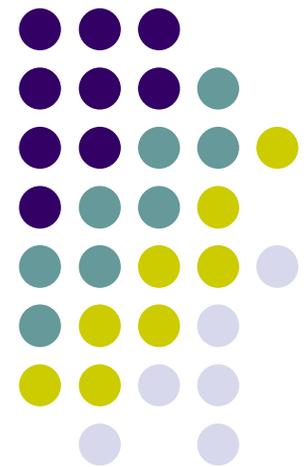


# Procesamiento Digital de Imágenes

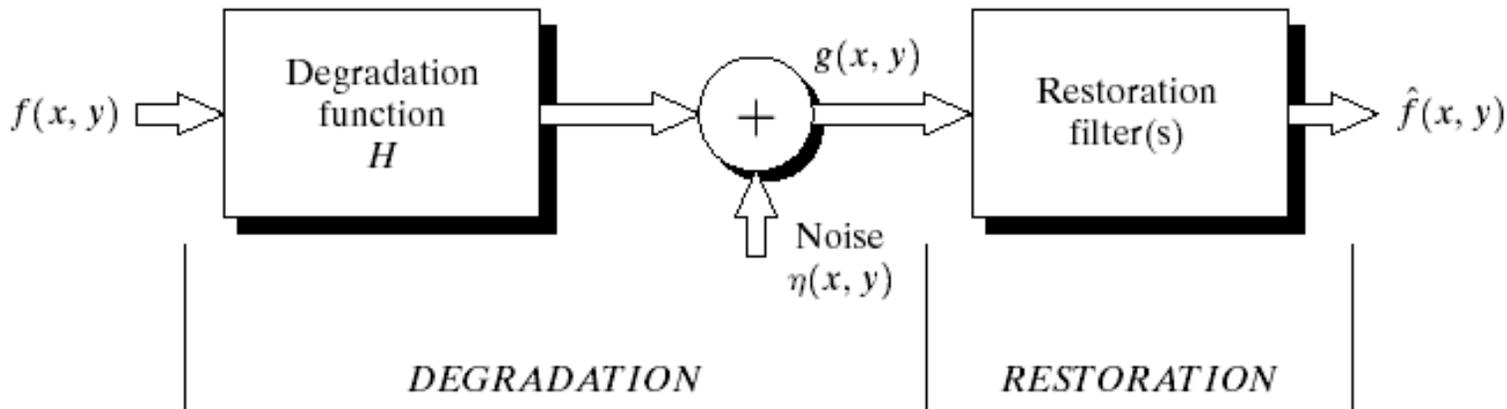
---

Pablo Roncagliolo B.

Nº 11



# Proceso Degradación / Restauración



**FIGURE 5.1** A model of the image degradation/restoration process.

# Filtro Inverso



Modelo:

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

*La imagen degradada corresponde a la imagen original multiplicada por un “filtro” de degradación más un ruido aleatorio.*

Filtro Inverso:

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

*Si sólo conocemos  $H$ , la imagen restaurada mejorará pero no será ideal, pues:*

