

Многомасштабная оценка фрактальных характеристик изображений

А.А. Фомин, Д.Г. Привезенцев

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23, тел.: (09234) 3-20-22
E-mail: dgprivezencev@mail.ru*

При решении задач классификации и распознавания объектов на изображениях, наряду с традиционно применяемыми характеристиками изображений (геометрическими, статистическими, текстурными и др.), части, в качестве меры схожести, используют фрактальные характеристики, как отдельных объектов, так и изображений в целом.

Фрактальная размерность широко применяется в задачах классификации, использующих в качестве исходных данных изображения, содержащие сложные объекты и текстуры естественного происхождения (снимки микроструктур, дефектоскопические, аэрокосмические и медицинские снимки и т.п.) [1, 4]. Возможность классификации на основе расчета фрактальной размерности основана на утверждении, что даже схожие в топологическом смысле объекты имеют разные фрактальные характеристики [4].

Многие методы оценки фрактальной размерности изображений [1] по своей сути сводятся к последовательной аппроксимации контуров объектов отрезками разной длины с последующим подсчетом полученных сегментов кривой с учетом длины этих сегментов.

Очевидно, что используя подобные подходы, в качестве промежуточного результата может быть получена последовательность кривых с разной степенью детализации исходной кривой, которые и являются исходными для алгоритмов расчета фрактальной размерности.

Подобная последовательность кривых может быть получена и с использованием других алгоритмов обработки изображений. В частности могут быть использованы методы многомасштабной обработки изображений, основанные на теории вейвлет-преобразований [3].

Поскольку для оценки фрактальной размерности в ряде случаев достаточно иметь аппроксимации исходного сигнала, то применение вейвлетов для построения таких аппроксимаций имеет несколько преимуществ. Во-первых, параллельно с решением основной задачи – вычислением приближений контура, возможен анализ локальных особенностей и выявление периодических зависимостей исходной кривой [2]. Во-вторых, использование многомасштабных подходов позволяет снизить влияние различных шумов [3], обязательно присутствующих на изображении. И, в-третьих, многомасштабный подход может использоваться при оценке геометрических характеристик и признаков описания формы объектов на изображении [2, 3], что позволяет получить дополнительный набор характеристик для процедур классификации и распознавания.

Одним из новых подходов к многомасштабной оценке фрактальных характеристик изображений является применение двумерного дискретного вейвлет-преобразования. В результате на каждом уровне разложения получается совокупность последовательных приближений

исходного изображения. Существует зависимость изменения размеров объектов на изображении от масштаба разложения.

На практике были рассмотрены два класса аэрокосмических изображений: снимки населенных пунктов (рисунок 1а) и снимки ландшафтов (рисунок 1б). Для изображений каждого класса были произведены расчеты фрактальных характеристик с использованием многомасштабного представления изображений, в частности, с применением дискретного двумерного вейвлет-преобразования.

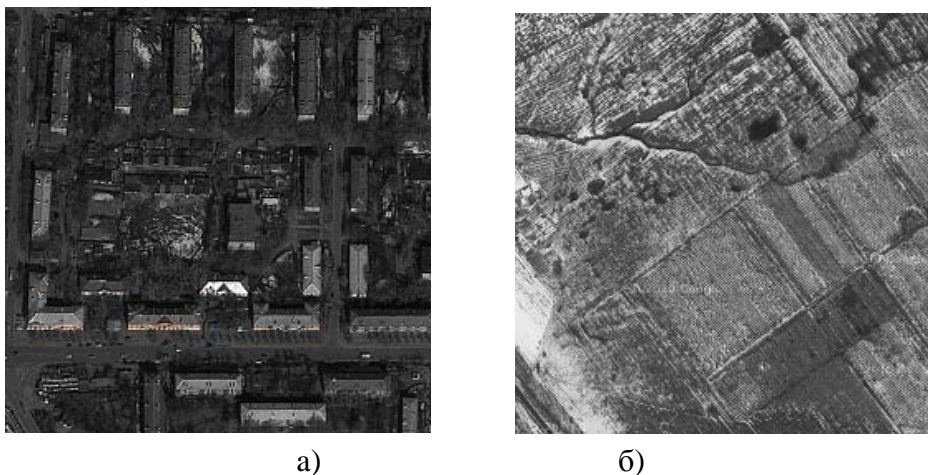


Рис. 1 – Исходные изображения: а) населенного пункта б) ландшафта.

В результате обработки изображений были получены зависимости размеров объектов на изображениях от уровня вейвлет-преобразования (рисунок 2).

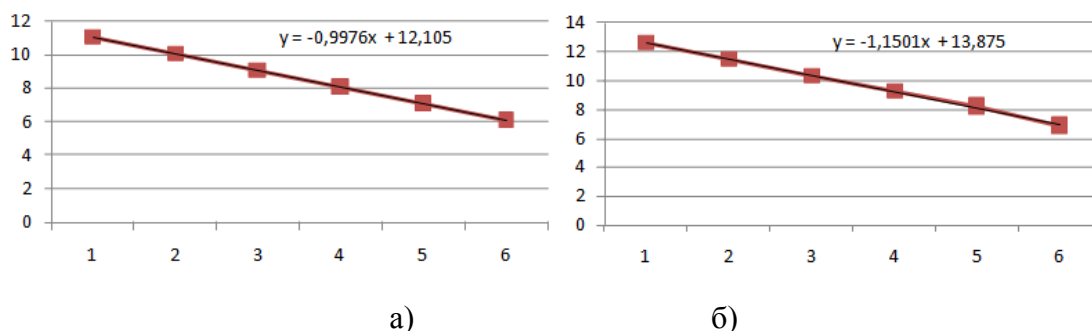


Рис. 2 – Зависимости размеров объектов на изображениях уровня вейвлет-преобразования для изображений: а) населенного пункта б) ландшафта.

Из полученных зависимостей видно, что характер изменения правильных геометрических объектов на изображении изменяется прямо пропорционально масштабу их рассмотрения, т.е. коэффициент наклона прямой близок к единице (рисунок 2а). Для неправильных геометрических объектов (рисунок 2б) этот коэффициент отличается от единицы.

Таким образом, описанный выше метод многомасштабной оценки фрактальных характеристик объектов на изображениях может применяться для задач классификации изображений.

Литература:

1. Востровский Г.В., Колмаков А.Г. и др. Введение в мультифрактальную параметризацию структур материалов. – М. : R&C Dynamics, 2001 – 115с
2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 461с.
3. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 671с.
4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 464с.