

第五次作业

班级：自动化64

姓名：张晟

学号：2160504107

日期：2019/4/2

摘要

本次作业主要考察从频域的角度处理图片。分别使用巴特沃斯，高斯滤波器实现高通，低通滤波器对图像进行处理，并分析处理结果，总结优缺点。

第一题

题目重述

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;

思路

在频域滤波的基本步骤为：

- 对于一幅灰度图像 $f(x,y)$ ，设其尺寸为 $M \times N$ 。则通常取 $P=2M$ ， $Q=2N$ 。对于 $f(x,y)$ 添加适当的0形成尺寸为 $P \times Q$ 的图像 $f'(x,y)$ 。用 $(-1)^{x+y}$ 乘 $f'(x,y)$ 将其移到变换中心。
- 计算该图像的DFT
- 计算滤波器函数 $H(u,v)$ ，大小与 $f'(x,y)$ 相同
- 计算 $G(u,v)=F(u,v)H(u,v)$ 得到滤波后图像的频谱
- 使用傅里叶反变换得到滤波后图像 $g(x,y)$

巴特沃斯低通滤波器的函数为

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

其中 D_0 为直径， n 为阶数。

高斯滤波器的函数为

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

D0含义同上

功率谱比值

遍历F(u,v)和G(u,v)计算每一个点处的复数的模的平方，并求和。用G(u,v)的计算结果除以F(u,v)的计算结果即为功率谱比。

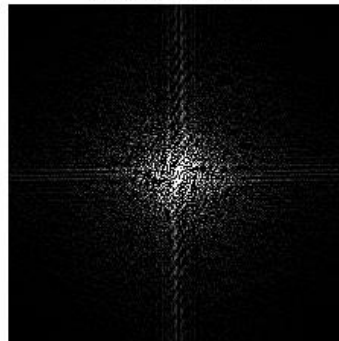
实现傅里叶变换和傅里叶反变换用matlab中的fft2和ifft2

结果

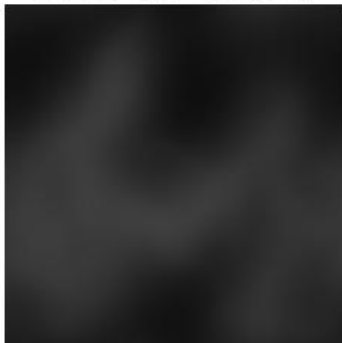
原始图像



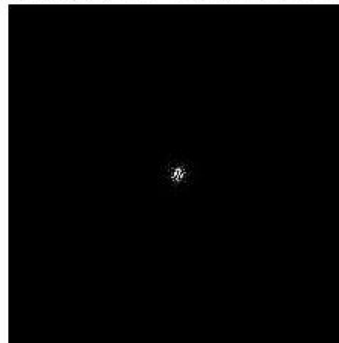
原始图像频谱



btL N=1 D=1滤波后



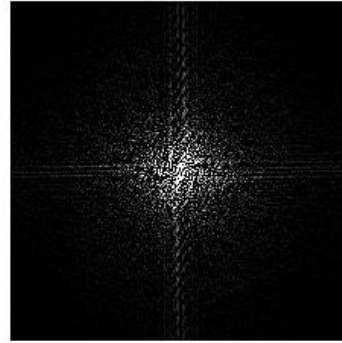
滤波后频谱功率谱比:0.094464



原始图像



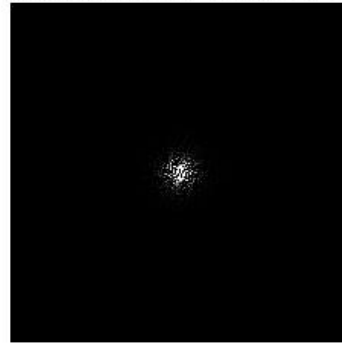
原始图像频谱



btL N=1 D=5滤波后



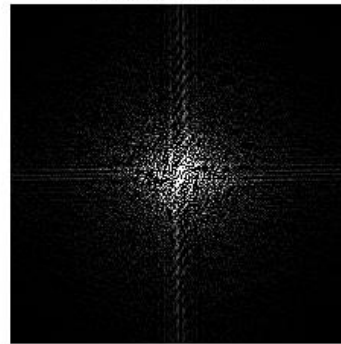
滤波后频谱功率谱比:0.7423



原始图像



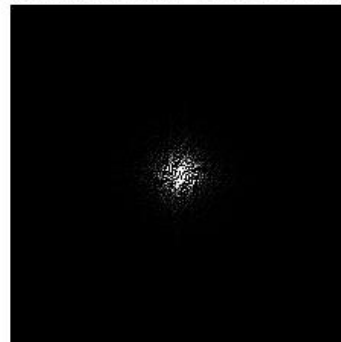
原始图像频谱



btL N=1 D=10滤波后



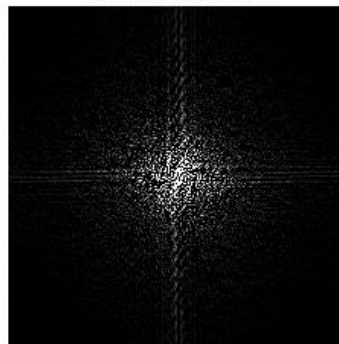
滤波后频谱功率谱比:0.87387



原始图像



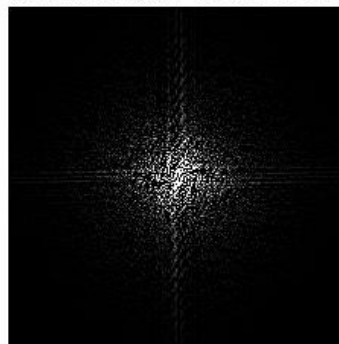
原始图像频谱



btL N=1 D=100滤波后



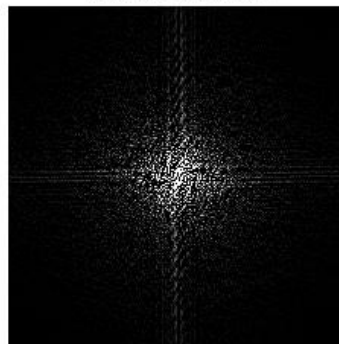
滤波后频谱功率谱比:0.99227



原始图像



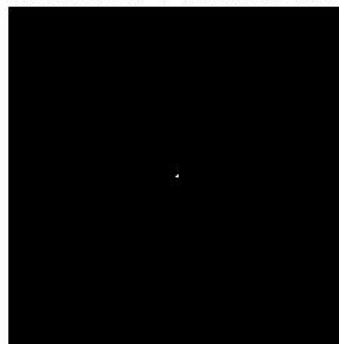
原始图像频谱



btL N=5 D=1滤波后



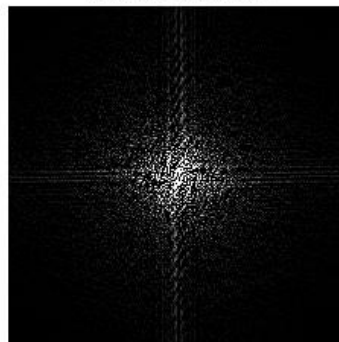
滤波后频谱功率谱比:0.0093711



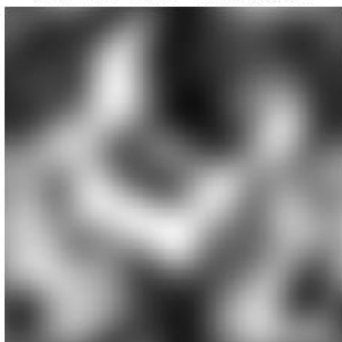
原始图像



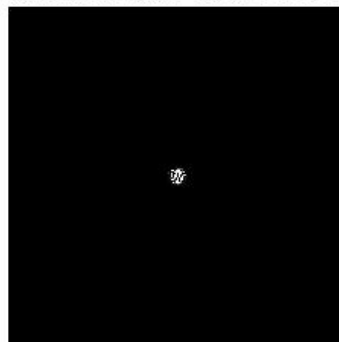
原始图像频谱



btL N=5 D=5滤波后



