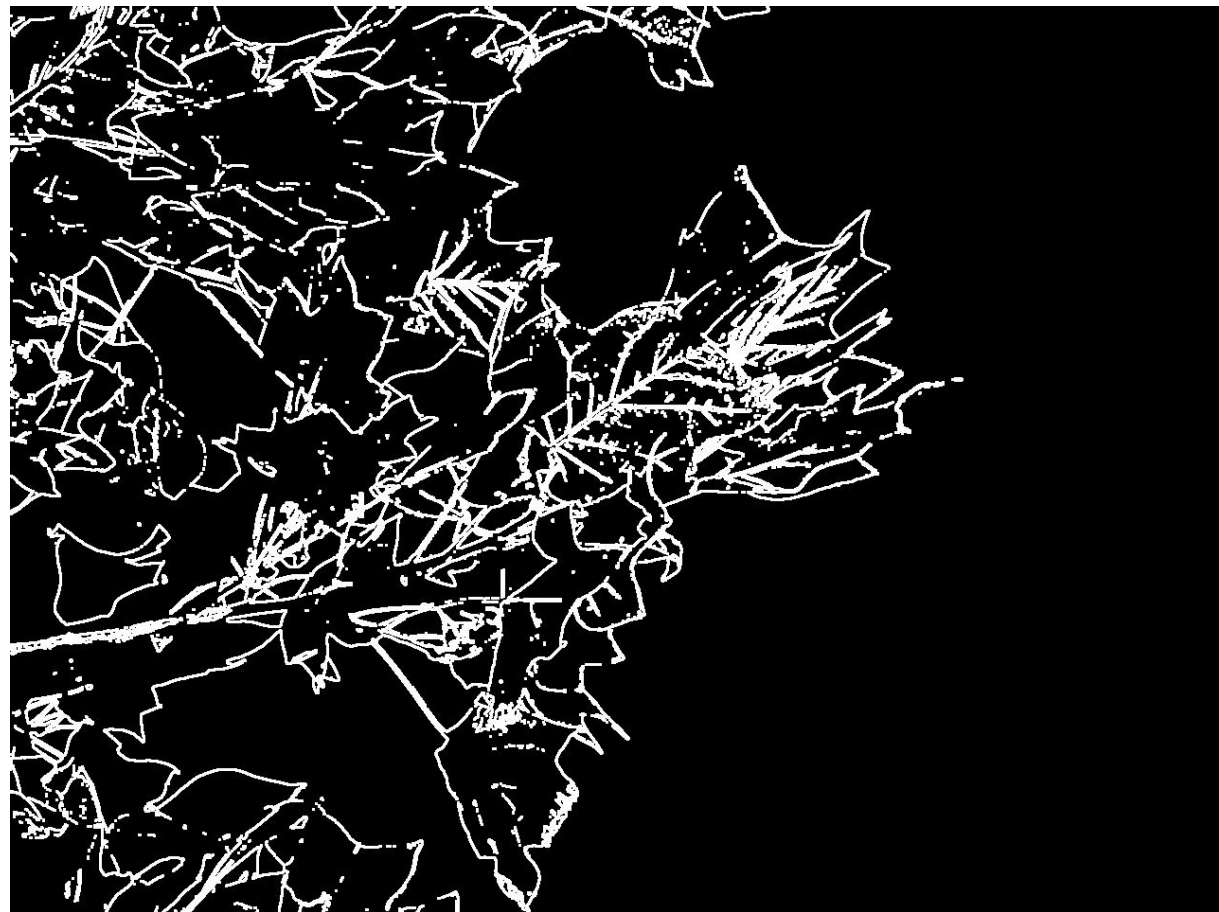


エッジ検出

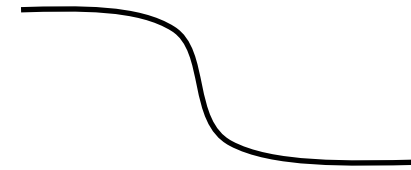
エッジとは，濃淡値が急激に変化する画像中の箇所

- この画像だと，どこがエッジ？



エッジ検出(1)

