

数字图像与视频处理

第五次作业

姓 名：孔维乐

班 级：自动化 65

学 号：2160504122

提交日期：2019 年 3 月

摘要：频率直接关系到空间的变化率，因此直观的将傅里叶变换中的频率与图像中的亮度变化模式联系起来并不困难。低频对应于图像中变化缓慢的灰度成分，而高频对应于图像中变化较快的灰度成分。频率域中的滤波技术是先修改傅里叶变换以达到特殊目的，然后进行傅里叶反变换返回到图像域。

关键词：傅里叶变换 频率域 滤波技术

任务一

频域低通滤波器: 设计低通滤波器包括 butterworth and Gaussian (选择合适的半径, 计算功率谱比), 平滑测试图像 test1 和 2; 分析各自优缺点。

问题分析:

1) 频域滤波步骤:



2) 巴特沃斯低通滤波:

滤波函数为:

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

3) 高斯低通滤波:

滤波函数为:

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

4) 功率谱:

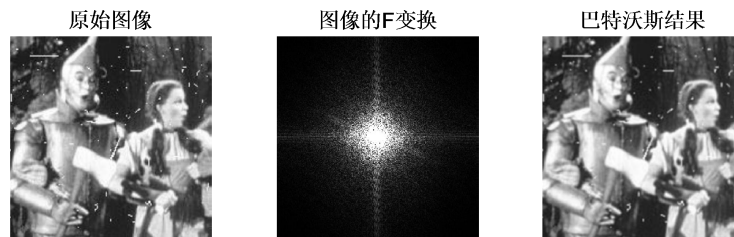
功率谱的计算公式为:

$$p = \frac{\sum_{u=0}^P \sum_{v=0}^Q [\text{real}(G(u, v))]^2}{\sum_{u=0}^P \sum_{v=0}^Q [F(u, v)]^2}$$

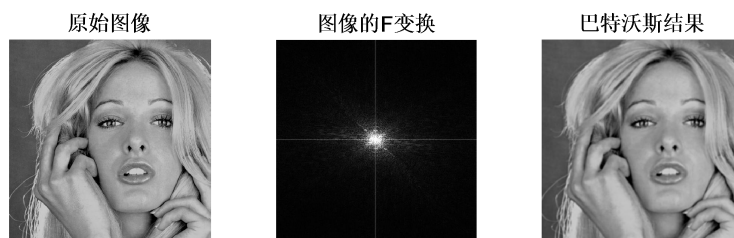
实验结果:

