

Система фильтрации изображений на основе унифицированных архитектур процессоров ортогональных преобразований

Анета П. Галантерия

Аннотация

Рассмотрен метод линейной фильтрации с преобразованием. Предложена модель системы фильтрации изображений, основанная на параллельно работающих унифицированных параллельных процессорах.

1. Введение

Одной из главных задач при обработке изображений является улучшение и сглаживание изображений. При формировании первичных изображений и при их передаче возникает необходимость в подавлении искажающих помех. Процедура улучшения изображений сводится к выполнению комплекса операций с целью либо улучшения визуального восприятия изображения, либо преобразования его в форму, более удобную для визуального или машинного анализа.

Суть метода улучшения изображений с использованием преобразования заключается в вычислении двумерных преобразований изображений, подлежащих улучшению, во внесении изменения в результате преобразования и в вычислении обратного преобразования с целью получения улучшенного изображения.

Одной из задач цифровой обработки изображений (ЦОИ) является задача фильтрации, которой посвящено достаточно большое число работ [1,2,3 и др.]. В зависимости от решаемых задач и от класса обрабатываемых изображений применяются различные типы фильтрации.

Например, в задаче подавления шума на изображении применяется так называемая медианная фильтрация. В задачах восстановления изображений применяются винеровские фильтры. При реставрации изображения применяются гомоморфная, рекурсивная фильтрация.

В последние годы большое распространение получила цифровая линейная фильтрация, которая и будет рассмотрена в данной работе. Широкое применение линейной фильтрации объясняется простотой реализации, высокой скоростью обработки и т.д.

2. Линейная фильтрация с преобразованием

Появление быстрых алгоритмов преобразований дало большой толчок в разработке и использовании цифровых фильтров. Разработан метод линейной фильтрации с преобразованием, который имеет высокое быстродействие, эффективность обработки и ряд других преимуществ. Схема фильтрации с преобразованием показана на рис.1.

Входной массив $x(n)$ описывающий исходное изображение, поступает на вход блока прямого быстрого преобразования, с выхода которого на вход линейной

фильтрации поступают уже рассчитанные коэффициенты преобразования $p(u_1, u_2)$. Эти коэффициенты подвергаются линейной фильтрации

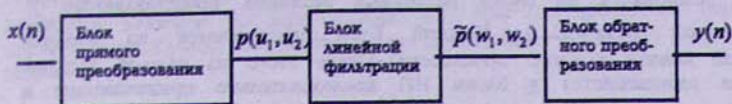


Рис.1. Схема фильтрации с преобразованием.

$$\tilde{p}(w_1, w_2) = \sum \sum p(u_1, u_2) H(u_1, u_2, w_1, w_2)$$

Где $H(u_1, u_2, w_1, w_2)$ — ядро линейного фильтрующего преобразования.

Следующим шагом является обратное преобразование, для получения обратного изображения. Отметим, что при этом требуется $O(N \log N)$ операций благодаря использованию быстрых алгоритмов преобразований линейной фильтрации, а не $O(N^2)$, как при прямой фильтрации. Подробная оценка эффективности такого метода вычисления, с использованием быстрых алгоритмов проводится в [2].

Обычно, обрабатываемое изображение имеет большие размеры, и эффективность применения метода с преобразованием для всего изображения в целом уменьшается, ухудшается качество фильтрации, процесс вычисления в целом усложняется, затрудняется обработка в реальном времени. В этом случае изображение делится на блоки, размеры которых от нескольких десятков до нескольких сот элементов изображений. Из матрицы поочередно извлекается по одному блоку, над которым производится быстрое преобразование. Обработанные блоки поочередно помещаются в выходную матрицу.

Однако, как правило, при блочной фильтрации обрабатываемая матрица делится на блоки одинаковых размеров. В различных задачах обработки изображений не все изображение имеет одинаковую информативность. Необходимая информация может быть расположена в центре изображения, на границе и т.д., может занимать большую часть изображения и наоборот. В то же время для различных пользователей степень важности элементов одного и того же изображения может быть разной. Поэтому целесообразным является разделение изображения на блоки различных размеров, выделение более информативной части изображения и т.д.

3. Описание модели системы блочной фильтрации изображений

Как известно, главным резервом повышения производительности цифровой обработки сигналов является распараллеливание вычислительных операций. В данной работе предлагается модель системы блочной фильтрации, использующая параллельно работающие унифицированные параллельные процессоры, разработанные в работах [5,6,7]. Благодаря этим процессорам, предлагаемая модель синхронизирует параллельную обработку блоков изображений с высокой степенью обработки.

