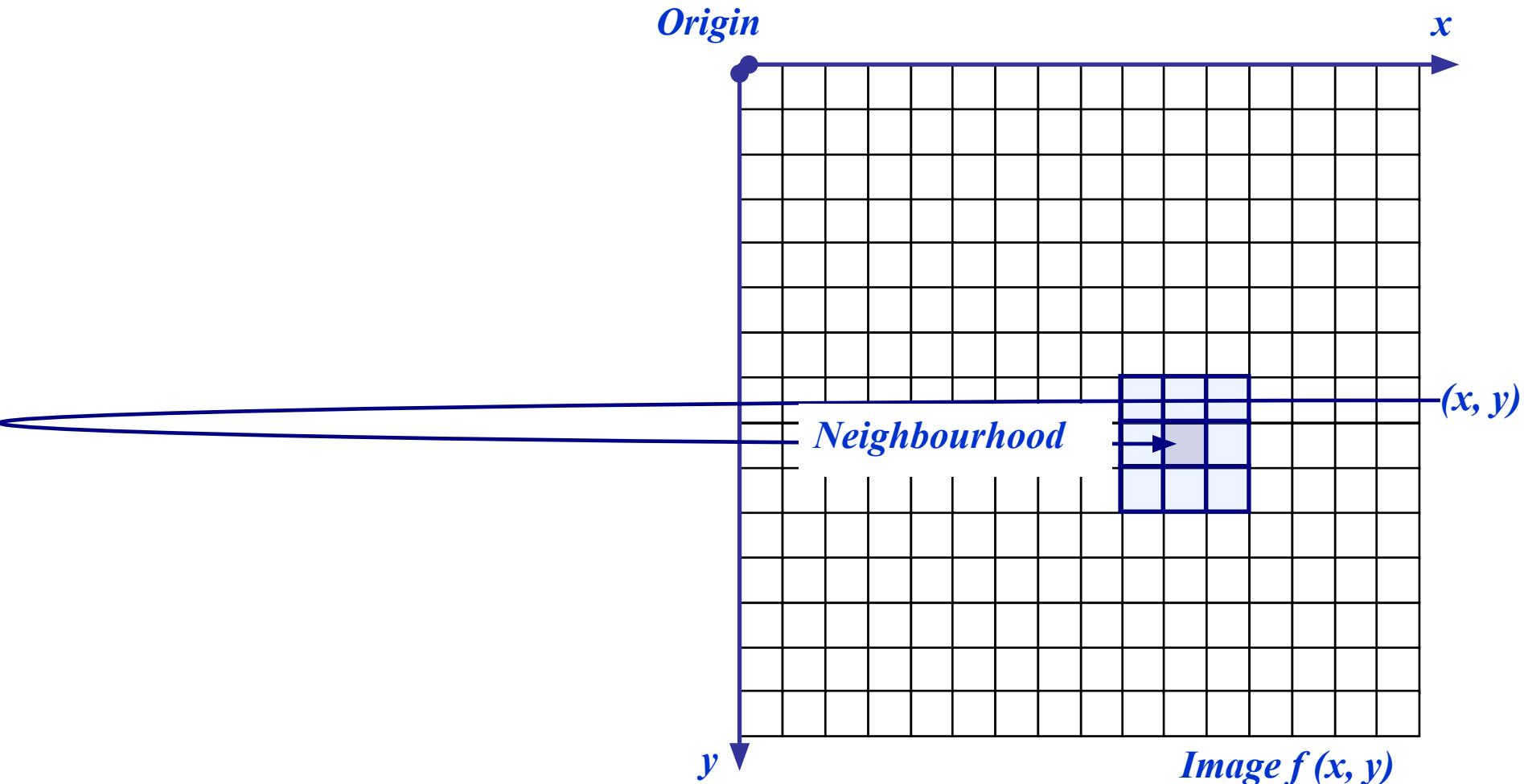
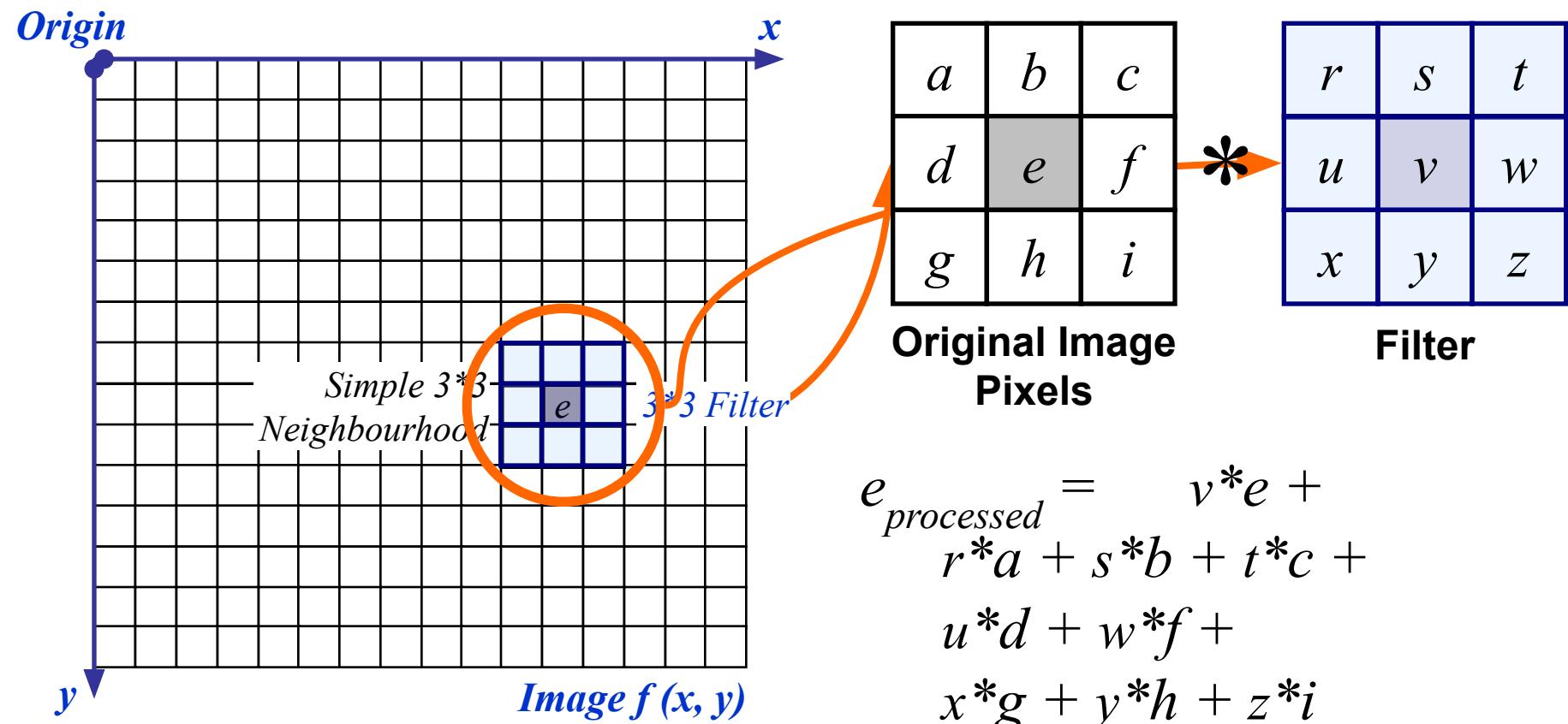


