



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

5.5 频率域锐化滤波器

黄朝兵 主讲

5.5 频率域锐化滤波器 (Frequency Sharpening Filters)

图像的边缘、细节主要位于高频部分，而图像的模糊是由于高频成分比较弱产生的。

频率域锐化就是为了消除模糊，突出边缘。

采用高通滤波器让高频成分通过，使低频成分削弱，再经傅立叶逆变换得到边缘锐化的图像。

5.5 频率域锐化滤波器 (Frequency Sharpening Filters)

高通滤波器的传递函数可由下面的关系式得到:

$$H_{hp}(u, v) = 1 - H_{lp}(u, v)$$

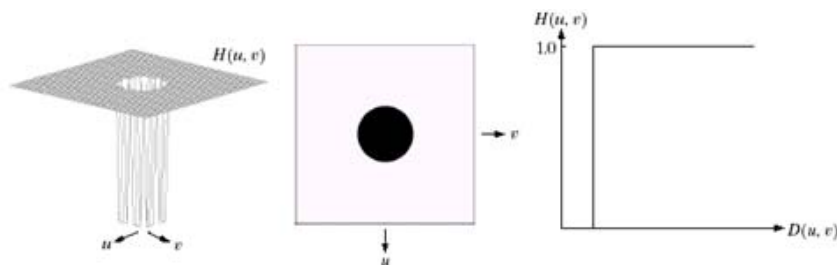
1. 理想高通滤波器

理想高通滤波器

(Ideal Highpass Filters-IHPF)