巴特沃斯低通滤波（滤波半径=75，阶数=2）

Test1 功率谱比: 0.9957

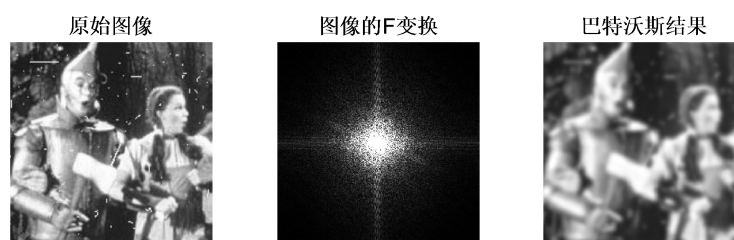


Test2 功率谱比: 0.9916

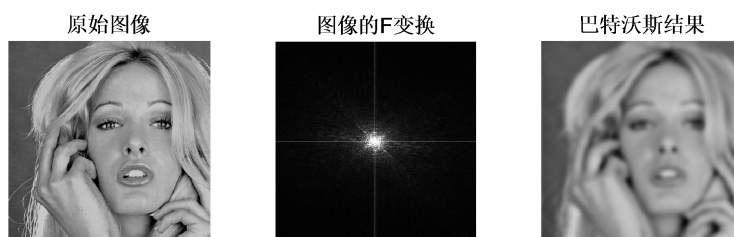


巴特沃斯低通滤波（滤波半径=20，阶数=2）

Test1 功率谱比: 0.9655

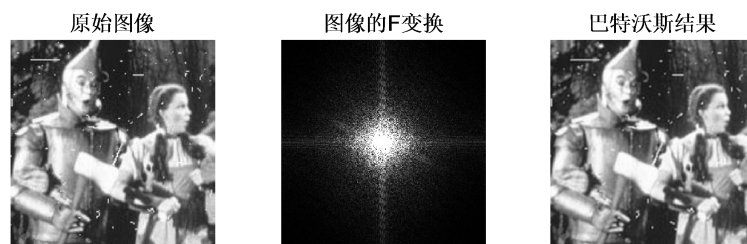


Test2 功率谱比: 0.9766

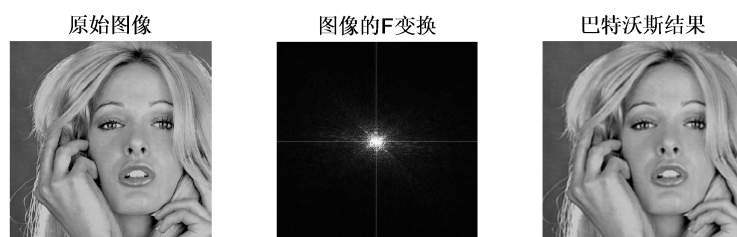


巴特沃斯低通滤波（滤波半径=75，阶数=4）

Test1 功率谱比: 0.9974

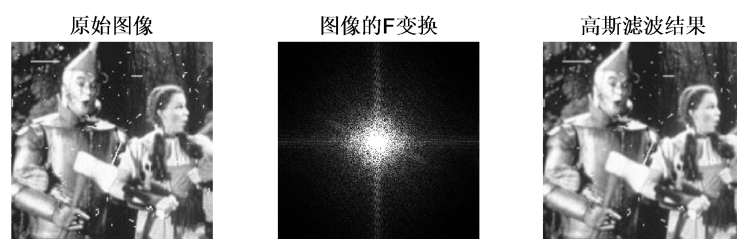


Test2 功率谱比: 0.9925

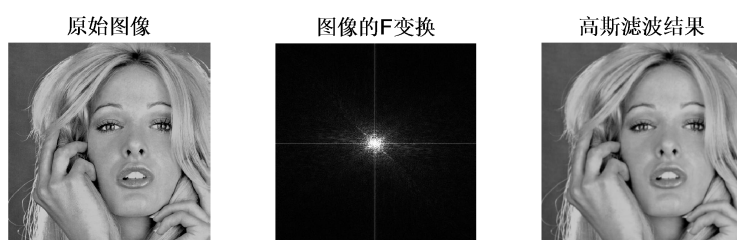


高斯低通滤波（滤波半径=75）

Test1 功率谱比: 0.9925

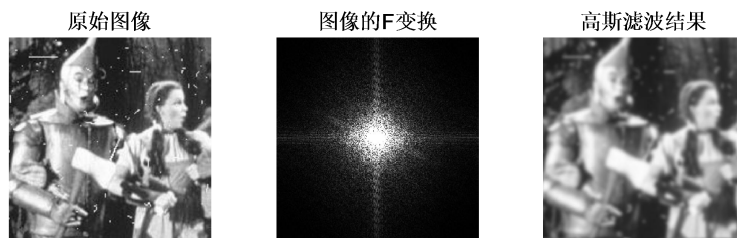


Test2 功率谱比: 0.9902

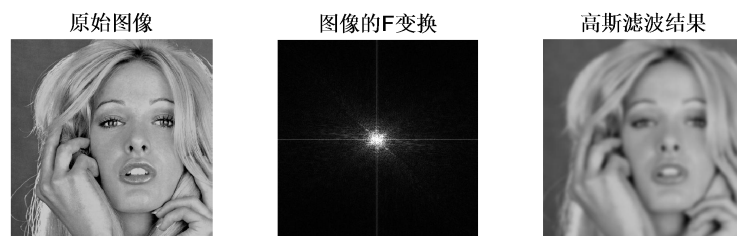


高斯低通滤波（滤波半径=20）

Test1 功率谱比: 0.9553



Test2 功率谱比: 0.9701



结果分析:

