

实验三： 数字图像的频域增强:低通滤波

一. 实验目的

1. 掌握图像滤波的基本定义及目的。
2. 理解频域滤波的基本原理及方法。
3. 掌握进行图像的低通滤波的方法。

二. 实验基本原理

频域增强是利用图像变换方法将原来的图像空间中的图像以某种形式转换到其他空间中, 然后利用该空间的特有性质方便地进行图像处理, 最后再转换回原来的图像空间中, 从而得到处理后的图像。

频域增强的主要步骤是:

选择变换方法, 将输入图像变换到频域空间。

在频域空间中, 根据处理目的设计一个转移函数, 并进行处理。

将所得结果用反变换得到增强的图像。

常用的频域增强方法有低通滤波和高通滤波。

低通滤波

图像的能量大部分集中在幅度谱的低频和中频部分, 而图像的边缘和噪声对应于高频部分。因此能降低高频成分幅度的滤波器就能减弱噪声的影响。由卷积定理, 在频域实现低通滤波的数学表达式:

$$G(u,v)=H(u,v)F(u,v)$$

- 1) 理想低通滤波器 (ILPF)

$$H(u,v)=\begin{cases} 1 & D(u,v)\leq D_0 \\ 0 & D(u,v)>D_0 \end{cases}$$

- 2) 巴特沃斯低通滤波器 (BLPF)

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

3) 指数型低通滤波器 (ELPF)

$$H(u, v) = e^{-\frac{\left[D(u, v) / D_0 \right]^n}{\sqrt{2}}}$$

三. 实验内容与要求

平滑频域滤波

- 1) 设计理想低通滤波器、巴特沃斯低通滤波器和指数型低通滤波器，截止频率自选。
- 2) 读出 cameraman.tif 这幅图像，加入椒盐噪声，分别采用理想低通滤波器、巴特沃斯低通滤波器和指数型低通滤波器对其进行滤波（截止频率自选），再做反变换得到低通滤波后的空域图像。

四. 实验结果

在 matlab 环境下，观察不同的截止频率下采用不同低通滤波器得到的图像与原图像的区别，特别注意振铃效应。

五. 实验报告要求

- 1、给出实验原理过程及实现代码；
- 2、分析三种低通滤波器的效果，区别。

理想低通滤波器

```
function []=lxdft(inputimage,D0)
%D0 为输入截止频率, inputimage 为输入图像

I=imread(inputimage);%读入图像
figure;
subplot(1,3,1),imshow(I);
title('原图');
I=imnoise(I,'salt & pepper',0.02); %加入椒盐噪声
subplot(1,3,2),imshow(I);
title('加入椒盐噪声图');
f=double(I); % 由于 MATLAB 不支持 unsigned int 型图像计算, 故将图像数据变为
double 型
g=fft2(f); % 傅里叶变换
g=fftshift(g); % 将傅里叶变化零频率搬移到频谱中间
[M,N]=size(g); % 确定图像大小,M 为行数, N 为列数

m=fix(M/2); n=fix(N/2);% 确定傅里叶变化原点 (即直流部分), 并且数据向 0 取整
result=zeros(M,N);
for i=1:1:M
    for j=1:1:N
        d=sqrt((i-m)^2+(j-n)^2);%计算 D(u, v)
        if(d<=D0)
            h=1;%如果 D(u, v)<=D0, H(u,v)=1
        else
            h=0;%如果 D(u, v)>D0, H(u,v)=0
        end
        result(i,j)=h*g(i,j);
    end
end
result=ifftshift(result);% 傅里叶逆移频, 由于之前做过 fftshift
J1=ifft2(result);% 傅里叶反变换
J2=uint8(real(J1));%提取 J1 的实部, 并将该数据定义为 8 位无符号整数
subplot(1,3,3),imshow(J2) ;
title('理想低通滤波图');
```

外部调用该函数

```
lxdft('cameraman.tif',10)
```