

# 实验三：频域图像滤波与增强

姓名：鲁国锐      学号：17020021031      专业年级：电子信息科学与技术专业 2017 级  
日期：2020 年 04 月 10 号

## 实验目标：

1. 熟悉频域滤波原理及操作。
2. 使用 MATLAB（或 Python）实现相应的滤波操作。
3. 完成给定的实验任务（见实验要求）。

## 实验要求：

1. 用 Matlab 写程序，对 test 目录下的图像，实现：
  - (1) 查看不同图像的傅立叶变换的图像，查看不同图像的 DCT（离散余弦）变换
  - (2) 对变换后的图像使用空间域图像增强的方法增强效果
  - (3) 采用低通滤波器和高通滤波器的，设置不同的阈值，查看结果
2. 比较 5.bmp 和 10.bmp，6.bmp 和 9.bmp，10.bmp、11.bmp 和 12.bmp 频率域图像的不同，说明原因。
3. 继续探索空间域滤波器磨皮实验，验证频率域磨皮效果。

## 实验步骤（可以附加实验代码）：

### 任务一

**思路：**应用傅里叶变换对图像在频域进行滤波

1. 读取图像，转为灰度图，进行傅里叶变换和余弦变换

## 2. 对图像进行滤波:

### (1) 高通滤波:

- ① 以频谱中心为圆心, 以 distance 为半径画一个圆
- ② 保留圆外频谱图对应频率上的能量, 将圆内对应频率的能量置为 0

### (2) 低通滤波: 与高通滤波刚好相反, 保留圆外能量, 将圆内能量置为 0

## 3. 对滤波后的频谱进行傅里叶反变换, 得到滤波后的空间域图像

## 4. 将滤波后的空间域图像与原图相加即得增强后的图像

```
%% 读取图像, 转为灰度图, 显示
I = imread('C:\Users\Asus\Desktop\数字图像\report\experience03\1.jpg');
I=rgb2gray(I);
figure(1),imshow(I);
title('原图像');

%% 将图像的数据格式转换为 double 型的, 此时图像的数值范围由原来的[0,255],
% 变成了[0,1], 其实不进行转换的话, 也可以进行傅里叶变换,
% 只是傅里叶变换后的图像会有所不同
s=fftshift(fft2(double(I)));
figure(2),imshow(abs(s),[]);
title('图像傅里叶变换所得频谱');
figure(3),imshow(log(abs(s)),[]);
title('图像傅里叶变换取对数所得频谱');

%% 对图像进行二维余弦变换
s_dct = dct2(I);
figure(4), imshow(log(abs(s_dct)), [])
title('离散余弦变换结果')

%% 进行滤波
[a,b]=size(s);
a0=round((a+1)/2);
b0=round((b+1)/2);
d=80;
for i=1:a
```

```

for j=1:b
    distance=sqrt((i-a0)^2+(j-b0)^2);
    % 为"<="时是高通滤波,
    % 为">="时是低通滤波
    if distance<=d
        h=0;
    else
        h=1;
    end
    s(i,j)=h*s(i,j);
end
end
%% 滤波完成后进行傅里叶反变换, 显示滤波结果
% 将滤波结果与原图相加即得增强结果
s=uint8(real(ifft2(ifftshift(s))));
figure(5),imshow(s);
title('高通滤波所得图像');
figure(6),imshow(s+I);
title('高通滤波所得高频增强图像');

```

## 任务二

**思路：相当于是任务一的缩减版：**

1. 读取图像，转为灰度图
2. 对灰度图进行傅里叶变换得到频谱图
3. 用 subplot 函数将原灰度图与频谱图一起显示
4. 分析频谱图受原图变化方向和变化剧烈程度的影响，具体

见实验总结

```

% reference:
https://blog.csdn.net/jiugedexiaodi/article/details/79705308

img = imread('C:\Users\Asus-\Desktop\数字图像\report\experience03\test\10.bmp');
% 判断是否是 RGB 图像, 若是, 则转为灰度图
if length(size(img)) == 3
    img = rgb2gray(img);
end

```

```

% 将图像的数据格式转换为 double 型的, 此时图像的数值范围由原来的 [0,255],
% 变成了 [0,1], 其实不进行转换的话, 也可以进行傅里叶变换,
% 只是傅里叶变换后的图像会有所不同
img=im2double(img);

% size(img)

F = fft2(img);
F = fftshift(F);
F = abs(F);

% 傅里叶变换后模值差异非常大, 低频直流远远大于高频
% 不加这一句变换后的结果只能看到中间有一个亮点
T = log(1+F);
figure(1)
subplot(1, 2, 1)
imshow(img)
subplot(1, 2, 2)
% 后面的 [], 表示对图像做了一个类似于归一化的操作,
% 防止傅里叶变换后模值差异太大
imshow(T, [])

```

### 任务三

**思路 1: 分别对三个通道进行高斯滤波, 再按照顺序拼接起来**

```

% 读取图像
Img = imread('C:\Users\Asus-\Desktop\数字图像\lecture\experience03\
实验三 图像频域变换及应用\4.jpg');
M = size(Img);

% 创建滤波器
W = fspecial('gaussian',[10,10],5);
% 分别对三个通道进行高斯滤波
R = imfilter(Img(:, :, 1), W, 'replicate');
G = imfilter(Img(:, :, 2), W, 'replicate');
B = imfilter(Img(:, :, 3), W, 'replicate');
% 将滤波后的三个通道拼接起来
res = cat(3, R, G);
res = cat(3, res, B);
figure(1);
subplot(121); imshow(Img); title('原始图像');
subplot(122); imshow(res); title('滤波后图像');

```

**思路 2: 分别对三个通道进行理想低通滤波, 再按照顺序拼接起来**

来

```
%% 读取图像，转为灰度图，显示
I = imread('C:\Users\Asus-\Desktop\数字图像\report\experience03\4.jpg');
%I=rgb2gray(I);
figure(1),imshow(I);
title('原图像');

%% 将图像的数据格式转换为 double 型的，此时图像的数值范围由原来的[0,255],
% 变成了[0,1],其实不进行转换的话，也可以进行傅里叶变换,
% 只是傅里叶变换后的图像会有所不同
s_r=fftshift( fft2( double( I(:, :, 1) ) ) );
s_g=fftshift( fft2( double( I(:, :, 2) ) ) );
s_b=fftshift( fft2( double( I(:, :, 3) ) ) );
%% 进行滤波
[a, b, c] = size(I);
% 找到中心点坐标
a0 = round( (a+1) / 2 );
b0 = round( (b+1) / 2 );
% 圆的半径，低通滤波是圆内能量保留
d = 80;
for i = 1:a
    for j = 1:b
        distance = sqrt( (i-a0)^2 + (j-b0)^2 );
        % 为"<="时是高通滤波,
        % 为">="时是低通滤波
        if distance >= d
            h = 0;
        else
            h = 1;
        end
        s_r(i,j) = h * s_r(i,j);
        s_g(i,j) = h * s_g(i,j);
        s_b(i,j) = h * s_g(i,j);
    end
end
%% 把滤波后的三个通道拼接起来
s_r = uint8( real( ifft2( ifftshift(s_r) ) ) );
s_g = uint8( real( ifft2( ifftshift(s_g) ) ) );
s_b = uint8( real( ifft2( ifftshift(s_b) ) ) );
res = cat(3, s_r, s_g);
res = cat(3, res, s_b);
figure(5),imshow(res);
title('低通滤波所得图像');
```