对比每组原始图像与低通滤波后的图像可以发现，两种滤波器对图像均有平滑效果。

对于两幅图像，利用截止频率 20 和 75 分别进行滤波，可以发现随着截止频率的降低，滤波后的图像越来越模糊，功率谱比越来越小，即滤波后图像所包含的低频分量越来越少。

对于巴特沃斯低通滤波器，阶数越低，图像越模糊，功率谱比越小。

对比二阶巴特沃斯滤波器和高斯滤波器发现，二者在相同截止频率下的滤波效果基本一致，但功率谱比不同，这是由于滤波器在过渡带的差异造成的。

任务二

频域高通滤波器：设计高通滤波器包括 butterworth and Gaussian，在频域增强边缘。选择半径和计算功率谱比，测试图像 test3,4：分析各自优缺点。

问题分析：

1) 巴特沃斯高通滤波：

用 1 减去任务一中得到的巴特沃斯低通滤波模板即可。

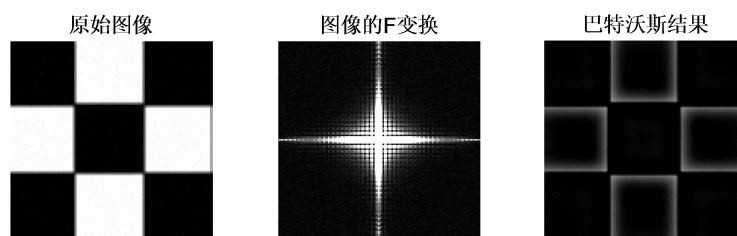
2) 高斯高通滤波：

用 1 减去任务一中得到的高斯低通滤波模板即可。

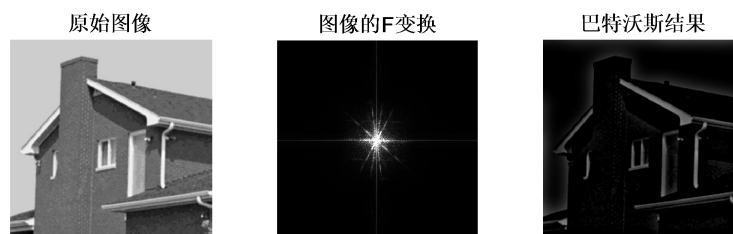
实验结果：

巴特沃斯高通滤波（滤波半径=5，阶数=2）

Test3 功率谱比: 0.0603

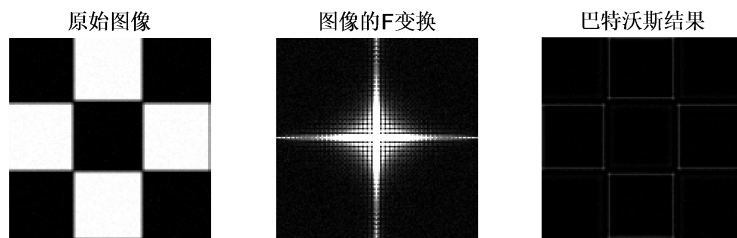


Test4 功率谱比: 0.0458

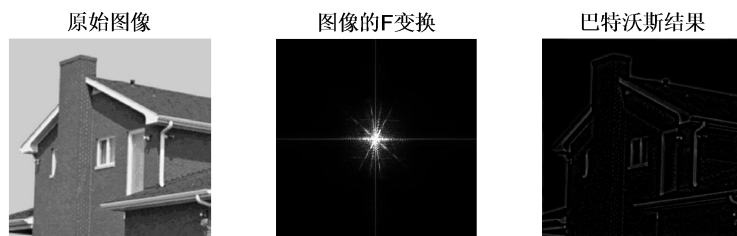


巴特沃斯高通滤波（滤波半径=20，阶数=2）

Test3 功率谱比: 0.0041

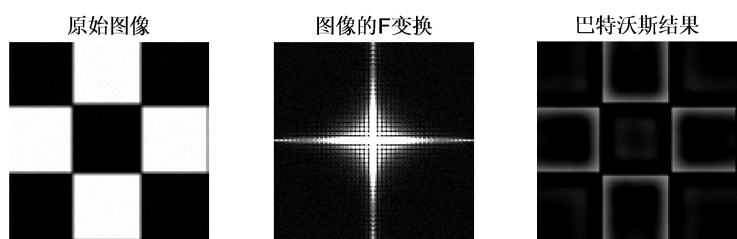


Test4 功率谱比: 0.0102

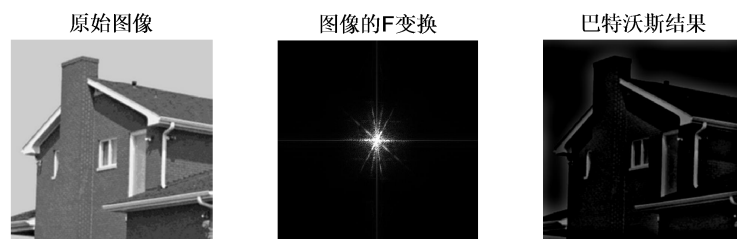


巴特沃斯高通滤波（滤波半径=5，阶数=4）

Test3 功率谱比: 0.0662

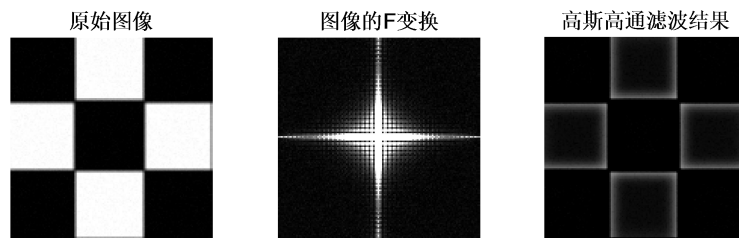


Test4 功率谱比: 0.0493

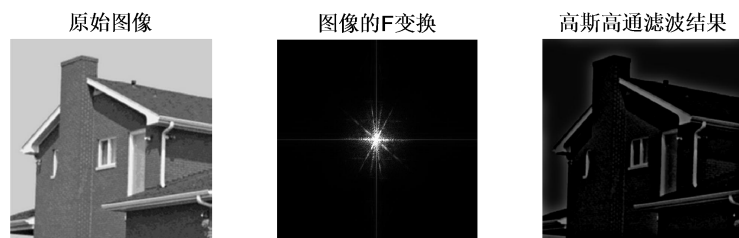