Локальные преобразования

фильтр, маска, шаблон, окно

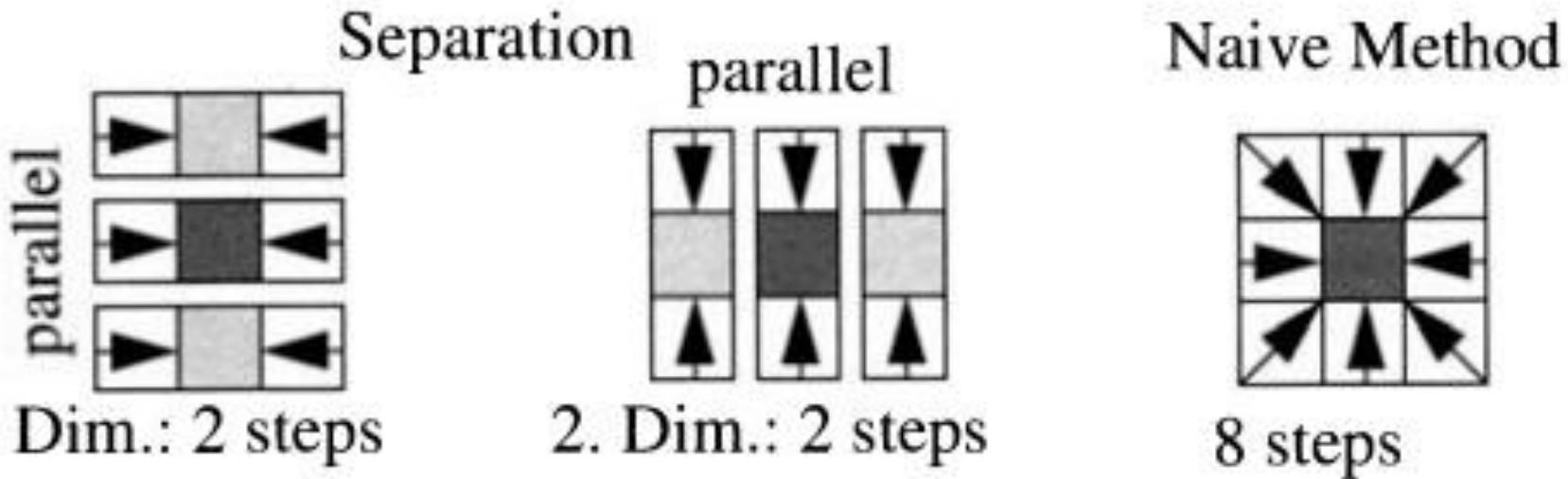


Пространственная фильтрация



Процесс повторяется для каждого пикселя изображения

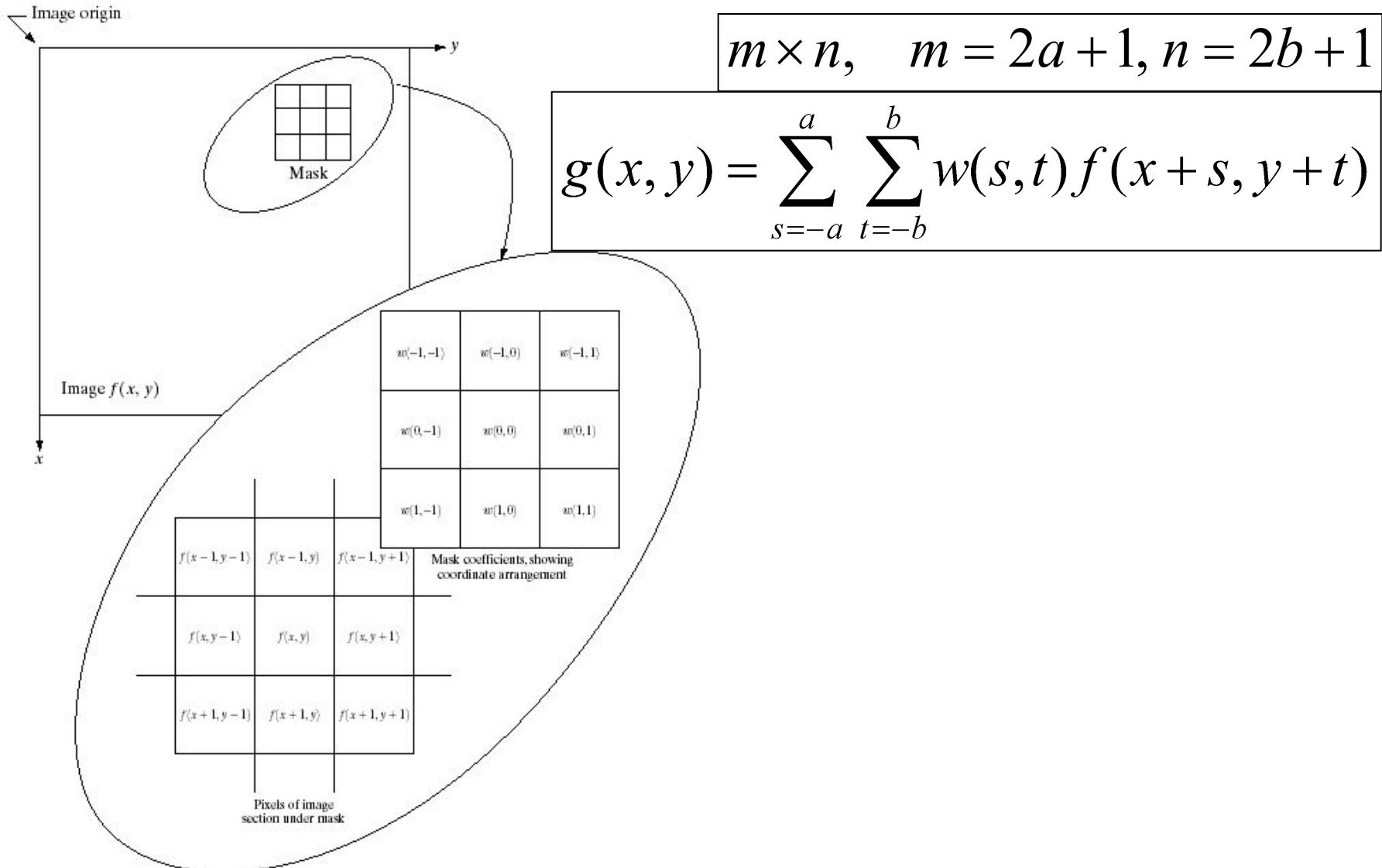
Пространственная фильтрация



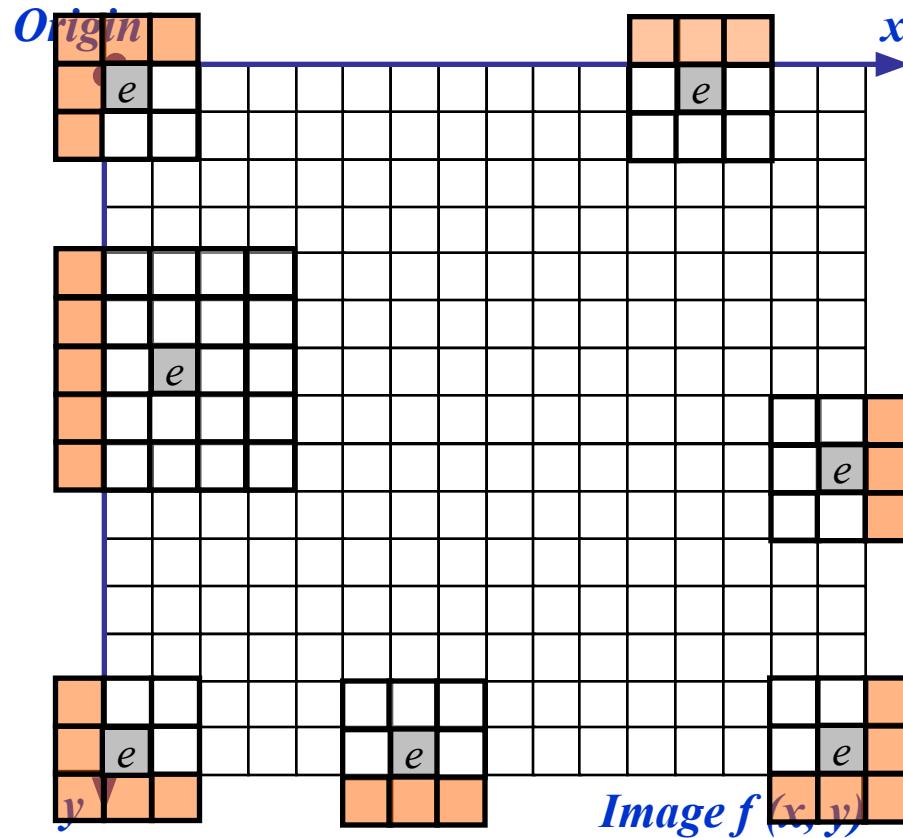
$$2*(n-1)$$

$$n^2 - 1$$

Линейная пространственная фильтрация общего вида



Обработка краев изображения

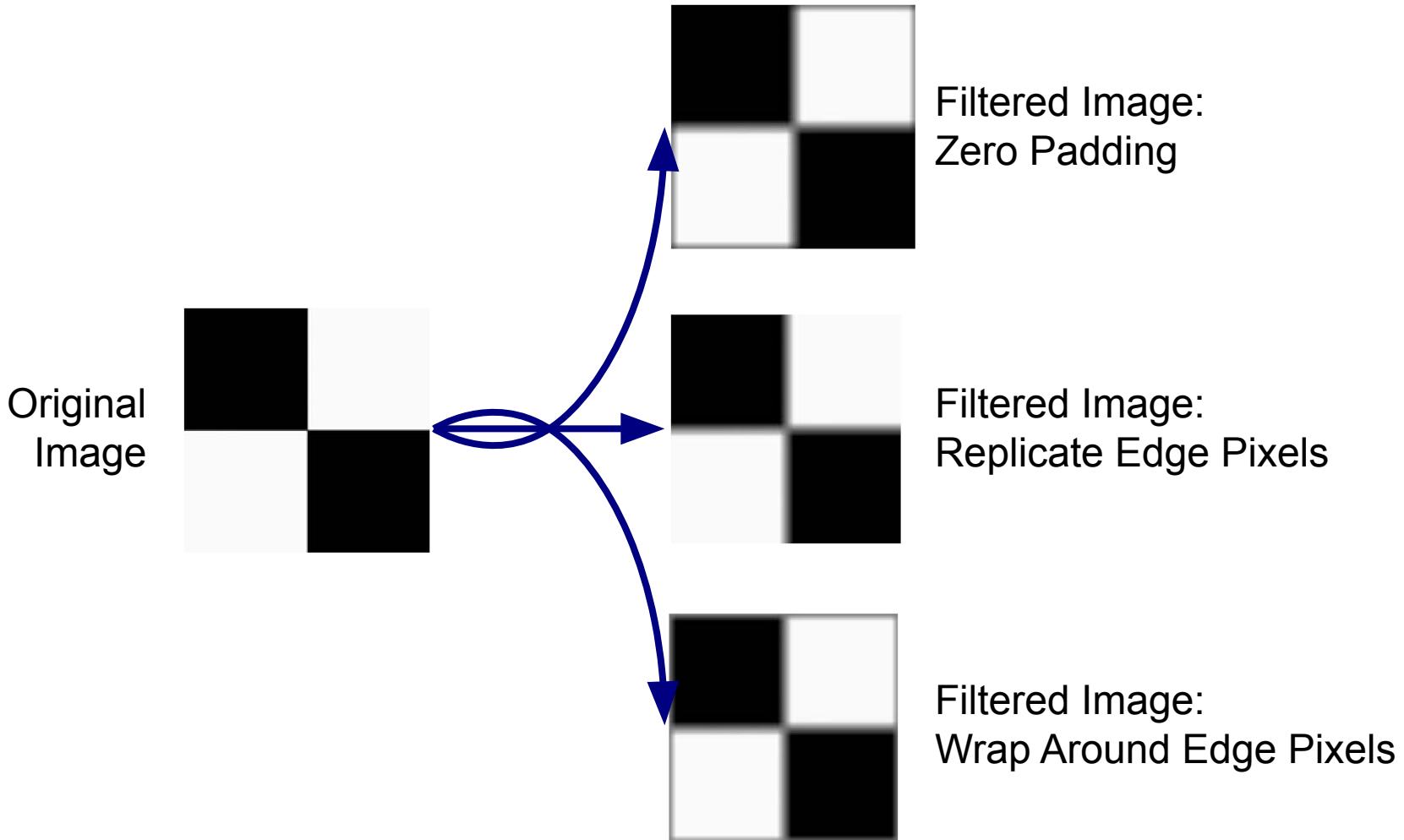


Strange Things Happen At The Edges! (cont...)

There are a few approaches to dealing with missing edge pixels:

- Omit missing pixels
 - Only works with some filters
 - Can add extra code and slow down processing
- Pad the image
 - Typically with either all white or all black pixels
- Replicate border pixels
- Truncate the image
- Allow pixels *wrap around* the image
 - Can cause some strange image artefacts

Strange Things Happen At The Edges! (cont...)

