

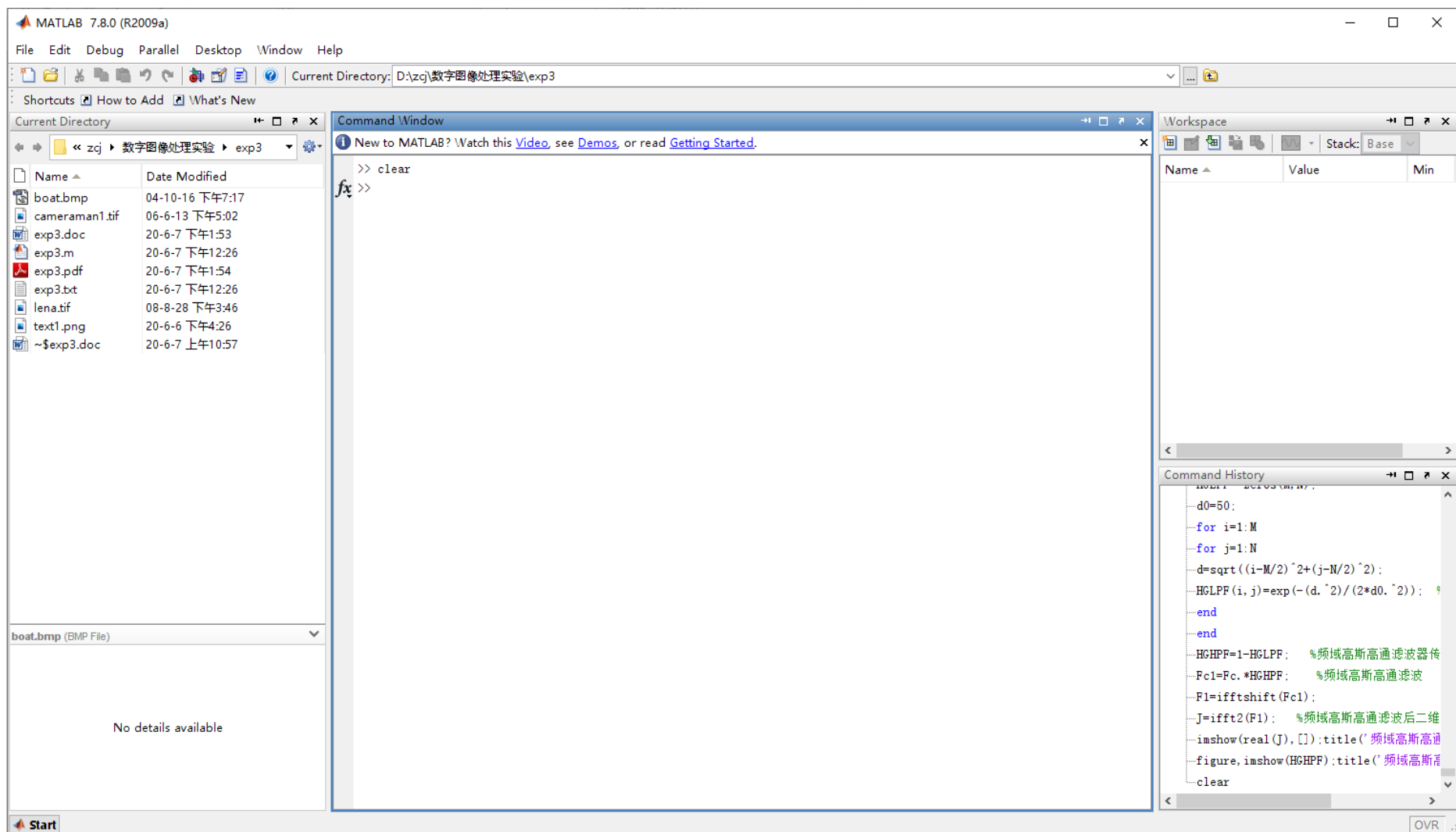
数字图像处理第二次实验

实验三 二维离散傅里叶变换性质和频域滤波

实验内容

- 1、数字图像二维离散傅里叶变换和二维离散傅里叶逆变换
- 2、二维离散傅里叶变换的性质
- 3、频域滤波

实验三 二维离散傅里叶变换性质和频域滤波



实验三 二维离散傅里叶变换性质和频域滤波

```
Editor - D:\zcj\数字图像处理实验\exp3\exp3.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
[Icons] [1.0] [1.1] [x] [%] [%] [fx] Stack: Base
1 %实验三 二维离散傅里叶变换性质和频域滤波
2
3 %五、实验步骤
4 %1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换
5
6 %（1）显示图像的离散傅里叶变换谱
7 clear all;
8 clc;
9 I=imread('cameraman1.tif'); %读取图像
10 J=fftshift(fft2(I)); %求图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
11 imshow(I),title('原始图像');
12 figure,imshow(log(+abs(J)),[]);title('原始图像的幅度谱') %采用对数方法显示原图的幅度谱
13
14
15 %（2）显示图像的离散傅里叶变换的幅度谱和相位谱
16 clear all;
17 clc;
18 I=imread('lena.tif'); %读取图像
19 J=fftshift(fft2(I)); %求图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
20 subplot(1,2,1),imshow(log(+abs(J)),[]);title('原图像的幅度谱') %对数方法显示原图的幅度谱
21 subplot(1,2,2),imshow(angle(J)),title('原图像相位谱'); %显示原图的相位谱
22
23
24 %（3）显示高斯低通滤波输出图的幅度谱
25 clear all;
26 clc;
27 I=imread('cameraman1.tif'); %读取图像
28 J=fftshift(fft2(I)); %求图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
29 h=fspecial('gaussian',21,2);
30 K=imfilter(I,h); %求图像的高斯低通滤波
```

1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

实验步骤

(1) 显示图像的离散傅里叶变换谱

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('cameraman1.tif'); %读取图像
```

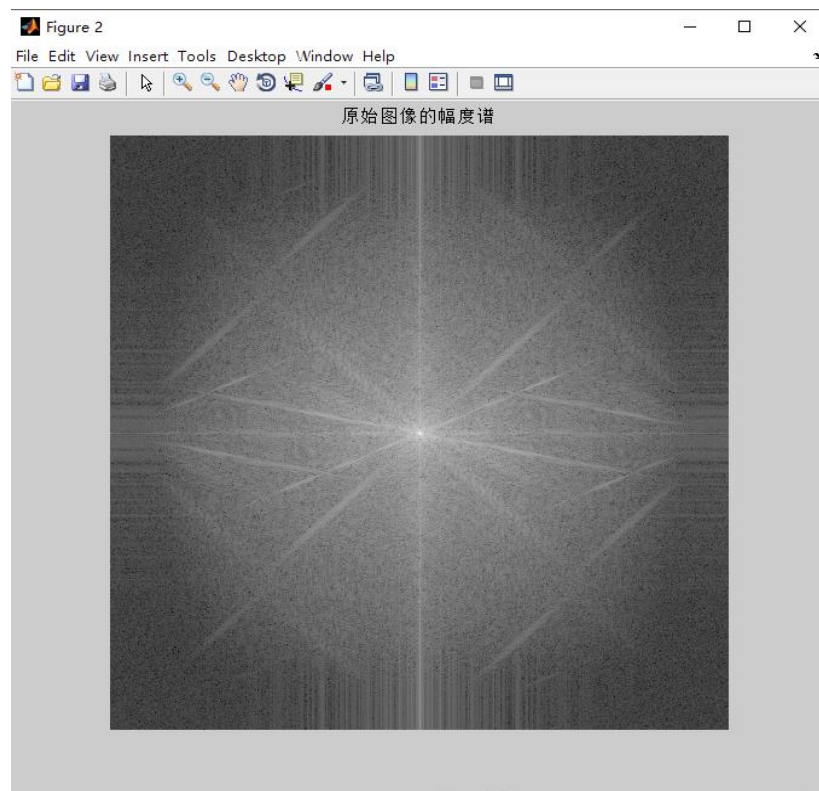
```
J=fftshift(fft2(I)); %求图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
```

```
imshow(I),title('原始图像');
```

```
figure,imshow(log(1+abs(J)),[]);title('原始图像的幅度谱') %采用对数方法显示原图的幅度谱
```

1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

图像傅里叶变换幅度谱



1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

(2) 显示图像的离散傅里叶变换的幅度谱和相位谱

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('lena.tif'); %读取图像
```

