

## Restauração de imagens

- ▶ Recuperar uma imagem que sofreu:

- ▶ (1) uma função de degradação  $h$
- ▶ (2) a adição de um ruído  $\eta(\mathbf{x}, \mathbf{y})$

- ▶ Matematicamente:

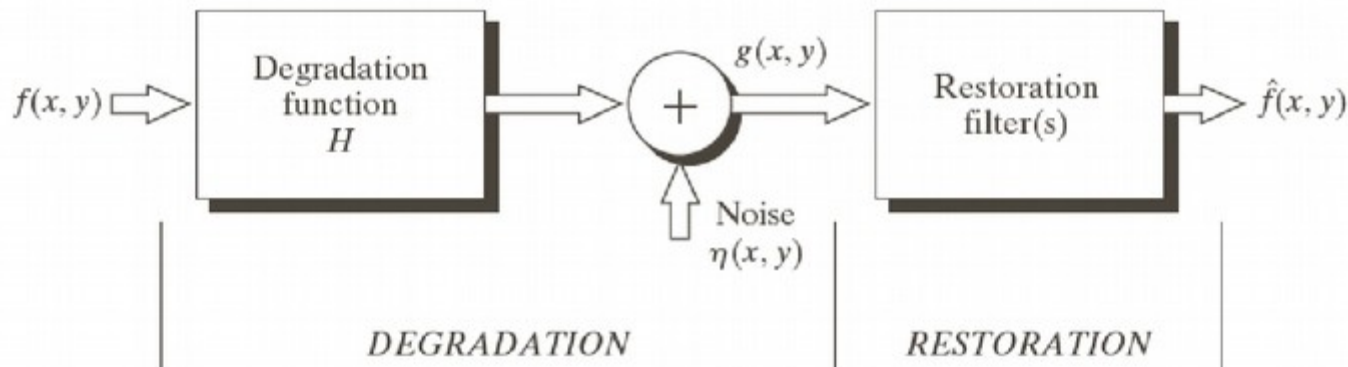
- ▶ No espaço

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

- ▶  $*$   $\rightarrow$  convolução

- ▶ Na frequência (letra maiúscula)

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



## Degradação

- ▶ Piora na qualidade da imagem devido a, por exemplo:
  - ▶ Borrão de movimento
  - ▶ Imagem fora de foco
  - ▶ Deterioração do material fotográfico



