

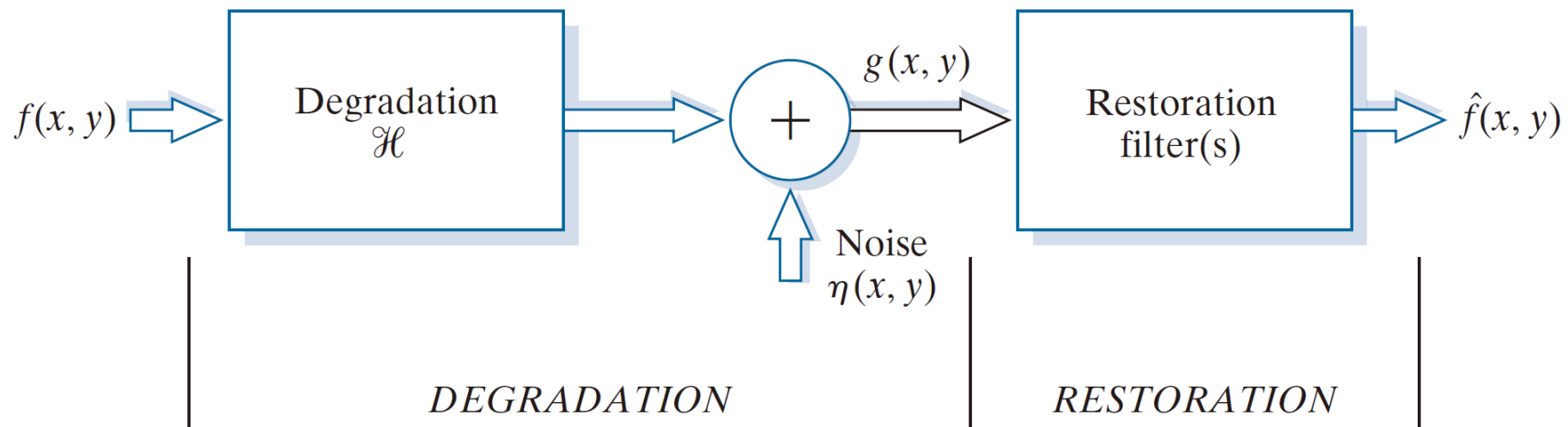
主要内容

- 图像退化/复原过程的模型
- 噪声模型
- 空间域滤波方法
- 频率域滤波方法
- 退化函数的估计
- 逆滤波
- 维纳滤波

5.7 逆滤波

FIGURE 5.1

A model of the image degradation/restoration process.



$$g(x, y) = \mathcal{H}[f(x, y)] + \eta(x, y)$$

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

空间域退化模型

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

频率域退化模型

5.7 逆滤波

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

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

在不考虑噪声的情况下

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

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

$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)}$$

逆滤波

实际应用时的缺点:

