

# 数字图像处理

## 第五次作业报告

高岩松

自动化钱 61

2160405053

2018.3.29

摘要：本文基于 **MATLAB**，利用所给素材，实现了巴特沃斯低通、高通滤波，多半径下的高斯低通、高通滤波，并对比了其功率谱比。本文还实现了拉普拉斯滤波、反锐化掩膜滤波，并总结了空域、频域滤波关系。

1. 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。

### 1.1 简介

巴特沃斯滤波器的特点是通频带内的频率响应曲线最大限度平坦, 没有起伏, 而在阻频带则逐渐下降为零。在振幅的对数对角频率的波特图上, 从某一边界角频率开始, 振幅随着角频率的增加而逐步减少, 趋向负无穷大。巴特沃斯滤波器的振幅对角频率单调下降, 并且也是唯一的无论阶数, 振幅对角频率曲线都保持同样的形状的滤波器。只不过滤波器阶数越高, 在阻频带振幅衰减速度越快。

高斯滤波是一种线性平滑滤波, 适用于消除高斯噪声, 广泛应用于图像处理的减噪过程。通俗的讲, 高斯滤波就是对整幅图像进行加权平均的过程, 每一个像素点的值, 都由其本身和邻域内的其他像素值经过加权平均后得到。高斯滤波的具体操作是: 用一个模板 (或称卷积、掩模) 扫描图像中的每一个像素, 用模板确定的邻域内像素的加权平均灰度值去替代模板中心像素点的值。举例说明。

### 1.2 实验过程

读入图像后, 利用 **fft2** 及 **fftshift** 函数得到图像的频域, 再通过循环方式实现巴特沃斯低通滤波。循环 **R** 值, 实现不同半径下的高斯滤波, 并计算功率谱比。

### 1.3 实验结果

**test1, test2** 巴特沃斯低通滤波结果及在各半径下高斯低通滤波结果展示如下:

原图像



巴特沃斯低通滤波后



原图像



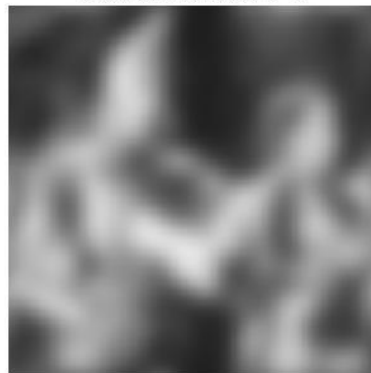
巴特沃斯低通滤波后



原图像



高斯低通滤波后  $r=5$



原图像



高斯低通滤波后  $r=20$



原图像



高斯低通滤波后  $r=50$



原图像



高斯低通滤波后  $r=100$



原图像



高斯低通滤波后  $r=150$



原图像



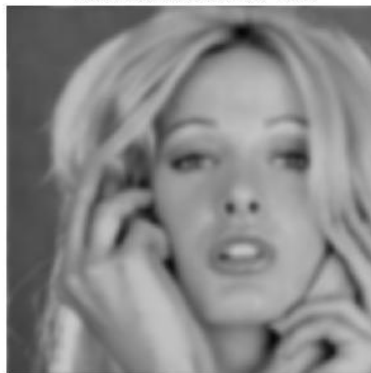
高斯低通滤波后  $r=5$



原图像



高斯低通滤波后  $r=20$



原图像



高斯低通滤波后  $r=50$



原图像



高斯低通滤波后  $r=100$



原图像



高斯低通滤波后  $r=150$



功率谱	巴特沃	高斯	高斯	高斯	高斯	高斯
-----	-----	----	----	----	----	----



比	斯	r=5	r=20	r=50	r=100	r=150
Test1	0.9954	0.8093	0.9553	0.9862	0.9953	0.9977
Test2	0.9908	0.8716	0.9701	0.9863	0.9924	0.9950

#### 1.4 结果分析

巴特沃斯低通滤波器能较好地保留图像细节，有较好的低通滤波效果。高斯低通滤波器半径越小，处理后图像越模糊，在  $r=100$  时比较清晰。半径较小时，功率谱比较低，丧失了较多图像信息，随半径增加，功率谱比逐渐上升，在  $r=50$  时达到较高水平。

