

# 《数字图像处理》实验报告

## 一，实验目的

1. 编写程序，对实验低照度图像进行处理，计算并显示以上低照度图像的灰度直方图和离散傅里叶变换频谱幅度图。
2. 编写程序，对以上低照度图像分别进行直方图均衡化和同态滤波操作，并对两种算法的最终效果进行对比。

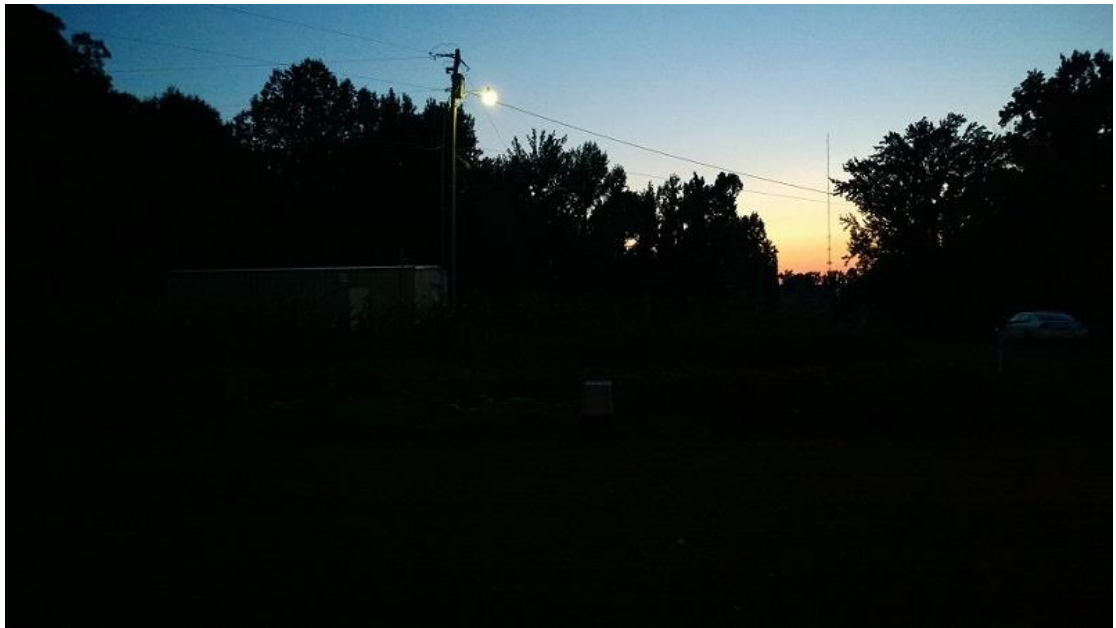
## 二，实验工具

MATLAB R2022b

## 三，实验原理

### 1. 图像获取

实验使用以下低照度图：



灰度图：



## 2. 灰度直方图

灰度直方图 (histogram) 是灰度级的函数，描述的是图像中每种灰度级像素的个数，反映图像中每种灰度出现的频率。其中，横坐标是灰度级，纵坐标是灰度级出现的频率。直方图操作是图像处理中的一个基本工具。直方图计算简单，并且也适合于快速硬件实现，因此基于直方图的技术就成了实时图像处理的一个流行工具。

由于灰度直方图是一种条形统计图，所以，对于实验图像，我们可以先设置一个  $1 \times hw$  的数组，其中  $h$  和  $w$  分别表示图像的长和宽，然后遍历统计实验图像中每个像素的灰度值，实验代码如下：

```
%求灰度直方图
A=zeros(360000,1);
sz=size(H1);
h=sz(1);
w=sz(2);
s=1;
%统计灰度值
for i=1:h
    for j=1:w
        A(s,1)=H1(i,j);
        s=s+1;
    end
end
%画灰度直方图
figure(1)
h=histogram(A);
title('灰度图像直方图');
```

## 3. 离散傅里叶变换频谱幅度图

离散傅里叶变换频谱幅度图，就是在离散傅里叶变换的基础上，取频谱的幅度并做

相应处理后生成的图像，实验代码如下图所示：

```
%求离散傅里叶变换频谱幅度图
f=fft2(H1);           %傅里叶变换
f=fftshift(f);        %直流分量移到频谱中心
f=log(f);             %频谱增强
A1=log(abs(f));        %对幅度谱进行增强
figure(2)
imshow(A1,[]);
title('频谱幅度图');
```

