

频率域滤波

- 4.1 背景
- 4.2 基本概念
- 4.3 取样和取样函数的傅立叶变换
- 4.4 单变量的离散傅立叶变换
- 4.5 两个变量的扩展
- 4.6 二维离散傅立叶变换的一些性质
- 4.7 频率域滤波基础
- 4.8 频率域滤波器平滑图像
- 4.9 频率域滤波器锐化图像
- 4.10 选择性滤波

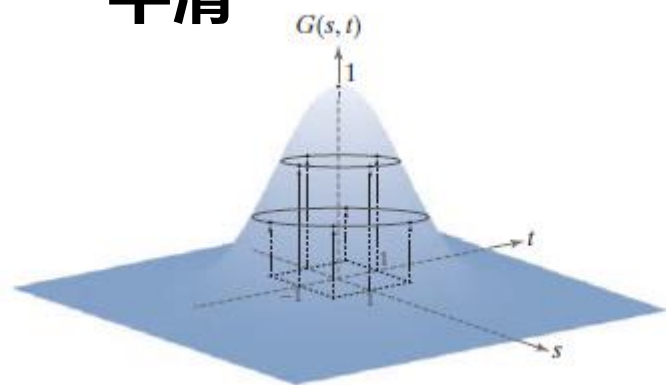
§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

空域图像滤波

$$g(x, y) = h(x, y) \star f(x, y)$$

平滑与锐化

平滑



$\frac{1}{4.8976} \times$

$h(x, y)$		
0.3679	0.6065	0.3679
0.6065	1.0000	0.6065
0.3679	0.6065	0.3679

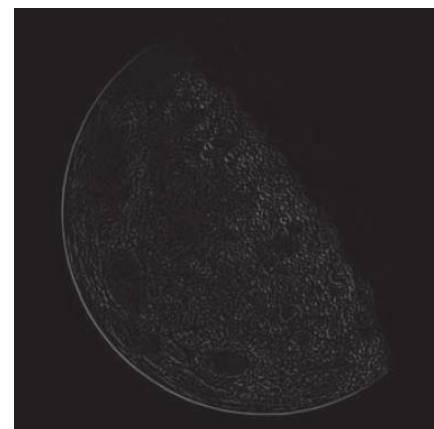


锐化

$h(x, y)$		
0	1	0
1	-4	1
0	1	0



+



=

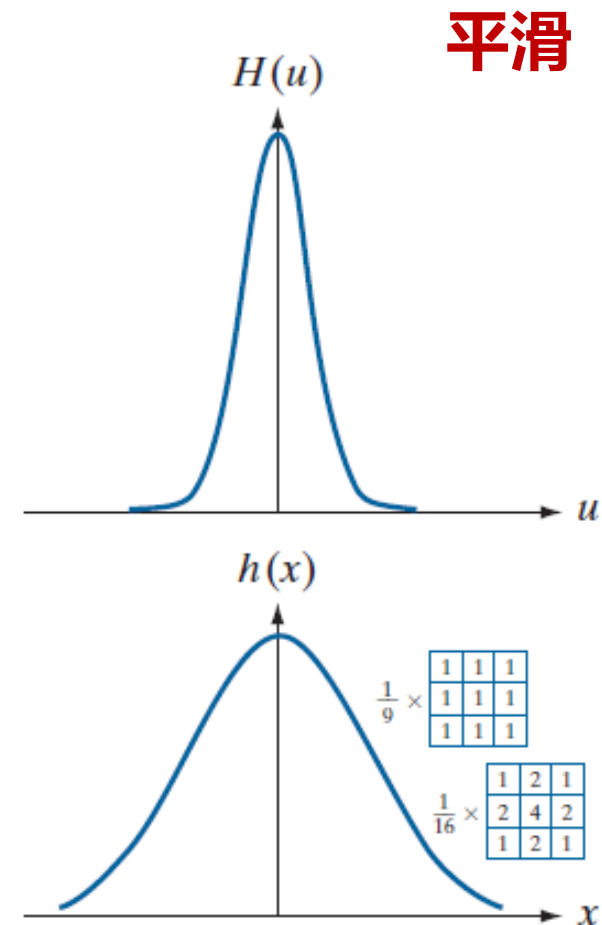
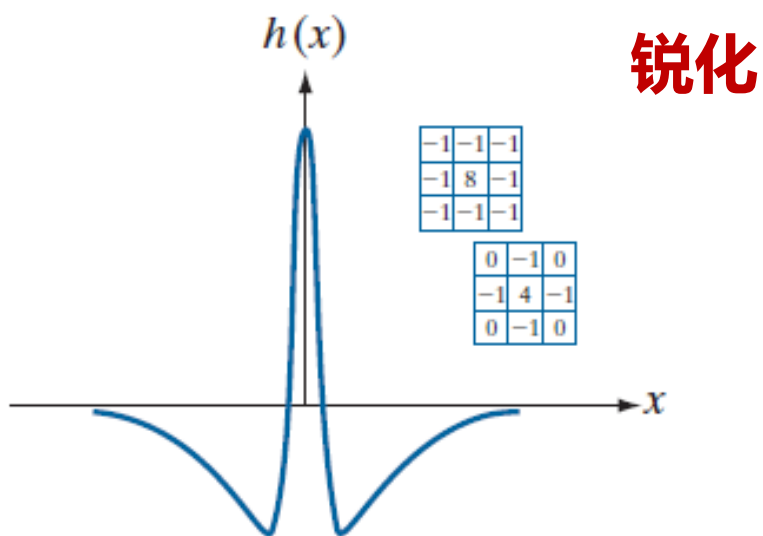