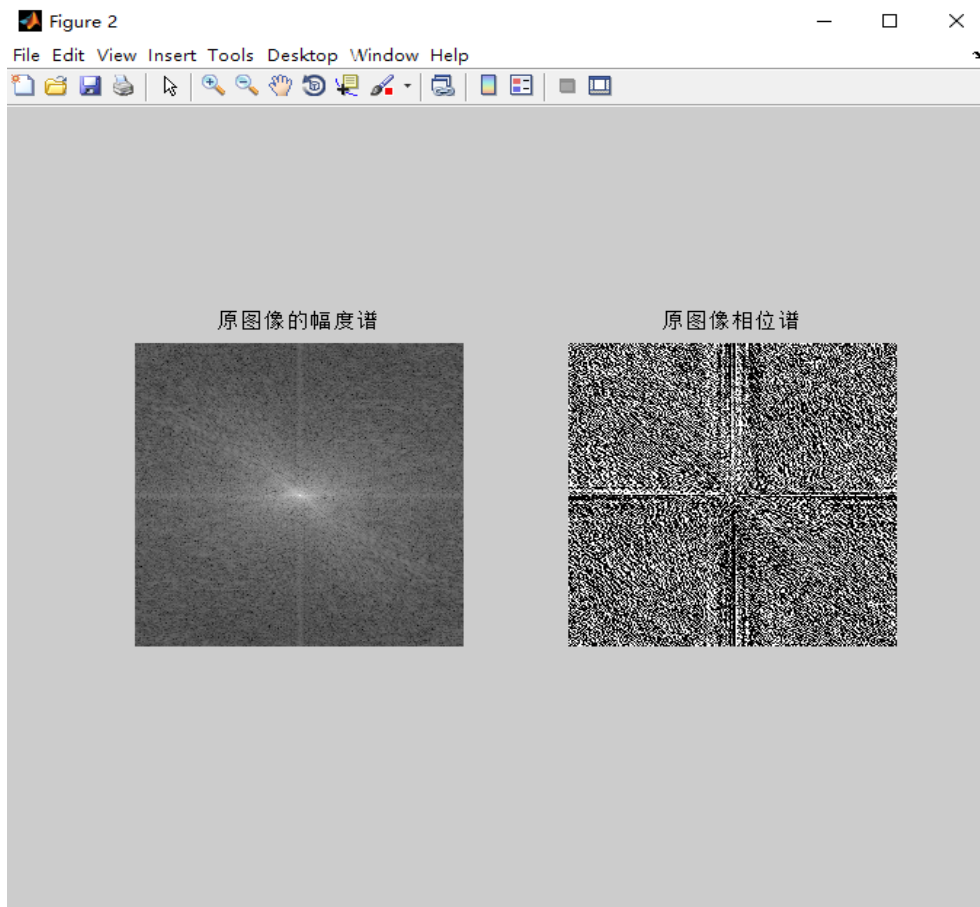
```
J=fftshift(fft2(I)); %求图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
```

```
subplot(1,2,1),imshow(log(1+abs(J)),[]);title('原图像的幅度谱') %对数方法显示原  
图的幅度谱
```

```
subplot(1,2,2),imshow(angle(J)),title('原图像相位谱'); %显示原图的相位谱
```

1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

图像傅里叶变换的幅度谱和相位谱



1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

(3) 显示高斯低通滤波输出图的幅度谱

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('cameraman1.tif'); %读取图像
```

```
J=fftshift(fft2(I)); %求图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
```

```
h=fspecial('gaussian',21,2);
```

```
K=imfilter(I,h); %求图像的高斯低通滤波
```

```
L=fftshift(fft2(K));
```

```
subplot(1,2,1),imshow(log(1+abs(J)),[]);title('原始图像的幅度谱') %对数方法显示原  
图幅度谱
```

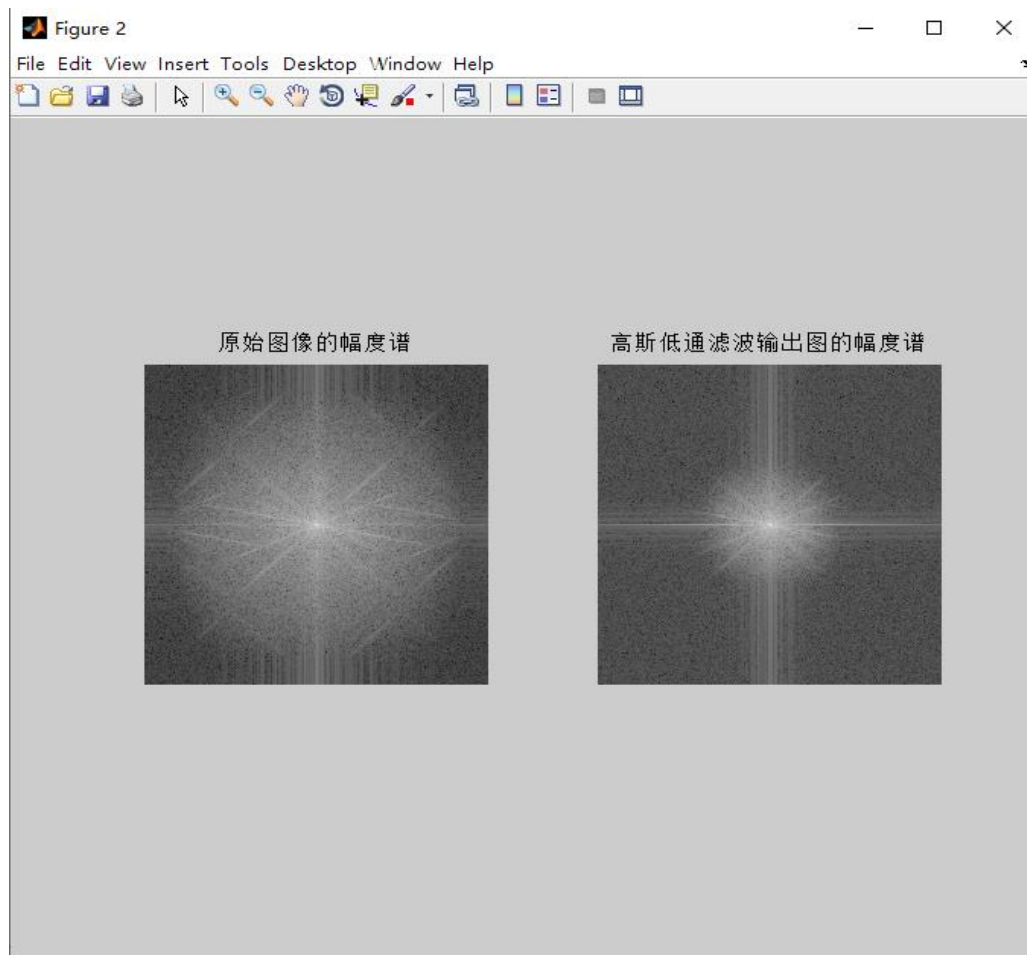
```
subplot(1,2,2),imshow(log(1+abs(L)),[]);title('高斯低通滤波输出图的幅度谱')
```

```
%采用对数方法显示高斯低通滤波输出图的幅度谱
```


1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

左图：原图的幅度谱

右图：高斯低通滤波输出图的幅度谱



1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

(4) 二维离散傅里叶逆变换

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('lena.tif'); %读取图像
```

```
J=fft2(I); %求图像的傅里叶变换谱
```

```
K=ifft2(J); %采用二维离散傅里叶逆变换重构图像
```

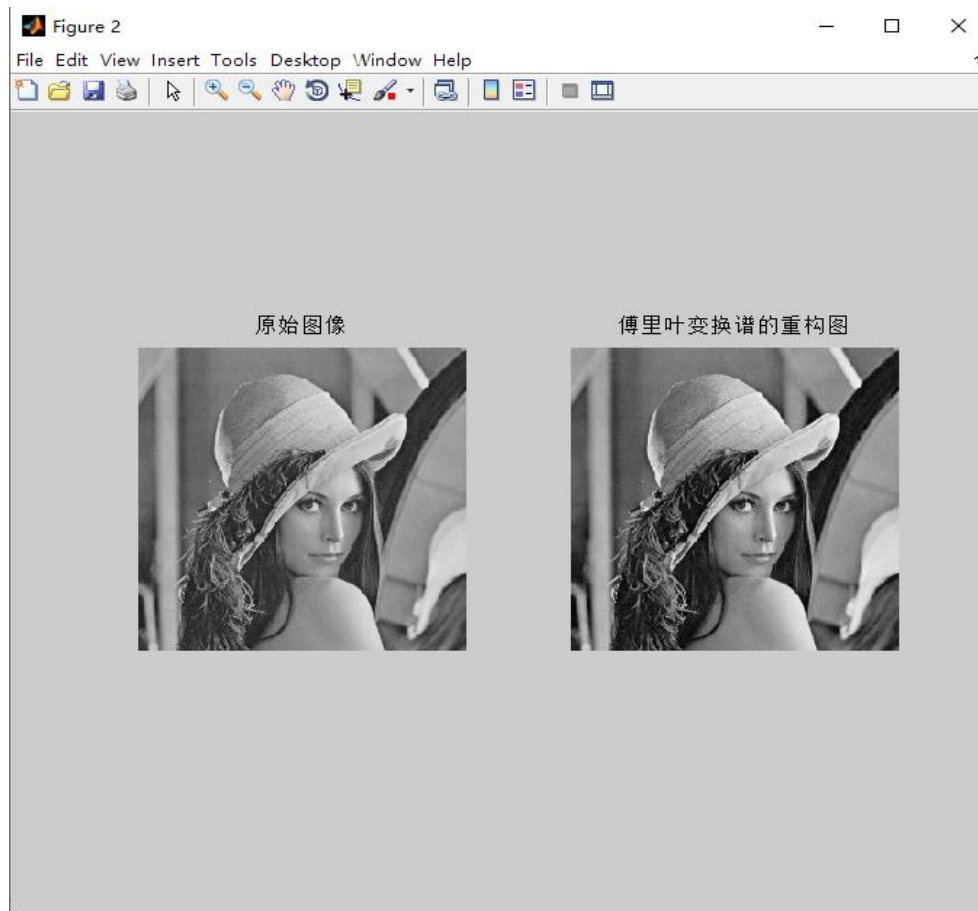
```
subplot(1,2,1),imshow(I);title('原始图像');
```

```
subplot(1,2,2),imshow(real(K),[]);title('傅里叶变换谱的重构图') %傅里叶变换谱的重构图
```