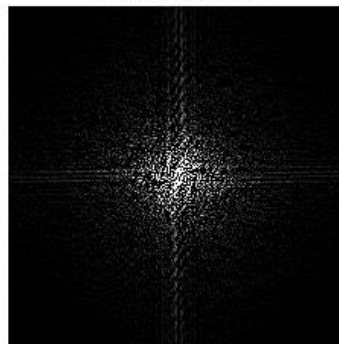
滤波后频谱功率谱比:0.88427



原始图像



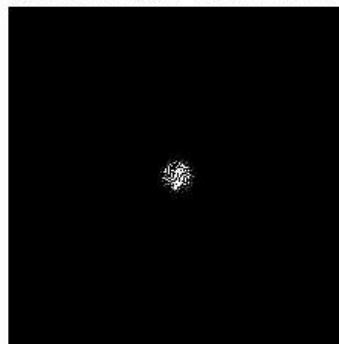
原始图像频谱



btL N=5 D=10滤波后



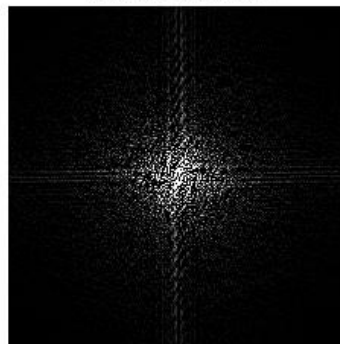
滤波后频谱功率谱比:0.93862



原始图像



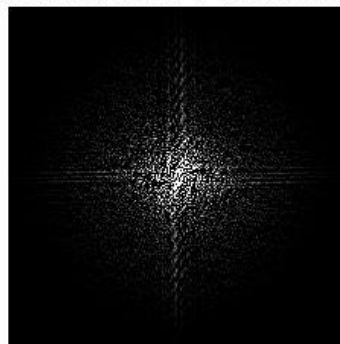
原始图像频谱



btL N=5 D=100滤波后



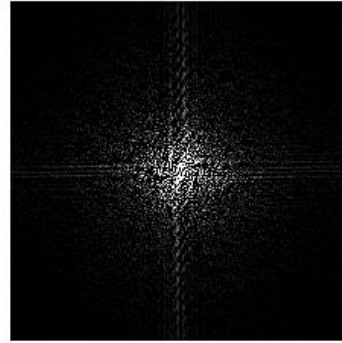
滤波后频谱功率谱比:0.999



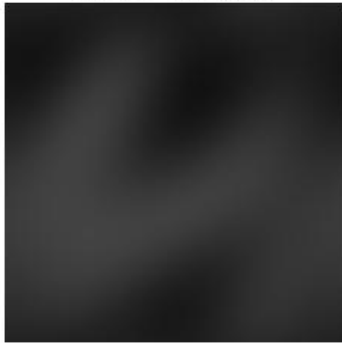
原始图像



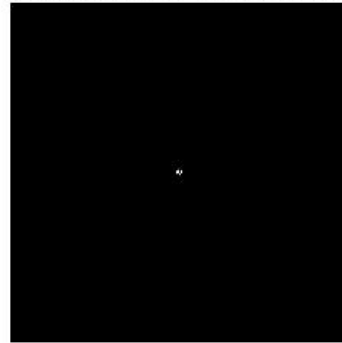
原始图像频谱



gsL D=1滤波后



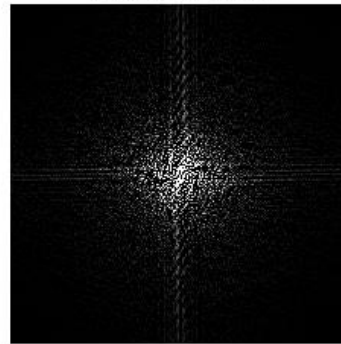
滤波后频谱功率谱比:0.11555



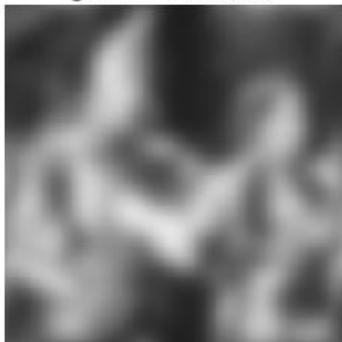
原始图像



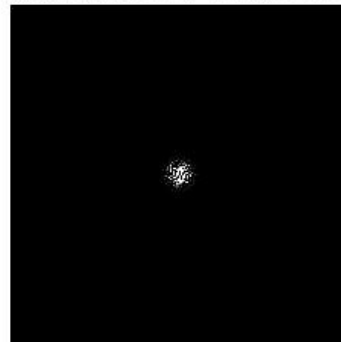
原始图像频谱



gsL D=5滤波后



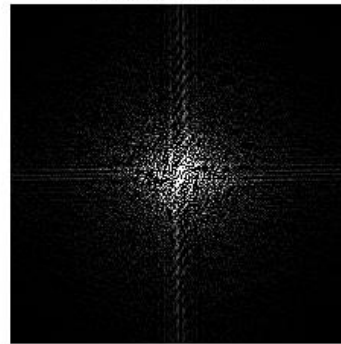
滤波后频谱功率谱比:0.8093



原始图像



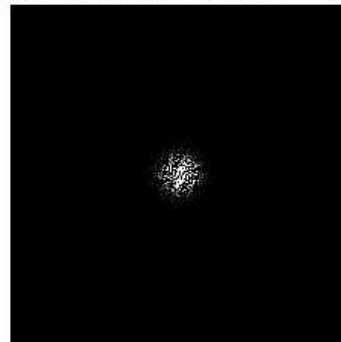
原始图像频谱



gsL D=10滤波后



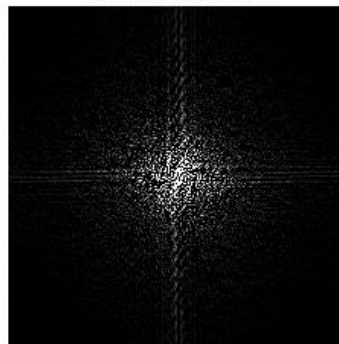
滤波后频谱功率谱比:0.90538



原始图像



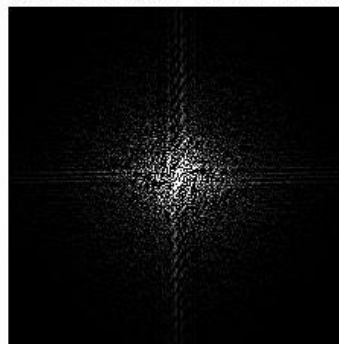
原始图像频谱



gsL D=100滤波后



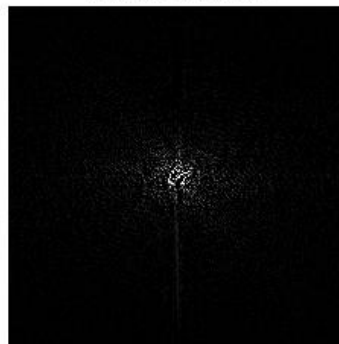
滤波后频谱功率谱比:0.99534



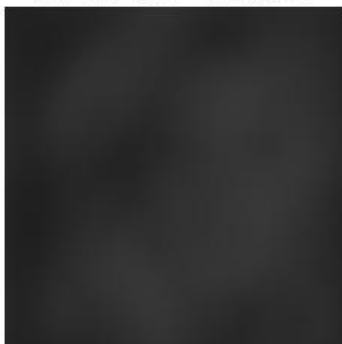
原始图像



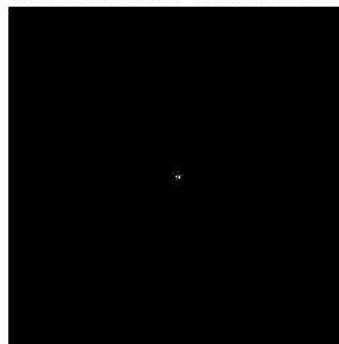
原始图像频谱



btL N=1 D=1滤波后



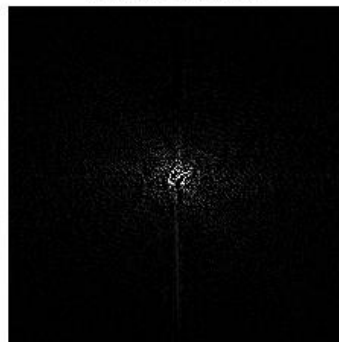
滤波后频谱功率谱比:0.10366



原始图像



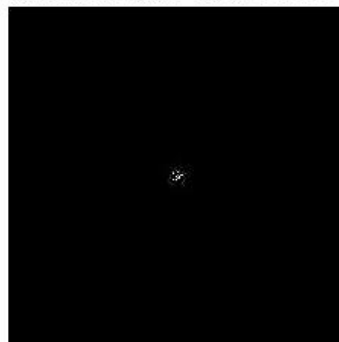
原始图像频谱



btL N=1 D=5滤波后



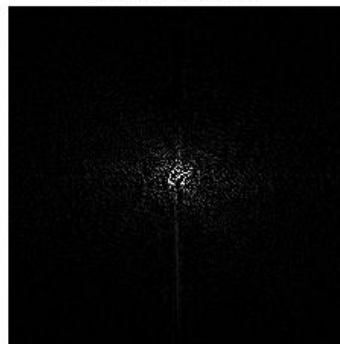
滤波后频谱功率谱比:0.80662



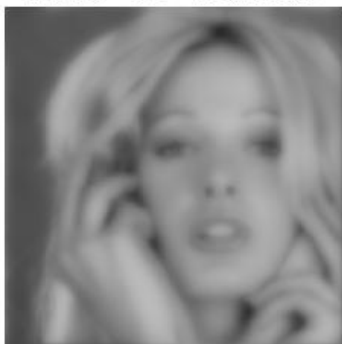
原始图像



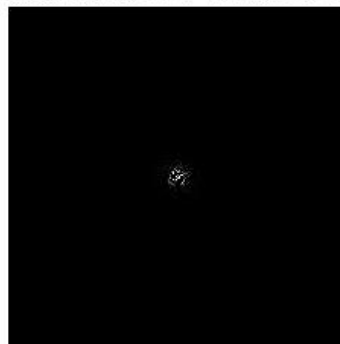
原始图像频谱



btL N=1 D=10滤波后



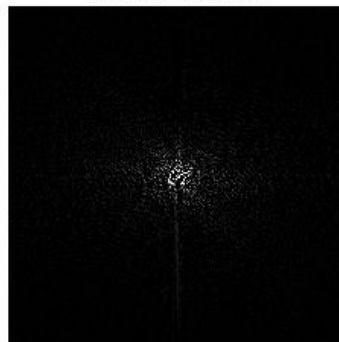
滤波后频谱功率谱比:0.9186



原始图像



原始图像频谱



btL N=1 D=100滤波后



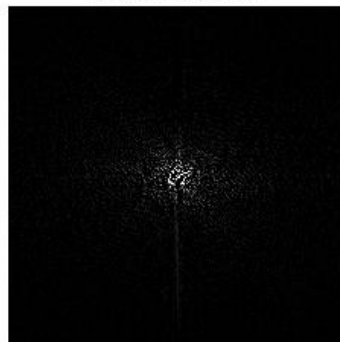
滤波后频谱功率谱比:0.99043



原始图像



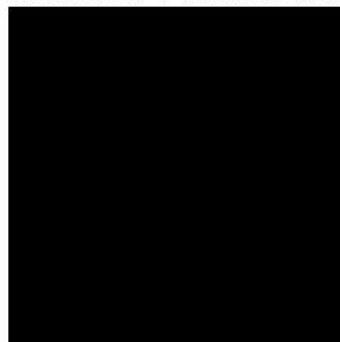
原始图像频谱



btL N=5 D=1滤波后



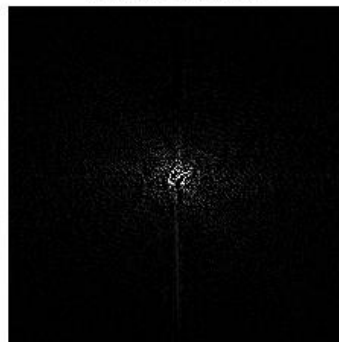
滤波后频谱功率谱比:0.0023965



