



**Universidad  
de Valparaíso**  
CHILE

# **Modelo de degradación/ restauración (1)**

Unidad 1

BME423 · Procesamiento de imágenes médicas

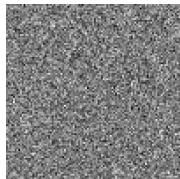
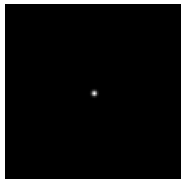
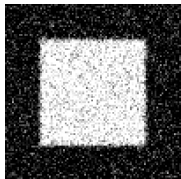
Alejandro Veloz

Ingeniería Biomédica

# Modelo de degradación

Un supuesto común para los mecanismos de adquisición de imágenes es un sistema LTI:

$$\underbrace{g(x, y)}_{\text{imagen adquirida (observada)}} = \underbrace{h(x, y)}_{\text{mecanismo de adquisición}} * \underbrace{f(x, y)}_{\text{imagen real (no observada)}} + \underbrace{\eta(x, y)}_{\text{ruido}}$$



# Ruido

Ruido tipo Gaussiano

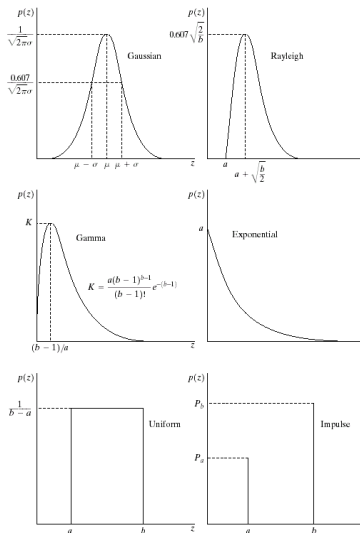
Ruido tipo Rayleigh

Ruido tipo Erlang (Gamma)

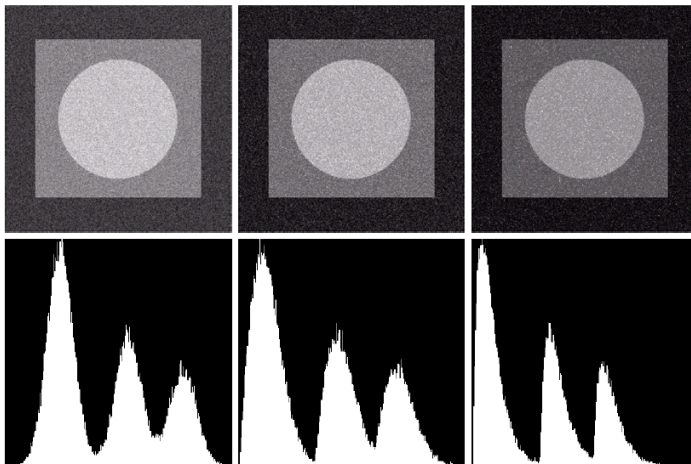
Ruido tipo Exponencial

Ruido tipo Uniforme

Ruido tipo impulsivo (salt-and-pepper)



# Ruido

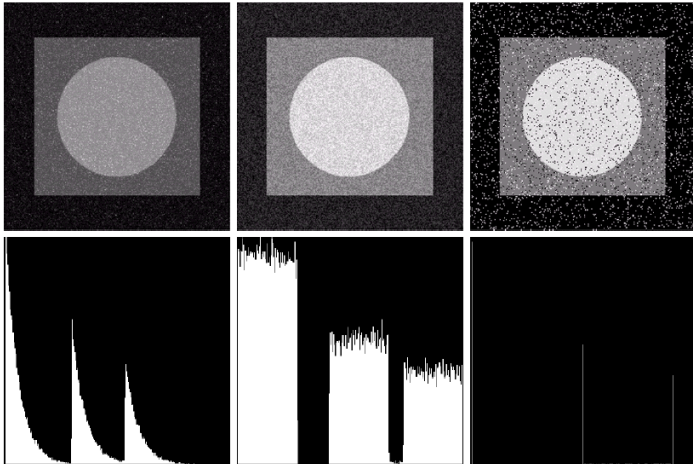


Gaussian

Rayleigh

Gamma

# Ruido



Exponential

Uniform

Salt & Pepper

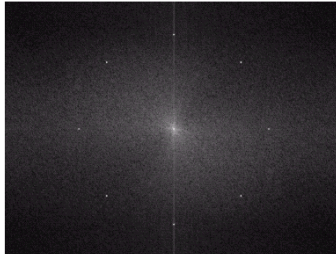
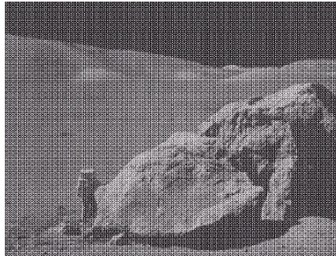
# Ruido

