

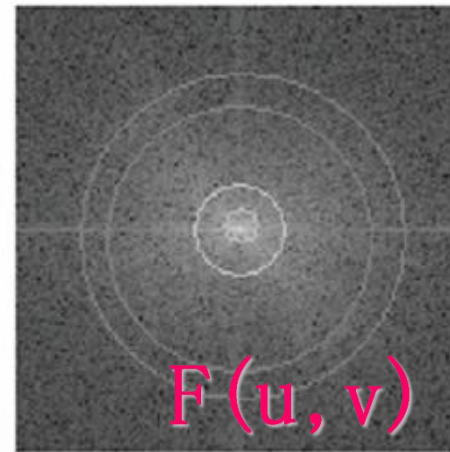
计算机图像处理

COMPUTER IMAGE PROCESSING

频域图像增强



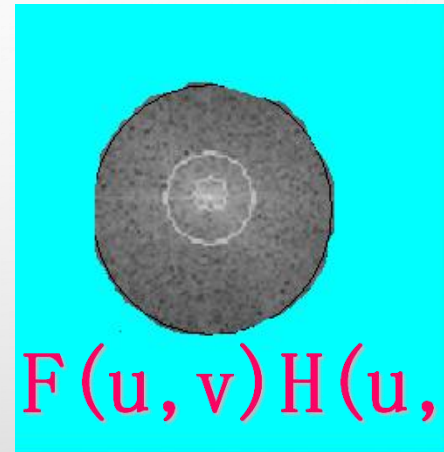
DFT



$H(u, v)$

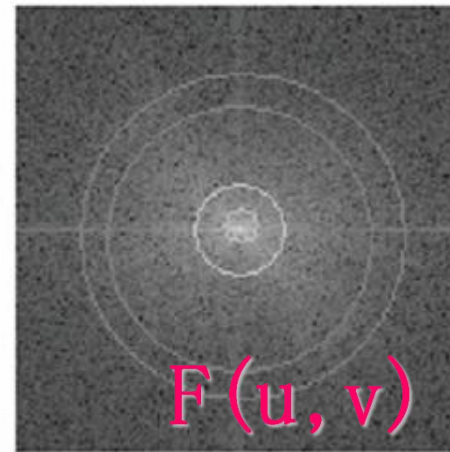


IDFT

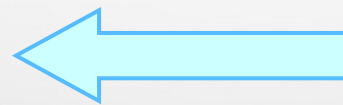




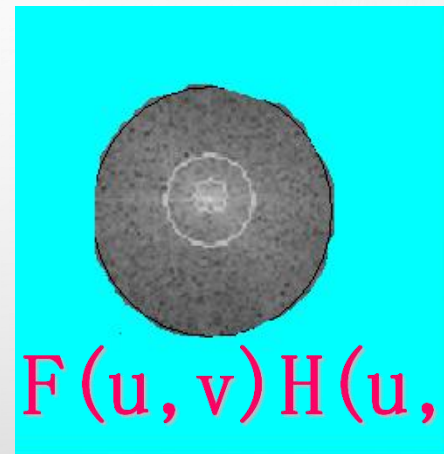
DFT



$H(u, v)$



IDFT



频域图像增强

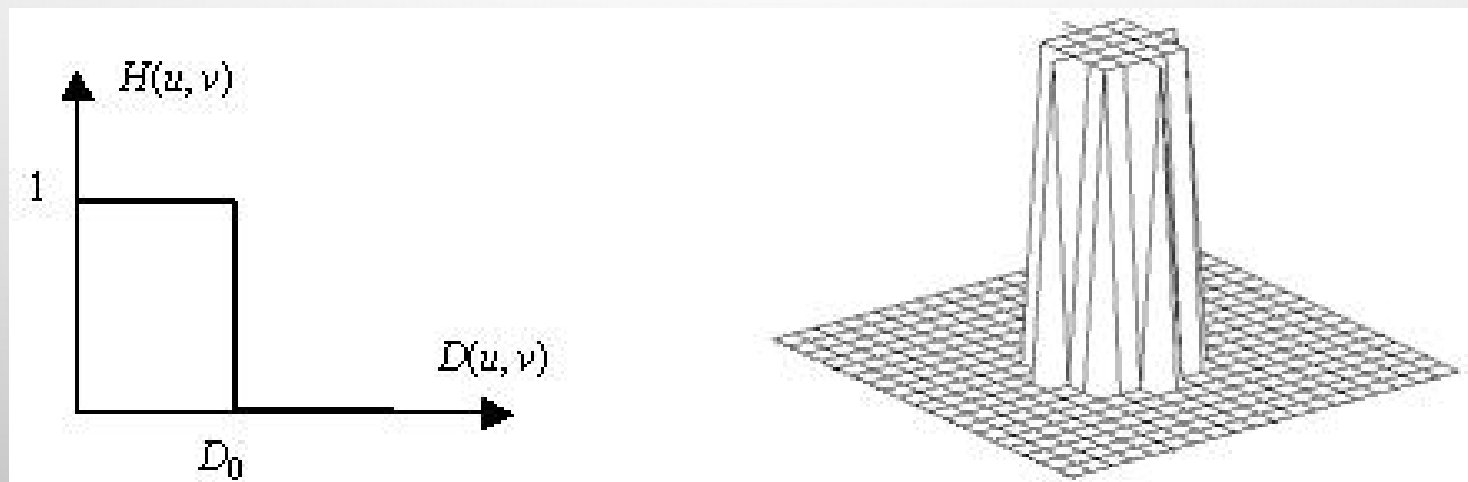
常用的频域增强方法有：

- 低通滤波
- 高通滤波
- 带通和带阻滤波
- 同态滤波等

低通滤波

1、理想低通滤波器

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



理想低通滤波器剖面图和透视图