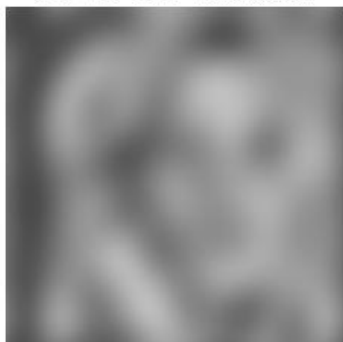
原始图像



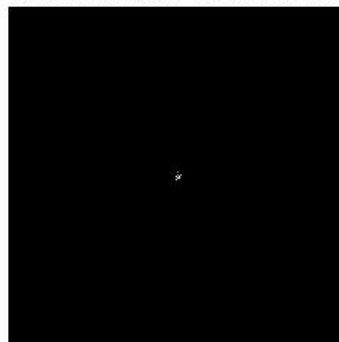
原始图像频谱



btL N=5 D=5滤波后



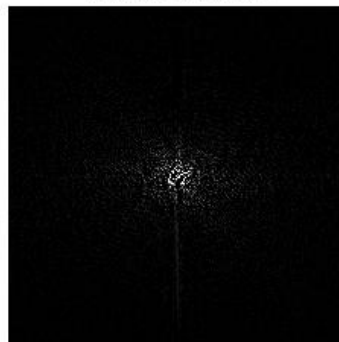
滤波后频谱功率谱比:0.94575



原始图像



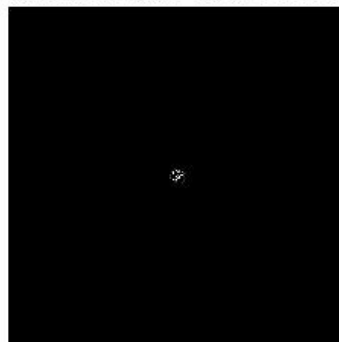
原始图像频谱



btL N=5 D=10滤波后



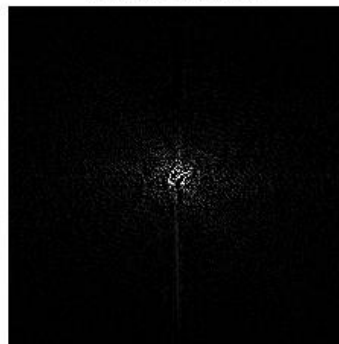
滤波后频谱功率谱比:0.96559



原始图像



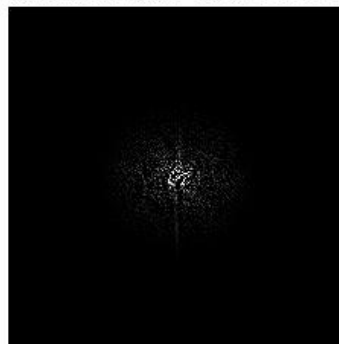
原始图像频谱



btL N=5 D=100滤波后



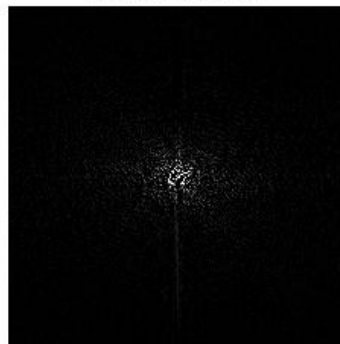
滤波后频谱功率谱比:0.99436



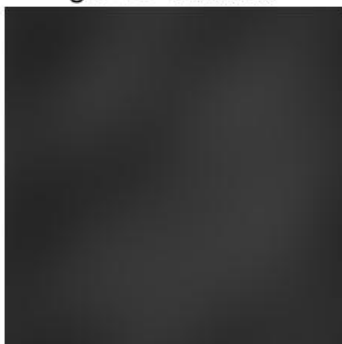
原始图像



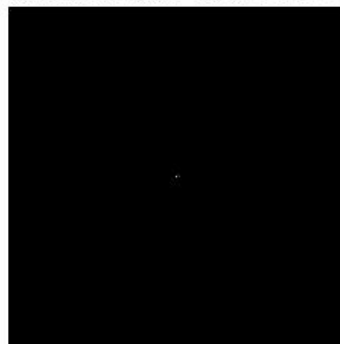
原始图像频谱



gsL D=1滤波后



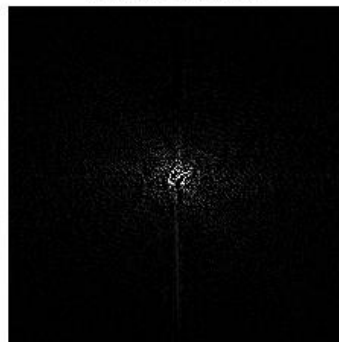
滤波后频谱功率谱比:0.12603



原始图像



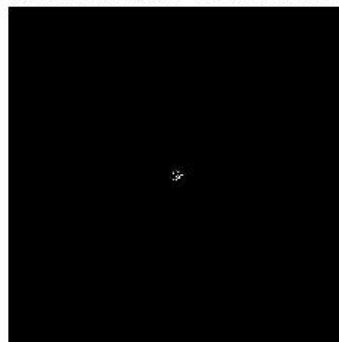
原始图像频谱



gsL D=5滤波后



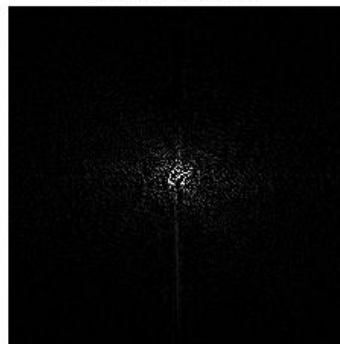
滤波后频谱功率谱比:0.87163



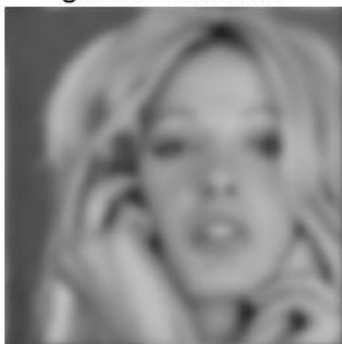
原始图像



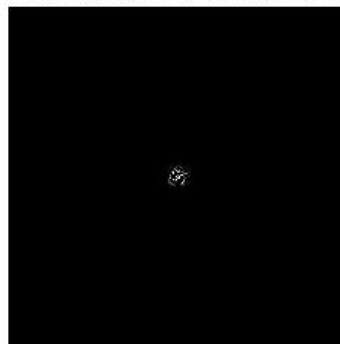
原始图像频谱



gsL D=10滤波后



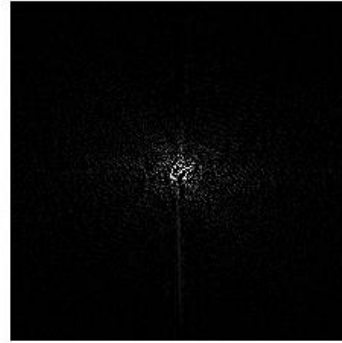
滤波后频谱功率谱比:0.9417



原始图像



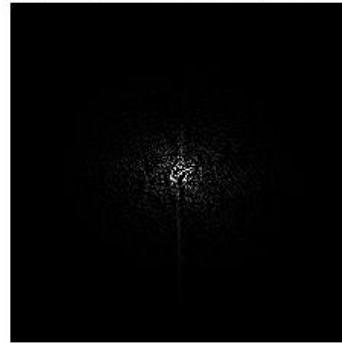
原始图像频谱



gsL D=100滤波后



滤波后频谱功率谱比:0.9924



分析

1. 综合这几幅图片看，总结出低通滤波器的效果是使图像更平滑，更模糊，综合频谱看，低通滤波器保留了中心的成分，丢失了靠近外围的成分。
2. 对于巴特沃斯低通滤波器，随着D增大，滤波器保留的成分越多，在频谱图上表现为中央亮点更多，在功率谱比上表现为数值增大，在图像上表现为由模糊到清晰。随着N增大，在频谱图上表现为中央亮点更密集，在功率谱比上表现为数值增大，在图像上表现为振铃现象。
3. 对于高斯低通滤波器，随着D增大，滤波器保留的成分越多，在频谱图上表现为中央亮点更多，在功率谱比上表现为数值增大，在图像上表现为由模糊到清晰。
4. 优缺点对比：两个滤波器都能够完成滤波任务，但是由于巴特沃斯滤波器的频域函数特性，巴特沃斯滤波器在阶数较高时出现振铃现象，但是高斯滤波器相对而言边缘更平滑，不容易出现振铃现象。但是从程序运行时的感受，高斯滤波器耗费时间长于巴特沃斯滤波器。

第二题

题目重述

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；

思路

频域滤波的步骤第一题中已有叙述，此处不再赘述。

本问题需要使用高通滤波器，反映到程序上就是滤波器的频域表达式不同。

巴特沃斯高通滤波器

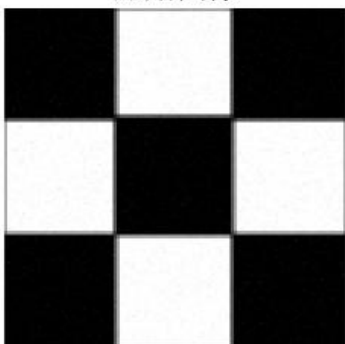
$$H(u, v) = 1 / (1 + (D_0 / D(u, v))^{2n})$$