- 画像を微分して、エッジを検出する



水平方向の輝度値



水平方向の微分

エッジ検出(2)

- 水平方向に微分演算を行う

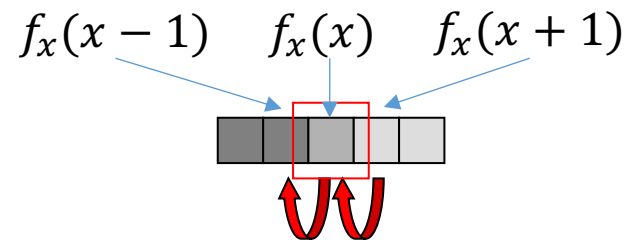
$$f_x(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

- デジタル画像の場合、近似的に $h = 1$ とする。つまり、画素単位の演算をする。

$$f_x(x) = f(x+1) - f(x)$$

- 両側から微分し、平均を計算する

$$\begin{aligned} f_x(x) &= \frac{1}{2} \left[\{f(x+1) - f(x)\} + \{f(x) - f(x-1)\} \right] \\ &= \frac{1}{2} \{f(x+1) - f(x-1)\} \quad \dots \quad (1) \end{aligned}$$



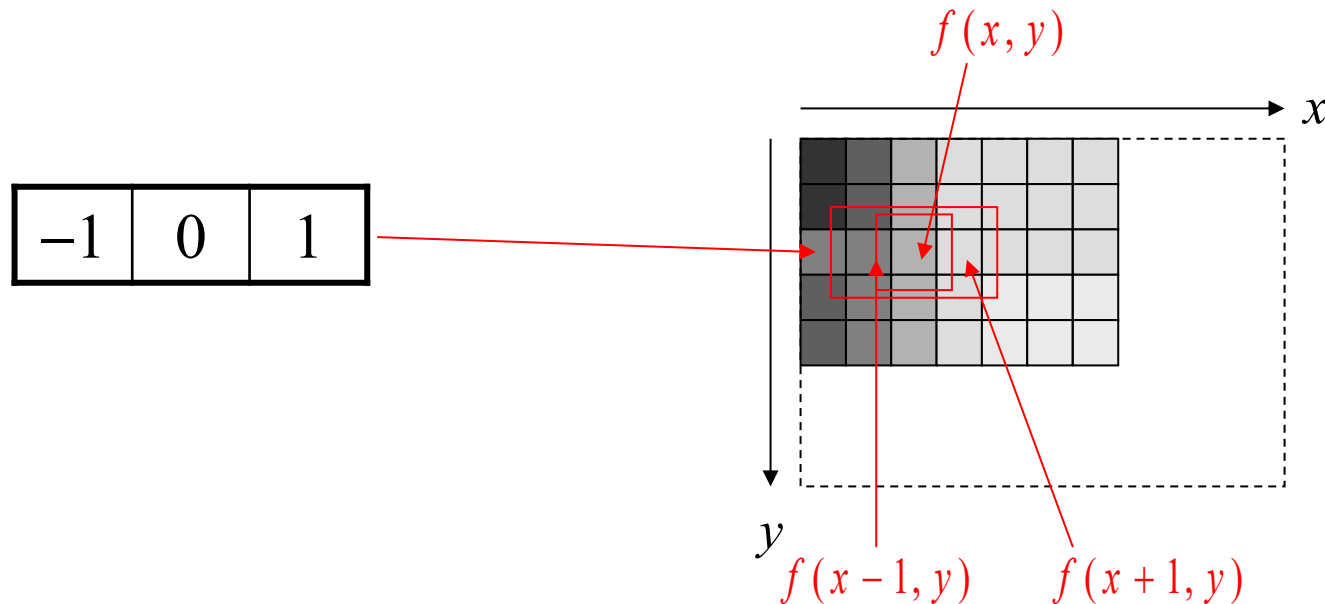
エッジ検出(3)

