

Processamento e Análise de Imagens



Ana Carolina Conceição de Jesus

Engenharia da Computação (DCC)

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)

11/02/2025



INTRODUÇÃO A PROCESSAMENTO DE IMAGENS

SUMÁRIO



- ▶ Processamento de Imagens
 - ▶ Definição
 - ▶ Origem
 - ▶ Conceitos básicos
 - ▶ Imagem
 - ▶ Imagem digital
 - ▶ Imagem policromática
 - ▶ Pixels
- ▶ Visão Computacional
 - ▶ Definição
- ▶ Processo de Análise de Imagens
- ▶ Aplicações



PROCESSAMENTO DE IMAGENS



- ▶ É um campo da ciência da computação e engenharia elétrica
- ▶ **Envolve a manipulação de imagens digitais por meio de algoritmos e técnicas computacionais**
- ▶ É a tarefa de processar imagens digitais, utilizando um computador
- ▶ Pode envolver diversas operações tais como, filtragem, realce de contraste, segmentação, reconhecimento de padrões, compressão
- ▶ É um campo amplamente utilizado em áreas como medicina, segurança, entretenimento, etc

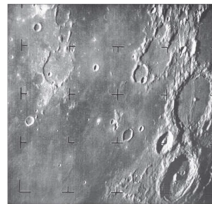
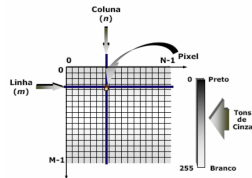


- ▶ Deu-se pela interseção de várias disciplinas ao longo das décadas, especialmente a **engenharia elétrica, matemática, computação e tecnologia da informação**
- ▶ **Primeiros Desenvolvimentos em Imagens Digitais (1950-1960)** estágios iniciais da computação
 - ▶ Interesse em manipular e analisar imagens para fins científicos e de engenharia
 - ▶ Começaram a surgir as primeiras formas de digitalização de imagens
 - ▶ Imagens analógicas eram convertidas para formatos digitais para facilitar o processamento computacional
- ▶ **David H. Hubel e Torsten Wiesel** fizeram **pesquisas sobre como o cérebro processa imagens visuais**, que mais tarde influenciaria o campo da visão computacional



► Avanços na Digitalização e Computação (1960-1970)

- Surgimento da ideia de representar imagens como uma matriz de números (ou pixels)
- Digitalização de imagens analógicas era realizada com scanner ou câmeras especiais e as imagens eram armazenadas em matrizes de pixels
- O matemático John Tukey e o engenheiro Richard Hamming desenvolveram conceitos importantes, como a **transformada de Fourier** (ajuda a manipular imagens de maneira mais eficiente - análise de frequências)
- Surgiram as primeiras técnicas de filtragem e compressão de imagens
- Começaram a ser utilizadas em áreas como análise de satélite e reconhecimento de padrões

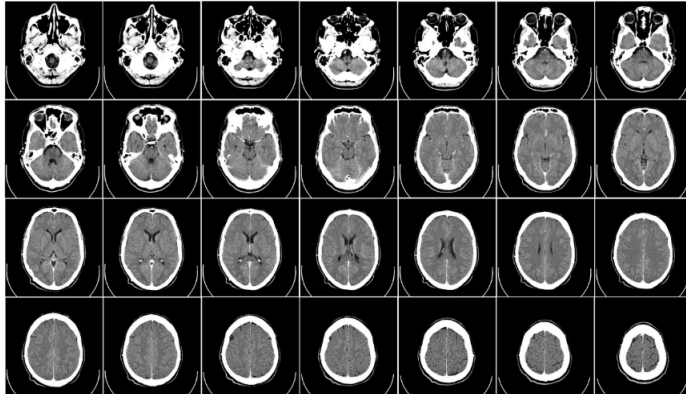




- ▶ **Era dos Computadores Pessoais e Primeiros Softwares (1970-1980)**
 - ▶ Aumento do poder de processamento, possibilitando o uso de computadores pessoais e maiores avanços em processamento gráfico
 - ▶ Surgimento de programas como o Sketchpad (de Ivan Sutherland) foi um marco importante no desenvolvimento de gráficos computacionais
 - ▶ Isso abriu caminho para o processamento de imagens interativas
 - ▶ A NASA por exemplo, começou a analisar imagens de satélites e missões espaciais, utilizando **técnicas de processamento de imagens**
 - ▶ Outro marco importante foi a invenção da **tomografia axial computadorizada ou tomografia computadorizada**



