



Фильтрация изображений. Фильтры размытия и усиления резкости.

<https://www.youtube.com/watch?v=X5O6wVmOYvk>



Определение

! Фильтрация изображений - операция, имеющая своим результатом изображение того же размера, полученное из исходного по некоторым правилам.

Обычно интенсивность (цвет) каждого пикселя результирующего изображения обусловлена интенсивностями (цветами) пикселей, расположенных в некоторой его окрестности в исходном изображении.



Матрица свертки

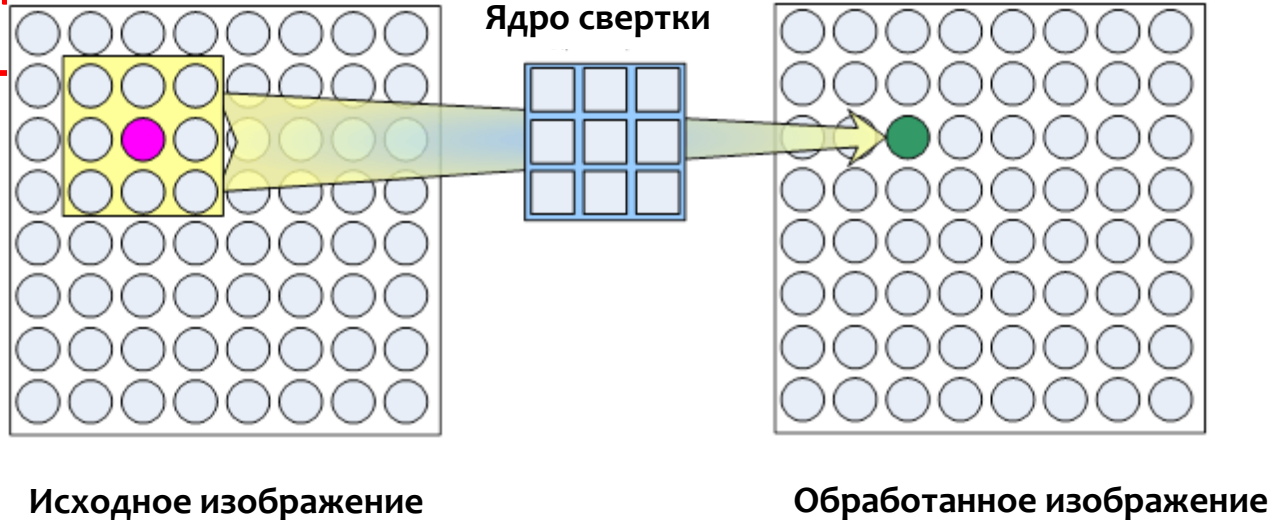
! Матрица (ядро) свёртки — это матрица коэффициентов, которая «умножается» на значение пикселей изображения для получения требуемого результата.

Размер матрицы определяет степень размытости. Например, если используется матрица 5 на 5, где каждый элемент равен $1/25$, то размытость изображения будет больше, чем при использовании матрицы 3 на 3.



Ядро свертки

Ядро свертки называется окном, а заданная на нем функция – весовой или фун





Фильтрация

- Фильтрация осуществляется перемещением окна фильтра по изображению. Весовая функция в процессе перемещения остается неизменной.
- В каждом положении окна происходит операция свертки – линейная комбинация значений элементов изображения:

$$\begin{vmatrix} p_1 & p_2 & p_3 \\ p_4 & p_5 & p_6 \\ p_7 & p_8 & p_9 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} k_1 & k_2 & k_3 \\ k_4 & k_5 & k_6 \\ k_7 & k_8 & k_9 \end{vmatrix} \sum_{i=1}^9 p_i K_i = p'_5$$

где p_i - элементы области примыкания,

k_i - весовые множители,

p'_5 - новое значение пикселя.