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

# Filtro Inverso



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

*¿Cómo estimar la función de degradación  $H$ ?*

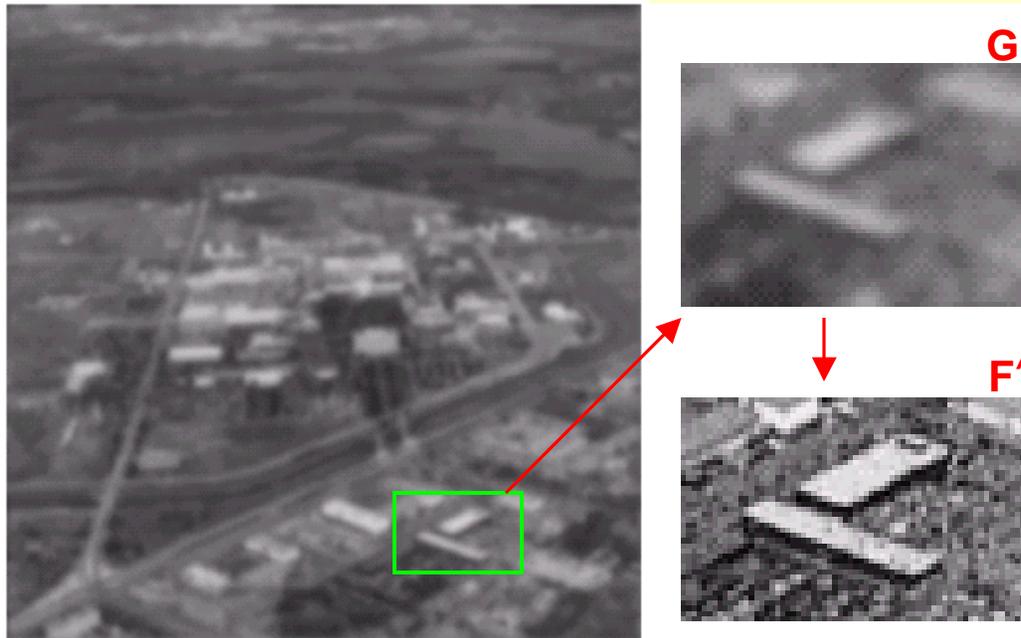
- 1) Estimación por observación de la imagen*
- 2) Estimación por experimentación*
- 3) Estimación por modelamiento*

# Filtro Inverso



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

## 1) Estimación por observación de la imagen



*Se puede determinar una zona de la imagen de características claras, que se pueda restaurar manualmente.*

*Así se puede “despejar” la función  $H$ .*

# Filtro Inverso



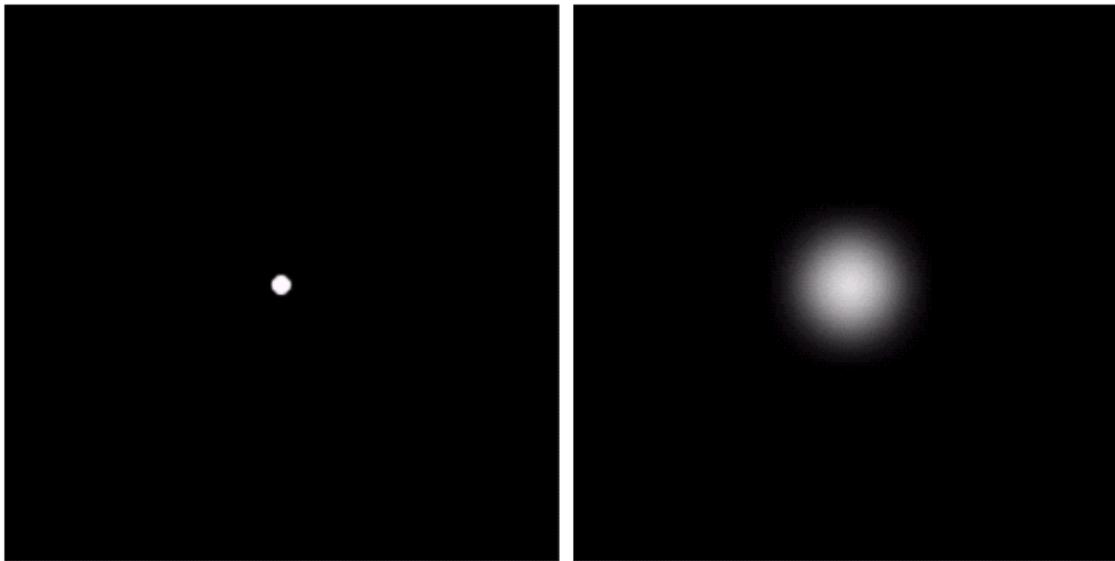
$$\text{Filtro Inverso: } G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

*(Note: Red arrows in the original image point from 'A' to 'F(u, v)' and from '0' to 'N(u, v)' in the equation above.)*

## 2) Estimación por experimentación

*Si se tiene acceso al mismo sistema de adquisición de la imagen degradada. Se puede realizar el siguiente experimento:*

*Se requiere un fondo absolutamente "negro" un pulso de luz absolutamente intenso y pequeño...è difícil*



a b

**FIGURE 5.24** Degradation estimation by impulse characterization. (a) An impulse of light (shown magnified). (b) Imaged (degraded) impulse.

