



UNIDADE I

Processamento de Imagem e Visão Computacional

Profa. Dra. Miryam de Moraes

Processamento de imagem e visão computacional

O que é processamento de imagem?

- Técnicas de pré-processamento.
- Suavização de imagem.
- Segmentação de imagens.

A percepção visual (sistema biológico x computacional)

- Captura da luz;
- Transdução;
- Processamento visual;
- Organização visual;
- Reconhecimento de cores;
- Percepção de profundidade;
- Percepção de movimento.

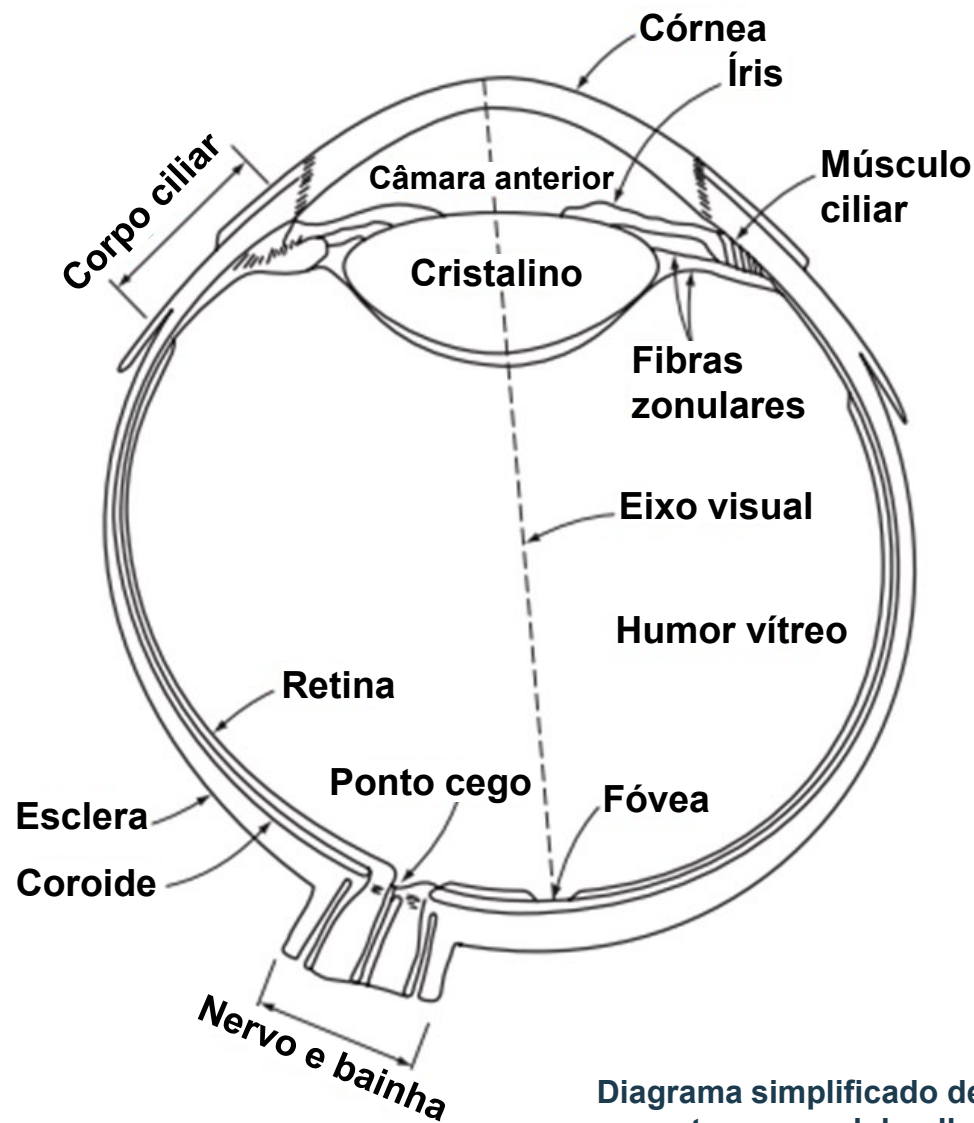


Diagrama simplificado de um corte transversal do olho humano.
Fonte: Gonzalez; Woods (2010, p. 23).

Processamento de imagem computacional

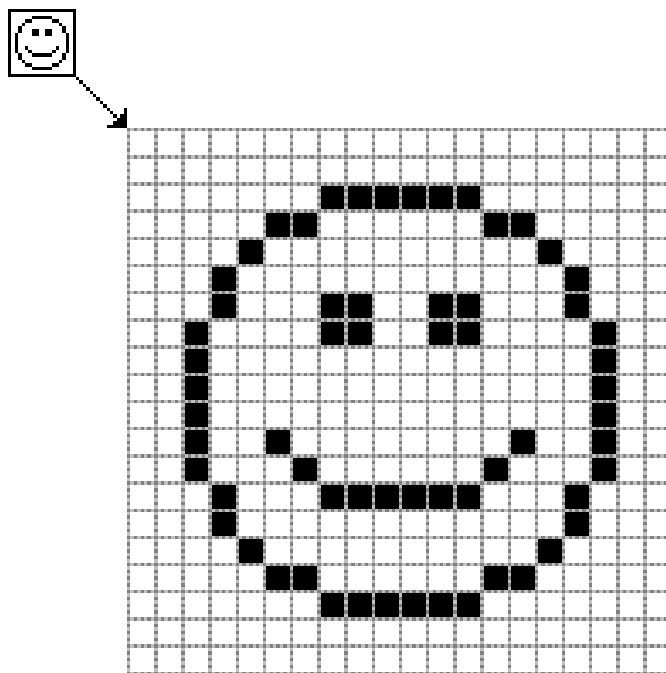
- O processamento de imagem em sistemas computacionais é geralmente determinístico e segue algoritmos predefinidos. O processamento é controlado por programação, e os resultados são consistentes. As máquinas de processamento de imagem podem executar tarefas com alta precisão e repetibilidade. Elas podem medir com precisão intensidades de pixel, identificar padrões e executar cálculos complexos.
- Sistemas de processamento de imagem podem processar imagens em tempo real, o que é essencial em aplicações como visão computacional, inspeção de qualidade e veículos autônomos. Ao contrário dos sistemas biológicos, os sistemas de processamento de imagem computacional não têm uma compreensão natural do contexto. Eles dependem de regras e algoritmos para interpretar as imagens.
 - Sistemas computacionais são sensíveis às condições de iluminação e podem exigir iluminação controlada para obter resultados precisos.

Integração de ambos os sistemas

- Há uma tendência crescente de integrar aspectos da percepção visual humana em sistemas de processamento de imagem computacional. Isso é conhecido como "visão computacional inspirada na biologia" e envolve o uso de algoritmos que simulam algumas das habilidades perceptivas humanas, como o reconhecimento de objetos em cenas complexas.
- A percepção visual é uma área de sobreposição entre sistemas biológicos e computacionais. Embora os sistemas biológicos sejam altamente adaptativos e flexíveis, os sistemas computacionais oferecem precisão, repetibilidade e processamento em tempo real. A combinação dessas abordagens tem o potencial de criar sistemas de visão artificial mais poderosos e versáteis em áreas como medicina, automação industrial e tecnologia autônoma.

Fundamentos de imagens digitais e suas características

- Pixels: as imagens digitais são compostas por pixels, que são os elementos de menor resolução em uma imagem. Cada pixel é representado por um valor numérico que denota sua cor ou intensidade. A resolução da imagem determina o número de pixels em largura e altura.



Exemplo mostra imagem de rosto sorridente 16x16 pixel

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/archive/6/6b/20110201014917%21SMILE_FACE_16x16_PIXEL_EXAMPLE1.PNG

Fundamentos de imagens digitais e suas características

- Cores: em imagens coloridas, cada pixel é composto por três canais de cores: vermelho (R), verde (G) e azul (B). A combinação desses canais em diferentes intensidades cria uma ampla gama de cores. Em imagens em escala de cinza, há apenas um canal representando a intensidade luminosa.

Lápis coloridos

Fonte:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colored_pencils_chevre.jpg Acessado em: 20/06/2023

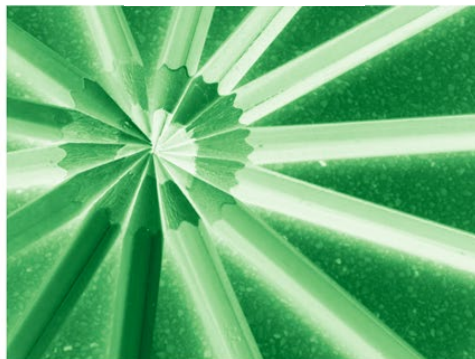
Imagem original



Canal vermelho



Canal Verde



Canal Azul



Fundamentos de imagens digitais e suas características

- Resolução: a resolução de uma imagem digital refere-se à quantidade de detalhes que pode ser representada. Imagens de alta resolução têm mais pixels por unidade de área, o que resulta em maior detalhe, enquanto imagens de baixa resolução parecem mais granuladas.



Exemplo de variação da resolução da maior para a menor (esquerda para direita)

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/Resolution_test.jpg

Fundamentos de imagens e suas características

- Profundidade de bits: a profundidade de bits determina a quantidade de informação que cada pixel pode conter.
- Formatos de imagem: existem vários formatos de imagem, como JPEG, PNG, GIF e TIFF.
- Tamanho do arquivo: o tamanho de um arquivo de imagem digital depende da resolução, profundidade de bits e formato.
- Espaço de cor: exemplos incluem o espaço de cor RGB (vermelho, verde, azul) e o espaço de cor CMYK (ciano, magenta, amarelo, preto) usados na impressão.
- Relação de aspecto: a relação de aspecto é a proporção entre a largura e a altura de uma imagem.