## 实验结果：

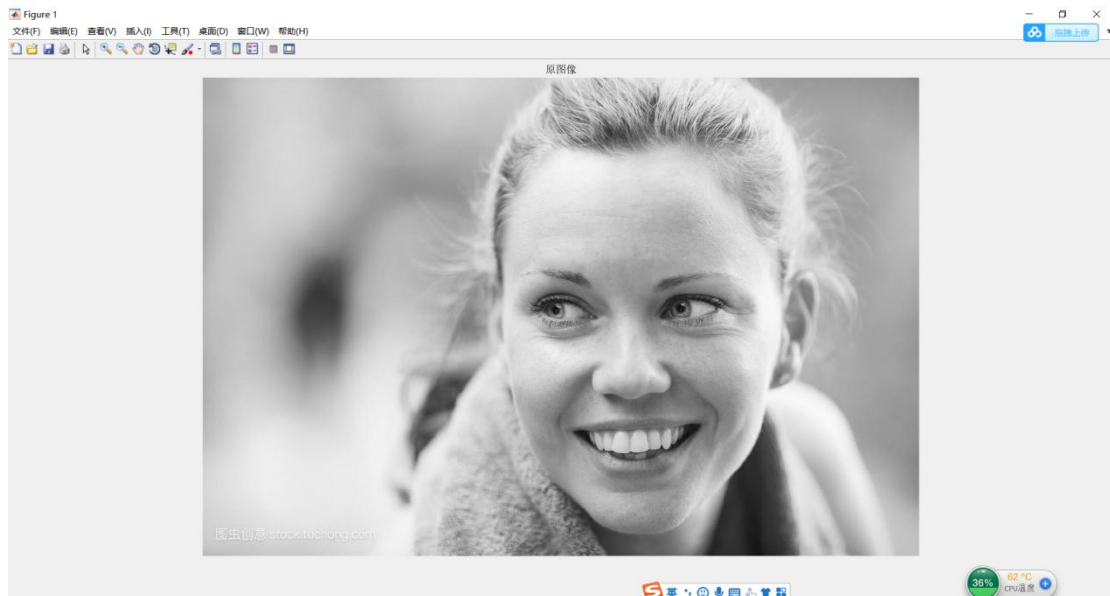


图 1 实验一：1.jpg 原图的灰度图

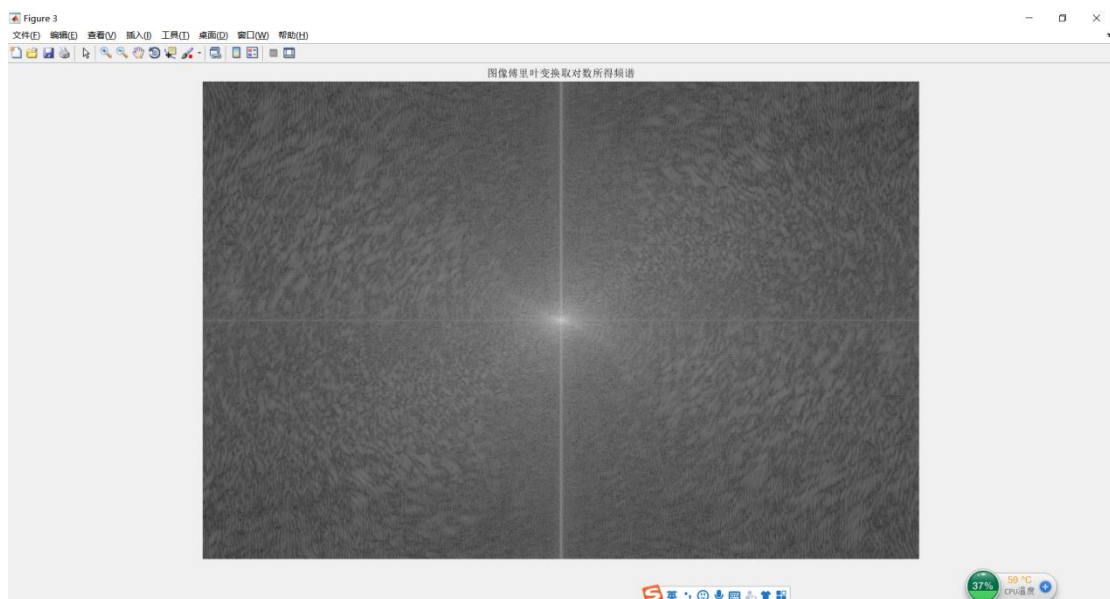


图 2 实验一：1.jpg 图像傅里叶变换取对数所得的频谱图

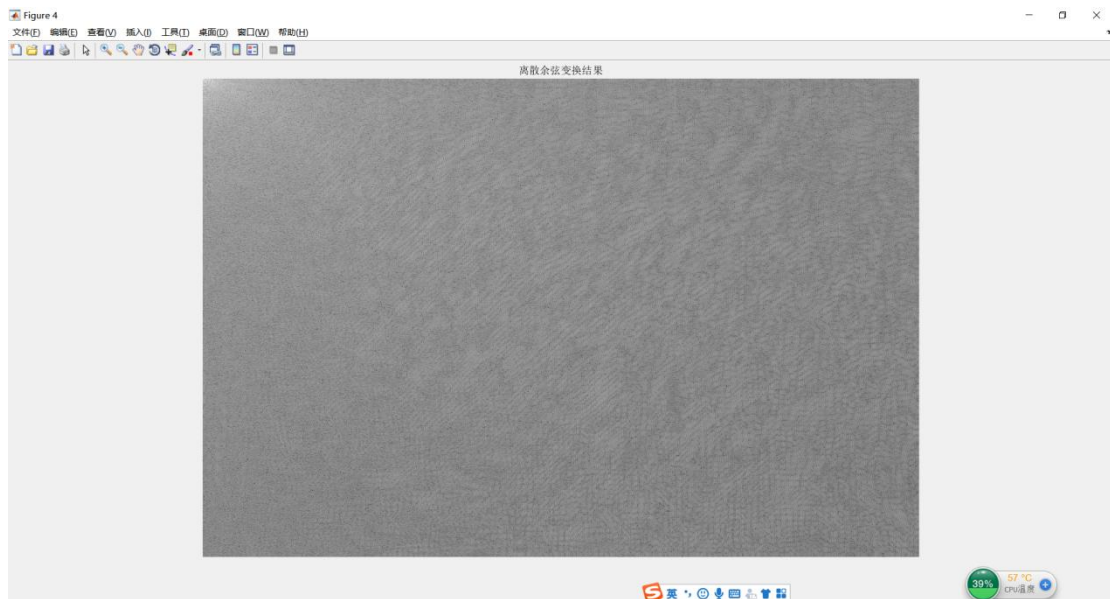


图 3 实验一：1.jpg 图像离散余弦变换结果

