

ПОИСК ИНФОРМАТИВНЫХ УЧАСТКОВ НА СЛОЖНО СТРУКТУРИРУЕМЫХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНЫХ ОЦЕНОК

А. Н. Досин¹, А. М. Недзведь², А. М. Белоцерковский²

¹*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси*

²*Белорусский государственный университет*

Минск, Беларусь

e-mail: Nedzveda@tut.by

Рассматривается использование фрактальных характеристик для определения зон интереса на спутниковых изображениях.

Ключевые слова: анализ изображения; спутниковые изображения; фрактальный анализ.

DEFINITION OF INFORMATIVE REGION ON COMPLEX SATELLITE IMAGES BY FRACRALS ESTIMATION

A. Dosin¹, A. Nedzved², A. Belotserkovsky²

¹*United Institute of Informatics Problems, National Academy of Sciences*

²*Belarusian State University*

In this paper the using of fractal characteristics is described for identification regions of interest in the satellite image.

Keywords: image analysis; satellite imagery; fractal analysis.

ВВЕДЕНИЕ

Фрактал – математическое множество, обладающее свойством самоподобия. Самоподобие множества/множеств, которое можно представить в виде объединения одинаковых непересекающихся подмножеств, подобных исходному множеству. В математике фрактал – множество точек евклидова пространства, имеющее дробную метрическую размерность Минковского, Хаусдорфа или иную, отличную от топологической.

При помощи фрактальных характеристик можно определять сложность структуры границ на изображении. В большей своей массе различные объекты имеют различную форму, следовательно, имеют свою сложность описания и свою фрактальную характеристику.

Располагая данным инструментом, можно выделять зоны интереса на изображении. При помощи фрактальной характеристики рассматриваемой зоны можно делать предположения о нахождении того или иного объекта или группы объектов.

АЛГОРИТМ

Алгоритм (рис. 1) представляет собой двухэтапный анализ изображения. На первом этапе производится общее вычисление фрактальной характеристики исходного изображения при различных его разрешениях.

Первый этап включает в себя следующие подэтапы:

- расчет фрактальной характеристики;
- построение линии тренда;
- вычисление максимального отклонения.



Рис. 1. Схема алгоритма

Расчет фрактальной характеристики производится для различных масштабов изображения. На основе полученных данных строится график изменения фрактальной характеристики в зависимости от масштаба. Далее строится линия тренда для данного графика и производится расчет максимального отклонения значения фрактальной характеристики от линии тренда.

На втором этапе рассматриваются изображения одного масштаба на основании данных первого этапа и производится окончательный анализ.

Он основывается на результате первого этапа и включает в себя:

- изображение выбранного масштаба;
- синтез пространственного распределения фрактальных характеристик;
- сегментацию;
- нахождение области интереса.

После выполнения первого этапа формируется набор масштабов изображения с максимальными фрактальными характеристиками, по которым выполняется выделение зон интереса на втором этапе. Набор масштабов формируется на основе максимального отклонения фрактальной характеристики от линии тренда. На их основе производится синтез пространственного распределения фрактальных характеристик. Далее производим сегментацию изображения и на каждом сегменте находим фрактальную характеристику сегмента. На основе полученных фрактальных характеристик сегментов и фрактальной характеристики, соответствующей максимальному отклонению от линии тренда, производим анализ данного сегмента. Если в данном сегменте фрактальная характеристика имеет максимальное отклонение от линии тренда, то данный сегмент соответствует области с наибольшими изменениями и представляет интерес на данном изображении.

При измерении локальной размерности возникает вопрос о размере фрагментов изображения. Очевидно, что этот размер должен быть не больше, чем предполагаемые размеры анализируемых элементов изображений.

