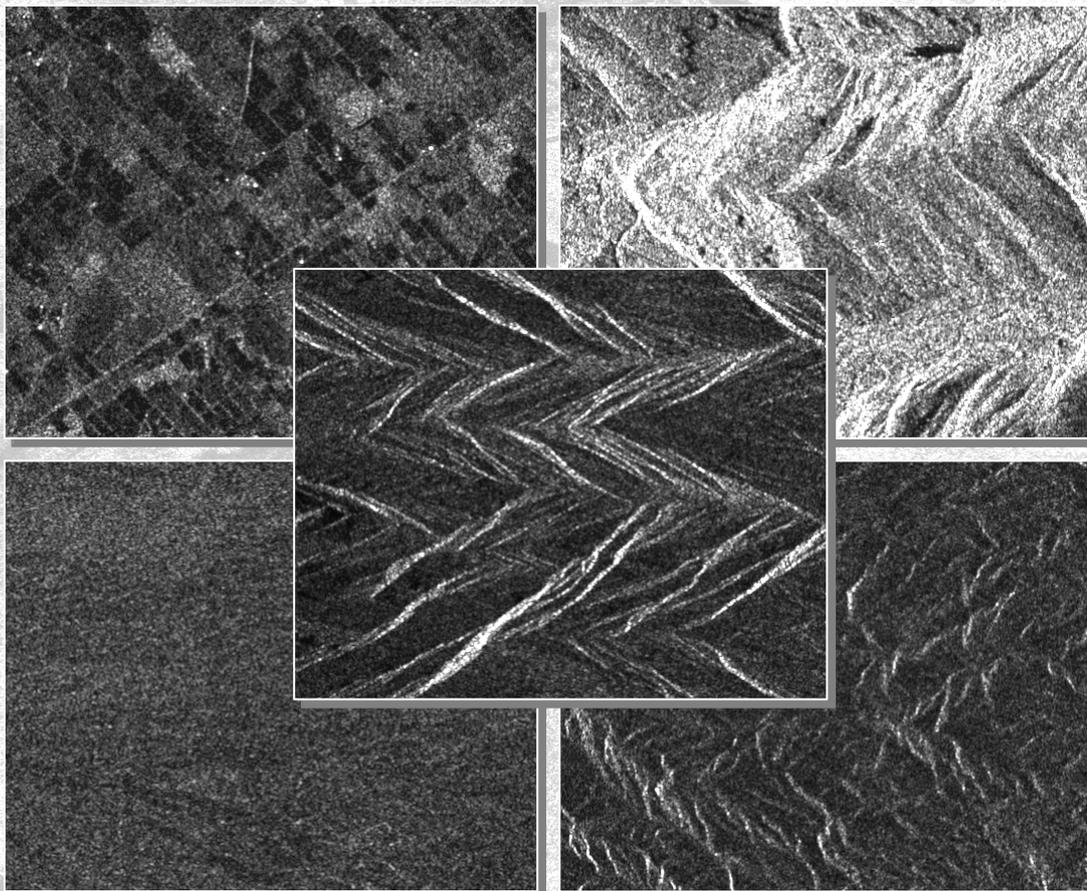


Описание модулей PHOTOMOD Radar
Программные средства для обработки данных РСА



Описание программ анализа изображений



Описание программы текстурного анализа

Номер версии документа: 1.2006-10-20

Настоящий документ содержит некоторые теоретические положения, лежащие в основе программ текстурного анализа и классификации пакета PHOTOMOD Radar.

УВЕДОМЛЕНИЕ О КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТИ

Настоящий документ содержит описание алгоритмов и программного обеспечения, относящееся к разряду конфиденциальной информации. По этой причине, ни этот документ, ни любая его часть не могут быть использованы без письменного согласия авторов документа.

Содержание

ТЕКСТУРНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ	9-3
Введение	9-3
Статистический подход	9-3
Структурный подход	9-4
Спектральный подход	9-4
КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА РЛИ	9-5
Введение	9-5
Сегментация изображений	9-5
Классификация объектов	9-5



Текстурный анализ изображений

Введение.

