



学院：数据科学与计算机学院 年级专业：17 级计算类 科目：数字图像处理  
学号：17341213 姓名：郑康泽

1. Implement a blurring filter using the equation(5.6-11, 数字图像处理（第三版）) in textbook, and blur the test image 'book\_cover.jpg' using parameter  $a=b=0.1$  and  $T=1$ .

算法描述：

- 1) imread 读取图像的像素矩阵  $f$ ，通过 im2double 转为 double 类型，矩阵的行数为  $m$ ，列数为  $n$ ；
- 2) 对矩阵  $f$  进行中心化处理，即对坐标为  $(x, y)$  上的数值乘以  $(-1)^{x+y}$ ；
- 3) 利用 fft2 函数对  $f$  进行傅立叶变换获得  $F$ ；
- 4) 定义如下因子：

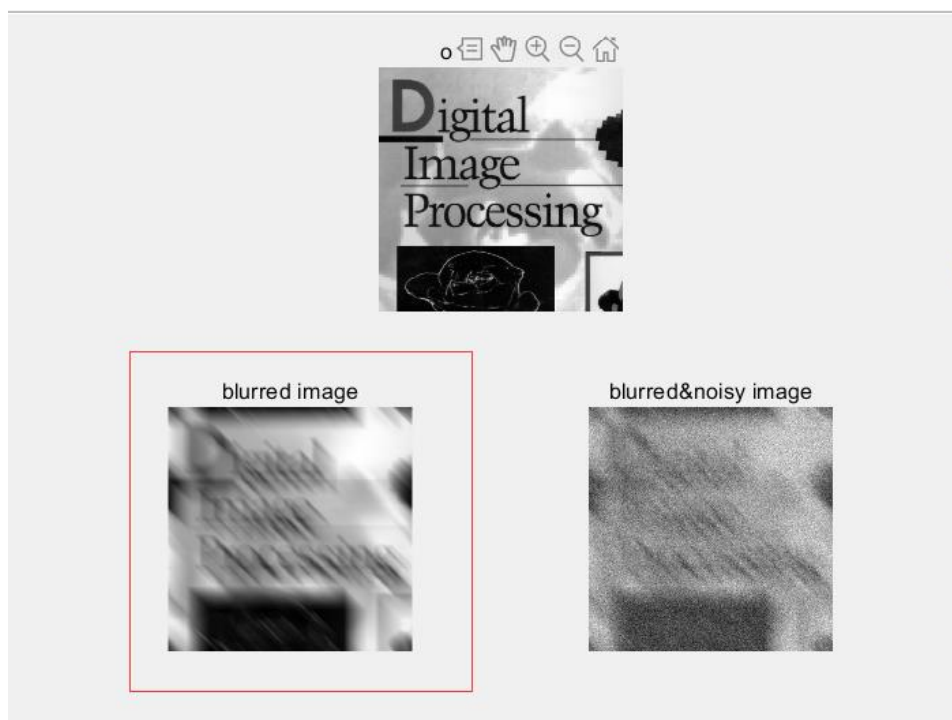
$$\text{factor} = \pi((u - m/2)a + (v - n/2)b)$$

定义如下退化函数：

$$H(u, v) = \begin{cases} \frac{T}{\text{factor}} \sin(\text{factor}) e^{-\text{factor} \cdot j}, & \text{factor} \neq 0 \\ 0.1, & \text{factor} = 0 \end{cases}$$

- 5) 原图像的傅立叶变换  $F$  点乘以  $H$  得到退化图像的傅里叶变换  $G$ ；
- 6) 利用 ifft2 对  $G$  进行反傅立叶变换，然后每个数字只取实部，得到矩阵  $g$ ；
- 7) 对矩阵  $g$  进行去中心化处理，即对坐标为  $(x, y)$  上的数值乘以  $(-1)^{x+y}$ ，即得到退化图像的空域表示；