§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

空域图像滤波 $g(x, y) = h(x, y) \star f(x, y)$



频域图像滤波 $G(u, v) = H(u, v) \cdot F(u, v)$

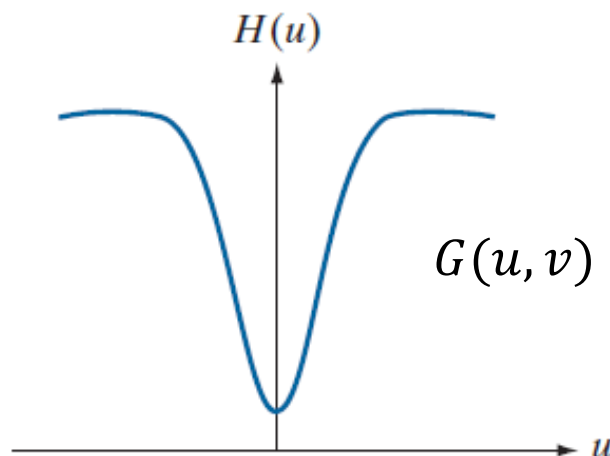
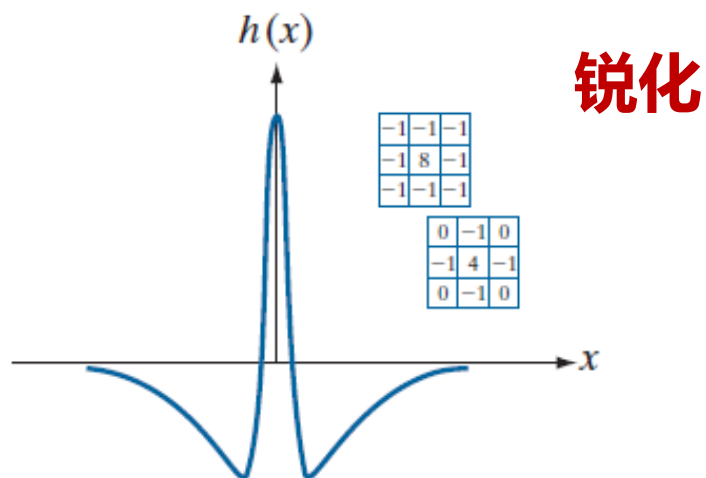
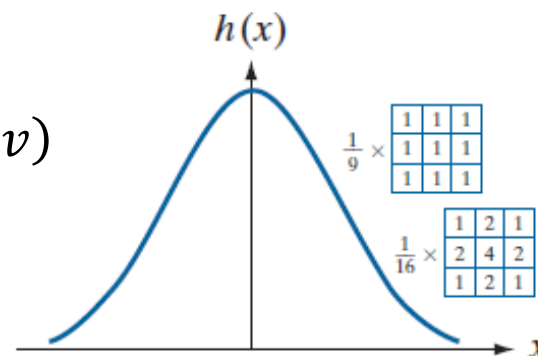
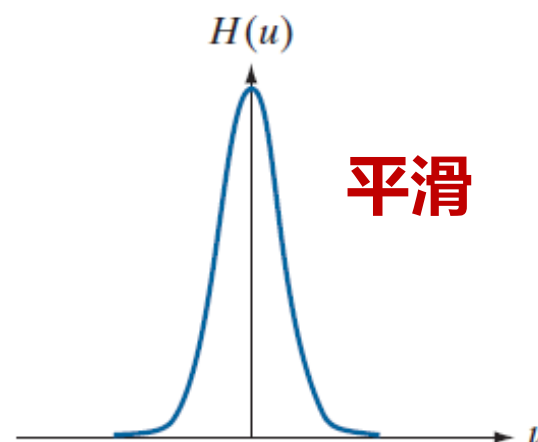
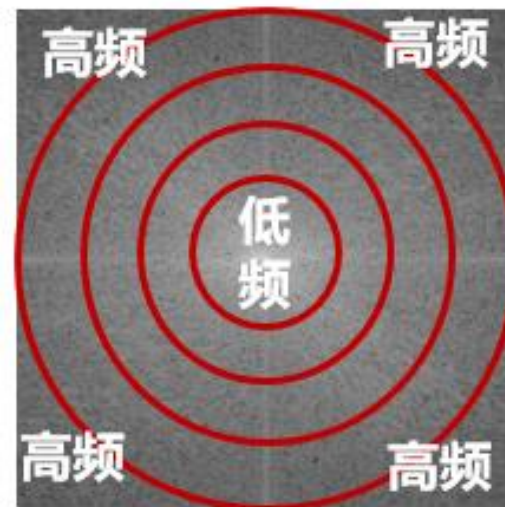


§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

频率平面与图像空域特性的关系

- ◆ 图像变化平缓的部分靠近频率平面的圆心，为**低频区域**
- ◆ 图像中的边、噪音、变化陡峭的部分，以放射方向离开频率平面的圆心，这个区域为**高频区域**