Ruído: o ruído é uma interferência indesejada que pode aparecer em imagens digitais devido a condições de aquisição, compressão ou outros fatores. O processamento de imagem muitas vezes envolve a redução de ruído para melhorar a qualidade da imagem.

Fundamentos de imagens e suas características

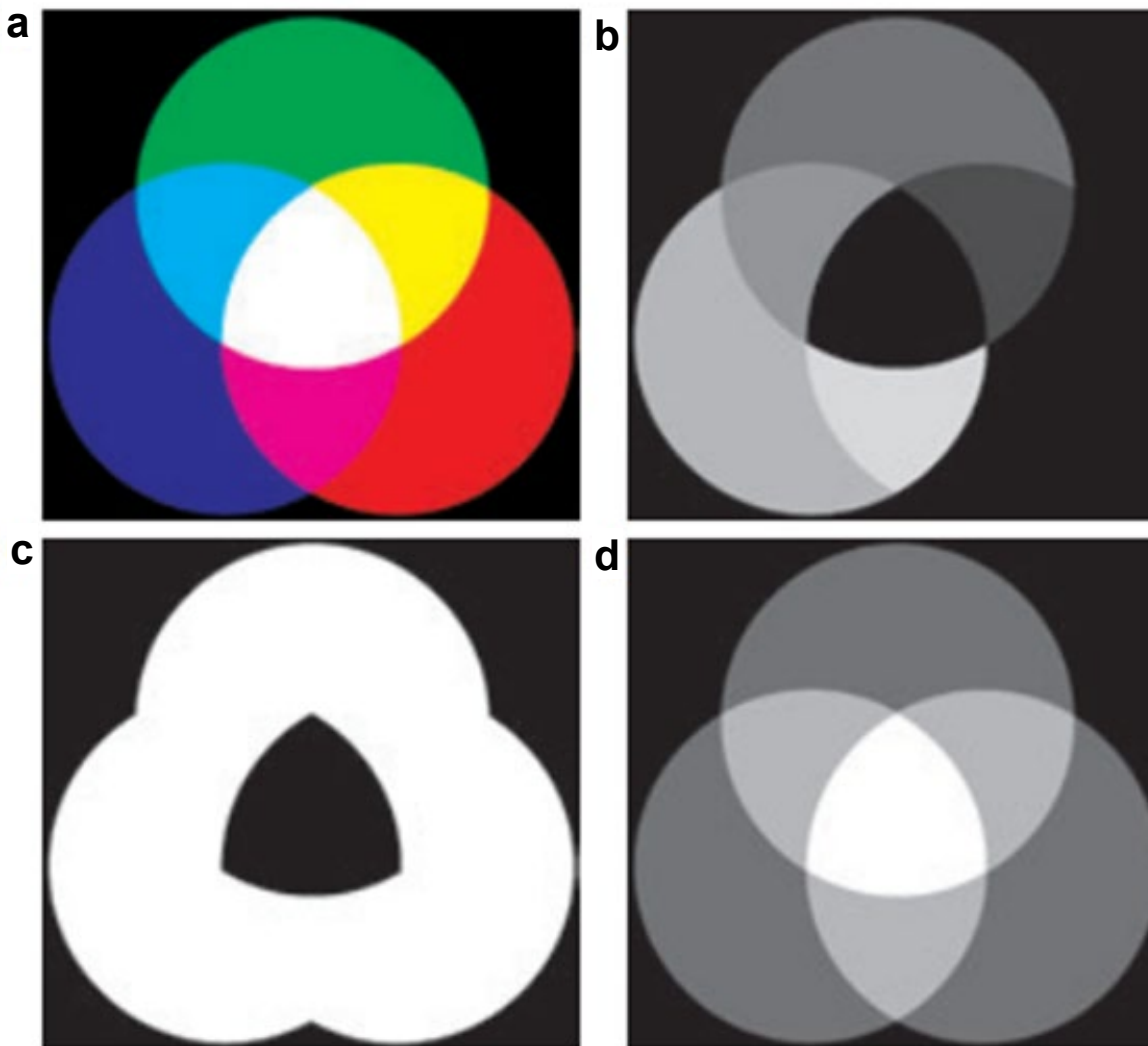
- Exemplos de ruídos em imagens:
- Escala de cinza e cores: as imagens podem ser representadas em escala de cinza (tons de preto e branco) ou em cores. A escolha depende da aplicação e da informação que se deseja extrair da imagem.
- Compressão de imagem: a compressão de imagem é o processo de reduzir o tamanho do arquivo da imagem, minimizando a perda de qualidade. Existem técnicas de compressão com perdas e sem perdas.
 - Compreender esses fundamentos e características das imagens digitais é crucial para realizar tarefas de processamento de imagem, como realce, segmentação, reconhecimento de padrões e análise de imagem.

Fontes de dados

- Câmeras digitais;
- Sensores remotos;
- Imagens médicas;
- Bancos de dados públicos;
- Imagens de microscopia;
- Imagens de segurança e vigilância;
- Imagens de satélite;
- Imagens de redes sociais;
 - Câmeras de veículos autônomos;
 - Imagens históricas e arquivadas;
 - Imagens geradas por computador;
 - Imagens de documentos digitalizados.

Canais de imagem

- Espaço RGB;
- Espaço CMY;
- Espaço CMYK;
- Espaço HSV.



(a) Imagem RGB e os componentes de sua imagem HSI correspondente:
(b) matiz, (c) saturação e (d) intensidade. Fonte: Gonzalez; Woods (2010, p. 273).

Variação de canais

- Realce de canais individuais: aumentar ou diminuir a intensidade de um canal específico pode realçar ou atenuar uma cor na imagem. Por exemplo, aumentar o canal vermelho pode realçar áreas vermelhas em uma foto.
- Separação de canais: às vezes, é útil isolar um canal específico para análise. Por exemplo, no diagnóstico médico, pode-se isolar o canal verde em uma imagem médica para destacar os detalhes da pele.
- Combinação de canais: a combinação de diferentes canais pode criar efeitos visuais interessantes. Por exemplo, combinar o canal vermelho e azul, enquanto exclui o canal verde, cria uma imagem com tons de magenta.
 - Detecção de bordas: a detecção de bordas pode ser realizada pela subtração dos canais. Subtrair o canal verde do canal vermelho, por exemplo, pode destacar as bordas onde a cor vermelha muda para a cor verde.

Variação de canais

- Ajuste de cor e matiz: a variação de canais pode ser usada para ajustar a cor global de uma imagem. Aumentar ou diminuir a intensidade de cada canal de forma independente pode alterar a aparência geral da imagem.
- Remoção de cores indesejadas: seletivamente, zerar um canal específico pode remover uma cor da imagem. Por exemplo, zerar o canal azul pode eliminar o componente azul, tornando a imagem com tons de sépia.
- Filtros de canal: aplicar filtros específicos a um único canal pode criar efeitos artísticos. Por exemplo, aplicar um filtro de suavização apenas ao canal vermelho pode criar um efeito de sonho.
 - Análise de características: em aplicações de VC, a análise de canais pode ajudar a destacar características específicas em uma imagem, como objetos vermelhos em um ambiente.

Resolução, cores e formatos

- Resolução: a resolução de uma imagem digital se refere à quantidade de detalhes que ela pode representar e é expressa em pixels. Ela é determinada pela largura e altura da imagem em pixels. Por exemplo, uma imagem de 1920x1080 pixels possui uma resolução de 1920 pixels na largura e 1080 pixels na altura.
- Resolução alta: imagens com alta resolução têm mais pixels por unidade de área e, portanto, exibem mais detalhes. São usadas em aplicações que exigem alta qualidade, como impressão, fotografia profissional e visualização em telas de alta definição.
 - Resolução baixa: imagens com baixa resolução têm menos pixels e, portanto, exibem menos detalhes. São usadas quando a economia de espaço de armazenamento ou de largura de banda é mais importante do que a qualidade visual, como em imagens para web, ícones e miniaturas.
 - A resolução é um fator crítico em aplicações como reconhecimento de objetos, em que a capacidade de identificar detalhes sutis pode ser crucial.

Resolução, cores e formatos

- Cores: as cores em imagens digitais podem ser representadas de diferentes maneiras, dependendo dos espaços de cores utilizados. Os espaços de cores mais comuns incluem:
- RGB (Red, Green, Blue): o espaço de cores RGB representa cores combinando intensidades de vermelho, verde e azul em cada pixel. A combinação dessas intensidades cria uma ampla gama de cores.
- CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black): muito utilizado na impressão, o espaço de cores CMYK é semelhante ao RGB, mas usa ciano, magenta, amarelo e preto para criar cores. É mais adequado para representar cores de tintas de impressão.
 - HSV (Hue, Saturation, Value): o espaço de cores HSV separa a informação de cor, saturação e brilho, o que pode ser útil em tarefas como detecção de cor e ajuste de cores.
 - Escala de cinza: em imagens em escala de cinza, cada pixel é representado por um único valor de intensidade luminosa, variando de preto a branco.

Resolução, cores e formatos

- Os formatos de imagem determinam como os dados da imagem são armazenados e comprimidos. Alguns dos formatos mais comuns incluem:
- JPEG (Joint Photographic Experts Group): é muito usado para imagens fotográficas. Ele usa compressão com perdas, o que significa que a qualidade pode diminuir com alta compressão, mas os arquivos tendem a ser menores.
- PNG (Portable Network Graphics): é usado para imagens com transparência, como logotipos ou elementos gráficos. Ele usa compressão sem perdas, o que significa que a qualidade não é afetada pela compressão.
 - GIF (Graphics Interchange Format): é usado para imagens animadas e imagens com poucas cores. Ele suporta compressão sem perdas, mas a paleta de cores é limitada.
 - TIFF (Tagged Image File Format): é usado para imagens de alta qualidade e imagens médicas. Pode suportar tanto compressão com perdas quanto sem perdas, dependendo das configurações.