Под текстурой понимается набор признаков изображения, характеризующих его степень однородности, изотропности, регулярности. В цифровой обработке изображений для описания текстуры области применяются три основных подхода: статистический, структурный и спектральный (Рис. 1).

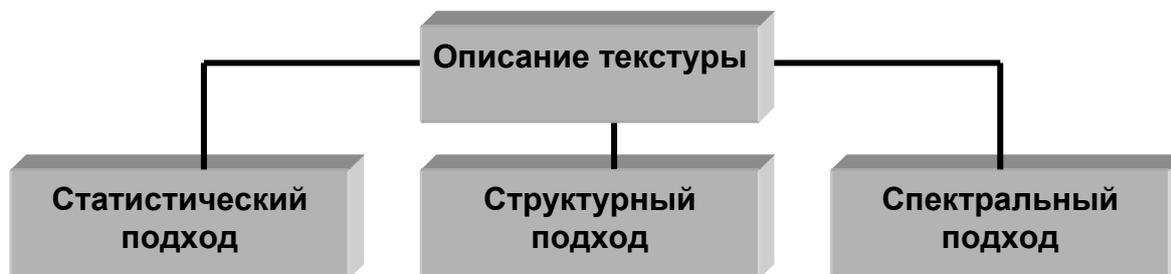


Рис. 1. Основные подходы, применяемые к описанию текстуры.

Статистические методы основаны на использовании статистических характеристик, определяемых по гистограмме яркости всего изображения или его области. Структурные методы занимаются изучением взаимного положения простейших составляющих изображения. Спектральные методы основаны на свойствах Фурье-спектра и используются прежде всего для обнаружения глобальной периодичности в изображении по имеющим большую энергию узким выбросам на спектре.

Статистический подход.

Пусть z – случайная величина, соответствующая яркости элементов изображения, а $p(z_i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, N-1$ – ее гистограмма.

Базовыми статистическими характеристиками случайной величины z являются начальный момент порядка k :

$$\mu_k(z) = \sum_{i=0}^{N-1} z_i^k p(z_i), \quad (1)$$

и центральный момент порядка k :

$$\nu_k(z) = \sum_{i=0}^{N-1} (z_i - \mu_1)^k p(z_i). \quad (2)$$

Начальный момент первого порядка $\mu_1(z)$ называется математическим ожиданием (average of distribution) случайной величины и имеет смысл среднего значения (mean). Центральный момент второго порядка $\nu_2(z) = \sigma^2(z)$ называется дисперсией (dispersion) случайной величины и является мерой яркостного контраста.

Коэффициент асимметрии (skewness) случайной величины z определяется выражением:



$$\gamma(z) = \frac{\nu_3(z)}{\nu_2^{3/2}(z)}, \quad (3)$$

и является мерой асимметрии гистограммы.

Коэффициент эксцесса (kurtosis) случайной величины z определяется выражением:

$$\gamma_2(z) = \frac{\nu_4(z)}{\nu_2^2(z)} - 3, \quad (4)$$

и является характеристикой островершинности унимодальной гистограммы. Коэффициент эксцесса используют в качестве меры отклонения рассматриваемой гистограммы от гистограммы нормально распределенной случайной величины.

Центральные моменты высших порядков обеспечивают дальнейшее количественное разграничение текстурных составляющих.

Коэффициент однородности (uniformity) случайной величины z определяется выражением:

$$U(z) = \sum_{i=0}^{N-1} p^2(z_i), \quad (5)$$

и характеризует однородность яркости изображения.

Коэффициент энтропии (entropy) случайной величины z определяется выражением:

$$e(z) = -\sum_{i=0}^{N-1} p(z_i) \log_2 p(z_i), \quad (6)$$

и характеризует изменчивость яркости изображения.

Структурный подход.

При структурном подходе рассматриваются некоторые простейшие базовые элементы текстуры и правила, согласно которым из простейших элементов строятся более сложные текстуры. Таким образом, каждой сложной текстуре ставится в соответствие некоторая определенная структура из простейших элементов.

Спектральный подход.