高斯高通滤波器=1-高斯低通滤波器

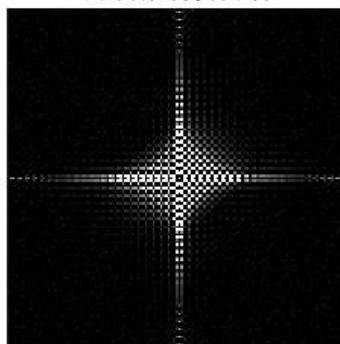
编程方法与第一题相同。

结果

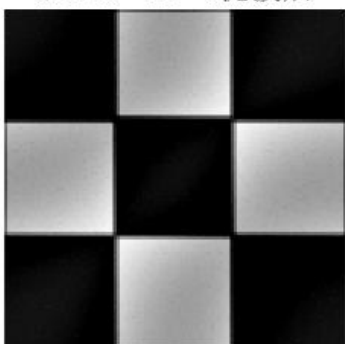
原始图像



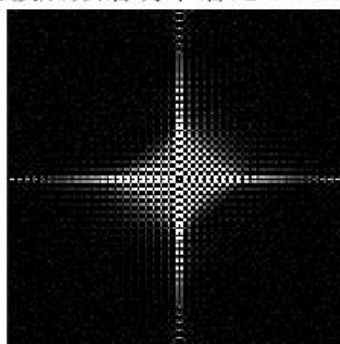
原始图像频谱



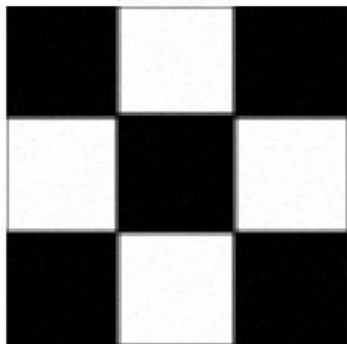
btH N=1 D=1滤波后



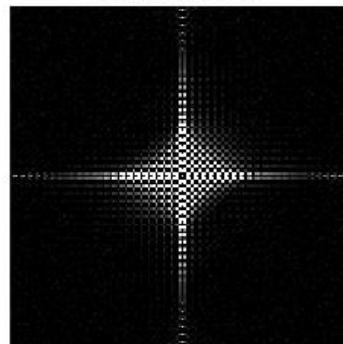
滤波后频谱功率谱比:0.55034



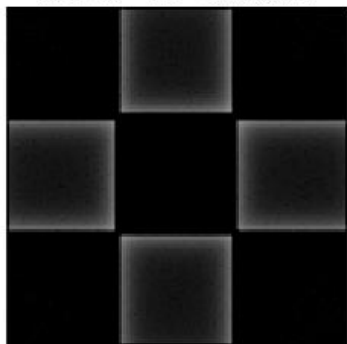
原始图像



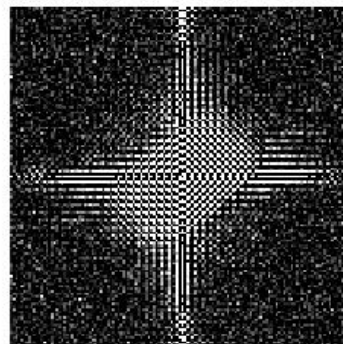
原始图像频谱



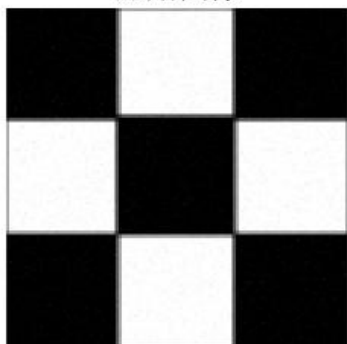
btH N=1 D=5滤波后



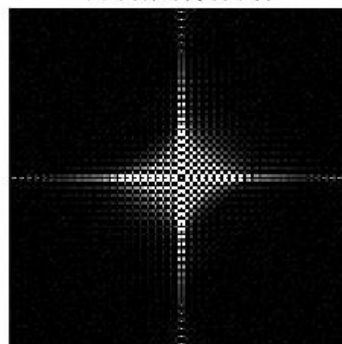
滤波后频谱功率谱比:0.064291



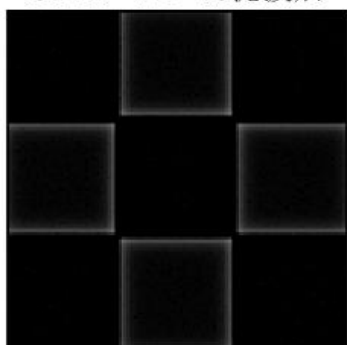
原始图像



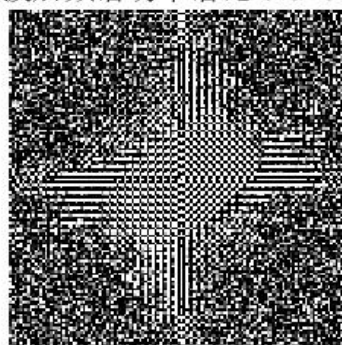
原始图像频谱



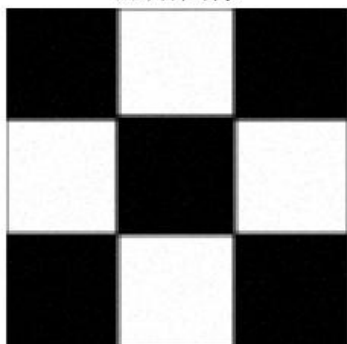
btH N=1 D=10滤波后



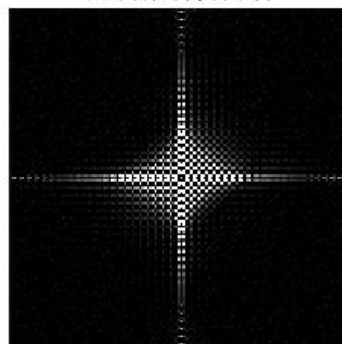
滤波后频谱功率谱比:0.020177



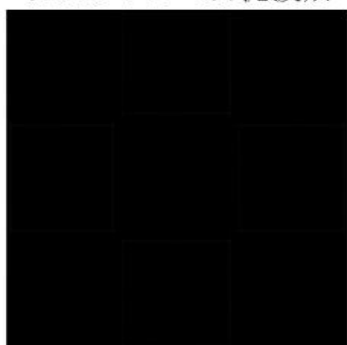
原始图像



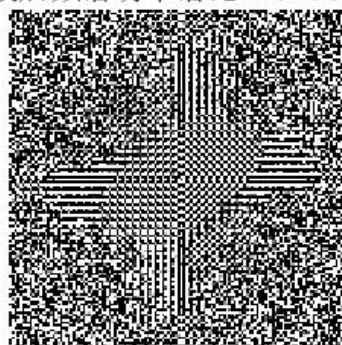
原始图像频谱



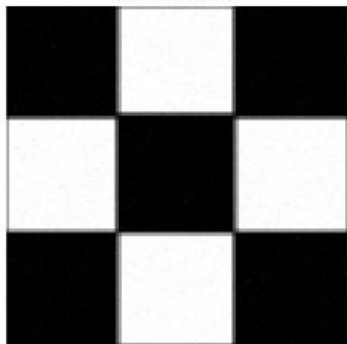
btH N=1 D=100滤波后



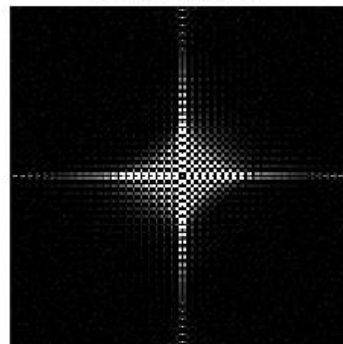
滤波后频谱功率谱比:7.0198e-05



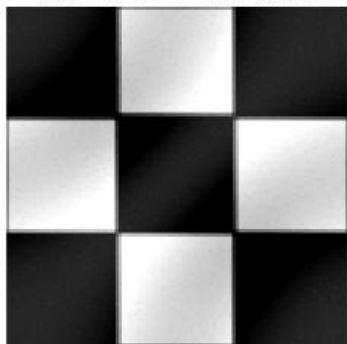
原始图像



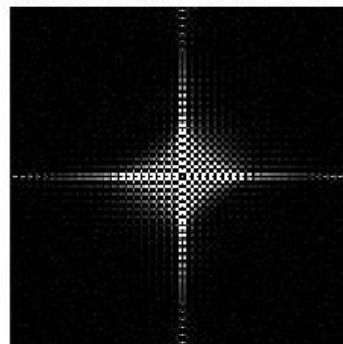
原始图像频谱



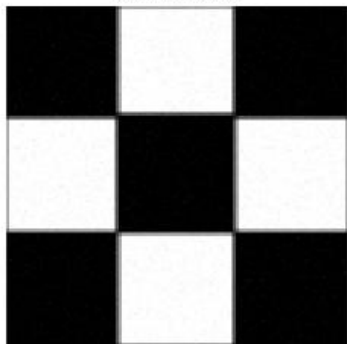
btH N=5 D=1滤波后



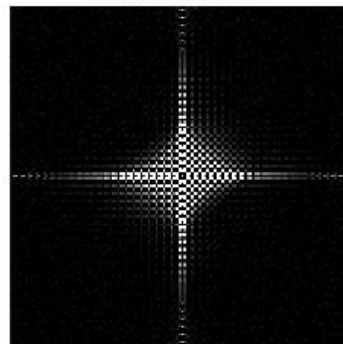
滤波后频谱功率谱比:0.86979