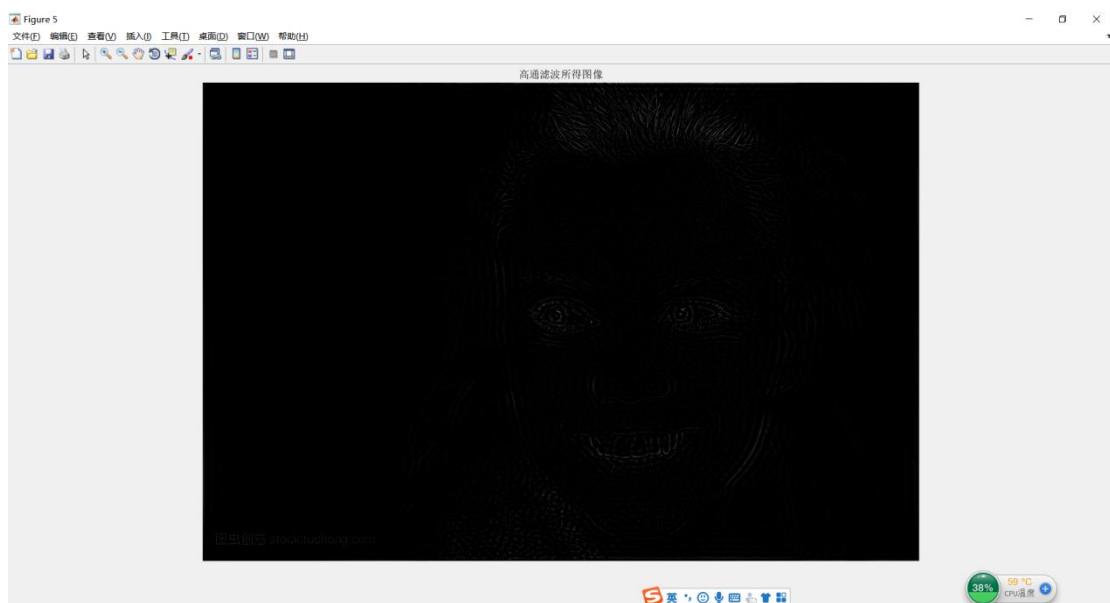


图 4 实验一：1.jpg 图像高通滤波所得结果 (d=80)

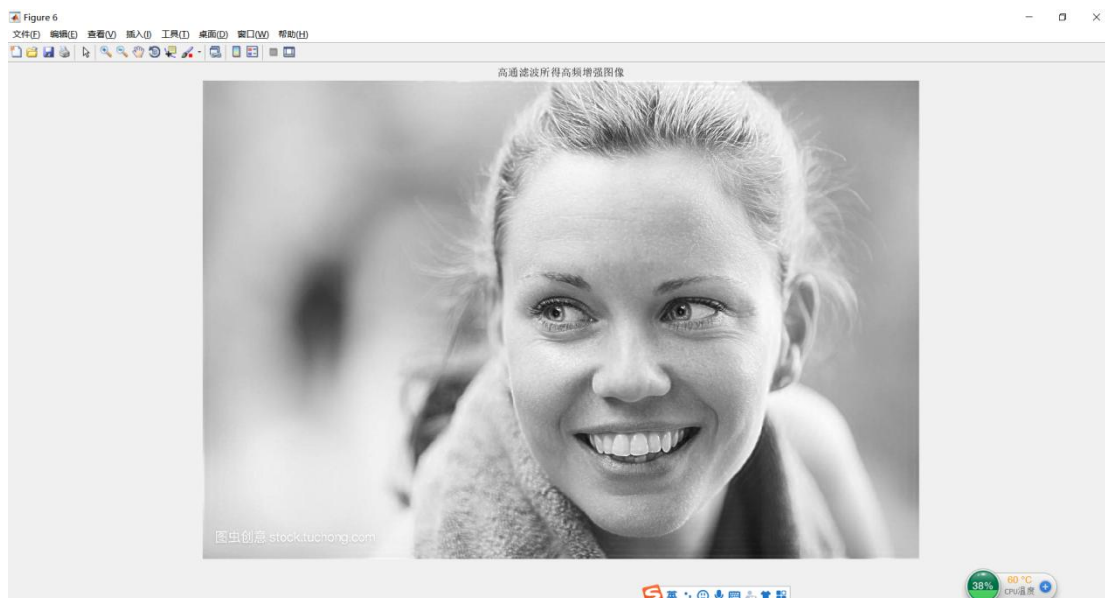


图 5 1.jpg 实验一：增强后的结果

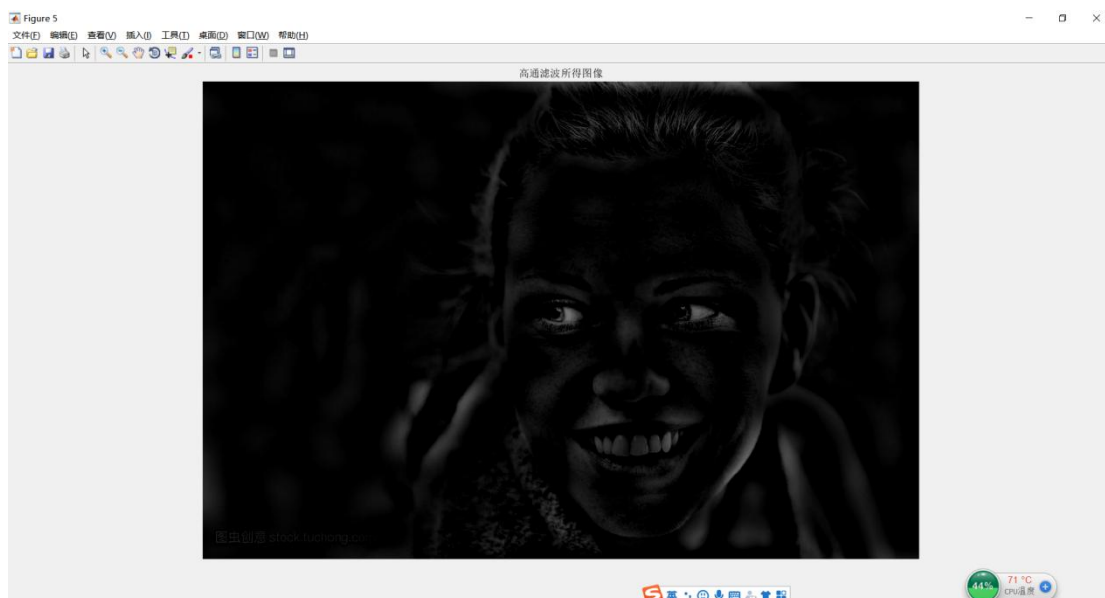


图 6 实验一：1.jpg 图像高通滤波所得结果 ( $d=10$ )