Пример

Входное изображение

12	14	41
43	84	24
2	1	43



Матрица

0,5	0,75	0,5
0,75	1,0	0,75
0,5	0,75	0,5

—
—

Результат

$$\begin{pmatrix} 12 * 0,5 + 14 * 0,75 + 41 * 0,5 + \\ 43 * 0,75 + 84 * 1,0 + 24 * 0,75 + \\ 2 * 0,5 + 1 * 0,75 + 43 * 0,5 \end{pmatrix} \times \frac{1}{\text{div}}$$

—
—

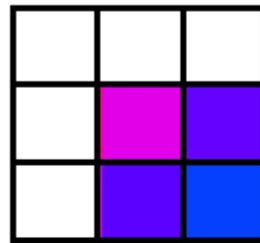
32,41667

div = 6

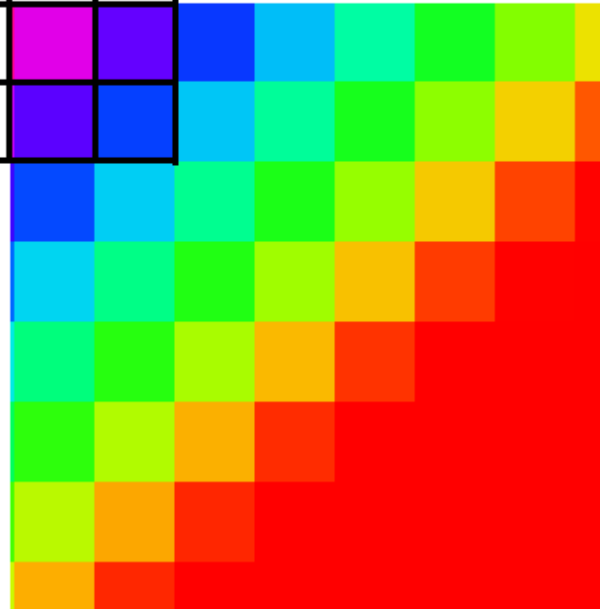


Проблема граничных условий

Матрица

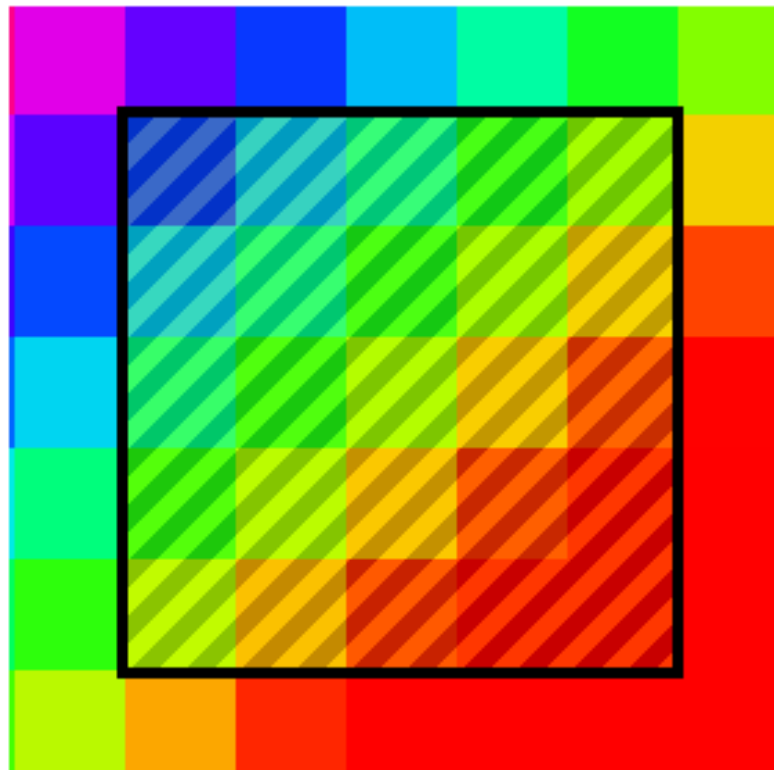


Изображение





Решение 1



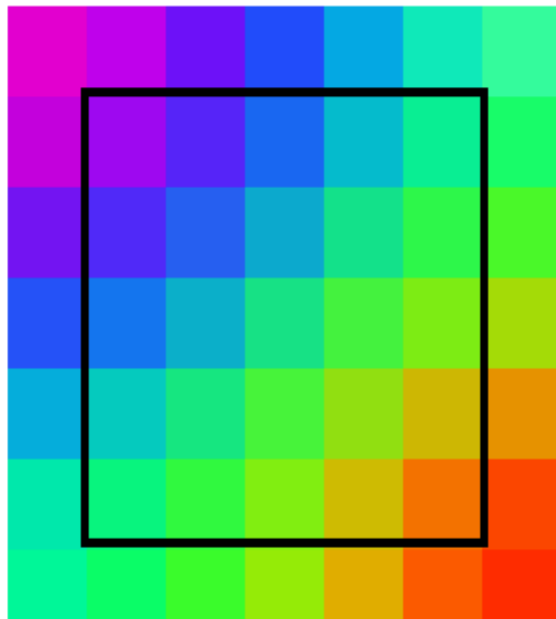


Решение 2

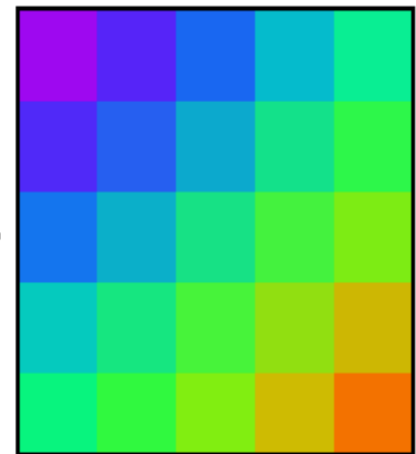
Входное изображение



Временное размытое
изображение



Результат





Алгоритм увеличения резкости

$-k/8$	$-k/8$	$-k/8$
$-k/8$	$k + 1$	$-k/8$
$-k/8$	$-k/8$	$-k/8$

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

где параметр k определяет степень
повышения контраста



Алгоритм размытия в изображении

$$\frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$



Математическая интерпретация Линейные фильтры

! Линейные фильтры - семейство фильтров, имеющих в качестве математического описания линейную функцию.

$$B(x, y) = \sum_i \sum_j F(i, j) \cdot A(x + i, y + j) \quad \text{ядро фильтра}$$

$A(x, y)$ – пикселей исходного изображения