高斯高通滤波（滤波半径=5）

Test3 功率谱比: 0.0520

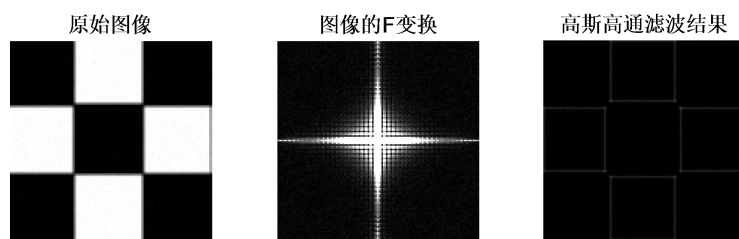


Test4 功率谱比: 0.0422

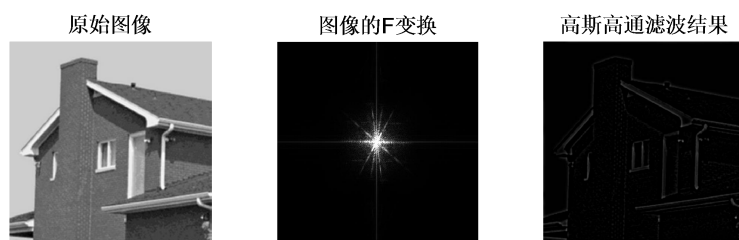


高斯高通滤波（滤波半径=20）

Test3 功率谱比: 0.0034



Test4 功率谱比: 0.0082



结果分析：

对比每组原始图像与高通滤波后的图像可以发现，两种滤波器对图像边缘均有增强效果。

对于两幅图像，利用截止频率 20 和 5 分别进行滤波，可以发现随着截止频率的增高，滤波后的图像边缘越来越清晰，功率谱比越来越小，即滤波后图像所包含的高频分量越来越少。但当截止频率增大到一定的程度后，图像的边缘将会消失，因为滤除的能量太多，图像变成了黑色。

对于巴特沃斯高通滤波器，阶数越高，图像边缘基本不变，功率谱比越大。

对比二阶巴特沃斯滤波器和高斯滤波器发现，二者在相同截止频率下的滤波效果基本一致，但功率谱比不同，这是由于滤波器在过渡带的差异造成的。

对比高通滤波和低通滤波可知，高通滤波器会滤除直流分量，造成图像变暗。导致截止频率过高时，图像边缘消失，整个图像变成黑色。

任务三

其他高通滤波器：拉普拉斯和 Unmask，对测试图像 test3,4 滤波；分析各自优缺点；

比较并讨论空域低通高通滤波（Project3）与频域低通和高通的关系。

问题分析：

1) 锐化高通滤波：

滤波函数为：

$$\begin{aligned}g(x, y) &= \mathfrak{F}^{-1}\left[k_1 F(u, v) + k_2(1 - H_{LP}(u, v))F(u, v)\right] \\&= \mathfrak{F}^{-1}\left[k_1 F(u, v) + k_2 H_{HP}(u, v)F(u, v)\right] \\&= \mathfrak{F}^{-1}\left[(k_1 + k_2 H_{HP}(u, v)) \cdot F(u, v)\right]\end{aligned}$$