## 4. 直方图均衡化

## 5. 同态滤波操作

人之所以可以看到某个景物，是因为有光辐射能照在该景物上，经过景物的反射或透射作用之后，在人的视网膜上产生感知信号，该感知信号传送到大脑后形成对景物的理解。按照光图像的成像原理，可以对一幅图像进行如下的简单建模：

$$f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y)$$

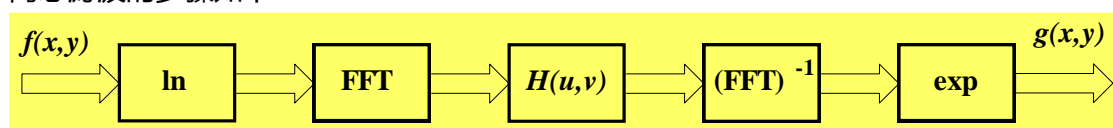
即把图像亮度 $f(x, y)$ 看成是由入射分量（入射到景物上的光强度） $i(x, y)$ 和反射分量（景物反射的光强度） $r(x, y)$ 组成。

然而，当灰度动态范围太大时，由于人眼可以分辨的亮度变化范围是有限的，往往会因为很高的灰度值区域的信号掩盖暗区的信号，使得目标区域的细节，特别是暗区的细节难以辨认。

同态滤波是一种在频域中同时进行图像对比度增强和压缩图像亮度范围的滤波方法。

其基本思想是减少入射分量 $i(x, y)$ ，并同时增加反射分量 $r(x, y)$ 来改善图像 $f(x, y)$ 的显示效果。 $i(x, y)$ 在空间上变化缓慢，其频谱集中在低频段， $r(x, y)$ 反映图像的细节和边缘，其频谱集中在高频段。

同态滤波的步骤如下：



其中， $H(u, v)$ 是频域函数，包括理想高通滤波器，高斯高通滤波器，巴特沃斯高通滤波器等。

实验中使用高斯高通滤波器对灰度图进行同态滤波操作，高斯高通滤波器公式如下：

$$H_{hp}(u, v) = 1 - \exp\left[-c\left(D^2(u, v)/D_0^2\right)\right]$$

实验滤波器为以下形式：

$$H_{mo}(u, v) = (\gamma_H - \gamma_L) H_{hp}(u, v) + \gamma_L$$

其中， $\gamma_L < 1$ ， $\gamma_H > 1$ ，控制滤波器幅度的范围。

实验代码如下：

---

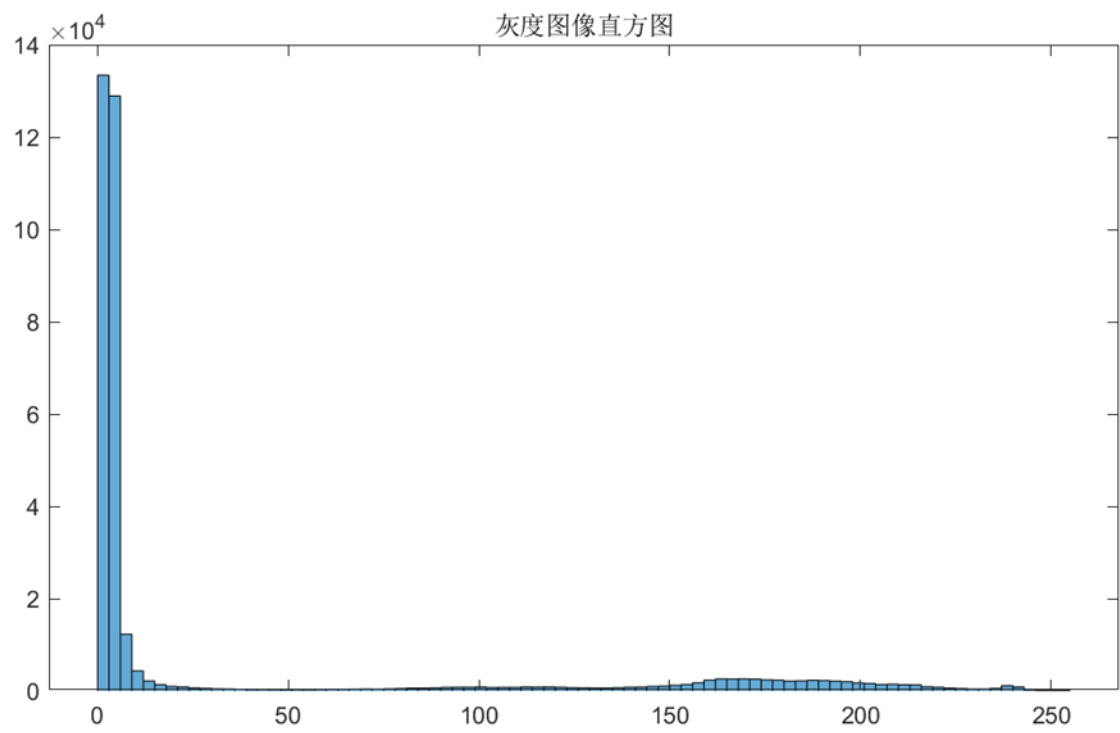
```
H1=imread('低照度图像.jpg');
H1=rgb2gray(H1);
figure(1);
imshow(H1);

[M, N] = size(H1);
rL=0.5;
rH=4.0;%可根据需要效果调整参数
c=2;
d0=10;
%取对数
img_log = log( double(H1)+ 1);
FI=fft2(img_log);%傅里叶变换
n1=floor(M/2);
n2=floor(N/2);
D=zeros(M,N);
H=zeros(M,N);
for i=1:M
    for j=1:N
        D(i,j)=((i-n1).^2+(j-n2).^2);
        H(i,j)=double((rH-rL)*(exp(c*(-D(i,j)/(d0^2))))+rL);%高斯同态滤波
    end
end
for i=1:M
    for j=1:N
        FI(i,j)=FI(i,j).*H(i,j);
    end
end
I2=ifft2(FI);%傅里叶逆变换
I3=real(exp(I2));
figure(2);
imshow(I3,[]);
title('同态滤波增强后');
```