- ▶ Era dos Computadores Pessoais e Primeiros Softwares (1970-1980)
 - ▶ Tomografia computadorizada é utilizada uma fonte de raios-x para coletar dados ao redor de uma circunferência de um anel





- ▶ **Era dos Computadores Pessoais e Primeiros Softwares (1970-1980)**
 - ▶ Em 1972, foi desenvolvido uma importante tecnologia de compressão de imagens chamada de **transformada discreta de cosseno**
 - ▶ Essa técnica de compressão com perdas foi **proposta por Nasir Ahmed** e serviu como base para o padrão JPEG de compressão de imagens
 - ▶ Esse padrão comprime imagens para tamanhos muito pequenos sem muitas perdas visuais, sendo muito utilizado para imagens naturais, como fotografias
 - ▶ O Padrão JPEG foi apresentado pelo Joint Photographic Expert Group em 1992 e é um dos formatos de imagens mais utilizados até hoje



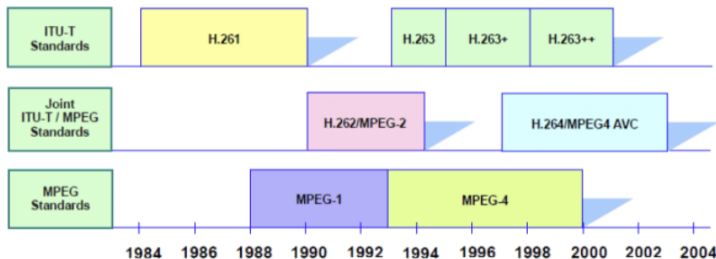
- ▶ **Computação Gráfica e Avanços em Algoritmos (1980-1990)**
 - ▶ Processamento de imagens foi impulsionado por várias inovações tecnológicas
 - ▶ **Computadores de alto desempenho começaram a ficar mais acessíveis**, permitindo que as imagens fossem processadas de maneira rápida e eficaz
 - ▶ Surgiram algoritmos de realce, como o algoritmo de realce de contraste e média ponderada de filtros
 - ▶ Também houveram inovações em segmentação de imagens que permitiu identificar diferentes partes ou objetos em uma imagem com maior precisão
 - ▶ **Visão Computacional** começou a se desenvolver mais intensamente, com a criação de técnicas para **reconhecimento de padrões e inteligência artificial**



- ▶ **Avanços na captura de vídeos e imagens (1980 - 2000)**
 - ▶ A Olympus inventou o sensor de pixel ativos NMOS, referência para os sensores CMOS (inventados pela NASA)
 - ▶ Esse sensor é utilizado até os dias de hoje na captura de imagens, dos mais variados tipos de dispositivos (câmeras de celulares, profissionais e dispositivos laboratoriais)
 - ▶ Os principais padrões de codificação, compressão e armazenamento de imagens e vídeos, entre eles estão os famosos GIF (1987), JPEG (1992) e PNG (1995)
 - ▶ Foi criada a aliança Moving Picture Experts Group (MPEG) em 1988, que estabeleceu diversos padrões de codificação, compressão, transmissão e armazenamento de áudio, vídeo e gráficos



- ▶ **Avanços na captura de vídeos e imagens (1980 - 2000)**
 - ▶ Padrão MPEG-1 Audio Layer III (MP3) utilizado para armazenamento de áudio e músicas utilizando compressão com perdas
 - ▶ Padrão MPEG-2, determina a codificação de vídeo e áudio, muito adotada para transmissões de TV digital e filmes em DVDs
 - ▶ Padrão MPEG-4 suporta além de áudio e vídeo, aplicações desenvolvidas em Java e soluções de gerenciamento de propriedade (dificulta pirataria)





- ▶ **Avanços na captura de vídeos e imagens (1980 - 2000)**
 - ▶ Esse padrão utiliza técnicas avançadas de processamento de imagens e foi o padrão adotado pelo ISDB-TB, que é o padrão de televisão digital brasileiro
 - ▶ Esse também é o padrão utilizado na maioria dos discos de Blu-ray (BD) e contém padrões muito utilizados atualmente em streaming de conteúdos, em serviços como YouTube, Netflix, PrimeVideo, entre outros
 - ▶ **O Video Coding Experts Group (VCEG)** é outro grupo responsável pela criação de padrões de vídeo que faz parte do grupo Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)
 - ▶ Esse grupo se juntou ao MPEG para a criação do padrão MPEG-2 e do protocolo MPEG-4 AVC



