

# Bacharelado em Ciência da Computação

---

## *Processamento de Imagens*

### Métricas para Avaliação de Filtros

# *Introdução*

---

- ◆ Existem diversas métricas para avaliar o resultado de uma filtragem.
- ◆ Servem para avaliar a similaridade de uma imagem transformada em relação à original.

## Erro Médio Quadrático

- ❖ O erro médio quadrático ( $MSE$ ) é a soma do quadrado das diferenças de cada ponto das imagens original e filtrada, dividido pelo tamanho total da imagem original:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f(x, y) - g(x, y)]^2$$

- ❖ Quanto menor esta métrica, melhor o resultado da filtragem.

## **Erro Médio Quadrático (cont.)**

- ▶ Uma variação muito utilizada dessa métrica é a raiz do erro médio quadrático (*RMSE – Root Mean Square Error*)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f(x, y) - g(x, y)]^2}$$

## ***Razão Sinal-Ruído (SNR)***

- ◆ SNR é uma medida do nível de um sinal na presença de um ruído
- ◆ SNR quantifica o ruído na imagem e, quando a relação sinal-ruído apresenta um valor pequeno, indica que a imagem tem mais ruído.
- ◆ Portanto, quanto maior o SNR, mais eficaz foi a filtragem na minimização de ruídos na imagem.

## ***Razão Sinal-Ruído (SNR)***

- ✦ A razão sinal-ruído é calculada pela razão entre a média e o desvio padrão da imagem ruidosa:

$$SNR = \frac{\bar{x}}{\sigma_x}$$

- ✦ Quanto maior o SNR, mais eficaz foi a filtragem na minimização de ruídos na imagem, pois indica que mais homogênea está a imagem, ou seja, com menos ruído.

# *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)*

---

- ◆ A relação Sinal-Ruído de Pico é a razão entre a potência máxima do sinal (em imagens, a maior intensidade possível da imagem (por exemplo, 255 para imagem de 8 bits)) e o erro médio quadrático.
- ◆ Ela quantifica a relação entre a potência do sinal e a potência do ruído que corrompe a imagem.

# Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

- ✦ Esta medida é usada para avaliar a diferença global entre duas imagens.
- ✦ Pelo fato de muitos sinais esta razão resultar em valores muito grandes, o PSNR é expresso em termos de escala decibéis logarítmica.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(L_{max})^2}{RMSE}$$

- ✦ Quanto maior o valor de PSNR, maior será a similaridade entre as duas imagens.



# Similaridade Estrutural

---

- ✦ O índice de similaridade estrutural (*Structural Similarity* – *SSIM*) avalia a similaridade entre duas imagens.
- ✦ Este índice identifica a dependência dos pixels de uma imagem quando estes se encontram espacialmente próximos, tendo em vista que é muito provável que essa dependência carregue informações importantes da estrutura dos objetos contidos na imagem.

# *Similaridade Estrutural*

---

- ◆ A informação estrutural de uma imagem é definida como os atributos que representam estruturas de objetos, independente da luminância (intensidade de luz) e do contraste.
- ◆ Quanto maior o valor da similaridade estrutural, melhor será o resultado.

# Similaridade Estrutural

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)}$$

$\mu_x$  e  $\mu_y \rightarrow$  médias das imagens X e Y, respectivamente;

$\sigma_{xy} \rightarrow$  covariância entre as duas imagens;

$\sigma_x^2$  e  $\sigma_y^2 \rightarrow$  variâncias;

$C_1$  e  $C_2 \rightarrow$  constantes menores ou iguais a 1, que garantem estabilidade da métrica devido aos possíveis valores  $(\mu_x^2 + \mu_y^2)$  e  $(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)$  serem muito próximos de zero, provocando resultados instáveis.