Manipulação matricial e representação em matriz

Representação em matriz: uma imagem digital é composta por pixels, e cada pixel é representado como um valor numérico. Para imagens em tons de cinza, geralmente usa-se uma matriz bidimensional em que cada elemento representa a intensidade do pixel naquela posição. Quanto maior o valor, mais claro o pixel será. Por exemplo, uma matriz de 8x8 pode representar uma pequena imagem em tons de cinza da seguinte forma:

```
[[128, 127, 130, 132, 135, 140, 142, 144],  
 [129, 131, 134, 136, 138, 141, 143, 145],  
 [130, 132, 135, 137, 139, 142, 144, 146],  
 [132, 134, 136, 138, 141, 143, 145, 148],  
 [135, 137, 139, 142, 144, 147, 149, 151],  
 [139, 141, 143, 146, 148, 151, 154, 156],  
 [142, 144, 147, 149, 152, 155, 158, 160],  
 [145, 147, 150, 153, 156, 159, 162, 165]]
```

- Em imagens coloridas, cada pixel é representado como uma combinação de três valores numéricos correspondentes aos canais: RGB (matriz 3D).

Manipulação matricial

- **Realce e suavização:** aplicação de filtros (máscaras de convolução) para realçar ou suavizar áreas da imagem, melhorando a qualidade visual ou reduzindo o ruído.
- **Segmentação:** divisão da imagem em regiões com base em critérios de intensidade de pixel, cor ou outros atributos.
- **Transformações geométricas:** rotação, redimensionamento, corte e projeção de imagens.
- **Filtragem de frequência:** aplicação da transformada de Fourier para realizar filtragem de frequência em imagens, útil para detecção de bordas e realce de características.
- **Operações lógicas:** aplicação de operadores lógicos (AND, OR, NOT) para combinar ou modificar imagens.
 - **Histograma:** análise do histograma de uma imagem para entender a distribuição de intensidades e ajustar o contraste.
 - **Aprendizado de máquina:** utilização de algoritmos de aprendizado de máquina para classificação, detecção de objetos, reconhecimento de padrões e outras tarefas avançadas.

Sistema de coordenadas e manipulação de pixels

- Sistema de coordenadas cartesiano: é o sistema de coordenadas bidimensional mais utilizado. Nele, uma imagem é representada como uma grade retangular de pixels. As coordenadas (x, y) indicam a posição de um pixel na horizontal (x) e na vertical (y) a partir de um ponto de origem no canto superior esquerdo da imagem.
- Sistema de coordenadas polar: esse sistema é menos comum em processamento de imagem, mas é utilizado em algumas aplicações, especialmente em reconhecimento de formas ou transformações de imagens em domínio de frequência, como na transformada de Fourier.

Sistema de coordenadas e manipulação de pixels

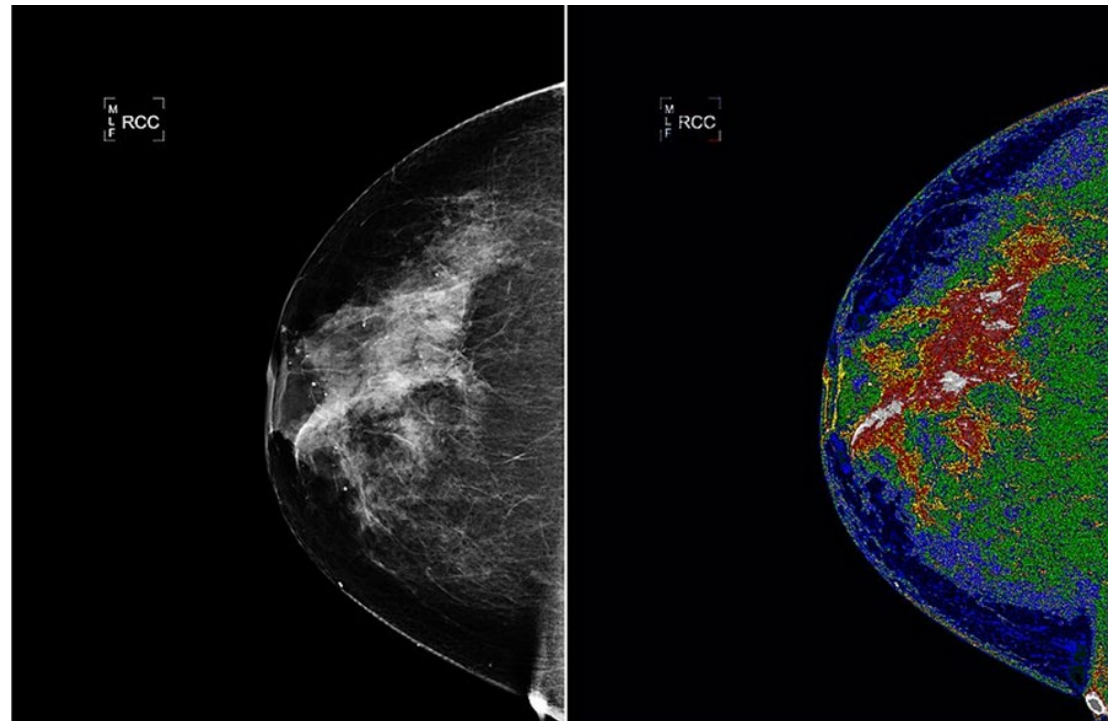
- A manipulação de pixels envolve a leitura e a alteração dos valores dos pixels em uma imagem para realizar várias operações de processamento.
- Algumas das operações de manipulação de pixels comuns:
- Acesso a pixels: para acessar um pixel em uma imagem, você especifica suas coordenadas (x, y) e lê ou altera seu valor. Isso permite a extração de informações de pixel específicas para análise.
- Realce de imagem: para melhorar a qualidade de uma imagem, você pode ajustar os valores dos pixels para aumentar o contraste, a nitidez ou outras características visuais.
 - Filtragem: a aplicação de filtros envolve a convolução de uma máscara ou kernel com a matriz de pixels da imagem para realizar tarefas como suavização (borramento), detecção de bordas e realce características.
 - Transformações geométricas: isso inclui rotação, redimensionamento, corte e projeção de imagens. As transformações geométricas envolvem a modificação das coordenadas dos pixels.

Sistema de coordenadas e manipulação de pixels

- Segmentação de imagem: para detectar objetos ou regiões de interesse em uma imagem, você pode definir critérios de segmentação e atribuir valores de pixel correspondentes a essas regiões.
- Operações lógicas: as operações lógicas, como AND, OR e NOT, são usadas para combinar ou modificar imagens com base em condições específicas.
- Histograma: a análise do histograma de uma imagem envolve a contagem da frequência de valores de intensidade de pixel e pode ser usada para ajustar o contraste e o brilho.

Região de interesse (ROI, do inglês *Region of Interest*)

- As ROIs são usadas para destacar áreas de interesse em uma imagem que contenham informações relevantes para uma tarefa específica. Por exemplo, a figura abaixo apresenta um exame médico de mamografia. À esquerda, a imagem original e após o processamento da imagem original temos a imagem do lado direito com a ROI (parte branca) que está destacando uma parte específica do corpo para uma análise mais detalhada.



Fonte:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mammograms_MED-SEG.jpg

Interatividade

Considere as seguintes asserções:

- I. Refere-se ao número de pixels em largura e altura que compõem uma imagem.
- II. Diz respeito à distribuição das intensidades de pixels em uma imagem.
- III. Refere-se à melhoria da qualidade de uma imagem por meio de técnicas como aumento de contraste, realce de bordas e redução de ruído.

Os conceitos elencados em I, II e III são denominados respectivamente como:

- a) Segmentação, realce, qualidade.
- b) Resolução, histograma, qualidade.
- c) Resolução, histograma, realce.
- d) Realce, histograma, resolução.
- e) Segmentação, histograma, realce.

Resposta

Considere as seguintes asserções:

- I. Refere-se ao número de pixels em largura e altura que compõem uma imagem.
- II. Diz respeito à distribuição das intensidades de pixels em uma imagem.
- III. Refere-se à melhoria da qualidade de uma imagem por meio de técnicas como aumento de contraste, realce de bordas e redução de ruído.

Os conceitos elencados em I, II e III são denominados respectivamente como:

- a) Segmentação, realce, qualidade.
- b) Resolução, histograma, qualidade.
- c) **Resolução, histograma, realce.**
- d) Realce, histograma, resolução.
- e) Segmentação, histograma, realce.

Técnicas de pré-processamento: Rotação

- Rotação de imagens: a rotação de uma imagem envolve girá-la em torno de seu centro ou de outro ponto de referência em um ângulo específico. Isso é útil quando uma imagem foi capturada em uma orientação indesejada e precisa ser corrigida.
- Interpolação: ao realizar uma rotação, os pixels originais da imagem nem sempre se encaixarão perfeitamente em novas posições. Portanto, é necessário usar técnicas de interpolação para calcular os valores dos pixels na nova imagem. Interpolação bilinear e interpolação por vizinho mais próximo são abordagens comuns.

