

Processamento de Imagens Digitais com OpenCV

Agenda

- Filtragem no domínio espacial;
- Filtragem no domínio da frequência;
- Detecção de Bordas por Canny;
- Quantização por K-Means;

Filtragem no Domínio Espacial

Filtragem no Domínio Espacial

- Matematicamente, a filtragem (ou convolução) é um processo pelo qual duas funções se combinam para formar uma terceira função no domínio espacial;
- Em imagens digitais, o processo de filtragem é bastante utilizado para alterar características da imagem de acordo com algum efeito desejado;

Filtragem no Domínio Espacial

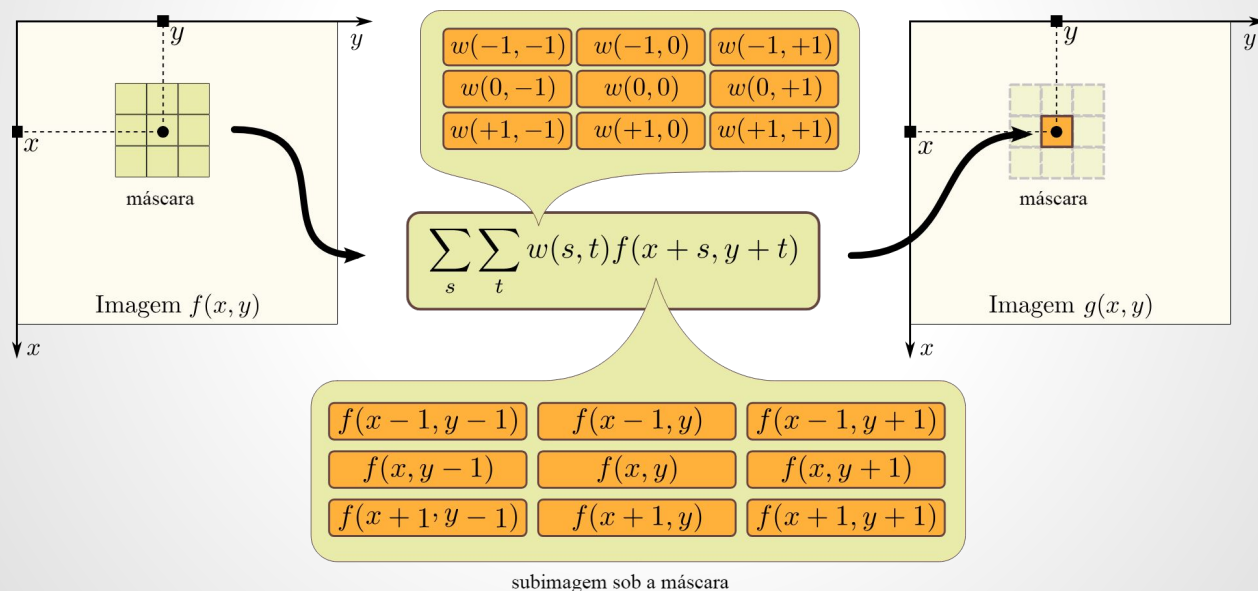
- A filtragem pode ser calculada por:

$$h(x, y) = f(x, y) \cdot g(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n)g(x - m, y - n)$$

- x e y são as coordenadas do pixel;
- M e N as dimensões do filtro;
- m e n as coordenadas do *pixel* no filtro;
- f é a imagem a ser filtrada;
- g é o filtro a ser aplicado;

Filtragem no Domínio Espacial

- Representação gráfica:



