

暨南大学本科实验报告专用纸(附页)

暨南大学本科实验报告专用纸

课程名称 数字图像处理实验 成绩评定
实验项目名称 光照鲁棒的边缘提取算法 指导教师 汤知日
实验项目编号 实验项目类型 设计型 实验地点 教504
学生姓名 张朋洋 学号 2022104334 学院 智能科学与工程
工程学院 专业 物联网工程 实验时间 2024 年 10 月 16 日

实验目的

- 使用 Canny 算子对下述图像进行边缘提取，尝试搭建一个光照鲁棒的边缘提取算法。
- 分析原理和方法优劣。

实验工具

- Python
- cv2
- Opencv
- matplotlib
- numpy

实验内容

(一) 实验原理/方法

- Canny 算子的原理可分为以下几个步骤：

(1) 高斯滤波 (Gaussian Smoothing)

首先对图像进行高斯滤波，目的是减少噪声对边缘检测的影响。高斯滤波可以平滑图像，从而消除图像中的细小噪声，使得边缘检测更可靠。具体操作是用高斯核对图像进行卷积。

(2) 计算梯度 (Gradient Calculation)

计算图像的梯度幅值和方向，通常使用 Sobel 算子进行求导，分别计算水平方向和垂直方向的梯度 G_x 和 G_y ，然后得到每个像素点的梯度幅值和方向：

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

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

梯度幅值表示边缘的强度，而梯度方向表示边缘的方向。

(3) 非极大值抑制 (Non-Maximum Suppression)

为了得到精确的边缘，对梯度幅值进行非极大值抑制。沿着梯度方向，检查

暨南大学本科实验报告专用纸(附页)

当前像素的梯度值是否是局部极大值。如果不是局部极大值，则将该像素的梯度值置为 0，从而去除不显著的边缘。这样可以细化边缘，防止边缘变宽。

(4) 双阈值 (Double Thresholding)

设置高阈值和低阈值，将梯度幅值进行分类。高于高阈值的点被认为是强边缘，低于低阈值的点被舍弃，而介于两者之间的点被认为是弱边缘。双阈值的作用是进一步区分边缘的显著程度。

如果像素的梯度幅值大于高阈值，则该像素被认为是边缘。

如果像素的梯度幅值小于低阈值，则该像素被认为不是边缘。

如果像素的梯度幅值介于高阈值和低阈值之间，则该像素如果与已标记为边缘的像素相连，则被认为是边缘的一部分。

(5) 边缘连接 (Edge Tracking by Hysteresis)

通过滞后效应将弱边缘连接起来。任何与强边缘连接的弱边缘被保留下来，而独立存在的弱边缘则被舍弃。这样可以有效地去除噪声产生的伪边缘，并保持真实的边缘连续性。

连接弱边缘： 对于弱边缘像素，我们检查它们是否与强边缘像素相连。即，如果一个弱边缘像素的邻域中有强边缘像素，那么这个弱边缘像素会被认为是边缘的一部分。这样，边缘就变得连续了。

丢弃孤立的弱边缘： 如果一个弱边缘像素周围没有任何强边缘像素相连，则该弱边缘像素会被丢弃，认为它不是边缘的一部分。

(6) 总结

Canny 算子的每个步骤都是为了解决特定的问题：平滑降噪、精确定位边缘、消除伪边缘等。最终，Canny 算子能够生成一个具有良好定位性的单一边缘图，满足低错误率、良好定位性和单一边缘响应的要求，广泛应用于各种计算机视觉任务中。

2、实验采取的方法：

(1) 自适应直方图均衡法

- ① 创建 CLAHE 对象，并对图像进行自适应直方图均衡化。其实就是把图像切为几个小图片块，后续对每个图片块单独处理。这样就可以大幅度规避光照对整张图处理效果的影响。
- ② 使用高斯滤波器降噪。实验出合适的系数，能够有效去除噪声的前提下，尽量保证失真较小。
- ③ 设置 Canny 算子的双阈值，小于低阈值的视为被舍弃，而介于两者之间的点被认为是弱边缘。
- ④ 应用 Canny 边缘检测，观察效果。



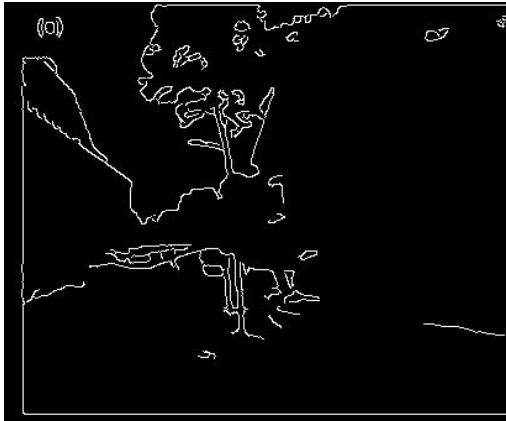



(二) 实验内容

1. 创建 CLAHE 对象，把原图像分为图像块，每块的大小为 `tileGridSize`，这是一个偶数参数。经过实验，6 x 6 或者 8 x 8 的尺寸效果比较好。
2. 使用高斯滤波器进行降噪，系数选择为(5,5)和 1.4。
3. 设置 Canny 算子的阈值，经过实践，低阈值为 50 左右可以有效滤除无效边界，高阈值 150 左右会保留效果比较理想。
4. 调用 `cv2.Canny` 函数，观察对比结果。

(三) 实验结果

暨南大学本科实验报告专用纸(附页)

1. 对比图:

Comparison	
Origin	<div><div>(a)</div><div>(b)</div></div>
Regular_Canny	<div><div>(c)</div><div>(d)</div></div>
Adaptive histogram equalization method	<div><div>(e)</div><div>(f)</div></div>

2. 实验代码已经上传到:

[GitHub:https://github.com/zmydsg/DIP.git](https://github.com/zmydsg/DIP.git)

实验总结

(一) 分析

1. 学习过

2. 在高斯滤波之后, Canny 算子需要计算图像中每个像素的**梯度**, 即图像的变化率。边缘往往对应着图像强度的剧烈变化, 因此可以通过计算图像在各个方

暨南大学本科实验报告专用纸(附页)

向上的梯度来检测边缘。计算梯度的常用方法是使用 Sobel 算子，它可以分别计算水平和垂直方向上的梯度：

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

其中，* 表示卷积操作，III 为图像。

3. 阈值的选择：Canny 算子对高阈值和低阈值的选择比较敏感，我在实验过程中需要不断地去试，试出来一个不错的参数。不同的阈值会对边缘检测效果产生很大影响，通常需要根据具体的应用场景来调整。

4. 对噪声较为敏感：尽管高斯滤波可以去除噪声，但在一些情况下（如图像噪声过大），仍可能影响边缘检测效果。

（二）结论

1. Canny 算子优点：

良好的噪声抑制：通过高斯滤波减少噪声影响。

精确的边缘定位：通过非最大值抑制和双阈值处理可以精确定位边缘。

响应性较好：对边缘具有较好的响应性。

2. Canny 算子进行边缘检测的步骤：

（1）高斯滤波

（2）计算梯度

（3）非最大值抑制（NMS）

（4）双阈值处理

（5）边缘连接

3. 图像的预处理十分重要，从对比图可以看出，加入自适应直方图均衡预处理后，canny 算子检测效果大幅提升。交通路标变得清晰了一些。所以说，以后正是处理前，要学会选择合适的与处理手段。