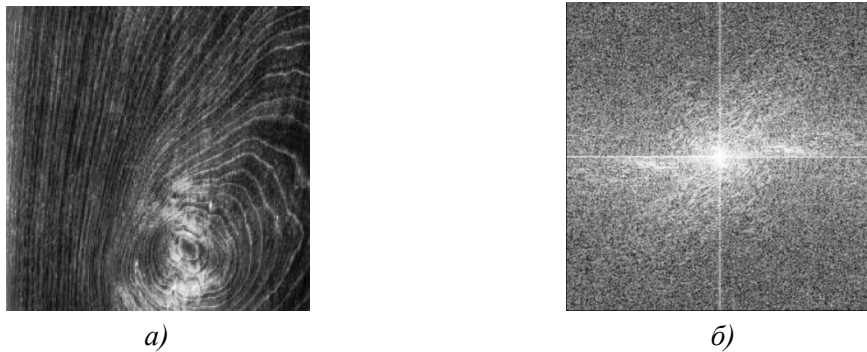


Рис. 1. Текстуры и их спектр: а) текстура D69, б) спектр текстуры D69

Известно, что величина  $|F(u, v)|^2$  определяет энергетический спектр изображения в пространственной области, где  $F(u, v)$  – преобразование Фурье. Область энергетического спектра изображения можно исследовать непосредственно целиком или частично, разделяя её по частоте либо по ориентации (рисунок 2).

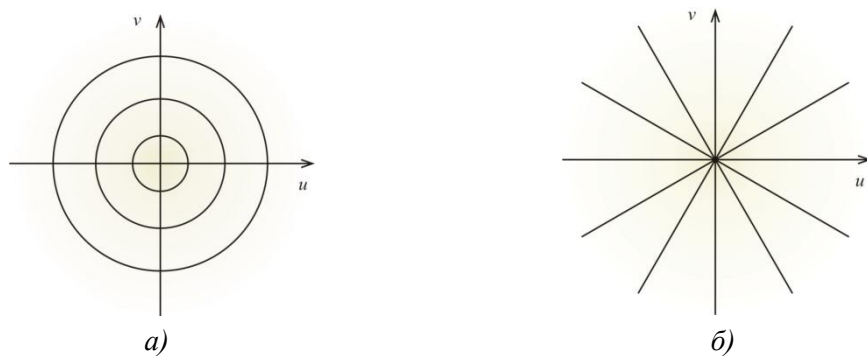


Рис. 2. Разделение частотной области энергетического спектра изображения: а) по частоте; б) по ориентации

Так как спектр мощности симметричен относительно поворота на  $\pi$ , то сектора можно использовать для оценки мощности в определённом направлении, а кольца – для выборки частотных полос без учёта направления [1, 2].

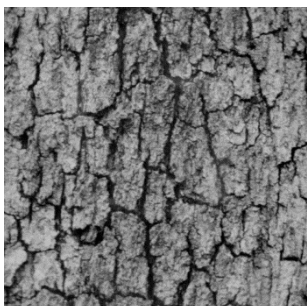
При анализе использовался классификатор по  $k$  ближайшим соседям. Основным принципом метода ближайших соседей является то, что объект присваивается тому классу, который является наиболее распространённым среди соседей данного элемента.

Алгоритм может быть применим к многомерным выборкам. Для этого перед применением нужно определить функцию дистанции. В данном исследовании функция дистанции была определена как расстояние Махаланобиса:

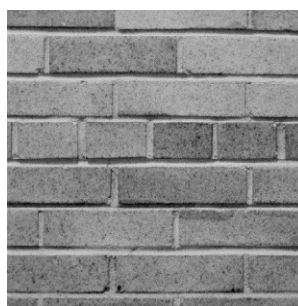
$$d(X, Y) = \sqrt{(X - Y)^T B^{-1} (X - Y)},$$

где  $X, Y$  – векторы признаков,  $B$  – корреляционная матрица векторов обучающей выборки.

Для обучения классификатора были использованы текстурные изображения из атласа Brodatz формата jpg с разрешением 256 на 256 пикселей, состоящие из 256 полутоновых оттенков. Всего использовалось 200 изображений, принадлежащих к двум классам, по 100 изображений каждого класса (рисунок 3).



а)



б)

Рис. 2. Примеры исследуемых текстур: а) D01, б) D08

Критерий качества классификации – ошибка классификации, определяющая в скольких случаях классификатор принял неправильное решение, вычисляется по формуле:  $\varepsilon = \frac{m}{n} \cdot 100\%$ , где  $m$  – число ошибок классификации,  $n$  – общее число тестируемых изображений.

При использовании локальных признаков пространственного спектра классификация проведена с большей точностью, чем при аналогичном исследовании с использованием факторов форм [3].

#### Библиографический список

1. Kupriyanov, A.V., Khranov, A.G., Ilyasova, N.Yu. Statistical Features of Image Texture for Crystallogram Classification// Pattern Recognition and Image Analysis. – 2001. – Vol. 11, N 1. – P. 180-183.
2. Ильясова Н. Ю., Куприянов А. В., Храмов А. Г. Классификация кристаллограмм с использованием методов статистического анализа текстурных изображений// Компьютерная оптика. – 2000. – № 20. – С. 122-127.
3. Кравцова Н. С, Парингер Р. А., Куприянов А. В. Разработка методов классификации изображений дендритных кристаллограмм на основе оценивания факторов формы пространственного спектра // Труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН. – 2015. – С. 74-78.