

ФРАКТАЛЬНЫЙ МЕТОД НАСТРОЙКИ БЫСТРЫХ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ЭТАЛОННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

А.Ю. ДОРОГОВ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
ул. Профессора Попова, 5, г. Санкт-Петербург, 197376, Россия
vaks2006@yandex.ru*

Предлагается метод настройки быстрых двумерных ортогональных преобразований основанный на идеях фрактальной фильтрации. Настройка выполняется за конечное число шагов, которое определяется числом множителей в мультипликативном разложении размерностей преобразования. Настроенное преобразование в качестве одной из базисных функций содержит эталонное изображение. Наличие быстрого алгоритма обеспечивает высокую скорость обработки данных. Приведены примеры.

Ключевые слова. Быстрый алгоритм, спектральные методы обработки изображений, фрактальная фильтрация, сжатие изображений.

Традиционно для обработки изображений используются ортогональные преобразования, обладающие быстрыми алгоритмами выполнения. Цель обработки обычно заключается в фильтрации или сжатии изображения. В обоих случаях необходимы некоторые априорные знания, которые касаются либо спектра помехи, либо класса изображения. В зависимости от этой информации выбирается тип используемого преобразования. Для сжатия обычно применяются ортогональные косинусные и вейвлет преобразования, базисные функции которых, близки к собственным векторам ковариационных матриц класса изображений. Сами собственные вектора, упорядоченные в матрицу, образуют ортогональное преобразование Карунена-Лоэва. К сожалению, это преобразование не имеет быстрого алгоритма, и поэтому не используется при больших размерностях данных. Однако его важной отличительной особенностью является возможность настройки преобразования по статистически накопленным данным.

Подобное качество можно распространить и на быстрые преобразования, поставив перед собой цель, настроить значения коэффициентов базовых операций таким образом, чтобы учесть априорную информацию и сохранить при этом условие ортогональности. Быстрые преобразования имеют меньшее число степеней свободы, чем преобразование Карунена-Лоэва, поэтому возможности обучения будут ограничены. Тем не менее, их достаточно, для того чтобы настроиться, по крайней мере, на одну главную компоненту преобразования Карунена-Лоэва, и уже это позволяет решать целый класс задач, связанных с эффективным сжатием, адаптивной фильтрацией и распознаванием образов.

Ортогональное преобразование, которое настроено на одну базисную функцию называется приспособленным. Для приспособленных преобразований этап обучения существенно упрощается, а в случае составной размерности для их реализации можно использовать параметрически настраиваемый класс быстрых алгоритмов, за которым исторически закрепилось название «перестраиваемые быстрые преобразования» [1]. Быстрые алгоритмы основаны на возможности факторизации преобразования в произведение слабозаполненных матриц, каждую из которых можно интерпретировать как

слой нейронной сети. Это обстоятельство сближает класс перестраиваемых преобразований с нейронными сетями.

Рассматриваемый метод настройки быстрых двумерных преобразований основан на идеях фрактальной фильтрации, которые были первоначально развиты для одномерных сигналов [2, 3]. Для двумерного случая фрактальная фильтрация представляет собой кратно-масштабную обработку изображений, последовательно сжимающую его размеры вплоть до единственной точки.

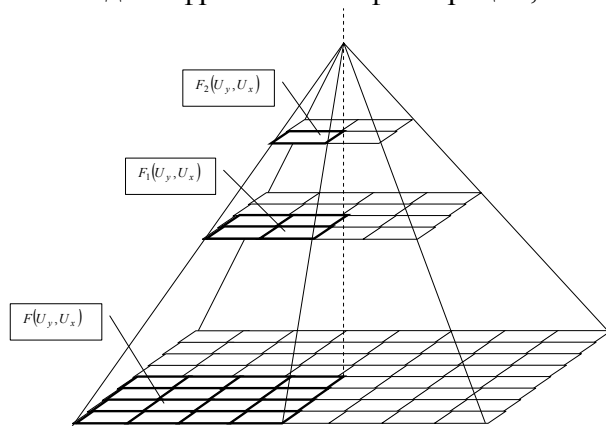


Рис. 1. Схема фрактальной фильтрации изображения

Схему фрактальной фильтрации можно представить в виде пирамиды показанной на рис. 1. Основанием пирамиды является исходное изображение, $F(U_y, U_x)$. Под фрактальным фильтром понимается произвольный функционал Φ , заданный на кратной выборке изображения. Формально

фрактальный фильтр можно представить выражением:

$$F_1(\langle u_{n-1}^y u_{n-2}^y \cdots u_1^y \rangle, \langle u_{n-1}^x u_{n-2}^x \cdots u_1^x \rangle) = \Phi_{(u_0^y, u_0^x)} [F(\langle u_{n-1}^y u_{n-2}^y \cdots u_1^y u_0^y \rangle, \langle u_{n-1}^x u_{n-2}^x \cdots u_1^x u_0^x \rangle)].$$

Где переменные u_0^y и u_0^x в совокупности определяют координаты точек изображения в позиционной системе счисления. Очевидно, что изображение F_1 будет кратно уменьшенным по размерам по отношению к исходному изображению. Функционалом, например, может быть правило вычисления среднего значения или медианы двумерной выборки.

При последовательном сжатии изображения на каждом шаге выделяется информация необходимая для настройки ортогональных ядер быстрого преобразования. Настройка выполняется за конечное число шагов, которое определяется числом множителей в мультипликативном разложении размерностей преобразования.

Построенные ортогональные преобразования в качестве одной из базисных функций содержат эталонное изображение. Остальные базисные функции позволяют выявить отличия от эталона. Ранжируя спектральные коэффициенты по энергии, и отбрасывая малозначимые, можно достаточно легко обеспечить эффективное сжатие для класса изображений близких к эталону без существенной потери качества при восстановлении изображений. Наличие быстрого алгоритма обеспечивает высокую скорость обработки данных.

Список литературы

1. Солодовников А.И., Стиваковский А.М. Основы теории и методы спектральной обработки информации.- Л., 1986.- 272с .
2. Дорогов А.Ю. Быстрые нейронные сети: Проектирование, настройка, приложения. // Лекции по нейроинформатике Ч.1. В тр. школы-семинара «Современные проблемы нейроинформатики», науч.-техн. конф. «Нейроинформатика-2004» 28-30 января 2004г. Москва. Изд. М.: - МИФИ, 2004, с.69-135.
3. Дорогов А. Ю. Методы настройки быстрых перестраиваемых преобразований. «Нейрокомпьютеры: разработка и применение № 7-8 2004. С.17-32.