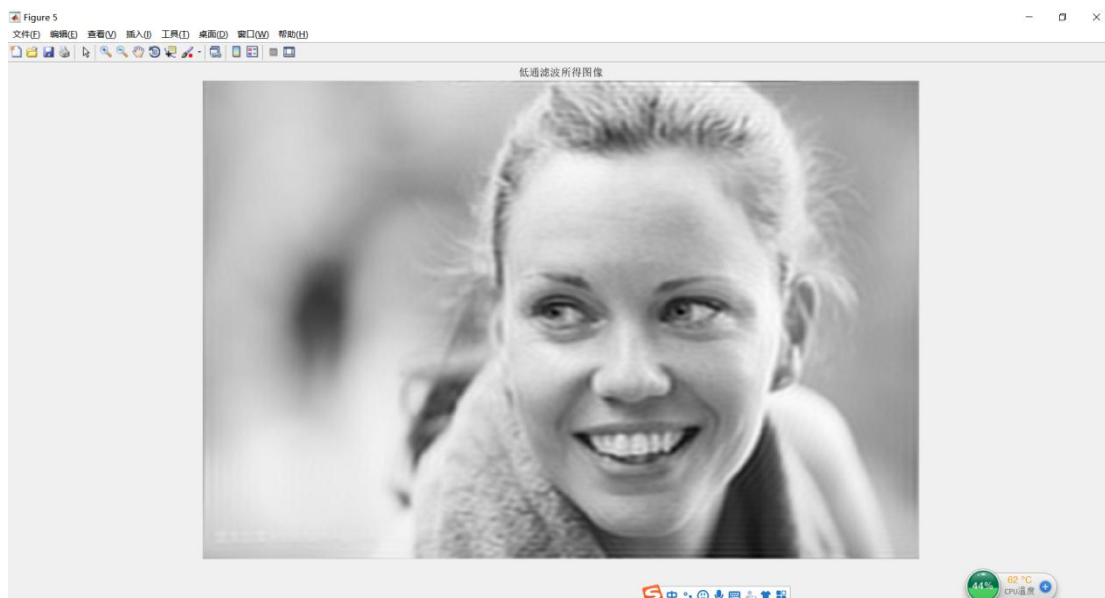


图 7 实验一：1.jpg 图像低通滤波所得结果（ $d=80$ ）

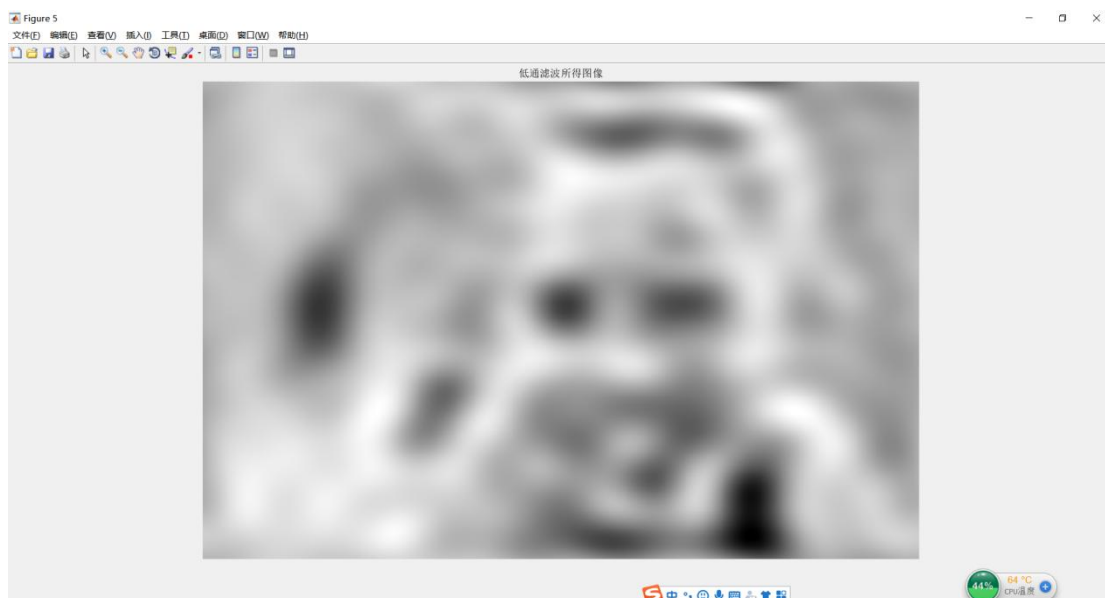


图 8 实验一：1.jpg 图像低通滤波所得结果（ $d=10$ ）

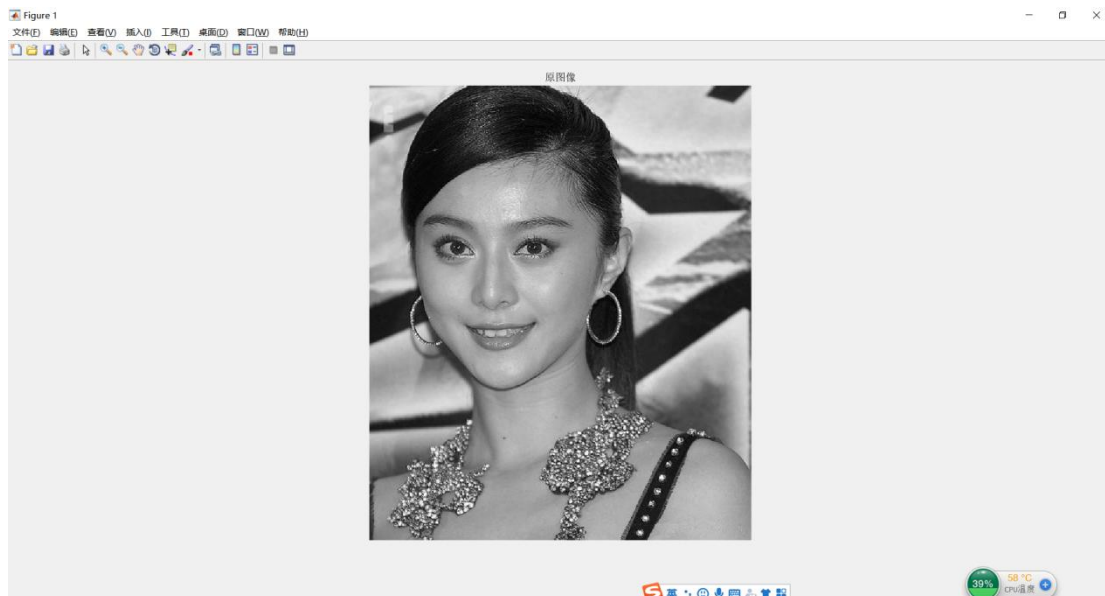


图 9 实验一：2.jpg 原图的灰度图

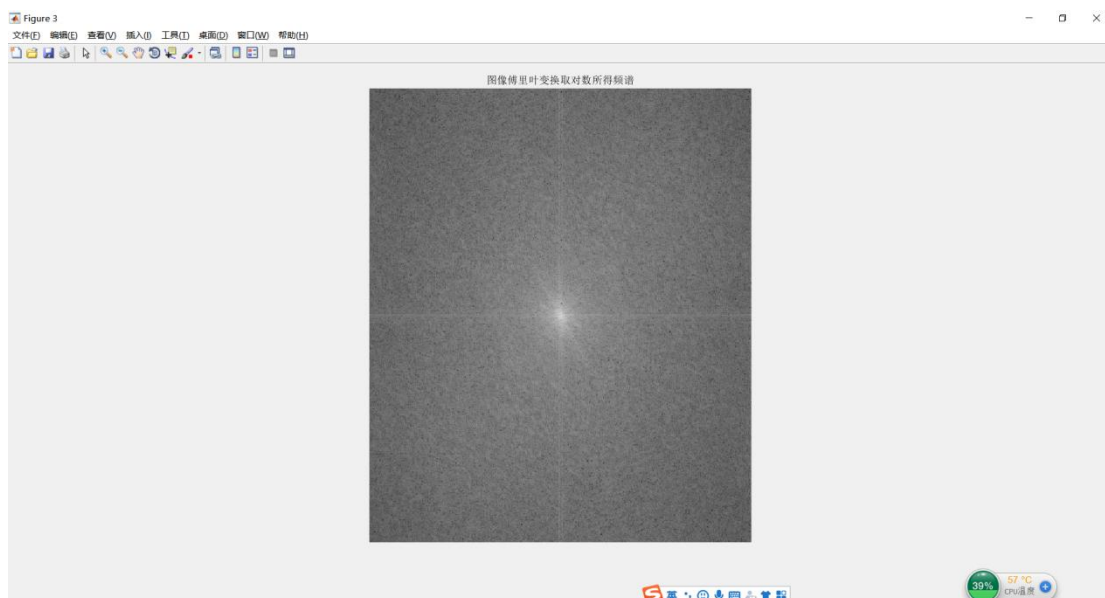


图 10 实验一：2.jpg 傅里叶变换取对数所得频谱图



图 11 实验一：2.jpg 离散余弦变换所得结果

