

第三次技术文档

刘畅 15061183

2018 年 6 月 5 日

1 程序说明

使用语言： JAVA

编程环境： Windows 8.1 + Eclipse Neon.3 Release (4.6.3)

相关库：

java.awt
java.io
java.util
javax.imageio

主要方法：

| 方法名 | 作用 |
|--|-----------|
| long[][] prewittFilter(String filename) .. | Prewitt算法 |
| long[][] sobelFilter(String filename) .. | Sobel算法 |
| long[][] laplaceFilter(String filename) .. | Laplace算法 |
| robertsFilter(String filename) .. | Roberts算法 |
| int[][] cannyFilter(String filename) .. | Canny算法 |

2 简单边缘检测

通过比较局部不同方向上的灰度值差异，判断该部分梯度大小，梯度值较大说明该区域很有可能为边缘，梯度值较小说明该区域较为平滑。通常的做法是定义一种 $m \times n$ 的算子 S ，对于 $m \times n$ 大小的区域，其灰度矩阵为 A ，那么该区域梯度 G 可表示为

$$G = \text{sum}(S \cdot A)$$

2.1 Laplace算子

该算子用矩阵表示为

$$S = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$



图 1: Laplace算子处理结果

2.2 Robert算子

对于点 (x, y) 的梯度值大小 $GM(x, y)$, 有

$$S_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, S_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$G = \sqrt{\text{sum}^2(S_1 \cdot A) + \text{sum}^2(S_2 \cdot A)}$$

即

$$GM(x, y) = \sqrt{[I(x, y) - I(x + 1, y + 1)]^2 + [I(x, y + 1) - I(x + 1, y)]^2}$$

其中 $I(i, j)$ 表示点 (i, j) 的灰度值大小。



图 2: Robert算子处理结果

2.3 Prewitt梯度算子

Prewitt梯度算子分为垂直和水平两个方向

$$S_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, S_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

利用 (S_x, S_y) 可以得到水平和垂直的梯度大小 (G_x, G_y) ，求得边界强度 G

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

和边界方向 D

$$D = \tan^{-1}\left[\frac{G_x}{G_y}\right]$$



(a) 原图

(b) 处理结果

图 3: Prewitt算子处理结果

2.4 Sobel梯度算子

Sobel方法与Prewitt类似，只是算子的不同

$$S_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

3 Canny边缘检测方法

3.1 主要步骤

- (1) 使用高斯滤波器平滑图像，降低噪声
- (2) 使用Sobel算子计算每个像素点的边界强度和边界方向
- (3) 应用非极大值抑制，细化边缘
- (4) 应用双阈值检测确定真实和潜在的边缘



图 4: Sobel算子处理结果

3.2 非极大值抑制

通过计算每个像素点的边界方向，找到在该方向上和该像素 p 相邻的两个像素 (p_1, p_2) ，若点 p 的灰度值比 (p_1, p_2) 中任意一个小，那么 p 就为非极大点，将其抹除。

3.3 双阈值检测

设定高低两个阈值 (T_h, T_l) ：

对于梯度 $G \geq T_h$ 的情况，认定该点属于强边界；
 对于梯度 $GT < h$ 的情况，认定该点不属于边界，需要被抹除；
 除此外的情况，认定该点属于弱边界。

对于弱边界，若该点可通过与其它弱边界相邻的方式延伸到强边界，则可以被保留，否则需要被清除。这里可以采用递归的方式实现。

3.4 处理结果

4 结果分析

可以看到，Laplacee方法的处理效果不是很理想，得到的边缘检测图中边缘部分出现了重影的效果，而其他的简单处理方法得到的结果则较为连续。Canny方法中非极大值抑制的处理结果使得边界部分变细，在一定程度上使得边界更佳清晰，在应用了双阈值检测之后，可以清晰地显示出人像。以上两类方法得到的效果不太一样，前者还原了原图像中边界的情况，包括粗细、边界强度等等，因此得到的是一个0 255的灰度图像。然而后者将处理的结果二值化，所有的像素点只有边界和非边界之分，因此省略掉了很多边界信息，但是呈现出来的边界形状更佳清晰。

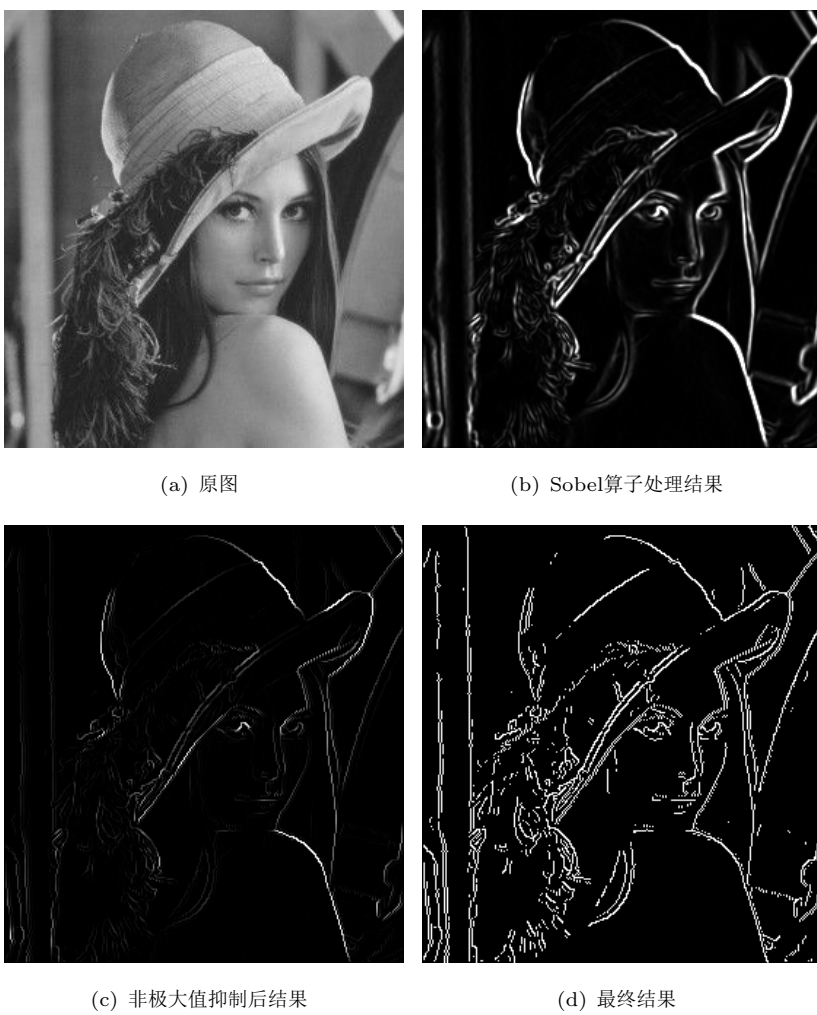


图 5: Canny方法处理结果