

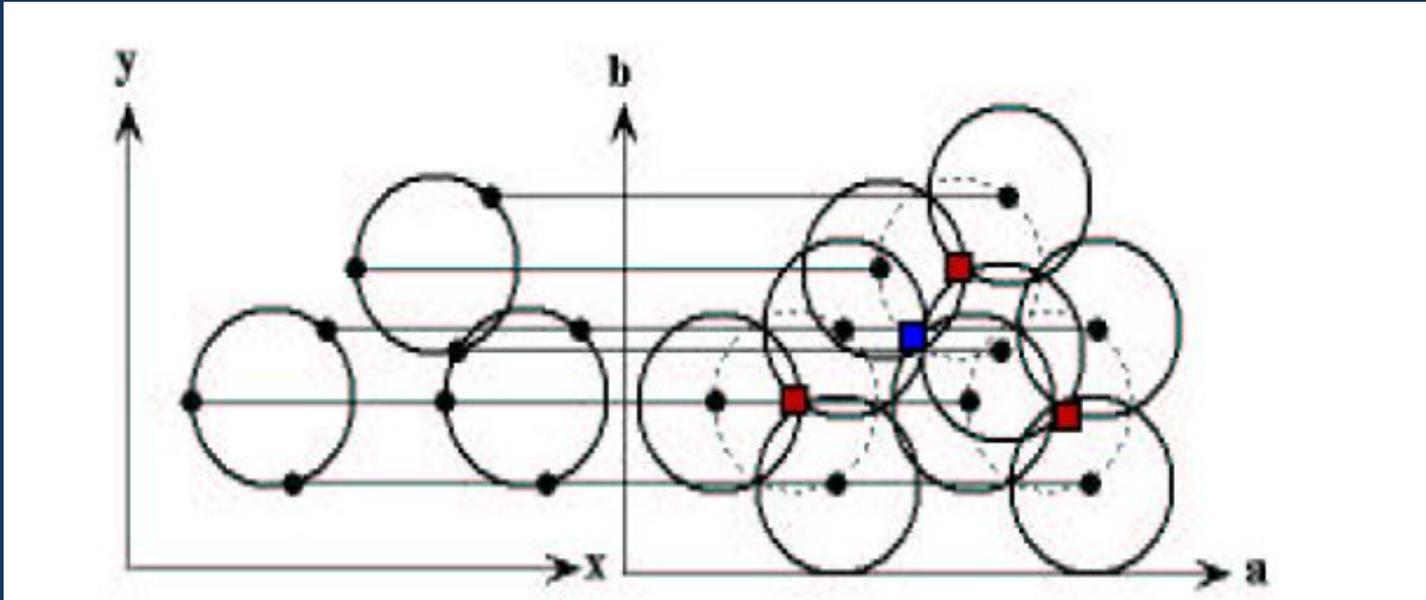
# Алгоритм обнаружения графических примитивов типа окружность при обработке изображений в реальном времени

Авторы: Трифонов М.А., Пивнева С.В.,  
Мельников Б.Ф.

# Задача обнаружения окружностей на цифровых изображениях

Задача обнаружения окружностей важна для приложений анализа изображений, таких как автоматический контроль выпускаемой продукции и комплектующих изделий, автоматизированная векторизация чертежей, обнаружение цели и т.д. Наиболее применяемым для поиска аналитически заданных примитивов является Хаф-ориентированный подход, с помощью которого анализируется детектор края и выводится местоположение и значение радиуса окружности. Однако, такой подход требует большого объема памяти для хранения данных. Кроме того, точность обнаружения окружностей с нечеткими краями, особенно в условиях присутствия шума на изображении увеличивает требуемое время обработки. В связи с этим, нами предложен новый метод быстрого обнаружения окружностей при обработке изображений, позволяющий использовать его в реальном времени.

# Хаф-ориентированный подход



Сложность алгоритма ограничена функцией  $O(n^2)$

$n=w*h$ :

- 1) Зависит от размера изображения
- 2) Зависит от начальных параметров  $R_{min}$  и  $R_{max}$
- 3) Зависит от шума на изображении

# Новый подход к обнаружению окружностей

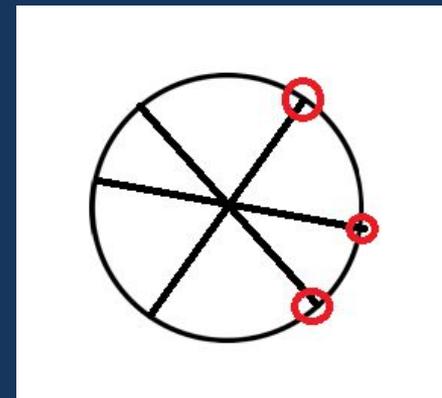
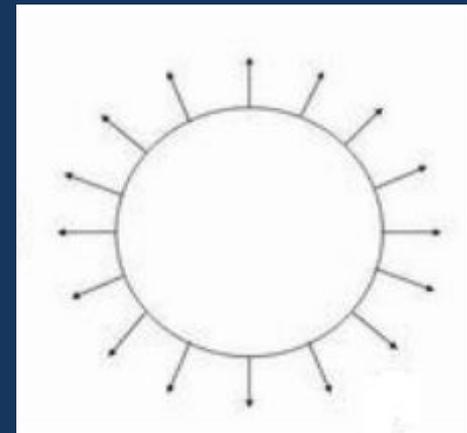
$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|G^{ij}| = \sqrt{(G_x^{ij})^2 + (G_y^{ij})^2}$$

