

# 作业 6（第四章）（2019 年 4 月 9 号）

计算作业：

4.26, 4.27

## 实验作业

- 1、用理想低通滤波器在频率域实现低通滤波
- 2、用理想高通滤波器在频率域实现高频增强  
(可能用到的函数 `fft2()`, `fliplr(H)`, `flipud(H)`)

提升作业（不要求，有兴趣的同学可以做一下）

- 1、用巴特沃斯低通滤波器和高斯低通滤波器实现图像的低通滤波。
- 2、用巴特沃斯低通滤波器和高斯低通滤波器实现图像的高频增强。

上机实验代码：

## 1 理想滤波器

```
clc;
clear;
% 理想滤波器
A=imread('lena.jpg');
I=rgb2gray(A);
subplot(331);
imshow(I);
title('原图像');
gn=imnoise(I,'gaussian',0,0.01);
J=I+gn;
subplot(332);
imshow(J);
title('加高斯噪声图像');

F=fftshift(fft2(I));
subplot(333);
imshow(abs(F),[]);
```

```

title('傅里叶变换所得频谱');

[a,b]=size(F);
a0=round(a/2);
b0=round(b/2);

r=[5,50,150];
for x=1:3;
for i=1:a
    for j=1:b
        distance=sqrt((i-a0)^2+(j-b0)^2);
        if distance<=r(x) hl=1;hh=0;
        else hl=0;hh=1; % hl 为低通滤波器, hh 为高通滤波器
        end;
        F1(i,j)=hl*F(i,j);
        F2(i,j)=hh*F(i,j);
    end;
end;
lf=uint8(real(ifft2(ifftshift(F1))));
hf=uint8(real(ifft2(ifftshift(F2))));
subplot(3,3,(x+3));
imshow(lf);
title(['r=',num2str(r(x)),'低通滤波图像']);
subplot(3,3,(x+6));
imshow(hf);
title(['r=',num2str(r(x)),'高通滤波图像']);
end;

```

## 2 巴特沃兹滤波器

```

% 定义 Butterworth 滤波器函数 Bfilter
function [image_out_low,image_out_high] = Bfilter(image_in, D0, N)
% Butterworth 滤波器, 在频率域进行滤波
% 输入为需要进行滤波的灰度图像, Butterworth 滤波器的截止频率 D0, 阶数 N
% 输出为滤波之后的低通和高通灰度图像

[m, n] = size(image_in);
P = 2 * m;
Q = 2 * n;

fp = zeros(P, Q);
%对图像填充 0, 并且乘以 (-1)^(x+y) 以移到变换中心
for i = 1 : m
    for j = 1 : n

```

```

        fp(i, j) = double(image_in(i, j)) * (-1)^(i+j);
    end
end
% 对填充后的图像进行傅里叶变换
F = fft2(fp);

% 生成 Butterworth 滤波函数, 中心在 (m+1,n+1)
Bw_low = zeros(P, Q);
a = D0^(2 * N);
for u = 1 : P
    for v = 1 : Q
        temp = (u-(m+1.0))^2 + (v-(n+1.0))^2;
        Bw_low(u, v) = 1 / (1 + (temp^N) / a);
        Bw_high(u, v) = 1 / (1 + a / (temp^N));
    end
end

%进行滤波
G1 = F .* Bw_low;
G2 = F .* Bw_high;

% 反傅里叶变换
gp1 = ifft2(G1);
gp2 = ifft2(G2);

% 处理得到的图像
image_out_low = zeros(m, n, 'uint8'); image_out_high = zeros(m, n,
'uint8');
gp1 = real(gp1); gp2 = real(gp2);
g1 = zeros(m, n); g2 = zeros(m, n);
for i = 1 : m
    for j = 1 : n
        g1(i, j) = gp1(i, j) * (-1)^(i+j);
        g2(i, j) = gp2(i, j) * (-1)^(i+j);
    end
end

%归一
mmax1 = max(g1(:)); mmax2 = max(g2(:));
mmin1 = min(g1(:)); mmin2 = min(g2(:));
range1 = mmax1-mmin1; range2 = mmax2-mmin2;
for i = 1 : m
    for j = 1 : n
        image_out_low(i,j) = uint8(255 * (g1(i, j)-mmin1) / range1);

```

```

        image_out_high(i,j) = uint8(255 * (g2(i, j)-mmin2) / range2);
    end
end
end