结果展示（红框内）：



经过匀速运动模型得到的退化函数退化后的图像，可以看出整个图像有种被拉向右下角的感觉，这也确实符合拍匀速运动的物体的感觉。



2. Add Gaussian noise of 0 mean and variance 500 to the blurred image.

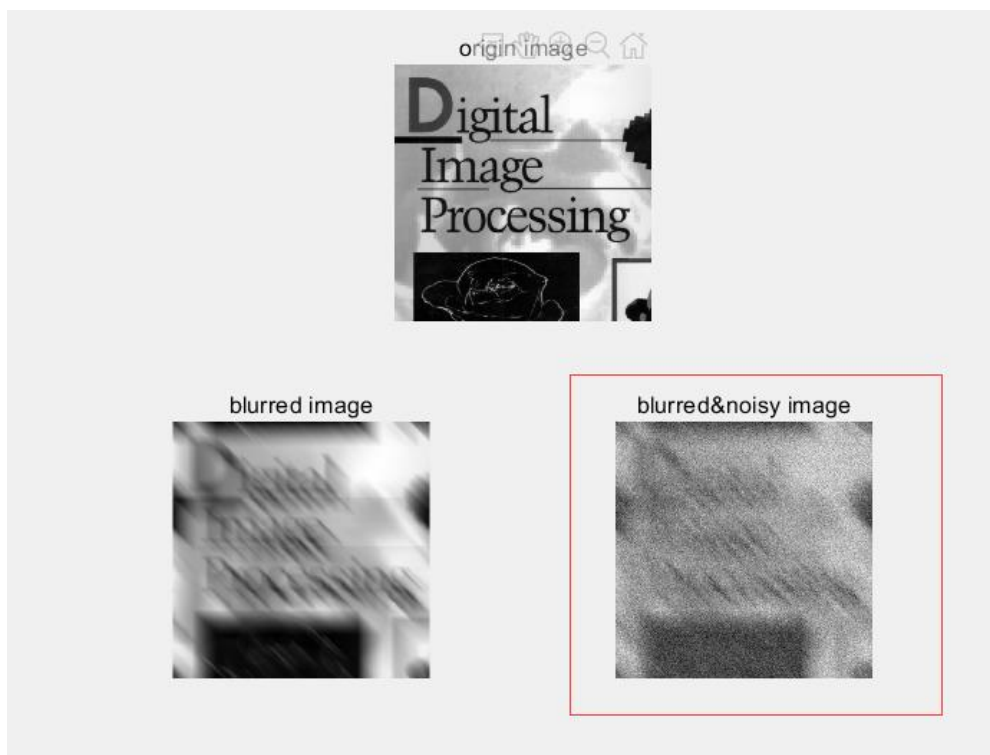
算法描述:

- 1) 通过 `imread` 读取第一题得到的退化图像得到矩阵 `f`, 通过 `im2double` 转为 `double` 类型, 并且乘以 255 将值域放大到 0 到 255 之间, 矩阵的行数 `m`, 列数为 `n`;
- 2) 得到均值为 0、方差为 500 的高斯分布的方法如下:

$$noise = 0 + \sqrt{500} \times randn(m, n)$$

- 3) `f + noise` 得到 `f'`, 然后对 `f'` 归一化即得到高斯污染后的图像;

结果展示 (红框内):



加上高斯噪声后, 可以看出多了许多白点, 并且图像也更加模糊了。

3. Restore the blurred image and the blurred noisy image using the inverse filter.

算法描述:

- 1) `imread` 读取退化图像得到矩阵 `f`;
- 2) 同样进行中心化处理, 再进行傅立叶变换得到 `F`;
- 3) 假设此时已知退化函数 `H`, 然后进行以下操作得到逆滤波器:

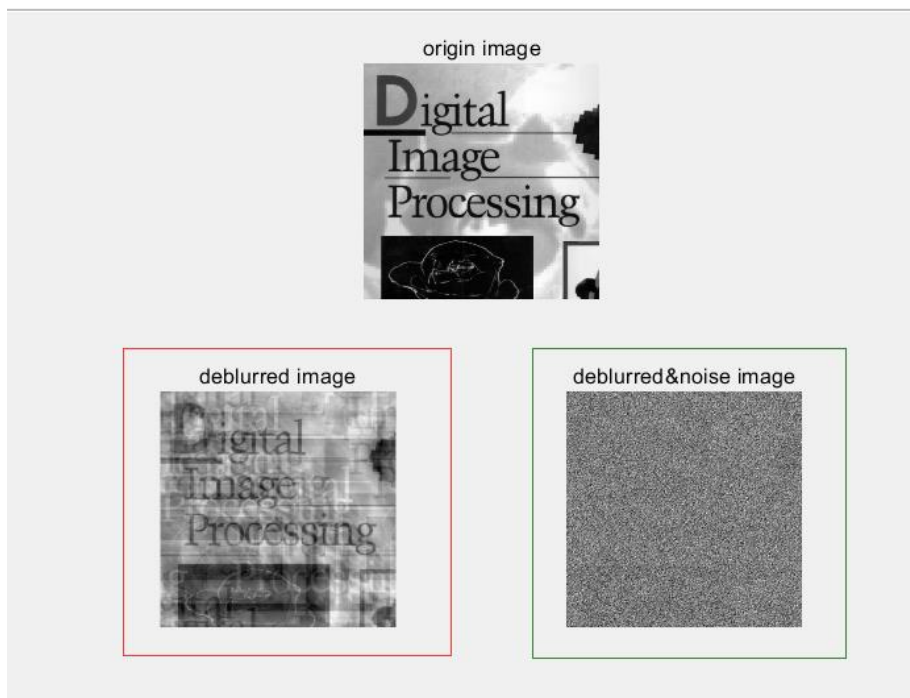
$$inv\_H(u, v) = \begin{cases} 1/(H(u, v)), & |H(u, v)| \geq \delta \\ 0, & |H(u, v)| < \delta \end{cases}$$