$F(i, j)$ – функция определяющая фильтр



Сглаживающие фильтры

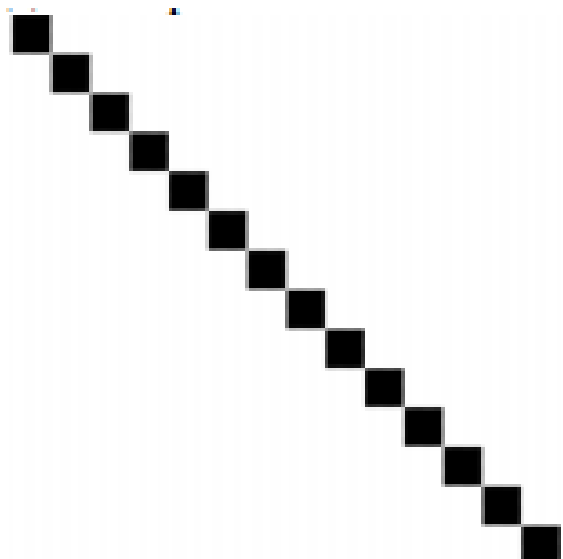
- **Прямоугольный** сглаживающий фильтр радиуса r задается при помощи матрицы размера $(2r + 1) \times (2r + 1)$, все значения которой равны

$$\frac{1}{(2r + 1)^2}$$



Результат применения сглаживающего фильтра

$$M^{blur} = \begin{pmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{pmatrix}.$$



a)



б)



Пример применения сглаживающего фильтра

- <http://ru.retinex.net/#>





Применение сглаживающих фильтров

. Шумоподавление



Эффективное шумоподавление

- **Гауссовский** фильтр с ядром:

$$F_{gauss}(i, j) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma^2}\right)$$



Контрастоповышающие фильтры

- Эффект повышения контраста достигается за счет того, что фильтр подчеркивает разницу между интенсивностями соседних пикселей, удаляя эти интенсивности друг от друга. Этот эффект будет тем сильнее, чем больше значение центрального члена ядра.



Контрастоповышающие фильтры

$$M_1^{contr} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$M_2^{contr} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$



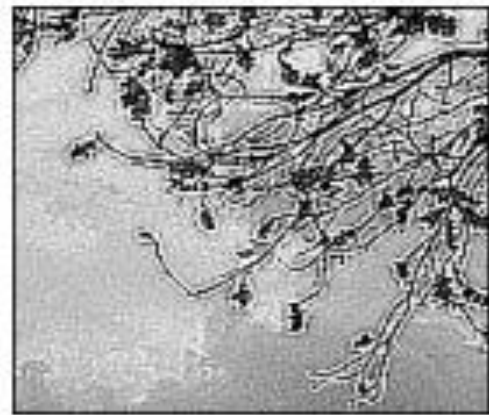
Пример использования контрастоповышающего фильтра



a)



