直方图均衡处理实验报告

蒋颜丞，自动化(电气)1903，3190102563

1 实验内容与要求

自选一张灰度图像，编程实现直方图均衡处理。

要求：

1.基于累积分布函数实现直方图均衡部分需要自写代码；
2.以实验报告形式提交结果，报告内容应包括自写源码、直方图均衡处理前后的图像和直方图。

本次实验将以下图为例，进行直方图均衡处理

2 实验原理

2.1 概念

直方图均衡化（***Histogram Equalization***）是指把一个已知灰度概率密度分布的图像经过一种变换，使之演变为一幅具有**均匀**灰度概率密度分布的新图像，是以累积分布函数变换法为基础的直方图修正法。

2.2 算法步骤

（1）**计算累计直方图**：$p_r(r_k)=\frac{n_k}{n}, 0\le r_k\le 1, k=0,1,\dots,l-1$，式中，$l$是灰度级的总数目，$p_r(r_k)$是取 第$k$级灰度值的概率，$n_k$是图像中出现第$k$级灰度的次数，$n$是图像中像素总数；

（2）**构造变换函数**：$s_k=T(r_k)=\sum_{j=0}^{k}\frac{n_j}{n}=\sum_{j=0}^{k}p_r(r_j), 0\le r_j\le 1, k=0,1,\dots,l-1$

（3）**对累计直方图进行灰度转换**：$s_k=T(r_k), k=0,1,\dots,l-1$；

(4) **对转换结果取最近的灰度级；**

(5) **输出新图像**。

2.3 伪代码

Image Histogram Equalization Algorithm

Input : $image$
Result : new_image

$range \leftarrow 255$
$number \leftarrow rows(image) * cols(image)$
for $bright = 0$ *to* 255 :
    $pixels.at.level_{bright} \leftarrow 0$
for $x = 0$ *to* $rows(image) - 1$:
    for $y = 0$ *to* $cols(image) - 1$:
        $pixels.at.level_{image_{x,y}} \leftarrow pixels.at.level_{image_{x,y}} + 1$

$sum \leftarrow 0$
for $level = 0$ *to* 255 :
    $sum \leftarrow sum + pixels.at.level_{level}$
    $hist_{level} \leftarrow uint8\left[round\left(\frac{range}{number} * sum\right)\right]$

for $x = 0$ *to* $rows(image) - 1$:
    for $y = 0$ *to* $cols(image) - 1$:
        $new\_image_{x,y} \leftarrow hist_{image_{x,y}}$

return new_image

3 源代码

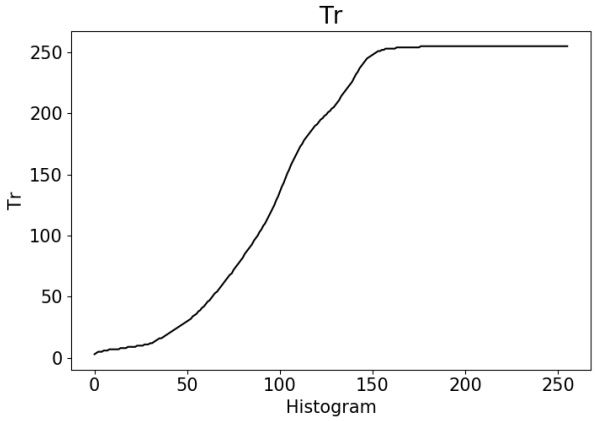
```python
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def Img_Hist(img):
    '''
    计算图像的直方图
    输入：灰度图像
    输出：以一维向量保存的直方图数据
    '''
```

```
    hist=np.zeros(256,dtype=int) # 初始化直方图数据

    # 统计直方图数据
    for i in range(img.shape[0]):
        for j in range(img.shape[1]):
            k = img[i][j]
            hist[k] += 1

    return hist

def Equal_Hist(hist, img):
    '''
    直方图均衡处理
    输入：原始图像直方图数据，原始图像
    输出：处理后图像
    '''
    Tr = Cal_Tr(hist, img) # 计算Tr

    new_img = np.zeros(shape=(img.shape[0],img.shape[1]),dtype=np.uint8)

    # 对原图像进行映射
    for k in range(img.shape[0]):
        for l in range(img.shape[1]):
            new_img[k][l] = Tr[img[k][l]]

    return new_img

def Cal_Tr(hist, img):
    '''
    计算Tr
    输入：原始图像直方图数据，原始图像
    输出：Tr一维数组
    '''
    Pr=np.zeros(256,dtype=float)  # 初始化频率分布
    N = img.shape[0]*img.shape[1]
    for i in range(256):
        Pr[i]=hist[i]/N # 统计频率

    # 计算Tr
    Tr=np.zeros(256,dtype=float)  # 初始化Tr
    temp = 0
    for m in range(256):
        temp += 255*Pr[m]
        Tr[m] = np.uint8(round(temp))

    return Tr

if __name__ == '__main__':