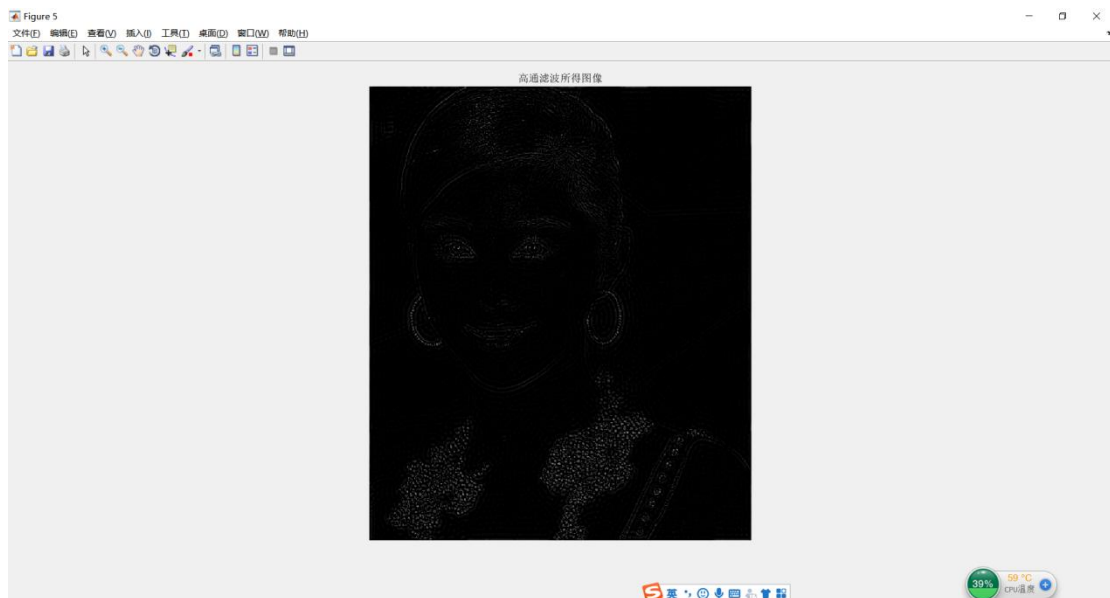


图 12 实验一：2.jpg 高通滤波所得结果 ( $d=80$ )

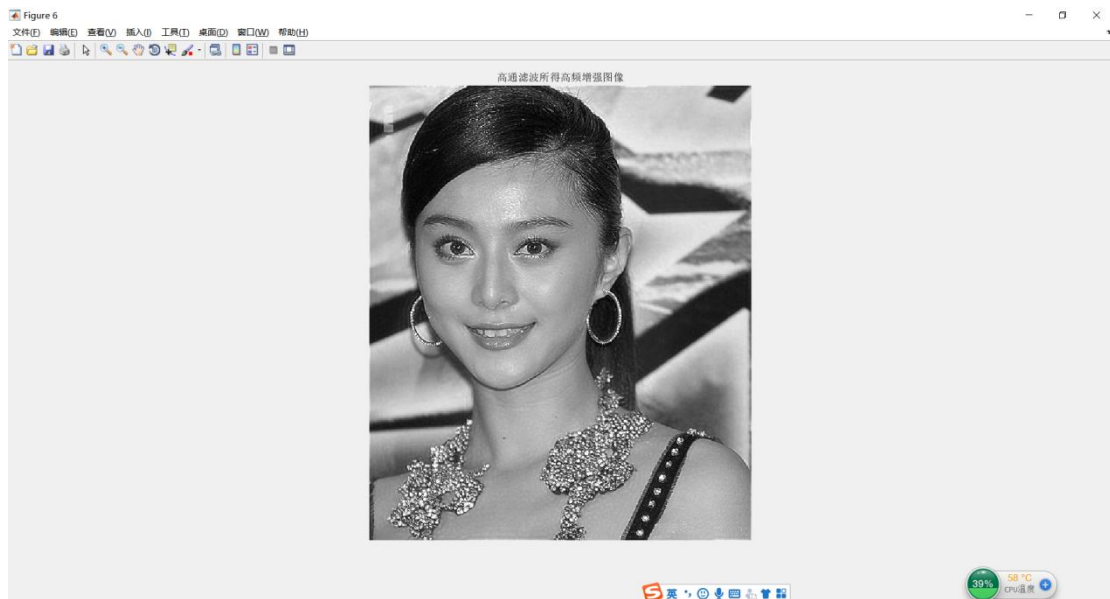


图 13 实验一：2.jpg 增强后所得结果

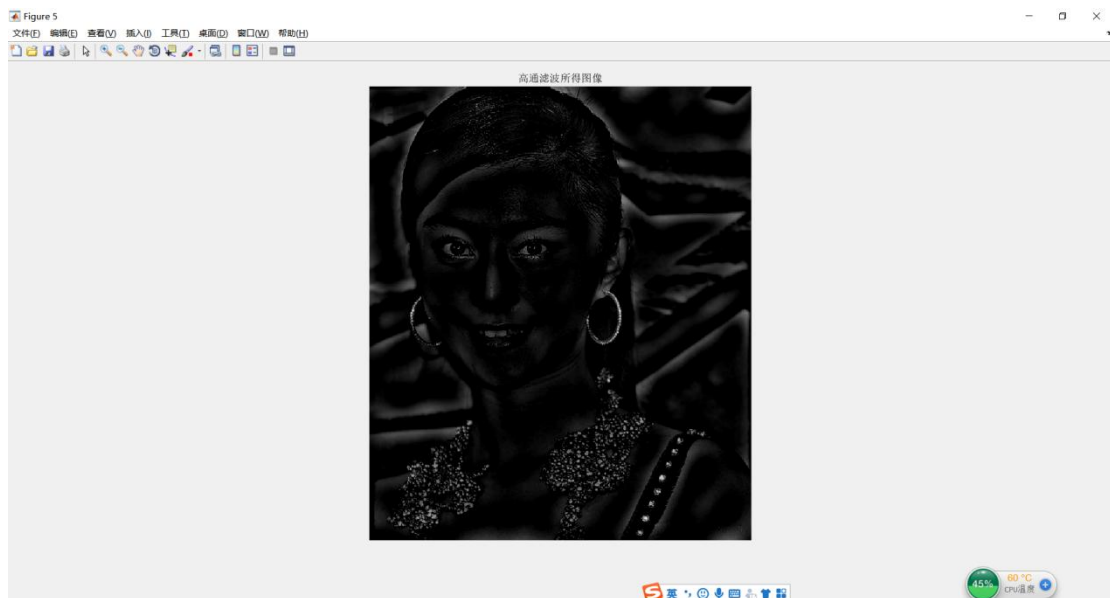


图 14 实验一：2.jpg 高通滤波所得结果 (d=10)

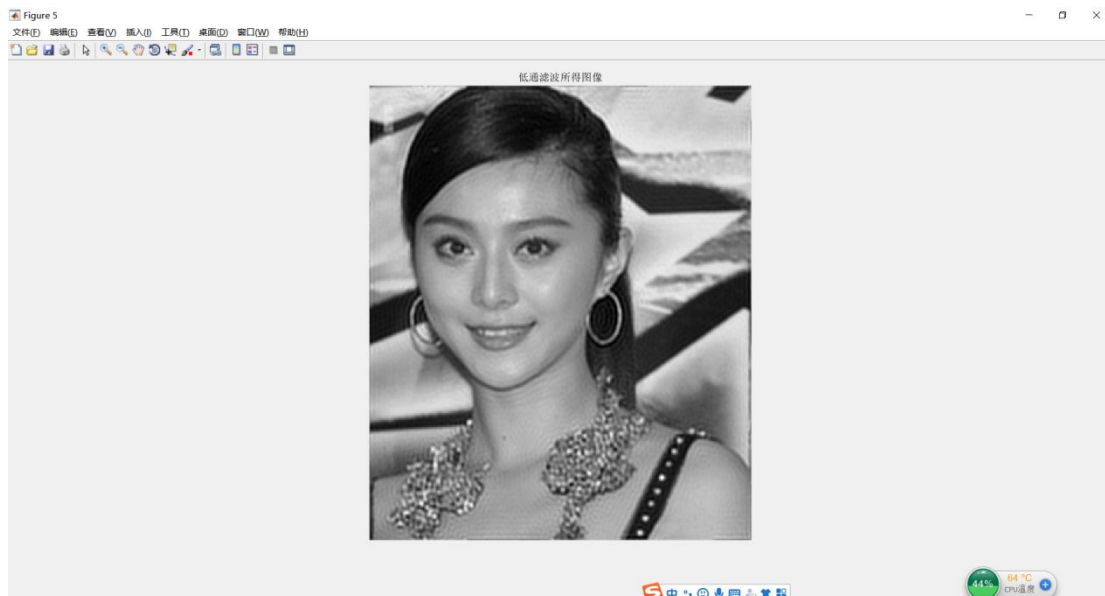


图 15 实验一：2.jpg 低通滤波所得结果 ( $d=80$ )