1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

左图：原图

右图：傅里叶变换谱的重构图



1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

(5) 傅里叶变换谱实部的二维离散傅里叶逆变换

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('lena.tif'); %读取图像
```

```
J=real(fft2(I)); %求图像傅里叶变换谱的实部
```

```
K=ifft2(J);
```

```
subplot(1,2,1),imshow(I);title('原始图像');
```

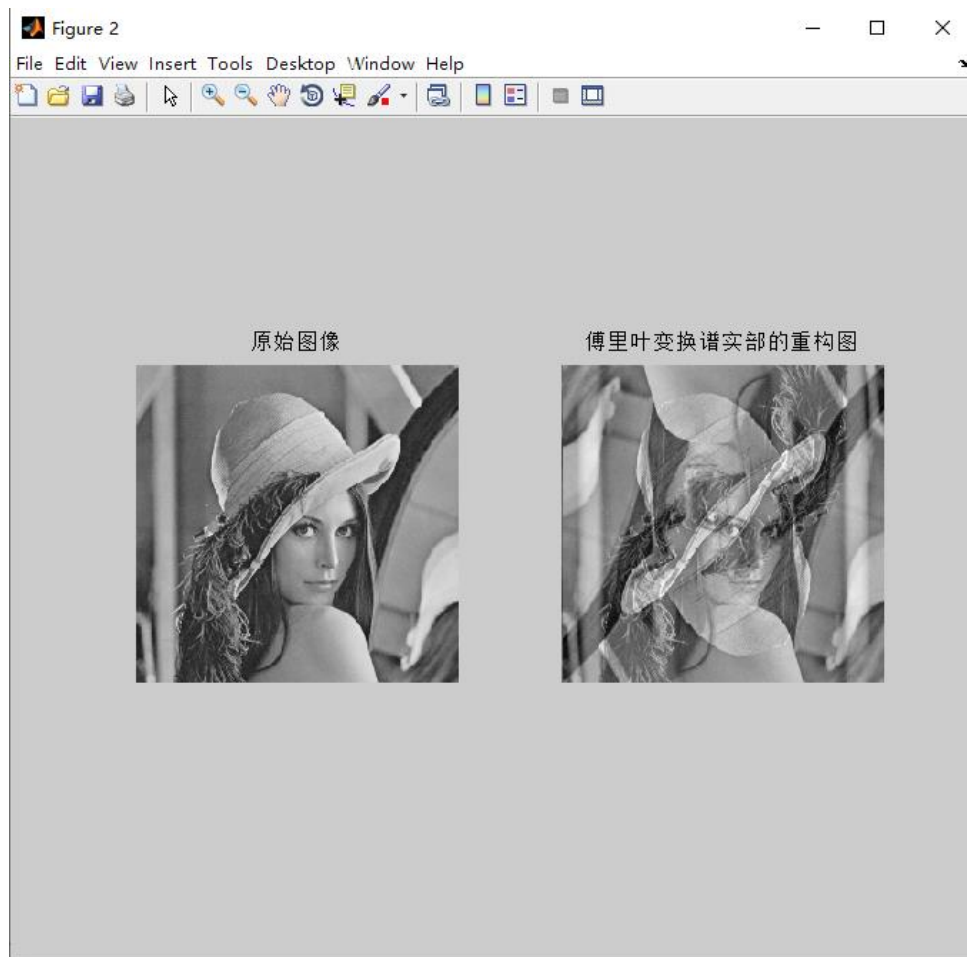
```
subplot(1,2,2),imshow(real(K),[]);title('傅里叶变换谱实部的重构图')
```

```
%显示傅里叶变换谱实部的重构图
```

1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

左图：原图

右图：傅里叶变换谱实部的重构图



1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

(6) 傅里叶变换相位信息的二维离散傅里叶逆变换

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('lena.tif'); %读取图像
```

```
J=fft2(I)./abs(fft2(I));
```

```
K=ifft2(J);
```

```
subplot(1,2,1),imshow(I);title('原始图像');
```

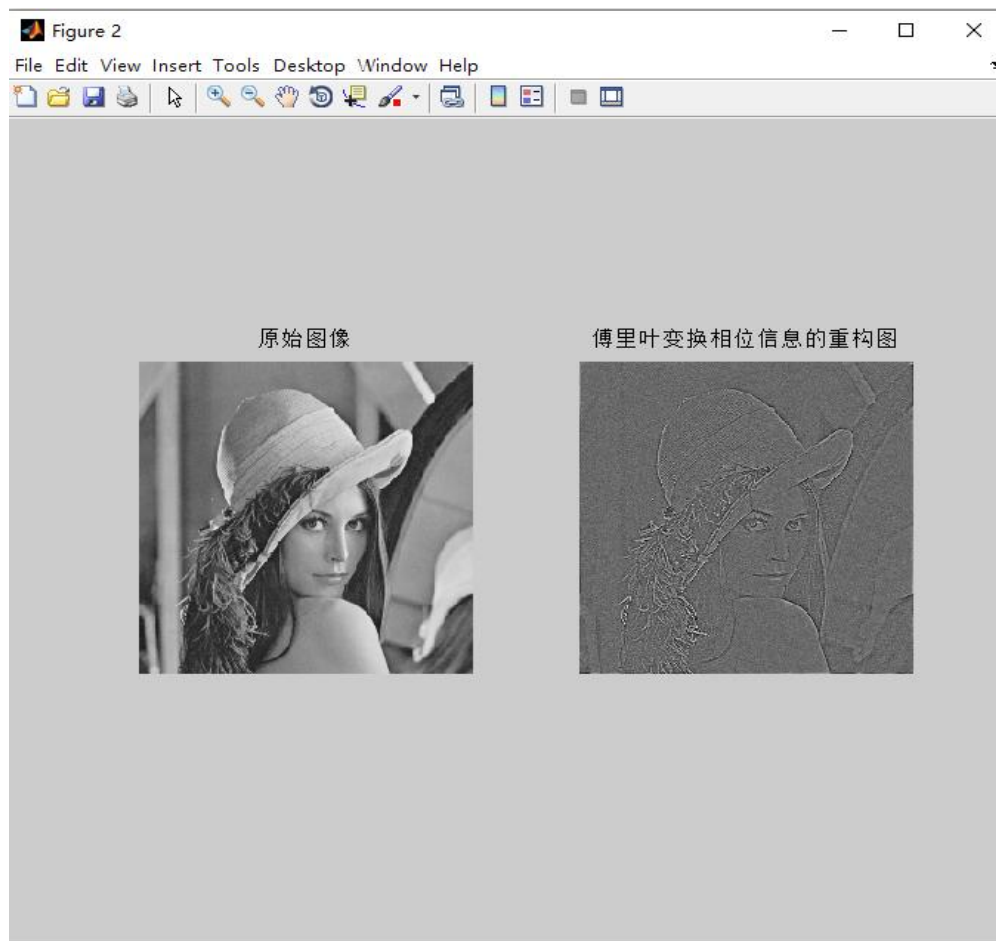
```
subplot(1,2,2),imshow(real(K),[]);title('傅里叶变换相位信息的重构图')
```

```
%显示傅里叶变换相位信息的重构图
```