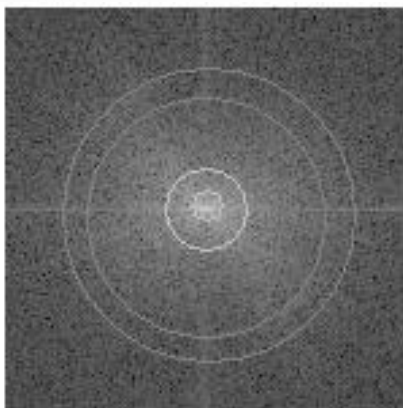
理想低通滤波器

设 $P(u, v) = |F(u, v)|^2 = R^2(u, v) + I^2(u, v)$

图像能量百分比

$$B = 100 \times \left[\sum_{u \in R} \sum_{v \in R} P(u, v) / \sum_{u=1}^{N-1} \sum_{v=1}^{N-1} P(u, v) \right]$$

效果

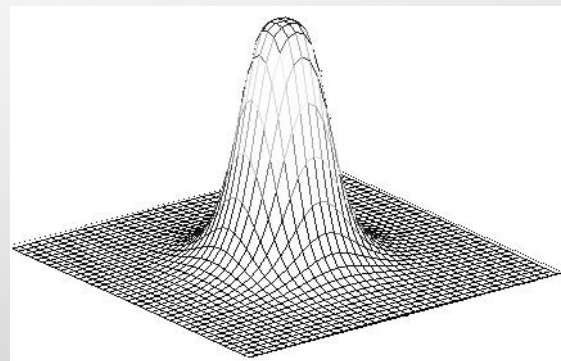
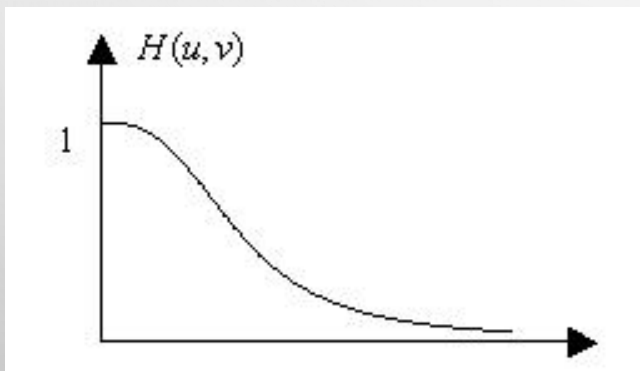


- ❖ 原始图像
- ❖ 傅里叶频谱
- ❖ 截断频率: 5
- ❖ 截断频率: 15
- ❖ 截断频率: 45
- ❖ 截断频率: 65

低通滤波

2、n阶巴特沃斯低通滤波器

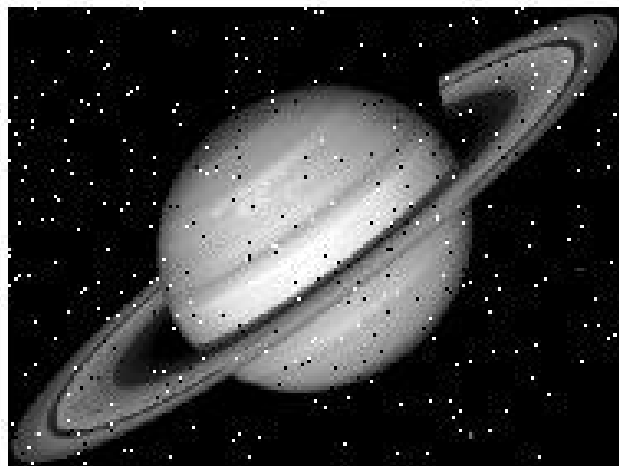
$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v) / D_0]^{2n}}$$



