

## **ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ МЕДИАННОЙ И ПСЕВДОМЕДИАННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**Бурсова Ю.В., Даньшин А.С.**

**Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор Щепакин К.М.**

*Тулеский государственный университет*

В системах мониторинга земной поверхности для улучшения качества обработки и фильтрации бинарных изображений широко используются методы локальной фильтрации. Это связано с тем, что основной особенностью изображений, как двумерных сигналов, является то, что отдельные элементы изображений обычно меняются в зависимости от соседних элементов, поэтому большинство алгоритмов преобразования изображений носит локальный характер.

Можно реализовать множество алгоритмов локальной фильтрации от усреднения по окрестности (интегрирование) до операций локального дифференцирования и подчеркивания контуров.

Свойству локальности отвечают алгоритмы ранговой фильтрации, относящиеся к классу нелинейных преобразований.

Существуют два класса нелинейных цифровых фильтров.

Это медианные фильтры (МФ), применяемые для сглаживания изображений, и фильтры, подчеркивающие перепады яркости. К последним относятся фильтры Робертса и Собела, родственные в идейном плане.

В медианном фильтре отклик равен медиане данных, находящихся в апертуре. Медиана представляет собой центральный элемент в вариационном ряду, полученном из данных, находящихся в пределах апертуры. В силу того, что для операции нахождения медианы не выполняется одна из аксиом линейности, медианный фильтр является нелинейным.

Медианные фильтры применяются для сглаживания изображений и для подавления шума. Ранее мы рассмотрели линейные низкочастотные фильтры, применяемые для тех же целей. Медианные фильтры по своим свойствам отличаются от них. Во-первых, медианные фильтры очень эффективны при сглаживании импульсного шума, но могут приводить к полному исчезновению мелких деталей изображения при неадекватном выборе параметров фильтра.

Медианные фильтры используются также для обнаружения границ и выделения объектов.

Для формирования апертур произвольной формы (крестообразных, кольцевых и т.д.) используется бинарная весовая функция, принимающая значения 0 или 1.

Медианные фильтры нередко применяются итеративно, причем фильтрация повторяется до тех пор, пока на профильтрованном изображении не прекратятся изменения. В другом варианте итеративного применения от шага к шагу итерации меняется апертура фильтра. В так называемом разделимом медианном фильтре одномерный медианный фильтр применяется сначала к каждой строке, а затем – к каждому столбцу изображений.

Разновидностью медианного фильтра является взвешенно-медианный фильтр. В таком фильтре используется весовая функция, но интерпретируется она иначе, чем в

линейных фильтрах. Здесь весовые коэффициенты показывают, сколько раз следует учитывать пиксели изображений, попавшие в апертуру.

Если выводу фильтра присваивать не значение медианы данных, находящихся в апертуре, а значение любой  $r$ -й ( $r=1,2,\dots,n$ , где  $n$  – общее число элементов апертуры) порядковой статистики, то можно получить  $n$  фильтров, названных процентильными. Они, как обобщение медианного фильтра, так же являются нелинейными. Где  $r$ -я порядковая статистика определяется как  $r$ -е по значению число из данных  $n$  чисел.

В координаторах целесообразно применять медианные фильтры для бинарных изображений. Фильтрацию бинарных изображений обычно относят к нелинейным операциям.

Рассмотренный выше общий метод пригоден и для бинарных изображений, однако для них целесообразно использовать другое, упрощенное правило формирования отклика, не требующее построение вариационного ряда. Это правило состоит в следующем. Если на участке поля, попавшем в апертуру, количество единиц превышает количество нулей, то отклик фильтра полагается равным единице, в противном случае – нулю.

Данное правило допускает обобщение на случай бинарного процентильного фильтра. В таком фильтре отклик полагается равным единице, если в пределах апертуры находится по крайней мере,  $r$  единиц ( $r=1,2,\dots,n$ , где  $n$  – общее число элементов апертуры).

Как показывает практика применения МФ в устройстве обработки информации наиболее эффективно при сглаживании импульсных помех.

Однако при работе в реальном времени реализация МФ затруднена и из-за низкого быстродействия и большого объема вычислений.

Повысить быстродействие и уменьшить объем вычисления позволяет применение псевдомедианного фильтра.