Imagem original



Imagem rotacionada

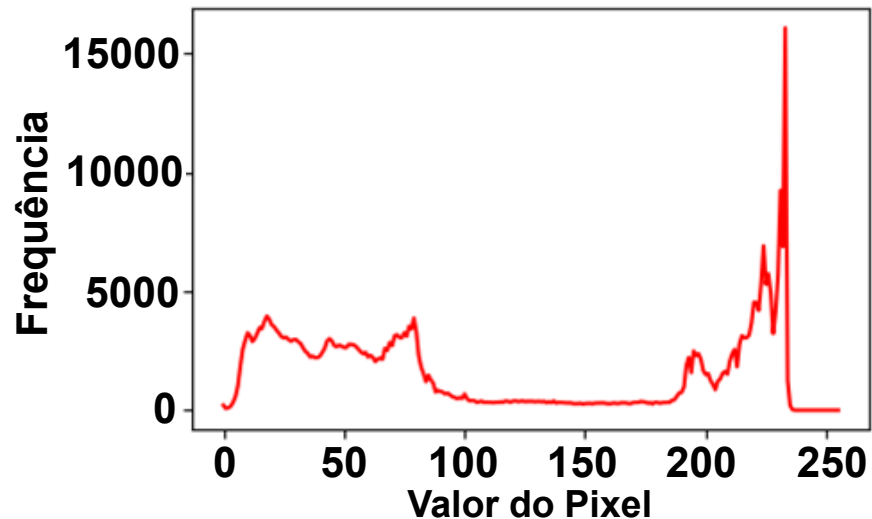


Técnicas de processamento: Histograma

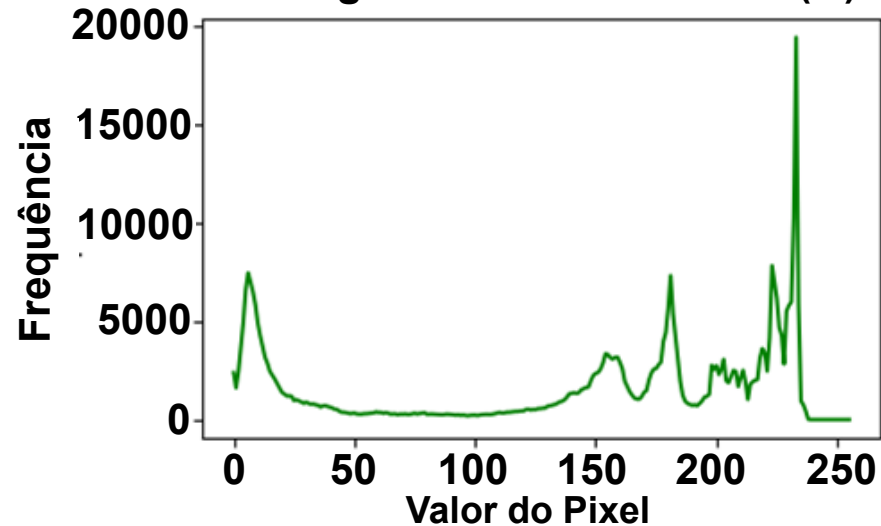
- O histograma de cores em processamento de imagem é uma representação gráfica da distribuição das cores presentes em uma imagem.
- O histograma de cores é frequentemente usado em uma variedade de aplicações, como ajuste de contraste, correção de cores, detecção de características e segmentação de imagem.
- Um histograma de cores é geralmente representado como um gráfico de barras, no qual o eixo horizontal representa as cores e o eixo vertical representa a frequência de ocorrência dessas cores na imagem.
 - Equalização de histograma: A equalização de histograma é uma técnica que ajusta a distribuição de intensidade de pixel para uma distribuição uniforme, melhorando o contraste da imagem.
 - Redução de ruído: A análise do histograma pode revelar picos que representam ruído na imagem. Isso pode ajudar na identificação e remoção de ruído.

Técnicas de processamento: Histograma

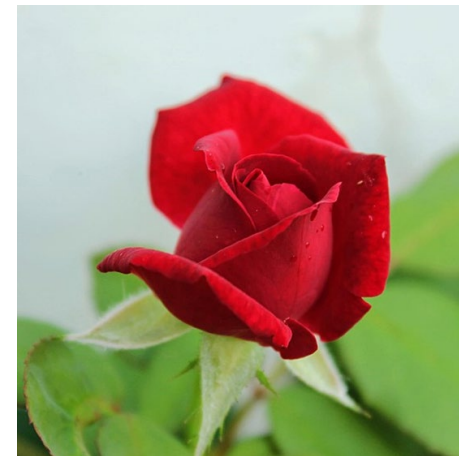
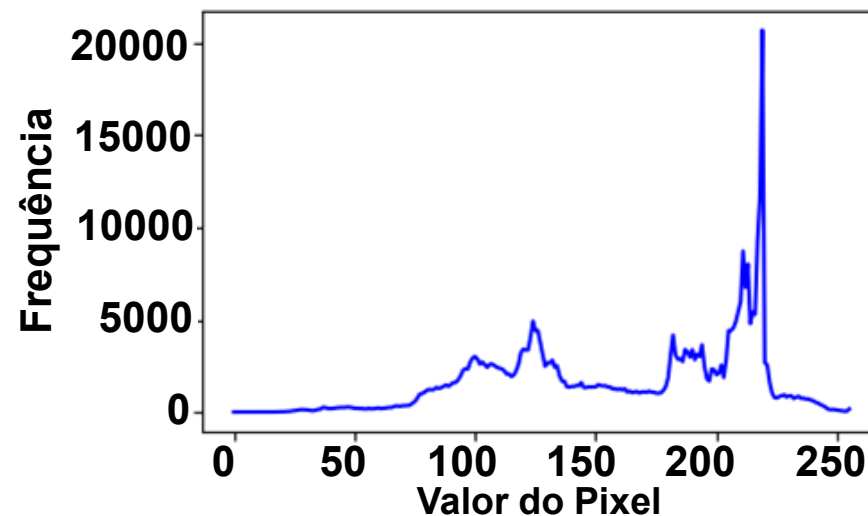
Histograma do Canal Vermelho (R)



Histograma do Canal Verde (G)



Histograma do Canal Azul (B)



Botão de Rosa Vermelha

Fonte:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_rose_bud_001.jpg

Técnicas de processamento: Operações aritméticas

- Adição e subtração

$$s(x,y) = f(x,y) + g(x,y)$$

$$d(x,y) = f(x,y) - g(x,y)$$

- Multiplicação e divisão: A multiplicação e a divisão de imagens são úteis para ajustar a intensidade ou o contraste de uma imagem.

$$p(x,y) = f(x,y) \times g(x,y)$$

$$v(x,y) = f(x,y) \div g(x,y)$$

- Limiarização (*thresholding*): A limiarização é uma técnica de pré-processamento que usa operações de comparação, como “maior ou igual” e “menor que”, para converter uma imagem em uma imagem binária com base em um valor de limiar. Pixels que atendem ao critério tornam-se brancos, enquanto os outros tornam-se pretos.

Técnicas de processamento: Limiarização

- Filtragem com máscara: a aplicação de máscaras de convolução que contêm valores de peso para pixels vizinhos é uma forma de operação aritmética usada para realizar filtragem em imagens, como suavização ou detecção de bordas.

Transformações geométricas

Transformações geométricas referem-se à aplicação de operações que alteram a geometria da imagem, como sua posição, orientação, escala ou perspectiva. Essas transformações são valiosas para corrigir distorções, alinhar objetos, melhorar a visualização e preparar imagens para análises posteriores. Algumas das transformações geométricas comuns em pré-processamento de imagem:

- Rotação.
- Redimensionamento: modifica as dimensões da imagem, tornando-a maior ou menor em escala.
 - O corte envolve a remoção de partes indesejadas da imagem, resultando em uma imagem menor com uma área de interesse específica. Isso é usado para destacar uma região de interesse e remover informações.
 - Translação: a translação desloca a imagem em relação a um eixo, mudando sua posição. Isso é útil para ajustar a posição de objetos em uma cena.

Transformações geométricas

- Espelhamento (reflexão): o espelhamento cria uma imagem espelhada em relação a um eixo. Isso é usado para criar simetrias ou corrigir imagens espelhadas incorretamente.
- Projeção perspectiva: é usada para corrigir distorções de perspectiva em imagens que resultam de ângulos de visualização não ideais. Isso é comum em aplicações de visão computacional, como reconhecimento de placas de carro.
- Correção de distorção de lente: Em fotografia, é uma transformação geométrica usada para corrigir distorções, como barril ou almofada, que podem ocorrer em imagens devido à ótica da câmera.
 - Transformações não lineares: além das transformações lineares, transformações não lineares, como a deformação livre (warping), podem ser usadas para ajustar a geometria da imagem de maneira mais complexa, permitindo a correção de distorções de forma livre.
 - Correção de perspectiva: é usada para transformar uma imagem para simular uma visualização a partir de um ponto de vista diferente. Aplicações de realidade aumentada e simulação.

Ruído: Principais tipos de ruído em imagens

- Ruído de sensor (granular): resulta da variação nos valores de pixel devido à eletrônica do sensor de imagem. Pode se assemelhar a pontos brancos ou coloridos na imagem.
- Ruído aleatório (sensível à luz): pode ocorrer devido à variação na quantidade de luz que atinge o sensor da câmera, criando pequenas variações nos valores de pixel.
- Ruído de Poisson: é comum em imagens com baixa intensidade de luz, onde os fótons atingem o sensor de forma aleatória, criando um padrão de ruído de Poisson.
 - Ruído de sal e pimenta: causa a ocorrência de pixels extremamente brilhantes (sal) ou escuros (pimenta) na imagem, resultando em pontos isolados de intensidade extrema.

Técnicas de redução de ruído

- Suavização (filtros de média): filtros de suavização, como a média, a mediana e o filtro Gaussiano, são usados para reduzir o ruído de forma geral, substituindo os valores de pixel por médias ponderadas de pixels vizinhos.
- Filtragem não linear (filtros de mediana): filtros de mediana são particularmente eficazes na redução de ruído de sal e pimenta, pois substituem cada pixel pela mediana dos valores em uma vizinhança.
- Filtros adaptativos: esses filtros ajustam a intensidade do filtro de acordo com as características locais da imagem, proporcionando uma redução eficaz de ruído.
 - Transformada de Wavelet: a transformada de Wavelet é usada para decompor a imagem em diferentes frequências e escalas, permitindo a separação do sinal de ruído do sinal de interesse.
 - Filtragem por Fourier: a filtragem no domínio da frequência, usando a transformada de Fourier, pode ser usada para eliminar componentes de alta frequência associadas ao ruído.

