1 assignment1

分为不进行零填充和预先进行零填充两种情况。采用高斯低通滤波，公式为：

$$H(u,v) = e^{\frac{-D^2(u,v)}{2D_0^2}}$$

若进行零填充，则按照以下步骤进行：

1. 给定一幅大小为 $M \times N$ 的输入图像 $f(x, y)$，从式(4.6-31)和式(4.6-32)得到填充参数 P 和 Q。典型地，我们选择 $P = 2M$ 和 $Q = 2N$。
2. 对 $f(x, y)$添加必要数量的 0，形成大小为 $P \times Q$ 的填充后的图像 $f_p(x, y)$。
3. 用 $(-1)^{x+y}$ 乘以 $f_p(x, y)$移到其变换的中心。
4. 计算来自步骤 3 的图像的 DFT，得到 $F(u, v)$。
5. 生成一个实的、对称的滤波函数 $H(u, v)$，其大小为 $P \times Q$，中心在$(P/2, Q/2)$处[1]。用阵列相乘形成乘积 $G(u, v) = H(u, v)F(u, v)$；即 $G(i, k) = H(i, k)F(i, k)$。
6. 得到处理后的图像：

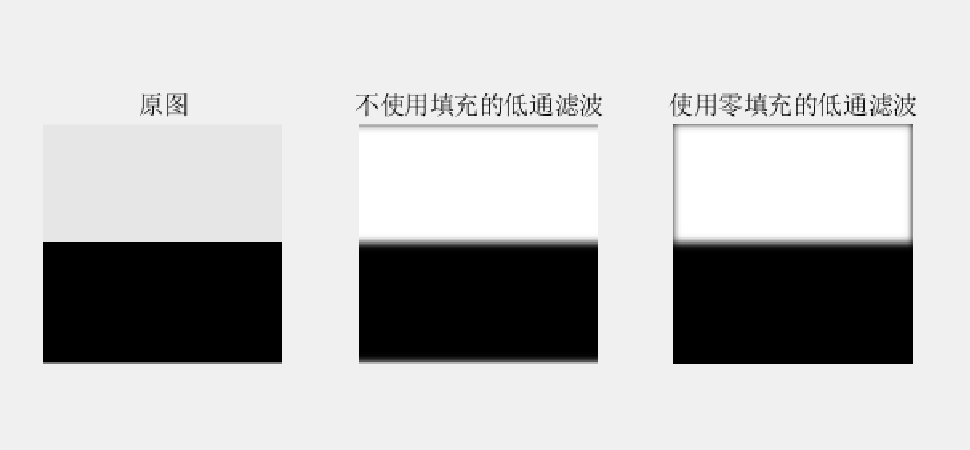
$$g_p(x, y) = \left\{\text{real}\left[\mathfrak{I}^{-1}\left[G(u,v)\right]\right]\right\}(-1)^{x+y}$$