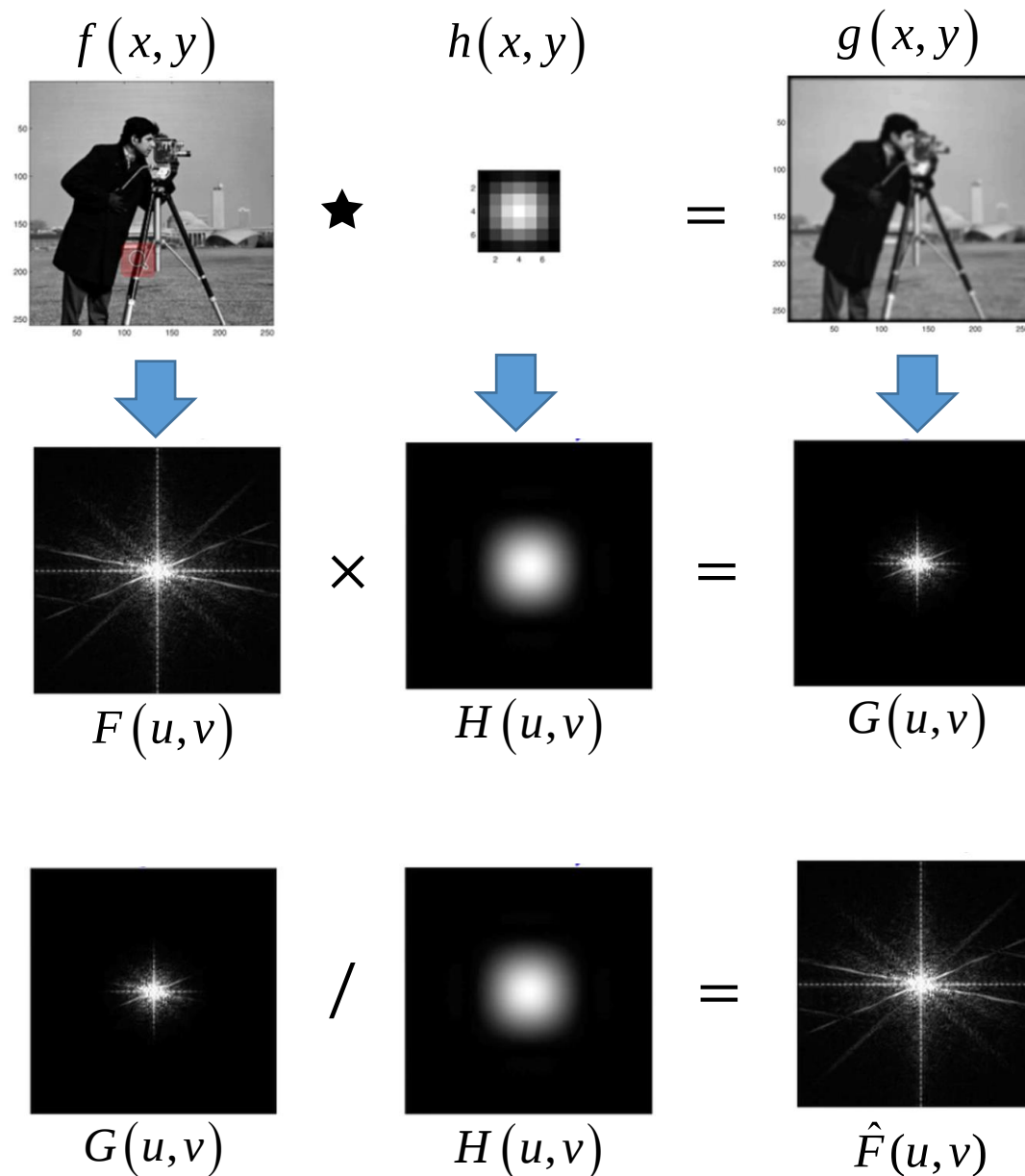
① 无噪声情况

若 $H(u, v) = 0$

那么 $G(u, v) = 0$



$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)}$$



5.7 逆滤波

实际应用时的缺点:

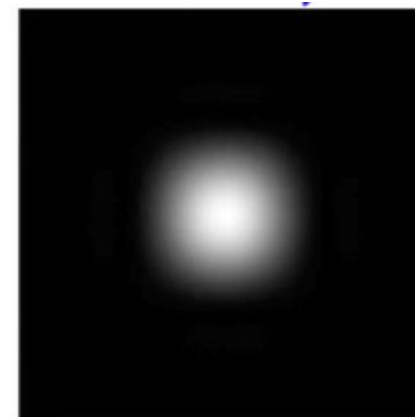
② 有噪声情况

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

仍采用逆滤波器

$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)} = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

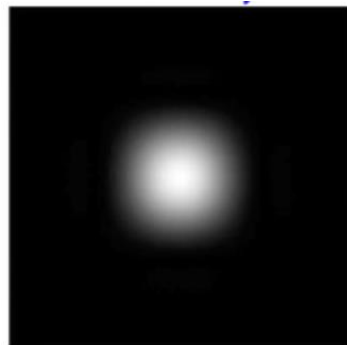
- $H(u, v)=0$, $\hat{F}(u, v)$ 没有定义。
- $H(u, v)$ 较小, 结果 $\hat{F}(u, v)$ 与 $F(u, v)$ 大不相同



$H(u, v)$

5.7 逆滤波

$H(u, v)$



① 无噪声情况

$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)}$$

② 有噪声情况

$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)} = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

■ 解决方法：限制滤波器 $H(u, v)$ 的频率

■ 改进1

$$\hat{F}(u, v) = \begin{cases} G(u, v)/H(u, v) & \text{如 } u^2 + v^2 \leq \omega_0 \\ G(u, v) & \text{如 } u^2 + v^2 > \omega_0 \end{cases}$$

■ 改进2

$$\hat{F}(u, v) = \begin{cases} G(u, v)/H(u, v) & \text{如 } H(u, v) \geq d \\ G(u, v)/k & \text{其他} \end{cases}$$