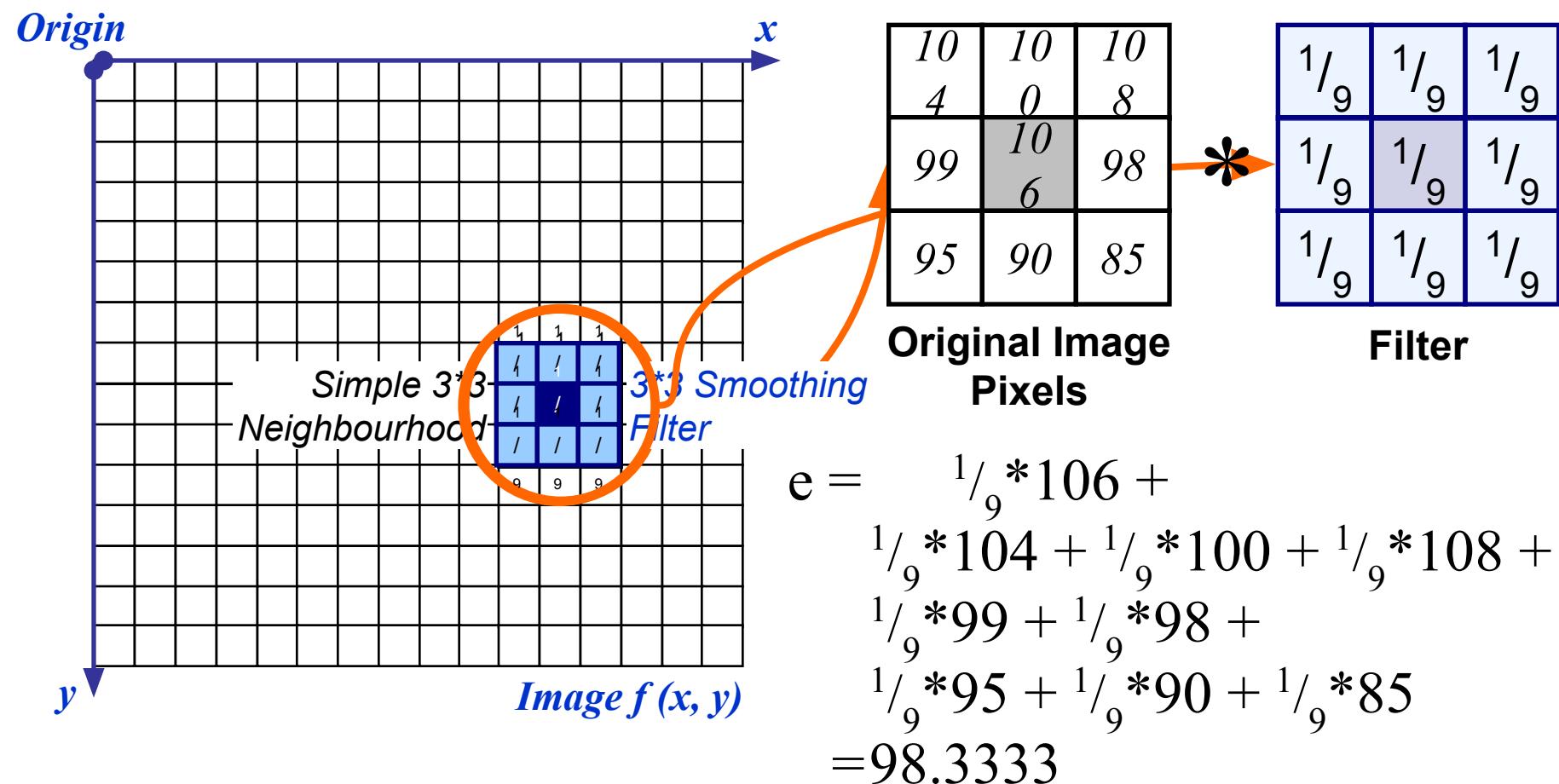


Сглаживающие пространственные фильтры

- Удаление шума
- Расфокусировка изображения

$1/9$	$1/9$	$1/9$
$1/9$	$1/9$	$1/9$
$1/9$	$1/9$	$1/9$

Сглаживающие пространственные фильтры



Процесс повторяется для каждого пикселя изображения

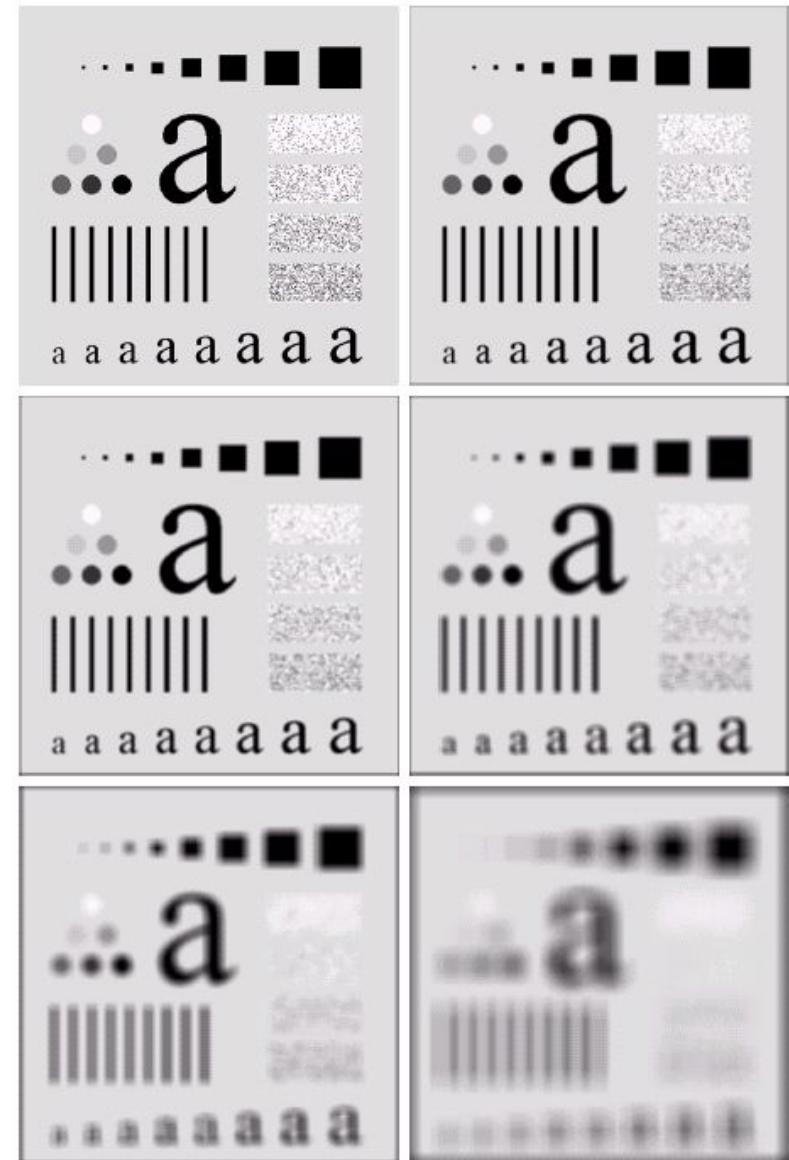
Пример сглаживания

Исходное изображение
500*500 пикселов

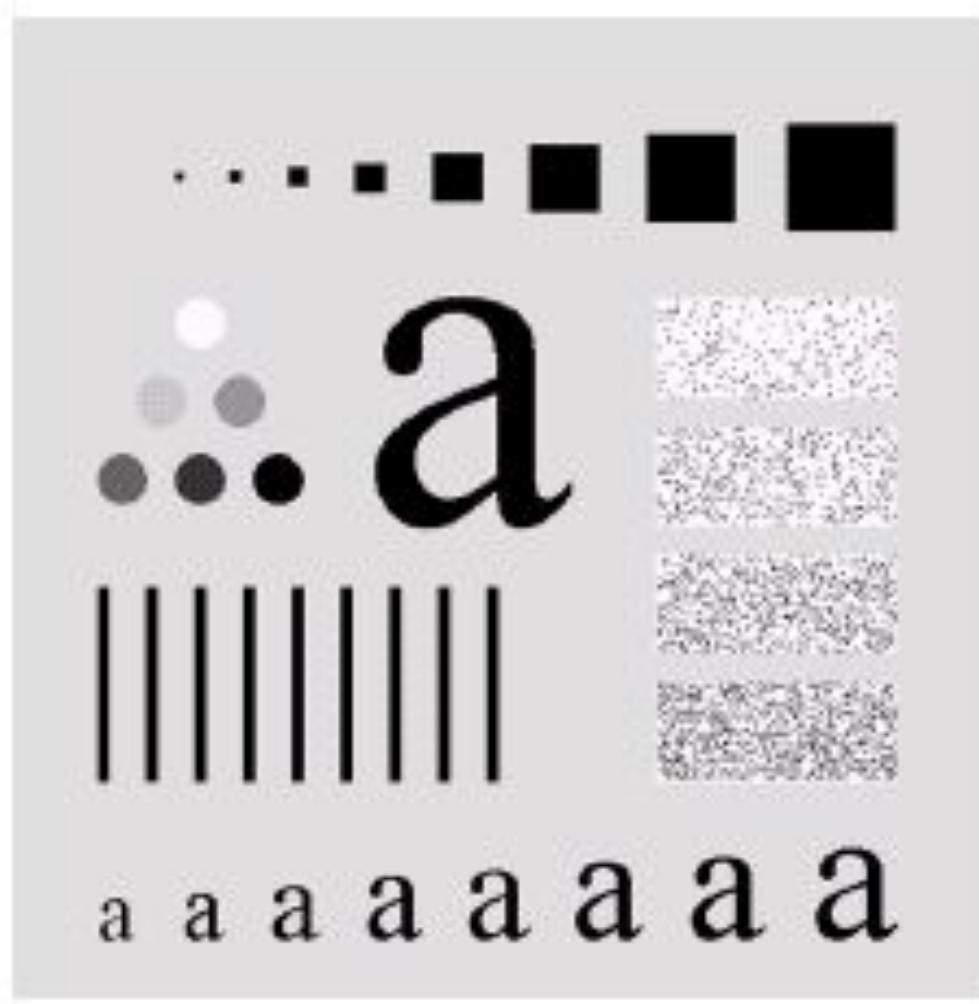
Размер фильтра

- 3, 5, 9, 15 and 35

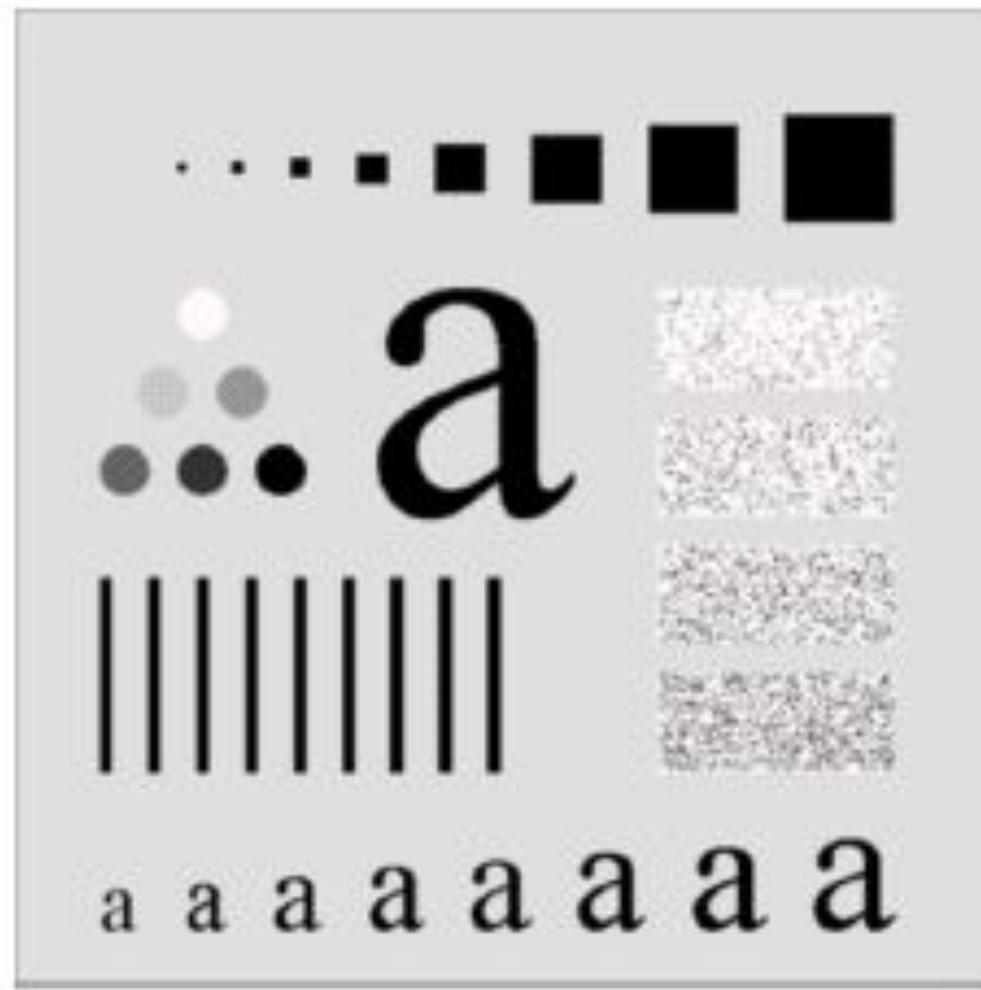
Исчезание деталей



Пример сглаживания



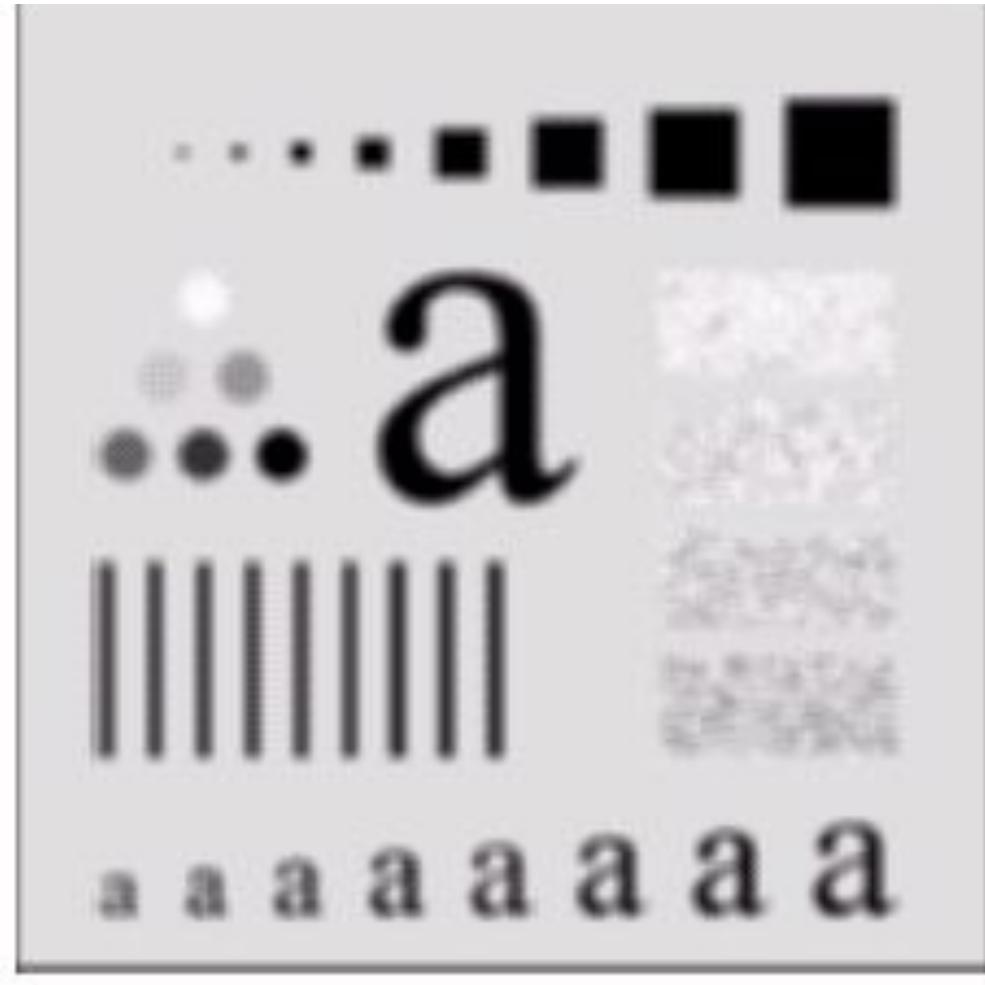