*La transformada de Fourier de la "respuesta a impulso" es constante A. Por lo tanto:*

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

# Filtro Inverso



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

## 3) Estimación por modelamiento

Si se tiene conocimiento de la función de degradación. Por ejemplo, un modelo de la degradación por turbulencias es:

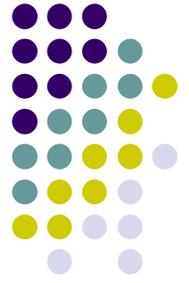
$$H(u, v) = e^{-k(u^2+v^2)^{5/6}}$$

a b  
c d

**FIGURE 5.25**  
Illustration of the atmospheric turbulence model.  
(a) Negligible turbulence.  
(b) Severe turbulence,  $k = 0.0025$ .  
(c) Mild turbulence,  $k = 0.001$ .  
(d) Low turbulence,  $k = 0.00025$ .  
(Original image courtesy of NASA.)



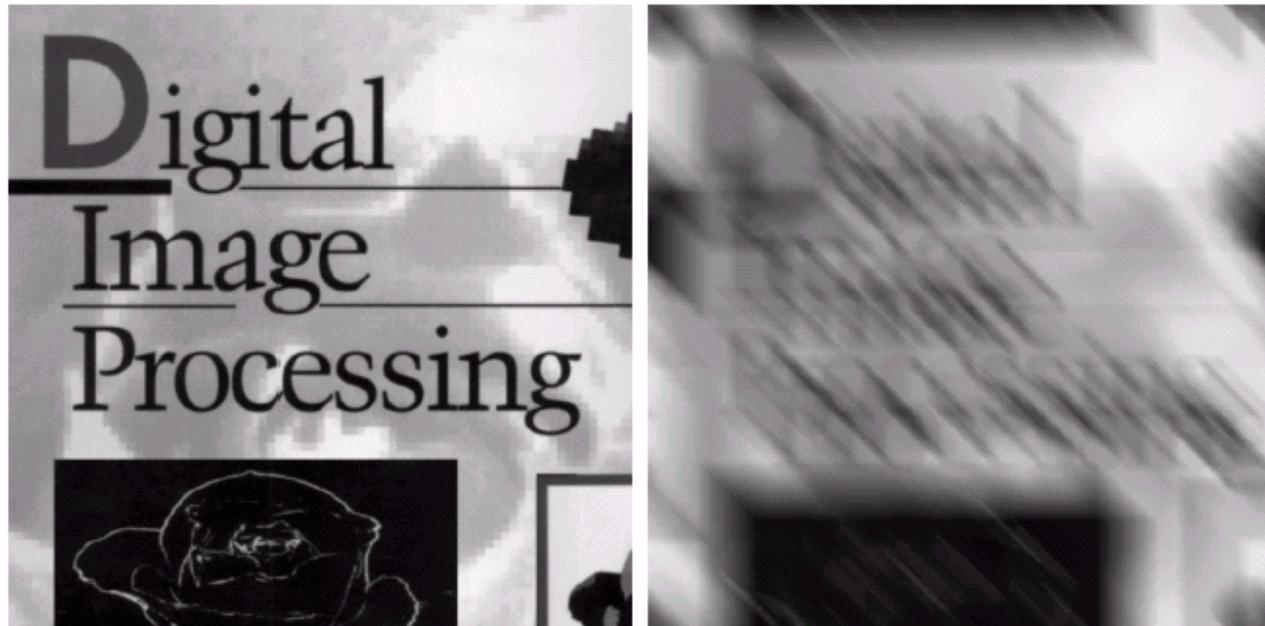
# Filtro Inverso



## 3) Estimación por modelamiento

Modelo para imágenes capturadas en movimiento:

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



a b

**FIGURE 5.26** (a) Original image. (b) Result of blurring using the function in Eq. (5.6-11) with  $a = b = 0.1$  and  $T = 1$ .