5.7 逆滤波

$$H(u, v) = e^{-k(u^2 + v^2)^{5/6}}$$

剧烈湍流 $k=0.0025$



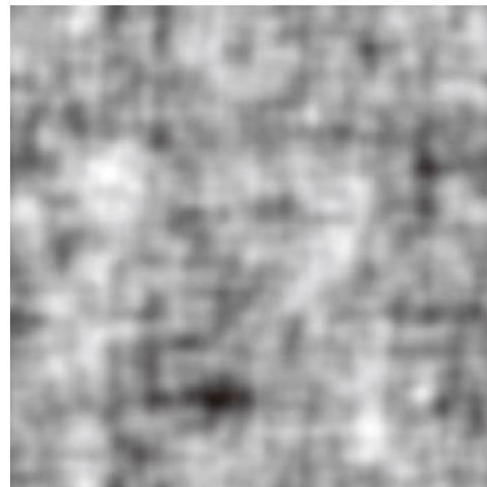
$R=40$



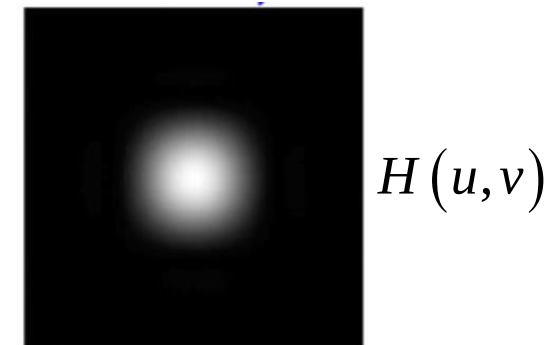
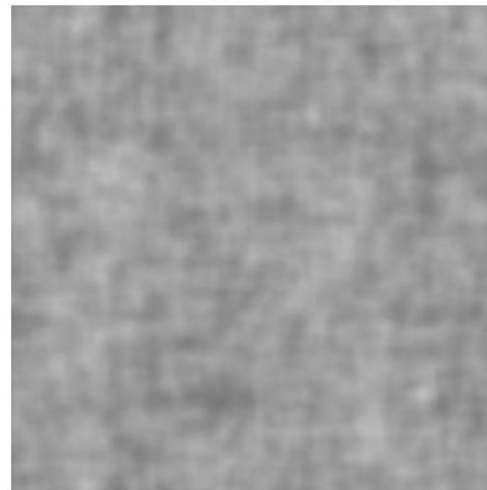
$R=70$



全逆滤波



$R=85$



$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)}$$

The cut off was implemented by applying to the ratio a Butterworth lowpass function of order 10.

主要内容

- 图像退化/复原过程的模型
- 噪声模型
- 空间域滤波方法
- 频率域滤波方法
- 退化函数的估计
- 逆滤波
- 维纳滤波

5.8 维纳滤波

没有对噪声进行处理!

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

限制H频率

$$G(u, v) = F(u, v)H(u, v) + N(u, v) \longrightarrow \hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)} = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

一种综合退化函数和噪声统计特征进行复原处理的方法 $e^2 = E \{ (f - \hat{f})^2 \}$

$$\min E \{ (f - \hat{f})^2 \} \longrightarrow \hat{F}(u, v) = \left[\frac{1}{H(u, v)} \times \frac{|H(u, v)|^2}{|H(u, v)|^2 + S_\eta(u, v)/S_f(u, v)} \right] G(u, v)$$

$H(u, v)$ 退化函数

$S_f(u, v) = |F(u, v)|^2$ 未退化图像的功率谱

$S_\eta(u, v) = |N(u, v)|^2$ 噪声的功率谱

$$\hat{F}(u, v) = \left[\frac{1}{H(u, v)} \times \frac{|H(u, v)|^2}{|H(u, v)|^2 + K} \right] G(u, v)$$