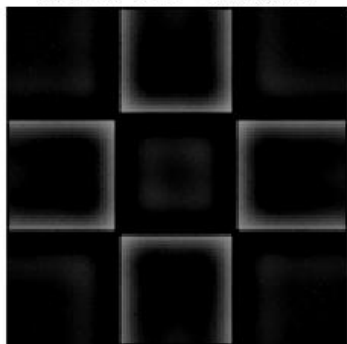
原始图像



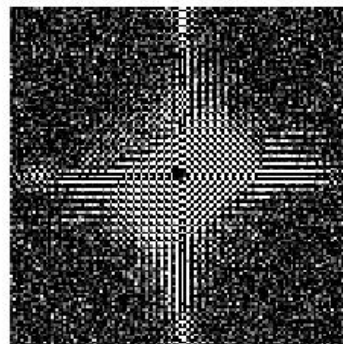
原始图像频谱



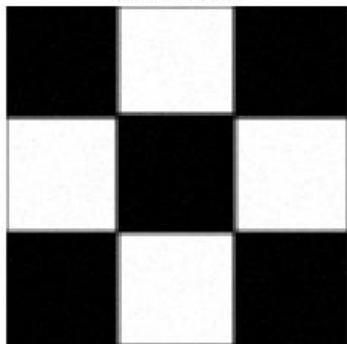
btH N=5 D=5滤波后



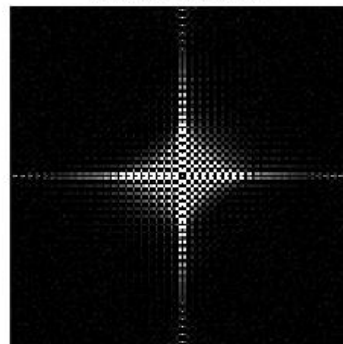
滤波后频谱功率谱比:0.068376



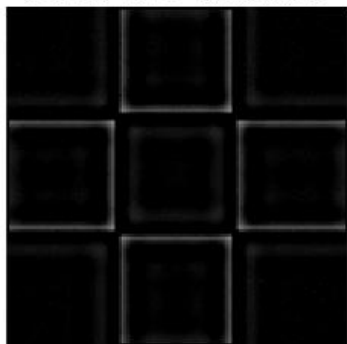
原始图像



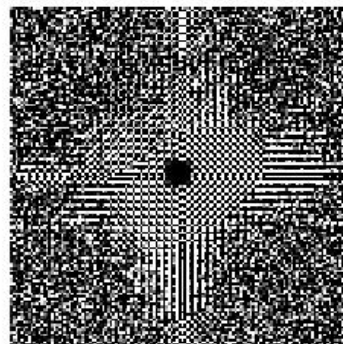
原始图像频谱



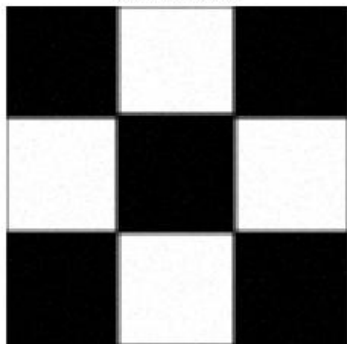
btH N=5 D=10滤波后



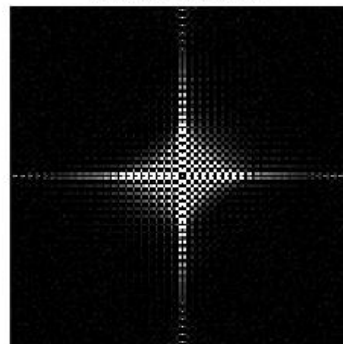
滤波后频谱功率谱比:0.021604



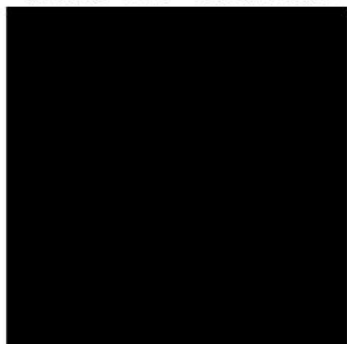
原始图像



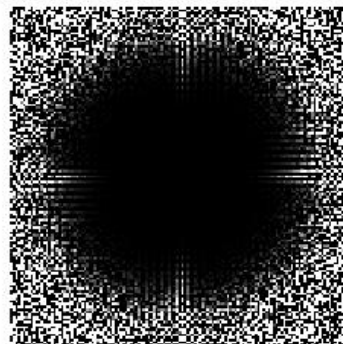
原始图像频谱



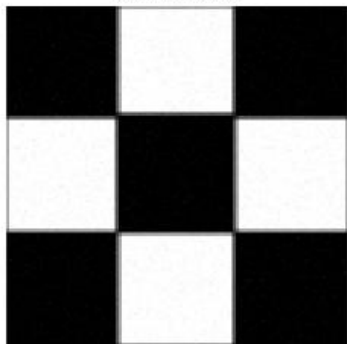
btH N=5 D=100滤波后



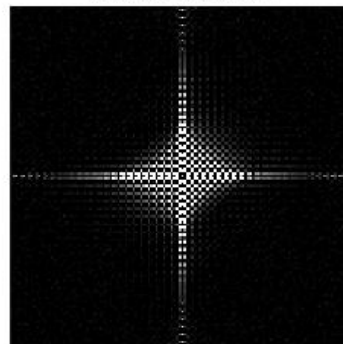
滤波后频谱功率谱比:2.6086e-07



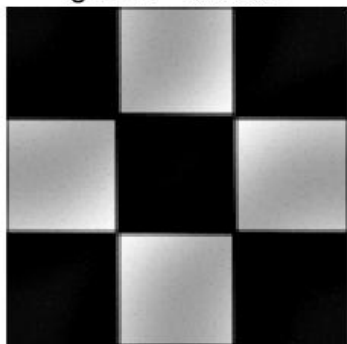
原始图像



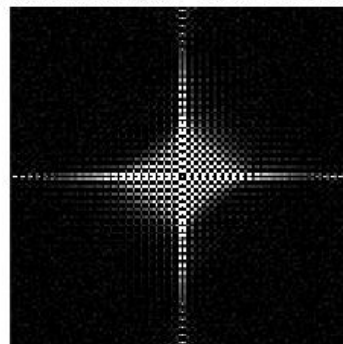
原始图像频谱



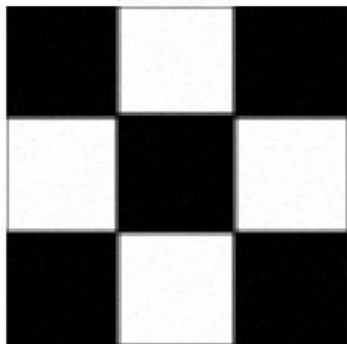
gsH D=1滤波后



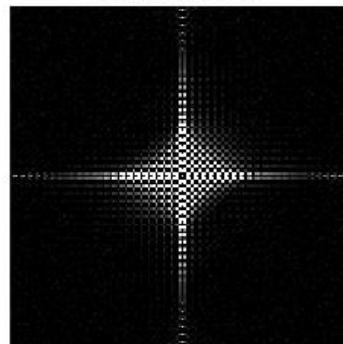
滤波后频谱功率谱比:0.57344



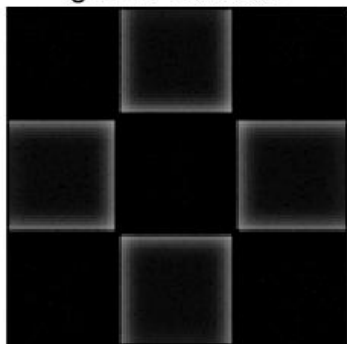
原始图像



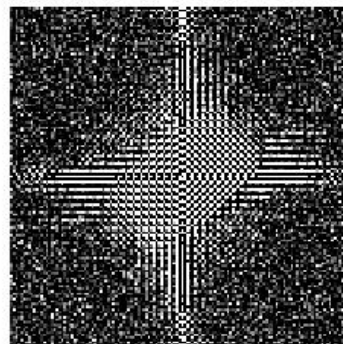
原始图像频谱



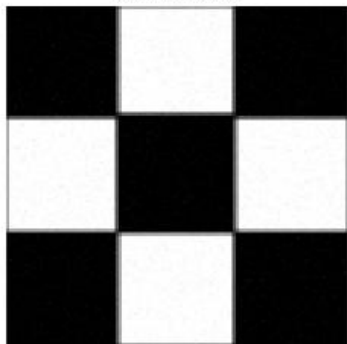
gsH D=5滤波后



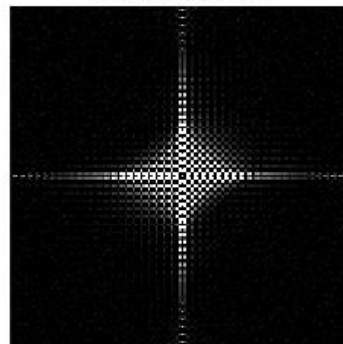
滤波后频谱功率谱比:0.052041



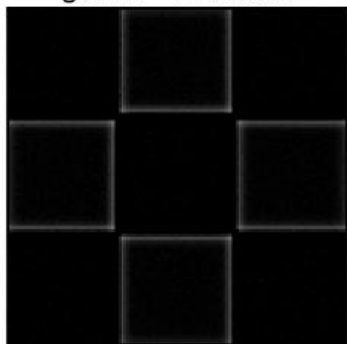
原始图像



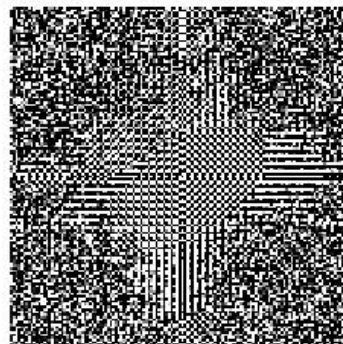
原始图像频谱



