

# Фильтры обработки изображений

# Цветовые пространства

- RGB (красный, зелёный, синий )
- CMYK (голубой, пурпурный, жёлтый, чёрный)
- YUV (яркость, цветоразностные компоненты сигналов)
- Etc...

# RGB и YUV

## Преобразование RGB -> YUV

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$U = -0.1687 * R - 0.3313 * G + 0.5 * B + 128$$

$$V = 0.5 * R - 0.4187 * G - 0.0813 * B + 128$$

## Преобразование YUV-> RGB

$$R = Y + 1.402 * (V - 128)$$

$$G = Y - 9.3441 * (U - 128) - 0.7141 * (V - 128)$$

$$B = Y + 1.772 * (U - 128)$$

# Преобразование изображения в ЧБ

**На основе усреднения компонент**

$$M = (R + G + B) / 3$$

$$Res = (M, M, M)$$

**На основе яркостной компоненты**

RGB -> YUV

$$Res = (Y, Y, Y)$$



# SSAA

*SSAA (Supersample anti-aliasing) – сглаживание выходного изображения за счёт увеличения количества пикселей(субпикселей) во входном изображении  $2^n$  раз.*

**Для SSAA Nx:**

$$result = \frac{\sum_{i=0}^{2^n-1} sample_i}{2^n}$$

# Билинейная интерполяция

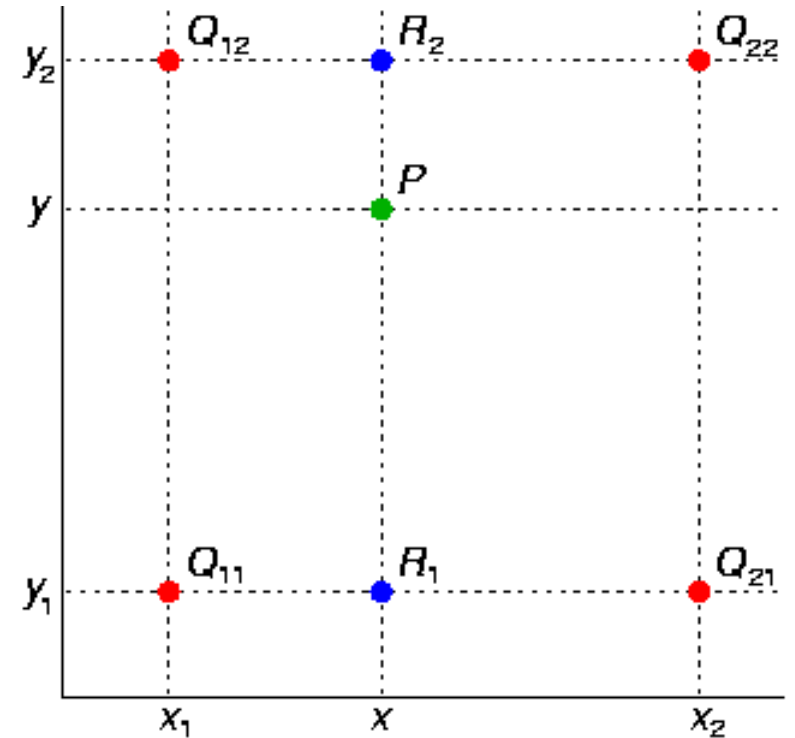
$$\begin{aligned} Q_{11} &= (x_1, y_1), & Q_{12} &= (x_1, y_2) \\ Q_{21} &= (x_2, y_1), & Q_{22} &= (x_2, y_2) \end{aligned}$$

$$R_1 = (x, y_1), \quad R_2 = (x, y_2)$$

$$f(R_1) = \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} f(Q_{11}) + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} f(Q_{21})$$

Аналогично  $f(R_2)$

$$f(P) = \frac{y_2 - y}{y_2 - y_1} f(R_1) + \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} f(R_2)$$