1、图像的二维离散傅里叶变换与二维离散傅里叶逆变换

左图：原图

右图：傅里叶变换相位信息的重构图



2、图像二维离散傅里叶变换的性质

(1) 二维离散傅里叶变换的可分离性

```
clear all;

clc;

I=imread('lena.tif'); % 读取图像

[M,N]=size(I);

J=zeros(M,N);

K=zeros(M,N);

for i=1:M

    J(i,:)=fft(I(i,:));% 先执行行方向一维FFT

end

for j=1:N

    K(:,j)=fft(J(:,j));% 接着执行列方向的一维FFT

end

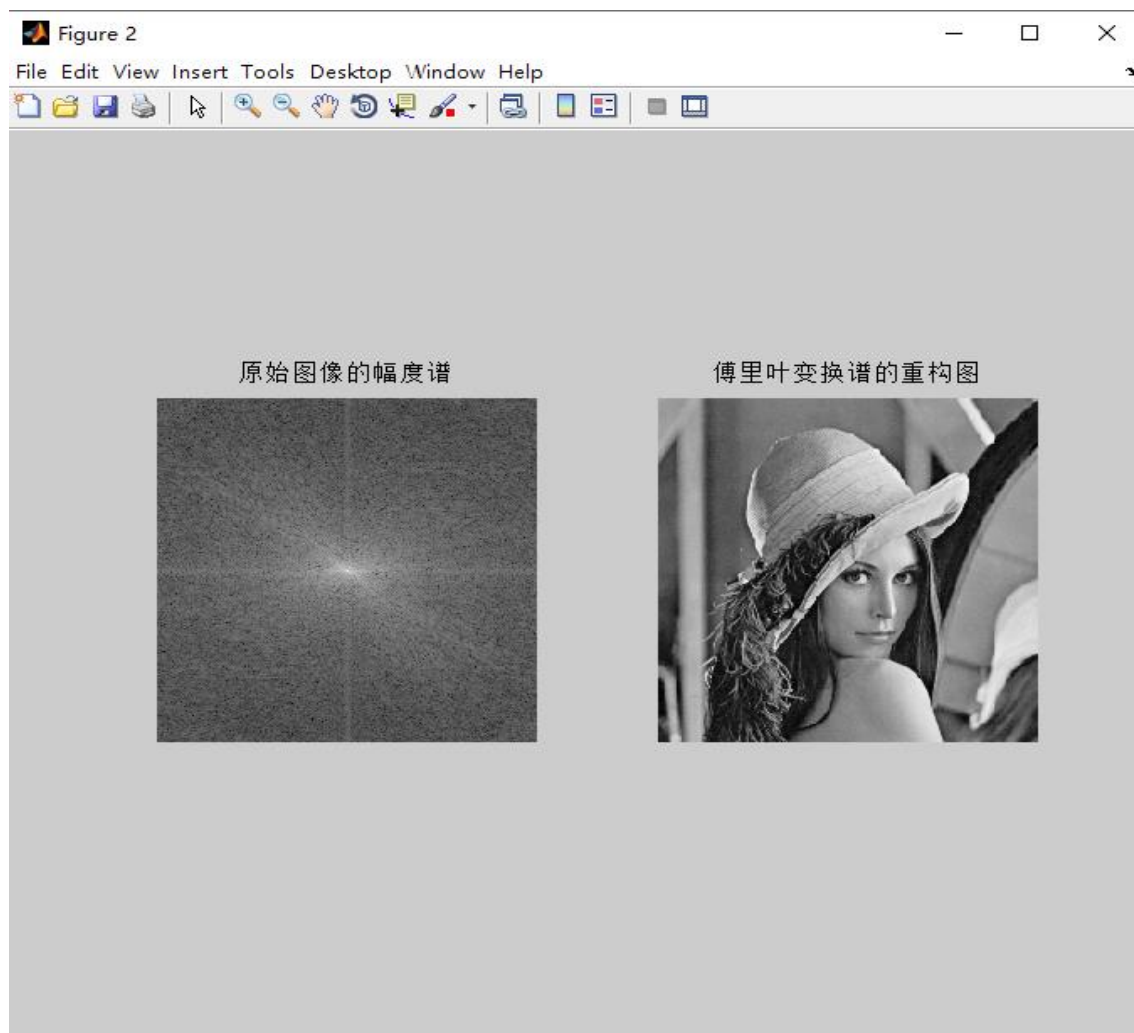
H=ifft2(K); % 对图像的傅里叶变换谱执行二维离散傅里叶逆变换

subplot(1,2,1),imshow(log(1+abs(fftshift(K))),[]);title('原始图像的幅度谱')

subplot(1,2,2),imshow(real(H),[]);title('傅里叶变换谱的重构图')
```


2、图像二维离散傅里叶变换的性质

左图：原图的傅里叶变换幅度谱 右图：傅里叶变换谱的重构图



2、图像二维离散傅里叶变换的性质

(2) 二维离散傅里叶变换的旋转性质

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('boat.bmp');
```

```
J= imrotate(I,90);
```

```
K=fftshift(fft2(I));
```

```
L=fftshift(fft2(J));
```

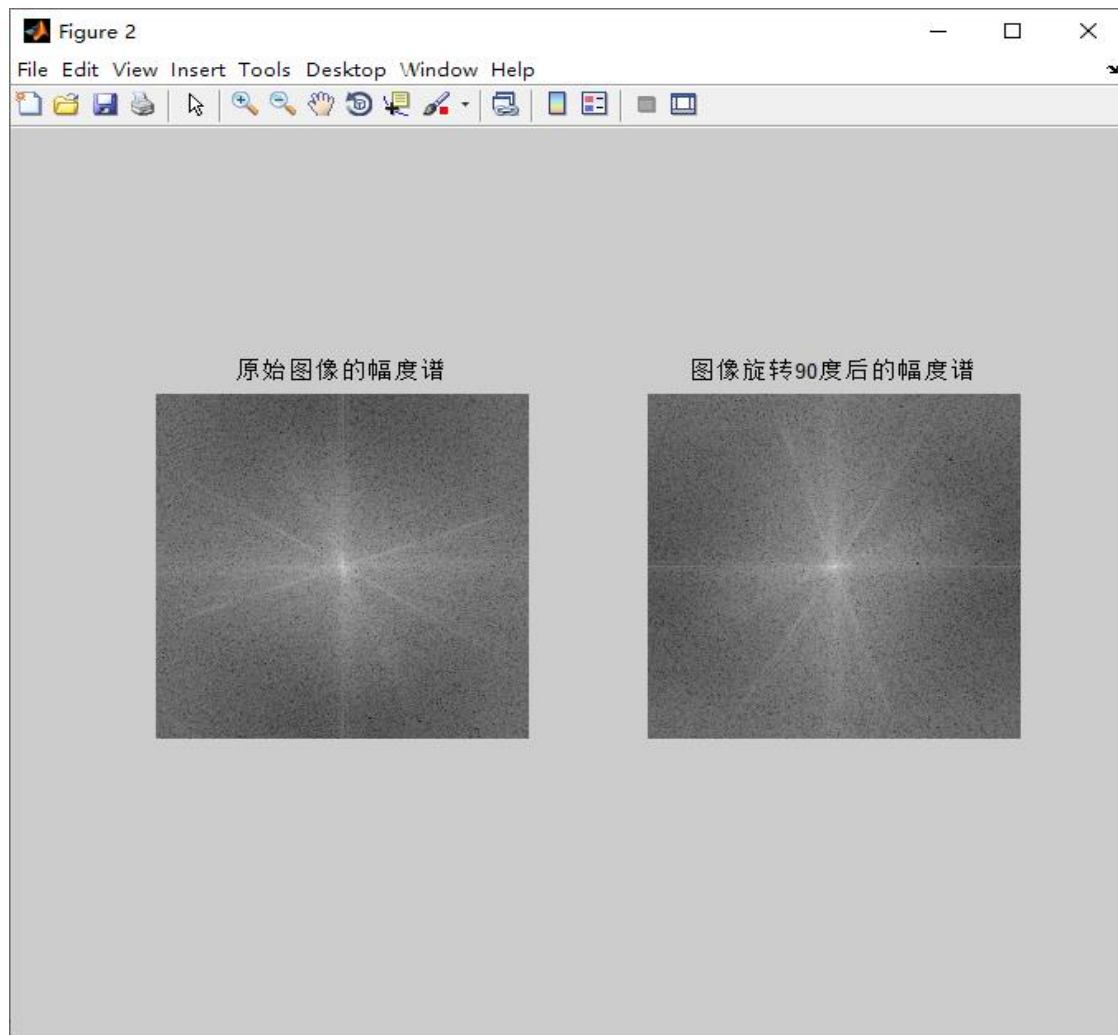
```
subplot(1,2,1),imshow(log(1+abs(K)),[]);title('原始图像的幅度谱')
```

```
subplot(1,2,2),imshow(log(1+abs(L)),[]);title('图像旋转90度后的幅度谱')
```

2、图像二维离散傅里叶变换的性质

左图：原图像的幅度谱

右图：图像旋转90度后的幅度谱



2、图像二维离散傅里叶变换的性质

(3) 二维离散傅里叶变换的共轭对称性质

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
I=imread('lena.tif'); %读取图像
```

```
J=fft2(I);
```

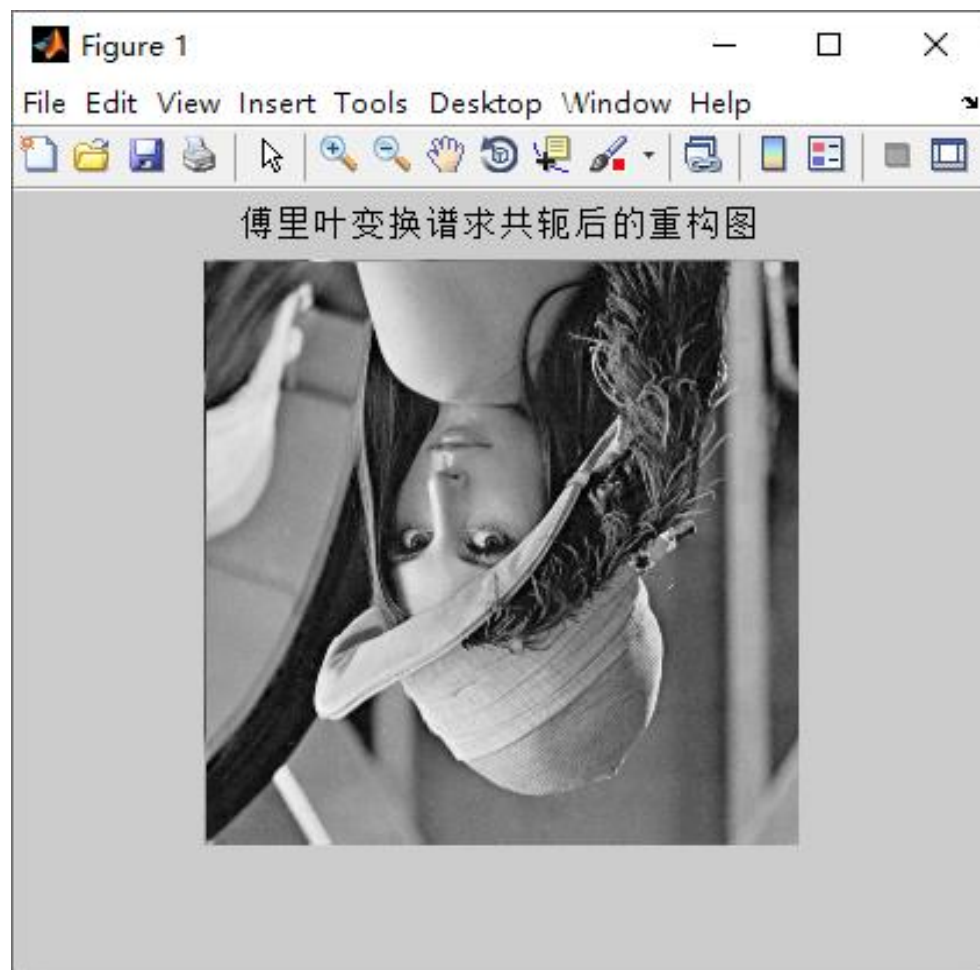
```
K=conj(J); %对傅里叶变换谱求共轭
```

```
H=ifft2(K);
```

```
imshow(real(H),[]);title('傅里叶变换谱求共轭后的重构图')
```