Exercício 1

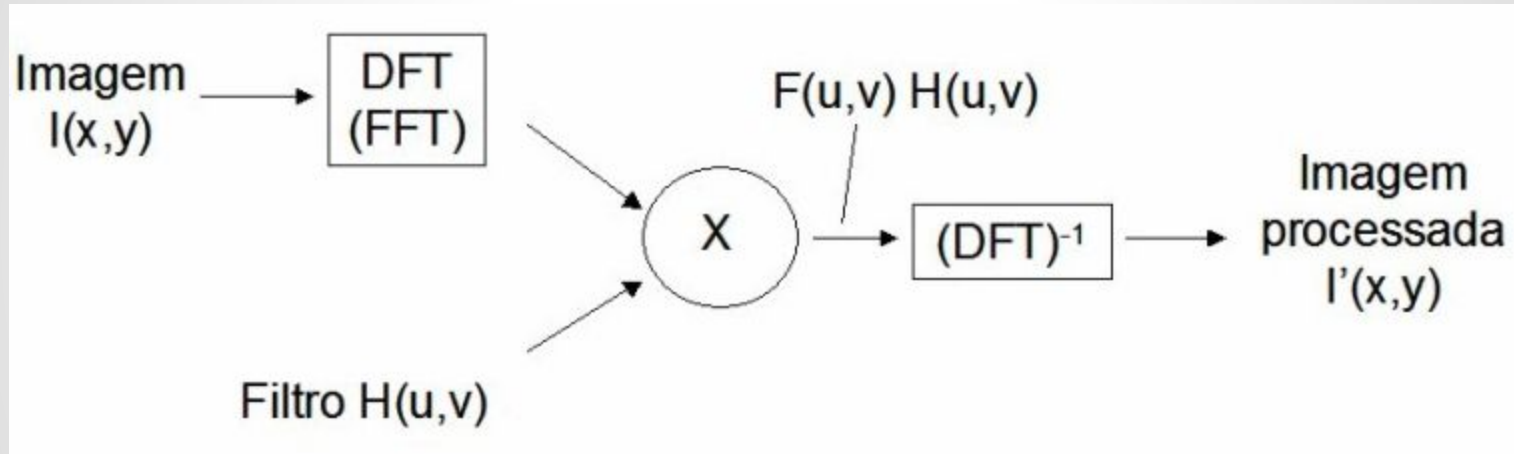
- Crie um programa que permita que o usuário escolha o tipo e a resolução do filtro que ele quer aplicar sobre uma imagem. Os filtros que o programa deve suportar são:
 - Filtro de mediana;
 - Filtro bilateral;
 - Filtro de Sobel;
- Discorra sobre os efeitos resultantes desses três filtros;

Filtragem no Domínio da Frequência

Filtragem no Domínio da Frequência

- Nem todos os tipos de ruídos são facilmente tratáveis no domínio espacial;
- Nesse sentido, a transformada discreta de Fourier (DFT) almeja filtrar a imagem em um espaço alternativo, o domínio da frequência;

Passos da Filtragem no Domínio de Fourier



A Transformada de Fourier é uma transformada capaz de expressar um sinal contínuo como uma combinação de funções de base senoidais ponderadas por coeficientes.

A Transformada Discreta de Fourier, por sua vez, é aplicada a sinais discretos, tais como imagens digitais.

Filtragem no Domínio da Frequência

- Transformada discreta de Fourier (DFT):

$$F(u, v) = \frac{1}{\sqrt{nm}} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{k=0}^{m-1} e^{-2\pi j(ui+vk)/nm} f(i, k)$$

- f é a imagem;
- m é a altura do filtro;
- n é a largura do filtro;
- j é o termo complexo;