## 2 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。

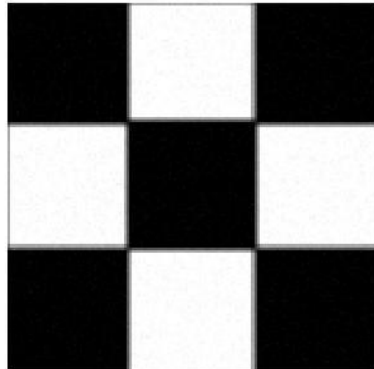
#### 2.1 实现方法

与任务 1 实现类似，仅改变循环半径及循环时的滤波器值即可。

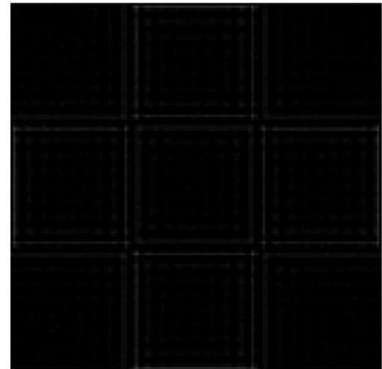
#### 2.2 实验结果

test3,test4 巴特沃斯高通滤波结果及在各半径下高斯高通滤波结果展示如下：

原图像



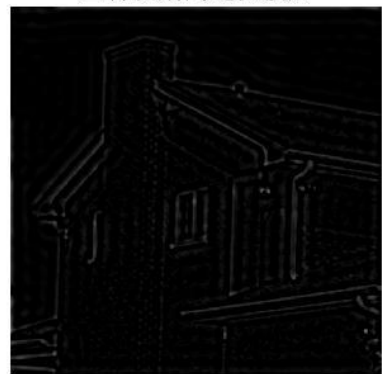
巴特沃斯高通滤波后



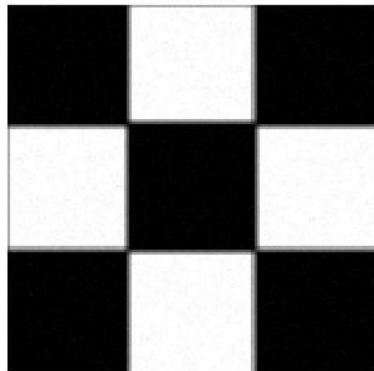
原图像



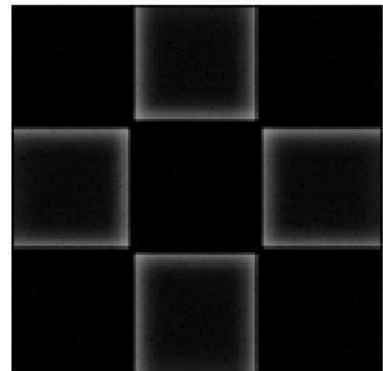
巴特沃斯高通滤波后



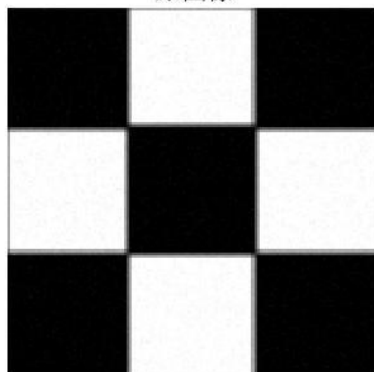
原图像



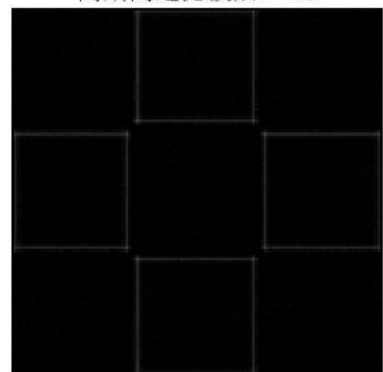
高斯高通滤波后  $r=5$



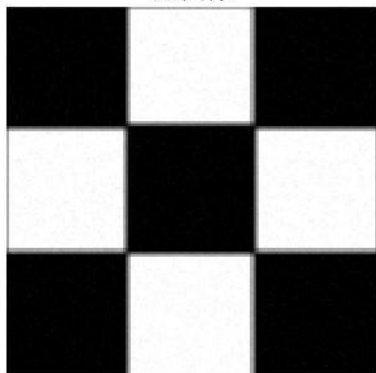
原图像



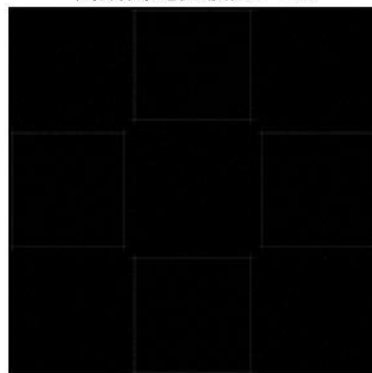
高斯高通滤波后  $r=20$



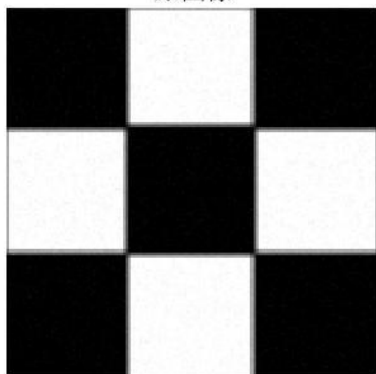
原图像



