

Report of homework 6, DIP 2024

PB22061259 刘沛

Introduction

这一次的实验任务主要是图像分割，即将图像中感兴趣的区域分割出来。包括边缘、直线提取，以及阈值分割。

- 边缘检测与提取：Canny边缘检测算法。
- 直线提取：Hough变换可以实现对图像当中感兴趣的直线的检测。
- 阈值分割：这里几乎相当于图像的二值化。

Method

Hough Transform

如果将图像中的每一个点 (x,y) ，都看做是一条hough空间中的曲线的参数：

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

会是hough空间中的一条正弦曲线。

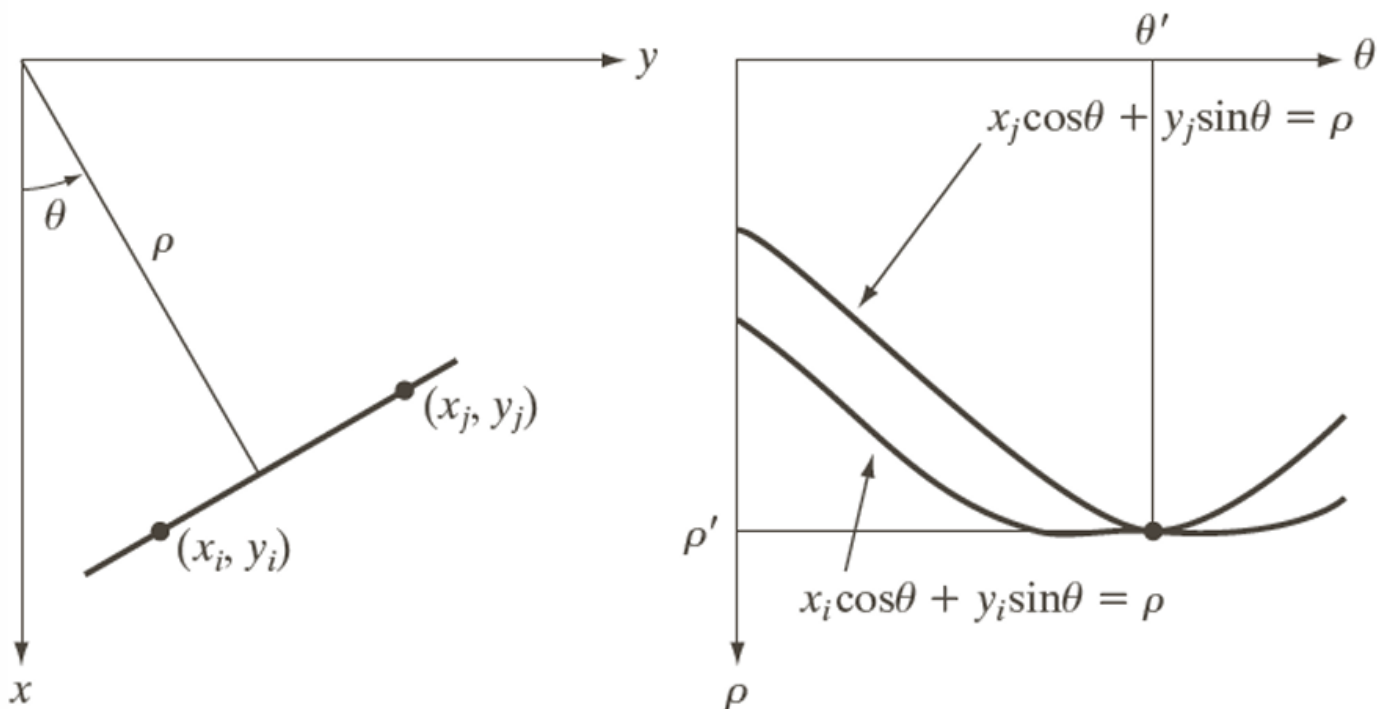
注意，如果把 ρ, θ 看做是参数，那么

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

会是像素空间中的一条直线。

Hough变换的基本思想是：

- 像素空间中的一条直线，映射到hough空间，就是一个点。
 - 像素空间中的一个点，映射到hough空间，是一条正弦曲线
- 则，像素空间中的同一条直线上的点 $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$ ，每个 (x,y) 在hough空间中对应的正弦曲线会相交在一个点 (ρ, θ)



