

PROJECT 04 - 频域滤波

吴江南 3160104699

一、 实验介绍

- (1) 编写理想低/高通滤波器程序；
- (2) 高斯低/高通滤波器：利用低通滤波器观察平滑效果；用高通滤波器观察边缘检测效果；
- (3) 该实验涉及 project04 - 03, 04-04 的实验。

二、 内容简介

实验将进行在频域进行图像处理，来观察频域滤波在实际应用的效果，加深自己对图像频域处理的理解。

- (1) 初识频域滤波：认识图像频率图等等；
- (2) 边缘检测：图像的边缘往往是灰度变换及其陡峭的地方，频率分量很高；
- (3) 平滑处理，有时候也用作图像压缩：图像进行二维的傅立叶变换，然后在频域矩阵中去掉某些频率的值这样使得原本的图像失去一些对应频率的基向量，从而达到数据压缩的效果：让 ROI 区域以外的幅度值变为 0，ROI 内的区域值不变，最后进行反傅立叶变化，实现图像的压缩变换。这种压缩变换往往是不可逆的，所以并不属于无失真压缩方法。本实验中 ROI 的选取是以图像中心做为圆心，以归一化半径做的圆作为实验中的 ROI。

三、 结果与分析

原图



1、函数清单

理想低通滤波器: IdealLPF.m —— LPfilter(input,r) 其中 r 为滤波器的归一化半径, 下同

高斯低通滤波器: GaussLPF.m —— GaussLPF(input,D)

高斯高通滤波器: GaussHPF.m —— 用 1- GaussLPF 实现

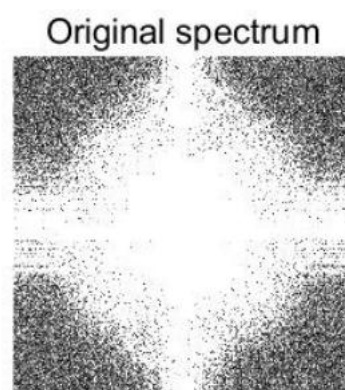
2、Ideal Low-pass Filter (main1.m)

(1) 说明:

r——为归一化的滤波器半径

freq spectrum——滤波后图片的频谱

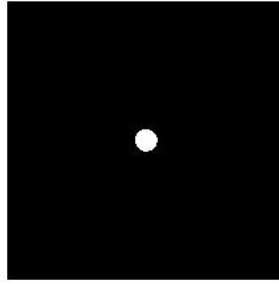
(2) 图像频谱分析:



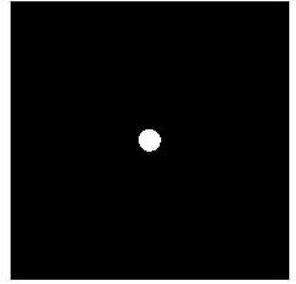
这幅房子图片的频谱显示处图片的能量集中在以原点为中心, 归一化半径 $r=0.4$ 的频域范围内。

$r=0.04$ 时, 大部分频率分量的成分被过滤, 图片十分模糊, 这种办法可以实现图像压缩:

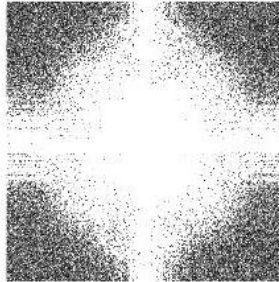
filter-1 Radius=0.04



freq spectrum



Original spectrum

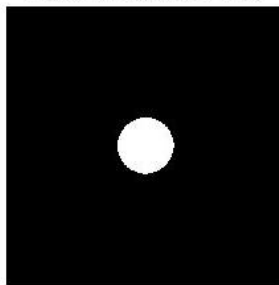


after filter

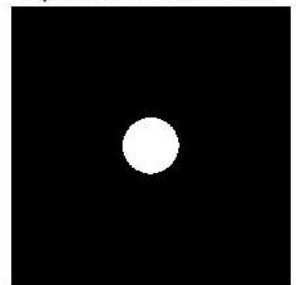


$r=0.1$ 只有部分高频分量被滤除, 图像比较清晰, 呈现出平滑效果:

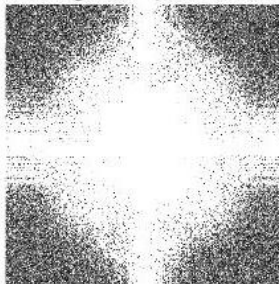
filter-2 Radius=0.1



spectrum after filter



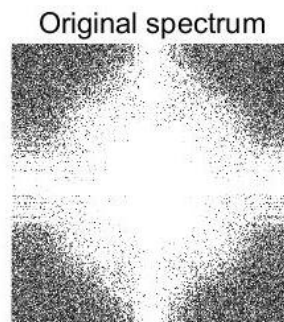
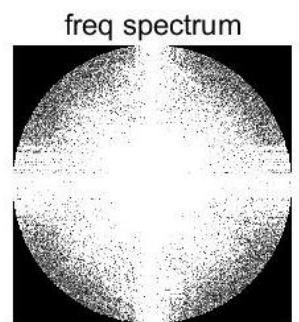
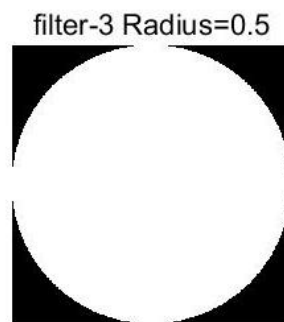
Original spectrum