如前所述，关于中心对称有助于形象地描述滤波过程并生成滤波函数本身，但它不是基本的需求。

   其中，为忽略由于计算不准确导致的寄生复分量，选择了实部，下标 p 指出我们处理的是填充后的阵列。

7. 通过从 $g_p(x, y)$的左上象限提取 $M \times N$ 区域，得到最终处理结果 $g(x, y)$。

运行程序，得到的结果如下：



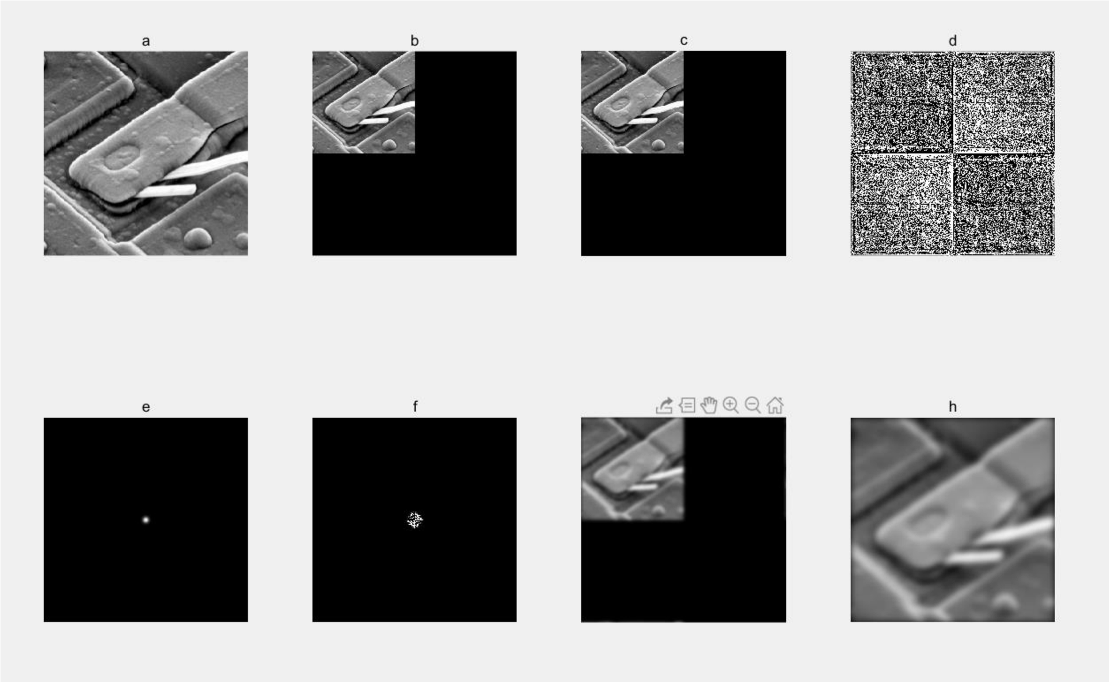
运用 DFT 变换时，由于图像和变换都是周期的，若关于周期非零部分持续时间接近，执行卷积就对相邻周期造成干扰，零填充可以避免这种因固有周期带来的折叠干扰。

2 assignment2

实现步骤：

1. 给定一幅大小为 M*N 的输入图像 f(x,y),得到填充参数 P = 2M,Q = 2N
2. 对 f(x,y)添加必要数量的 0，形成大小为 P * Q 的填充后的图像 fp(x,y)
3. 对 f(x,y)添加必要数量的 0，形成大小为 P * Q 的填充后的图像 fp(x,y)
4. 计算来自步骤 3 的图像的 DFT，得到 F(u,v)
5. 生成一个实的、对称的滤波函数 H(u,v),其大小为 P*Q，中心在（P/2,Q/2）处;用阵列相乘形成乘积 G(u,v) = H(u,v)F(u,v);即 G(i,k)=H(i,k)F(i,k)
6. 得到处理后的图像
7. 通过从 gp(x,y)的左上象限提取 M*N 区域，得到最终处理结果 g(x,y)