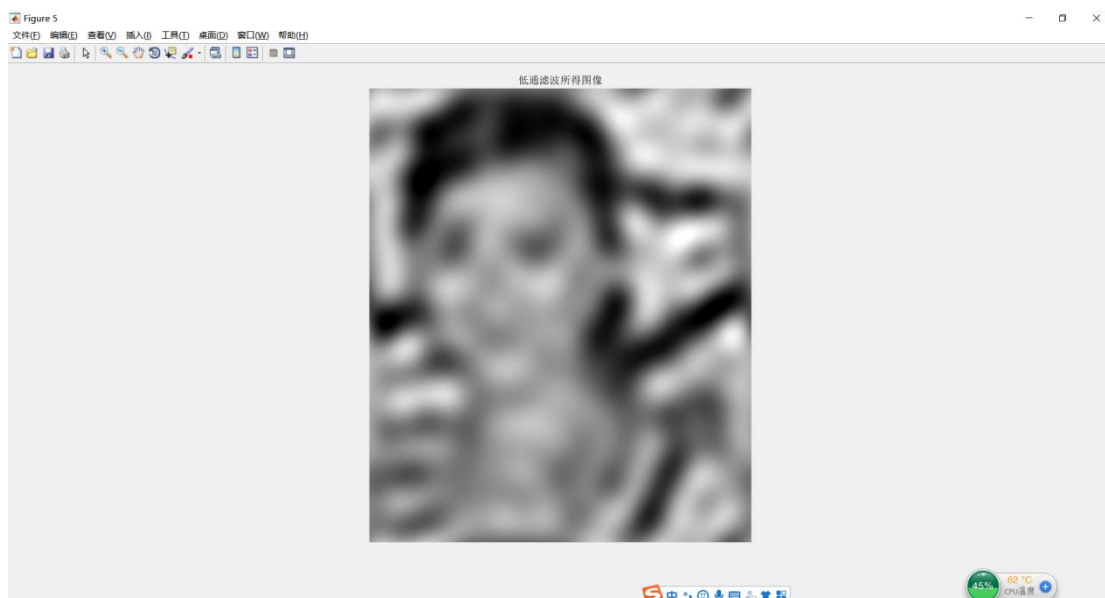


图 16 实验一：2.jpg 低通滤波所得结果 ( $d=10$ )