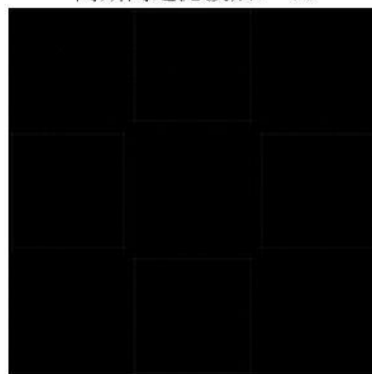
高斯高通滤波后  $r=40$



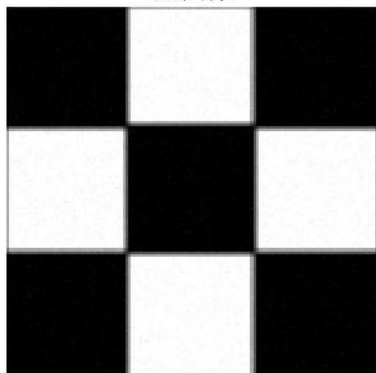
原图像



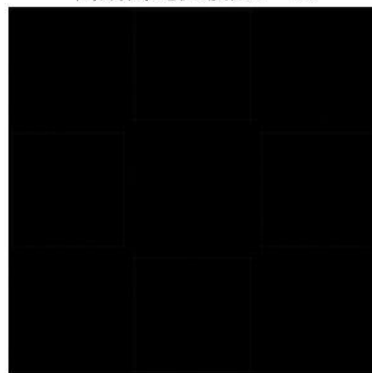
高斯高通滤波后  $r=60$



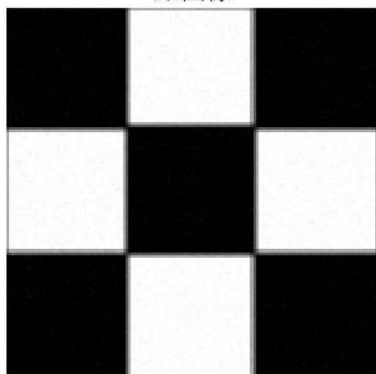
原图像



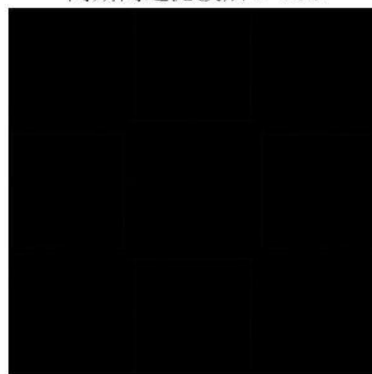
高斯高通滤波后  $r=80$



原图像



高斯高通滤波后  $r=100$



原图像



高斯高通滤波后  $r=5$



原图像



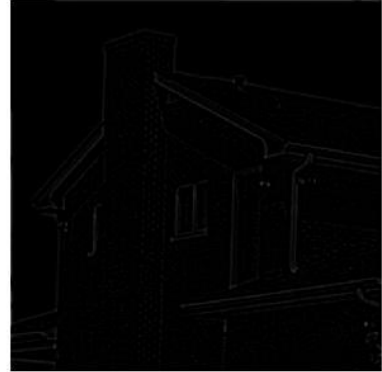
高斯高通滤波后  $r=20$



原图像



高斯高通滤波后  $r=40$



原图像



高斯高通滤波后  $r=60$



原图像



高斯高通滤波后  $r=80$



原图像



高斯高通滤波后  $r=100$



功率谱	巴特沃	高斯	高斯	高斯	高斯	高斯
-----	-----	----	----	----	----	----



比	斯	r=5	r=20	r=40	r=60	r=150
Test3	0.0029	0.0520	0.0034	0.0005	0.0001	0.0000
Test4	0.0095	0.0422	0.0082	0.0023	0.0010	0.0005