2、图像二维离散傅里叶变换的性质

傅里叶变换谱求共轭后的重构图



2、图像二维离散傅里叶变换的性质

(4) 二维离散傅里叶变换的平移性质

```
I=imread('cameraman1.tif');
```

```
J=fftshift(I); %对图像I进行循环移位
```

```
K=fftshift(fft2(I)); %求原图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
```

```
L=fftshift(fft2(J)); %求平移后图像的傅里叶变换谱并进行频谱中心化
```

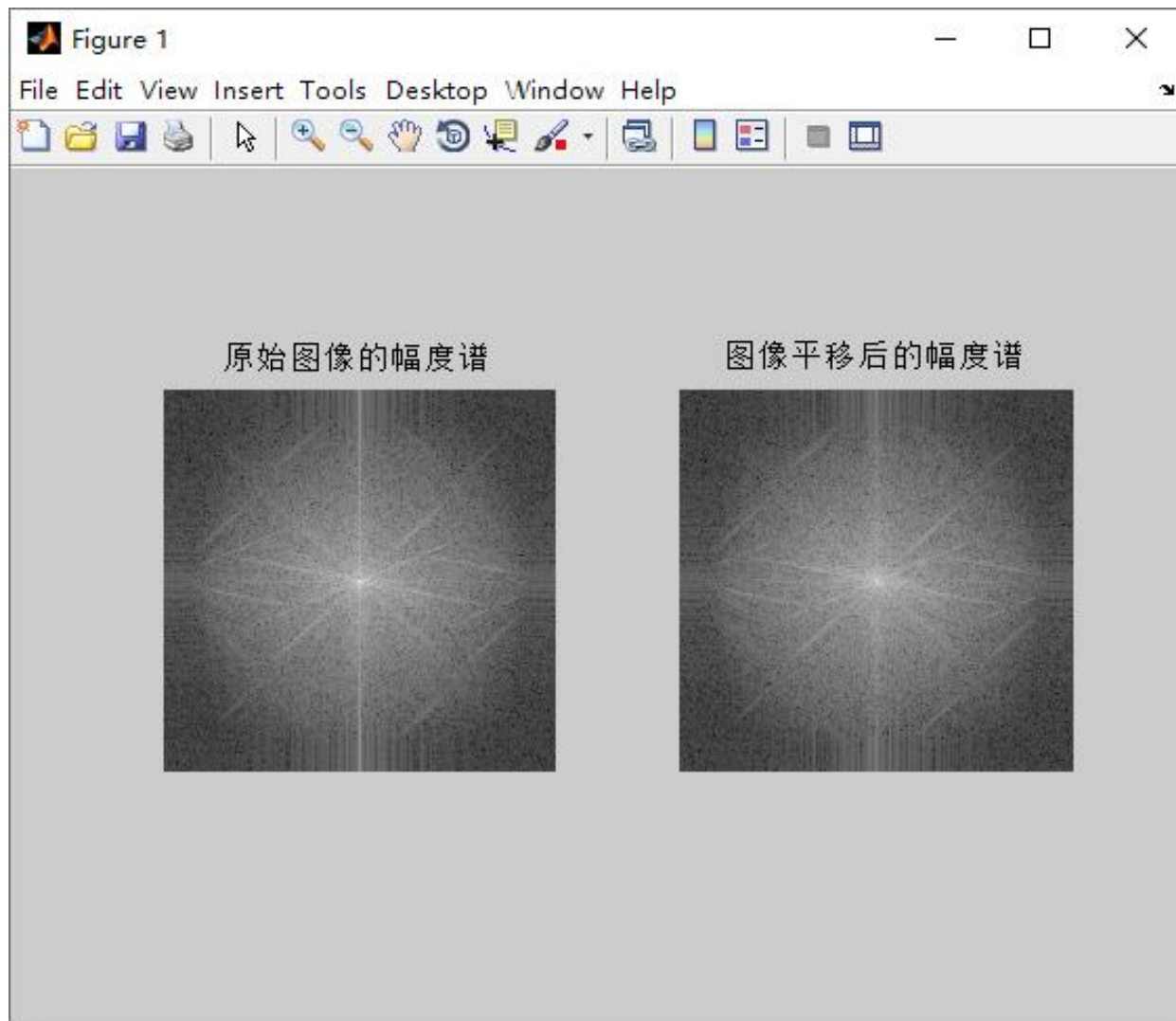
```
subplot(1,2,1),imshow(log(1+abs(K)),[]);title('原始图像的幅度谱')
```

```
subplot(1,2,2),imshow(log(1+abs(L)),[]);title('图像平移后的幅度谱')
```

2、图像二维离散傅里叶变换的性质

左图：原图的幅度谱

右图：图像平移后的幅度谱



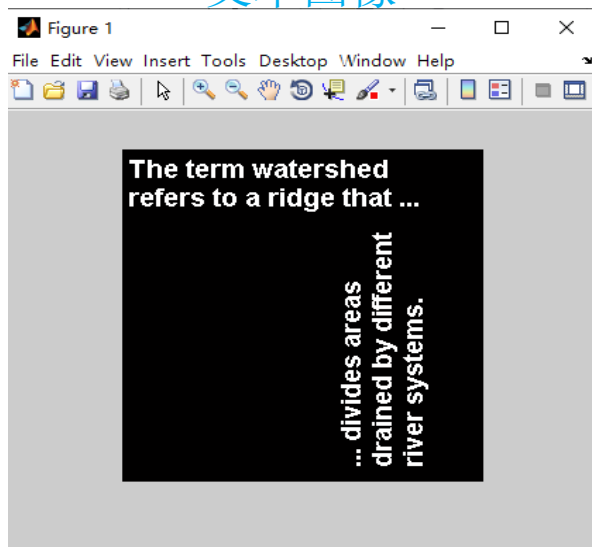
2、图像二维离散傅里叶变换的性质

(5) 二维离散傅里叶变换的卷积定理和相关定理

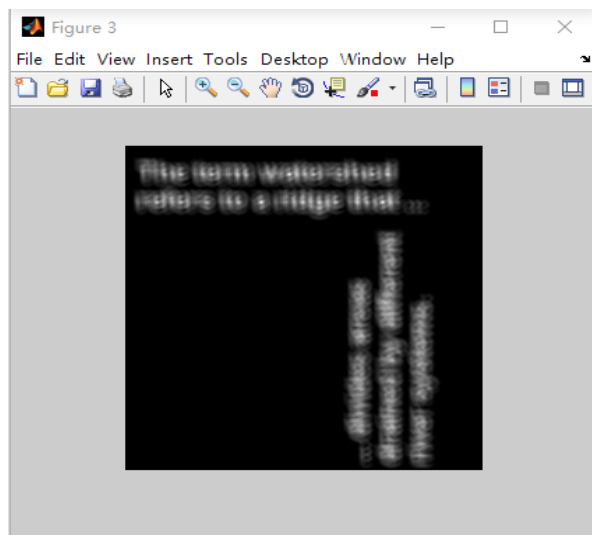
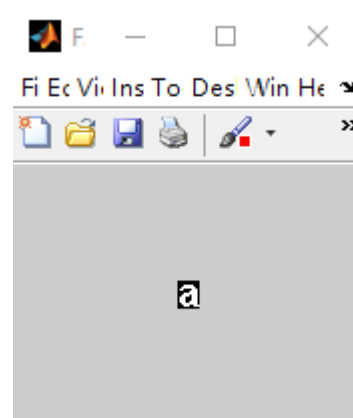
```
%基于相关运算，通过模板匹配检测文本图像中的字符a,  
clear all;  
clc;  
textimage = imread('text1.png');  
a = textimage(32:45,88:98); %字符a的模板图像  
imshow(textimage);  
figure, imshow(a);  
C = real(ifft2(fft2(textimage) .* fft2(rot90(a,2),256,256))));  
figure, imshow(C,[])  
thresh = 60; % 设置相关峰的检测阈值  
figure, imshow(C > thresh); % 检测大于阈值的相关峰，则对应的位置为字符a
```


2、图像二维离散傅里叶变换的性质

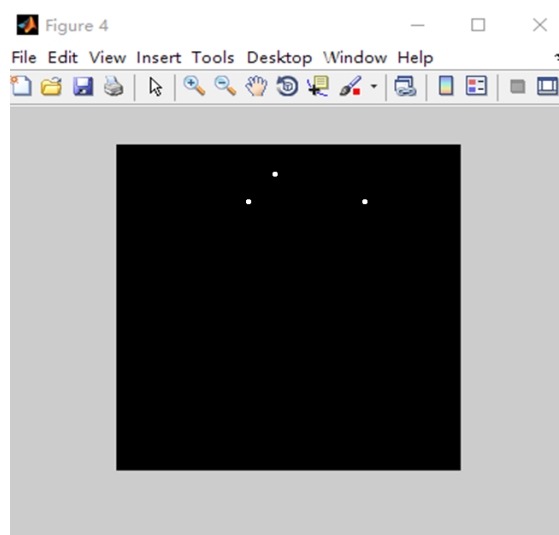
文本图像



字符a的模板



相关运算输出图



相关峰的位置对应文本图像中字符a的位置

3、频域滤波

(1) 频域理想低通滤波

```
clear all;
clc;
f = imread('boat.bmp'); % 读取图像
F=fft2(f);
Fc=fftshift(F);
[M N]=size(f); % 取图像大小
HLPF= zeros(M,N);
d0=50;
for i=1:M
    for j=1:N
        d=sqrt((i-M/2)^2+(j-N/2)^2);
        if d<=d0
            HLPF(i,j) = 1; % 理想低通滤波器传递函数
        end
    end
end
end
```