Спектр Фурье идеально подходит для описания направленности присутствующих в изображении периодических двумерных структур. Эти глобальные текстурные образы легко различаются на спектре в виде импульсов с высокой энергией. Выступающие пики спектра указывают главное направление текстурной составляющей. Местоположение этих пиков на частотной плоскости дает основной пространственный период текстуры.



Классификация объектов на РЛИ

Введение.

Объект на радиолокационном изображении земной поверхности представляет собой связанное множество пикселей обладающих сходными характеристиками. Изображение можно рассматривать как совокупность различных объектов. Операция разбиения изображения на области однородные в смысле некоторого критерия (то есть представления в виде совокупности объектов), называется сегментацией изображения. Полученные в результате сегментации объекты классифицируются, то есть однотипные объекты объединяются в классы.

Сегментация изображений.

Сегментация обычно проводится по критерию яркостной или текстурной однородности. При существовании стабильных различий в яркостях отдельных областей изображения для выполнения сегментации применяются пороговые методы. Методы выращивания областей эффективны при наличии устойчивой связности внутри отдельных сегментов. Если области однородности изображения имеют четко выраженные края, то используется метод выделения границ.

Классификация объектов.

Наиболее общий подход к классификации предполагает переход в пространство признаков. Каждая точка этого пространства является упорядоченной совокупностью признаков некоторого объекта входного изображения. Двум однотипным объектам соответствует пара близких точек в пространстве признаков. Классификация объектов входного изображения эквивалентна разбиению пространства признаков на совокупность непересекающихся подпространств. Разбиение пространства признаков можно провести, пользуясь принципом минимальных расстояний. Для этого каждому классу необходимо сопоставить некоторую точку в пространстве признаков и для каждой пары точек-классов провести гиперплоскость равных расстояний. Совокупность проведенных плоскостей дает требуемое разбиение.

На этапе предварительной обработки необходимо определить число классов, выбрать набор информативных признаков для классифицируемых объектов, и инициализировать выбранный набор признаков для каждого класса конкретными значениями. Если значения параметров классов априорно неизвестны, то точки для классов в пространстве признаков распределяют равномерно.

Метрика (правило измерения расстояний) в пространстве признаков может определяться по-разному. Евклидово расстояние вычисляется согласно формуле:

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i^o - x_i^c)^2}, \quad (1)$$

здесь

n – размерность пространства признаков,

$X^o = \{x_1^o, \dots, x_n^o\}$ – вектор признаков объекта,

$X^c = \{x_1^c, \dots, x_n^c\}$ – вектор параметров класса.

Расстояние Махаланобиса определяется по формуле:



$$r = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij}^{-1} (x_i^o - x_i^c)(x_j^o - x_j^c), \quad (2)$$

где k_{ij}^{-1} – элементы матрицы K^{-1} обратной к ковариационной матрице $K = \{k_{ij} = \text{cov}[x_i^c, x_j^c], i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n\}$ класса.

Если классификация проводится по принципу максимального правдоподобия, то метрика определяется более сложным образом. Для каждого класса примем параметрическую модель в виде функции плотности гауссова распределения вероятностей. Плотность вероятности принадлежности объекта X^o к классу с вектором математического ожидания X^c и ковариационной матрицей K имеет вид:

$$f = \frac{p^c}{(2\pi)^{n/2} |K|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X^o - X^c)^T K^{-1} (X^o - X^c) \right\}, \quad (3)$$

здесь p^c – априорная вероятность класса.

Логарифмируя выражение (3), находим:

$$\ln f = \ln p^c - \frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln |K| - \frac{1}{2} (X^o - X^c)^T K^{-1} (X^o - X^c). \quad (4)$$

Формула для вычисления расстояния, соответствующего принципу максимального правдоподобия, имеет вид:

$$r = \ln p^c - \frac{1}{2} \ln |K| - \frac{1}{2} (X^o - X^c)^T K^{-1} (X^o - X^c). \quad (5)$$

Заметим, что в отличие от расстояний (1), (2), расстояние (5) тем больше, чем больше вероятность принадлежности объекта к классу.