```

```
    # 读取原始图像
    img = cv2.imread('GrayPhoto.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)

    #计算原图的直方图
    origin_hist = Img_Hist(img)

    # 直方图均衡化
    new_img = Equal_Hist(origin_hist,img)

    # 计算处理后图像的直方图
    new_hist = Img_Hist(new_img)

    cv2.imshow('origin_image',img)
    cv2.imshow('new_image',new_img)
    cv2.imwrite('new_image.jpg', new_img)

    # 绘制灰度直方图
    plt.figure(1)
    plt.subplot( 1, 2, 1 )
    plt.plot(np.arange(256), origin_hist, 'r', linewidth=1.5, c='black')
    plt.tick_params(labelsize=15)
    plt.title("Origin",fontdict={'weight':'normal','size': 20})
    plt.xlabel("Histogram",fontdict={'weight':'normal','size': 15})
    plt.ylabel("Number of Pixels",fontdict={'weight':'normal','size': 15})

    plt.subplot( 1, 2, 2 )
    plt.plot(np.arange(256), new_hist, 'r', linewidth=1.5, c='black')
    plt.tick_params(labelsize=15)
    plt.title("New",fontdict={'weight':'normal','size': 20})
    plt.xlabel("Histogram",fontdict={'weight':'normal','size': 15})
    plt.ylabel("Number of Pixels",fontdict={'weight':'normal','size': 15})

    plt.show()

    print('Equalization has done.')

    K = cv2.waitKey(0)
```

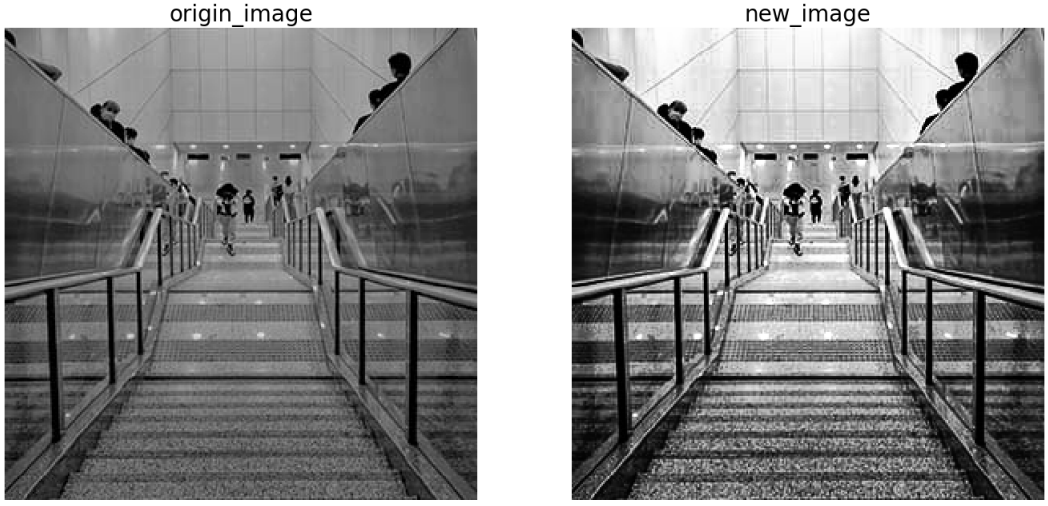
4 实验结果与分析

4.1 变换函数



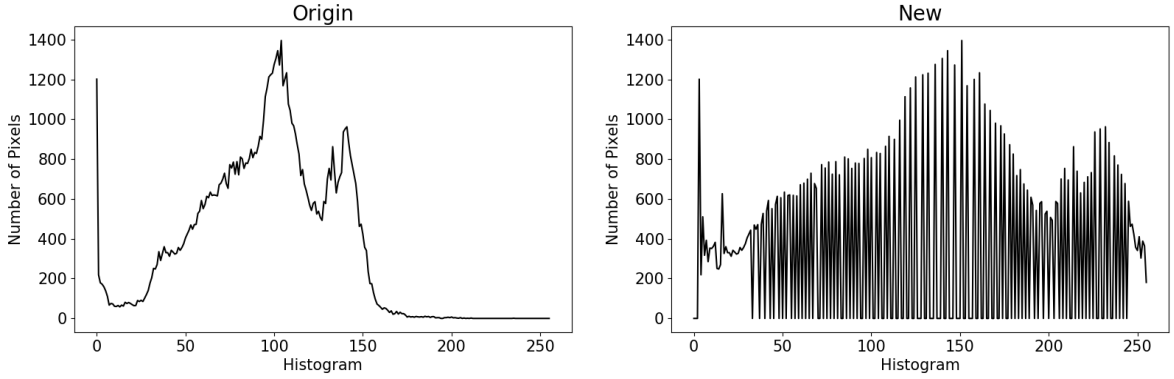
从变换函数$s_k = T(r_k)$来看，其符合变换函数的基本要求（递增性和有界性），同时，在灰度值较高的区域（165~255），变换函数对灰度值的提升较为显著，这也与后文所展示的直方图的变化相一致。

4.2 图像



从图像中可以看出，原来的图像画面比较平淡，整体的灰度较为一致；而直方图均衡化处理后的图像对比度更高，画面更有层次感，在视觉上更清晰。

4.3 直方图



从直方图中可以看出，原来的图像灰度值主要集中在中段（75~155），且灰度直方图曲线连续；而直方图均衡化处理后的图像：灰度值更为均匀，尤其是在灰度值较高的区域（165~255），其像素数量明显增多,但灰度直方图曲线变得离散，图像损失了一些细节。

5 结论

直方图均衡处理可以让图像的灰度级分布更为均匀，使图像具有高对比度和多变的灰色色调，观感更好，但同时可能会损失一些细节。