- (1) 式を計算するフィルタを考える

- (1) 式の係数は無視する
- 1行×3列のフィルタ
- 中心の画素値を計算する

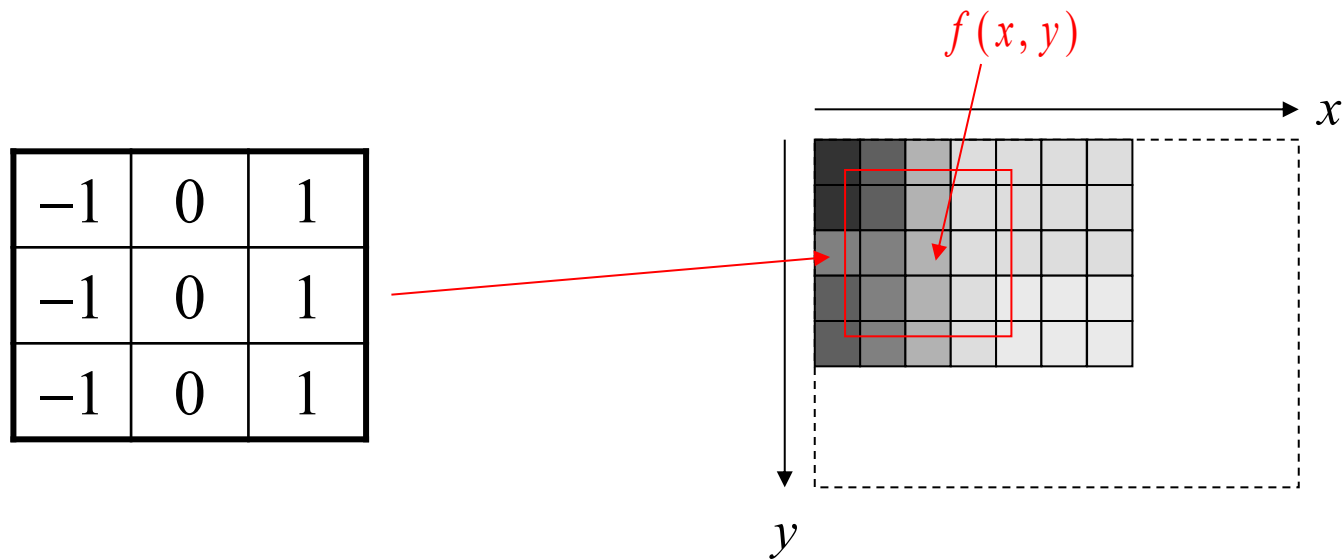
$$f_x(x, y) = \frac{1}{2} \{f(x+1, y) - f(x-1, y)\} \quad \cdots (1)$$

$$f_x(x, y) = f(x+1, y) - f(x-1, y) \quad \cdots (2)$$



エッジ検出(4)