在实际的算法当中，我觉得可以有两种思路

1.累加法

类似Radon变换，对一条直线上的所有点进行像素值求和，映射到hough空间中。那么 $hough[\rho, \theta]$ 的值就是这条直线上的所有点的像素值求和，考虑到输入的图像都是进行二值化的、边缘提取的图像，所以 $hough[\rho, \theta]$ 的值可以看做**这条直线通过原图的像素点的个数**

2.交线法

对边缘图像当中不为0的点，进行hough变换，得到hough空间中的曲线。

将这条曲线上的点，完成

$hough[\rho, \theta] += 255$, $[\rho, \theta]$ 在 $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$ 上
不在正弦曲线上将保持原样。

这样得到的hough矩阵，和累加法相同， $hough[\rho, \theta]$ 越大，说明这条直线经过的点越多。

得到hough矩阵之后，通过设置阈值，如果较多的点共线，那么这条直线将被判定为存在，我们可以找到所有在这条直线上的像素的坐标，后续可以进行边缘连接的操作。

基本的全局阈值处理

算法：

输入：二值化的图像, ΔT

初始化阈值 $T = \text{img}$ 的灰度平均值 (1)

用 T 分割图像, 得到 low 和 high 两个部分 (2)

计算 mean_low 和 mean_high , $T_{\text{new}} = (\text{mean_low} + \text{mean_high})/2$ (3)

判断是否收敛: $|T - T_{\text{new}}| < \Delta T$; 否则重复 (2)

Otsu's Method

Otsu算法小节如下:

- 计算输入图像的归一化直方图。使用 $p_i, i = 0, 1, 2, \dots, L - 1$ 表示该直方图的各个分量
- 计算累积和: $P_1(k) = \sum_{i=0}^k p_i, (k = 0, 1, 2, \dots, L - 1), P_2(k) = 1 - P_1(k)$
- 计算累积均值: $m(k) = \sum_{i=0}^k i p_i$, 对于 $k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$,
- 计算全局灰度均值: $m_G = \sum_{i=0}^{L-1} i p_i$
- 用 $\sigma_B^2(k) = \frac{[m_G P_1(k) - m(k)]^2}{P_1(k)[1 - P_1(k)]}$, 对于 $k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$, 计算类间方差 $\sigma_B^2(k)$
- 得到Otsu阈值 k^* , 即使得 $\sigma_B^2(k)$ 最大的 k 值。如果最大值不唯一, 用相应检测到的各个最大值的 k 的平均得到 k^*