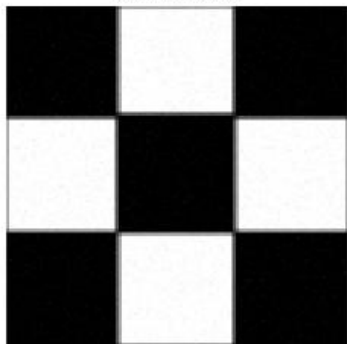
gsH D=10滤波后



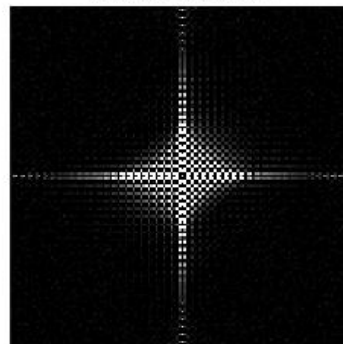
滤波后频谱功率谱比:0.015507



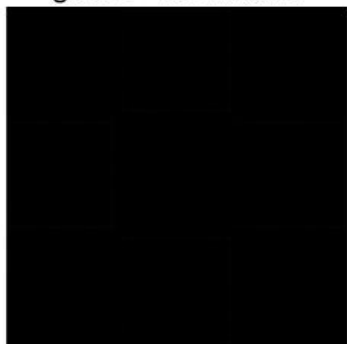
原始图像



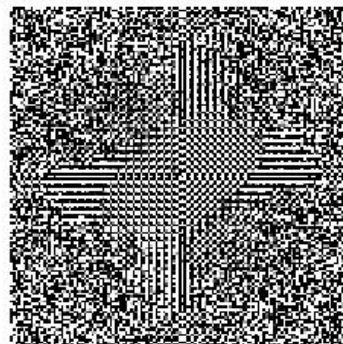
原始图像频谱



gsH D=100滤波后



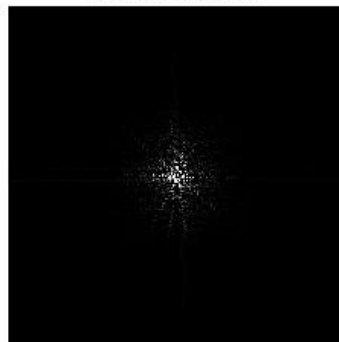
滤波后频谱功率谱比:2.3685e-05



原始图像



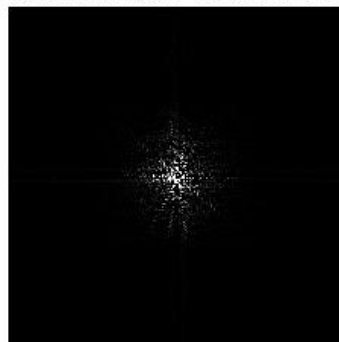
原始图像频谱



btH N=1 D=1滤波后



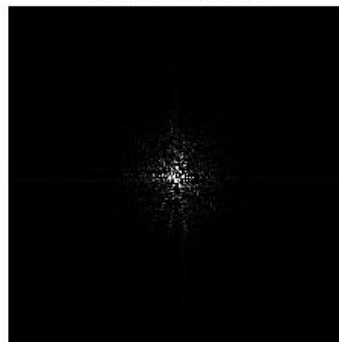
滤波后频谱功率谱比:0.49209



原始图像



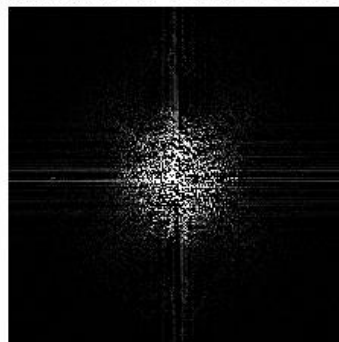
原始图像频谱



btH N=1 D=5滤波后



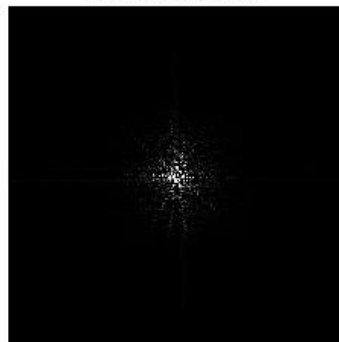
滤波后频谱功率谱比:0.045884



原始图像



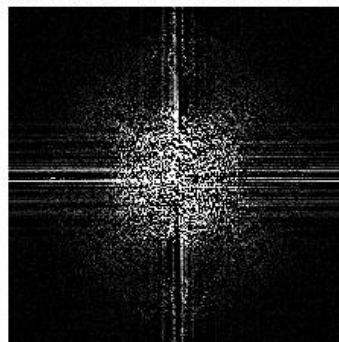
原始图像频谱



btH N=1 D=10滤波后



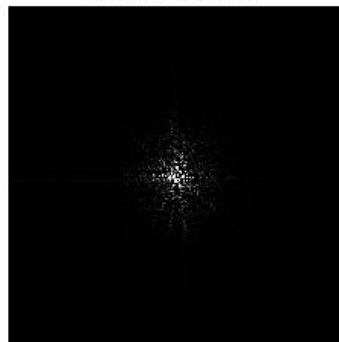
滤波后频谱功率谱比:0.021987



原始图像



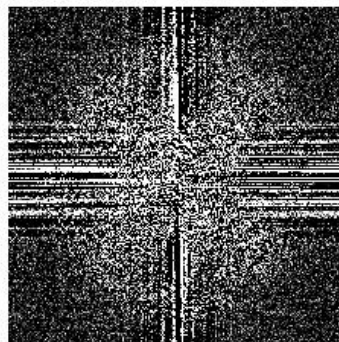
原始图像频谱



btH N=1 D=100滤波后



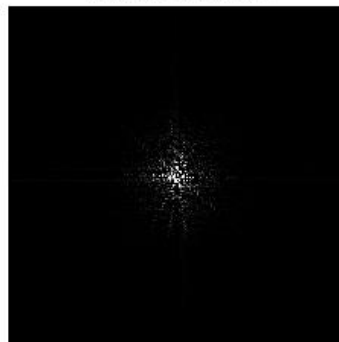
滤波后频谱功率谱比:0.00052118



原始图像



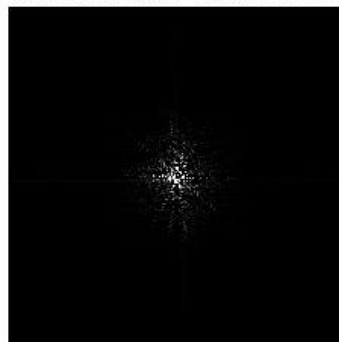
原始图像频谱



btH N=5 D=1滤波后



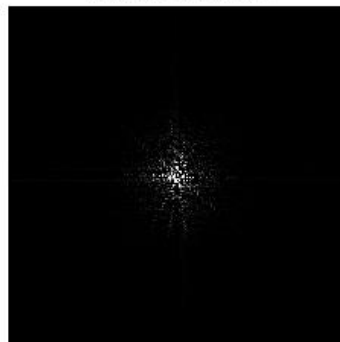
滤波后频谱功率谱比:0.93672



原始图像



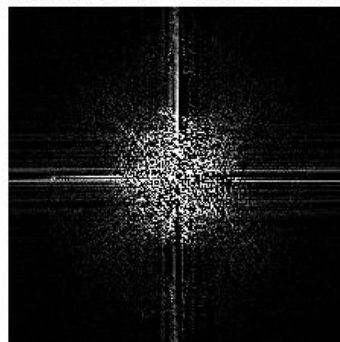
原始图像频谱



btH N=5 D=5滤波后



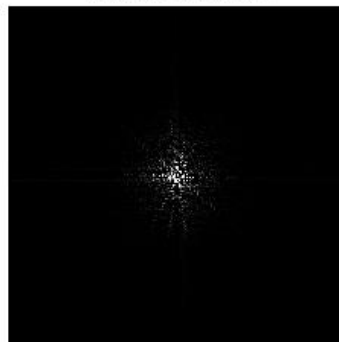
滤波后频谱功率谱比:0.050157



原始图像



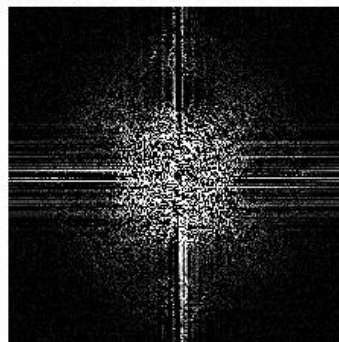
原始图像频谱