Пример сглаживания



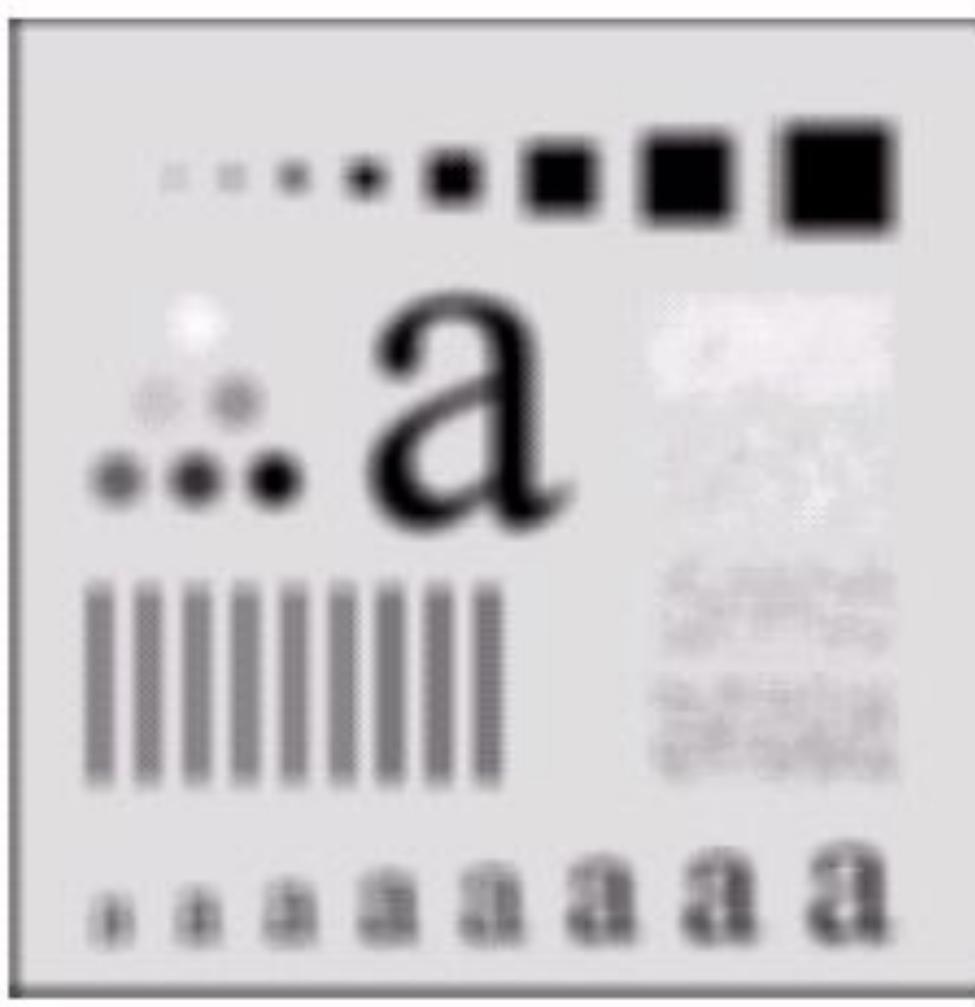
Пример сглаживания



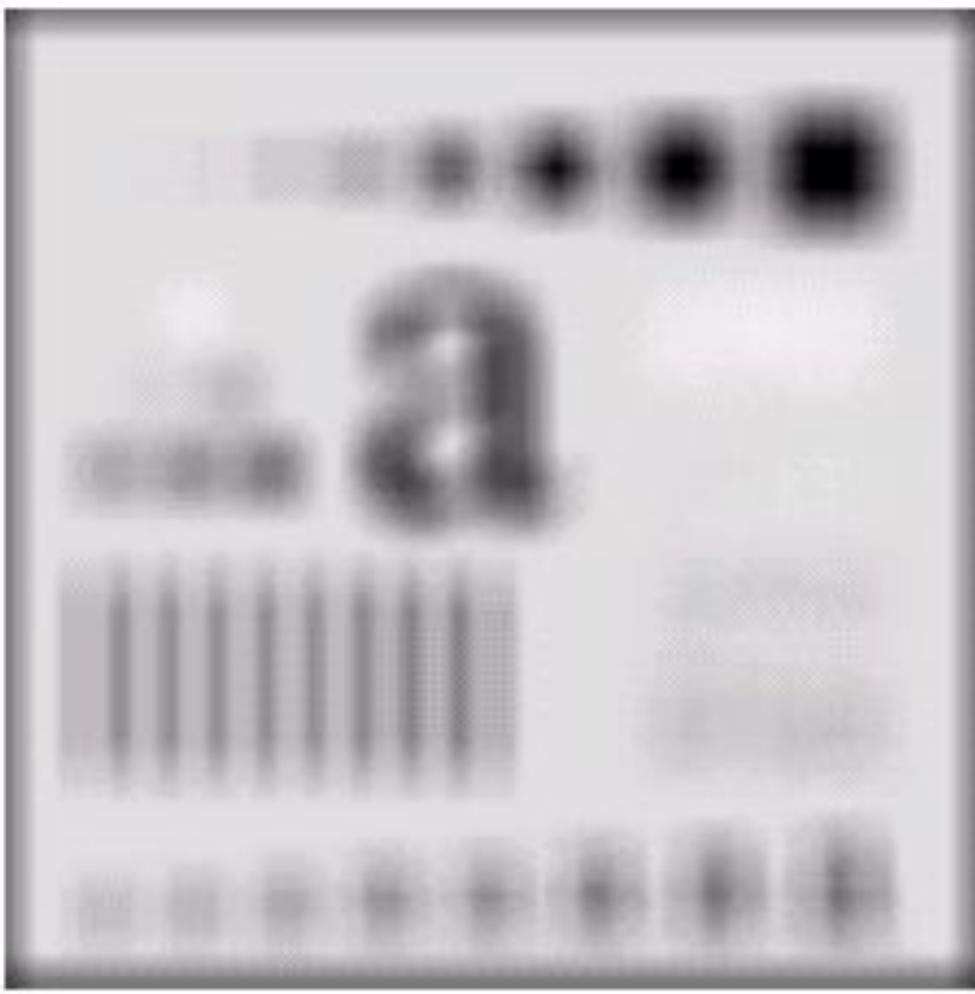
Пример сглаживания



Пример сглаживания



Пример сглаживания



Фильтр взвешенного среднего

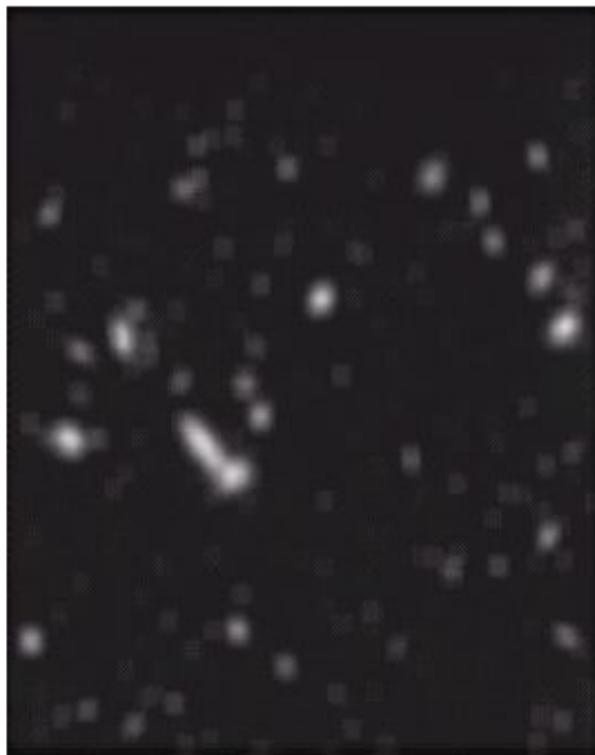
$$g(x, y) = \frac{\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x + s, y + t)}{\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t)}$$

$1/_{16}$	$2/_{16}$	$1/_{16}$
$2/_{16}$	$4/_{16}$	$2/_{16}$
$1/_{16}$	$2/_{16}$	$1/_{16}$

Пример сглаживания



Original Image



Smoothed Image



Thresholded Image

Нелинейные фильтры