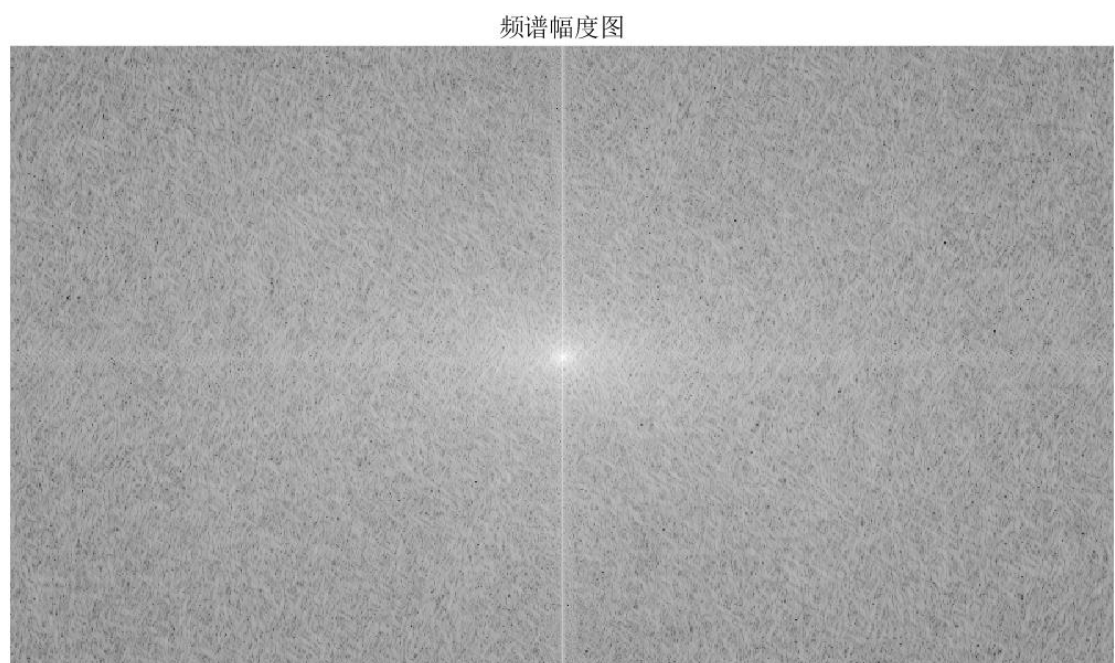
---

## 四，实验结果

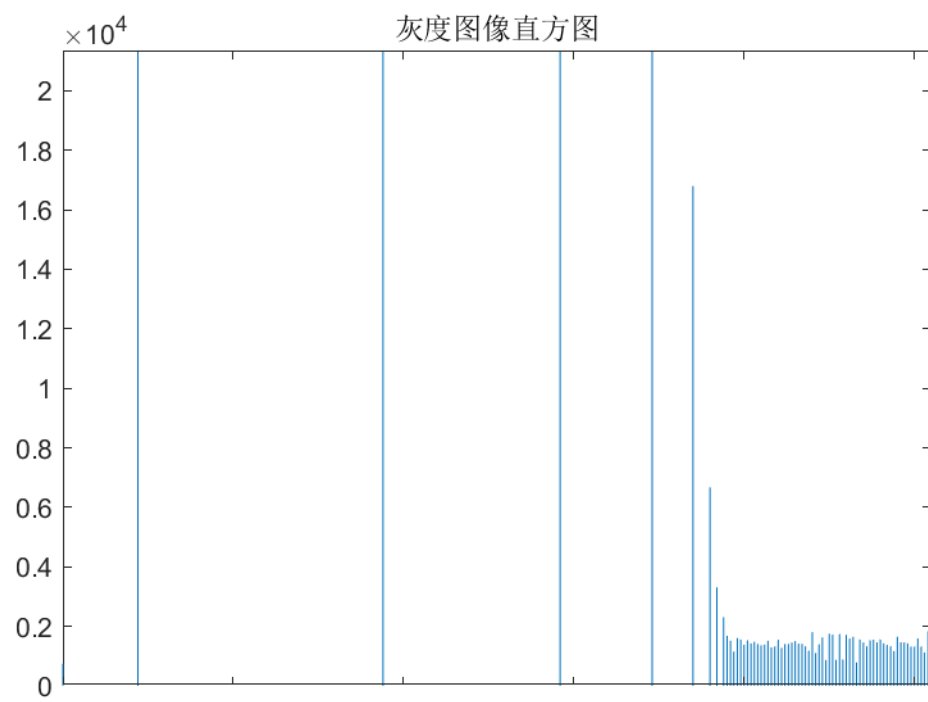
低照度图像的灰度直方图：



低照度图像的离散傅里叶变换频谱幅度图：



直方图均衡化：



同态滤波操作:

同态滤波增强后



## 五，结果分析与总结

同态滤波操作和直方图均衡化均对低照度图像中处于暗处的内容进行了显示，相较于同态滤波，直方图均衡化的结果更加的模糊，图像中分布有大量光斑，可见同态滤波算法的泛化性比直方图均衡化算法的泛化性更好。同态滤波操作在频域用特定的函数进行滤波，更加精细。直方图均衡化直接对空域像素点赋值，较为粗糙。

本次实验，我更加深入的了解了关于数字图像的旋转，插值和傅里叶变换的内容。学会了如何在 MATLAB 上对数字图像进行处理。

### 课后习题

已知一幅数字图像为：

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 1 & 10 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 2 & 6 & 8 & 8 \\ 5 & 5 & 7 & 0 & 8 \\ 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

要求:

分别用  $3 \times 3$  大小的均值滤波器和中值滤波器对图像进行平滑处理, 给出处理步骤及结果图像。(注: 图像边框像素保留不变)

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 1 & 10 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 2 & 6 & 8 & 8 \\ 5 & 5 & 7 & 0 & 8 \\ 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

均值滤波:  $g(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{i,j \in S} f(i, j)$

