

Laboratório 01

Detecção de Bordas

MC202 - Estruturas de Dados

16 de Agosto de 2018

1 Problema

O objetivo desta tarefa é implementar um detector de bordas de imagens utilizando o operador de Sobel. A detecção de bordas é um processo importante na análise de imagens, pois as bordas indicam áreas de interesse ou fronteiras entre objetos.

O operador de Sobel utiliza duas convoluções com filtros passa-alta para detectar bordas no sentido horizontal e vertical, depois combina os resultados da passagem desses filtros para gerar um mapa das bordas presentes na imagem.

1.1 Convolução

O processo de convolução sobrepõe um filtro sobre a matriz original, em que cada entrada sobreposta é multiplicada pela entrada do filtro correspondente. Os resultados das multiplicações são somados e geram uma entrada na matriz final. Na Figura 1.1, pode-se observar um exemplo de convolução.

filtro:			0	-1	0	matriz:				
			-1	5	-1					
			0	-1	0					
							4	4	4	4
							4	8	8	8
							4	8	16	16
							4	8	16	32
							4	8	16	32

Matriz	Entrada Atual	Matriz Resultado
<div> <div>4 4 4</div> <div>4 8 8</div> <div>4 8 16</div> <div>4 8 16</div> <div>4 8 16</div> </div>	<div> <div>4 4</div> <div>8 8</div> <div>16 16</div> <div>32 32</div> <div>32 32</div> </div> <div> $0 * 4 + (-1) * 4 + 0 * 4$ $+ (-1) * 4 + 5 * 8 + (-1) * 8$ $+ 0 * 4 + (-1) * 8 + 0 * 16 = 16$ </div>	16
<div> <div>4 4 4</div> <div>4 8 8</div> <div>4 8 16</div> <div>4 8 16</div> <div>4 8 16</div> </div>	<div> <div>4 4</div> <div>8 8</div> <div>16 16</div> <div>32 32</div> <div>32 32</div> </div> <div> $0 * 4 + (-1) * 4 + 0 * 4$ $+ (-1) * 8 + 5 * 8 + (-1) * 8$ $+ 0 * 8 + (-1) * 16 + 0 * 16 = 4$ </div>	16 4
⋮	⋮	⋮
<div> <div>4 4 4</div> <div>4 8 8</div> <div>4 8 16</div> <div>4 8 16</div> <div>4 8 16</div> </div>	<div> <div>4 4</div> <div>8 8</div> <div>16 16</div> <div>32 32</div> <div>32 32</div> </div> <div> $0 * 16 + (-1) * 16 + 0 * 16$ $+ (-1) * 16 + 5 * 32 + (-1) * 32$ $+ 0 * 15 + (-1) * 32 + 0 * 32 = 64$ </div>	16 4 4 4 32 8 4 8 64

Figura 1: Exemplo de convolução.

1.2 Filtros

Os filtros de Sobel são mostrados na Figura 1.2, em que F_x detecta bordas na vertical e F_y detecta bordas na horizontal.

$$F_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad F_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Figura 2: Filtros de Sobel vertical e horizontal, respectivamente.

Para combinar os resultados, utiliza-se a Equação 1, que corresponde à aproximação do cálculo da magnitude do vetor gradiente naquele pixel.

$$z_{ij} = \sqrt{x_{ij}^2 + y_{ij}^2} \quad (1)$$

em que x_{ij} é a entrada da coluna i e linha j da matriz resultante da convolução da imagem original com o filtro F_x ; y_{ij} é semelhante, mas com a convolução sendo feita com o filtro F_y ; z_{ij} é a entrada da coluna i e linha j da matriz combinada.

1.3 Padding

Nos limites (margens) da imagem, utilizaremos a técnica de *cutting padding*, em que uma moldura formada de valores zeros é adicionada ao redor da imagem original, como ilustrado na Figura 1.3.

$$\begin{array}{cccc} x_{00} & x_{01} & x_{02} & \dots \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & \dots \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{array} \implies \begin{array}{ccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & x_{00} & x_{01} & x_{02} & \dots \\ 0 & x_{10} & x_{11} & x_{12} & \dots \\ 0 & x_{20} & x_{21} & x_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{array}$$

Figura 3: Exemplo de *padding*.

2 Entrada

O seu programa deve ler, da entrada padrão, valores de intensidade da imagem a ser processada. Todas as imagens terão dimensão 128×96 pixels. Os valores de intensidade são inteiros positivos.

3 Saída

O programa deve imprimir, na saída padrão, os valores de intensidade dos pixels da imagem gerada pelo operador de Sobel.

4 Exemplos de Entrada e Saída

Como exemplo, uma imagem menor do que a especificação da Seção 2 será utilizada para facilitar a visualização.

Entrada:

```
0 10 10 10 10 0
0 10 10 10 10 0
0 10 10 0 0 0
0 10 10 10 0 0
0 10 10 10 0 0
0 10 10 0 0 0
0 10 10 0 0 0
```

Saída:

31	42	40	40	42	31
40	40	14	31	42	31
40	40	20	31	28	14
40	40	14	44	31	0
40	40	14	44	31	0
40	40	31	44	14	0
31	42	42	31	0	0