$\delta$  是阈值, 作用是防止噪声支配预测的原图像, 在本题中我设的  $\delta = 0.01$ ;

- 4) 退化图像的傅立叶变换 `F` 点乘以 `inv_H` 得到预测的原图像的傅里叶变换 `G`;
- 5) 同样利用 `fft2` 将 `G` 反傅立叶变换, 然后取实部并进行取中心化处理, 即得到预测的原图像的空域表示;



结果展示：



红框内的是利用逆滤波器对无噪声的退化图像进行恢复，可见效果还是不错的，至少可以看清课本的名字；绿框内的是利用逆滤波器对添加了高斯噪声的退化图像进行恢复，基本是没什么用，根本没有起到恢复图像的效果（如果我的程序没写错的话）。

4. Restore the blurred noisy image using the parametric Wiener filter with at least 3 different parameters, and compare and analyze results with that of 3.

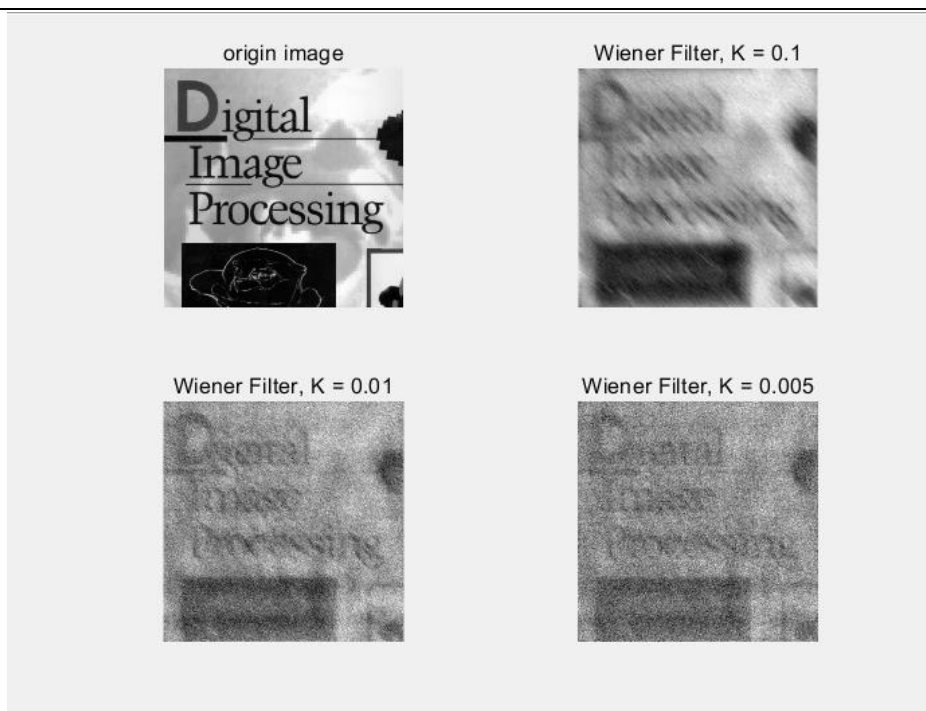
算法描述：

- 1) imread 读取退化图像得到矩阵  $f$ ;
- 2) 同样进行中心化处理，再进行傅立叶变换得到  $F$ ;
- 3) 假设此时已知退化函数  $H$ ，定义已下维纳滤波器：

$$H_{\text{win}}(u, v) = \frac{|H(i, v)|^2}{|H(i, v)|^2 + K}$$

- 4) 退化图像的傅立叶变换  $F$  点乘以  $H_{\text{win}}$  再点除以  $H$  得到预测的原图像的傅里叶变换  $G$ ;
- 5) 同样利用 `fft2` 将  $G$  反傅立叶变换，然后取实部并进行取中心化处理，即得到预测的原图像的空域表示；

结果展示：



比较与解释:

显然当 $K = 0.01$ 的效果最佳。首先我们知道维纳滤波器的初始目标是寻求最佳复原图像，使得均方误差 $e^2 = E\{f - \hat{f}\}^2$ 最小，通过求导找到极小值点，从而推出了维纳滤波器的原型：

型： $H_{win}(u, v) = \frac{|H(i, v)|^2}{|H(i, v)|^2 + S_{\eta}(i, v)/S_f(u, v)}$ ，其中 $S_{\eta}(i, v)$ 是噪声功率谱， $S_f(u, v)$ 是原图像的功率谱，但实际上这两个量都不是已知的，所以就要通过尝试不同的 $K$ 值，去比较优劣。

在本题中， $K = 0.01$ 的效果较好的原因是  $0.01$  最接近 $S_{\eta}(i, v)/S_f(u, v)$ ，使得均方误差最小，即看上去的效果在三者中最好。