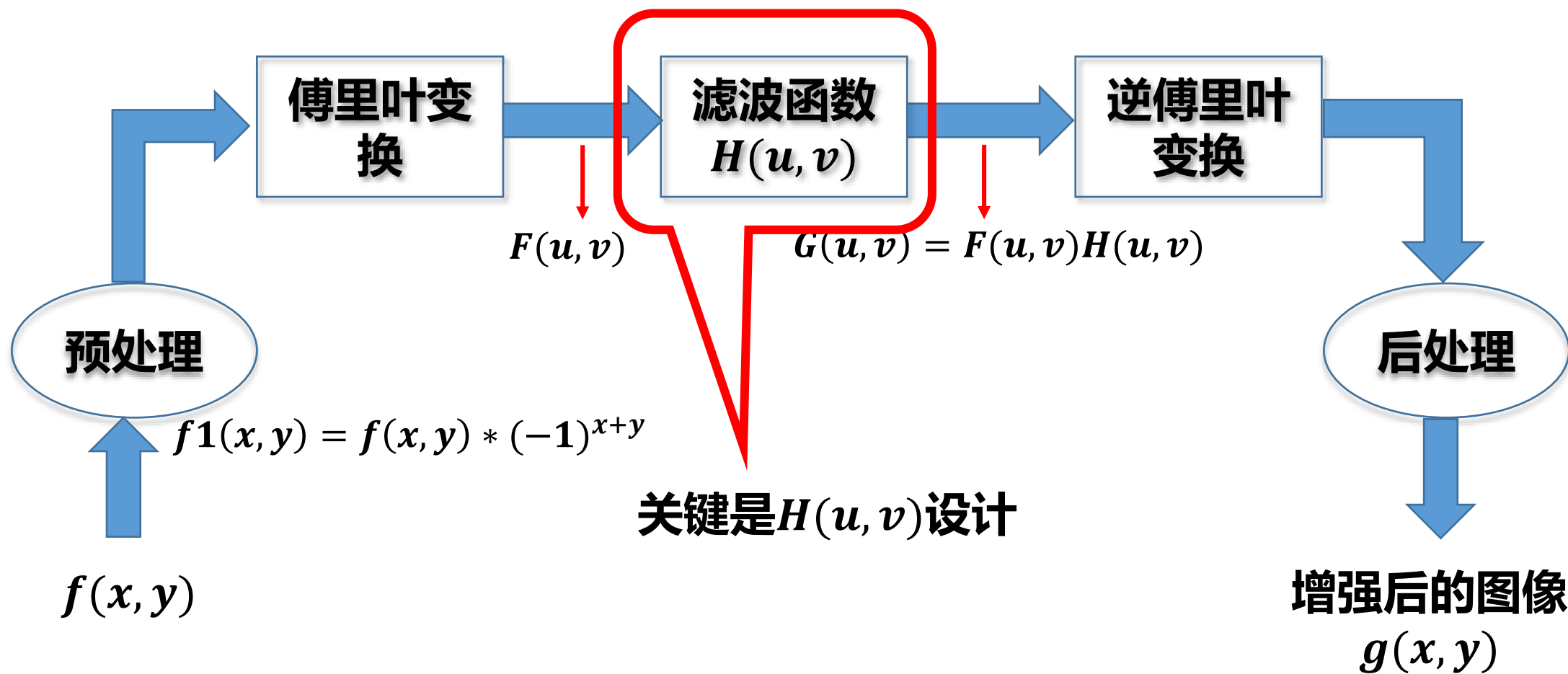
频域增强是通过改变图像中不同频率分量来实现的。



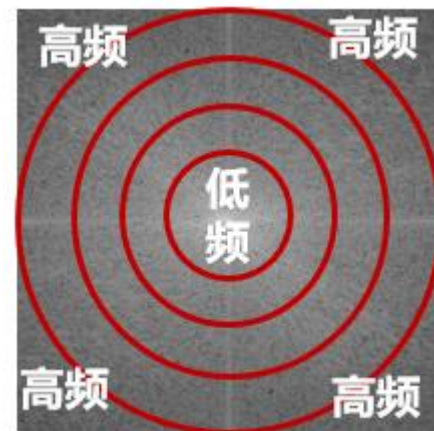
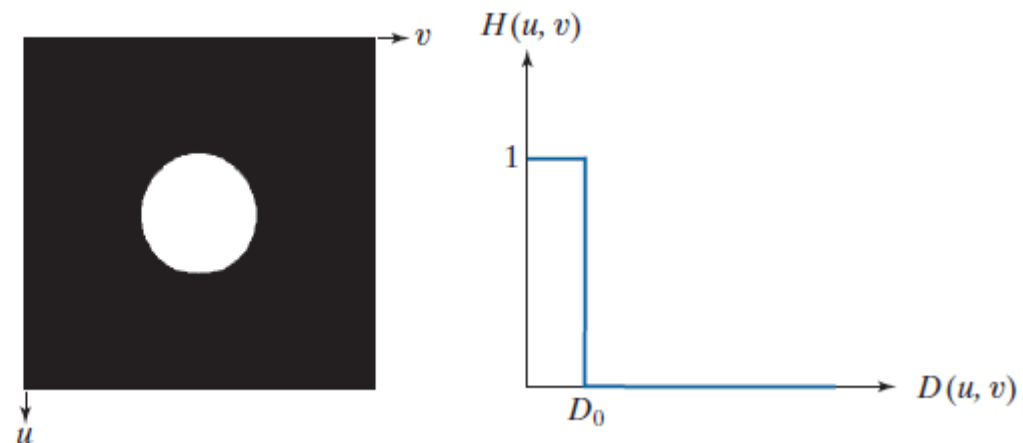
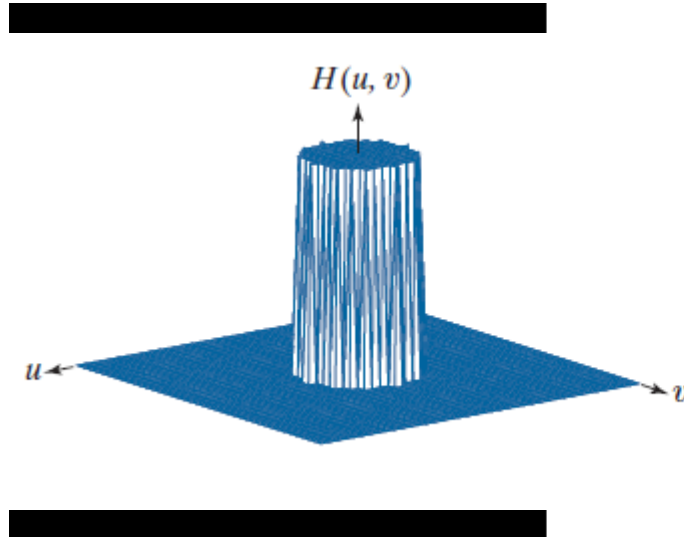
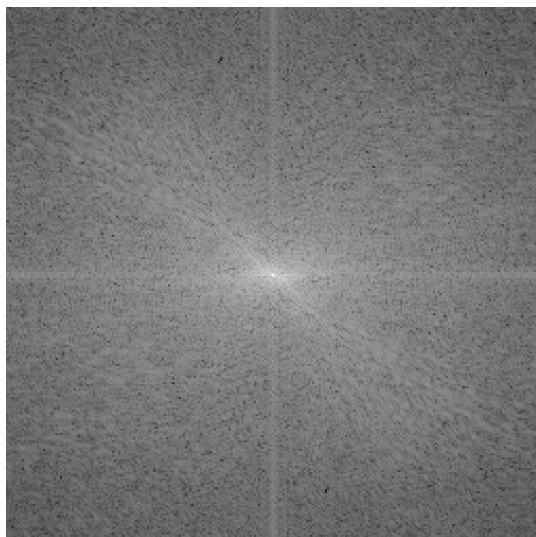
$$G(u, v) = H(u, v) \cdot F(u, v)$$