Важные локальные операции:

- **Min:** Set the pixel value to the minimum in the neighbourhood
- **Max:** Set the pixel value to the maximum in the neighbourhood
- **Median:** The median value of a set of numbers is the midpoint value in that set (e.g. from the set [1, 7, 15, 18, 24] 15 is the median). Sometimes the median works better than the average

Медианный фильтр

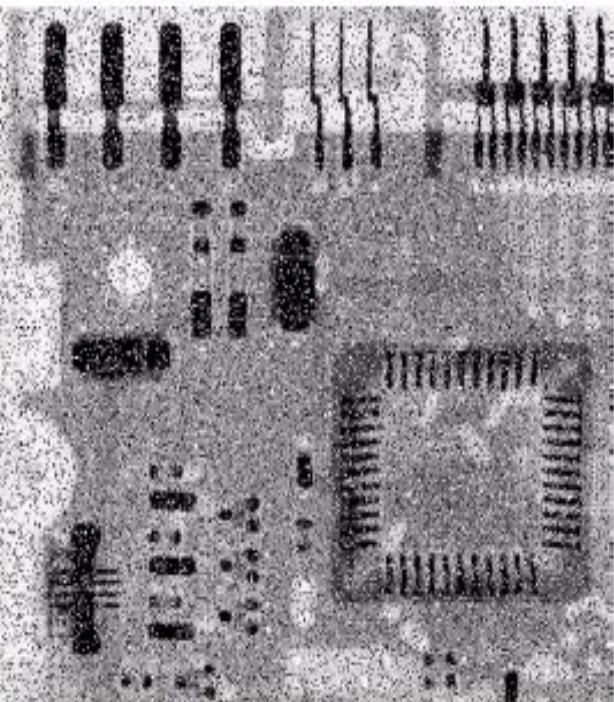
1	7	4
3	1	99
6	0	2

Mean: $(1+7+4+3+1+99+6+0+2) / 9 \approx \mathbf{14}$

Median: $\text{middle} (0, 1, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 99) = \mathbf{3}$