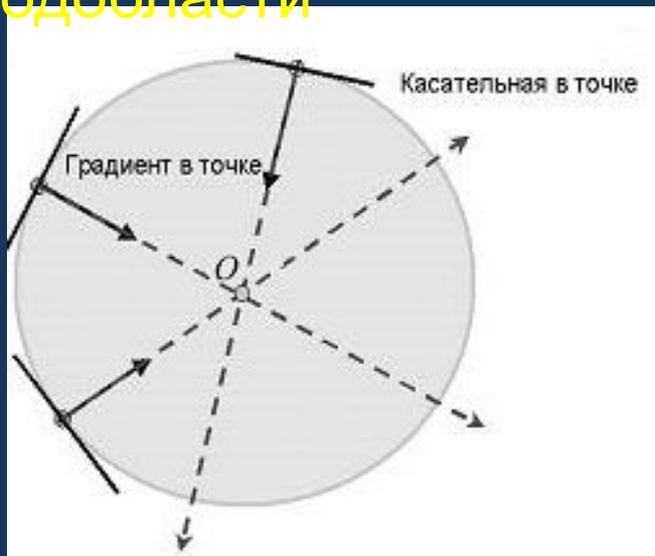
$$\theta^{ij} = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

$$d2 = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2 * f(x, y);$$

$$\begin{aligned} x1 &= x + r * \cos(\text{radians}(180 - \Theta)); & x_c &= (x1 + x) / 2 + (\text{distance} / 2) * \cos(\text{alph}) \\ y1 &= y + r * \sin(\text{radians}(180 - \Theta)); & y_c &= (y1 + y) / 2 + (\text{distance} / 2) * \sin(\text{alph}) \end{aligned}$$



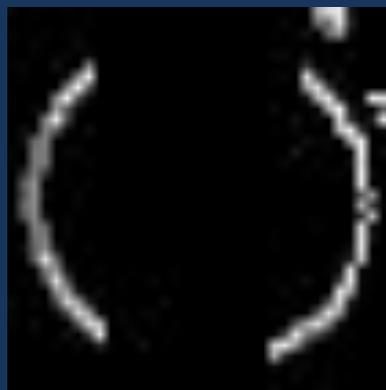
# 1. Разделения области обработки изображения на подобласти



$$|G^{ij}| = \sqrt{(G_x^{ij})^2 + (G_y^{ij})^2}$$

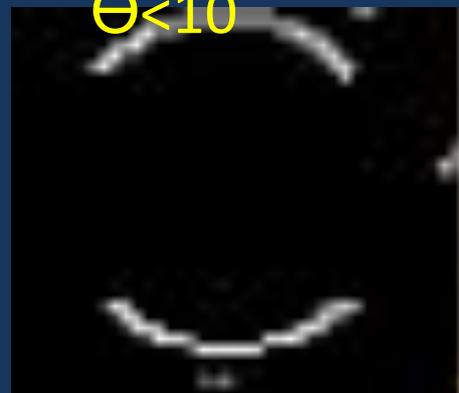
$$\theta^{ij} = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

$\Theta > 90$   $\Theta < 100$



$\Theta > 0;$

$\Theta < 10$



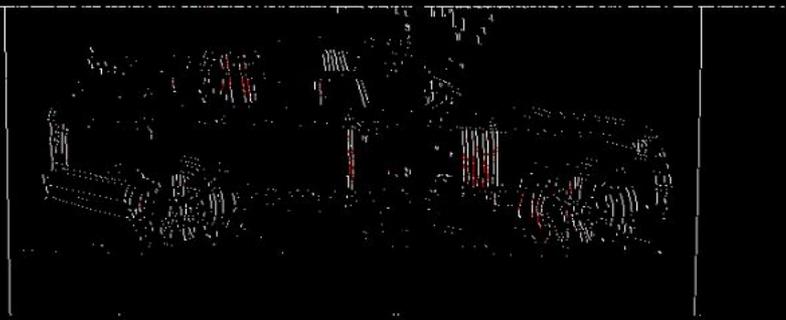
# Применение

## фильтра

Исходное  
изображение



Без  
фильтра



С  
фильтром



	Алгоритм поиска окружностей	Алгоритм Хафа
Количество точек с $G > 0$	FPS	FPS
3000	33	22
7000	26	17
30000	15	8
250000	6	3

Спасибо за  
внимание!

Ссылка для скачивания *Android* приложения

<sup>4.2</sup>  
<https://yadi.sk/d/SQAi-3jS3HLnqV>