§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

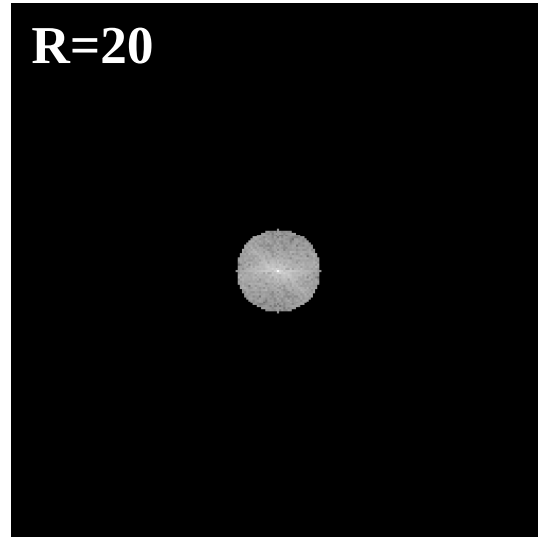
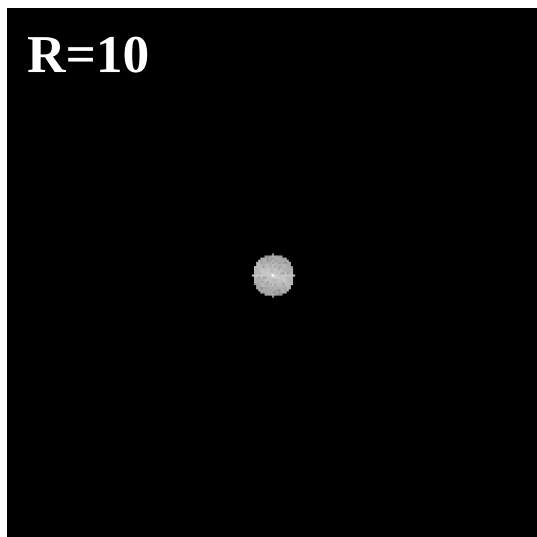
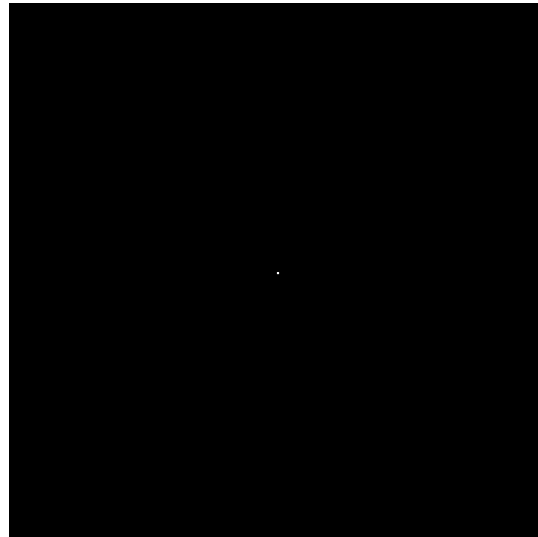
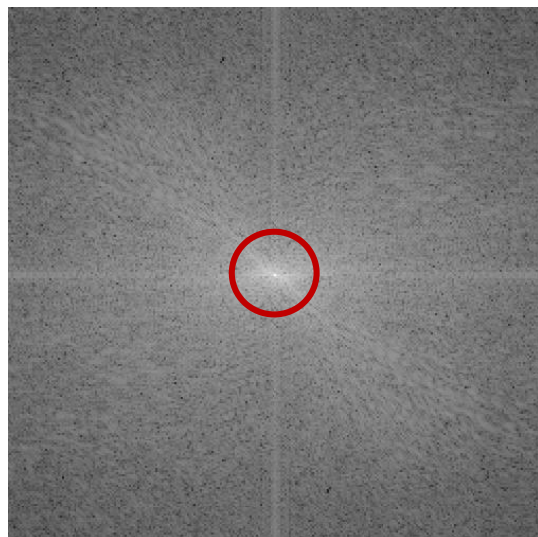
□ 频域滤波增强原理



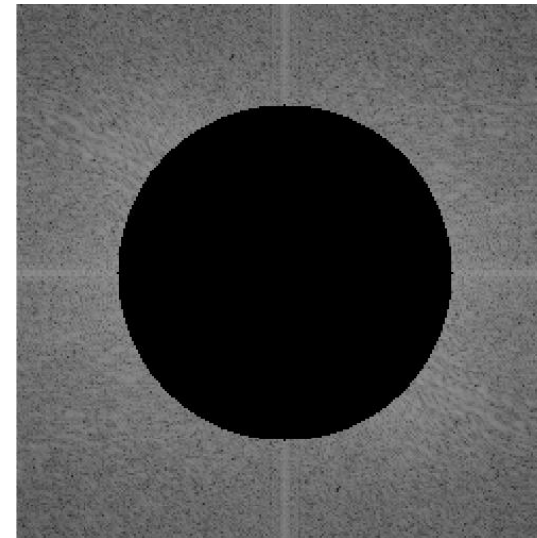
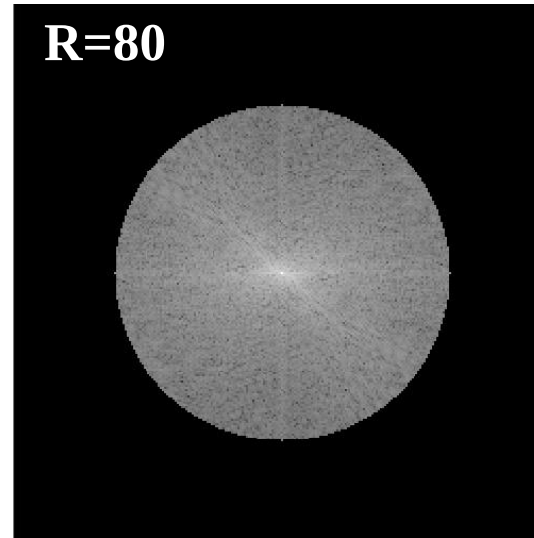
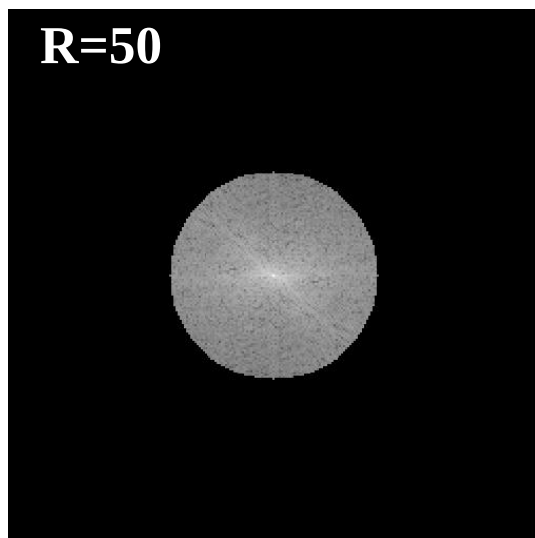
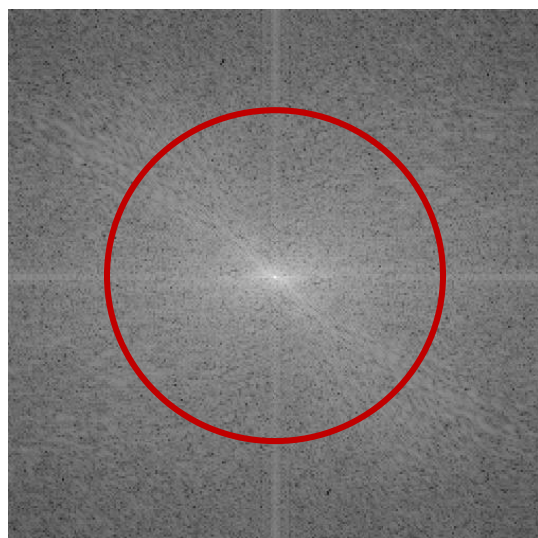
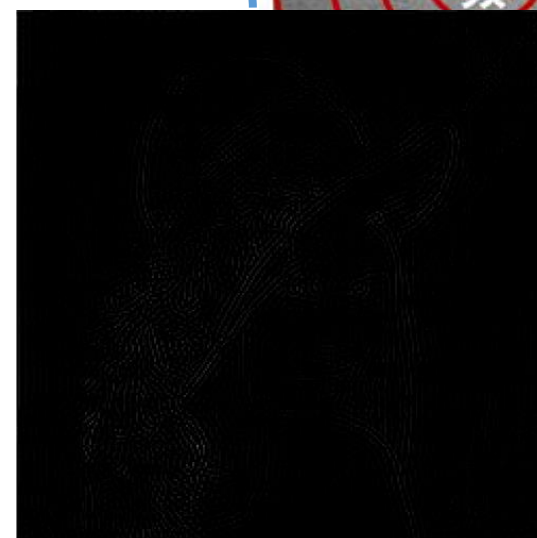
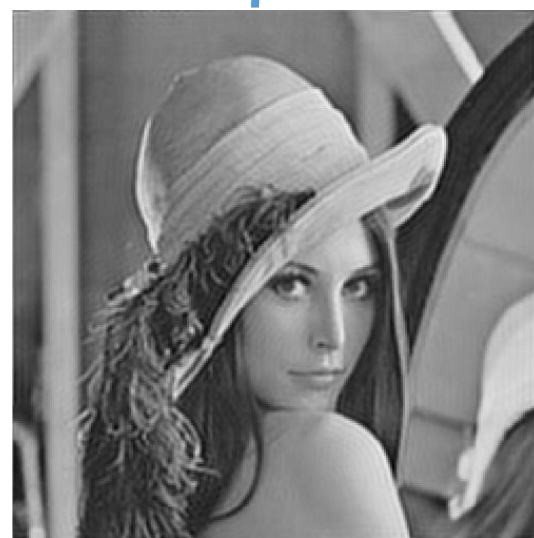
§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征