btH N=5 D=10滤波后



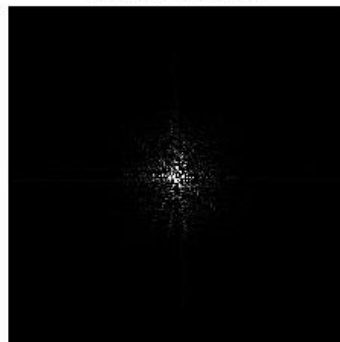
滤波后频谱功率谱比:0.027948



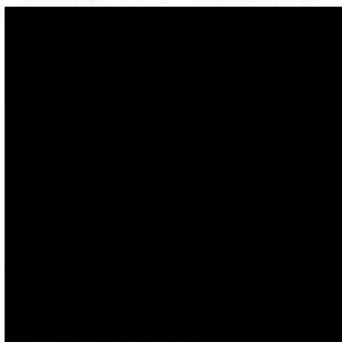
原始图像



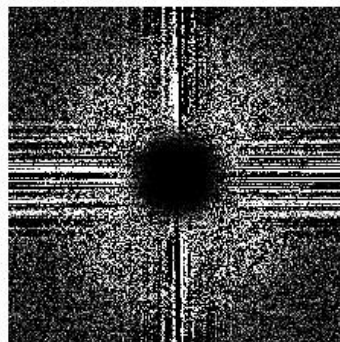
原始图像频谱



btH N=5 D=100滤波后



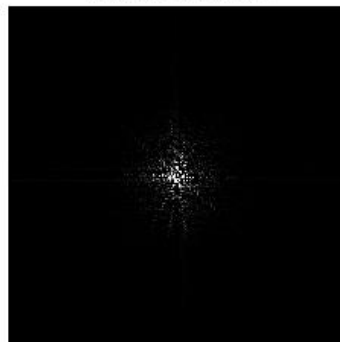
滤波后频谱功率谱比:0.00041024



原始图像



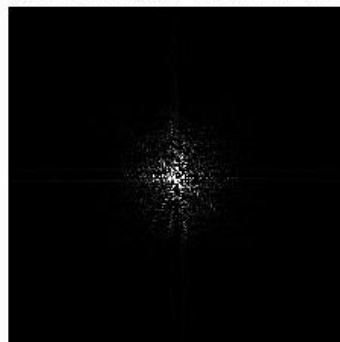
原始图像频谱



gsH D=1滤波后



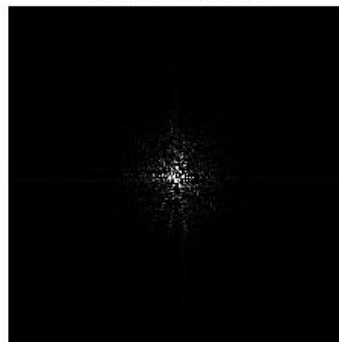
滤波后频谱功率谱比:0.46231



原始图像



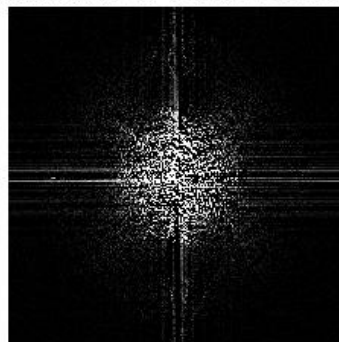
原始图像频谱



gsH D=5滤波后



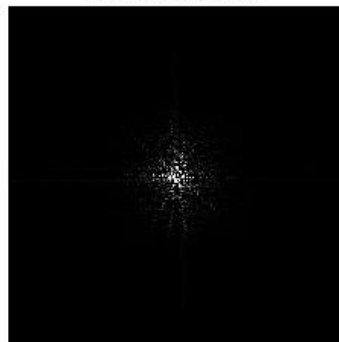
滤波后频谱功率谱比:0.042226



原始图像



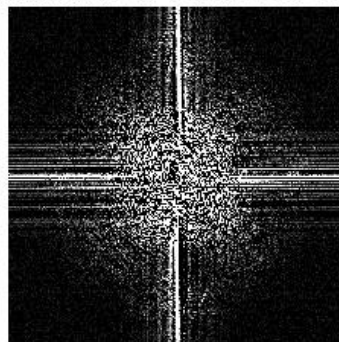
原始图像频谱



gsH D=10滤波后



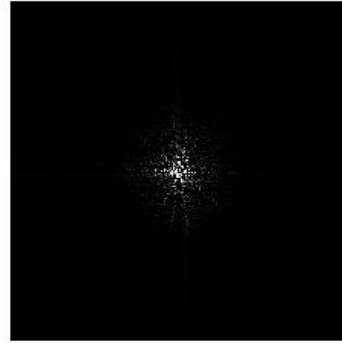
滤波后频谱功率谱比:0.021105



原始图像



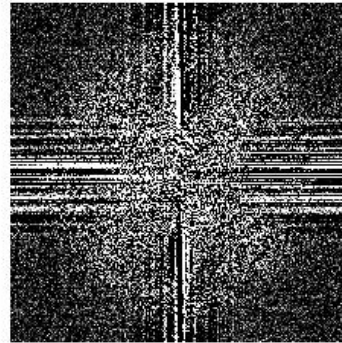
原始图像频谱



gsH D=100滤波后



滤波后频谱功率谱比:0.00035008



分析

1. 综合这几幅图片看，总结出高通滤波器的效果是锐化图像，使边缘更明显，综合频谱看，高通滤波器弱化了中心的成分，整个频谱上基本都有亮点分布。
2. 对于巴特沃斯高通滤波器，随着D增大，在频谱图上表现为亮点越发平均分布在整个频谱，在功率谱比上表现为数值减小，在图像上表现为细节清晰，亮度变暗。随着N增大，在频谱图上表现为亮点更加平均分布在整个频谱，在功率谱比上表现为数值增大，在图像上表现为振铃现象。
3. 对于高斯高通滤波器，随着D增大，滤波器保留的低频成分越少，在频谱图上表现为亮点越发平均分布在整个频谱，在功率谱比上表现为数值减小，在图像上表现为细节清晰，亮度变暗。
4. 优缺点对比：两个滤波器都能够完成滤波任务，但是由于巴特沃斯滤波器的频域函数特性，巴特沃斯滤波器在阶数较高时出现振铃现象，但是高斯滤波器相对而言边缘更平滑，不容易出现振铃现象。但是从程序运行时的感受，高斯滤波器耗费时间长于巴特沃斯滤波器。

第三题

题目重述

