数字图像处理第五次作业

自动化62 张喆 2160504054

摘要

本次报告主要记录第五次作业中的各项任务完成情况。本次作业以Matlab 2013为平台，结合matlab函数编程实现对所给图像文件的相关处理：1. 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；2.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；3. 其他高通滤波器：拉普拉斯和Unmask，对测试图像test3,4滤波；4.比较并讨论空域低通高通滤波（Project4）与频域低通和高通的关系。以上任务完成后均得到了预期的结果。

1. 频域低通滤波器：（1）实验原理及方法

低通滤波是要保留图像中的低频分量而除去高频分量。图像中的边缘和噪声都对应图像傅里叶频谱中的高频部分，所以低通滤波可以除去或消弱噪声的影响并模糊边缘轮廓。

1>Butterworth

BLPF变换函数在通带与被滤除的频率之间没有明显的截断。对于有平滑传递函数的滤波器，定义一个截止频率的位置并使H(u，v)幅度降到其最大值的一部分。在上式中，当时，H（u，v）=0.5（从最大值降到它的50%）。一阶的巴特沃斯滤波器没有振铃，在二阶中振铃通常很微小，这是因为与理想低通滤波器相比，它的通带与阻带之间没有明显的跳跃，在高低频率间的过渡比较光滑。巴特沃斯低通滤波器的处理结果比理想滤波器的要好，但阶数增高时振铃便成为一个重要因素。本次实验中设计实现了二阶巴特沃斯滤波器。

2>Gaussian

二维高斯低通滤波器

（2）处理结果

对test1，butterworth低通滤波 时，L = 0.9741



对test1，butterworth低通滤波 时，L =0.9957



对test2，butterworth低通滤波 时，L = 0.9804



对test2，butterworth低通滤波 时，L = 0.9916



对test1，Gaussian 低通滤波 时，L =0.9657



对test1，Gaussian 低通滤波 时，L =0.9925



对test2，Gaussian 低通滤波 时，L =0.9754



对test2，Gaussian 低通滤波 时，L =0.9902



（3）结果分析

1）对比每组图像处理结果中的原始图像和低通滤波后的图像，可以清晰看到低通滤波器的平滑效果（模糊效果）。

2）当滤波器的半径不同时，对应的滤波效果也不同。半径越小，平滑效果越明显，但半径过小，会使得图像变得模糊不清：对于test1，2分别选取D0=25、75的二阶butterworth低通滤波器进行低通滤波。对比不同的值得到的结果知，随着截止频率的减小，滤波后的图像越来越模糊，滤波器功率谱越来越小，即滤波后包含的低频分量越来越少。对于test1，2分别选取D0=25、75的二阶Gaussian低通滤波器进行低通滤波。对比不同的值得到的结果知，随着截止频率的减小，滤波后的图像越来越模糊，滤波器功率谱越来越小，即滤波后包含的低频分量越来越少。

3）对比二阶butterworth低通滤波器和Gaussian低通滤波器的效果知，两种滤波器达到的基本效果是一致的，即平滑图像，滤除高频分量，保留低频分量。但两者在相同截止频率时，得到的滤波器功率谱却不同，主要原因是两个滤波器在过渡带处的差异。

4）相同条件下，Gaussian低通滤波器的效果较好，更清晰，得到图像的细节更丰富。

2. 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。

（1）实验原理及方法

高通滤波是要保留图像中的高频分量而除去低频分量。

1>Butterworth

BHPF变换函数在通带与被滤除的频率之间没有明显的截断。对于有平滑传递函数的滤波器，定义一个截止频率的位置并使H(u，v)幅度降到其最大值的一部分。在上式中，当时，H（u，v）=0.5（从最大值降到它的50%）。