► Popularização e a Era Digital (2000-Presente)

- O principal desafio no desenvolvimento de tecnologias de exibição de imagens é a necessidade de suportar resoluções altas e qualidade superior
- Televisões 4K (3840 x 2160 pixels) já são comuns, com modelos 8K (7680 x 4320 pixels) começando a surgir
- Para operar a 120 Hertz, uma TV 8K precisa processar cerca de 12 bilhões de operações por segundo, considerando a codificação de cores em três componentes
- Além disso, novas tecnologias, como o High Dynamic Range (HDR), aumentam a exigência de poder de processamento devido à maior quantidade de bits para representar cores



► Popularização e a Era Digital (2000-Presente)

- Com o crescimento dos serviços de streaming, a compressão e transmissão de imagens e vídeos de alta qualidade com baixa taxa de dados se tornaram cruciais
- Outro desafio é garantir baixa latência, especialmente para serviços em tempo real, como videochamadas e jogos em nuvem
- O processamento de imagens também desempenha um papel importante na inteligência artificial e aprendizado de máquina, sendo utilizado em técnicas de visão computacional para identificar padrões e gerar aplicações inteligentes
- Métodos como a filtragem por convolução são fundamentais para redes neurais, evidenciando a interseção entre processamento de imagens, visão computacional e aprendizado de máquina



- ▶ **Popularização e a Era Digital (2000-Presente)**
 - ▶ Com o avanço dos smartphones, câmeras digitais e da inteligência artificial revolucionou o campo do processamento de imagens
 - ▶ O processamento de imagens se tornou mais acessível ao público geral, e surgiram poderosas ferramentas e software para edição e análise de imagens
 - ▶ Deep learning e redes neurais convolucionais (CNNs) transformaram o campo, permitindo reconhecimento de objetos, análise preditiva e reconhecimento facial com uma precisão impressionante
 - ▶ Esses avanços são usados em segurança, medicina, transporte e entretenimento.



► Imagem

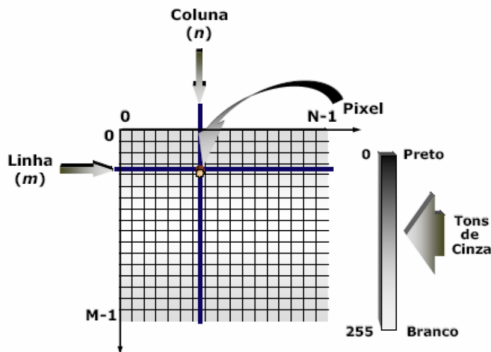
- É definida como uma função de duas dimensões $f(x,y)$, onde x e y são coordenadas espaciais e a amplitude de f para quaisquer par de coordenadas (x,y) é chamada de intensidade ou nível de cinza da imagem no ponto (Gonzalez & Woods, 2018)





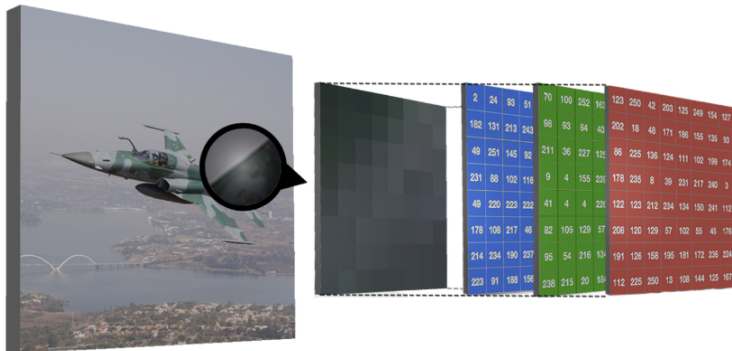
► Imagem digital

- Quando x, y e os valores de intensidade de f são todos finitos, em quantidades discretas, chamamos a imagem de imagem digital (Gonzalez & Woods, 2018)