б)



в)



Пример применения фильтра повышения резкости

- <http://ru.retinex.net/#>

BLURRED TEXT

BLURRED TEXT



Разностные фильтры

- Это линейные фильтры, задаваемые дискретными аппроксимациями дифференциальных операторов (по методу **конечных разностей**)



Разностный оператор Собеля

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} * A \quad \text{and} \quad G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * A$$

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$



Фильтр Прюита (Prewitt)

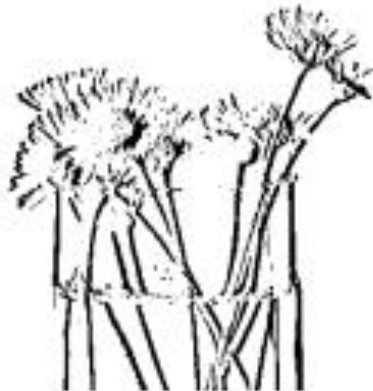
$$M_1^{prewitt} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



Пример нахождения вертикальных и горизонтальных границ



а)



б)



в)



Пример применения оператора Собеля





Нелинейный фильтр

- Основное отличие нелинейного фильтра от линейного заключается в том, что выход нелинейного фильтра формируется нелинейным образом от данных исходного изображения



Порог фильтрации

$$B(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } A(x, y) > \gamma \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$



Медианная фильтрация

- **Медианная фильтрация —**
эффективная процедура
обработки сигналов,
подверженных воздействию
импульсных помех.



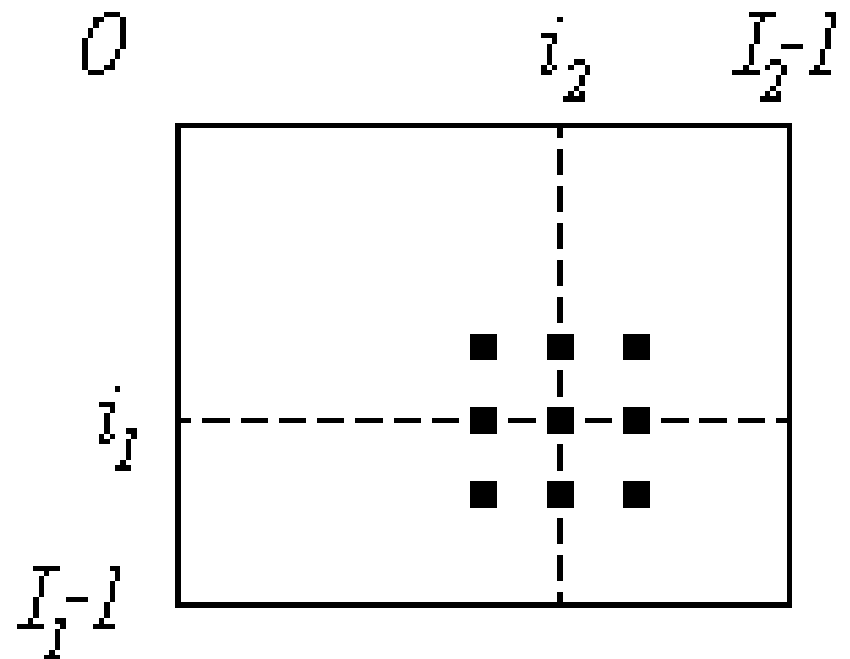
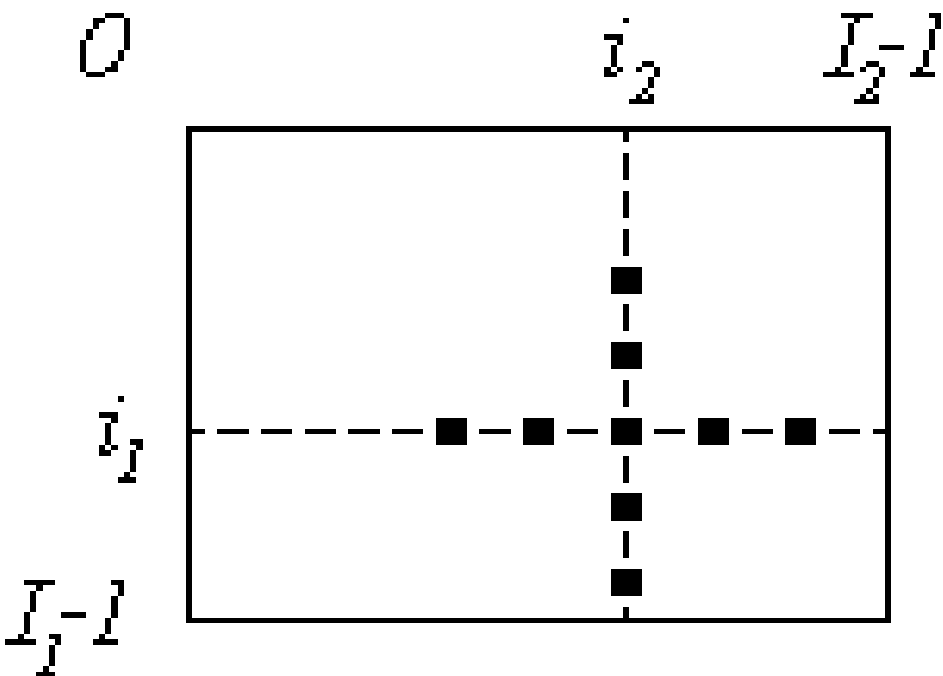
Медианная фильтрация