Escala de cinza

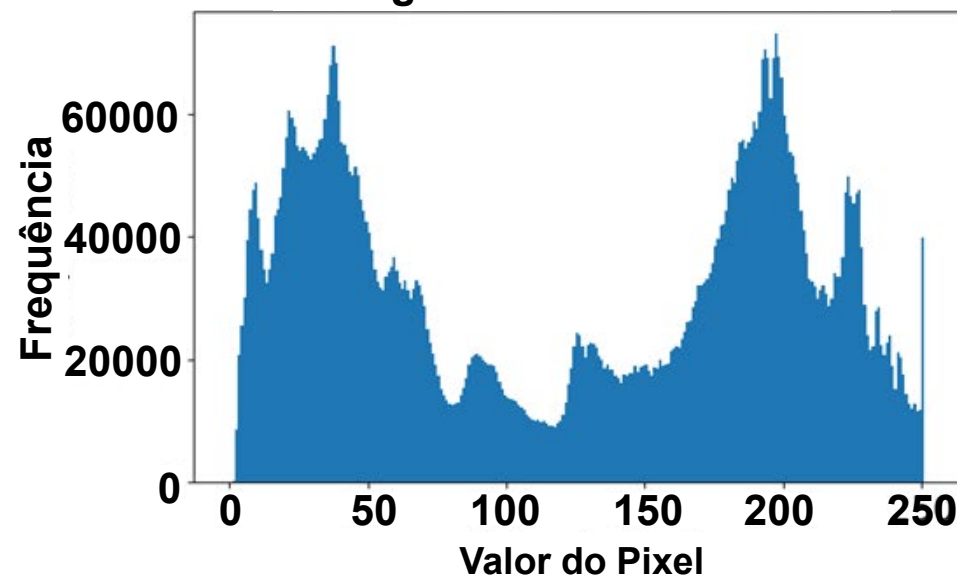
Imagem Original



Imagem em Tons de Cinza



Histograma de Tons de Cinza



Fonte: livro-texto.

Imagem original do MASP
(Museu de Arte de São Paulo).

Fonte:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/
File:Museu_de_Arte_de_S%C3%A3o_Paulo_\(MASP\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Museu_de_Arte_de_S%C3%A3o_Paulo_(MASP).jpg)

Escala de cinza

- Melhoria de contraste: a representação em escala de cinza pode ser usada para ajustar o contraste de uma imagem, realçando detalhes e tornando-a mais perceptível.
- Filtragem de ruído: em muitos casos, a filtragem de ruído é mais eficaz em imagens em escala de cinza, pois simplifica o processo de análise.
- Segmentação de imagem: a segmentação de imagens em escala de cinza é frequentemente usada para identificar regiões de interesse com base na intensidade.
 - Extração de características: em aplicações de visão computacional, características como bordas e contornos.
 - Processamento de imagem médica: a escala de cinza é utilizada em radiografias e em imagens de ressonância magnética, para realçar estruturas e características relevantes.

Conversão para escala de cinza

- Conversão para escala de cinza: envolve a atribuição de um único valor de intensidade (ou luminância) a cada pixel da imagem. Existem várias técnicas para fazer essa conversão:
- Média dos canais de cor: a intensidade de um pixel pode ser calculada como a média dos valores dos canais de cor (vermelho, verde e azul) na imagem colorida.
- Luminância pesada: a conversão pode levar em consideração as diferenças de sensibilidade do olho humano às cores. Nesse caso, os valores dos canais de cor são ponderados antes de calcular a intensidade.
- Decomposição em espaços de cores alternativos: outra abordagem é converter a imagem colorida em um espaço de cores alternativo, como o espaço Lab, no qual o canal L representa a luminância e é usado como a imagem em escala de cinza.

Interatividade

Considere as seguintes asserções:

- I. É geralmente representado como um gráfico de barras, no qual o eixo horizontal representa as cores e o eixo vertical representa a frequência de ocorrência dessas cores na imagem.
- II. Sua equalização é uma técnica que ajusta a distribuição de intensidade de pixel para uma distribuição uniforme, melhorando o contraste da imagem.
- III. Pode revelar picos que representam ruído na imagem. Isso pode ajudar na identificação e remoção de ruído.

Tais asserções dizem respeito a:

- a) Segmentação de pixels.
- b) Redução de ruído.
- c) Filtro de mediana.
- d) Histograma de cores.
- e) Espaço de cores.

Resposta

Considere as seguintes asserções:

- I. É geralmente representado como um gráfico de barras, no qual o eixo horizontal representa as cores e o eixo vertical representa a frequência de ocorrência dessas cores na imagem.
- II. Sua equalização é uma técnica que ajusta a distribuição de intensidade de pixel para uma distribuição uniforme, melhorando o contraste da imagem.
- III. Pode revelar picos que representam ruído na imagem. Isso pode ajudar na identificação e remoção de ruído.

Tais asserções dizem respeito a:

- a) Segmentação de pixels.
- b) Redução de ruído.
- c) Filtro de mediana.
- d) **Histograma de cores.**
- e) Espaço de cores.

Suavização de imagem: Suavização por cálculo da média

- Os filtros de suavização substituem o valor de um pixel pela média ponderada dos valores dos pixels em sua vizinhança. Os filtros de suavização mais comuns incluem o filtro de média, o filtro de mediana e o filtro Gaussiano.

Suavização por cálculo da média:

- Cálculo da média;
- Substituição do valor do pixel;
- Repetição para todos os pixels;
- Ajuste do tamanho da vizinhança.

30	100	130
130	?	160
50	100	210

Fonte: livro-texto.

Aplicações:

- Imagens médicas para redução de ruído;
- Processamento de imagem em câmeras digitais;
- Melhoria da qualidade visual de imagens;
- Preparação de imagens para análises subsequentes, como detecção de bordas.

Suavização pela Gaussiana

- O filtro Gaussiano é uma máscara (kernel) que tem uma distribuição Gaussiana de pesos. Essa distribuição de pesos é usada para calcular a média ponderada dos valores dos pixels na vizinhança de acordo com a distribuição Gaussiana.
- Cálculo da Média Ponderada: para um pixel específico, os valores dos pixels na vizinhança são multiplicados pelos pesos do filtro Gaussiano e somados para calcular a média ponderada. O resultado desse cálculo é o novo valor do pixel suavizado. O valor do pixel original é substituído pelo valor calculado usando o filtro Gaussiano.
- Repetição para Todos os Pixel: o processo de suavização pela Gaussiana é repetido para todos os pixels na imagem.
 - Ajuste de Parâmetros: é possível ajustar os parâmetros do filtro Gaussiano, como o tamanho da vizinhança e o desvio padrão (sigma), para controlar o grau de suavização. Um desvio padrão maior resulta em uma suavização mais forte.

Suavização pela Gaussiana

- A suavização pela Gaussiana é eficaz na redução de ruído, mantendo melhor a nitidez dos detalhes em comparação com filtros de média. No entanto, ela ainda pode causar uma perda suave de detalhes finos.

Aplicações:

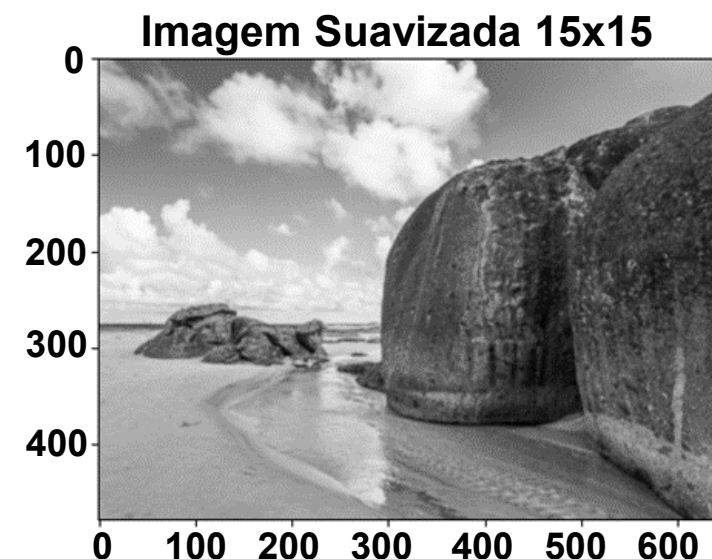
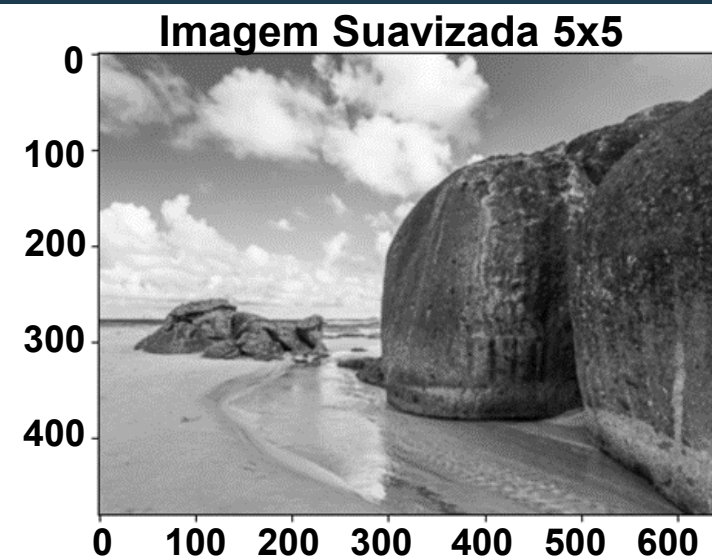
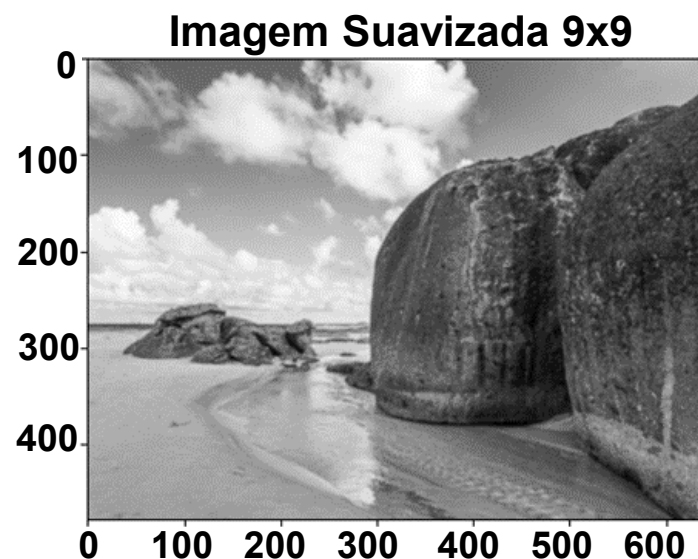
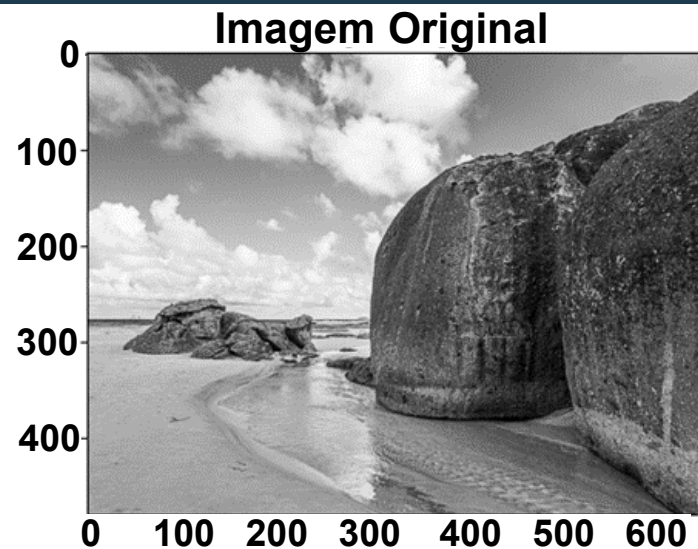
- Redução de ruído em imagens.
- Melhoria da qualidade visual de imagens.
- Preparação de imagens para análises subsequentes, como detecção de bordas.
- Processamento de imagens médicas para melhorar a qualidade das imagens de diagnóstico.

