

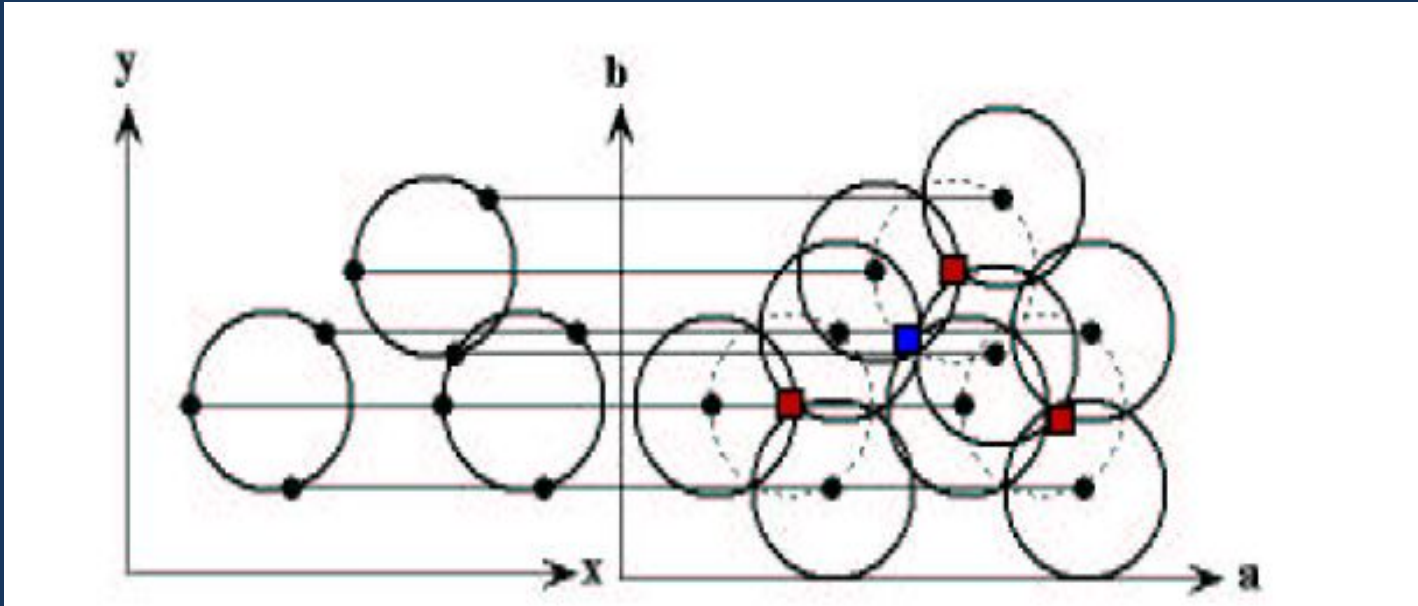
Алгоритм обнаружения графических примитивов типа окружность при обработке изображений в реальном времени

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

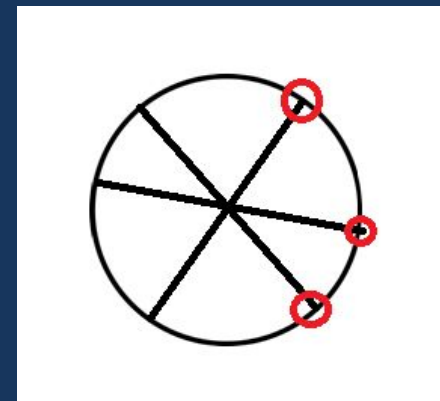
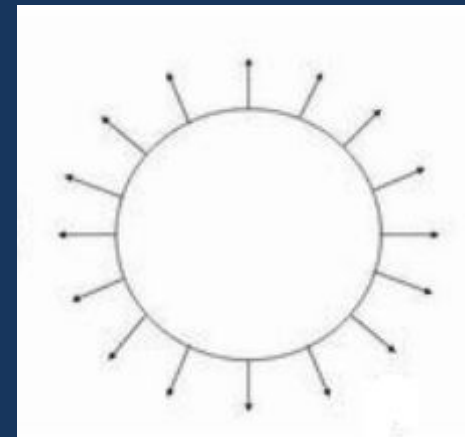
$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

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

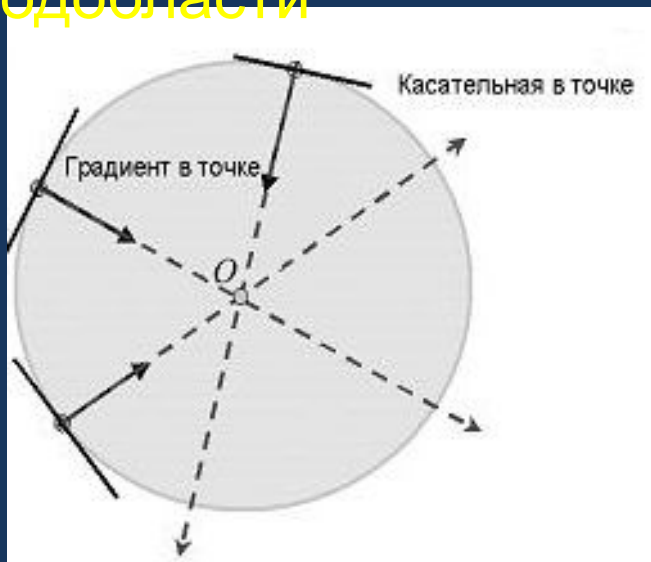
$$\theta^{ij} = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

