

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ И СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Алпатов Б.А., Балашов О.Е.

Рязанская государственная радиотехническая академия

Важным моментом при решении задач автоматического обнаружения и сопровождения объектов является вычисление признаков. Признаки являются численной мерой однородности областей изображения, на основе которой проводится дальнейшая сегментация изображения. Опыт показывает, что при работе видеокomпьютерных систем в сложных реальных условиях, простых признаков, таких как яркость, цвет, градиент изображения, а также спектральных признаков часто недостаточно для хорошей сегментации изображения. Как показывают исследования, эффективными признаками являются характеристики изображения, полученные при помощи фрактального анализа [1].

Основной особенностью фрактальных характеристик является то, что изображения искусственных объектов и природных имеют сильно различающиеся фрактальные размерности. Это позволяет успешно использовать фрактальные признаки для обнаружения искусственных изменений ландшафта по фотографиям из космоса, обнаружения искусственных объектов на изображениях, полученных с телекамер [2], и других задачах.

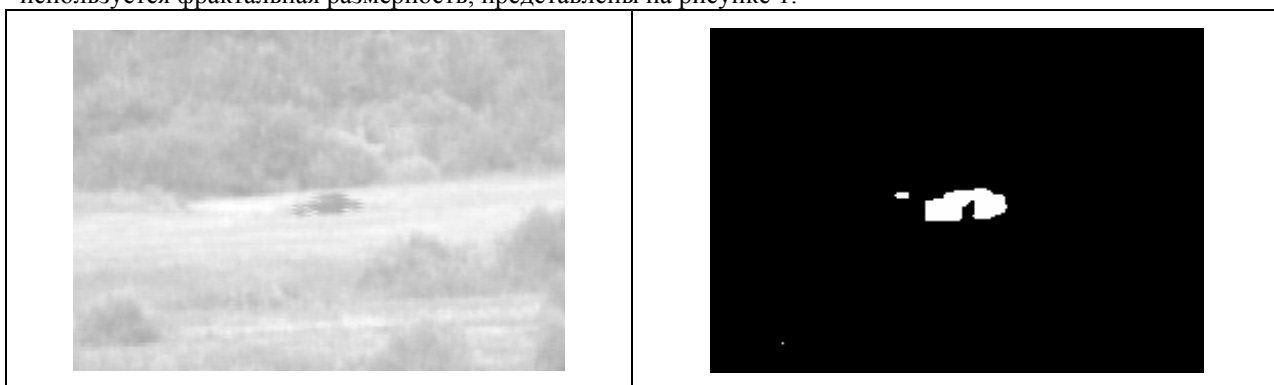
В [1] предложен алгоритм сегментации изображений с использованием фрактальной размерности, оцениваемой с помощью коэффициентов вейвлет - разложения. Данный метод использует вектор признаков, составленный из оценок фрактальной размерности по 3-м направлениям (горизонтальное, диагональное и вертикальное) и нескольким уровням (1-3) вейвлет - разложения. Для использования фрактальной размерности как признака необходимо вычислять ее для сигналов конечной длины, в частности, для цифровых изображений. Тот факт, что производится работа с дискретными сигналами, означает отсутствие бесконечного количества уровней разрешения изображения. Следовательно, имеется конечное число значений масштаба, на которых возможно произвести вычисление оценки фрактальной размерности. Таким образом, в качестве вектора признаков для исследуемого участка изображения используется последовательность значений, получаемых при разных уровнях разрешения и ориентациях.

Для каждого элемента изображения используется следующая формула:

$$D_{\theta, \nu}(p) = \frac{\log \left\{ \sum_{u \in W_{\theta, \nu}[N(p)]} |u| \sqrt{2^{-\nu}} \right\}}{\log(2^{\nu})} = \frac{\log \left\{ \sum_{u \in W_{\theta, \nu}[N(p)]} |u| \sqrt{2^{-\nu}} \right\}}{\nu \cdot C} \quad (1)$$

где  $N(p) \in R^{m \times m}$  - окно изображения, окружающее пиксель  $p$ , представляющее функцию, для которой вычисляется фрактальная размерность,  $\nu \in \{0, \dots, \log_2 m\}$  - уровни декомпозиции (разрешения) дискретного вейвлет - преобразования подизображения,  $\theta \in [\text{горизонтальный, вертикальный, диагональный}]$ , и  $W_{\theta, \nu}$  - вейвлет - коэффициенты изображения,  $C = \log 2$  - постоянная.

Вычисляемая в данной работе при помощи вейвлет - преобразования оценка фрактальной размерности по формуле (1) используется для формирования многомерного признаков для байесовского сегментатора, что позволяет достаточно хорошо сегментировать объекты, созданные человеком, от природного фона на изображениях как в видимом, так и в инфракрасном диапазонах. Результаты работы алгоритма байесовской сегментации с использованием многомерного вектора признаков, в котором в качестве одного из признаков используется фрактальная размерность, представлены на рисунке 1.