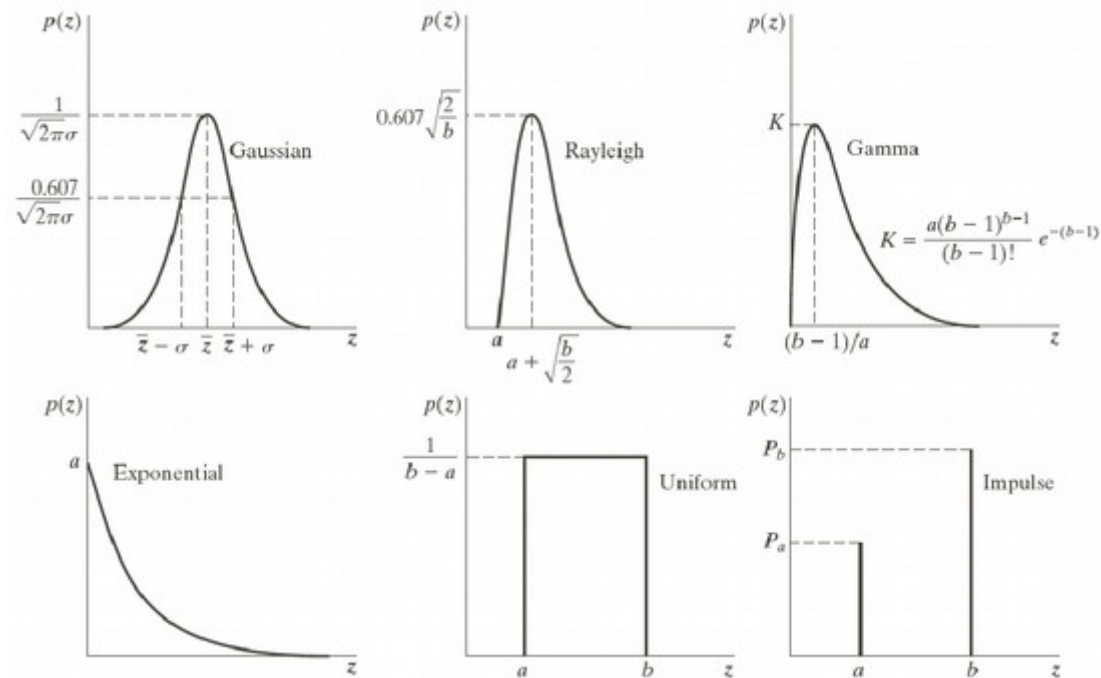
## Ruído

- ▶ Dificuldades na aquisição/transmissão
  - ▶ Iluminação
  - ▶ Temperatura
  - ▶ Qualidade do sensor
- ▶ Principalmente em imagens antigas



## Ruído

- ▶ Modela-se o ruído como uma **variável aleatória**
- ▶ Classifica-se pela função densidade de probabilidade (PDF)



## Atenuação do ruído

- ▶ Inicialmente: apenas ruído
  - ▶  $g(x, y) = f(x, y) + \eta(x, y)$
- ▶ Se não for possível a completa remoção, a atenuação pode ser suficiente
- ▶ O ruído é atenuado através da filtragem espacial ou na frequência

- Seja  $S_{xy}$  uma vizinhança de tamanho  $m \times n$  em torno de  $(x, y)$

### Filtro de média aritmética

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)$$

### Filtro de média geométrica

$$\hat{f}(x, y) = \left[ \prod_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t) \right]^{\frac{1}{mn}}$$

### Filtro de média harmônica

$$\hat{f}(x, y) = \frac{mn}{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} \frac{1}{g(s,t)}}$$

### Filtro de média contra-harmônica

- $Q \rightarrow$  ordem do filtro

$$\hat{f}(x, y) = \frac{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)^{Q+1}}{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)^Q}$$

## Filtro de mediana

$$\hat{f}(x, y) = \text{mediana}_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

## Filtro de máximo e de mínimo

$$\hat{f}(x, y) = \max_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

$$\hat{f}(x, y) = \min_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

## Filtro de ponto médio

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{2} [\min_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\} + \max_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}]$$

## Filtro de média alfa cortada

- ▶ Parâmetro  $d$
- ▶  $S'_{xy} \rightarrow$  vizinhança  $S_{xy}$  tamanho  $m \times n$   
**descartando:**  $d/2$  valores de intensidade mais baixos e  $d/2$  valores de intensidade mais altos

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn - d} \sum_{(s,t) \in S'_{xy}} g(s, t)$$

## Exercício

- ▶ Resolva o exercício individualmente ou em dupla
  - ▶ Envie via SIGAA até a próxima aula
  - ▶ Deduza o tipo de ruído do primeiro conjunto de imagens disponibilizado no SIGAA a partir da análise do histograma
    - ▶ Ruídos: sal e pimenta (ambos ou somente um deles), uniforme, gaussiano, de rayleigh
    - ▶ Em Python:  
`matplotlib.pyplot.hist(img.flatten(), bins=255)`  
`matplotlib.pyplot.show()`
  - ▶ Aplique os filtros anteriores no segundo conjunto de imagens e analise quais foram os mais adequados para cada tipo de ruído
    - ▶ Na resposta:
      - (1) imagem com ruído → imagem com ruído atenuado
      - (2) parâmetros utilizados
- apenas para o filtro com menor RMSE (*root mean square error*, raiz do erro quadrático médio)

# Degradação

- ▶ Em breve esse PDF será atualizado no SIGAA