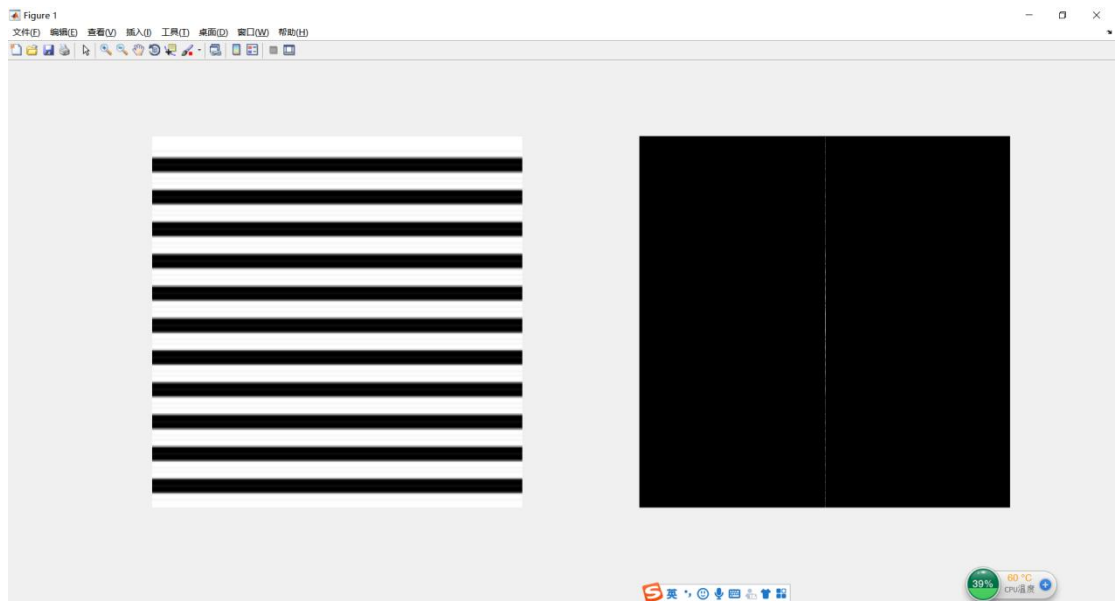


图 17 实验二：5. bmp 及其频谱图

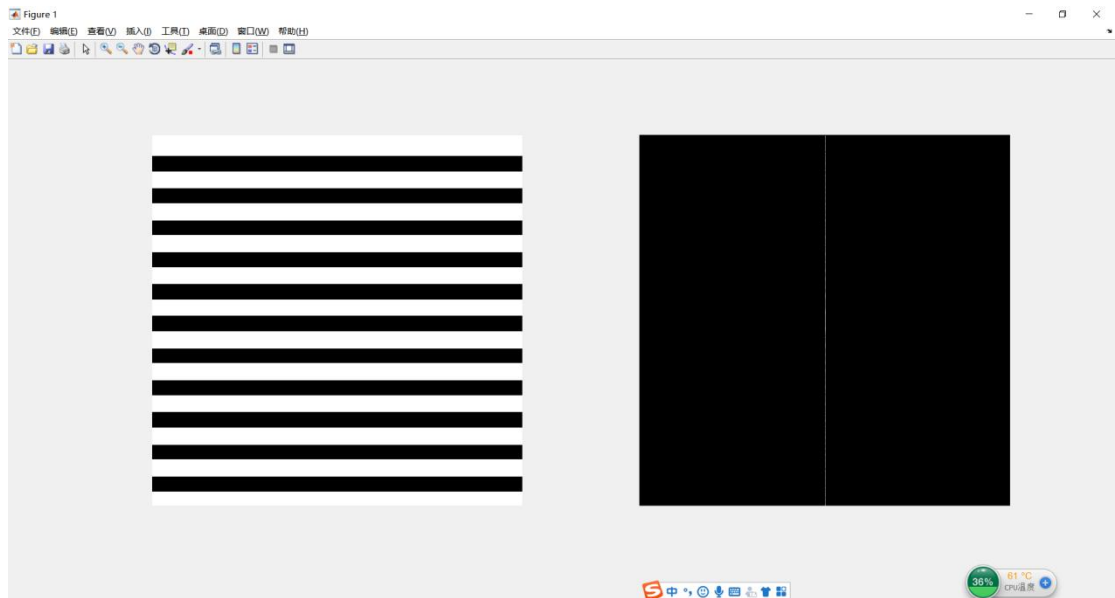


图 18 实验二：10. bmp 及其频谱图

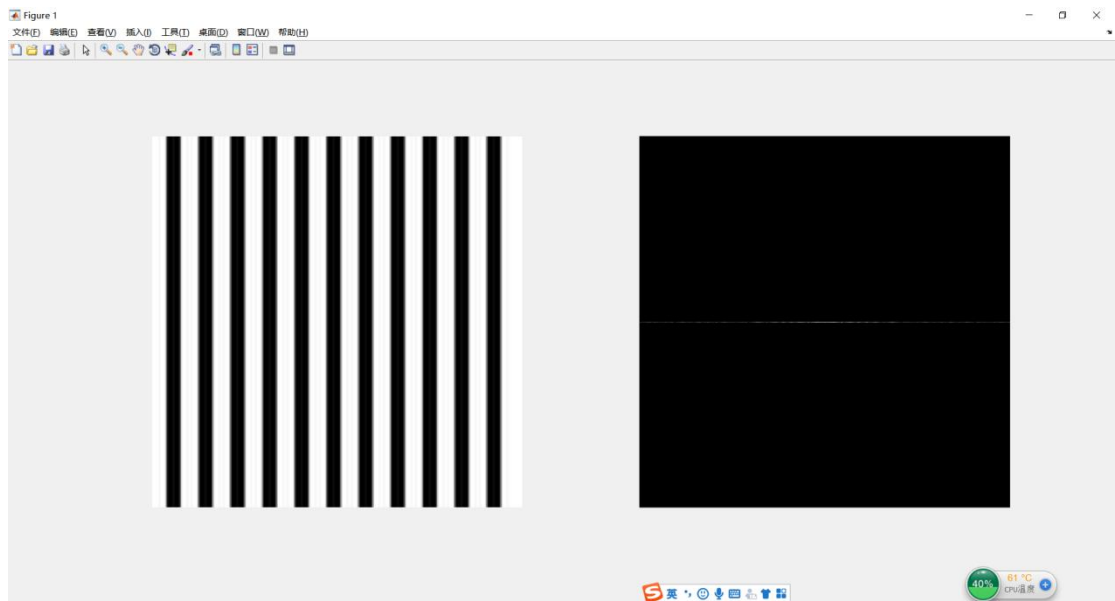


图 19 实验二：6. bmp 及其频谱图

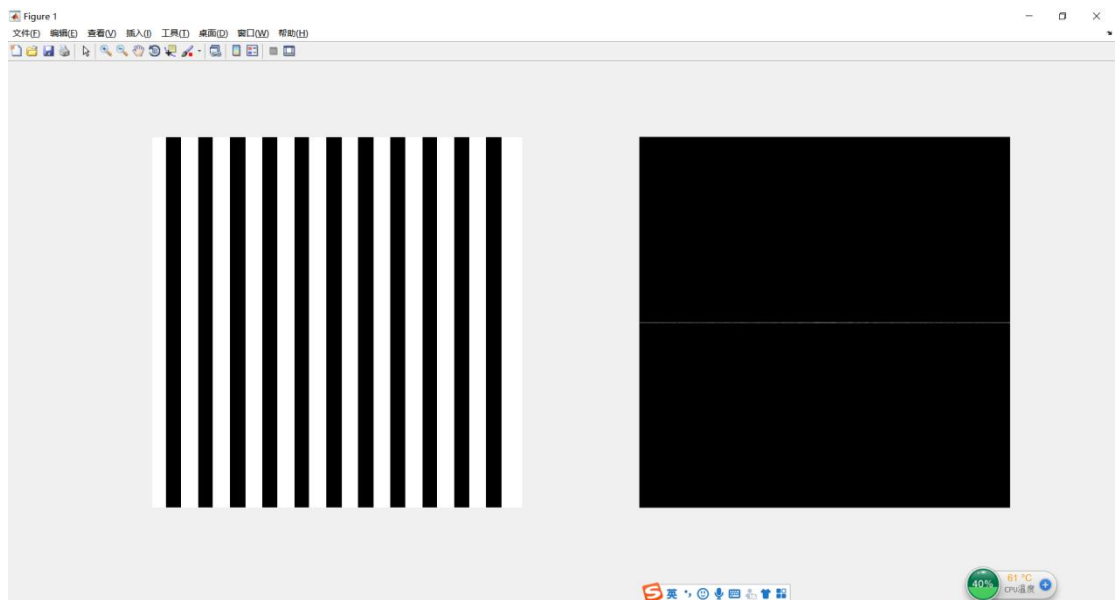


图 20 实验二：9. bmp 及其频谱图

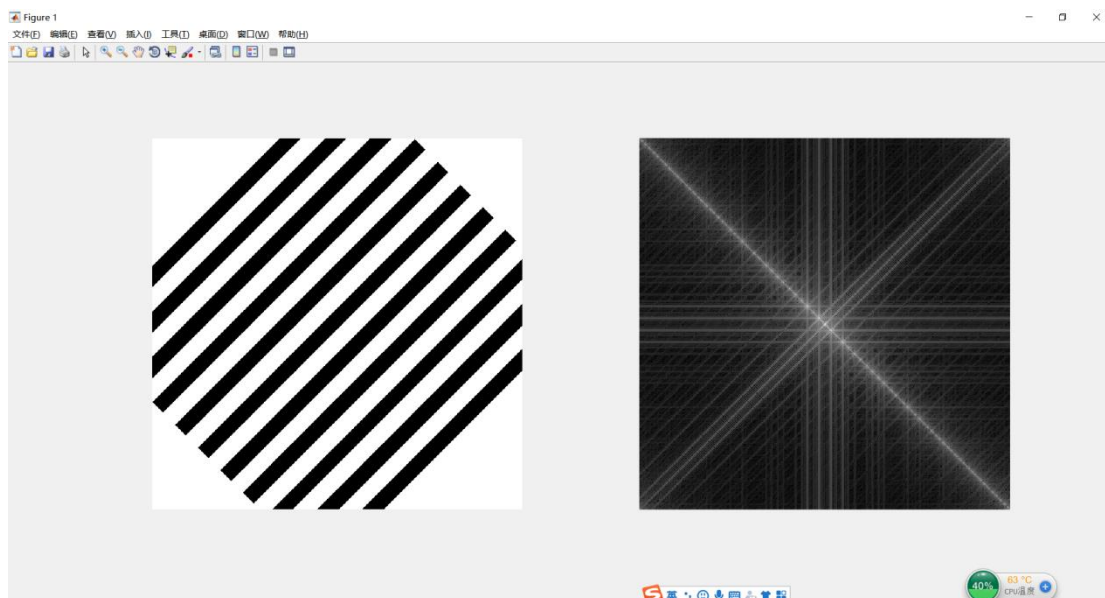


图 21 实验二：11. bmp 及其频谱图

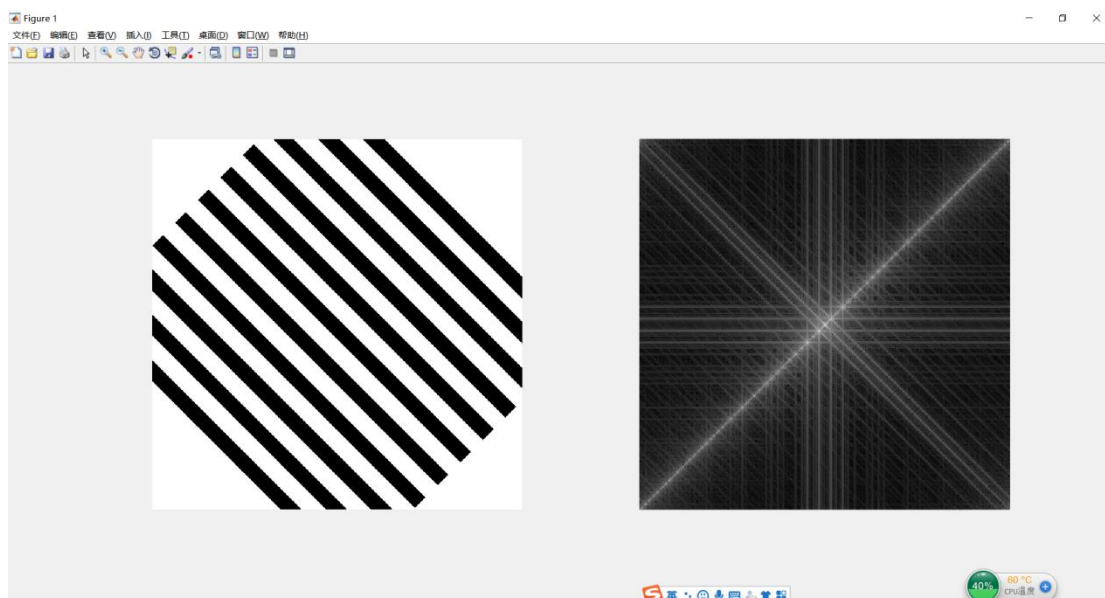


图 22 实验二：12. bmp 及其频谱图



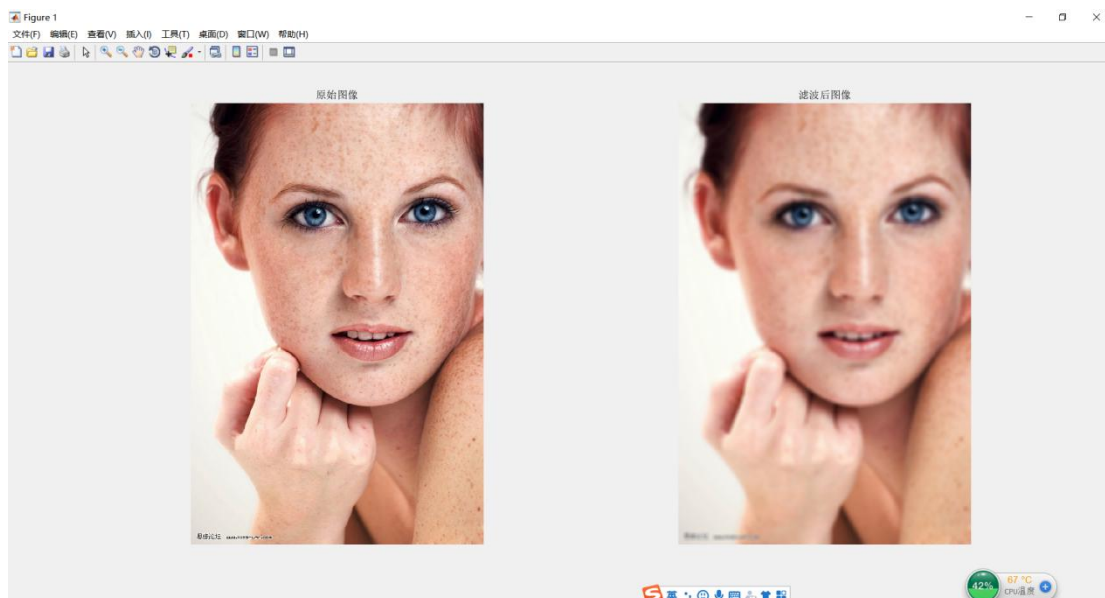


图 23 实验三：高斯滤波结果

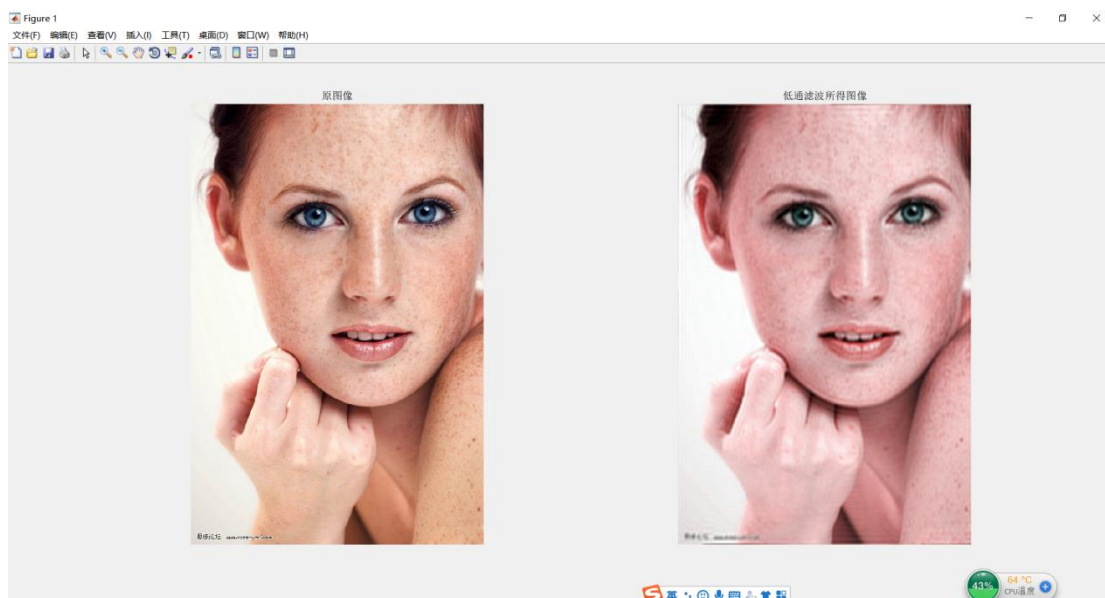


图 24 实验三：理想低通滤波结果

## 实验总结：

本次实验共分三部分。第一部分主要是熟悉对傅里叶变换和离散余弦变换基本应用。第二部分更着重考察对傅里叶变换物理意义的理解。第三部分则是继续探索各种滤波操作的用法与优缺点，只不过这次包含了频率域滤波。