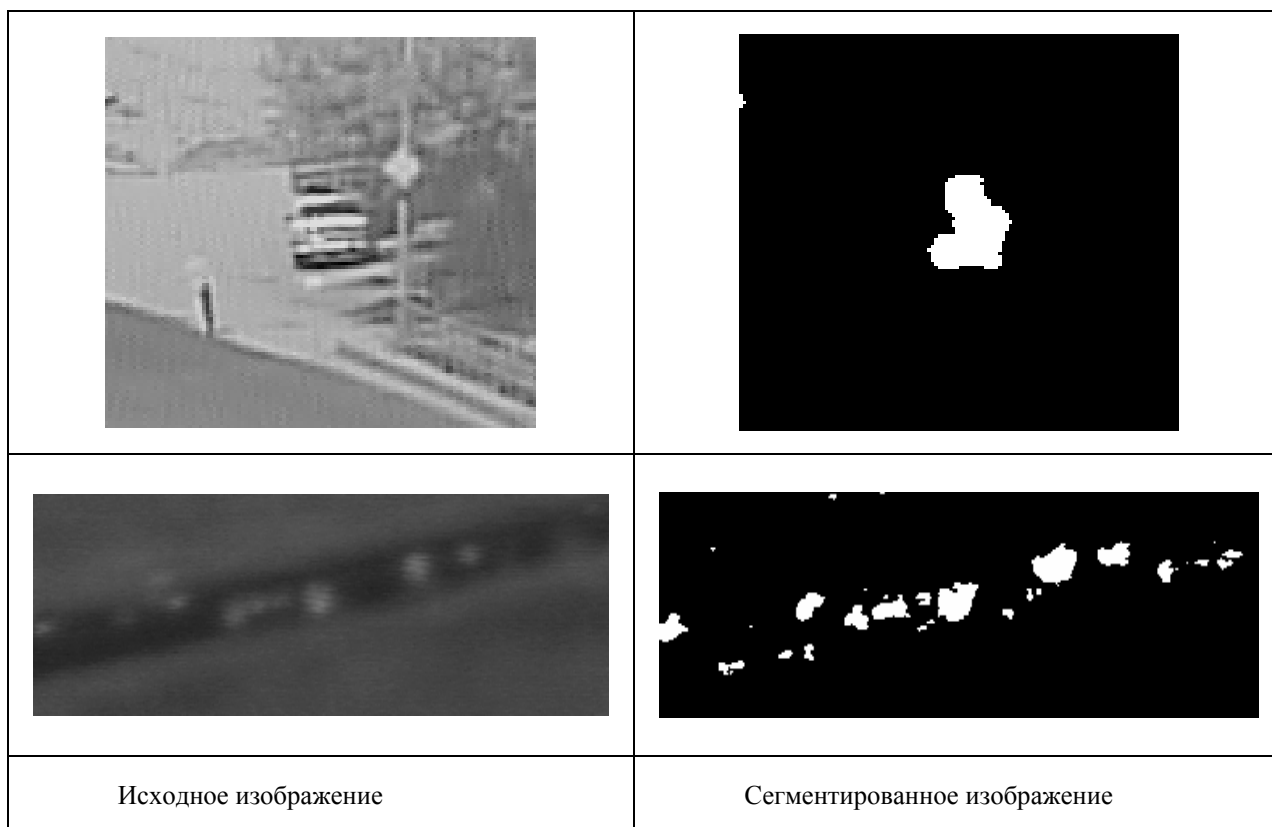


Рис. 1 – Сегментация изображения с использованием оценки фрактального признака

Эксперименты с использованием видеопоследовательностей показали, что байесовская сегментация с использованием оценки фрактальной размерности в качестве одного из признаков дает хорошие результаты. Во всех экспериментах количество используемых уровней декомпозиции изображения устанавливалось эмпирически. Безусловно, это не самый эффективный подход. Для большинства изображений фрактальный признак формировался с использованием двух первых уровней вейвлет – разложения. При этом замечено, что для рассматриваемого вида признаков не существует параметров, оптимальных для всех типов изображений и объектов, также не наблюдается явной зависимости результатов сегментации от характера применяемых вейвлет – функций. Признаки на основе фрактальной размерности из-за допущений в процедурах их оценки вносят некоторые искажения в бинарное изображение. Объекты немного увеличиваются в линейных размерах, и искажается их геометрическая форма. Этот недостаток можно преодолеть введением дополнительной обработки бинарного изображения. Данный алгоритм лег в основу программного обеспечения сегментации изображений с использованием многомерных гистограмм.

***Библиографический список***

1. Espinal F., Huntsberger T., Jawerth B., Kubota T. Wavelet - based fractal signature analysis for automatic target recognition. // Opt. Eng. magazine, January, 1998, № 37 (1), pp.166 - 174.
2. Xue D., Zhu Y., Zhu G. Recognition of low-contrast FUR tank object based on multiscale fractal character vector. // Proc. of SPIE Vol. 2756, Automatic Object Recognition VI, May 1996 pp.38 - 45.