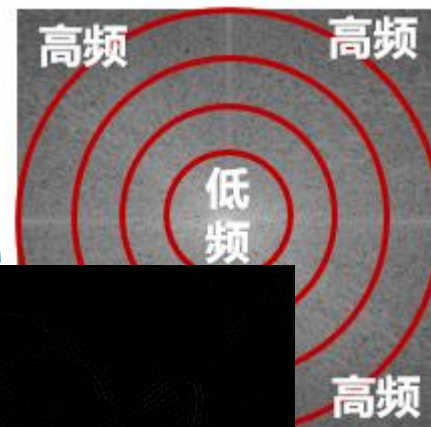
§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征



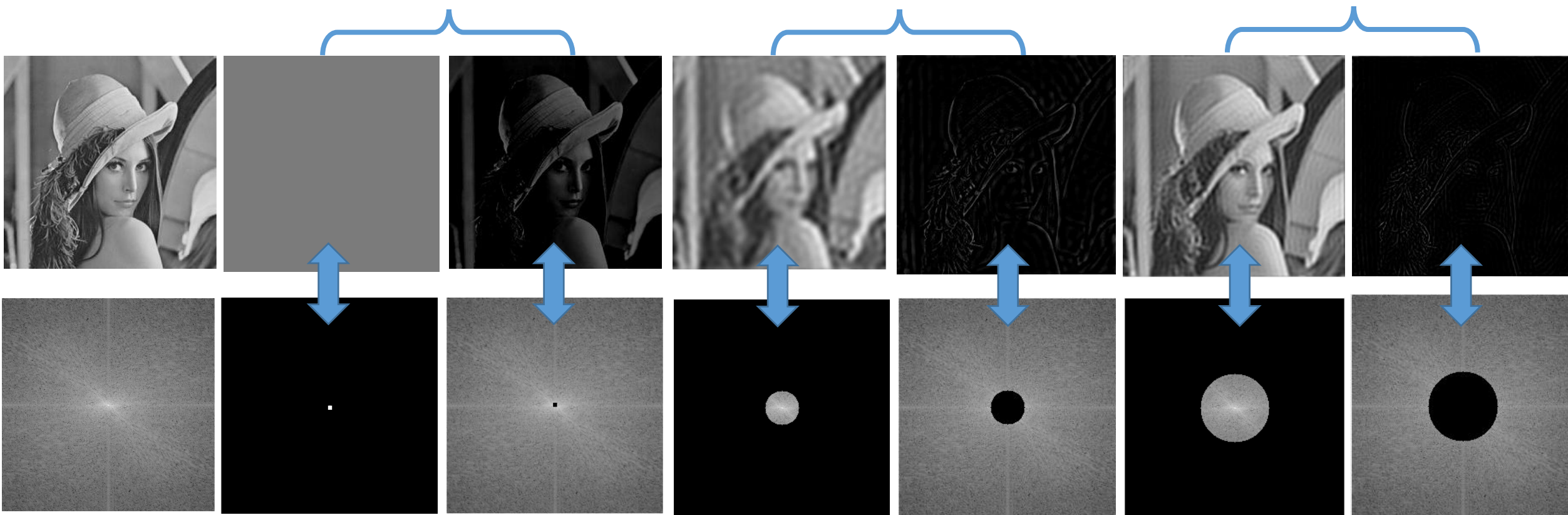
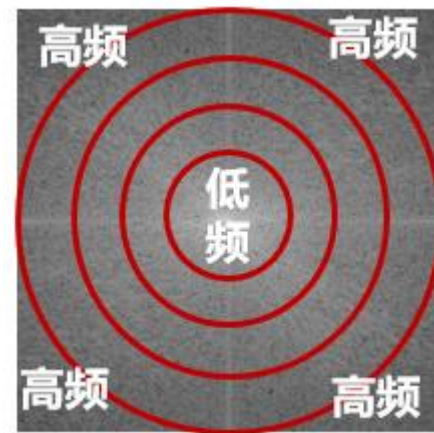
§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征



