

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра динамики электронных систем

МЕДИАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

Методические указания

Ярославль 2006

Медианная фильтрация: Метод. указания / Сост. А.Л. Приоров, В.В. Хрящев; Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2006. 53 с.

Описаны основные методы медианной фильтрации цифровых изображений. Методические указания предназначены для студентов специальности 010801 Радиофизика и электроника физического факультета ЯрГУ, изучающих дисциплину специализации «Цифровая обработка изображений». Могут использоваться студентами, обучающимися по специальности 210302 Радиотехника, а также направлению 550440 Телекоммуникации. Материал может быть использован при подготовке студентами курсовых и дипломных проектов.

Рецензент: кафедра радиофизики Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова.

© Ярославский государственный университет, 2006

© А.Л. Приоров, В.В. Хрящев

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие технологии производства интегральных схем и расширение возможностей современных компьютеров позволяют реализовать на практике все более сложные методы цифровой обработки сигналов и изображений. С появлением современных цифровых сигнальных процессоров стало реальностью практическое воплощение алгоритмов, представлявших ранее лишь теоретический интерес. До последнего времени в цифровой обработке сигналов в основном использовались методы линейной фильтрации, что связано с наличием подходящего математического аппарата, простотой интерпретации и расчета линейных фильтров. Эти методы стали уже классическими и активно используются в системах связи, радио- и гидролокации, для анализа и синтеза речи, в системах обработки изображений, компьютерной томографии и др.

В то же время использование методов линейной фильтрации не позволяет получить приемлемое решение в ряде практически важных приложений. Известно, например, что задача оптимальной фильтрации допускает решение в классе линейных фильтров только в том случае, когда сигнал и аддитивная помеха независимы и имеют нормальное распределение. В действительности помеха может зависеть от полезного сигнала, иметь мультипликативный характер или закон распределения, отличный от нормального, например, представлять собой импульсный шум. В этих случаях оптимальным решением будет являться нелинейный фильтр.

С целью расширения спектра задач, решаемых средствами

цифровой обработки сигналов, и преодоления ограничений, присущих методам линейной фильтрации, в настоящее время активно внедряются методы нелинейной фильтрации. Наиболее известными классами нелинейных фильтров являются:

- гомоморфные фильтры;
- морфологические фильтры;
- фильтры, основанные на порядковых статистиках, и их разновидности: L-, R-, M-фильтры, медианные фильтры;
- расширенные фильтры Калмана;
- нейронные фильтры и сети;
- полиномиальные фильтры.

Данная классификация, не претендуя на полноту, демонстрирует лишь многообразие видов нелинейной фильтрации. В отличие от теории линейной фильтрации построение единой теории нелинейной фильтрации вряд ли возможно. Каждый из перечисленных классов имеет свои преимущества и область применения. Например, фильтрация Калмана, гомоморфная фильтрация, имеют достаточно долгую историю. Другие направления появились совсем недавно и активно разрабатываются в настоящее время. К таким новым направлениям относится цифровая фильтрация на основе ранговой статистики. Самым известным представителем данного класса нелинейных фильтров являются медианные фильтры, которые и рассматриваются в данной работе. Ниже приводятся определения одномерного и двумерного медианных фильтров, их статистические характеристики, а также описания самых известных модификаций медианных фильтров.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИАННЫХ ФИЛЬТРОВ

1.1. Одномерный медианный фильтр

Медианная фильтрация была предложена Дж. Тьюки в 1971 г. для анализа экономических процессов, а в дальнейшем получила широкое применение при обработке изображений и речевых сигналов. Она осуществляется посредством движения некоторой апертуры (маски) вдоль последовательности дискретных отсчетов и замены значения в центре апертуры медианой исходных отсчетов внутри апертуры.

Медианой последовательности x_1, \dots, x_n , где n - нечетное, является средний по значению член ряда, получающегося при упорядочивании последовательности по возрастанию. Для четного n определим медиану как среднее арифметическое двух средних членов. В литературе можно найти другие определения, но поскольку они мало отличаются друг от друга и n в большинстве интересующих нас случаев нечетное, мы не будем возвращаться к этому в дальнейшем. Обозначим медиану следующим образом:

$$\text{медиана} (x_1, \dots, x_n).$$

Медианный фильтр последовательности длиной $n \{x_i, i \in Z\}$ для нечетных n определяется как

$$y_i = \text{медиана}_n x_i \equiv \text{медиана}_n (x_{i-\nu}, \dots, x_i, \dots, x_{i+\nu}),$$

где $\nu = (n-1)/2$ и Z обозначает множество всех натуральных чисел.