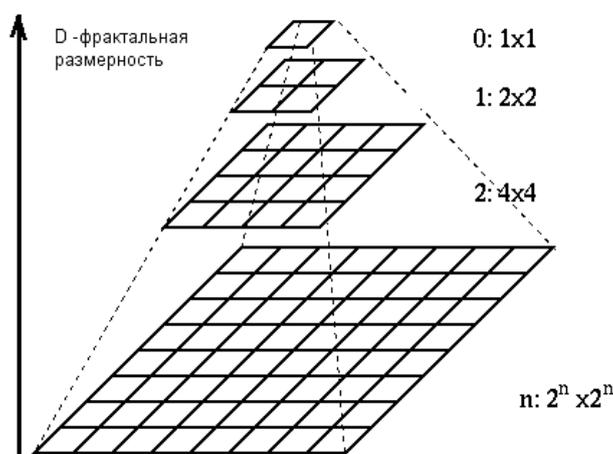


Рис. 2. Пирамида изображений

Для определения свойств объектов на изображении, строилась зависимость фрактальной размерности от размера локальной области анализа и размера фрактальной сигнатуры. В результате для изображений строилась пирамида. Каждый слой состоит из значений фрактальной размерности и определяется размерами локальной области анализа. Для упрощения восприятия анализируемого материала для каждого слоя определялось значение фрактальной размерности в этом слое и дисперсия. Исследования проводились как для изображения в целом, так и для каждого сегмента.

ТЕСТИРОВАНИЕ

Тестирование алгоритма производилось на группе космических изображений городов и лесных массивов. Каждое изображение имело 17 масштабов, на основе которых производился анализ. Изображения имеют одинаковое исходное разрешение, и их уменьшение происходит по одному и тому же закону.

Полученные фрактальные характеристики для каждого изображения соответствуют различным его масштабам. Для лучшего восприятия результаты были оформлены в виде таблиц и графиков.

На рис. 3 проиллюстрированы усредненные зависимости двух различных типов изображений. Видно, что фрактальная характеристика города ниже, чем леса. Так же хорошо видно по линиям тренда, что при уменьшении масштаба значения фрактальных характеристик стремятся к единому значению.

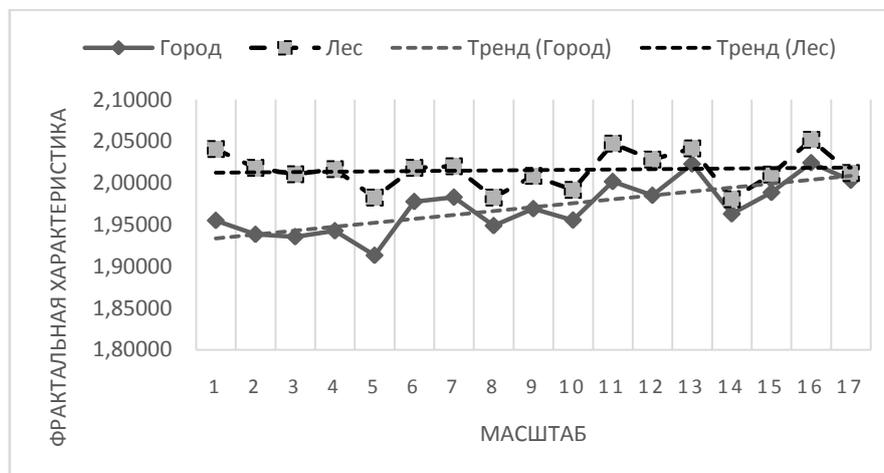


Рис. 3. Зависимость фрактальной характеристики от масштаба

С увеличением масштаба изображения значения фрактальных характеристик в основном постоянны для леса и растут для города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных необходимо отметить, что данный метод хорошо работает и показывает лучшие результаты при высоком исходном разрешении анализируемых изображений. Имея достаточное разрешение анализируемых изображений, можно с большей точностью определять класс исходного изображения, объекты, которые на нем размещаются. Достаточное разрешение исходного изображения позволяет получить больше данных, что увеличивает точность данного анализа.

При малом разрешении фрактальные характеристики стремятся к одному значению, независимо от класса изображения и того, какие типы объектов они описывают, что затрудняет автоматический анализ изображения.

В ходе исследования было выявлено, что различные типы объектов имеют различную фрактальную структуру. Это позволяет использовать фрактальные характеристики в задачах распознавания объектов на изображении и класса самого изображения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М. : Ин-т компьютер. исслед., 2002.
2. Новейшие методы обработки изображений / В. Т. Потапов [и др.]. М. : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2008. 496 с.
3. Федер Е. Фракталы. М. : Мир, 1991. 259 с.
4. Павлов А. Н., Анищенко В. С. Мультифрактальный анализ сложных сигналов // Успехи физ. наук. 2007. Т. 177, № 8. 876 с.
5. Привезенцев Д. Г., Жизняков А. Л., Баранов А. А. Применение фрактальных методов в обработке изображений и сигналов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных : сб. науч. тр. 2009. Вып. 14. С. 133–141.