$\oplus$



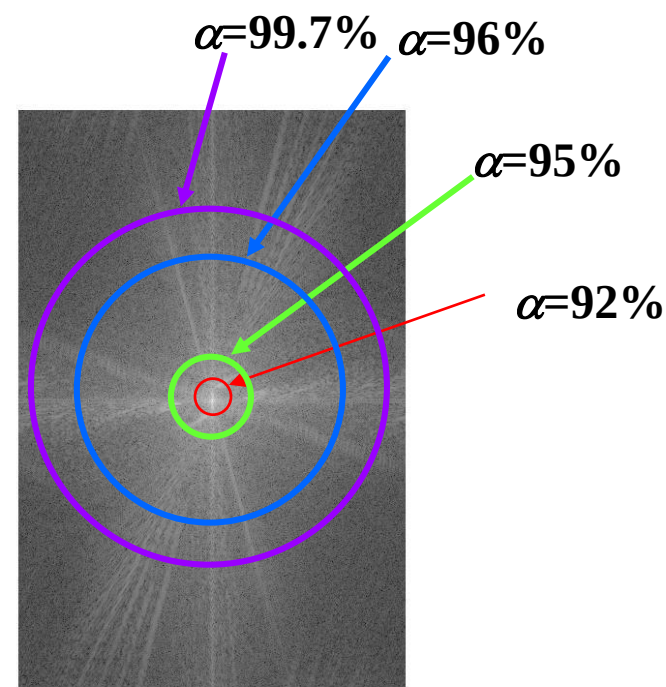
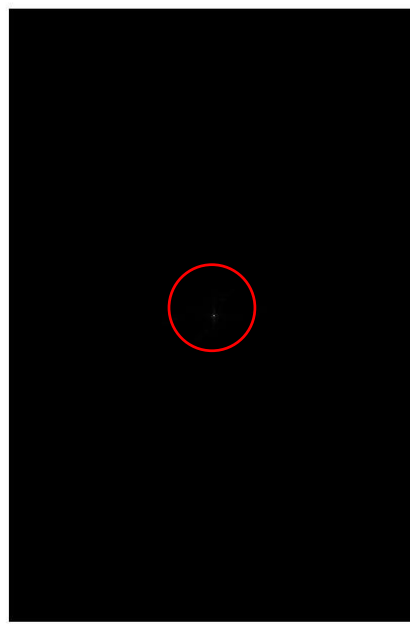
§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征



§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

□ 图像能量集中在低频段

$$\alpha = \frac{\text{图像区域能量}}{\text{图像所有能量}} = \frac{\sum_{r=0}^{R'} \sum_{\theta=0}^{2\pi} |F(r, \theta)|^2}{\sum_{r=0}^R \sum_{\theta=0}^{2\pi} |F(r, \theta)|^2} \times 100$$