对于实验一，又分为三个小部分：第一个是观察图像的频谱，在

此不多做赘述；第二个是运用频域方法对图像进行增强，这个可以仿照空间域的方法，先对图像做一个高通滤波，得到细节、纹理信息，再将其加到原图上，就得到增强后的结果了，可以看出跟用拉普拉斯算子得到的增强结果差异不大；第三个是用频域方法对图像进行高通和低通滤波，这里采取的均为理想滤波，也就是以频谱的中心为圆心画一个圈，而高通和低通的差别就在于是保留圈外的能量还是保留圈内的能量，可以看出大多数能量是集中在低频部分的。

实验二侧重傅里叶变换物理意义的阐述。这一部分分为三个对比实验：前两个对比实验都是保证图像变化方向相同的情况下，改变平滑程度，可以发现平滑程度低的图像有更丰富的高频分量，在变化方向上的谱线要更明显一些，而平滑程度高的图像能量则明显地要更集中于低频部分；最后一个对比实验是想说明，频谱上谱线的方向是跟空间域图像变化反向是一致的，当我们把一个图像转一个角度后，频域的谱线也会跟着转相同的角度。

最后一个实验仍然是运用滤波技术对图像进行磨皮处理，这里我又尝试了高斯滤波和理想低通滤波两种方法。可以看出高斯滤波的效果还是要更好一些，而理想低通滤波一方面正如理论分析的那样，空间域振荡比较严重，另一方面也可以看出整个图像的颜色也有明显的改变，可见该方法并不实用。