Псевдомедиана квадратного фрагмента изображения размером  $(2M+1) \times (2M+1)$  элементов вычисляется с помощью одномерного медианного фильтра в течение двух этапов. Первоначально вычисляются медианы строк (столбцов) фрагмента:

$$D'_{i-M} = \text{median}(D_{-M,j-M}, \dots, D_{-M,j}, \dots, D_{-M,j+M}) \quad (1)$$

$$D'_j = \text{median}(D_{i,j-M}, \dots, D_{i,j}, \dots, D_{i,j+M}) \quad (2)$$

$$D'_M = \text{median}(D_{M,j-M}, \dots, D_{M,j}, \dots, D_{M,j+M}) \quad (3)$$

по которым определяется псевдомедиана

$$D''_M = \text{median}(D'_{-M}, \dots, D'_i, \dots, D'_M) \quad (4)$$

Для определения медианы

$$D''_{ij} = \text{median } D_{i+m,j+n}, m = \overline{-M, M}, n = \overline{-M, M} \quad (5)$$

Требуется выполнить сортировку  $(2M+1) \times 2$  элементов. Псевдомедиана  $D''_{ij}$  определяются посредством сортировки  $(2M+1)$  элементов (при этом определяется медиана фрагмента)

$$D''_i = \text{median } D_{i,j-n}, n = \overline{-M, M} \quad (6)$$

Так и перекрывающиеся фрагменты изображения отличаются на одну строку и сортировки  $(2M+1)$  элементов изображения отличаются на одну строку и сортировки  $(2M+1)$  элементов изображения, т.е. медиан строк, при этом вычисляется псевдомедиана

