



北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

图像频域处理 实验报告

院（系）名称	自动化科学与电气工程学院
专业名称	模式识别与智能系统
学生姓名	刘霜婷
学号	15031232
任课老师	郑红

2017 年 5 月 7 日



1. 实验目的

- (1) 掌握图像傅立叶变换的方法，了解图像傅立叶变换的旋转、平移等特性；
- (2) 掌握利用频域处理实现图像滤波的方法。
- (3) 学习同态滤波的概念，掌握同态滤波的方法和应用。

2. 实验内容及算法流程

(1) 图像傅立叶变换

- i. 根据傅立叶变换的特点与方法，完成图像的傅立叶变换；
- ii. 对变换后的图像进行处理，将频谱移频至原点；
- iii. 观察图像的频谱，探索其频率特性；
- iv. 完成频谱中心还原与傅立叶反变换。

(2) 高通 / 低通滤波器的设计

- i. 对图像进行傅立叶变换；
- ii. 将变换后的图像移频至原点；
- iii. 根据需要去除图像中的高频点或低频点，完成滤波；
- iv. 完成频谱中心还原与傅立叶反变换。

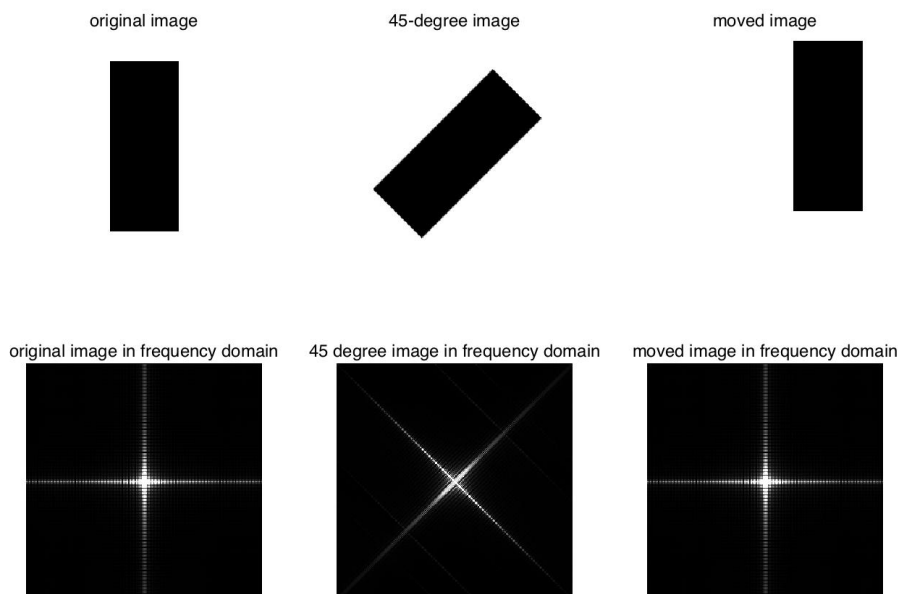
(3) 同态滤波器的设计与实现

- i. 将原图像的像素点求取对数坐标；
- ii. 对求得对数坐标的图像进行傅立叶变换；
- iii. 设计同态滤波器并选取参数，确定高通 / 低通；
- iv. 应用同态滤波器处理频域中的图像；
- v. 对处理后的图像完成傅立叶反变换；
- vi. 对反变换求得的像素点求 e 指数实现图像还原；

3. 实验过程及结果分析

(1) 图像的傅立叶变换

根据上述步骤分别对 “rect.bmp”、“rect-45.bmp”、“rect-move.bmp” 三幅图像进行傅立叶变换并将频率移到中心点处，得到了如下图所示的结果：



上图中第一幅图为原始图片“rect.bmp”的频谱图，第二幅图为旋转 45 度后的图片“rect-45.bmp”的频谱图，第三幅图为平移后的图片“rect-move.bmp”的频谱图。

观察图 1 和图 2 可以发现，当图像旋转了 45 度时，它的频谱图也相应的旋转了 45 度，这是因为对图像的旋转变换与对其傅立叶变换后的结果进行选择变换结果是一致的，顺序也可以交换。

观察图 1 和图 3 可以发现，对空域中的图像进行平移之后其傅立叶变换的频谱并未发生变化。分析原因可以发现，当图像在空域中由原点移到 (x_0, y_0) 时，对应的傅氏变换的结果由 $F(u, v)$ 变为 $F(u, v)e^{\frac{-j2\pi}{N}(ux_0+vy_0)}$ ，而变换前后，