Suavização pela Gaussiana

- Trata-se de uma técnica eficaz para melhorar a qualidade de imagens e reduzir o ruído.

Squeaky Beach in Wilsons Promontory National Park, Victoria, Australia (2019) (640 × 479 pixels)

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilsons_Promontory_National_Park_\(AU\),_Squeaky_Beach_--_2019_--_172126_\(bw\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilsons_Promontory_National_Park_(AU),_Squeaky_Beach_--_2019_--_172126_(bw).jpg)



Suavização pela mediana

- A suavização de imagens utilizando o método de suavização pela mediana é uma técnica eficaz para reduzir o ruído em imagens, especialmente o tipo de ruído conhecido como "ruído de sal e pimenta".
- Esse método envolve a substituição do valor de cada pixel na imagem pela mediana dos valores dos pixels em sua vizinhança. A suavização pela mediana é muito usada em processamento de imagem, pois preserva melhor os detalhes da imagem em comparação com filtros de suavização que utilizam médias ponderadas.
 - Vizinhança do pixel: define-se uma vizinhança ao redor de cada pixel na imagem. A vizinhança é geralmente uma janela quadrada ou retangular de tamanho predefinido.
 - Cálculo da mediana: os valores dos pixels na vizinhança são coletados e organizados em ordem crescente. A mediana, que é o valor do pixel que se encontra no meio desse conjunto ordenado, é calculada.

Suavização pela mediana

- Substituição do valor do pixel: a mediana é menos sensível a valores extremos (muito altos ou muito baixos) em comparação com a média aritmética. A mediana é o número que fica exatamente no meio do intervalo.
- Repetição para todos os pixels.
- Ajuste de Parâmetros: ela preserva melhor os detalhes da imagem em comparação com filtros de suavização que usam médias ponderadas.

Aplicações:

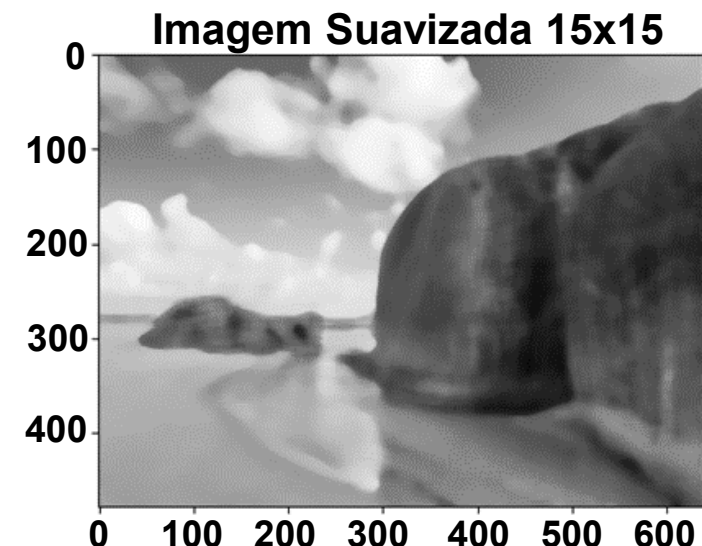
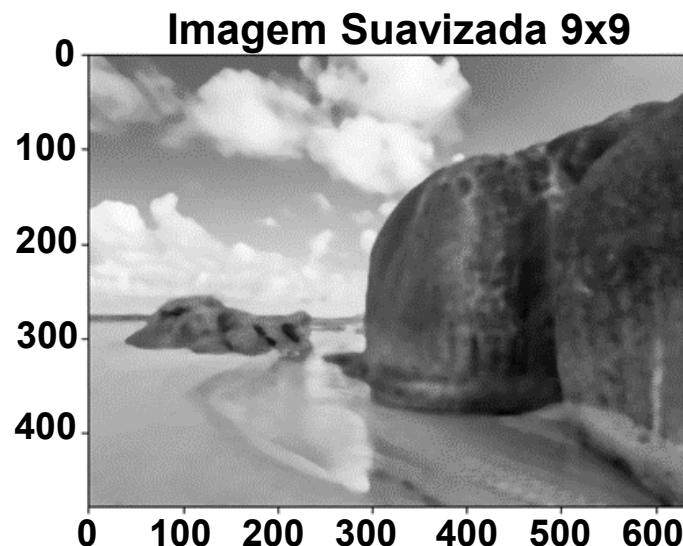
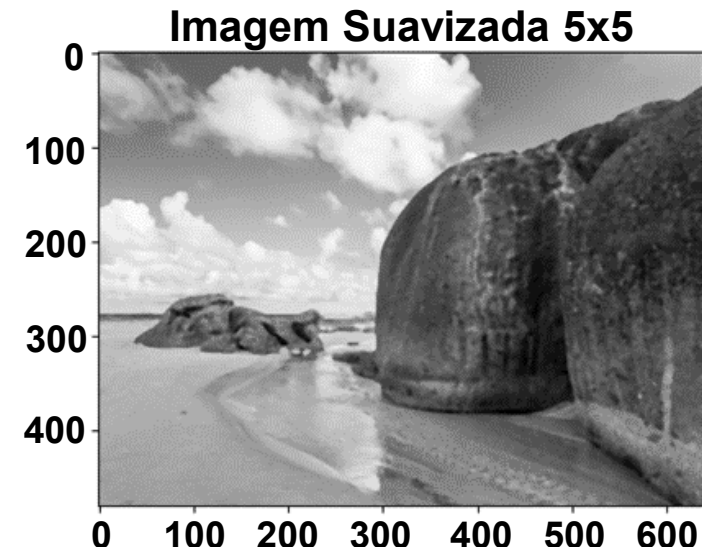
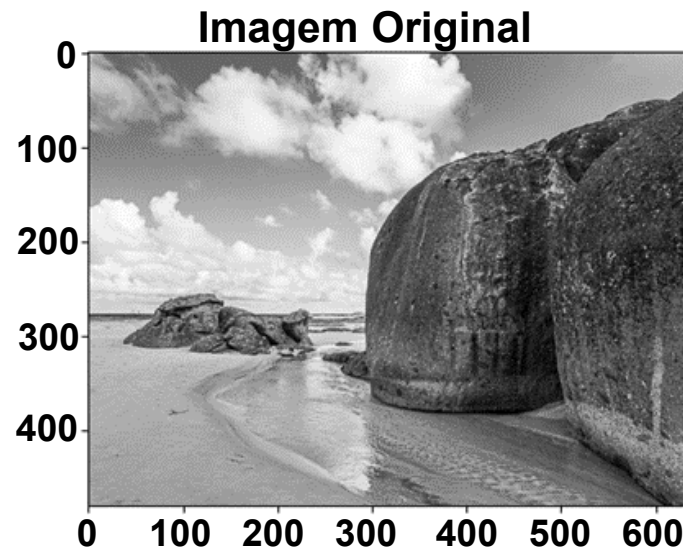
- Remoção de ruído em imagens de câmeras digitais.
- Melhoria da qualidade visual de imagens.
- Processamento de imagens médicas, como radiografias.
- Pré-processamento de imagens antes da detecção de bordas ou segmentação.

Suavização pela mediana

- A suavização por mediana é muito usada em processamento de imagem, devido à sua capacidade de preservar detalhes importantes enquanto reduz o impacto do ruído (sal e pimenta).