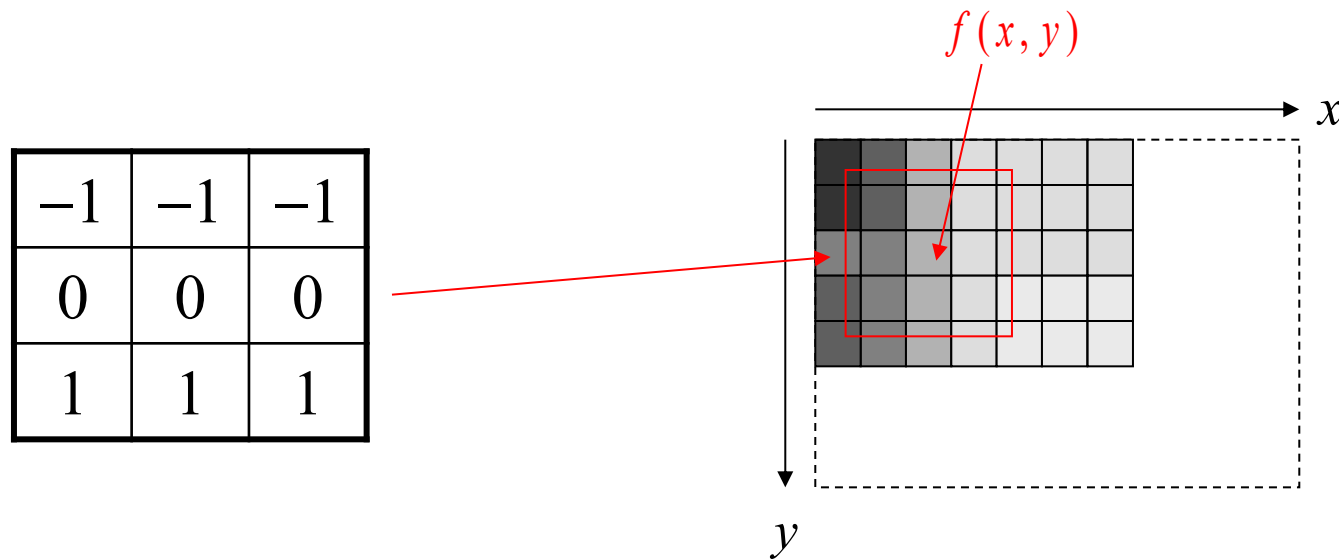
- 精度を上げるために、上下の画素を利用する



$$\begin{aligned} f_x(x, y) = & f(x+1, y-1) + f(x+1, y) + f(x+1, y+1) \\ & - f(x-1, y-1) - f(x-1, y) - f(x-1, y+1) \end{aligned}$$

エッジ検出(5)

- 垂直方向の微分を計算するフィルタ



$$\begin{aligned} f_y(x, y) = & f(x-1, y+1) + f(x, y+1) + f(x+1, y+1) \\ & - f(x-1, y-1) - f(x, y-1) - f(x+1, y-1) \end{aligned}$$

ソーベル (Sobel) フィルタ

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

水平方向 g_H

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

垂直方向 g_V

$$g(x, y) =$$

$$\sqrt{g_H(x, y)^2 + g_V(x, y)^2}$$

$$g_H(x, y) = f(x+1, y-1) + 2f(x+1, y) + f(x+1, y+1) \\ - f(x-1, y-1) - 2f(x-1, y) - f(x-1, y+1)$$

$$g_V(x, y) = f(x-1, y+1) + 2f(x, y+1) + f(x+1, y+1) \\ - f(x-1, y-1) - 2f(x, y-1) - f(x+1, y-1)$$

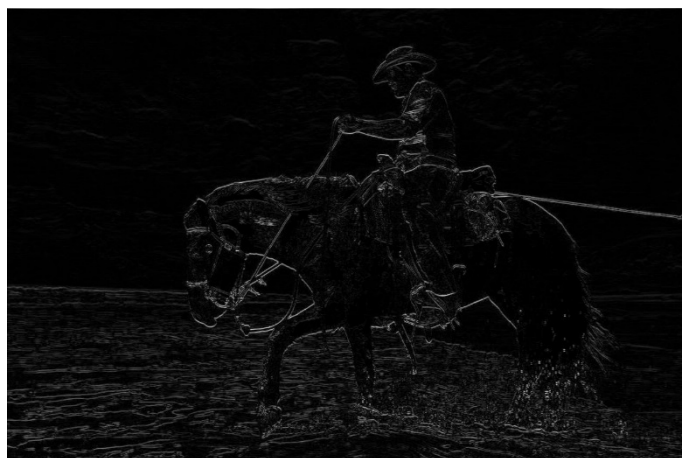
課題: Sobelフィルタを実装しよう



元画像



$|g_H|$



$|g_V|$



g

実装のポイント

- ラスタスキャンの要領でフィルタを移動させよう
- ラスタスキャンを実装する際、画像の端に注意しよう
- エッジの計算結果を画像表示する際、値域が $[0,1]$ となるように正規化する必要あり.