Filtragem no Domínio da Frequência

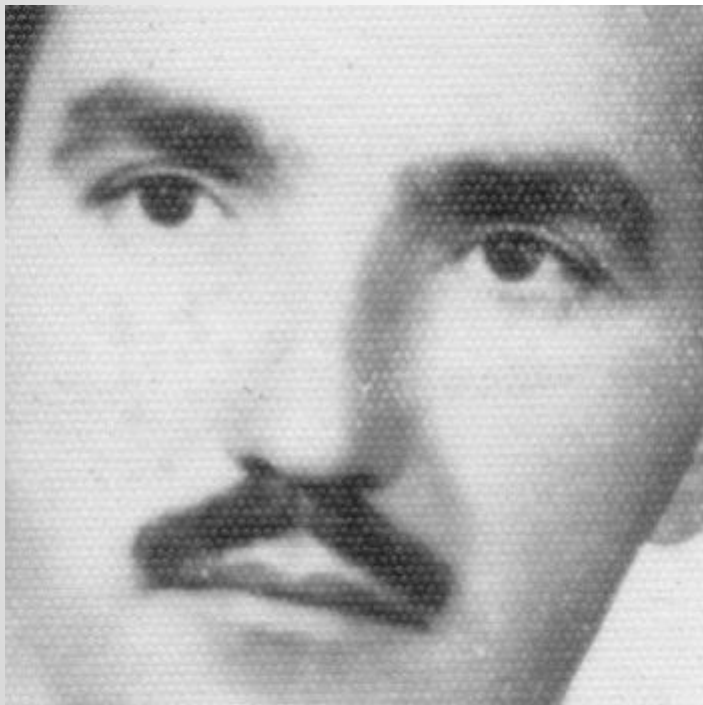


Imagem corrompida por um padrão moiré

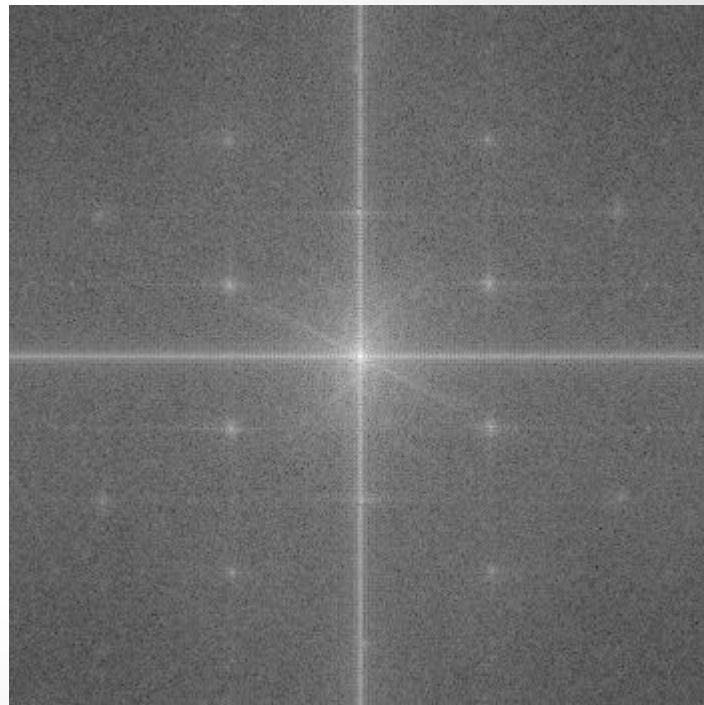


Imagem transformada no domínio da frequência

Detecção de Bordas por Canny

Bordas, Arestas e Contornos

Bordas/Arestas - pixels com mudança brusca de intensidade

Contorno - linha fechada formada por bordas de um objeto

Eventos Geométricos

- Descontinuidades no contorno ou orientação da superfície e/ou cor da superfície e textura

Eventos não geométricos

- Mudança de iluminação
- Luz especular
- Sombras

Detecção de Bordas por Canny

- O algoritmo de Canny funciona da seguinte forma:
 - Aplica-se um filtro Gaussiano para suavizar a imagem de entrada;
 - Calcula-se a intensidade do gradiente de cada *pixel* da imagem filtrada, para se encontrar as bordas;
 - Mantém-se os *pixels* de maior gradiente entre os vizinhos (para nova remoção de ruídos na detecção de bordas);
 - Removem-se as bordas pequenas e desconectadas de outras bordas;

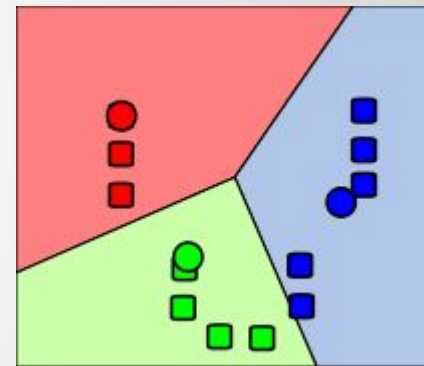
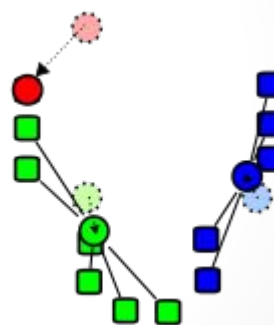
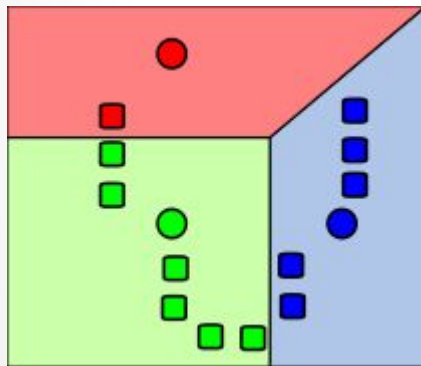
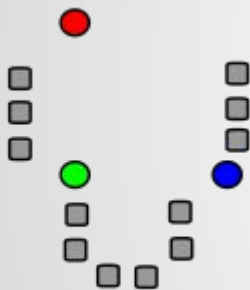
Quantização por K-Means