```

% 巴特沃兹低通滤波器

```

image = imread('test.png');
image1 = rgb2gray(image);

[image2,image7] = Bfilter(image1, 5, 2);
[image3,image8] = Bfilter(image1, 15, 2);
[image4,image9] = Bfilter(image1, 30, 2);
[image5,image10] = Bfilter(image1, 80, 2);
[image6,image11] = Bfilter(image1, 230, 2);

```

% 显示图像

```

figure;
subplot(2,3,1), imshow(image1), title('原图像');
subplot(2,3,2), imshow(image2), title('D0 = 5, n = 2, 低通');
subplot(2,3,3), imshow(image3), title('D0 = 15, n = 2, 低通');
subplot(2,3,4), imshow(image4), title('D0 = 30, n = 2, 低通');
subplot(2,3,5), imshow(image5), title('D0 = 80, n = 2, 低通');
subplot(2,3,6), imshow(image6), title('D0 = 230, n = 2, 低通');
figure;
subplot(2,3,1), imshow(image1), title('原图像');
subplot(2,3,2), imshow(image7), title('D0 = 5, n = 2, 高通');
subplot(2,3,3), imshow(image8), title('D0 = 15, n = 2, 高通');
subplot(2,3,4), imshow(image9), title('D0 = 30, n = 2, 高通');
subplot(2,3,5), imshow(image10), title('D0 = 80, n = 2, 高通');
subplot(2,3,6), imshow(image11), title('D0 = 230, n = 2, 高通');

```

### 3 高斯滤波器

% 定义高斯滤波器

```
function [im1,im2] = Gfilter(ima,D0)
```

% 高斯滤波器，在频率域进行滤波

% 输入为需要进行滤波的灰度图像 photo，截止频率 D0

% 输出为滤波之后的低通和高通灰度图像

```

[r,c] = size(ima); %获取输入图像的行和列
D = zeros(r,c); %D(u,v) 是距频率矩形中心的距离

for i=1:r
    for j=1:c

```

```

        D(i,j)=sqrt((i-r/2)^2+(j-c/2)^2);
    end
end

%计算滤波器，得到高斯低高通滤波器
H1=exp(-(D.^2)/(2*D0*D0));
H2=1-H1;

F1=fft2(ima,size(H1,1),size(H1,2)); %对原图像进行傅里叶变换
F2=fft2(ima,size(H2,1),size(H2,2));

F1=fftshift(F1); %对傅里叶变换后的 F 进行中心移位
F2=fftshift(F2);

F1=ifft2(ifftshift(H1.*F1)); %对中心移位后的 F 使用高斯低通滤波器后进行反 FFT
移动, 并进行反变换
Fh=ifft2(ifftshift(H2.*F2));

im1=real(F1); %从结果中获取幅度（或称频率谱）
im2=real(Fh);

im1=uint8(im1);
im2=uint8(im2);

```

% 高斯滤波器

```

image = imread('test.png');
image1 = rgb2gray(image);

[image2,image7] = Gfilter(image1, 5);
[image3,image8] = Gfilter(image1, 15);
[image4,image9] = Gfilter(image1, 30);
[image5,image10] = Gfilter(image1, 80);
[image6,image11] = Gfilter(image1, 230);

```

% 显示图像

```

figure;
subplot(2,3,1), imshow(image1), title('原图像');
subplot(2,3,2), imshow(image2), title('D0 = 5, 低通');
subplot(2,3,3), imshow(image3), title('D0 = 15, 低通');
subplot(2,3,4), imshow(image4), title('D0 = 30, 低通');
subplot(2,3,5), imshow(image5), title('D0 = 80, 低通');
subplot(2,3,6), imshow(image6), title('D0 = 230, 低通');
figure;
subplot(2,3,1), imshow(image1), title('原图像');

```

```
subplot(2,3,2), imshow(image7), title('D0 = 5, 高通');
subplot(2,3,3), imshow(image8), title('D0 = 15, 高通');
subplot(2,3,4), imshow(image9), title('D0 = 30, 高通');
subplot(2,3,5), imshow(image10), title('D0 = 80, 高通');
subplot(2,3,6), imshow(image11), title('D0 = 230, 高通');
```