Fast-Median: $\text{middle} (\text{middle} (1,7,4), \text{middle} (3,1,99), \text{middle} (6,0,2))$
 $= \text{middle} (4, 3, 2) = \mathbf{3}$

Сглаживающий против медианного



Original Image
With Noise

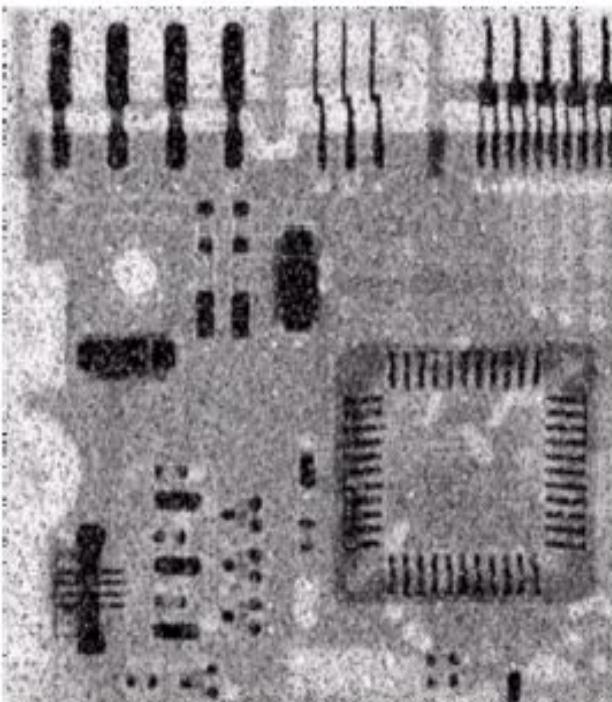


Image After
Averaging Filter

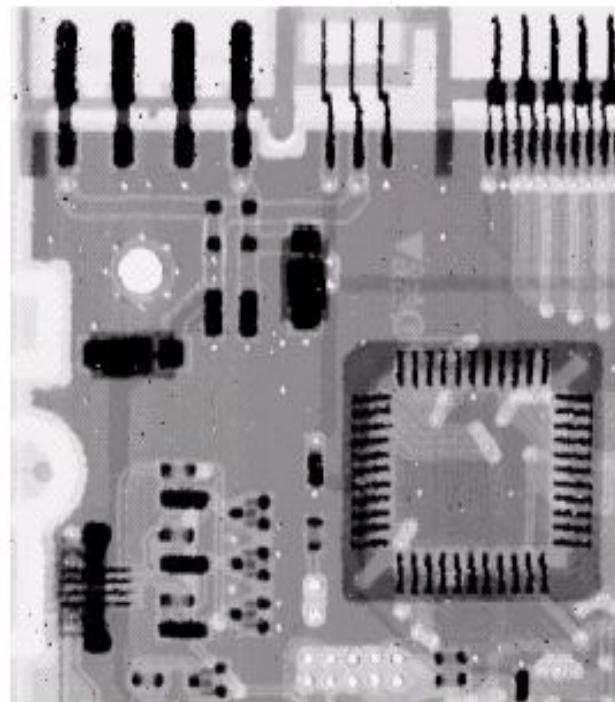
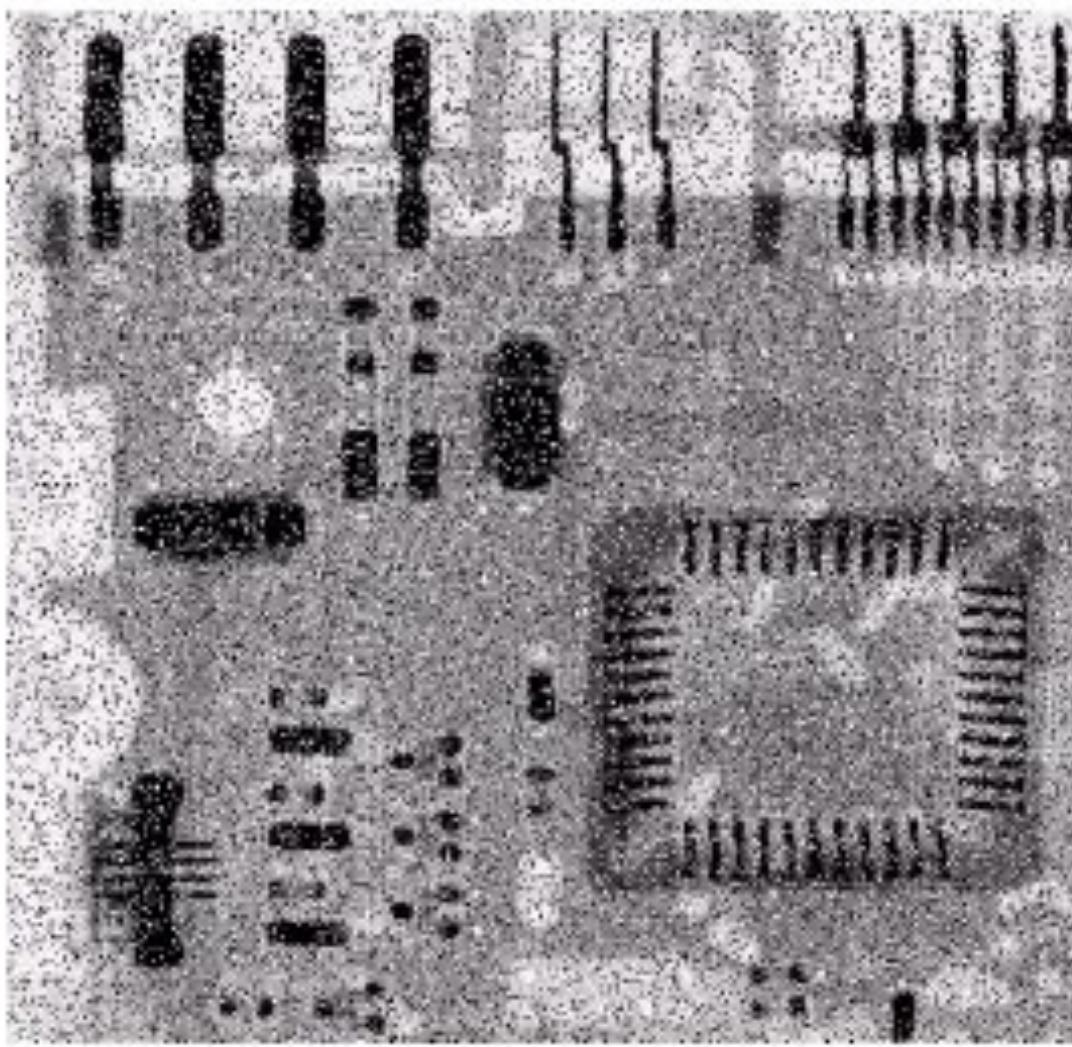
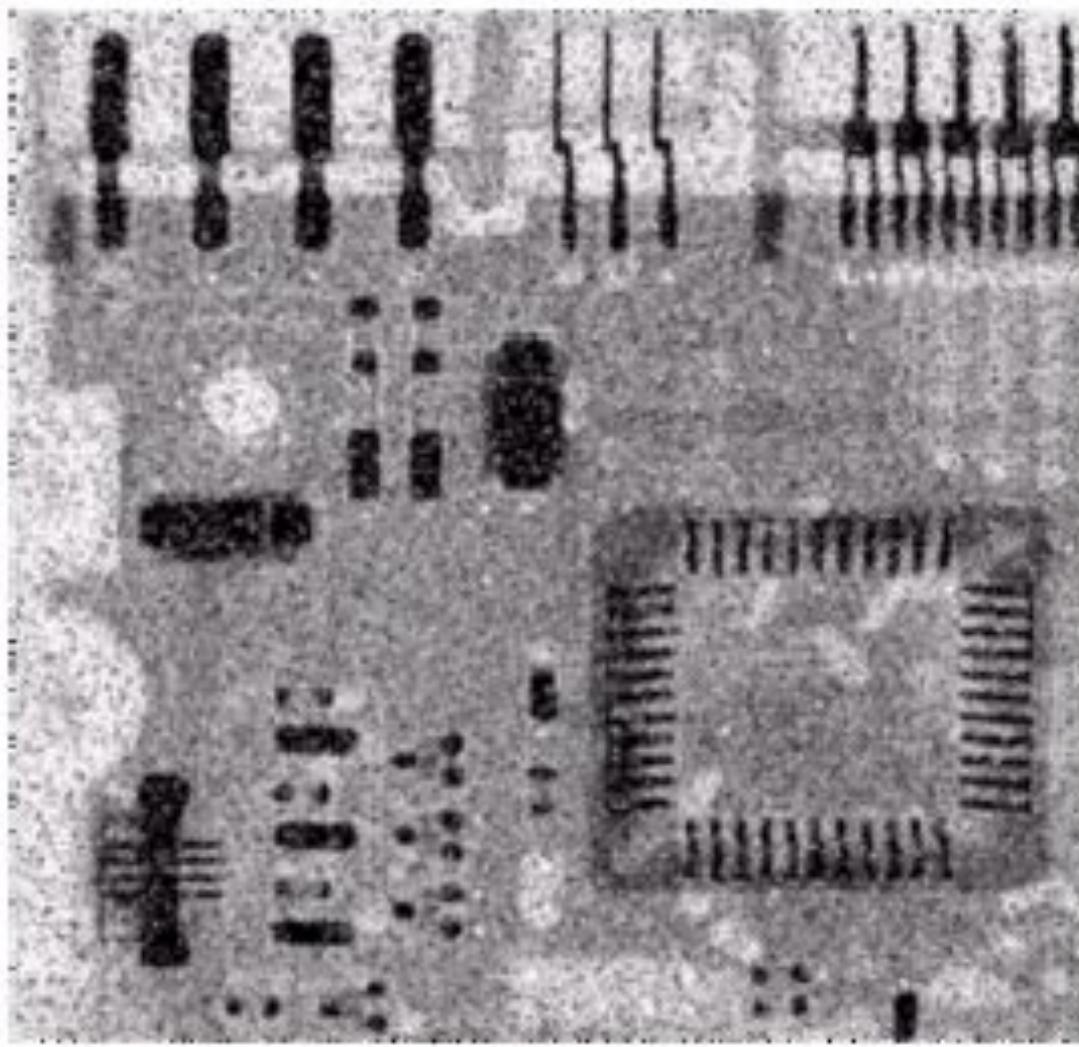