K-Means

- Algoritmo popular para clusterização de dados não-rotulados;
- K-Means particiona o espaço N-dimensional em células, de forma que cada célula é definida por um centro;
- O conjunto de todos os pontos no espaço cuja distância para um dado centro é menor que para todos os outros centros define a célula;

K-Means

- Algoritmo padrão:



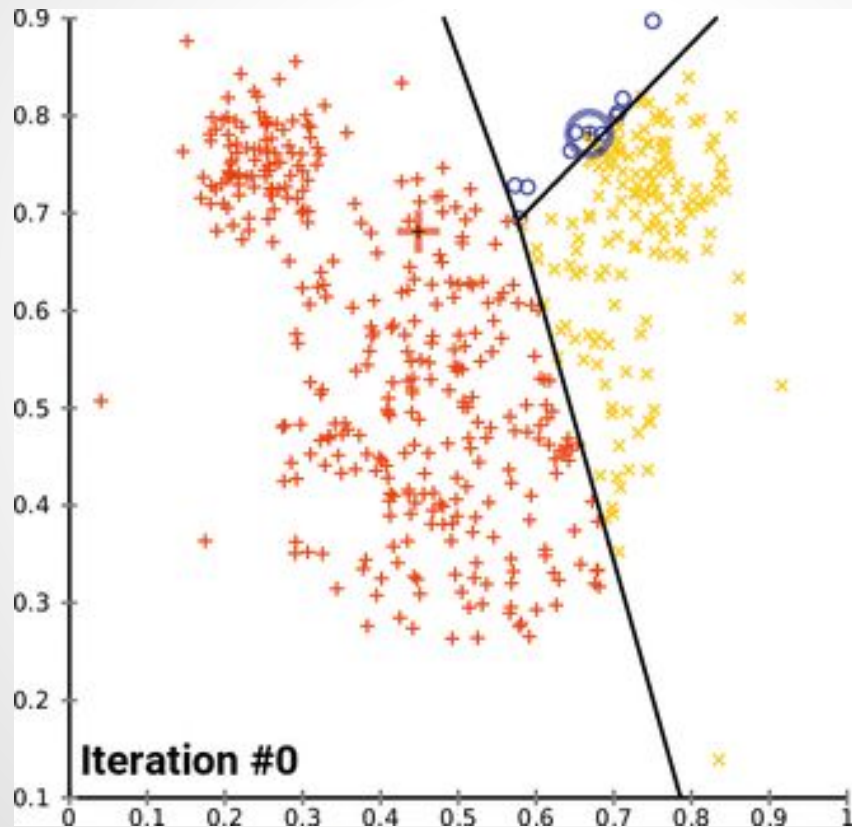
São escolhidos “k” centros aleatórios (nesse caso, $k = 3$) dentre os dados distribuídos no espaço;

Em seguida, “k” *clusters* são criados a partir da associação de cada dado com seu centro mais próximo;

A centróide de cada *cluster* se torna o novo centro;

Etapas 2 e 3 são repetidas até que um critério de convergência seja atingido;

K-Means



Quantização

- Dá-se o nome de quantização ao grupo de técnicas usadas para mapear os dados presentes em um grande conjunto de dados em um conjunto menor de dados;
- Normalmente, quantização é utilizada para compressão de dados;
- Em processamento de imagens, k-means pode ser usado para quantizar cores;