灰度图像一般是 $0, 1, 2, \dots, 255$ 的灰度值。

所有这里有候选的 k 为 255 个, 我们将计算每一个 k 对应的类间方差, 选出方差最大的 k 作为阈值。

值得注意的是, 分母有可能取 0, 这里需要排除。

局部阈值处理

将图像划分为几个部分, 每个部分单独进行Otsu's Method的二值化处理。

Result

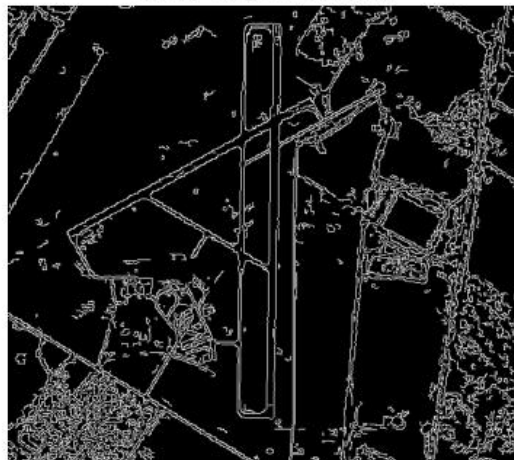
直线提取

Hough Transform Results

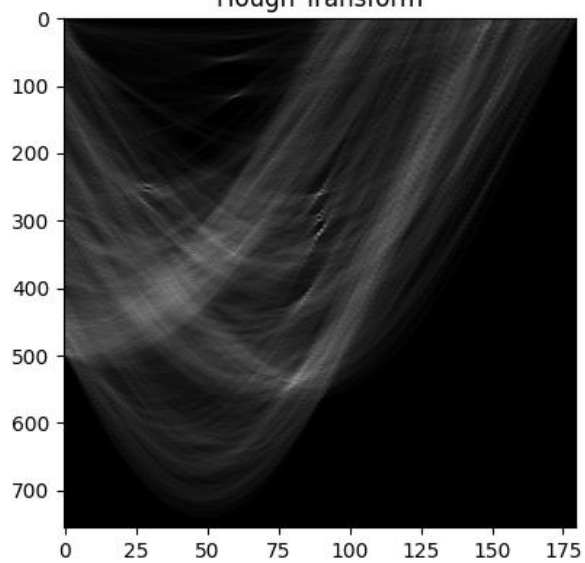
Original Image



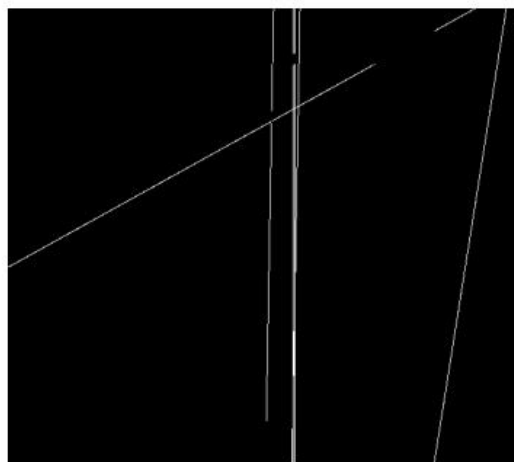
Canny Edge Detection



Hough Transform



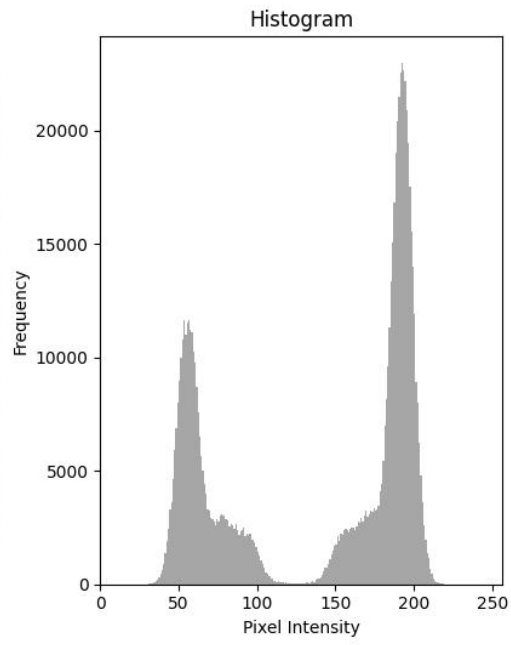
result



这里只按照阈值进行直线的提取，没有考虑直线的方向。

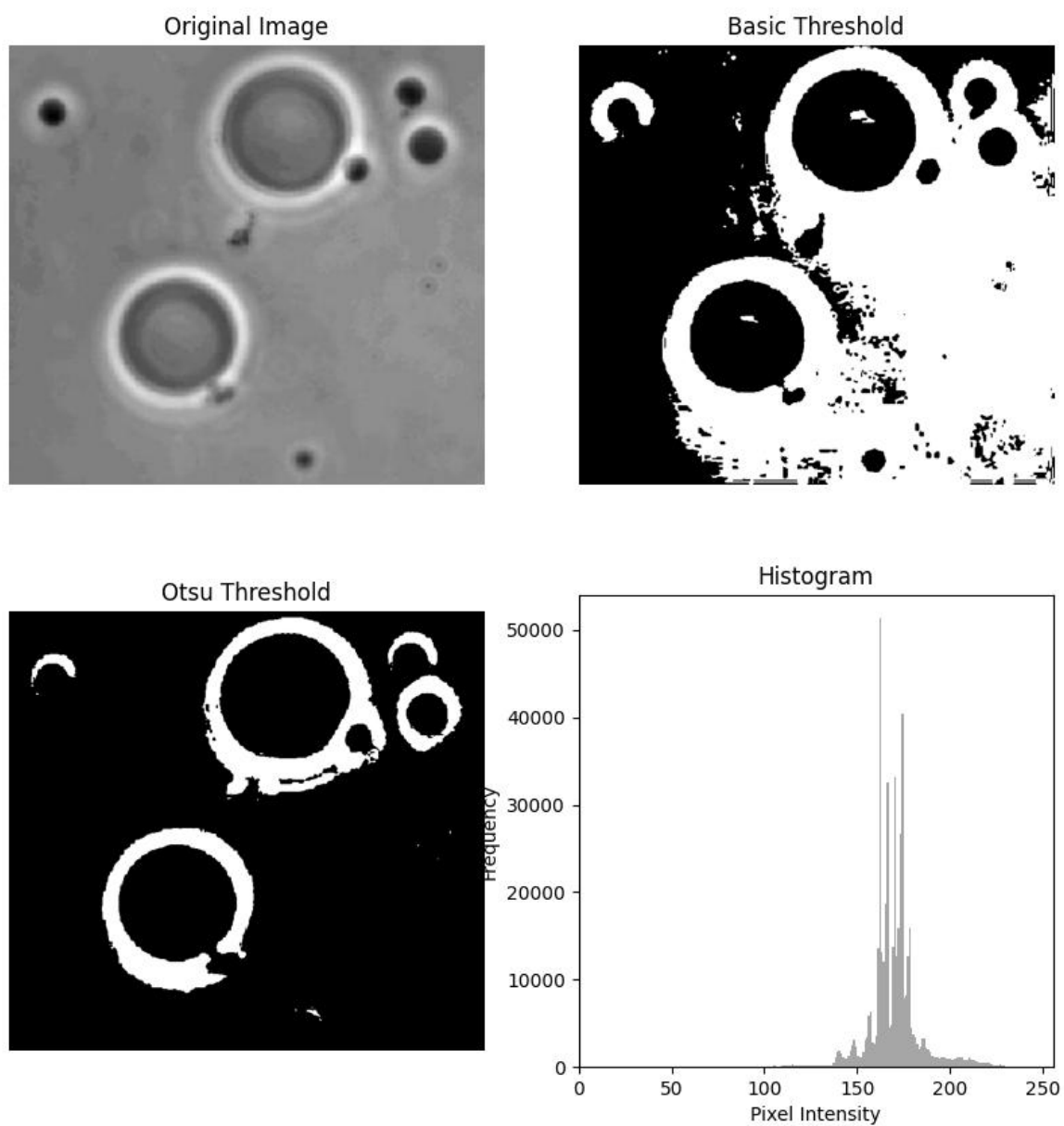
全局阈值处理