## 运行结果：

### 1. 理想滤波器

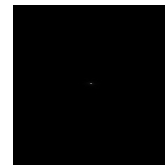
原图像



加高斯噪声图像



傅里叶变换所得频谱



r=5低通滤波图像



r=50低通滤波图像



r=150低通滤波图像



r=5高通滤波图像



r=50高通滤波图像

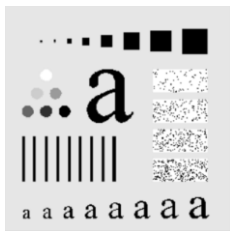


r=150高通滤波图像

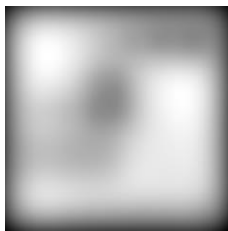


### 2. butterworth 滤波器

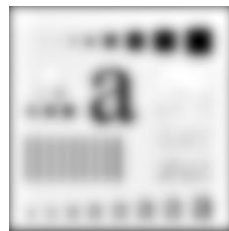
原图像



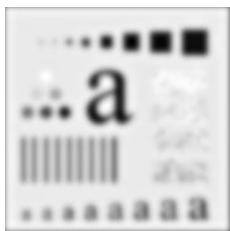
D0 = 5, n = 2, 低通



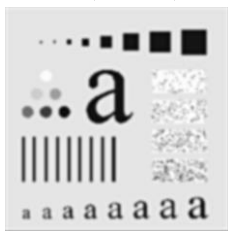
D0 = 15, n = 2, 低通



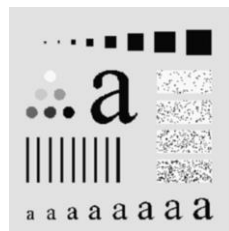
D0 = 30, n = 2, 低通



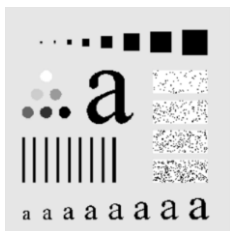
D0 = 80, n = 2, 低通



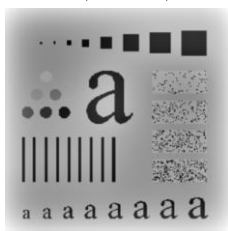
D0 = 230, n = 2, 低通



原图像



D0 = 5, n = 2, 高通



D0 = 15, n = 2, 高通



D0 = 30, n = 2, 高通



D0 = 80, n = 2, 高通

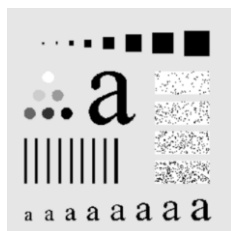


D0 = 230, n = 2, 高通

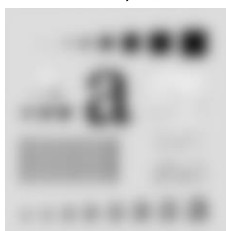


### 3. 高斯滤波器

原图像



D0 = 5, 低通



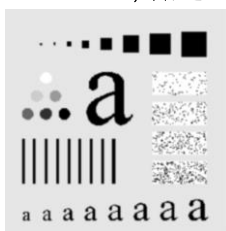
D0 = 15, 低通



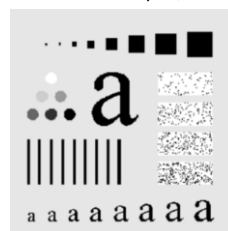
D0 = 30, 低通



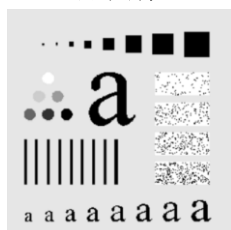
D0 = 80, 低通



D0 = 230, 低通



原图像



D0 = 5, 高通



D0 = 15, 高通



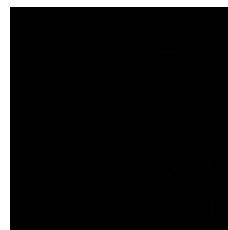
D0 = 30, 高通



D0 = 80, 高通



D0 = 230, 高通





## 结果分析：

实验 1,2 就是设计理想滤波器，设置截止频率，实验结果理想。实验 3,4 是运用巴特沃兹滤波器实现低通和高通滤波，效果和课本近似。实验 5,6 是运用高斯滤波器进行滤波，效果理想。