实现结果：

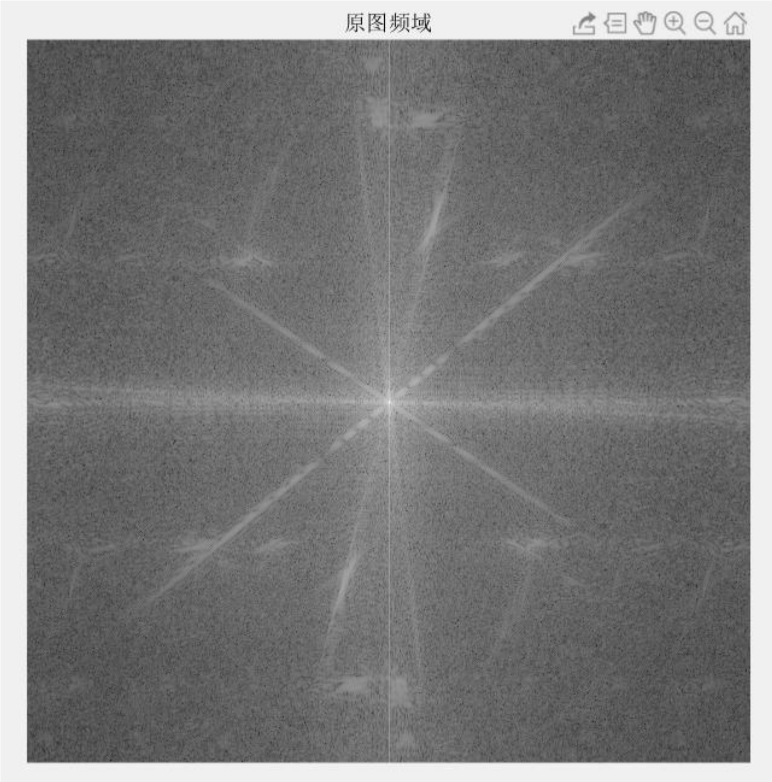


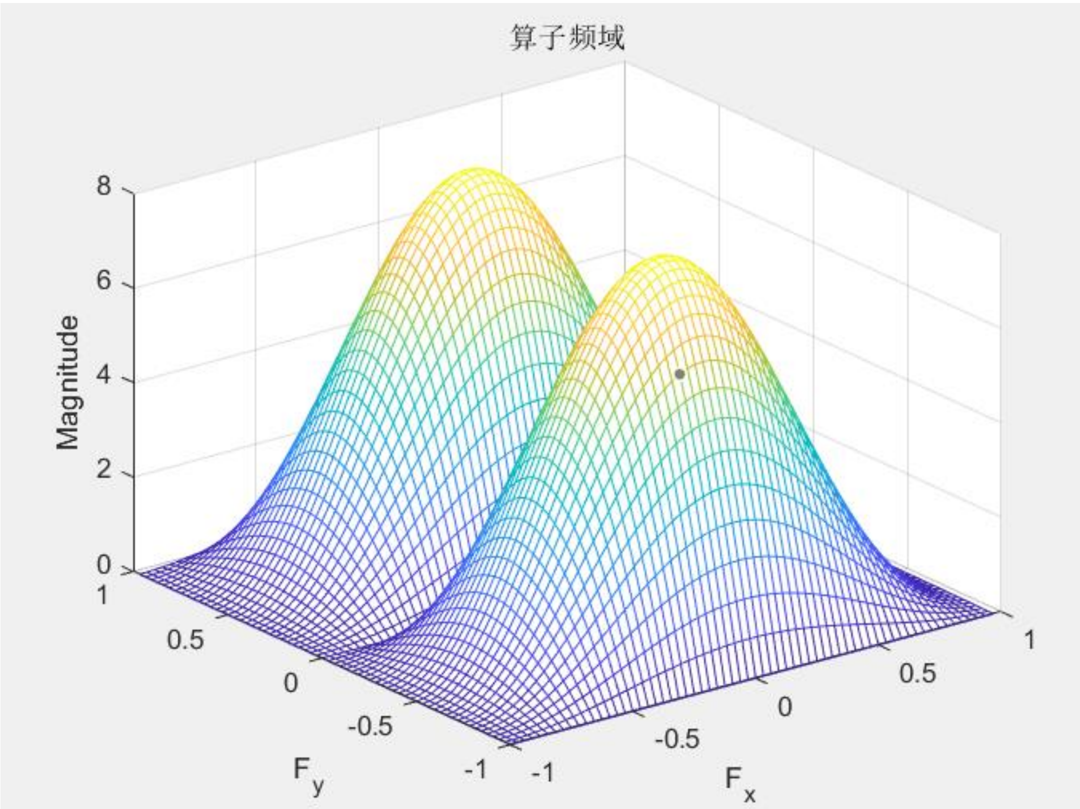
3 assignment3

频率域：思路和作业 1、2 相同，采用零填充。

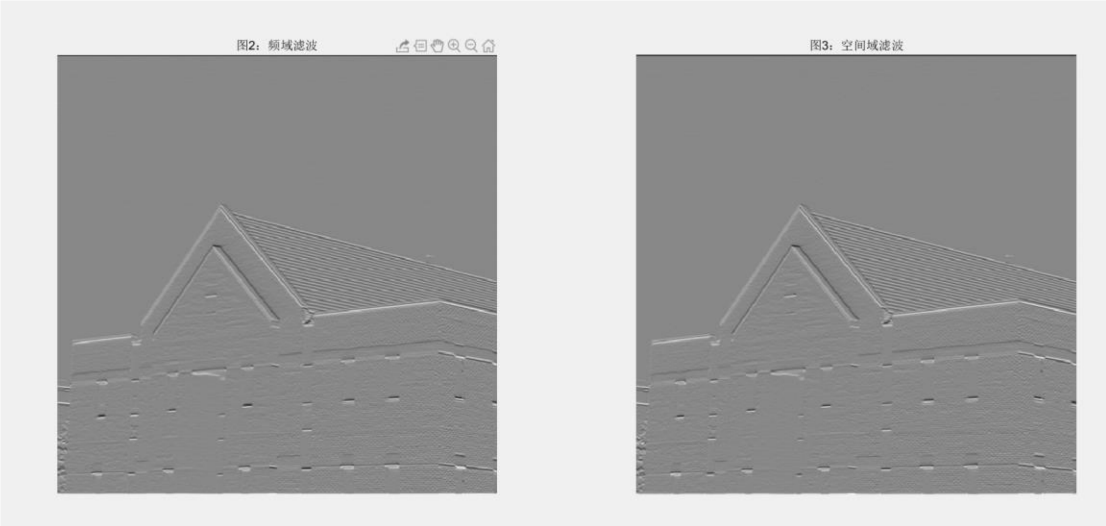
空间域，直接调用 fspecial(‘sobel’)以及 imfilter()函数得到相应结果。

实验结果如下：


原图频域


算子频域
Magnitude
F_y
F_x
8
6
4
2
0
1
0.5
0
-0.5
-1
-1
-0.5
0
0.5
1

为验证频率域和空间域的效果是等价的，将两种方法所得结果作差，并求出差的最大元素和最小元素，结果验证了二者等价：




```
>> assignment3

h =

     1     2     1
     0     0     0
    -1    -2    -1

空间滤波结果和频域滤波结果的差值不大于:

ans =

   3.4550e-13

差值最小为：

ans =

     0

综上，可验证空间域和频域滤波等价
```

4 assignment4

采用低通滤波来消除皱纹，低通滤波有三种方式，这三种方式对图像变换的剧烈程度逐渐增加，如图：

1. 高斯低通滤波

$$H(u,v) = e^{\frac{-D^2(u,v)}{2D_0^2}}$$

所得图像整体过渡相对自然，因而作为美颜出皱纹效果最好。采用同种高斯滤波，改变 D0 的大小，图像质量没有明显的变化，可作为微调指标。

2. 巴特沃斯低通滤波

$$H(u,v) = \frac{1}{1+\left(D(u,v)/D_0\right)^{2n}}$$

3. 理想低通滤波

$$H(u,v)=\begin{cases}1, D(u,v)\le D_0\\0, D(u,v)>D_0\end{cases}$$

其中，

$$D(u,v)=\sqrt{\left(u-\frac{P}{2}\right)^2+\left(v-\frac{Q}{2}\right)^2}$$

由于理想低通滤波器的过渡特性十分急峻，所以会产生了振铃现象，在实验结果图中可以明显的看到。