

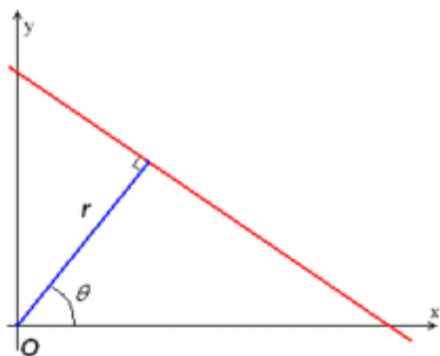
## «Преобразование Хафа с шаблоном»

### Краткое описание программы

На вход программа принимает картинку, и пользовательскую функцию `shifts_function`, определяющую размер сдвигов относительно прямой в зависимости от расстоянии от точки на прямой до центра отрезка этой прямой, лежащей внутри данной картинки. В приведенной реализации дан пример функции `shifts_function`, реализующей синусоидальные смещения.

На выход программа выдает изображение аккумулятора Хафа — картинку с шириной 180 пикселей (отвечающей диапазону углов от 0 до 180 градусов) и высотой равной диагонали исходной картинки.

### Аккумулятор Хафа



$$r = x * \cos(\theta) + y * \sin(\theta)$$

Каждая точка в пространстве (аккумуляторе) Хафа соответствует прямой линии на исходной картинке. Точка с координатами  $(r, \theta)$ , соответствует прямой, перпендикуляр к которой составляет угол  $\theta$  с осью абсцисс, расположенной на расстоянии  $r$  от начала координат.

### Преобразование Хафа

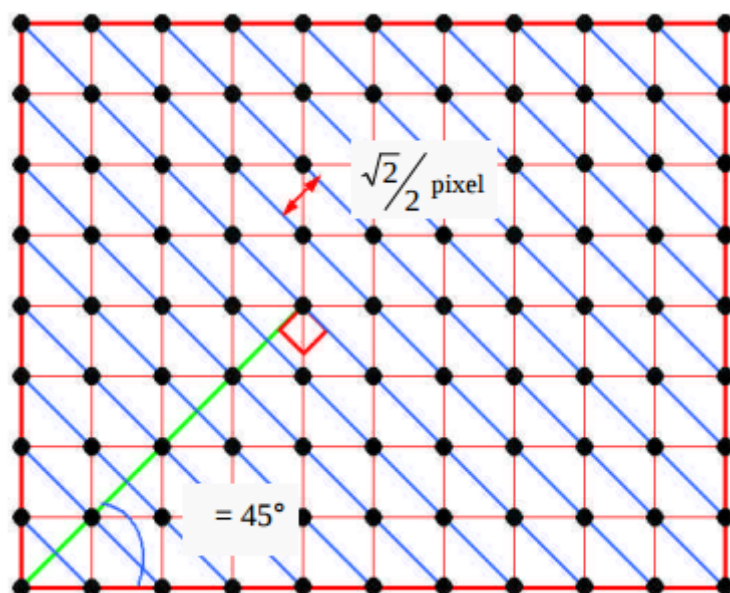
Суммируются значения пикселей вдоль каждой прямой на исходной картинке и получившееся значение записывается в соответствующую ячейку аккумулятора Хафа. В нашей реализации значения пикселей суммируются не вдоль самой линии, а вдоль точек с заданными отклонениями от прямой (например, в предложенной реализации с синусом суммируются значения пикселей вдоль синусоиды, ориентированной по прямой с центром в центре отрезка прямой). Далее производится нормировка полученных сумм, чтобы все значения интенсивностей лежали в промежутке  $[0; 255]$ .

### Тонкие моменты



В первоначальной версии программы на уровнях 45 и 135 градусов (вертикальные линии) возникали странные артефакты — чередующиеся значения белых и черных пикселей (пример показан на рисунке).

Причина этих артефактов в том, что в реализации программы интенсивность считается по сетке шириной в 1 пиксель и делается округление до целого числа, однако расстояние между двумя соседними линиями, которые соответствуют углам 45 (или 135 градусов) не соизмеримо с шириной в 1 пиксель — расстояние равно  $\sqrt{2}/2$ .



Из-за этого получается что для некоторых линий будет посчитано два ряда пикселей, а для некоторых только один, и отсюда возникает такое чередование интенсивностей в соседних ячейках аккумулятора Хафа. Решением стало грамотное округление значение расстояния. Другими способами решениями могли бы стать взвешенное суммирование — значения пикселей вдоль прямой суммируются с весом, тем большим чем ближе находится точка к прямой или использование преобразования Хафа в декартовых координатах.

### Компиляция и запуск программы

Перед началом работы нужно перейти в директорию, в которой лежит программа и выполнить следующие команды в терминале:

```
sudo cmake .
sudo make
```

Для запуска используется следующая команда:

```
./Hough <pic_name>.
```

Пример работы: ./Hough pic1.png