$$D_{ij}^* = \text{median } D_{i+m,j}, m = \overline{-M, M} \quad (7)$$

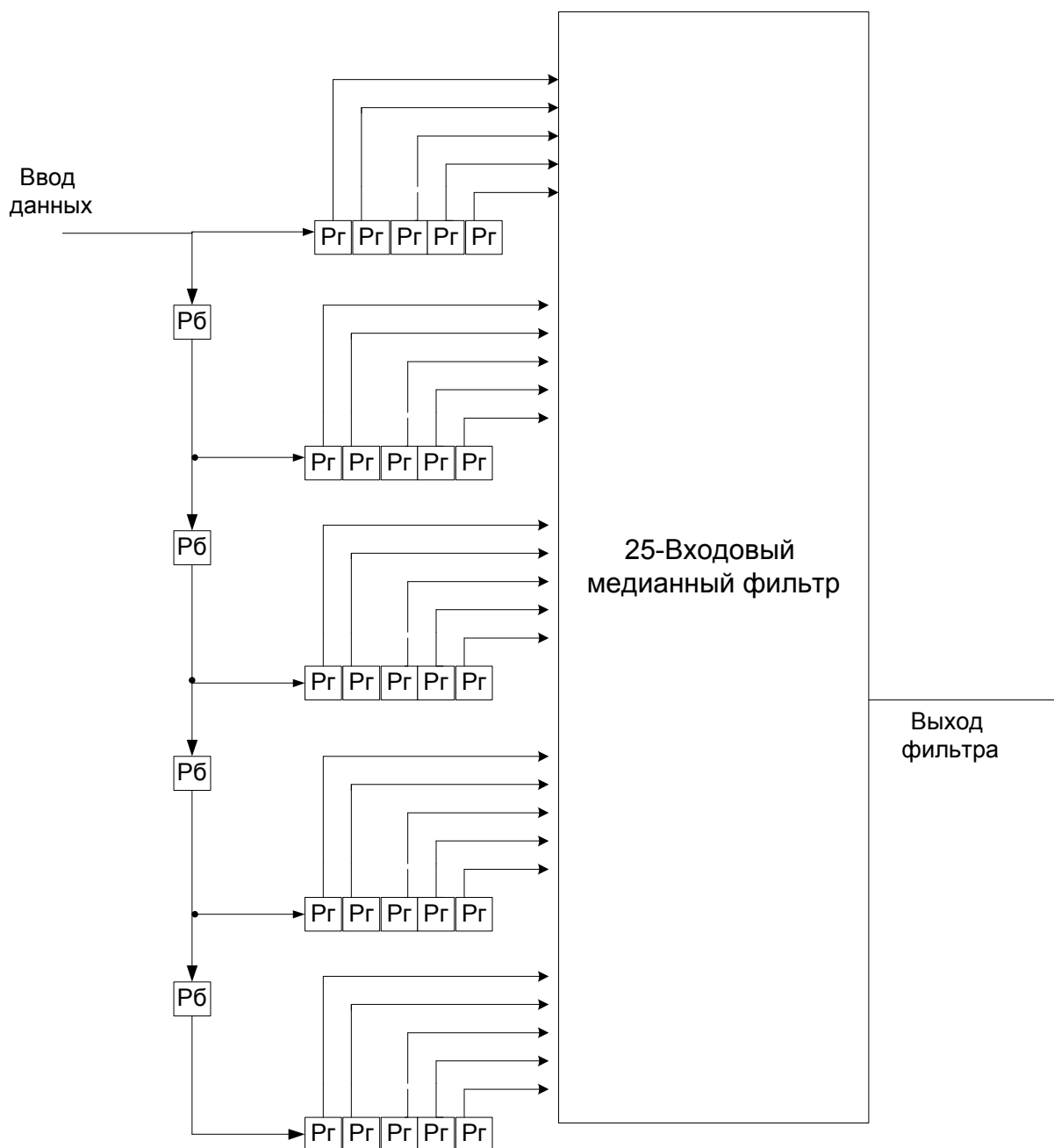


Рисунок 1 – Структура процессора двумерного медианного фильтра

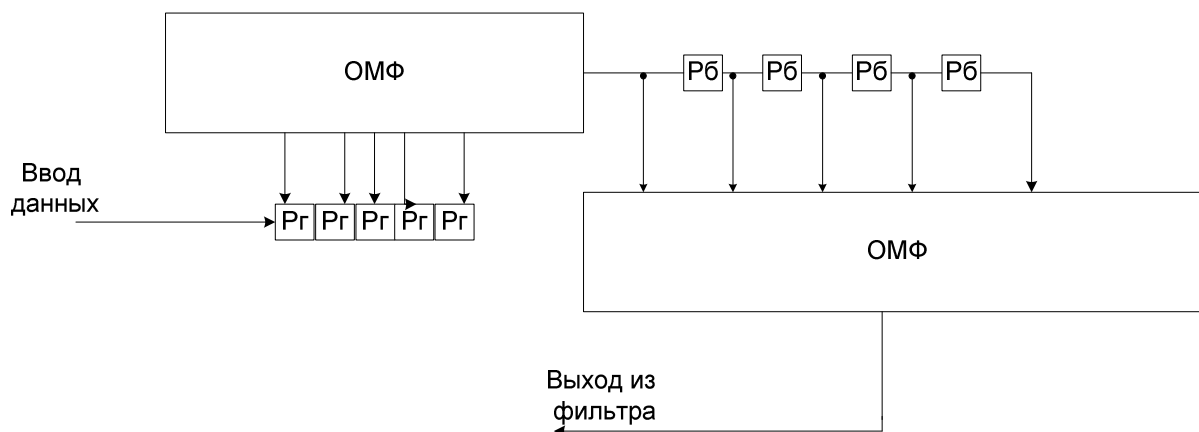


Рисунок 2 – Структура процессора псевдомедианной фильтрации

Рг – регистры задержки; Рб – буферные регистры; ОМФ – одномерный медианный фильтр. На рисунке 1 и 2 приведены соответственно структуры медианного и псевдомедианного фильтров. Для фильтрации изображений размером  $I \times J$  апертурой размером  $(2M+1) \times (2M+1)$  для хранения  $2M$  строк изображения используются построчные буферные регистры (Рб), а для одновременного выбора элементов локальной окрестности изображения – регистры задержки (Рг).

Псевдомедианная фильтрация по затратам оборудования и быстродействию значительно экономичнее медианной фильтрации, что позволяет обрабатывать информацию в ТК в реальном масштабе времени.

Экспериментально было установлено, что псевдомедианная фильтрация обеспечивает уменьшение времени обработки в 2,5; 4,333; 6,25; 8,2 раз при размере апертуры соответственно  $3 \times 3$ ;  $5 \times 5$ ;  $7 \times 7$ ;  $9 \times 9$  пикселей по сравнению с традиционными медианными фильтрами, при незначительном снижении качества обработки.