На рис.2 представлена структурная схема обработки изображения методом фильтрации с преобразованием. Принцип работы заключается в следующем. Изображение разбивается на блоки различных размеров, представляемые 2^l векторами длиной 2^n ($l = 0, 1, \dots$). Каждый блок запоминается во входной индивидуальной памяти каждого процессора. После этого из каждой входной памяти вектора записываются в блоки ИП последовательно принимающие и параллельно выдающие вектор длиной 2^n . С выходов блоков ИП векторы поступают на входы унифицированных процессоров ортогональных преобразований, разработанных в [5,6,7]. После обработки векторов в процессорных блоках на их выходы поступают коэффициенты преобразования.

После обработки каждого вектора процессоры передают результаты преобразования в блоки фильтрации, где они отфильтровываются параллельными фильтрами. Т.о. на выходы каждого блока фильтрации поступают отфильтрованные элементы.

Полученные результаты подвергаются обратному преобразованию

$$\tilde{P} = PH$$

$$Y = B\tilde{P}$$

где B — оператор обратного преобразования.

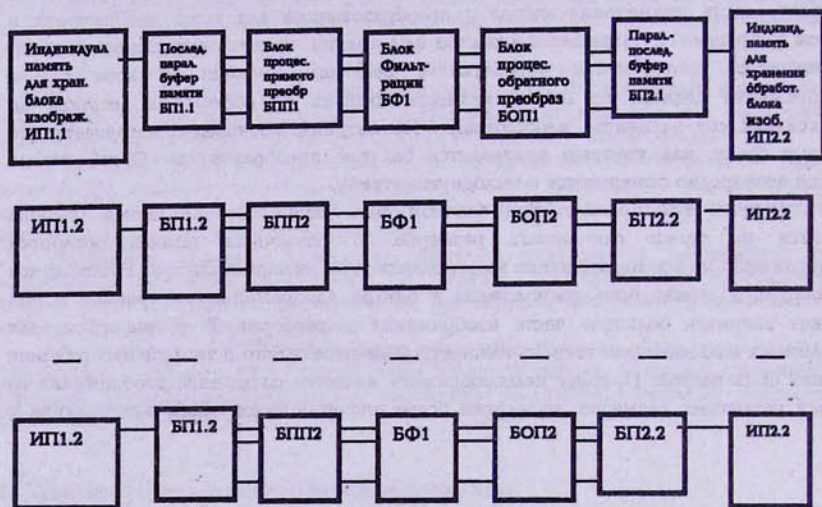


Рис. 2. Модель системы блочной фильтрации изображения с использованием унифицированных процессоров.

Отметим, что разработанные в [7] процессоры Уолша-Адамара являются также процессорами обратного преобразования. Т.о. один и тот же унифицированный процессор можно использовать и в блоке прямого и в блоке обратного преобразования.

Т.к. каждый i -ый процессор обрабатывает 2^i векторов, то на их обработку в i -м блоке требуется $(n2^{n-i})2^i = n2^n$ времени. Т.о. при одновременном начале обработки векторов во всех блоках, т.е. при одновременном начале работы процессорных блоков они одновременно заканчивают обработку блоков различных размеров.

4. Заключение

Предложенная система фильтрации, используя унифицированные архитектуры, синхронизирует параллельную обработку блоков изображений с высокой степенью обработки. Позволяет производить обработку изображения с максимальной скоростью при данном использовании аппаратуры, учитывая индивидуальные требования пользователя. В данной системе фильтрации аппаратура используется с высокой степенью загруженности.

Литература

- [1] Авт. св. N1292004. Устройство для реализации быстрых преобразований в базисных дискретных ортогональных функций./А. Н. Карташевич и М. С. Курлянд.-Опубл. в БИ 1987г., N 1.
- [2] П. Рабинет, Б. Гоуд, Теория и применение цифровой обработки сигналов. Пер. с англ. М.: Мир, 1978.
- [3] Мюррей. Проектирование цифровых фильтров Уолша — В сб.: Зарубежная радиоэлектроника. 1972, N 11, стр. 116-122.
- [4] У. Прэт. Цифровая обработка изображений. М.:Мир, 1982, в 2-х кн.
- [5] Авт. св. N1667103. Параллельный процессор Хаара. Агаян С. С., Галантерян А. П., и др. Опубл. в БИ 1991г. N28.
- [6] Авт. св. N1756901. Поточно-параллельный процессор Хаара. А. П. Галантерян, Д. З. Геворкян, А. В. Мелкумян, Опубл. в БИ 1992г. N 31.
- [7] С. С. Агаян, А. П. Галантерян, Д. З. Геворкян., Семейство процессоров быстрого преобразования Уолша-Адамара.-Тезисы докл.1 Всесоюзной конф.: распознавание образов и анализ изображений. РОАИ-1-91, Минск 1991г., часть 3, стр. 16.