

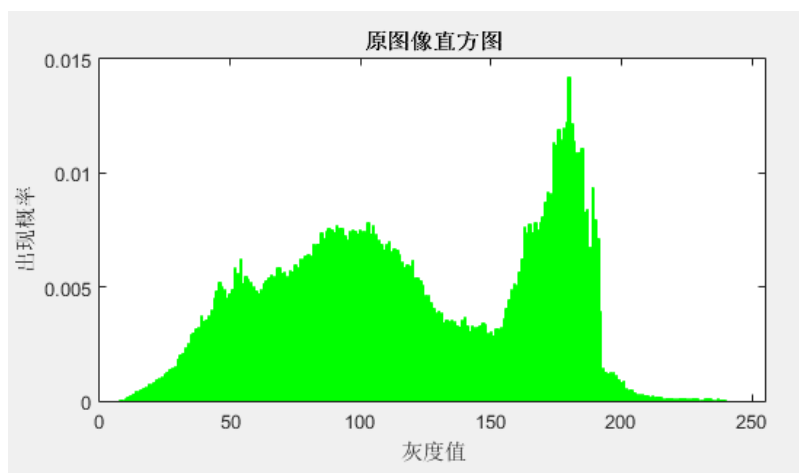
# 数字图像处理第四次作业

自 42 张博文 2014011455

## 一、程序思路

图像发生模糊的主要原因由两个，一个是原图在传播过程中受到点源传播函数的影响，丢失了高频分量，另一个原因是噪声。

在程序中，我首先绘制了图像灰度的直方图，如下图所示：



观察发现图像中并无明显的噪声干扰，因此对于此图片的去模糊主要是通过求取点源传播函数，之后对图像进行伪逆滤波。我选择了两种点源传播函数模型，Gaussian 和 Butterworth。

## 二、PSF 的估计

由于原图在传播过程中，在时域和点源传播函数进行了卷积，所以使用二维傅里叶变换映射到频域后，则变成了相乘运算。所以一旦构造除了点源传播函数的傅里叶变换，就可以用实际图像的傅里叶变换除以点源传播函数，之后再进行反傅里叶变换得到原图。

我采取了两种点源传播函数的模型，一种是高斯形状模型，此种模型引起的模糊对应着大气扰动

$$H(u, v) = e^{-k(u^2 + v^2)^{5/6}}$$

另一种模型我采用了一阶 Butterworth 滤波，这是由于在图像传播过程中，经常会丢失高频分量，即发生了低通滤波，所以我采用了 Butterworth 对其进行伪逆滤波。

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + (\sqrt{2} - 1)[D(u, v) / D_0]^{2n}}$$

## 三、程序具体流程

设  $f$  为原图， $g$  为实际得到的图像， $h$  为点源传播函数，则在空域中有

$$g = h * f$$

使用二维傅里叶变换映射到频域有

$$G(u, v) = H(u, v) \times F(u, v)$$

因此

$$F(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)}$$

而在实际中，经常会出现 $H(u, v)$ 特别小接近与 0 的情况，这时将会对图像恢复产生较大干扰，因此需要进行伪逆滤波，在 $H(u, v)$ 低于某一个阈值的时候，将 $F(u, v)$ 赋为 0。即

$$F(u, v) = \begin{cases} \frac{G(u, v)}{H(u, v)} & H(u, v) > a \\ 0 & H(u, v) \leq a \end{cases}$$

具体在编程中，为了减少计算量，在使用循环构造 $H(u, v)$ 的过程中，检测 $H(u, v)$ 的值，一旦发现小于给定阈值 $a$ ，则将 $H(u, v)$ 赋值为很大的值，如 $10^{10}$ ，以保证在经过除法之后， $F(u, v)$ 的值为 0。

最后，得到 $F(u, v)$ 后，反傅里叶变换回空域即可得到恢复图像。

图像处理结果如下：



Gaussian



Butterworth