Basic_Threshold_Transform_Results



效果对于这种简单的图像还是挺好的。

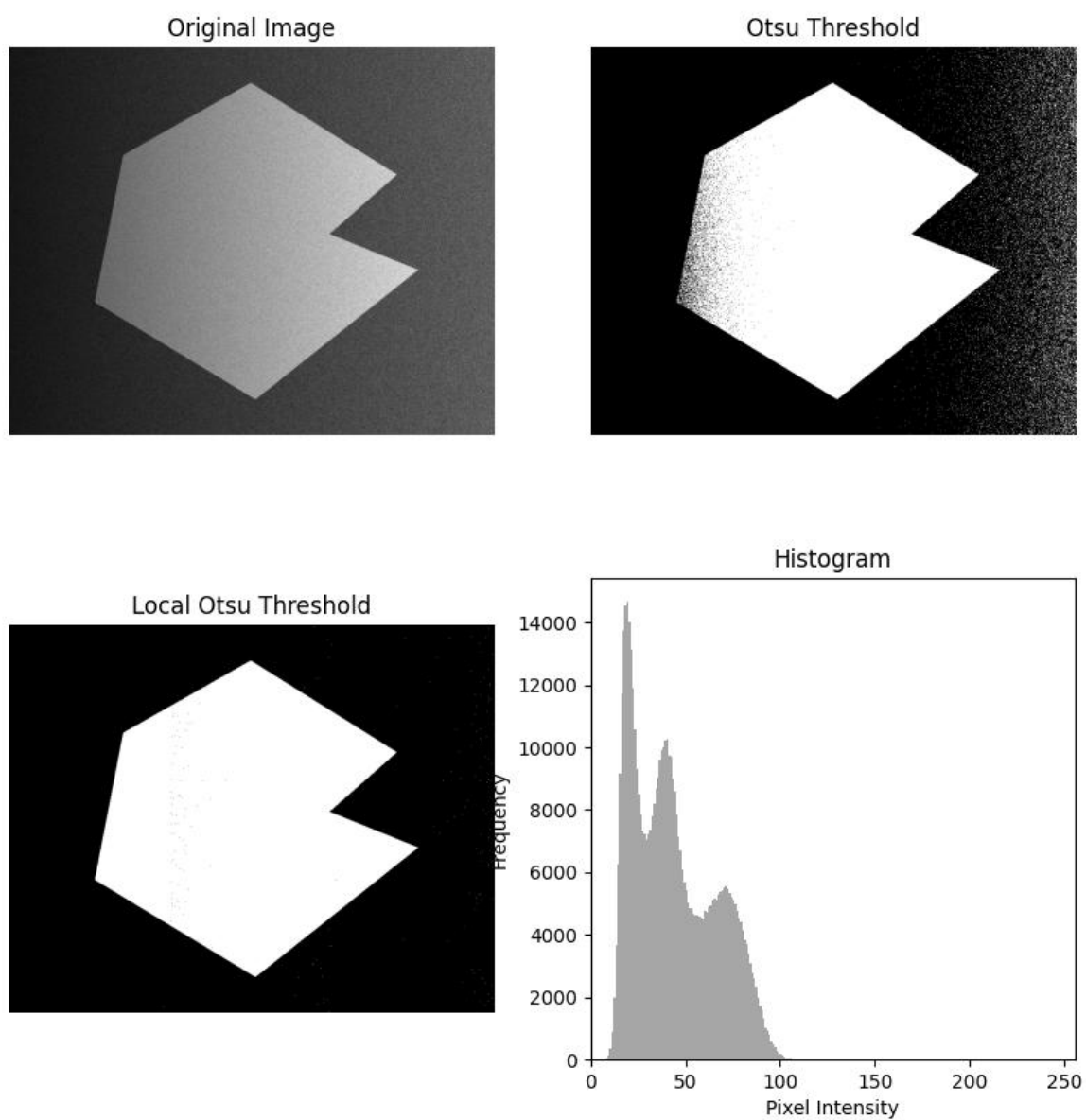
Otsu's Method



全局阈值效果一般，但是Otsu's Method的局部阈值处理效果更好。

局部阈值处理

Local_Otsu_Threshold_Transform_Results



对于这种光照不均的图像，直接使用全局阈值处理的效果不可能满足要求，根据图像左暗右亮的先验知识，我们可以将图像分为宽度上的多个个部分，分别进行阈值处理。