则得到  $B' = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 1 & 3 & 4 & 4 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 8 \\ 5 & 5 & 5 & 7 & 8 \\ 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$

中值滤波: 取  $3 \times 3$  范围内位于中间的像素值

则  $B'' = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 4 \\ 5 & 5 & 5 & 6 & 8 \\ 5 & 5 & 6 & 8 & 8 \\ 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$

$\frac{1}{9}(1+2+1+1+10+2+5+2+6) = \frac{30}{9} \approx 3$   
 $\frac{1}{9}(2+1+4+10+2+3+2+6+8) = \frac{38}{9} \approx 4$   
 $\frac{1}{9}(1+4+3+2+3+4+6+8+8) = \frac{39}{9} \approx 4$   
 $\frac{1}{9}(1+10+2+5+2+6+5+5+7) = \frac{43}{9} \approx 5$   
 $\frac{1}{9}(10+2+3+2+6+8+6+7+0) = \frac{42}{9} \approx 5$   
 $\frac{1}{9}(2+3+4+6+8+8+7+0+8) = \frac{46}{9} \approx 5$   
 $\frac{1}{9}(5+2+6+5+5+7+5+6+7) = \frac{48}{9} \approx 5$   
 $\frac{1}{9}(2+6+8+5+7+0+6+7+8) = \frac{49}{9} \approx 5$   
 $\frac{1}{9}(6+8+8+7+0+8+7+8+9) = \frac{61}{9} \approx 7$

电子签名:

黄楠奇