2) 拉普拉斯高通滤波：

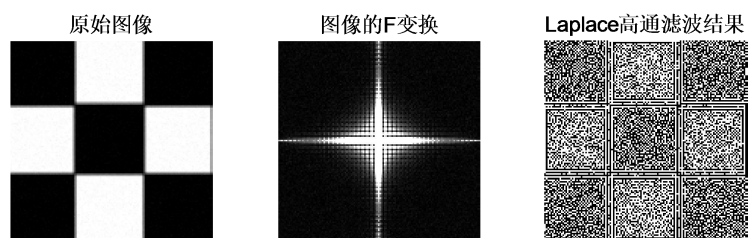
拉普拉斯算子为：

$$H(u, v) = -[(u - M/2)^2 + (v - N/2)^2]$$

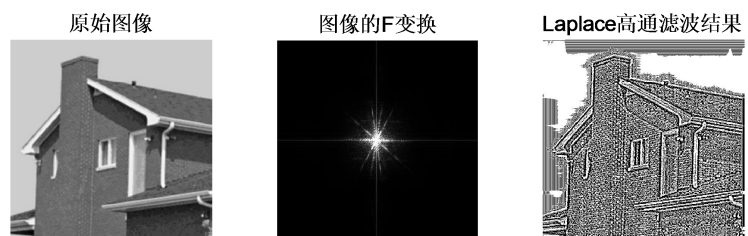
实验结果：

拉普拉斯高通滤波

Test3 结果

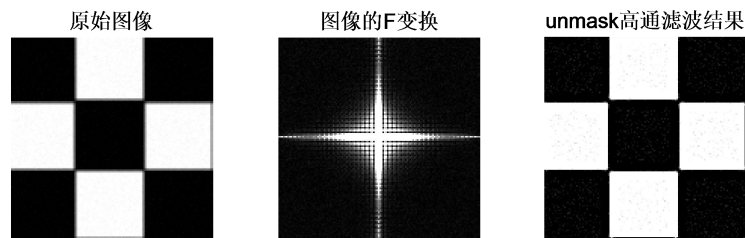


Test4 结果

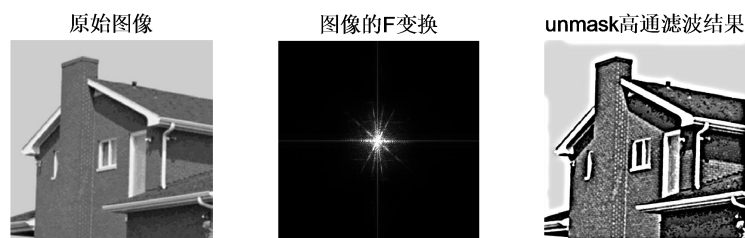


锐化滤波

Test3 结果



Test4 结果



结果分析:

对比每组图中的原始图像和滤波后图像，可以发现滤波器对图像的边缘增强效果。

对比拉普拉斯和锐化滤波，两者的效果基本一致。

空域低通高通滤波与频域低通的关系:

空域滤波与频域滤波的纽带是卷积定理。空域滤波为输入函数与滤波函数的卷积，频域滤波是输入函数的傅里叶变换与图像傅里叶变换的乘积。空域滤波与频域滤波互为傅里叶变换。

空域增强技术与频域增强技术有较强的联系。空域滤波中的平滑滤波是要滤除不规则的噪声或干扰，从频域的角度看，不规则的噪声具有较高的频率，所以可以用具有低通能力的频域滤波器实现。空域滤波中的锐化滤波是要增强边缘和轮廓强度，从频域的角度看，边缘

和轮廓处具有较高的频率，所以可以用具有高通能力的频域滤波器实现。

源代码：

```
clear all
clc
I=imread('test4 copy.bmp');
subplot(1,3,1);
imshow(I);

title('原始图像');

f=double(I);
F=fft2(f);
F=fftshift(F);
A=abs(F);
A=(A-min(min(A)))/(max(max(A))-min(min(A)))*255;
subplot(1,3,2);
imshow(A);

title('图像的 F 变换');

[P,Q]=size(F);
k1=1;
k2=5;

D0=10; %滤波器半径