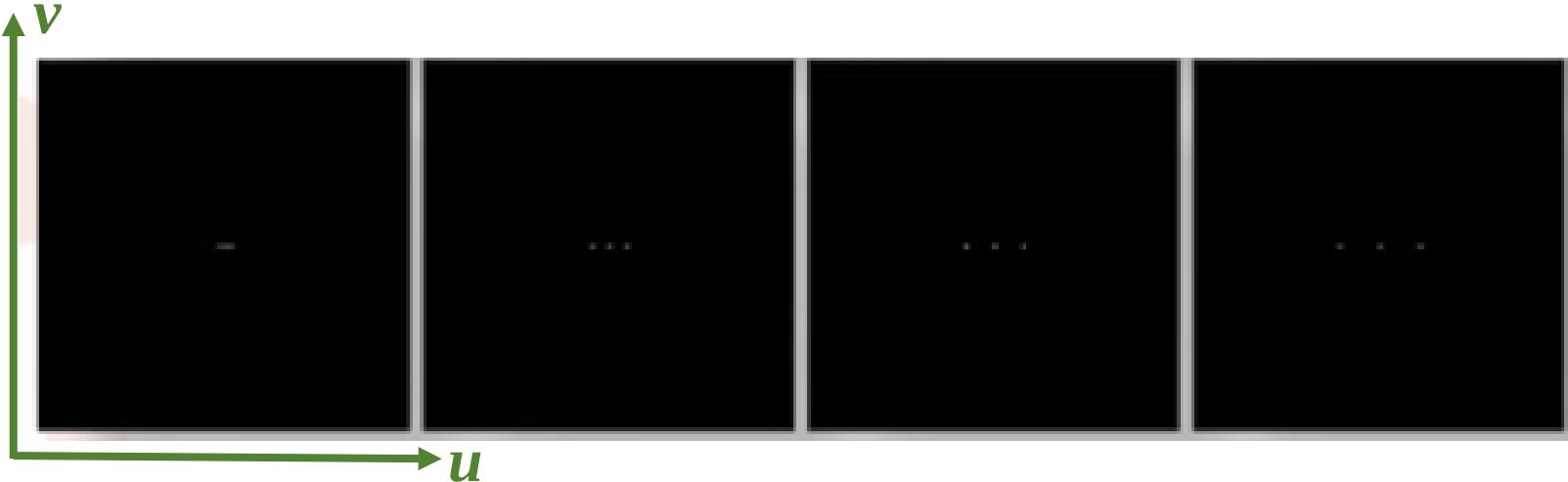


§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

□ 图像中的灰度信息变化剧烈程度能够在频域中体现



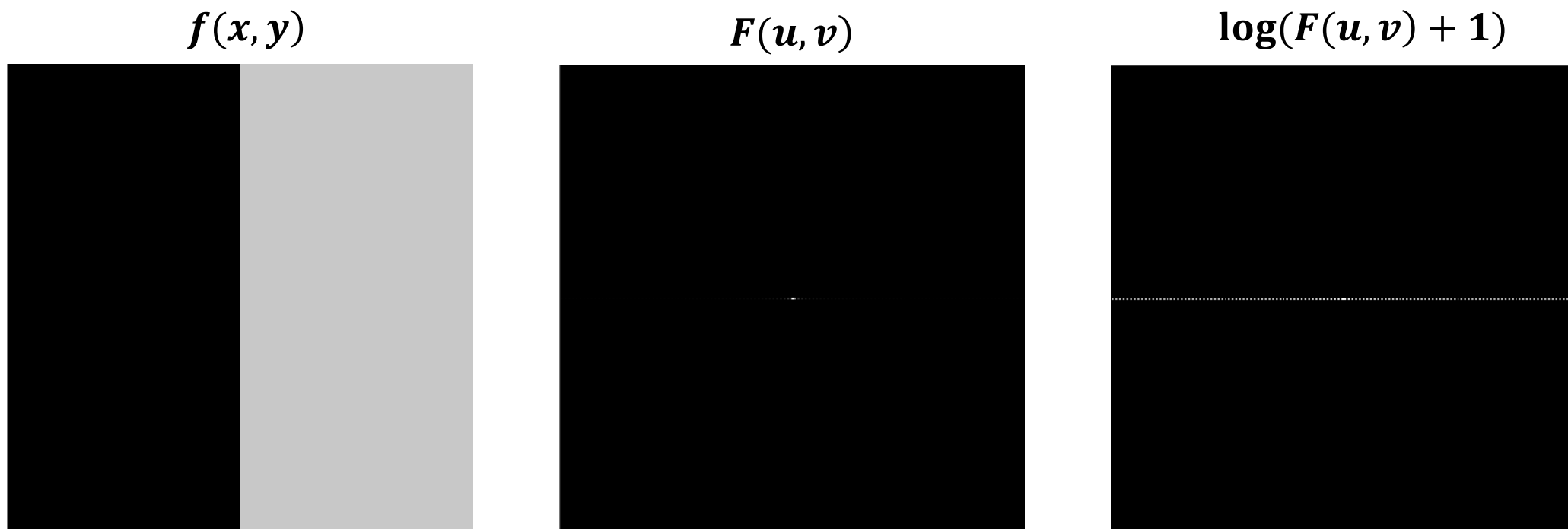
$$f(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) e^{j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})}$$



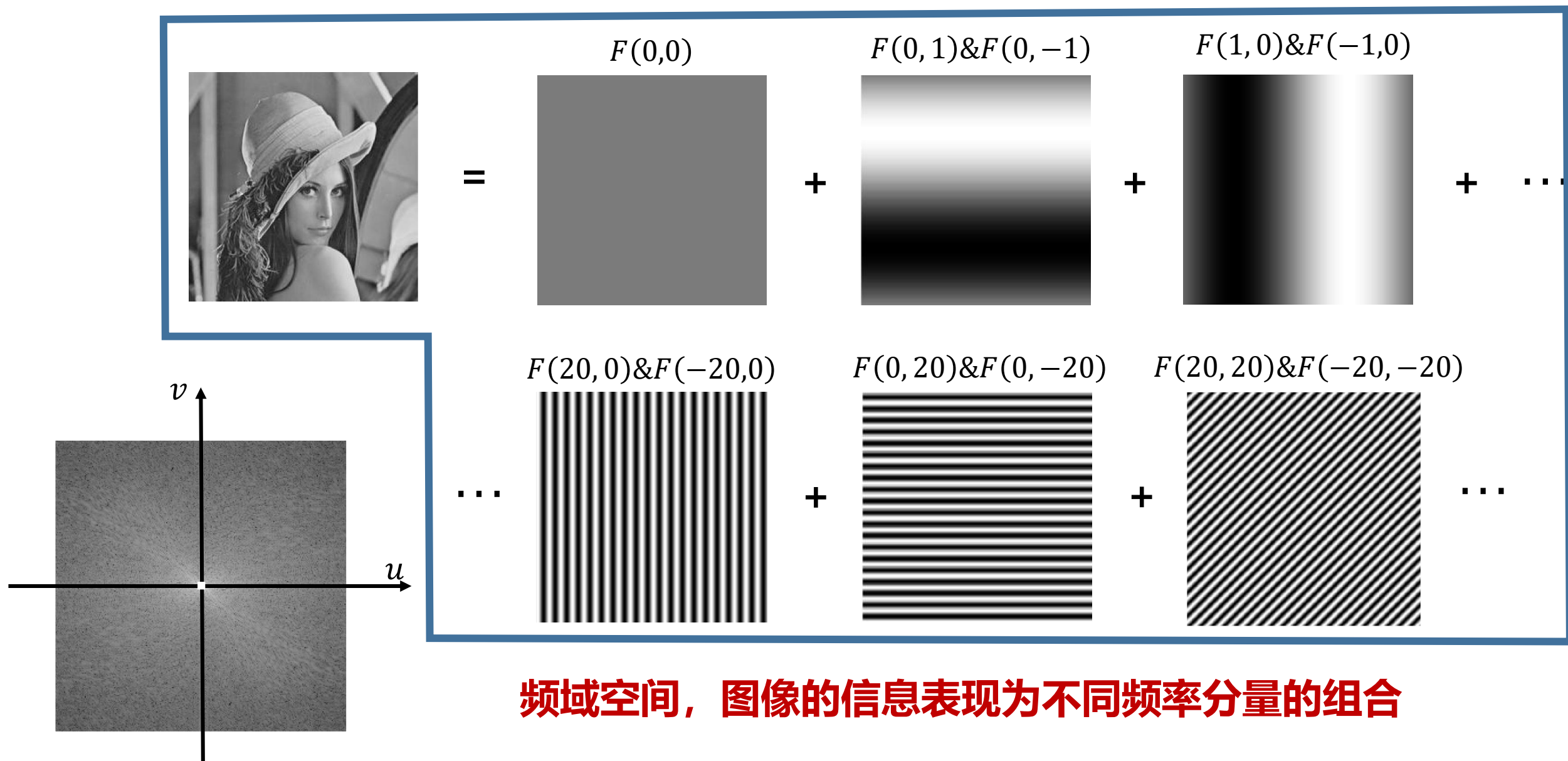
$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})}$$