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

其中 D_0 是指定得非负数值, $D(u, v) = [(u - M/2)^2 + (v - N/2)^2]^{1/2}$

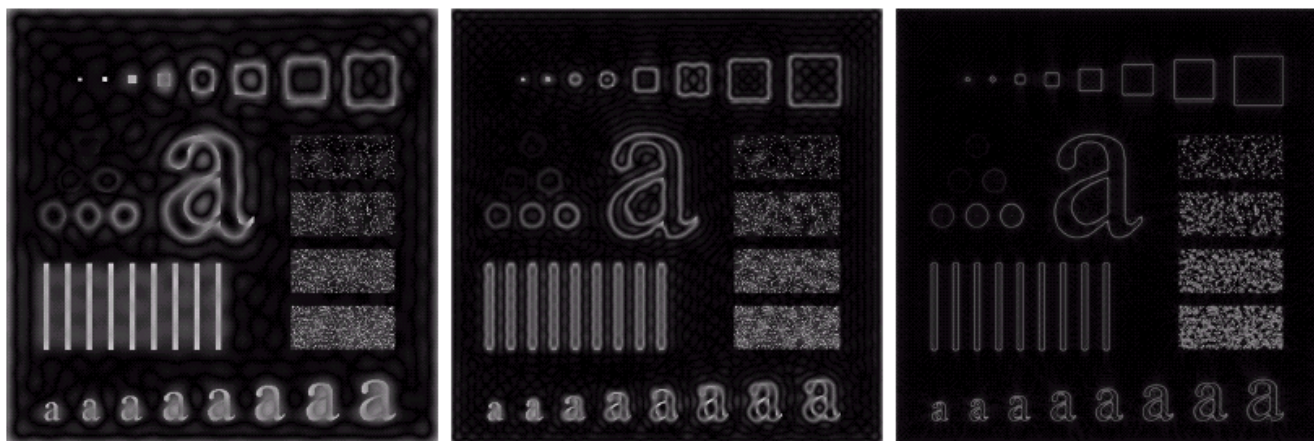


这个滤波器与理想低通滤波器是相对的

- 将以 D_0 为半径的圆周内的所有频率置零
- 毫不衰减地通过圆周外的任何频率

1. 理想高通滤波器

IHPF通常具有振铃性质。
 微小物体和线条被加强，呈白色。



a b c

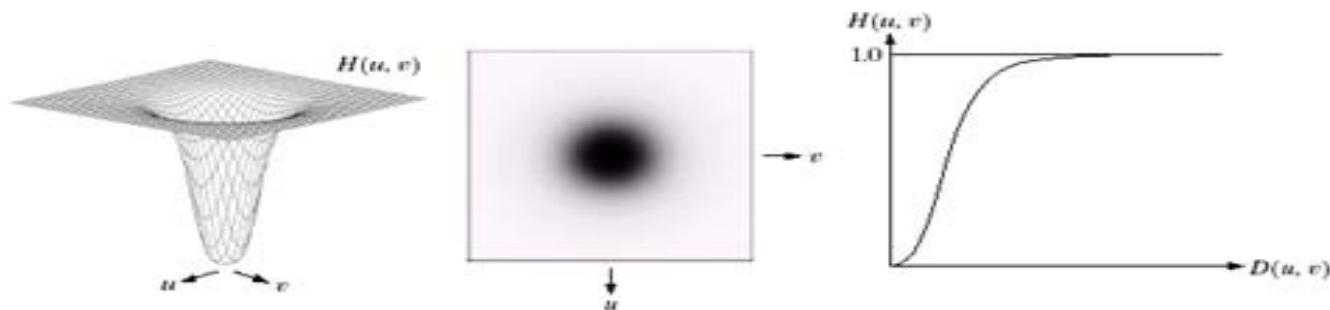
FIGURE 4.24 Results of ideal highpass filtering the image in Fig. 4.11(a) with $D_0 = 15$, 30, and 80, respectively. Problems with ringing are quite evident in (a) and (b).

2. Butterworth高通滤波器

巴特沃斯高通滤波器-n阶

(Butterworth Highpass Filters-BHPF)