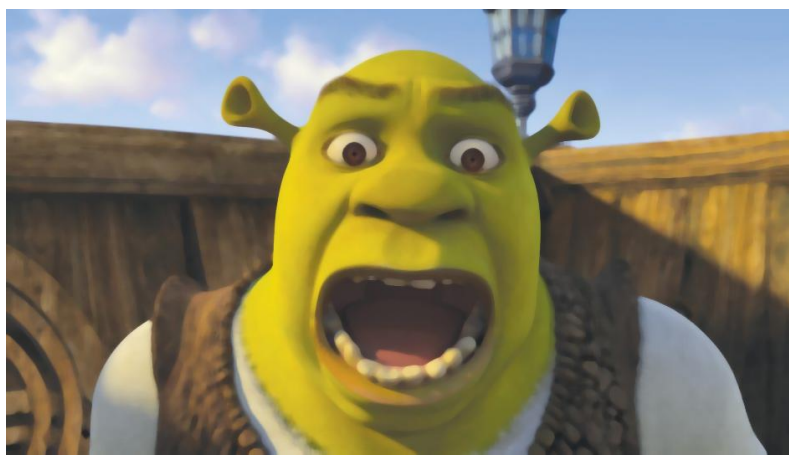
# Медианный фильтр

- Проход по изображению «окном просмотра»
- Сортировка всех элементов в окне просмотра
- Выход медианного фильтра – медианное значение

# Медианный фильтр



**Оригинал**



**Медианный фильтр  
с радиусом 10**



**Медианный фильтр  
с радиусом 15**



# Свёрточные фильтры

- $W$  – окно просмотра матрица(в общем случае  $m \times n$ )
- $M$  - ядро свёртки матрица(в общем случае  $m \times n$ )
- Операция свёртки  $W \circ M = \sum_{i,j} W_{ij} M_{ij}$
- Отклик фильтрации  $f$  – результат применения операции свёртки к заданному окну просмотра

# Гауссовское размытие

- Проход по изображению окном просмотра
- Применение к окну просмотра Гауссовского ядра свёртки
- Отклик фильтрации – выходной результат

$$y(m, n) = \frac{1}{2\pi r} \sum_{u, v} e^{\frac{-(u^2 + v^2)}{2r^2}} x(m + u, n + v)$$

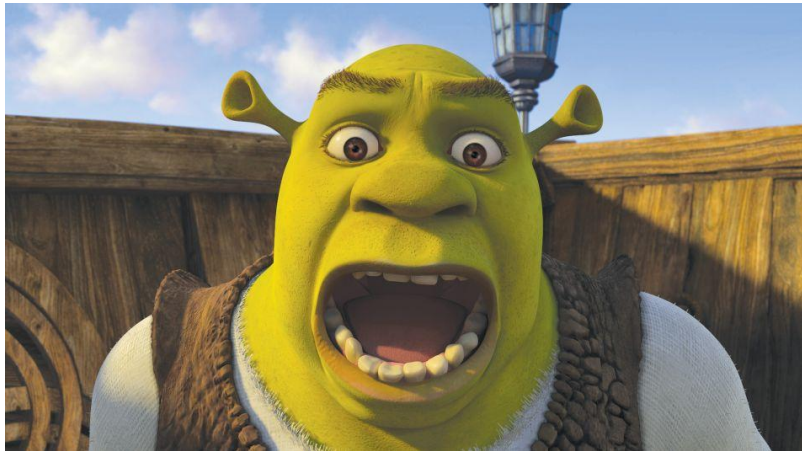
# Гауссовское размытие ускорение

- Проход по горизонтали с сохранением результата одномерным гауссовским фильтром
- Проход по полученным результатам по вертикали одномерным гауссовским фильтром

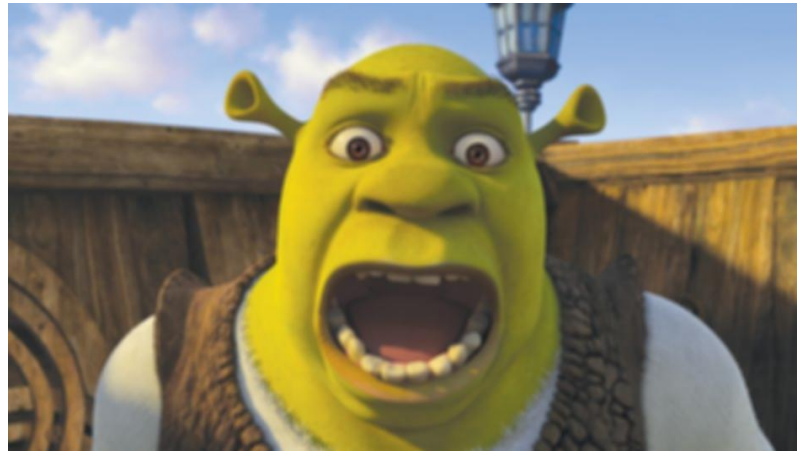
$$f(m, n) = \frac{1}{r\sqrt{2\pi}} \sum_{u,v} e^{\frac{-u^2}{2r^2}} x(m + u, n)$$