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；

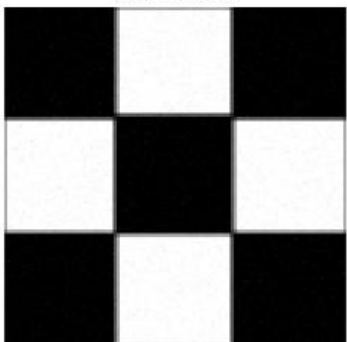
思路

滤波器使用步骤同上，不再赘述。

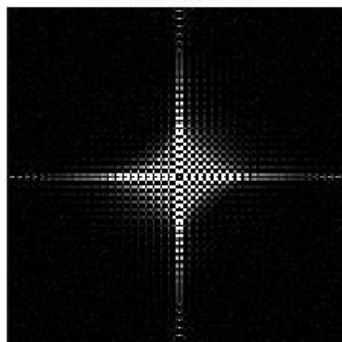
本问滤波器与上述问题不同，细节参看教材。

结果

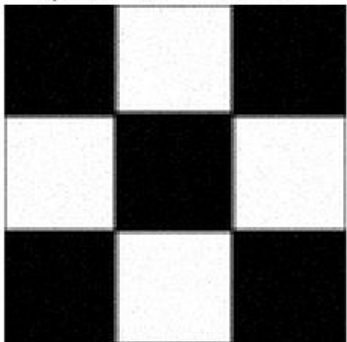
原始图像



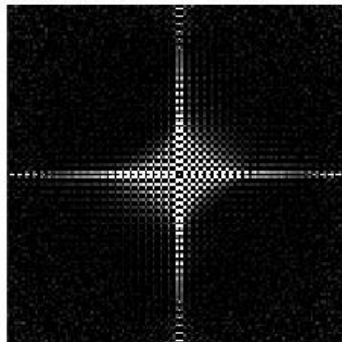
原始图像频谱



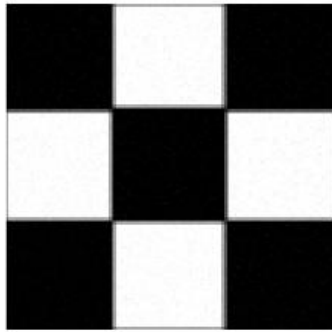
lpH $c=1e-05$ 滤波后



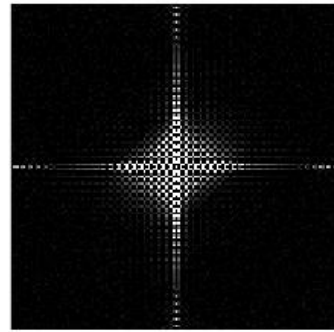
滤波后频谱功率谱比:1.0138



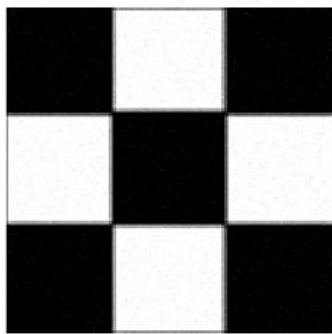
原始图像



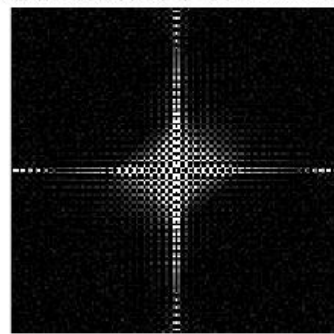
原始图像频谱



unmask $D=25$ $k_1=1$ $k_2=1$ 滤波后



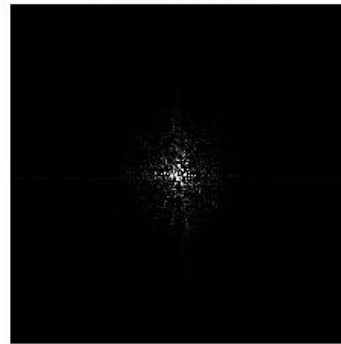
滤波后频谱功率谱比:1.0224



原始图像



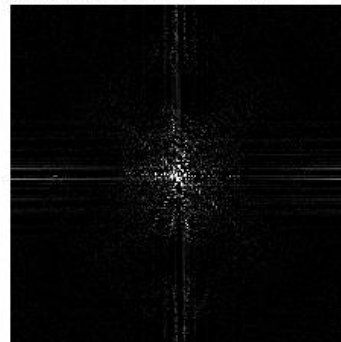
原始图像频谱



lpH $c=1e-05$ 滤波后



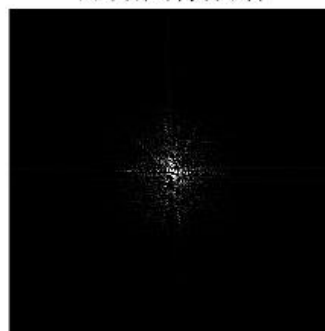
滤波后频谱功率谱比:1.1156



原始图像



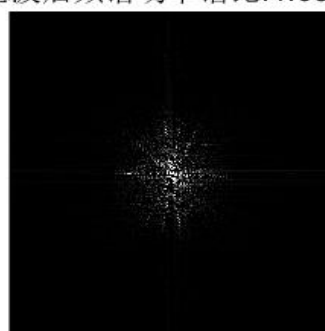
原始图像频谱



unmask $D=25$ $k_1=1$ $k_2=1$ 滤波后



滤波后频谱功率谱比:1.0321



分析

1. 拉普拉斯和钝化都单纯的高通滤波器基础上进行改进，适当调整低频成分和高频成分的比例有利于在保留原有亮度同时使得细节更好。在空域图像和频谱上，两种方法都与原先相差不大，但是细节得到了强化。
2. 两种方法相比，钝化滤波的效果稍好一点。

总结

空域滤波的基础是卷积和相关运算，频率滤波的基础是频域的乘法运算。通过傅里叶变换的规律可知，空域的两函数卷积等于频域两函数相乘。频域滤波器函数就是空域滤波器模板的傅里叶变换，二者关系密切。空域的平滑对应频域的低通滤波器，空域的锐化对应频域的高通滤波器。空域和频域的各种算子也一一对应。空域计算简单，有利于硬件实现，从局部计算，频域较为复杂，但是计算频谱时用到了每一个点的亮度，因此整体性更好，也使得空域滤波的原理更直观呈现。