- Медианная фильтрация для уменьшения уровня шума!!!

Дж. Тьюки в 1971 г.



- **Апертура фильтра** двумерное окно, используемое при медианной фильтрации.






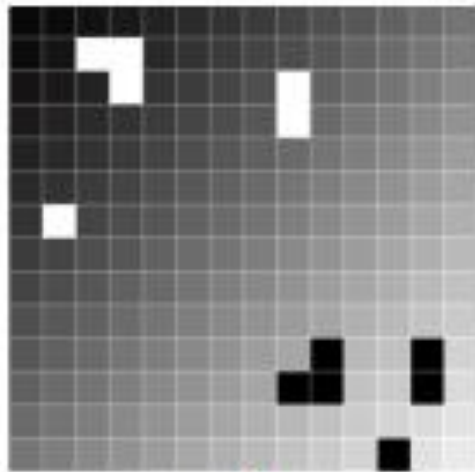
Пример

$$Y = \{136, 110, 99, 45, 250, 55, 158, 104, 75\}$$

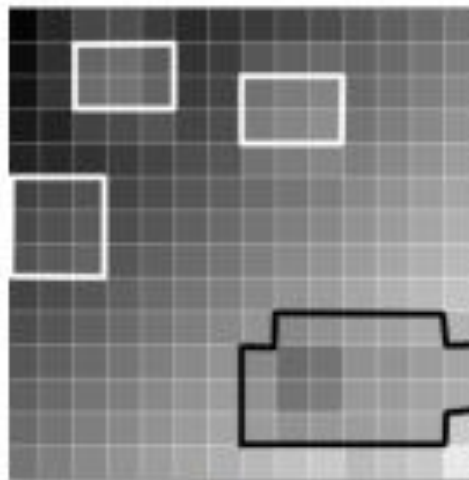
* $\{45, 55, 75, 99, \mathbf{104}, 110, 136, 158, 250\},$



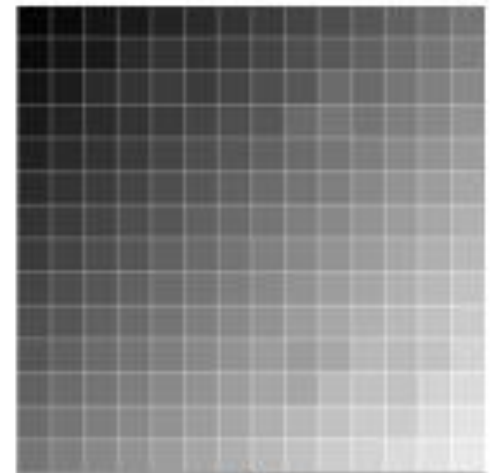
Сравнение результатов сглаживающего фильтра с медианным при импульсных помехах



а)



б)



в)



Фильтры в Photoshop

- Все фильтры в **Photoshop** находятся в разделе **Filter**. Photoshop имеет в своем арсенале около восьмидесяти фильтров. Так же многие из этого списка фильтров доступны в галерее фильтров.



Фильтры для усиления резкости

- Sharpen — Sharpen (Резкость) и Sharpen More (Резкость+)



Фильтр для размытия изображений

- Blur (Размытие) (Filter->Blur)