$$y(m, n) = \frac{1}{2\pi r^2} \sum_{u,v} e^{\frac{-(u^2+v^2)}{2r^2}} x(m + u, n + v) = \frac{1}{r\sqrt{2\pi}} \sum_v e^{\frac{-v^2}{2r^2}} f(m, n + v)$$

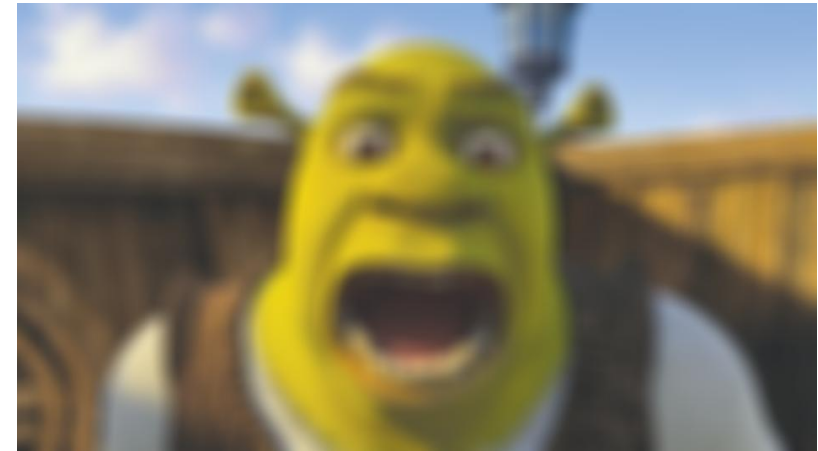
# Гауссовское размытие



**Оригинал**



**Гауссовское размытие  
с радиусом 1**



**Гауссовское размытие  
с радиусом 15**

# Выделение контуров

Поиск контура – вычисление длины градиента яркости в точке.  
Градиент направлен перпендикулярно контуру.

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x + 1) - f(x), \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x + 1) + f(x - 1) - 2f(x)$$
$$G_x = \frac{\partial f}{\partial x}, \quad G_y = \frac{\partial f}{\partial y}$$

$$\nabla f = \begin{pmatrix} G_x \\ G_y \end{pmatrix}, \quad |\nabla f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

# Выделение контуров

- $M_x$  - ядро свёртки для подсчёта  $G_x$
- $M_y$  - ядро свёртки для подсчёта  $G_y$
- $W$  – окно просмотра