3、频域滤波

```
Fc1=Fc.*HLPF; % 频域理想低通滤波器
```

```
F1=ifftshift(Fc1);
```

```
J=ifft2(F1); % 理想低通滤波后采用二维离散傅里叶逆变换输出空域图像
```

```
imshow(real(J),[]);title('频域理想低通滤波后的图像')
```

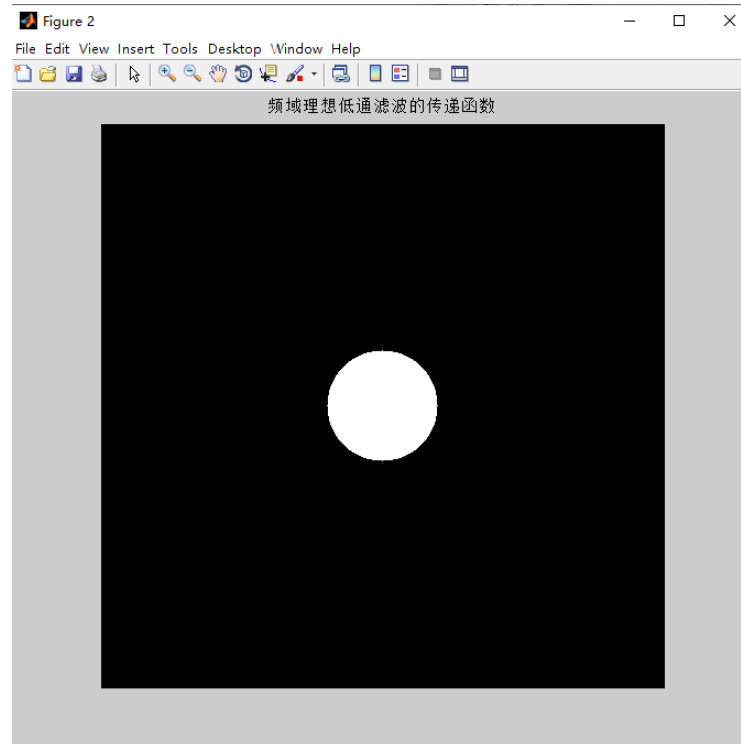
```
figure,imshow(HLPF);title('频域理想低通滤波的传递函数')
```

3、频域滤波

频域理想低通滤波后的图像



频域理想低通滤波的传递函数



3、频域滤波

(2) 巴特沃斯低通滤波

%2阶巴特沃斯低通滤波

clear all;

clc;

f = imread('boat.bmp'); %读取图像

F=fft2(f);

Fc=fftshift(F);

[M N]=size(f); %取图像大小

HBLPF= zeros(M,N);

d0=50;

n=2;

for i=1:M

for j=1:N

d=sqrt((i-M/2)^2+(j-N/2)^2);

HBLPF(i,j)=1./(1+(d/d0).^(2*n)); %2阶巴特沃斯低通滤波传递函数

end

end

3、频域滤波

```
Fc1=Fc.*HBLPF; %2阶巴特沃斯低通滤波
```

```
F1=ifftshift(Fc1);
```

```
J=ifft2(F1); %2阶巴特沃斯低通滤波后的二维离散傅里叶逆变换
```

```
imshow(real(J),[]);title('2阶巴特沃斯低通滤波后的图像')
```

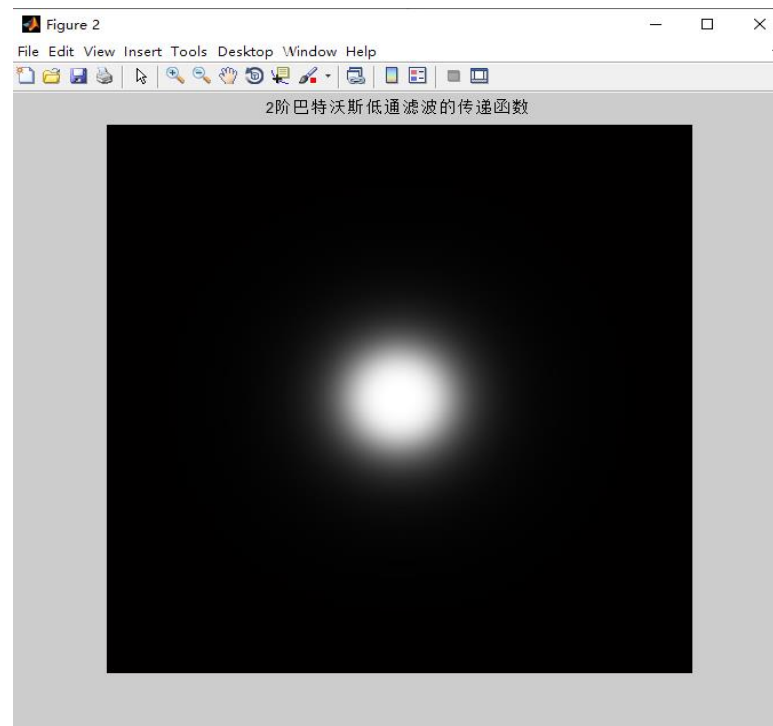
```
figure,imshow(HBLPF);title('2阶巴特沃斯低通滤波的传递函数')
```

3、频域滤波

2阶巴特沃斯低通滤波后的图像



2阶巴特沃斯低通滤波的传递函数



3、频域滤波

(3) 频域高斯低通滤波

%频域高斯低通滤波

clear all;

clc;

f = imread('boat.bmp'); %读取图像

F=fft2(f);

Fc=fftshift(F);

[M N]=size(f); %取图像大小

HGLPF= zeros(M,N);

d0=50;

for i=1:M

for j=1:N

d=sqrt((i-M/2)^2+(j-N/2)^2);

HGLPF(i,j)=exp(-(d.^2)/(2*d0.^2)); %高斯低通滤波器传递函数

end

end

3、频域滤波

```
Fc1=Fc.*HGLPF; %频域高斯低通滤波
```

```
F1=ifftshift(Fc1);
```

```
J=ifft2(F1); %频域高斯低通滤波后的二维离散傅里叶逆变换
```

```
imshow(real(J),[]);title('频域高斯低通滤波后的图像')
```

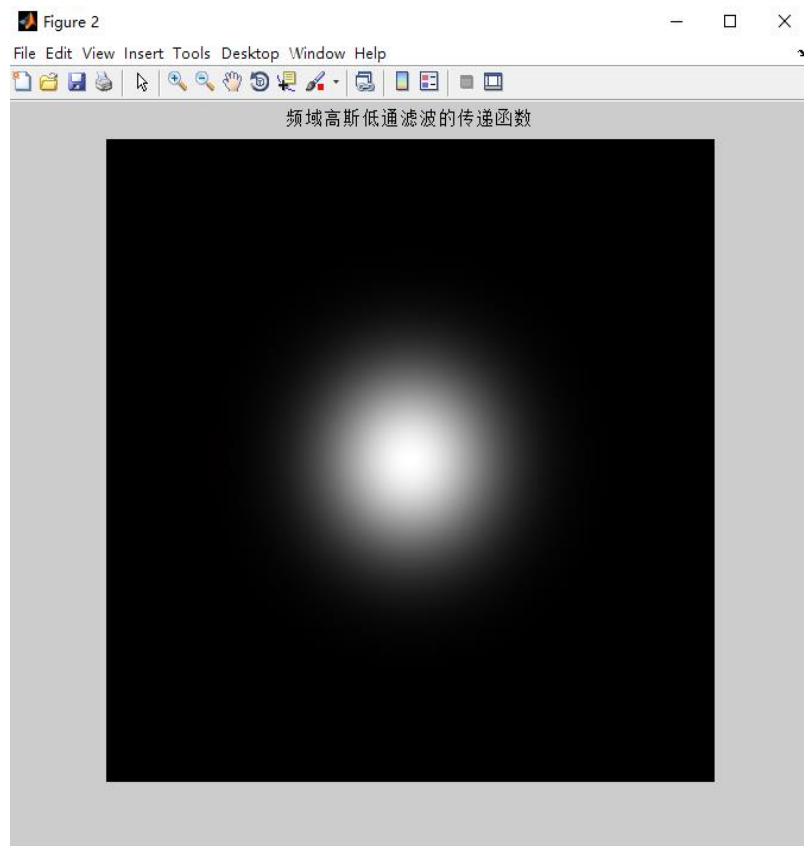
```
figure,imshow(HGLPF);title('频域高斯低通滤波的传递函数')
```