### 2.3 结果分析

巴特沃斯高通滤波器效果较好，但滤波结果会有“波浪”现象出现，会导致边缘部分模糊。高斯高通滤波器随半径增大边缘信息逐渐消失，在  $r>40$  后，边缘信息几乎不可见。在实际使用中，将  $r$  控制在 20 以内较好。

- 3 使用拉普拉斯和 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。

### 3.1 简介

频域的拉普拉斯算子有如下滤波器实现：

$$H(u, v) = -4\pi^2(u^2 + v^2)$$

前提是  $F(u, v)$  的在进行图像变换之前已中心化了，使得变换中心  $(u, v) = (0, 0)$  就是频率矩形的中点  $(M/2, N/2)$ 。因此

$$H(u, v) = -4\pi^2[(u - M/2)^2 + (v - N/2)^2]$$

Unsharp masking 高通滤波器模板由以下公式确定：

$$g_{mask}(x, y) = f(x, y) - f_{LP}(x, y)$$

$$f_{LP}(x, y) = \mathfrak{F}^{-1}[H_{LP}(u, v)F(u, v)]$$

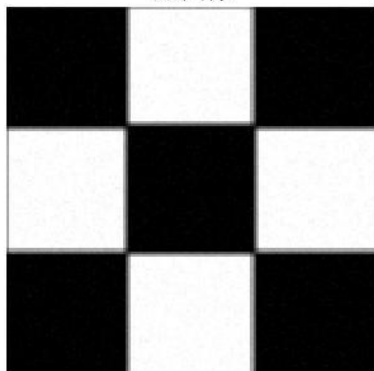
$$g(x, y) = f(x, y) + k * g_{mask}(x, y)$$

### 3.2 实现方法

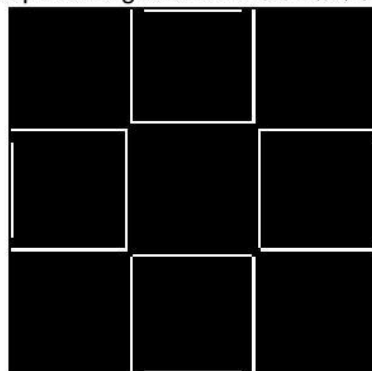
读入图像后，直接调用 imsharpen 函数实现 unmask 滤波，使用 edge 函数实现拉普拉斯滤波。

### 3.3 实验结果

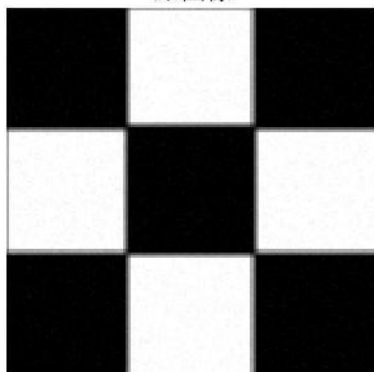
原图像



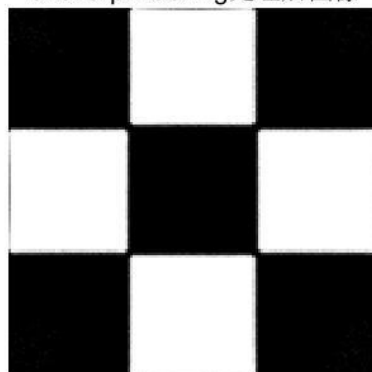
Laplace edge detection处理后图像



原图像



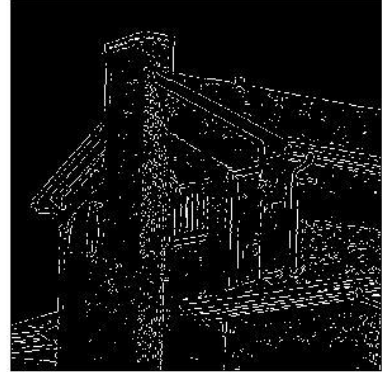
unsharp masking处理后图像



原图像



Laplace edge detection处理后图像



原图像



unsharp masking处理后图像



### 3.4 结果分析

拉普拉斯滤波可以提取出图像的高频边缘部分，但有时可能会将平滑部分也提取出来，导致出现test4的结果。

Unsharp masking滤波可以实现图像的边缘锐化，但过度锐化可能导致多重轮廓出现，即test4结果。

### 3.5 空域、频域滤波关系

空域滤波包括平滑、锐化两种，其中平滑滤波与频域中低通滤波类似，可以过滤掉高频点，实现图像的模糊化，抹除噪声。其中平滑滤波与频域中高通滤波类似，提取出高频点，实现图像的边缘提取。

## 4 参考文献

百度百科、维基百科