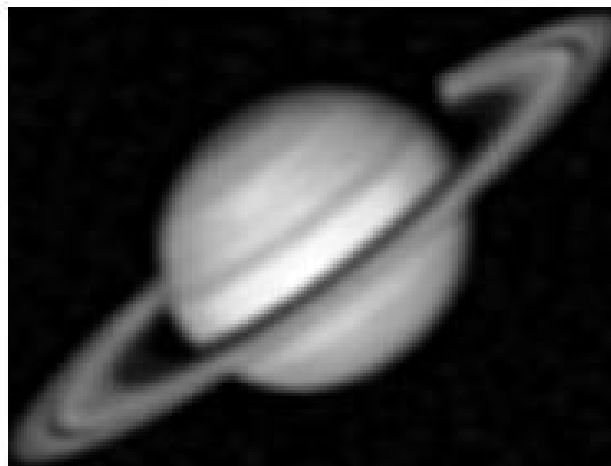
巴特沃斯低通滤波器剖面图和透视图

巴特沃斯低通滤波器

滤波效果



图像+盐椒噪声



截断频率20结果

低通滤波器

除虚假轮廓比较



截断频率35
理想低通滤波
明显的振铃现象



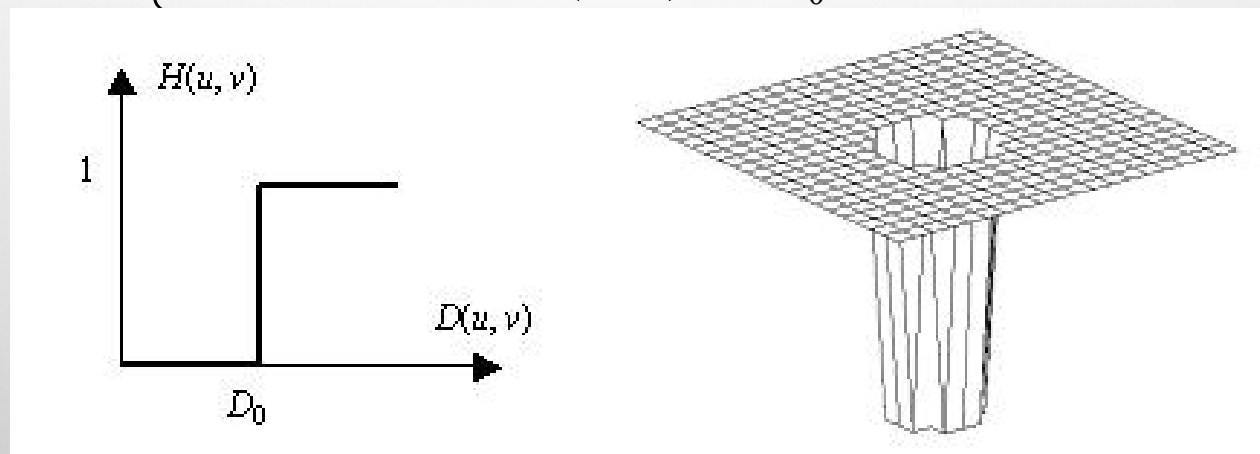
截断频率35
巴特沃斯低通滤波

量化灰度级图像

高通滤波

1、理想高通滤波器

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

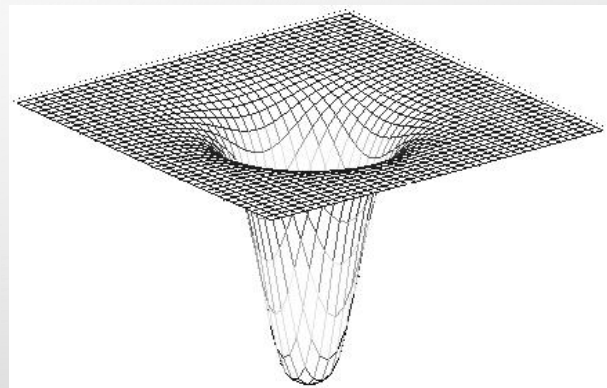
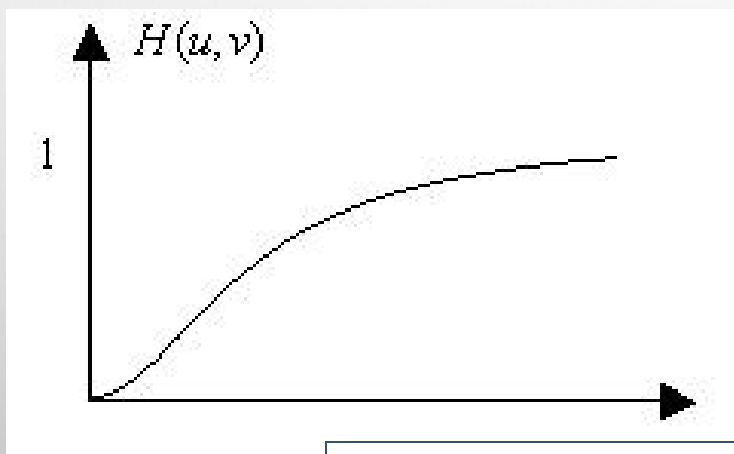


理想高通滤波器剖面图和透视图

高通滤波

2、n阶巴特沃斯高通滤波器

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



巴特沃斯高通滤波器剖面图和透视图

高频加强滤波