$$G_x = W \circ M_x, \quad G_y = W \circ M_y$$

$$|\nabla f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

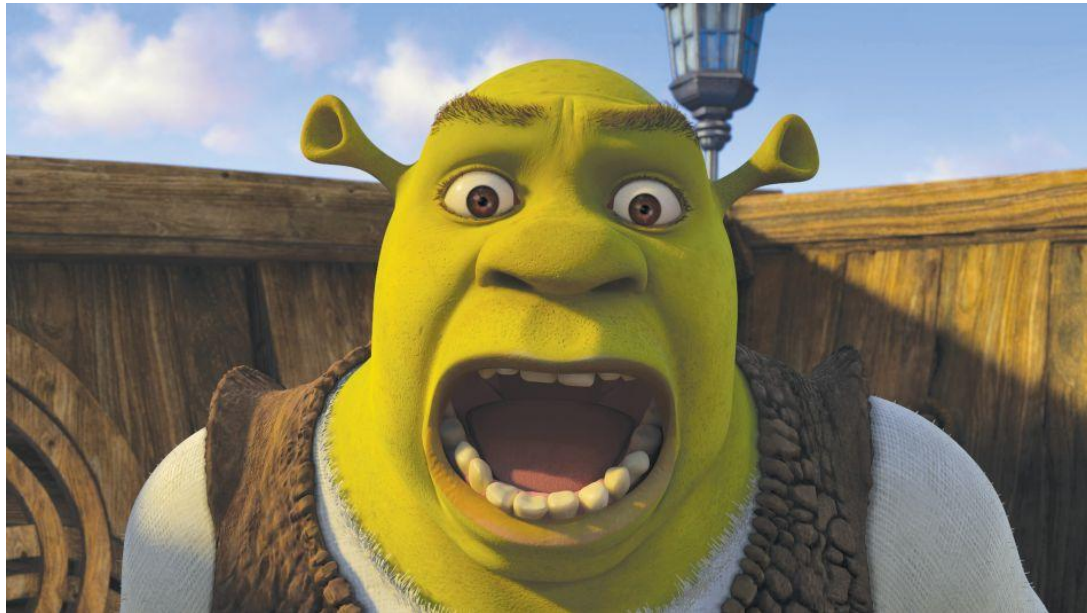
# Метод Робертса

$$M_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad M_y = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$G_x = w_{22} - w_{11}$$

$$G_y = w_{21} - w_{12}$$

# Метод Робертса





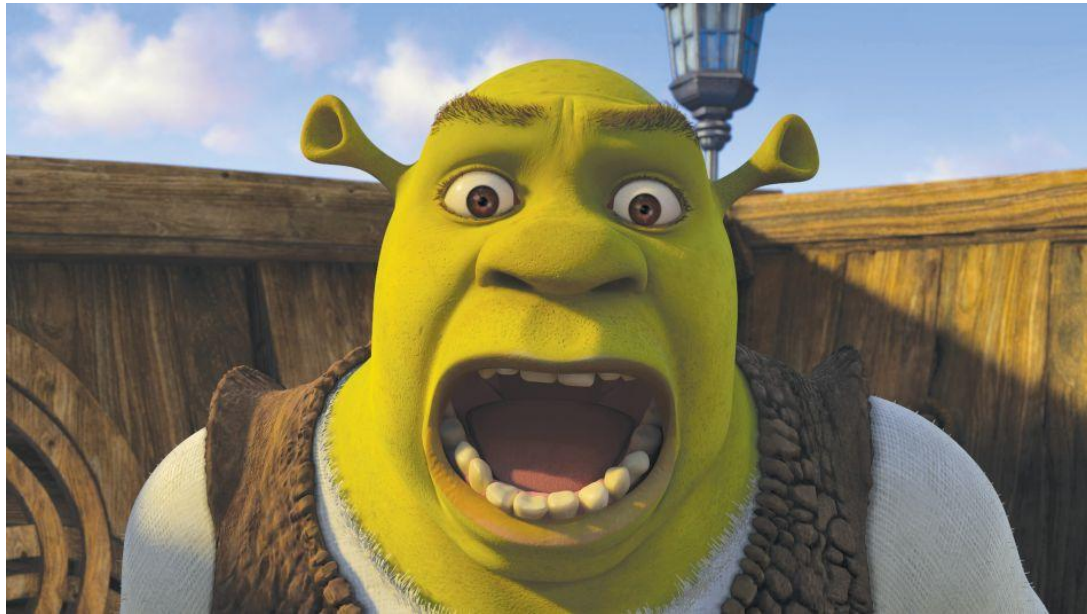
# Метод Превитта

$$M_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad M_y = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$G_x = w_{13} + w_{23} + w_{33} - w_{11} - w_{21} - w_{31}$$

$$G_y = w_{31} + w_{32} + w_{33} - w_{11} - w_{12} - w_{13}$$

# Метод Превитта



# Метод Собеля

$$M_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad M_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$G_x = w_{13} + 2w_{23} + w_{33} - w_{11} - 2w_{21} - w_{31}$$

$$G_y = w_{31} + 2w_{32} + w_{33} - w_{11} - 2w_{12} - w_{13}$$

# Метод Собеля