Squeaky Beach in Wilsons Promontory National Park, Victoria, Australia (2019) (640 × 479 pixels)

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilsons_Promontory_National_Park_\(AU\),_Squeaky_Beach_--_2019_--_172126_\(bw\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilsons_Promontory_National_Park_(AU),_Squeaky_Beach_--_2019_--_172126_(bw).jpg)



Suavização com filtro bilateral

- A suavização de imagens utilizando o método de suavização com filtro bilateral é uma técnica avançada e eficaz para reduzir o ruído em imagens enquanto preserva bordas e detalhes importantes. Esse método é particularmente útil quando se deseja manter a clareza das bordas e estruturas na imagem. O filtro bilateral é uma alternativa aos filtros tradicionais de suavização, que não consideram a estrutura da imagem.
- Vizinhaça do pixel.
- Cálculo do peso bilateral: leva em consideração dois tipos de pesos: um peso espacial e um peso de intensidade. O peso espacial é baseado na distância entre os pixels na vizinhaça e o pixel central, enquanto o peso de intensidade é calculado com base na diferença de intensidade entre os pixels.
 - Suavização ponderada: calcula uma média ponderada dos valores dos pixels na vizinhaça. Leva em consideração tanto o peso espacial quanto o peso de intensidade. Pixels próximos e com intensidades semelhantes têm mais peso na média, enquanto pixels distantes ou com intensidades significativamente diferentes têm menos peso.

Suavização com filtro bilateral

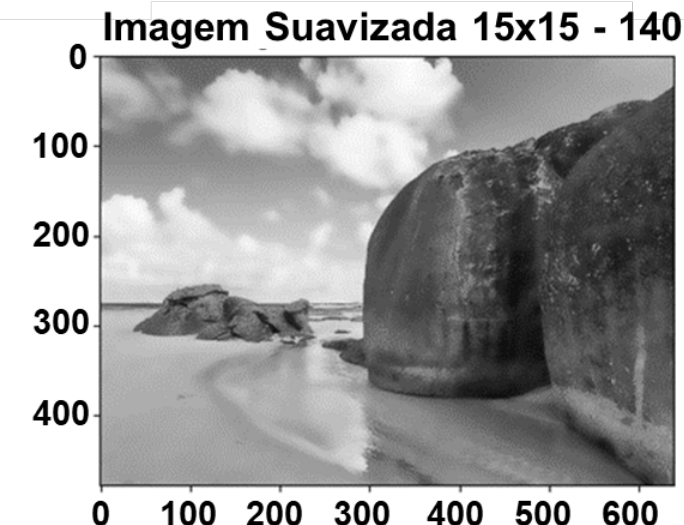
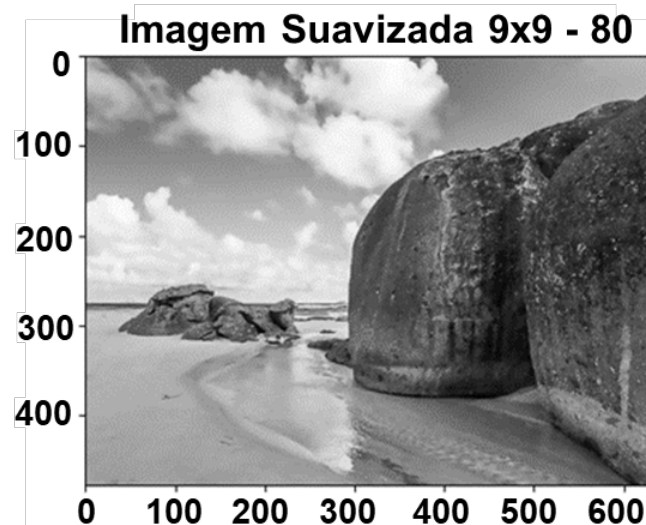
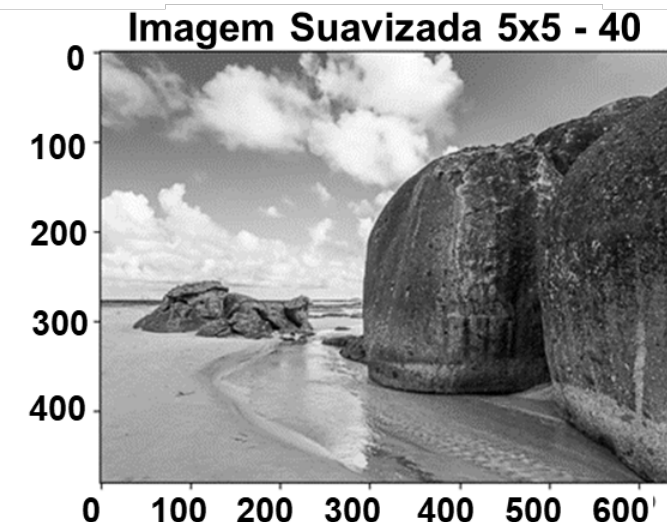
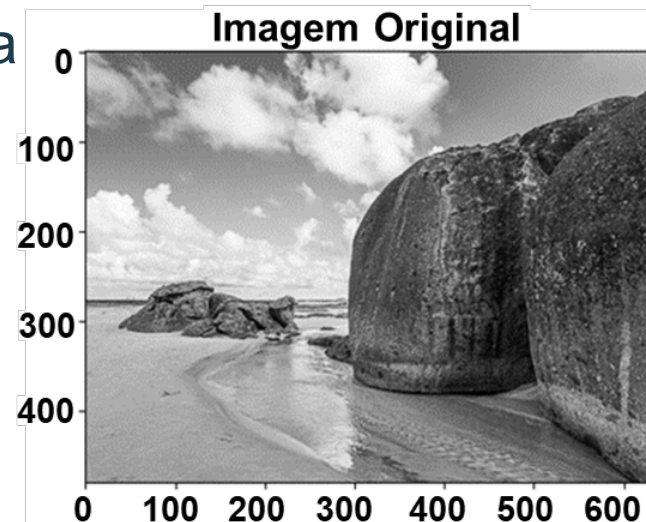
- Substituição do valor do pixel: o valor do pixel original é substituído pelo valor da média ponderada calculada. Isso suaviza a imagem, reduzindo o ruído, enquanto preserva as bordas e detalhes.
- Repetição para todos os pixels.
- Ajuste de parâmetros: a eficácia da suavização com filtro bilateral pode ser controlada ajustando os parâmetros, como a largura da janela espacial e a largura da janela de intensidade. Valores maiores resultam em uma suavização mais forte, enquanto valores menores mantêm mais detalhes.
 - Aplicações.
 - Remoção de ruído em imagens fotográficas.
 - Melhoria da qualidade visual de imagens.
 - Preservação de detalhes importantes em imagens de visão computacional e processamento de imagem médica.

Suavização com filtro bilateral

- O filtro bilateral é uma técnica poderosa para suavização de imagens, especialmente quando se deseja reduzir o ruído sem comprometer as bordas e os detalhes importantes.

Squeaky Beach in Wilsons Promontory National Park, Victoria, Australia (2019) (640 × 479 pixels)

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilsons_Promontory_National_Park_\(AU\),_Squeaky_Beach_-_2019_-_172126_\(bw\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wilsons_Promontory_National_Park_(AU),_Squeaky_Beach_-_2019_-_172126_(bw).jpg)



Interatividade

Considere as seguintes asserções:

- I. Calcula a média dos valores dos pixels em uma vizinhança e substitui o valor do pixel central por esse valor médio.
- II. Substitui o valor do pixel central pela mediana dos valores dos pixels em uma vizinhança. É especialmente eficaz na remoção de ruído do tipo "sal e pimenta" e preserva melhor os detalhes da imagem.
- III. Utiliza uma função Gaussiana para ponderar os valores dos pixels em uma vizinhança. Ele produz uma suavização e é eficaz na remoção de ruído.

Tais asserções dizem respeito a:

- a) Histograma.
- b) Equalização.
- c) Histograma, equalização, homogeneização, respectivamente.
- d) Filtragem total.
- e) Filtro de média, filtro de mediana, filtro Gaussiano, respectivamente.

Resposta

Considere as seguintes asserções:

- I. Calcula a média dos valores dos pixels em uma vizinhança e substitui o valor do pixel central por esse valor médio.
- II. Substitui o valor do pixel central pela mediana dos valores dos pixels em uma vizinhança. É especialmente eficaz na remoção de ruído do tipo "sal e pimenta" e preserva melhor os detalhes da imagem.
- III. Utiliza uma função Gaussiana para ponderar os valores dos pixels em uma vizinhança. Ele produz uma suavização e é eficaz na remoção de ruído.

Tais asserções dizem respeito a:

- a) Histograma.
- b) Equalização.
- c) Histograma, equalização, homogeneização, respectivamente.
- d) Filtragem total.
- e) Filtro de média, filtro de mediana, filtro Gaussiano, respectivamente.

Segmentação de imagens

- A segmentação envolve a subdivisão de uma imagem em regiões ou objetos significativos, com o objetivo de identificar e isolar áreas de interesse.
- Detecção de bordas: a segmentação de imagens utilizando detecção de bordas é uma técnica que visa identificar as transições abruptas de intensidade de pixel na imagem, o que muitas vezes corresponde a bordas ou limites entre objetos. A detecção de bordas é um passo importante para a segmentação, pois fornece informações sobre onde os objetos começam e terminam na imagem.
- A detecção de bordas frequentemente começa com a aplicação de operadores de gradiente, a saber: como o operador de Sobel, o operador de Prewitt ou o operador de Roberts, para calcular as derivadas da intensidade dos pixels na imagem em relação às coordenadas x e y .
 - Essas derivadas indicam as taxas de mudança de intensidade em direções horizontal e vertical e, portanto, ajudam a identificar regiões onde ocorrem transições abruptas.