3、频域滤波

频域高斯低通滤波后的图像



频域高斯低通滤波的传递函数



3、频域滤波

(4) 频域理想高通滤波

%理想高通滤波器处理

```
clear all;
```

```
clc;
```

```
f = imread('boat.bmp'); %读取图像
```

```
F=fft2(f);
```

```
Fc=fftshift(F);
```

```
[M N]=size(f); %取图像大小
```

```
HLPF= zeros(M,N);
```

```
d0=50;
```

```
for i=1:M
```

```
    for j=1:N
```

```
        d=sqrt((i-M/2)^2+(j-N/2)^2); %理想低通滤波器传递函数
```

```
        if d<=d0
```

```
            HLPF(i,j) = 1;
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

3、频域滤波

HHPF=1-HLPF; %理想高通滤波器传递函数

Fc1=Fc.*HHPF; %理想高通滤波

F1=ifftshift(Fc1);

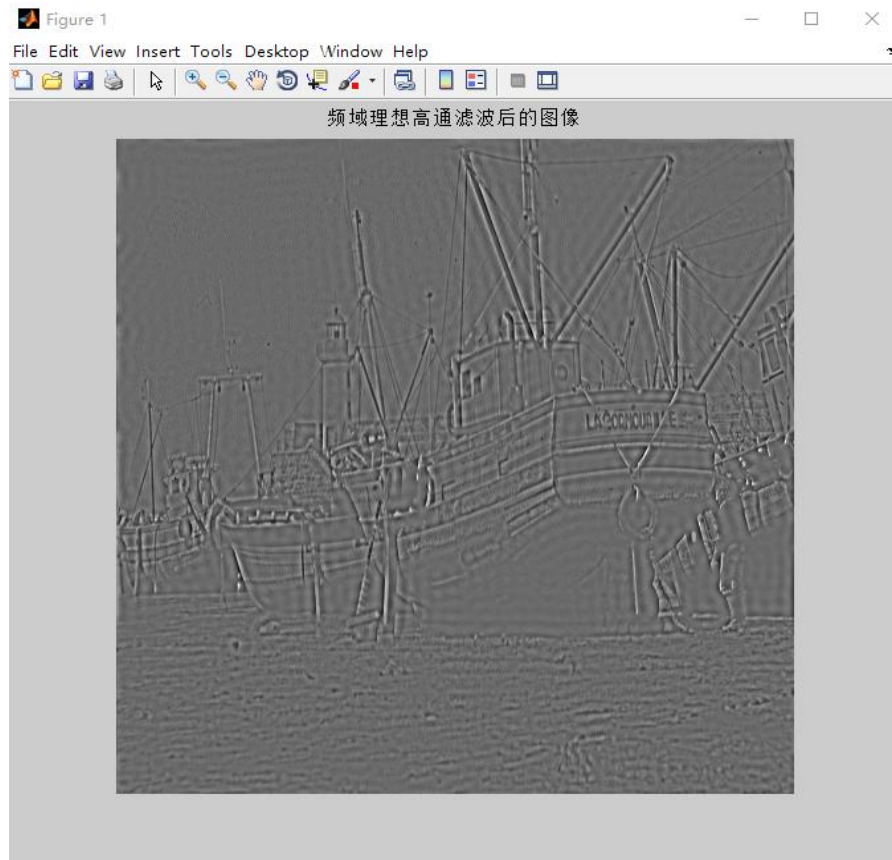
J=ifft2(F1); %理想高通滤波后的二维离散傅里叶逆变换

imshow(real(J),[]);title('频域理想高通滤波后的图像')

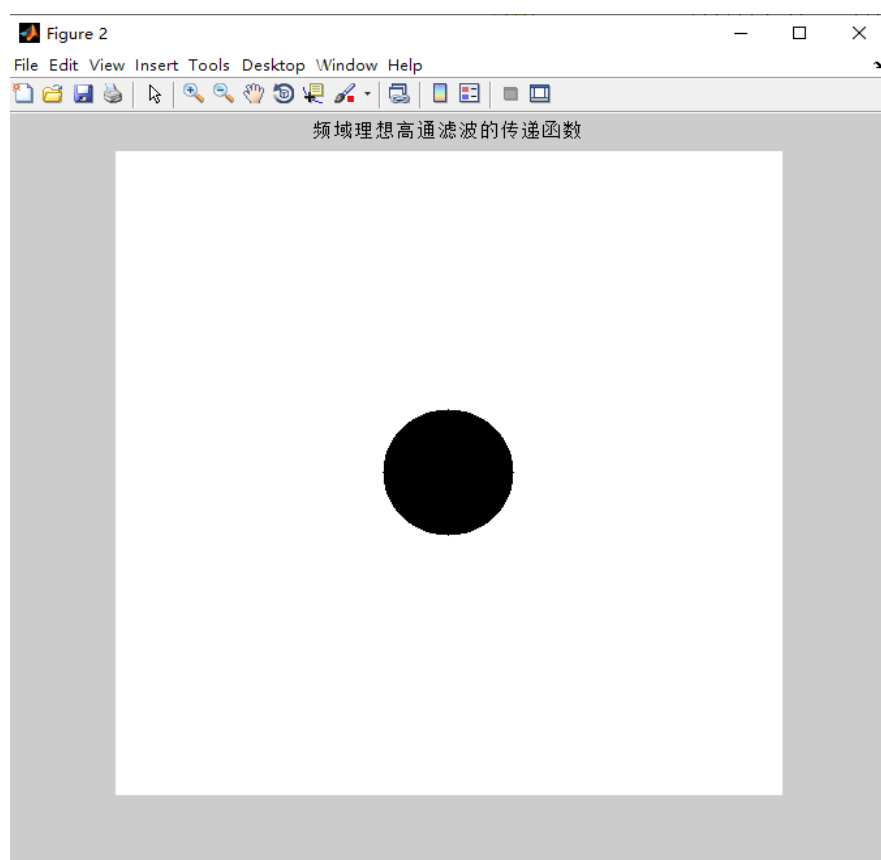
figure,imshow(HHPF);title('频域理想高通滤波的传递函数')

3、频域滤波

频域理想高通滤波后的图像



频域理想高通滤波的传递函数



3、频域滤波

(5) 巴特沃斯高通滤波

%2阶巴特沃斯高通滤波

clear all;

clc;

f = imread('boat.bmp'); %读取图像

F=fft2(f);

Fc=fftshift(F);

[M N]=size(f); %取图像大小

HBLPF= zeros(M,N);

d0=50;

n=2;

for i=1:M

for j=1:N

d=sqrt((i-M/2)^2+(j-N/2)^2);

HBLPF(i,j)=1./(1+(d/d0).^(2*n)); %2阶巴特沃斯低通滤波传递函数

end

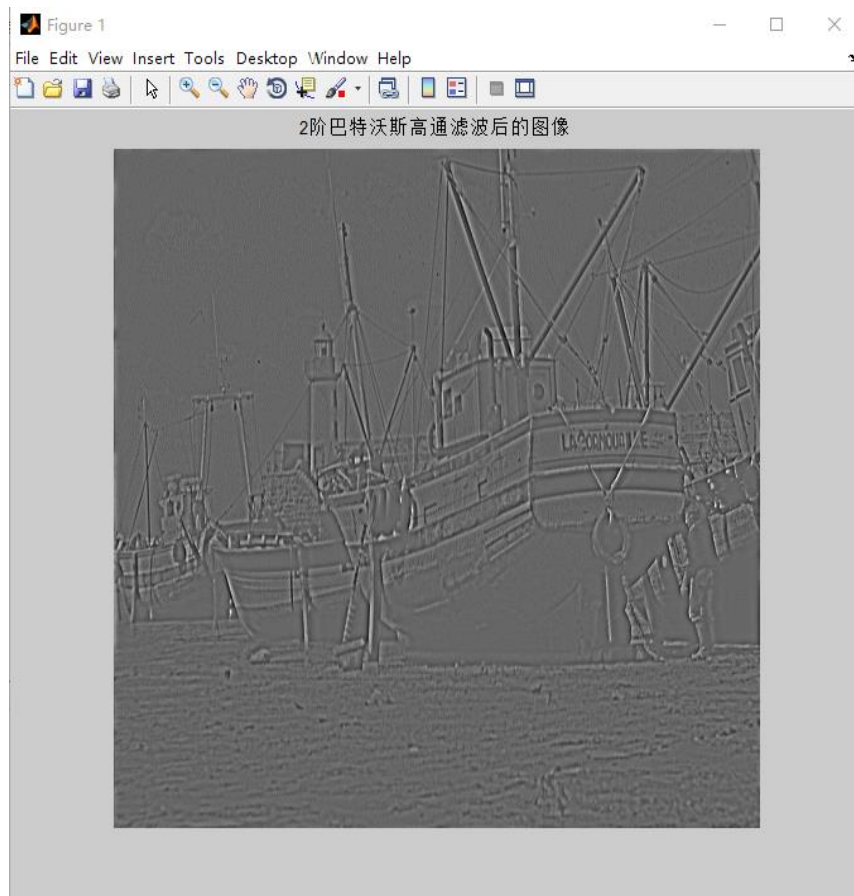
end

3、频域滤波

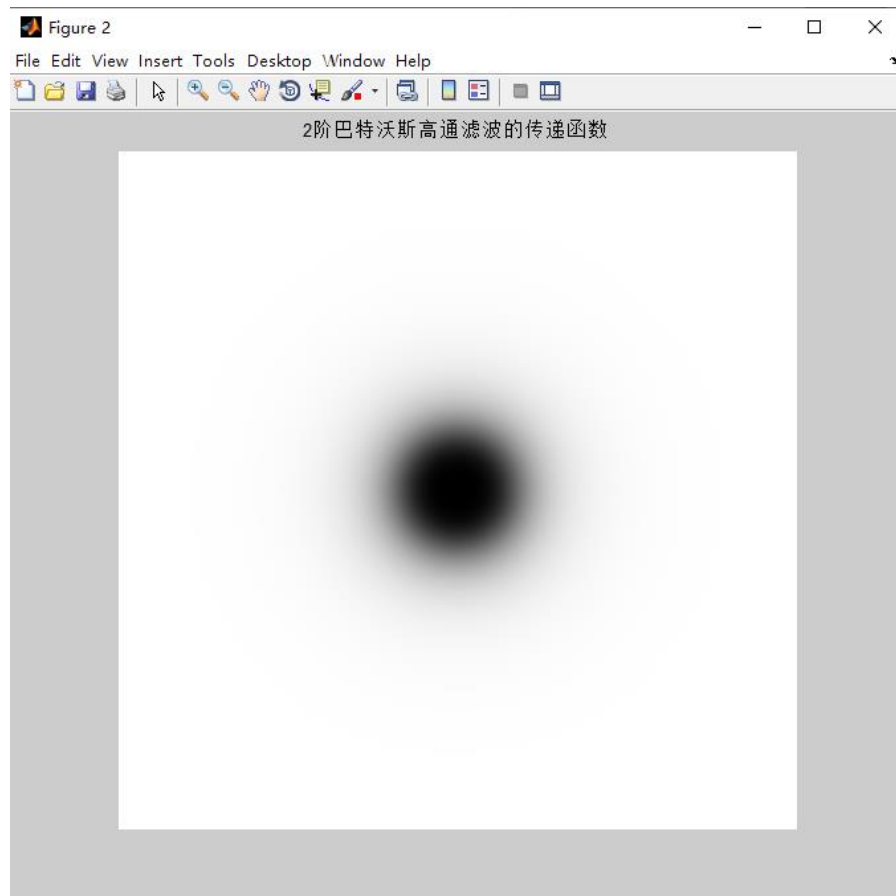
```