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



其中 D_0 是指定得非负数值, $D(u, v) = [(u - M/2)^2 + (v - N/2)^2]^{1/2}$

BHPF比IHPF要平滑，边缘失真小。

2. Butterworth高通滤波器

IHPF与2阶BHPF对比，
 2阶BHPF结果更平滑
 D_0 分别为15，30，80

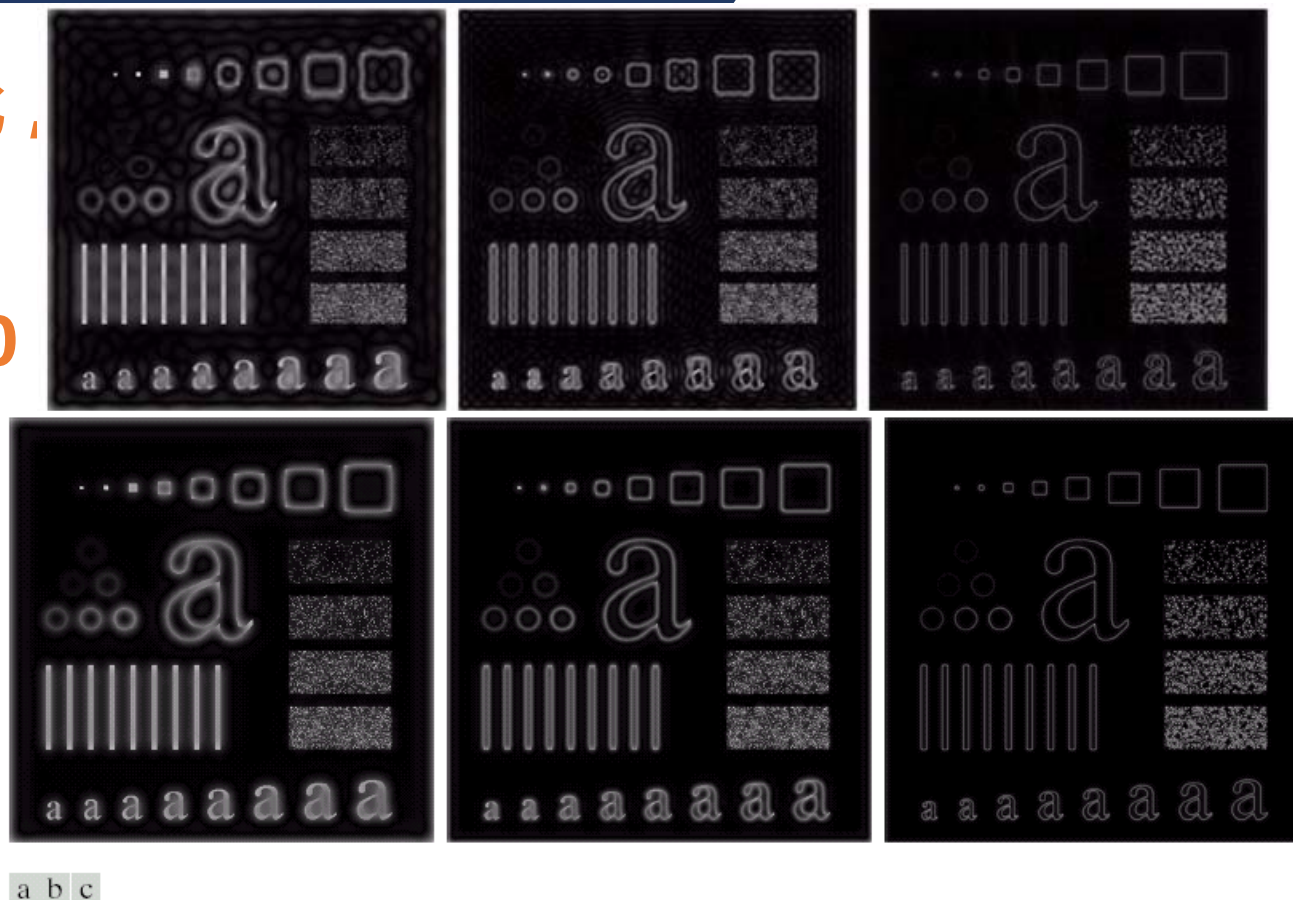


FIGURE 4.25 Results of highpass filtering the image in Fig. 4.11(a) using a BHPF of order 2 with $D_0 = 15$, 30, and 80, respectively. These results are much smoother than those obtained with an ILPF.

2. Butterworth高通滤波器

【例5.8】采用巴特沃斯高通滤波器对Lena图进行锐化
采用巴特沃斯高通滤波器对Lena图进行锐化，其结果参见图5.29。

程序同例5.7，只是滤波器换成 $H=1/(1+(D_0/D)^{2*n})$ 。



(a) lena图



(b) Butterworth高通滤波锐化结果

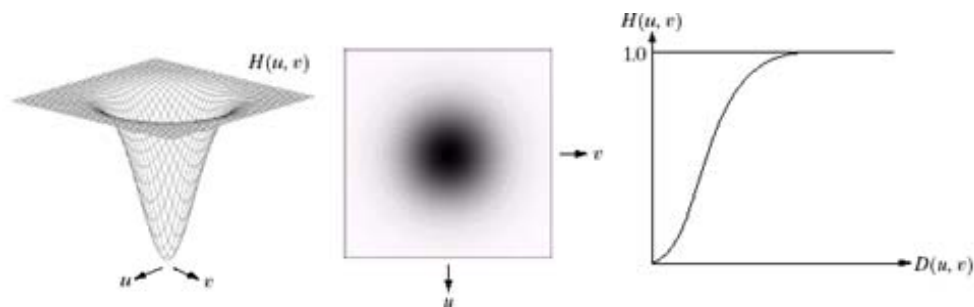
图5.29 对Lena图的Butterworth高通滤波

3. 高斯高通滤波器

高斯高通滤波器

(Gaussian Highpass Filters-GHPF)

$$H(u, v) = 1 - e^{-D^2(u, v) / 2D_0^2}$$



其中 D_0 是指定得非负数值, $D(u, v) = [(u - M/2)^2 + (v - N/2)^2]^{1/2}$

GHPF比IHPF要平滑，边缘失真小。

3. 高斯高通滤波器

GHPF与2阶BHPF对比，GHPF更平滑，BHPF为IHPF的尖锐化和GHPF的完全平滑之间的一种过渡
 D_0 分别为15, 30, 80



a b c

FIGURE 4.25 Results of highpass filtering the image in Fig. 4.11(a) using a BHPF of order 2 with $D_0 = 15$, 30, and 80, respectively. These results are much smoother than those obtained with an ILPF.



a b c

FIGURE 4.26 Results of highpass filtering the image of Fig. 4.11(a) using a GHPF of order 2 with $D_0 = 15$, 30, and 80, respectively. Compare with Figs. 4.24 and 4.25.

比较

三种高通滤波器的特性类似于低通滤波器：

1. 理想高通滤波器有明显振铃现象。
2. Butterworth高通滤波器较平滑，边缘失真小，二阶Butterworth高通滤波器只有轻微振铃现象。
3. 高斯高通滤波器没有振铃现象，完全平滑。



谢谢
THANK YOU