a  
b

**FIGURE 5.5**

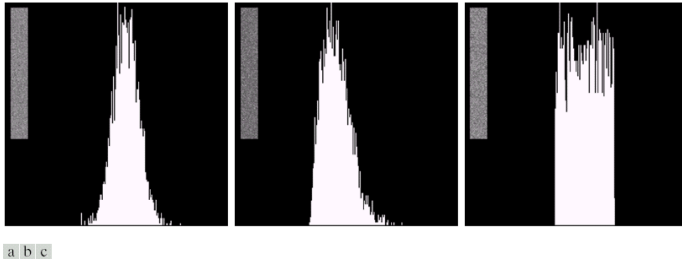
(a) Image corrupted by sinusoidal noise.  
(b) Spectrum (each pair of conjugate impulses corresponds to one sine wave).  
(Original image courtesy of NASA.)

---



# Ruido

Es posible estimar los parámetros de las PDF a partir de un conjunto de “ventanas” de intensidad homogénea.

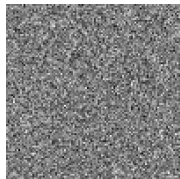
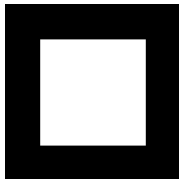
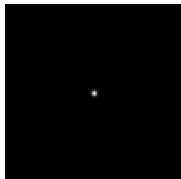
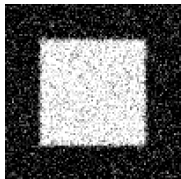


**FIGURE 5.6** Histograms computed using small strips (shown as inserts) from (a) the Gaussian, (b) the Rayleigh, and (c) the uniform noisy images in Fig. 5.4.

# Estimación de $h(x, y)$

Para determinar  $h(x, y)$  se debe tener en cuenta que sólo se conoce  $g(x, y)$ .

$$\underbrace{g(x, y)}_{\substack{\text{imagen adquirida} \\ \text{(observada)}}} = \underbrace{h(x, y)}_{?} * \underbrace{f(x, y)}_{?} + \underbrace{\eta(x, y)}_{\text{ruido}}$$

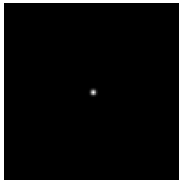
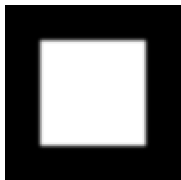




# Estimación de $h(x, y)$

Para determinar  $h(x, y)$  se debe tener en cuenta que sólo se conoce  $g(x, y)$ .

$$\underbrace{g_{\hat{\eta}}(x, y) = g(x, y) - \hat{\eta}(x, y)}_{\text{imagen filtrada}} = \underbrace{h(x, y)}_{?} * \underbrace{f(x, y)}_{?}$$



# Estimación de $h(x, y)$

Para determinar  $h(x, y)$  se debe tener en cuenta que sólo se conoce  $g(x, y)$ .

$$g_{\hat{\eta}}(x, y) = h(x, y) * f(x, y)$$

# Estimación de $h(x, y)$

Para determinar  $h(x, y)$  se debe tener en cuenta que sólo se conoce  $g(x, y)$ .

$$g_{\hat{\eta}}(x, y) = h(x, y) * f(x, y)$$

Optimizar alternadamente para  $h(x, y)$  y para  $f(x, y)$ .

$$\hat{h}_{it+1}(x, y) = \arg \min_{h(x, y)} \|g_{\hat{\eta}}(x, y) - h(x, y) * f_{it}(x, y)\|_F^2 + \lambda \|h(x, y)\|_F^2$$

$$\text{s.t. } h(x, y) \in \mathbb{S}_{0,1}$$

$$\hat{f}_{it+1}(x, y) = \arg \min_{f(x, y)} \|g_{\hat{\eta}}(x, y) - h_{it}(x, y) * f(x, y)\|_F^2 + \lambda \|f(x, y)\|_F^2$$