§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

□ 图像边缘的方向能在频域中得到体现

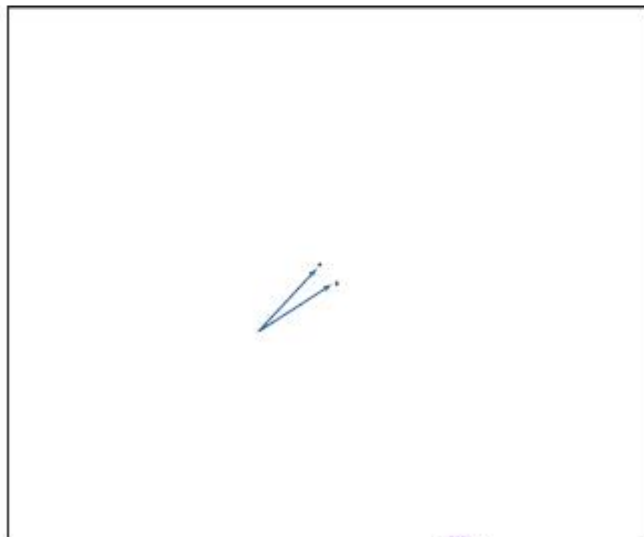
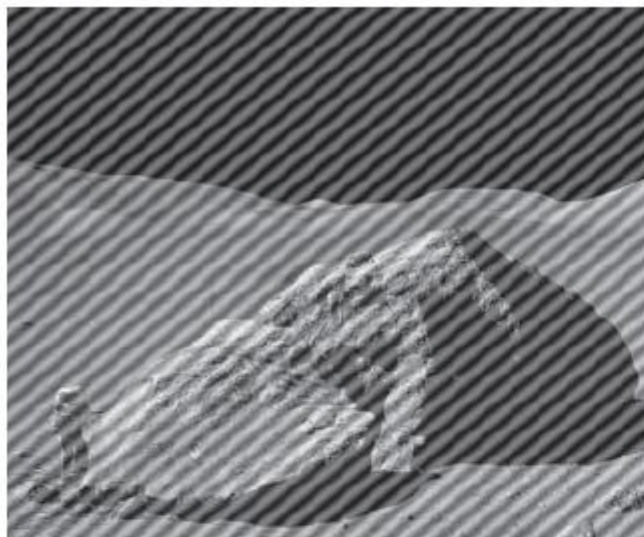
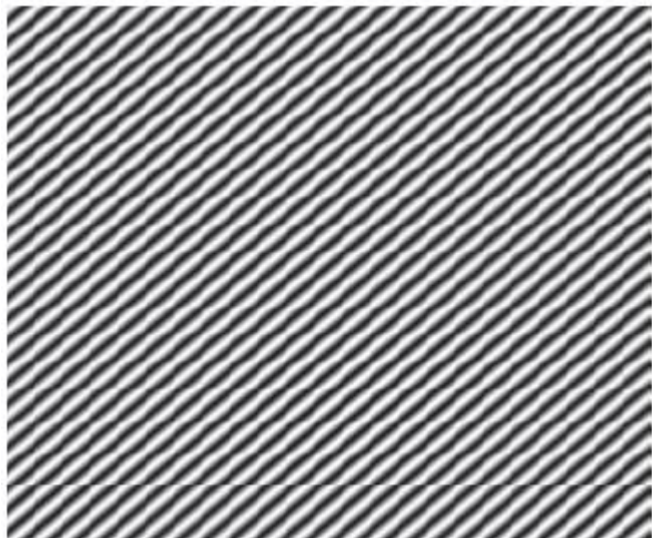


§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征



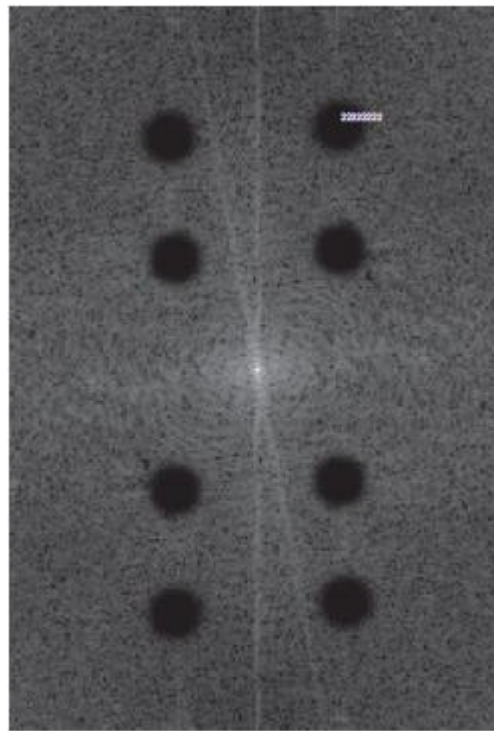
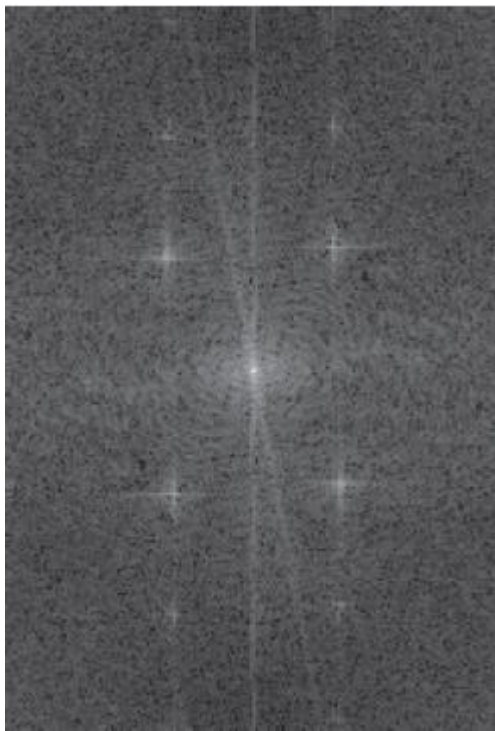
§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

□ 频域滤波的应用



§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

□ 频域滤波的应用



§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

□ 图像的频域(频谱)特征

- ① 频谱的原点的值 $F(0,0)$ 与图像的均值成正比, $F(0,0)$ 称为图像直流分量

$$F(0,0) == MN \cdot \bar{f}(x, y)$$

- ② 频域中的频率反映了空间域中图像灰度的变化程度

- $F(0,0)$ 表示图像的直流(不变化)分量;
- (u,v) 越远离频域中心 $(0,0)$, $F(u,v)$ 对应的空域的灰度变化就越强烈;
- 低频对应着图像的平坦区域, 高频对应着图像的剧烈变化区域(边缘或噪声等细节).

- ③ 图像的边缘方向能在频域中得到反映

- ④ 一般地,图像的能量集中在低频段

§4.7 傅立叶变换及图像的频域特征

图像的信息表现为频率域中不同频率分量的组合。

频域增强是通过改变图像中不同频率分量来实现的。

频域滤波器：不同的滤波器滤除的频率和保留的频率不同，因而可获得不同的增强效果。

频域增强方法的三个步骤：

1. 将图像从图像空间转换到频域空间；

计算图像的傅里叶变换

2. 在频域空间对图像进行增强；

将其与频率滤波器相乘

3. 将增强后的图像再从频域空间转换到图像空间。

进行傅里叶反变换