Detecção de bordas

- A magnitude do gradiente fornece informações sobre o quão rápido a intensidade muda em um ponto da imagem. Pontos com magnitudes de gradiente maiores são mais prováveis de estarem localizados em uma borda.
- Além da magnitude, a orientação do gradiente é calculada em cada ponto da imagem. Isso ajuda a determinar a direção da mudança de intensidade. A orientação do gradiente é usada para quantizar a direção das bordas, dividindo a faixa de ângulos em um número limitado de direções (por exemplo, vertical, horizontal e diagonais).
 - O próximo passo é aplicar um limiar à magnitude do gradiente. A limiarização envolve a definição de um valor de corte, abaixo do qual os pixels são considerados não pertencentes a bordas e, acima desse valor, os pixels são considerados parte de uma borda.

Detecção de bordas

- A escolha adequada do valor de limiar é uma etapa crítica e pode variar dependendo da aplicação.
- Em muitos algoritmos de detecção de bordas, é realizada uma etapa de supressão de não máximos para reduzir o número de pixels considerados como bordas. Isso envolve a verificação se os pixels vizinhos têm uma magnitude de gradiente maior e, se não, o pixel atual é suprimido.
 - Para obter segmentos de borda contínuos, é comum realizar uma etapa de conexão de borda que une pixels adjacentes com intensidades acima do limiar em segmentos de borda.

Filtro Sobel

- Carreou-se uma imagem em tons de cinza. Aplicou-se o operador Sobel na direção x (horizontal) e na direção y (vertical).
- Calculou-se a magnitude das bordas usando a fórmula da hipotenusa. Aplicou-se um limiar. Pixels com intensidade maior que o limiar são definidos como objetos, pixels com intensidade menor que o limiar são fundo.

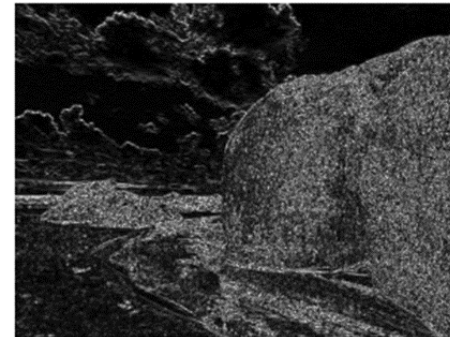
Imagem Original



Sobe Horizontal (Sobel X)



Sobel Vertical (Sobel Y)



Magnitude das Bordas



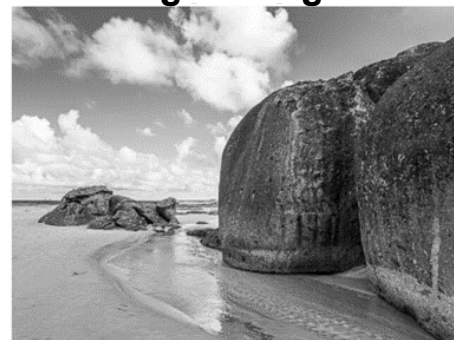
Imagem Segmentada



Operador Laplaciano

- A segmentação de imagens utilizando o operador Laplaciano é uma técnica que visa realçar áreas onde ocorrem mudanças abruptas de intensidade, o que muitas vezes corresponde a bordas e detalhes significativos na imagem.
- O operador Laplaciano é usado para calcular a segunda derivada da intensidade da imagem e pode ser aplicado para identificar áreas de interesse na imagem.
- A imagem resultante, “imagem segmentada”, destaca as áreas onde ocorrem mudanças abruptas de intensidade, que geralmente correspondem a bordas e detalhes na imagem.

Imagem Original



Operador Laplaciano



Imagem Segmentada



Filtro máscara de desaguçamento

- A segmentação de imagens utilizando um filtro de máscara de desfoque (ou desaguçamento) é uma técnica que visa reduzir o ruído e as pequenas variações de intensidade na imagem, tornando-a mais homogênea.
- Isso pode ajudar a destacar as regiões de interesse na imagem, tornando a segmentação posterior mais eficaz.
- Um filtro comum usado para desfoque é o filtro da média, que substitui o valor de um pixel pela média dos valores dos pixels em sua vizinhança.

- Carregou-se uma imagem em tons de cinza. Aplicou-se um filtro de máscara de desfoque (filtro da média).
- O tamanho do kernel define o tamanho da janela usada para calcular a média. Aplicou-se um limiar na imagem desfocada para segmentar as áreas da imagem que se deseja destacar. Pixels com intensidade maior que o limiar são definidos como objetos, enquanto os demais pixels são definidos como fundo.

Imagem Original



Imagem Desfocada



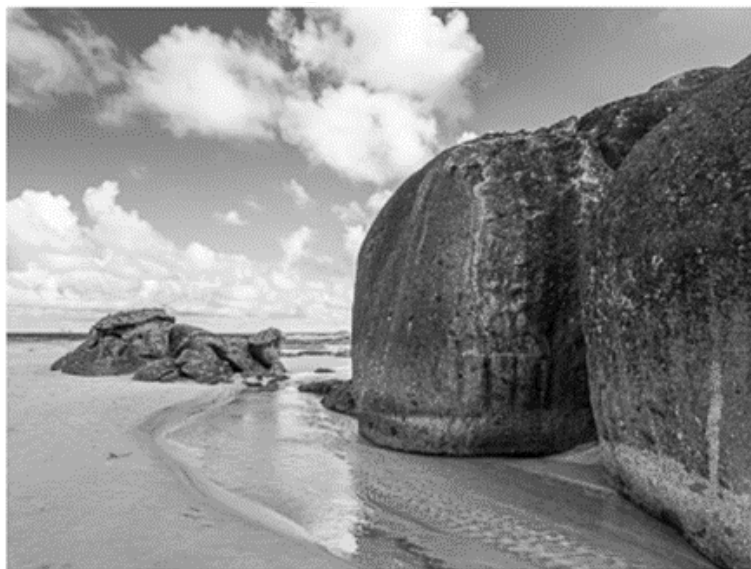
Imagem Segmentada



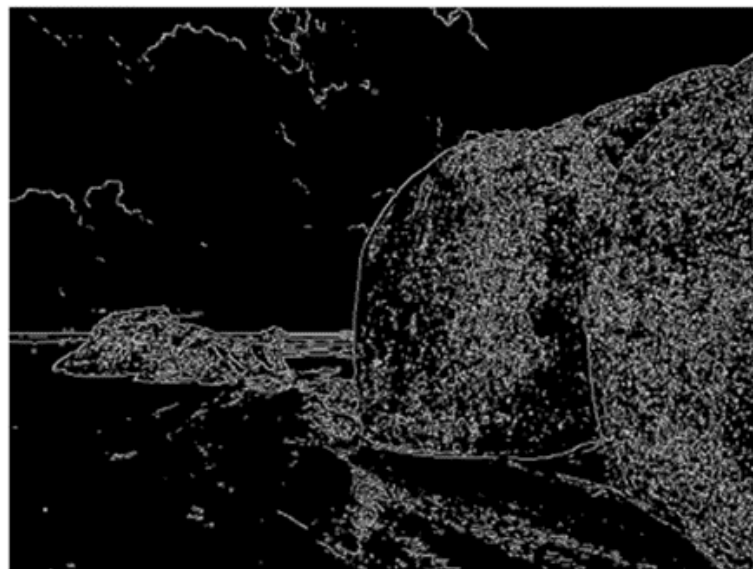
Detector de bordas de Canny

- Detector de bordas de Canny é conhecido por ser eficaz na detecção de bordas finas e bem definidas, enquanto suprime o ruído na imagem.
- O detector de bordas de Canny é útil quando você deseja identificar bordas nítidas e bem definidas em uma imagem. As bordas detectadas podem ser usadas posteriormente para realizar segmentação de objetos ou para análise de características na imagem. Ajustar os limiares é importante para obter resultados adequados, pois os valores ideais podem variar dependendo da imagem e das condições específicas.

Imagem Original



Bordas Detectadas (Canny)



Interatividade

Considere as asserções pertinentes à segmentação:

- I. A segmentação por detecção de bordas identifica as fronteiras entre diferentes regiões da imagem.
- II. A segmentação por região agrupa pixels semelhantes em regiões distintas.
- III. Os métodos baseados em bordas: identificam bordas e contornos na imagem usando gradientes de intensidade.

Assinale a alternativa que define segmentação.

- a) É uma técnica que envolve a subdivisão de uma imagem em regiões ou objetos significativos, com o objetivo de identificar e isolar áreas de interesse.
- b) É uma técnica de equalização da imagem.
- c) É uma técnica que tem como objetivo reduzir as variações abruptas de intensidade.
- d) É uma técnica que torna a imagem mais suave e uniforme.
- e) Coincide com a transformada de Fourier.

Resposta

Considere as asserções pertinentes à segmentação:

- I. A segmentação por detecção de bordas identifica as fronteiras entre diferentes regiões da imagem.
- II. A segmentação por região agrupa pixels semelhantes em regiões distintas.
- III. Os métodos baseados em bordas: identificam bordas e contornos na imagem usando gradientes de intensidade.

Assinale a alternativa que define segmentação.

- a) É uma técnica que envolve a subdivisão de uma imagem em regiões ou objetos significativos, com o objetivo de identificar e isolar áreas de interesse.
- b) É uma técnica de equalização da imagem.
- c) É uma técnica que tem como objetivo reduzir as variações abruptas de intensidade.
- d) É uma técnica que torna a imagem mais suave e uniforme.
- e) Coincide com a transformada de Fourier.

Referências

- LESSA, V. R. *Processamento de imagem e visão computacional*. Livro-Texto. São Paulo: Editora Sol, 2023.
- SOLOMON, C.; BRECKSON, T. *Fundamentos de processamento digital de imagens: uma abordagem prática com exemplos em Matlab*. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2013.
- UMBAUGH, S. E. *Digital image processing and analysis: human and computer vision applications with CVPTools*. Florida: CRC Press, 2011.

ATÉ A PRÓXIMA!