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

$$x1 = x + r * \cos(\text{radians}(180 - \theta)); \quad xc = (x1 + x) / 2 + (\text{distance} / 2) * \cos(\text{alph})$$
$$y1 = y + r * \sin(\text{radians}(180 - \theta)); \quad yc = (y1 + y) / 2 + (\text{distance} / 2) * \sin(\text{alph})$$



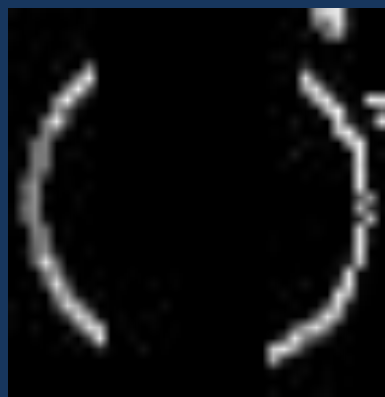
1. Разделения области обработки изображения на подобласти



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

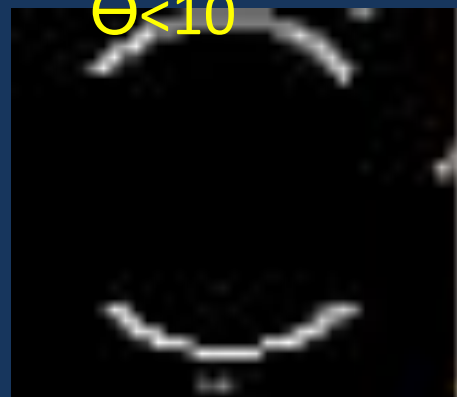
$$\theta^{ij} = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

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



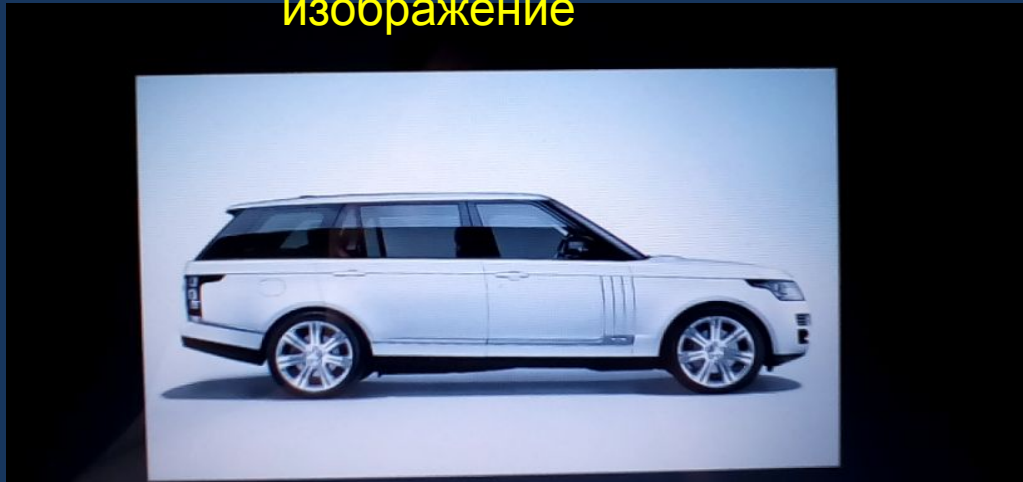
$\Theta > 0;$

$\Theta < 10$

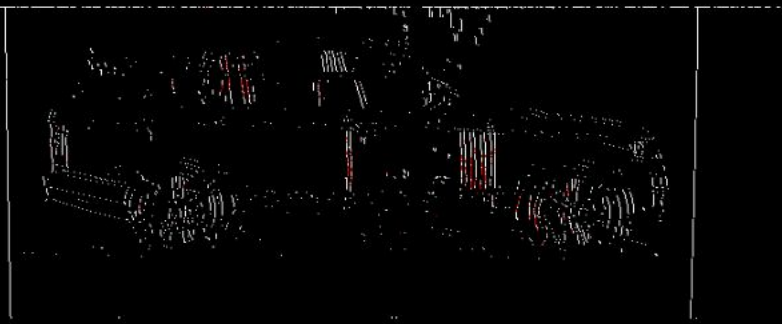


Применение фильтра

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

^{4.2}
<https://yadi.sk/d/SQAi-3jS3HLnqV>