$$\left| F(u, v)e^{\frac{-j2\pi}{N}(ux_0+vy_0)} \right| = |F(u, v)|$$

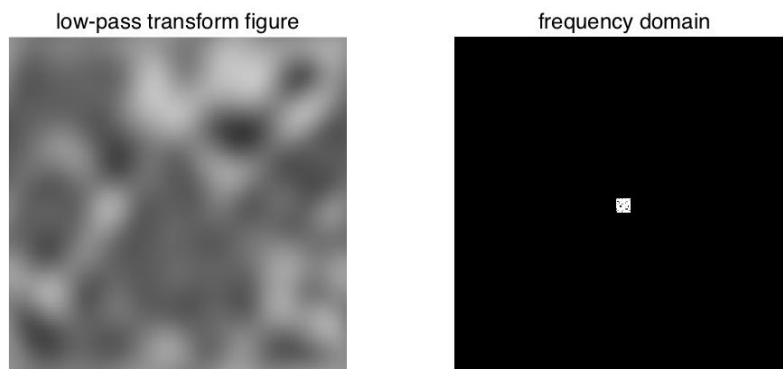
所以当空域中图像发生平移时，频域只发生相移，而傅立叶变换的幅值不发生变化。

(2) 高通 / 低通滤波器的设计

根据上一部分中的描述，将图像变换到频域中，并移频到中心点后，即可对图像进行滤波处理。

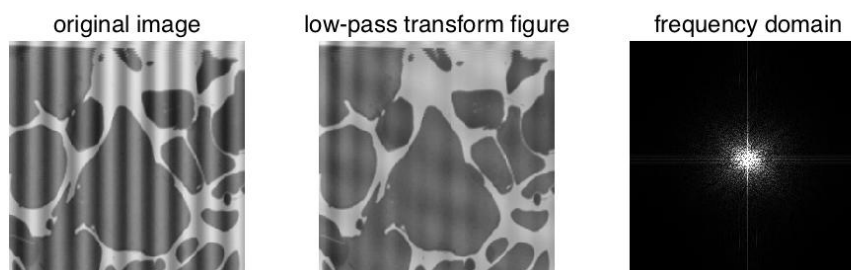
设计低通滤波器时，我们要去除高频，保留低频。我们将图像变换并移频后会观察到傅氏变换的频谱图中心有一个亮区。因为已经移频到中心点，所以这一

部分是图像的低频成分。因而我们要保留图像中心点处的明亮部分，而对周边区域的明亮点（即高频部分）加以滤除。在进行实验时，我一开始直接保留了在中心的明亮部分，去除了其余部分的分量，结果如下：

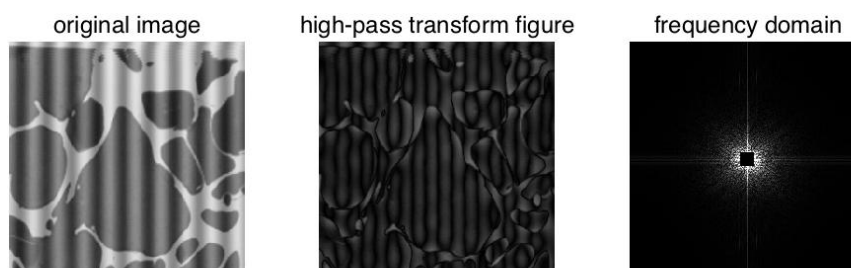


可以看出，图片经过低通滤波后变的非常模糊。分析原因可知，这是由于我们去掉了太多高频分量导致的。直观上说，频率就是变化的快慢。在频率域中，高频分量表示图像中灰度变换比较快的那些地方，所以物体边缘就是高频分量。低通滤波只让低频分量通过，会使图像模糊，因为边缘信息被去除了。

因而设置阈值，对中心的明亮部分之外的高频成分，当频谱图中某一点的强度大于阈值时，将其强度衰减到阈值，再和中心的明亮部分相叠加，即可在去除周期性扰动的同时保留边缘信息。结果如下：



对于高通滤波器，我们要保留中心点周围区域的明亮点，而对中心点及其附近区域的频率成分予以滤出。实验结果如下图所示：



观察滤波处理后的结果可以看出，低通滤波器较好地消除了图像中的噪声而原有的特征变化很小；高通滤波器削弱了图像的原有的特征，从而将噪声的影响放大了。

(3) 载入任意正弦波实验

将图像变换到频域并移频到中心点观察后，可以在频谱图的高频位置人为地增强特定频段的信号，会在原图像上得到该频率的信号。实验的结果如下：



可以看到，通过将特定频率的信号增强，经过傅立叶反变换得到的图像四周出现了正弦波噪声，使图像失真度加大。

(4) 光照校正的同态滤波算法

根据上一部分的描述，我们将图像转换到频域后，通过合理调整高斯同态滤波器（离散化）的参数对其进行处理，我们得到了如下所示的结果：



观察上图可以发现，同态滤波消除了图像上照明不均的问题，增强暗区的图像细节，同时又不损失亮区的图像细节

将像元灰度值看作是照度和反射率两个组份的产物。由于照度相对变化很小，可以看作是图像的低频成份，而反射率则是高频成份。因为光照强度一般为乘性噪声，取对数后可以将其变为加性噪声，再经过傅立叶变换即可将二者分离开来，进而使用高斯低通滤波器对其进行处理，去掉频率较低的光照部分，同时又尽可能地保留原图的特征，所以经过同态滤波的图像达到揭示阴影区细节特征的目的。



4. 总结

通过这次实验，我对图像处理中的频域滤波有了更为直观的理解，同时掌握了高通、低通以及同态滤波器的设计应用方法，也对二维傅立叶变换的理解进一步深入。这次实验的过程中我遇到了许多细节问题，例如设计低通滤波器时图像边缘的模糊问题，还有同态滤波时系数选择不当导致效果不好的问题。通过查阅资料与深入思考我逐渐对这些问题有了更为清醒的认识，也获得了一些编程方面的经验教训。