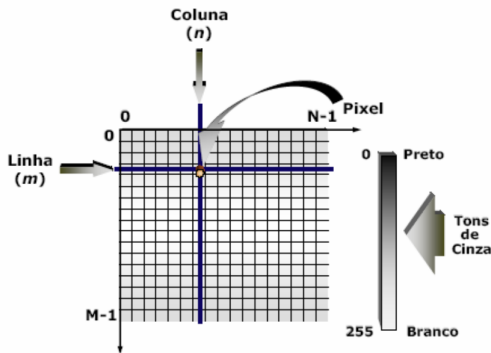
- Imagem policromática (colorida)
 - É definida como uma composição de funções de intensidades luminosas $f_i(x, y)$, onde x e y são coordenadas espaciais e a amplitude f_i para uma função i é proporcional à resposta do espectro luminoso no ponto





► Pixels

- Cada imagem digital é composta de uma quantidade finita de elementos, que possuem localização e valor
- Cada um desses elementos pode ser denominada picture elements, image elements, pels ou, simplesmente, pixels





VISÃO COMPUTACIONAL

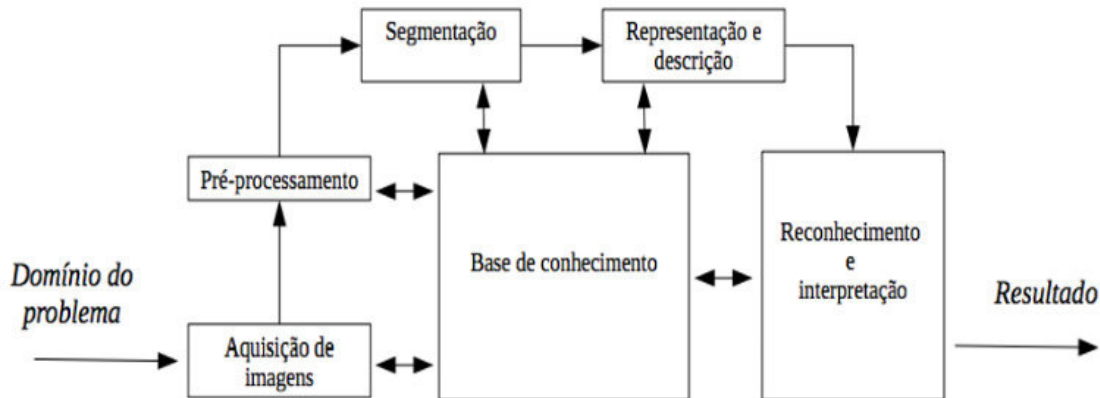


- ▶ É uma área da IA, que busca emular o comportamento da visão humana, sendo capaz de aprender e fazer inferências baseadas em entradas visuais
- ▶ Um exemplo de área intermediária entre processamento de imagens e visão computacional é a image understanding (entendimento de imagens)
- ▶ Salienta-se que mesmo em tarefas de visão computacional, atividades de PDI normalmente são utilizadas para facilitar as tarefas existentes





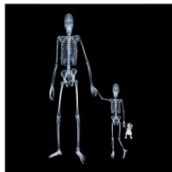
PROCESSO DE ANÁLISE DE IMAGENS



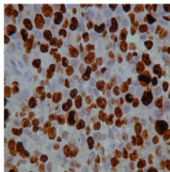


APLICAÇÕES

Exemplos de aplicações



Raios X



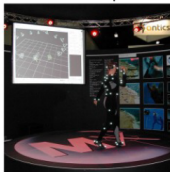
Microscopia



Ultrassonografia



Automação



Entretenimento



Visão



- [1] GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. *Processamento digital de imagens*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. E-book. ISBN 9788576054016. (Livro Eletrônico).
- [2] CHOLLET, François. *Deep learning with Python*. 2nd ed. Shelter Island, NY: Manning Publications, c2021. E-book. ISBN 9781617296864. (Livro Eletrônico).
- [3] <https://www.brunodorta.com.br/pdi/linha-do-tempo>
- [4] <https://www.epics.com.br/blog/a-fotografia-em-preto-e-branco>
- [5] <https://sigmoidal.ai/fundamentos-da-formacao-da-imagem-na-visao-computacional/>
- [6] https://www.researchgate.net/figure/Passos-para-o-processamento-digital-de-imagens-b-Aquisicao-de-imagem-forma-com-que-a_fig2_349181208

Obrigada



PUC MINAS

Ana Carolina C. de Jesus

<https://www.linkedin.com>

accj1990@gmail.com

accjesus@sga.pucminas.br



*“Todas as verdades são fáceis
de compreender quando são
descobertas; o objetivo é descobri-las.”*

Galileo Galilei, 1962