2>Gaussian

二维高斯低通滤波器当=时，滤波器下降到它最大值的0.607倍处。由于高斯低通滤波器的傅里叶反变换也是高斯的，所以得到的空间高斯滤波器将没有振铃。

（2）处理结果

对test3，butterworth 高通滤波 时，L =0.0022



对test3，butterworth 高通滤波 时，L =4.7629e-05



对test4，butterworth 高通滤波 时，L =0.0071



对test4，butterworth 高通滤波 时，L =7.3564e-04



对test4，Gaussian 高通滤波 时，L = 0.0057



对test4，Gaussian 高通滤波 时，L = 6.5073e-04



对test3，Gaussian 高通滤波 时，L =0.0019



对test3，Gaussian 高通滤波 时，L =6.8038e-05



（3）结果分析

1)对比每组图像处理结果中的原始图像和高通滤波后的图像，可以清晰看到高通滤波器的边缘增强效果，对于低频分量的滤除和对于高频分量的保留作用及截断效果。

2) 当滤波器的半径不同时，对应的滤波效果也不同。半径越小，边缘效果越明显。对于test3，4分别选取D0=25、75的二阶butterworth高通滤波器进行高通滤波。对比不同的值得到的结果知，随着截止频率的增加，滤波后的图像边缘应该越来越清晰，滤波器功率谱越来越小，即滤波后包含的高频分量越来越少。但当增大到一定程度时，边缘将不见，主要是因为滤除的能量过多，图像全部变成了黑色。对于test3，4分别选取D0=25、75的二阶Gaussian高通滤波器进行高通滤波。对比不同的值得到的结果知，随着截止频率的增加，滤波后的图像边缘应该越来越清晰，滤波器功率谱越来越小，即滤波后包含的高频分量越来越少。但当增大到一定程度时，边缘将不见，主要是因为滤除的能量过多，图像全部变成了黑色。

3）对比二阶butterworth高通滤波器和Gaussian高通滤波器的效果知，两种滤波器达到的基本效果是一致的，即增强图像边缘，滤除低频分量，保留高频分量。但两者在相同截止频率时，得到的滤波器功率谱却不同，主要原因是两个滤波器在过渡带处的差异。

4）一般图像中的大部分能量集中在低频分量里，对比高通滤波器和低通滤波器知，高通滤波器在滤波的时候会将很多低频分量滤除，导致图中边缘得到加强但光滑区域灰度减弱变暗甚至接近黑色。当增大到一定程度时，边缘将不见，整个图像变为黑色。为解决这个问题，可对频域里的高通滤波器的转移函数加一个常数以将一些低频分量加回去，获得既保持光滑区域又改善边缘区域对比度的效果。这样得到的滤波器称为高频增强滤波器。

3. 其他高通滤波器：拉普拉斯和Unmask，对测试图像test3,4滤波。

（1）实验原理及方法

1>拉普拉斯

（2）处理结果

L =1.6861e+07



L =8.4623e+08



L =1.0015



L =1.0035



（3）结果分析

1)对比每组图像处理结果中的原始图像和滤波后的图像，可以隐约看到滤波器的边缘增强效果。

2)由于拉普拉斯高通滤波器将原始图像完全加回到滤波后的结果中，因此解决Butterworth滤波器和Gaussian滤波器除去了傅里叶变换的零频率成分的问题，从而使得滤波后的图像其背景的平均强度增加、变亮。但同时引入了噪声干扰，使得滤波后的图像有一定程度的失真。可见，unmask的图像边缘信息更加清晰，但同时带来了过度锐化的问题，出现了多重轮廓。

4.比较并讨论空域低通高通滤波（Project4）与频域低通和高通的关系。

空间域和频域滤波间的纽带是卷积定理。空间域的滤波器和频率域的滤波器互为傅里叶变换。空间域中的滤波定义为滤波函数h(x,y)与输入图像f(x,y)进行卷积；频率域中的滤波定义为滤波函数H(u,v)与输入图像傅里叶变换F(u,v)进行相乘。频域增强技术与空域增强技术有密切的联系。一方面，许多空域增强技术可借助频域概念来分析和帮助设计；另一方面，许多空域增强技术可转化到频域实现，而许多频域增强技术可转化到空域实现。

空域滤波主要包括平滑滤波和锐化滤波。平滑滤波是要滤除不规则的噪声或干扰的影响，从频域的角度看，不规则的噪声具有较高的频率，所以可用具有低通能力的频域滤波器来滤除。由此可见空域的平滑滤波对应频域的低通滤波。锐化滤波是要增强边缘和轮廓处的强度，从频域的角度看，边缘和轮廓处都具有较高的频率，所以可用具有高通能力的频域滤波器来增强。由此可见，空域的锐化滤波对应频域的高通滤波。频域里低通滤波器的转移函数应该对应空域里平滑滤波器的模板函数的傅里叶变换。频域里高通滤波器的转移函数应该对应空域里锐化滤波器的模板函数的傅里叶变换。即空域和频域的滤波器组成傅里叶变换对。给定一个域内的滤波器，通过傅里叶变换或反变换得到在另一个域内对应的滤波器。空域的锐化滤波或频域的高通滤波可用两个空域的平滑滤波器或两个频域的低通滤波器实现。在频域中分析图像的频率成分与图像的视觉效果间的对应关系比较直观。空域滤波在具体实现上和硬件设计上有一定优点。

区别：空域技术中无论使用点操作还是模板操作，每次都只是基于部分像素的性质，而频域技术每次都利用图像中所有像素的数据，具有全局性，有可能更好地体现图像的整体特性，如整体对比度和平均灰度值等。