Image After
Median Filter

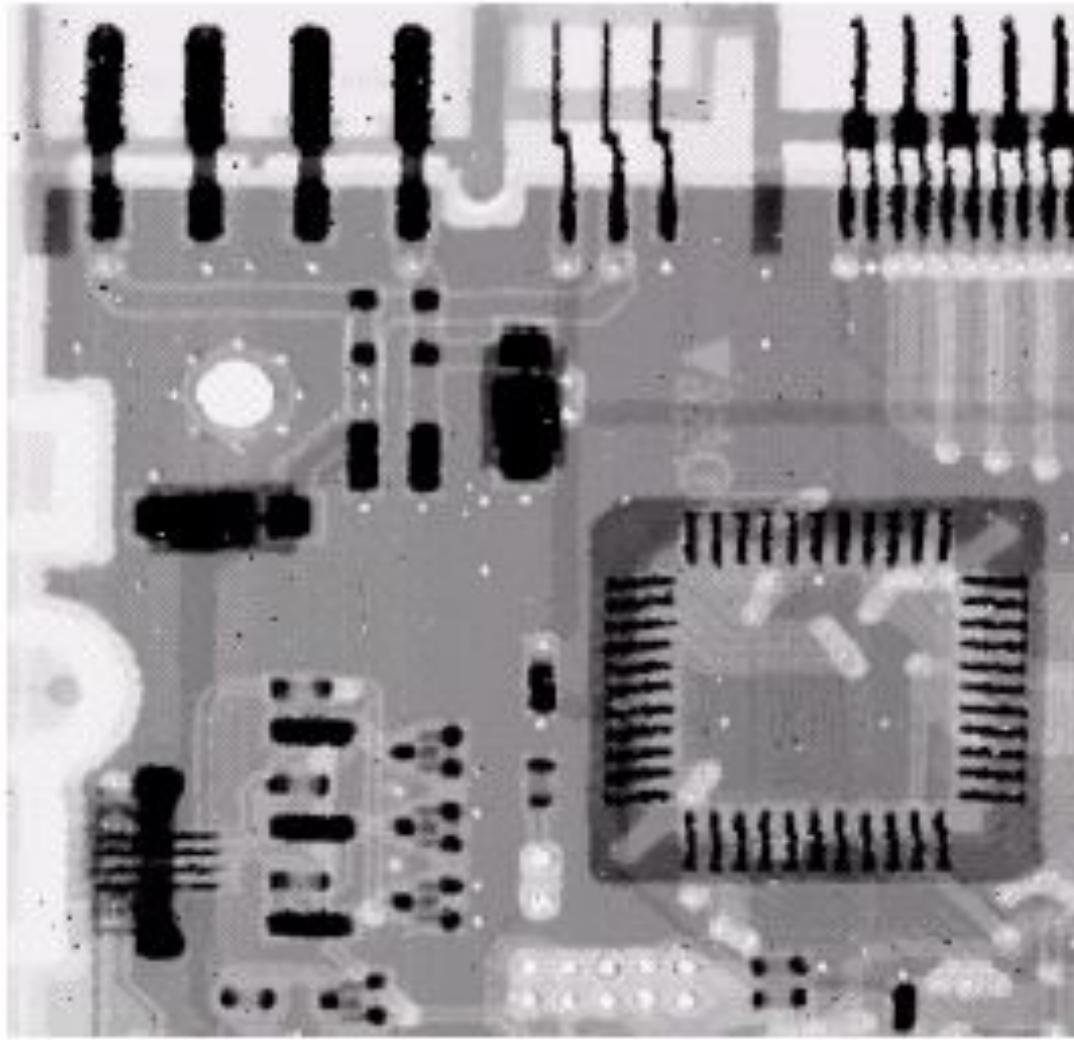
Сглаживающий против медианного



Сглаживающий против медианного

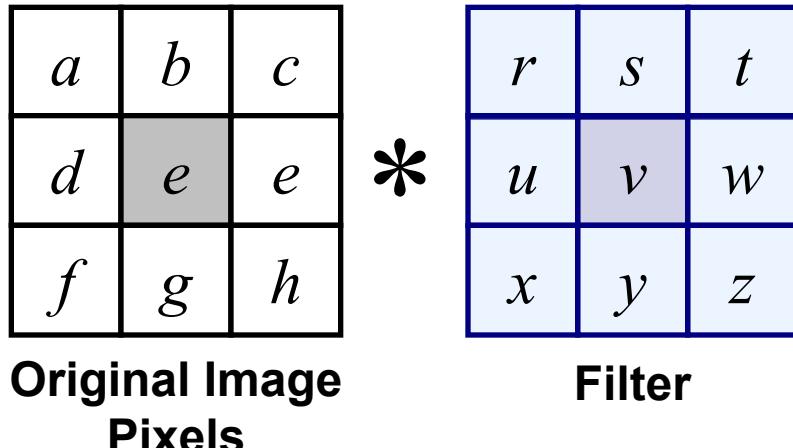


Сглаживающий против медианного



Correlation & Convolution

The filtering we have been talking about so far is referred to as *correlation* with the filter itself referred to as the *correlation kernel*.
Convolution is a similar operation, with just one subtle difference.



$$e_{\text{processed}} = v * e + \\ z * a + y * b + x * c + \\ w * d + u * e + \\ t * f + s * g + r * h$$

For symmetric filters it makes no difference