图像经过高通滤波器处理后，许多低频信号没了，因此图像的平滑区基本上消失。对于这个问题可以用高频加强滤波来弥补。所谓高频加强滤波就是在设计滤波器变换函数时，加上一个大于0小于1的常数 α

$$H'(u, v) = H(u, v) + c$$

高频加强滤波

比较理想高通滤波与加强滤波



模糊图像



理想高通滤波
平滑区基本消失



理想加强滤波

高频加强滤波

比较巴特沃斯高通滤波与加强滤波



模糊图像



巴特沃斯高通滤波
平滑区基本消失



巴特沃斯加强滤波

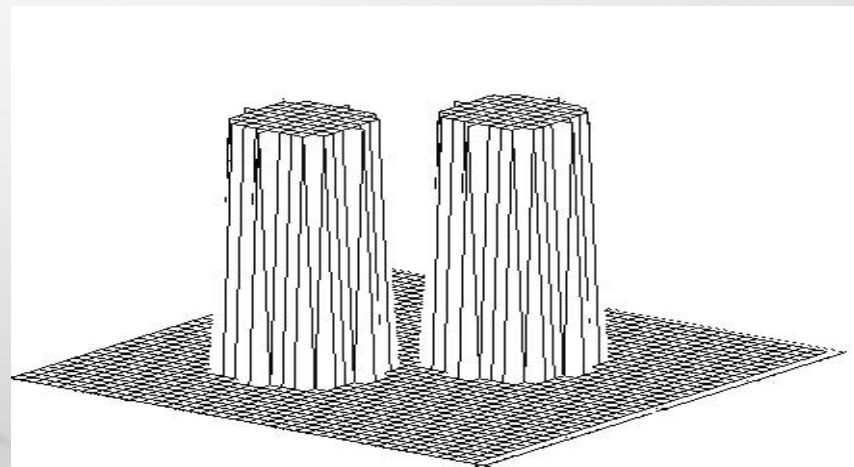
试比较理想加强滤波和巴特沃斯加强滤波效果

带通滤波

3、带通滤波器

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & D_1(u, v) \leq D_0 \quad \text{or} \quad D_2(u, v) \leq D_0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