HBHPF=1-HBLPF; %2阶巴特沃斯高通滤波传递函数
Fc1=Fc.*HBHPF; %2阶巴特沃斯高通滤波
F1=ifftshift(Fc1);
J=ifft2(F1); %2阶巴特沃斯高通滤波后二维离散傅里叶逆变换
imshow(real(J),[]);title('2阶巴特沃斯高通滤波后的图像')
figure,imshow(HBHPF);title('2阶巴特沃斯高通滤波的传递函数')
```

3、频域滤波

2阶巴特沃斯高通滤波后的图像



2阶巴特沃斯高通滤波的传递函数



3、频域滤波

(6) 频域高斯高通滤波

% 频域高斯高通滤波

clear all;

clc;

f = imread('boat.bmp'); % 读取图像

F=fft2(f);

Fc=fftshift(F);

[M N]=size(f); % 取图像大小

HGLPF= zeros(M,N);

d0=50;

for i=1:M

for j=1:N

d=sqrt((i-M/2)^2+(j-N/2)^2);

HGLPF(i,j)=exp(-(d.^2)/(2*d0.^2)); % 频域高斯低通滤波器传递函数

end

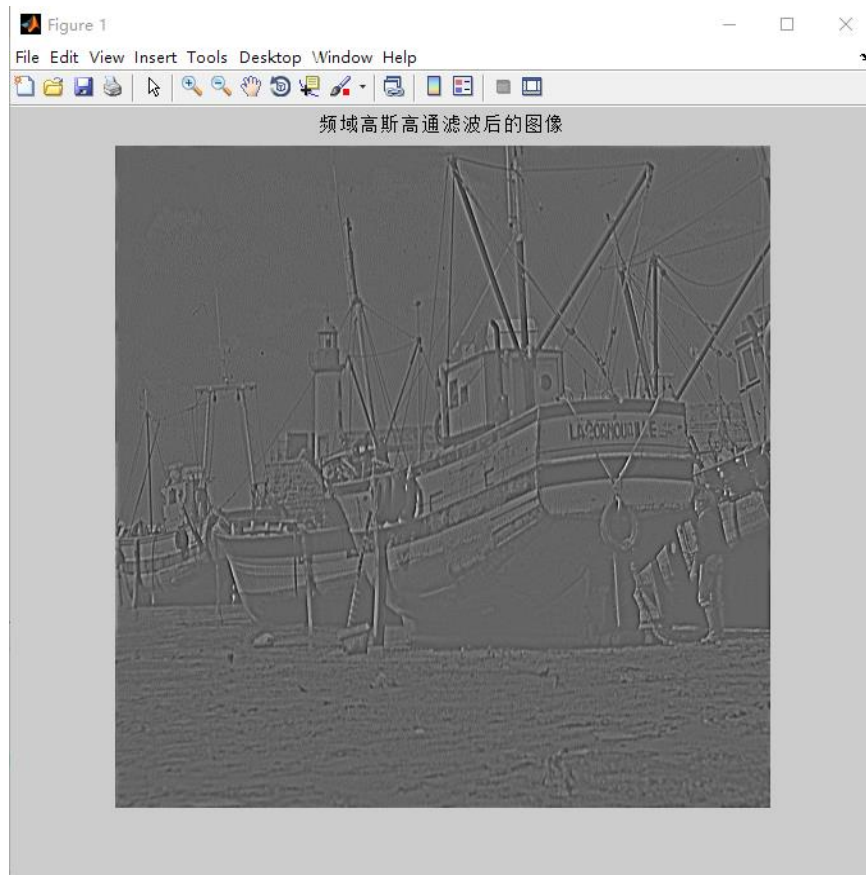
end

3、频域滤波

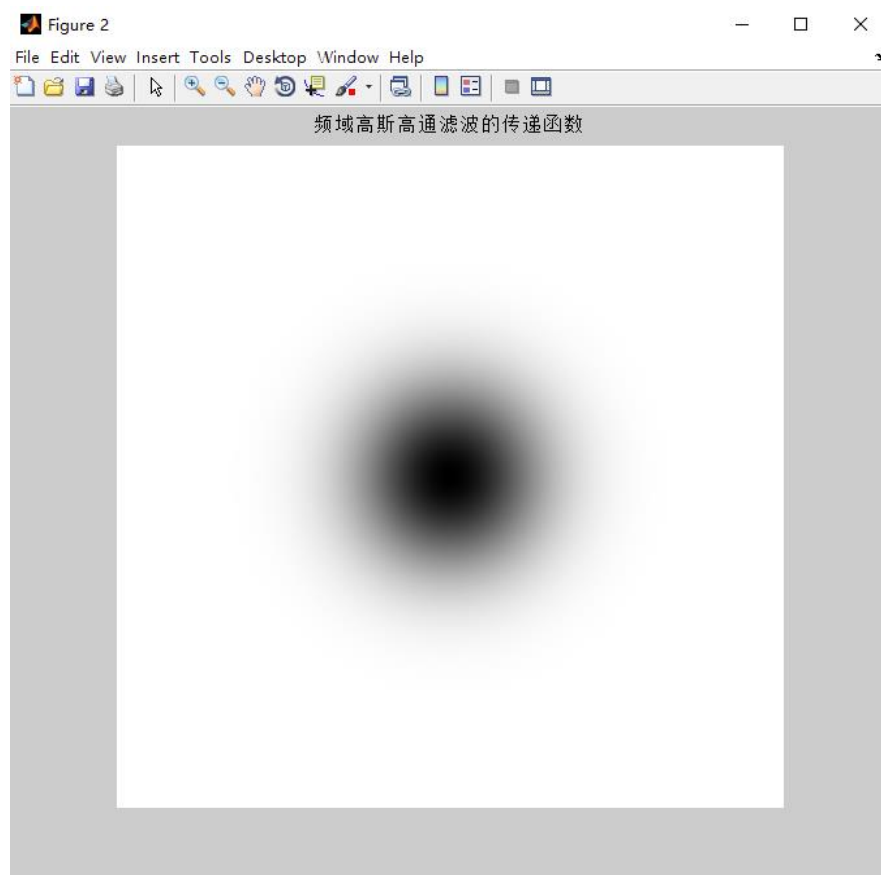
```
HGHPF=1-HGLPF; %频域高斯高通滤波器传递函数  
Fc1=Fc.*HGHPF; %频域高斯高通滤波  
F1=ifftshift(Fc1);  
J=ifft2(F1); %频域高斯高通滤波后二维离散傅里叶逆变换  
imshow(real(J),[]);title('频域高斯高通滤波后的图像')  
figure,imshow(HGHPF);title('频域高斯高通滤波的传递函数')
```

3、频域滤波

频域高斯高通滤波后的图像



频域高斯高通滤波的传递函数



实验三 二维离散傅里叶变换性质和频域滤波

六、思考题

1. 二维离散傅里叶的**可分离性**有什么意义？
2. 对图像**旋转**某个角度，其二维离散傅里叶变换谱有什么变化？
3. 对图像的二维离散傅里叶变换的**相位信息**，进行二维离散傅里叶逆变换，**其结果怎样？解释其原因**；对图像的二维离散傅里叶变换谱的**实部**进行二维离散傅里叶逆变换，**其结果怎样？解释其原因**。
4. 频域理想**低通滤波**和频域巴特沃斯低通滤波的图像处理效果有什么不同？**解释其原因**。

实验三 二维离散傅里叶变换性质和频域滤波

七、实验报告要求

- 1、写出二维离散傅里叶变换的公式，并解释其含义。
- 2、写出FFT算法的思想。
- 3、回答思考题。