for u=1:1:P
    for v=1:1:Q

D(u,v)=sqrt((u-floor(P/2))^2+(v-floor(Q/2))^2);
%      H(u,v)=1/(1+(D(u,v)/D0)^(2*n));
%      G(u,v)=H(u,v)*F(u,v); %B_LP
%
%      H(u,v)=exp(-D(u,v)^2/(2*D0^2));
%      G(u,v)=H(u,v)*F(u,v); %G_LP
%
%      H(u,v)=1/(1+(D0/D(u,v))^(2*n));
%      G(u,v)=H(u,v)*F(u,v); %B_HP
%
%      H(u,v)=1-exp(-D(u,v)^2/(2*D0^2));
%      G(u,v)=H(u,v)*F(u,v); %G_HP
```

```

%
%      H(u,v)=1+c*4*pi^2*(D(u,v))^2;
%      G(u,v)=H(u,v)*F(u,v);                                     %laplace

      H(u,v)=1-exp(-D(u,v)^2/(2*D0^2));
      G(u,v)=(k1+k2*H(u,v))*F(u,v);                             %unmask
end
end
g=ifftshift(G);
g=ifft2(g);
g=uint8(real(g));
subplot(1,3,3);
imshow(g);

title('滤波结果');

%计算功率谱比
% sum_p=0;
% sum_f=0;
% for u=1:1:P
%     for v=1:1:Q
%         p=(abs(G(u,v)))^2;
%         sum_p=sum_p+p;
%         f=(abs(F(u,v)))^2;
%         sum_f=sum_f+f;
%     end
% end
% Rate=sum_p/sum_f

```