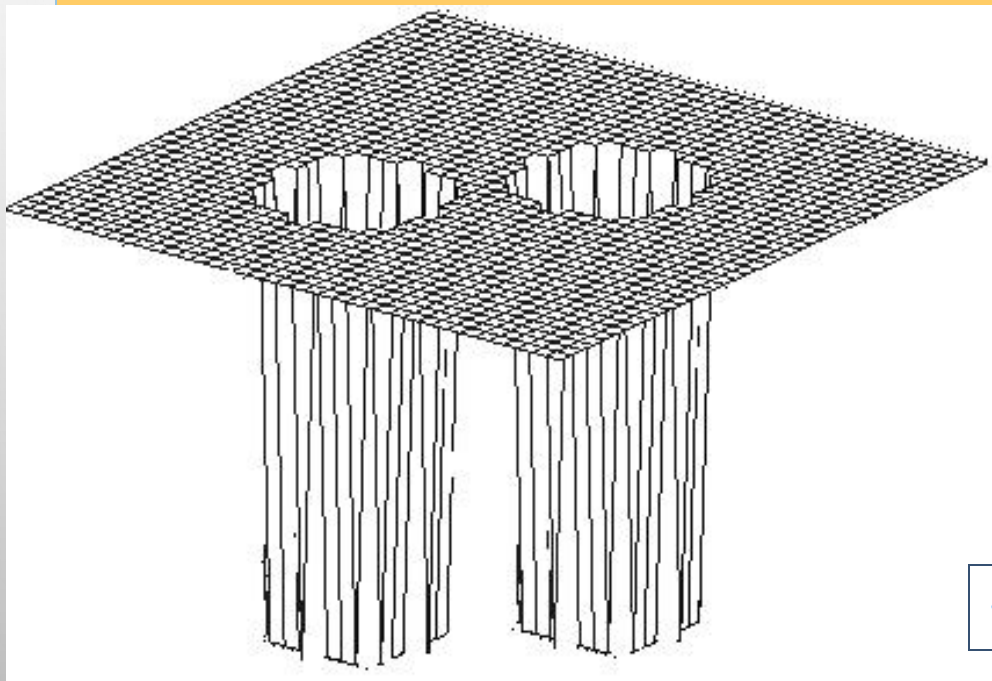
$$D_2(u, v) = [(u + u_0)^2 + (v + v_0)^2]^{1/2}$$



带阻滤波

4、带阻滤波器

$$H(u,v) = \begin{cases} 0 & D_1(u,v) \leq D_0 \quad \text{or} \quad D_2(u,v) \leq D_0 \\ 1 & \text{其它} \end{cases}$$



带阻滤波器透视图

同态滤波

图像 $f(x,y)$, 照明分量 $i(x,y)$, 反射分量 $r(x,y)$

$$f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y)$$

两边取自然对数

$$\ln f(x, y) = \ln i(x, y) + \ln r(x, y)$$

傅里叶变换

$$F(u, v) = I(u, v) + R(u, v)$$

同态滤波

假设用滤波器函数来处理

$$H(u,v)F(u,v) = H(u,v)I(u,v) + H(u,v)R(u,v)$$

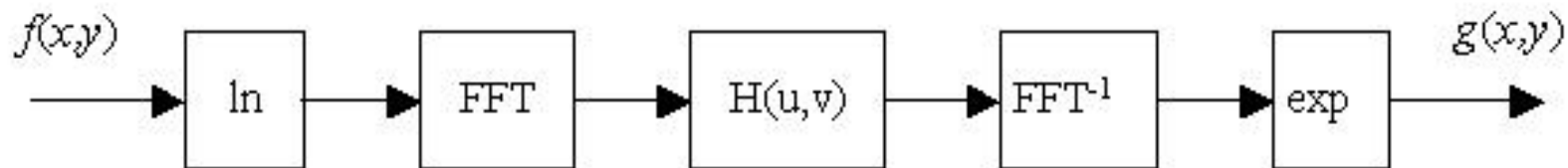
反变换 $h_f(x,y) = h_i(x,y) + h_r(x,y)$

故增强后的图像由对应的照明分量与反射分量叠加而成

取指数

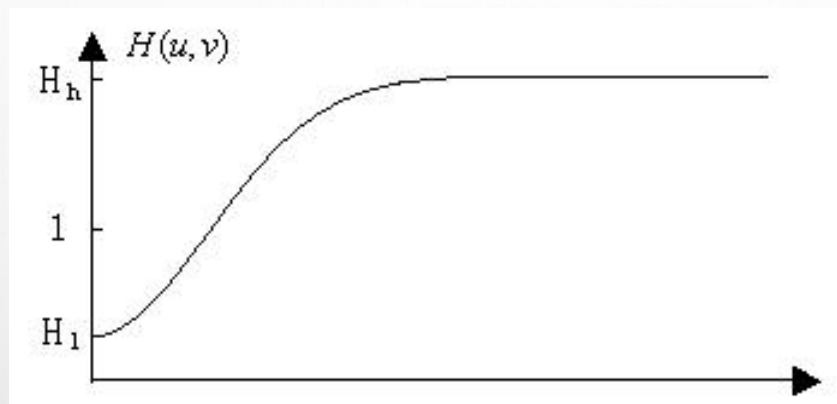
$$g(x,y) = \exp |h_f(x,y)| = \exp |h_i(x,y)| \bullet \exp |h_r(x,y)|$$

同态滤波



同态图像增强法示意图

同态滤波



同态滤波器的径向横断面

如果, $H_l < 1, H_h > 1$
同态滤波压缩了图像的动态范围,
增强了图像的对比度

效果



原始图像的背景等平滑区域亮度减弱
钱币边缘及线条处对比度增强