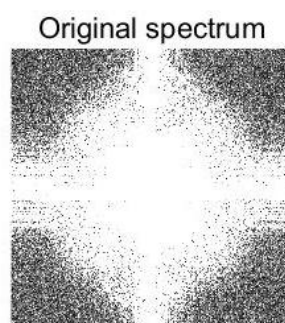
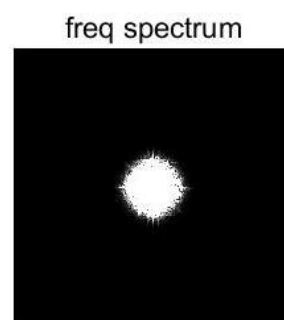
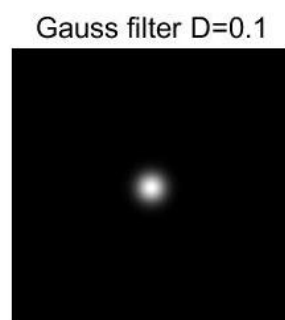
after filter



(3) 当 $r=0.5$ 时，几乎所有频率分量被保留，原频谱的白色区域部分都落在了滤波器的低通部分，此时的滤波器基本是一个全通滤波器，与原图相比较，图片基本没有发生变化；



3、Gauss LPF (main2.m)



理想滤波器虽然能较为准确地过滤和保留我们想要的频率分量，但是在电路实现中很难实现理想滤波；上面是用高斯滤波器过滤的结果，对这幅图是实现图像的平滑，高斯滤波器还可以用于图像去噪；

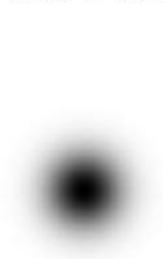


但是可以看出，效果一般，图像也被模糊了。

4、Gauss HPF - 图像边缘检测（main3.m）

因为图像的边缘往往是灰度变换及其陡峭的地方，频率分量很高；所以可以用高斯高通滤波器进行图像边缘检测，效果如下：

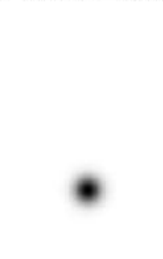
Filter D=0.2



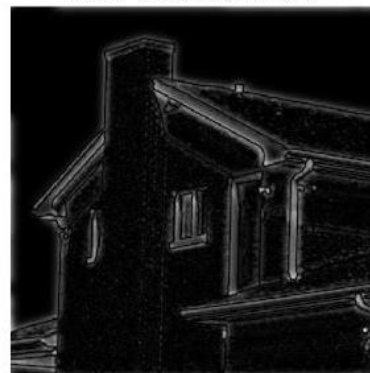
After Gaussian HPF



Filter D=0.07



After Gaussian HPF



四、收获

通过上面的实验，自己对图像的频域处理有了一些新的认识。

1、图像的傅立叶变换

图像的傅立叶变换，原始图像由 N 行 N 列构成， N 必须是基 2 的，把这个 $N*N$ 个包含图像的点称为实部，另外还需要 $N*N$ 个点称为虚部，因为 FFT 是基于复数的。计算图像傅立叶变换的过程很简单：首先对每一行做一维 FFT，然后对每一列做一维 FFT。具体来说，先对第 0 行的 N 个点做 FFT（实部有值，虚部为 0），将 FFT 输出的实部放回原来第 0 行的实部，FFT 输出的虚部放回第 0 行的虚部，这样计算完全部行之后，图像的实部和虚部包含的是中间数据，然后用相同的办法进行列方向上的 FFT 变换，这样 $N*N$ 的图像经过 FFT 得到一个 $N*N$ 的频谱。

2、图像处理与频域的联系

理解了图像的频率的概念，就不难理解频率域。我个人理解是这么类比的，图像可以看成是一个特殊的二维的信号，然后某一点的灰度级，其实就是图像信号上这一点的“幅度”，那么根据信号的概念，频率就是信号变化的快慢，这样就好理解了，所谓的频率也就是这个图空间上的灰度变换的快慢，或者是叫图像的梯度变化，什么地方梯度频率比较大呢？这在图像中自然是“边界”比较大。举个例子来讲，如果一幅图整体变化不大（比如说是一面墙的图片），那么他在频率域下低频成分就很多，而高频成分就极少。而显然如果是一幅国际象棋棋盘，他的高频成分相对刚才那幅墙的图片来说，肯定多得多。