



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОЙСТВ ВЕЙВЛЕТ-КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Дейнеко Ж.В., Козел Н.Б.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Обработка изображений используется во многих областях знаний. Это позволяет автоматизировать процессы получения дополнительной информации об объекте, который исследуется. В последнее время одним из методов обработки изображений является вейвлет-анализ, в основе которого лежит идеология кратномасштабного вейвлет-анализа (КВА).

Сущность данной идеологии заключается в проведении вейвлет-разложения исследуемых данных и последующем анализе соответствующих коэффициентов разложения. При этом важным аспектом является учет свойств самих вейвлет-коэффициентов, полученных в результате такого разложения. В данной работе было продемонстрировано использование свойств детализирующих вейвлет-коэффициентов для изучения и сравнения различных изображений. В ходе работы были введены дополнительные характеристики изображений на основе полученных наборов детализирующих коэффициентов. Эти характеристики отражают динамику изменения математического ожидания и дисперсии для детализирующих коэффициентов вейвлет-разложения. Основные свойства детализирующих коэффициентов при разложении самоподобных временных рядов:

1. Детализирующие коэффициенты ДВП на каждом уровне разложения имеют нормальное распределение с нулевым средним $N(0, \sigma)$.

2. На каждом уровне разложения j коэффициенты самоподобны, что означает равенство законов распределения для ряда вейвлет-коэффициентов на каждом уровне разложения с некоторым масштабом:

$$(d_x(j,0), d_x(j,1), \dots, d_x(j, N_j - 1)) \cong 2^{j(H + \frac{1}{2})} (d_x(0,0), d_x(0,1), \dots, d_x(0, N_0 - 1)),$$

где $d_x(j,k)$ – k -ый детализирующий коэффициент уровня разложения j ; N_j – количество вейвлет-коэффициентов на соответствующем уровне разложения; H – показатель Хёрста.

3. Вейвлет-коэффициенты, полученные в результате декомпозиции процесса со стационарными приращениями, являются стационарными на каждом масштабе 2^j .

4. Если существуют моменты p -го порядка, то для вейвлет-коэффициентов, полученных в результате декомпозиции процесса $X(t)$, выполняется следующее равенство:

$$M |d_x(j,k)|^p = M |d_x(0,k)|^p 2^{-jp(H + \frac{1}{2})}.$$

Перечисленные выше свойства вейвлет-коэффициентов можно использовать для анализа различных изображений на практике. Для этого в работе были рассмотрены различные двумерные изображения и проведен анализ



Секция 4. Распознавание образов, цифровая обработка изображений и сигналов

детализирующих вейвлет-коэффициентов, полученных в результате разложения различными материнскими вейвлетами (Daubechies – db1, db2 и db4).

В ходе работы исследуемые двумерные изображения были представлены в виде вектора, и для преобразованного ряда значений проводилось исследование основных статистических характеристик – математического ожидания, дисперсии, интервальные оценки). Для каждого из исходных изображений был получен определенный набор статистических характеристик на каждом уровне разложения (уровень разложения определялся длиной исследуемого вектора).

Исследования показали, что значение математического ожидания в большинстве случаев равно нулю, т.е. для детализирующих коэффициентов вейвлет-разложения было получено нормальное распределение с нулевым средним $N(0, \sigma)$ на каждом уровне разложения.

По наборам детализирующих вейвлет-коэффициентов для каждого уровня разложения исследуемых рядов данных были получены характеристики, которые отражают динамику изменения математического ожидания и дисперсии для детализирующих коэффициентов вейвлет-разложения на каждом уровне разложения. Такой переход к новым характеристикам изображения основан на свойствах коэффициентов вейвлет-разложения, а также предполагает и учитывает:

- уникальность представления исходного изображения в виде набора детализирующих коэффициентов;
- наличие самоподобия для детализирующих вейвлет-коэффициентов различных уровней разложения;
- соответствие детализирующих вейвлет-коэффициентов нормальному закону распределения на каждом уровне разложения исследуемого ряда данных.

В работе была исследована динамика изменения математического ожидания и дисперсии для детализирующих вейвлет-коэффициентов при различных материнских функциях. В ряде экспериментов показано, что такая динамика является тождественной для одного и того же изображения и разной для разных изображений. Это позволяет строить процедуры сравнения и анализа, как для идентификации изображений, так и для сравнения отдельных частей одного изображения. Полученные результаты показывают целесообразность использования свойств детализирующих вейвлет-коэффициентов для сравнительного анализа изображений.

1. Lyashenko, V., Deineko, Z., & Ahmad, A., Properties of wavelet coefficients of self-similar time series / International Journal of Scientific and Engineering Research. – 6(1), 2015. – 1492-1499.

2. Vyacheslav V. Lyashenko, Rami Matarneh, Zhanna V. Deineko, Using the Properties of Wavelet Coefficients of Time Series for Image Analysis and Processing / Journal of Computer Sciences and Applications. – Vol. 4, No. 2 (2016): doi: 10.12691/jcsa-4-2-1. – 27-34.