5.8 维纳滤波

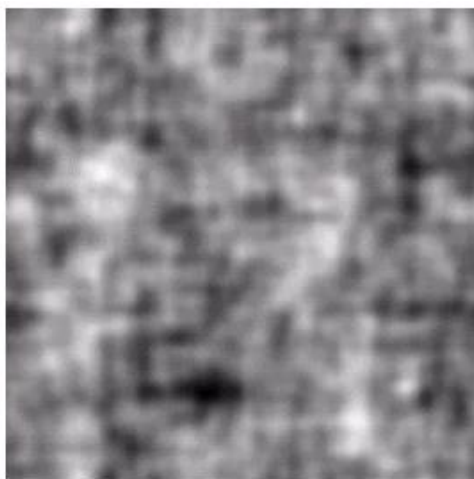
未退化图像



退化图像



全逆滤波



频率受限的逆滤波



维纳滤波



5.8 维纳滤波

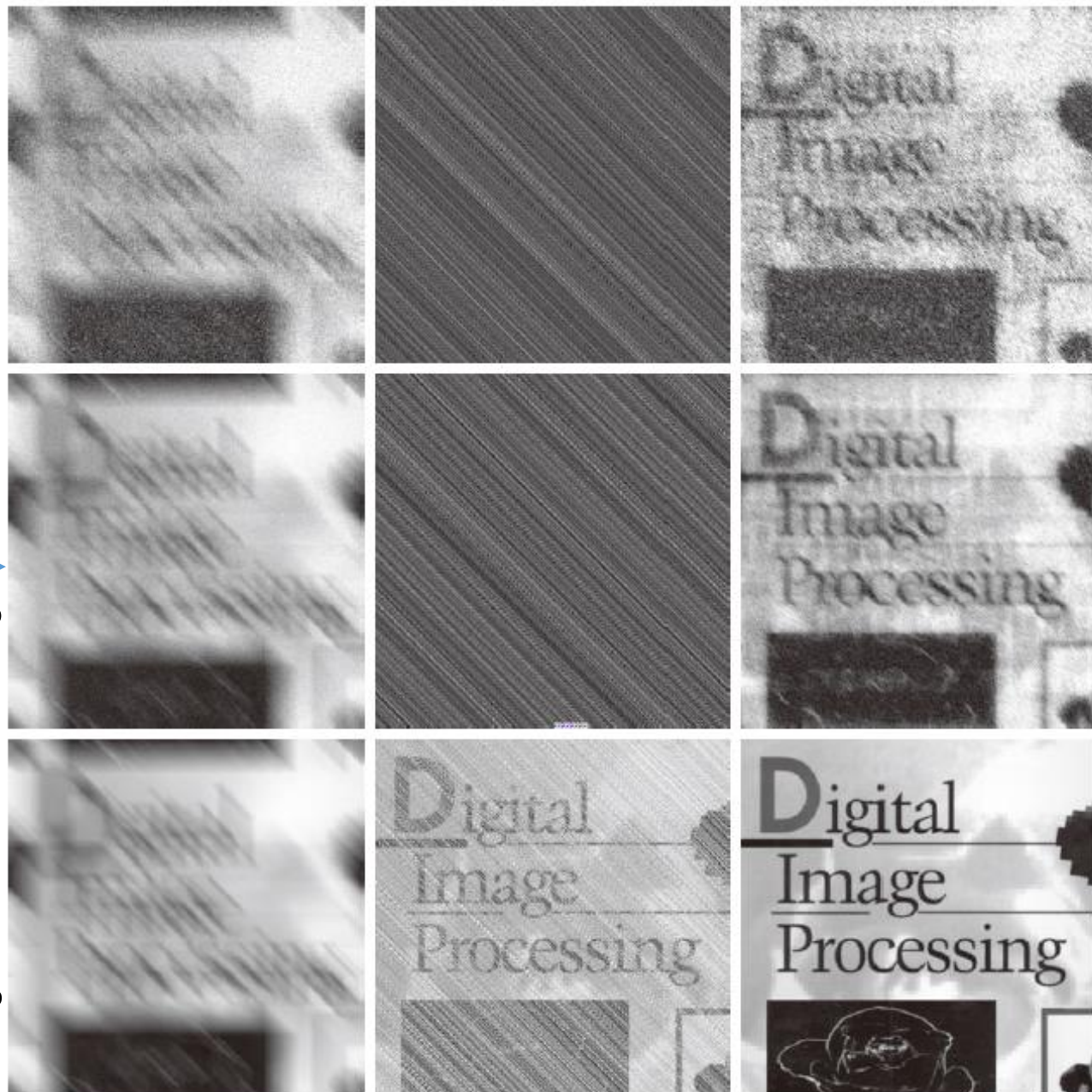


$$H(u, v) = \frac{T}{\pi(ua + vb)} \sin[\pi(ua + vb)] e^{-j\pi(ua + vb)}$$

$\sigma^2 = 650$

$\sigma^2 = 65$

$\sigma^2 = 0.0065$



全逆滤波

维纳滤波