

Introdução à Visão Computacional



Me. Ricardo Petri Silva

Departamento de Computação - UEL

Especialização em Machine
Learning e Big Data

Assunto

Aula 4

Introdução à Visão Computacional

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Sumário

- Filtragem no domínio da frequência
- Detectores de bordas
- Exemplos práticos com a linguagem Python
- Discussão sobre a Atividade 1

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

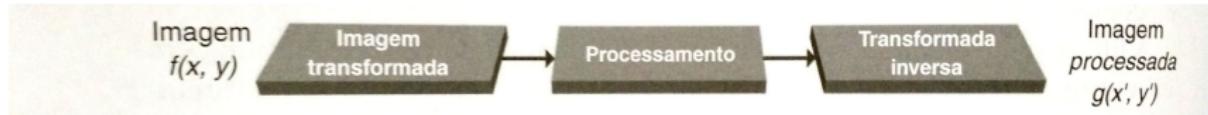
Conceitos

- **Overflow ou saturação dos limites:** ocorre quando os valores após a filtragem ultrapassam os limites ou se tornam negativos para um dado valor de pixel.
- A **filtragem no domínio espacial** se baseia na utilização de máscaras. As máscaras são pequenas matrizes bidimensionais e os valores são os coeficientes dos filtros (valores para obter o resultado desejado).
- A **filtragem no domínio da frequência** tem suas técnicas fundamentadas no teorema da convolução, que é uma propriedade da Transformada de Fourier.

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem no Domínio da Frequência

- A filtragem no domínio da frequência é realizada após a transformação da imagem do domínio do espaço para o da frequência.
- A transformação de espaço é realizada pela multiplicação por uma função de transferência.
- Após a transformação é realizada a filtragem.
- Após encerrada a filtragem, é realizada a transformada inversa.

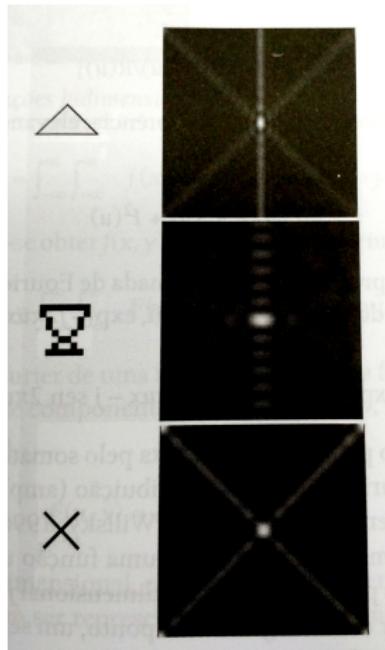


Filtragem no Domínio da Frequência

- Normalmente é utilizado a transformação para o domínio da frequência (ou domínio espectral) por meio da Transformada de Fourier em sua versão discreta (DFT) ou rápida (FFT).
- A Transformada de Fourier (em sua primeira versão analógica) foi desenvolvida pelo matemático Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830).
- Na DFT não há perda de informação durante a mudança de domínios, apenas a informação visual é modificada.
- A princípio, o ponto na "Imagem no domínio de Fourier" parece confusa, pois armazena toda a informação da imagem no domínio do tempo.

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem no Domínio da Frequência



Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem no Domínio da Frequência

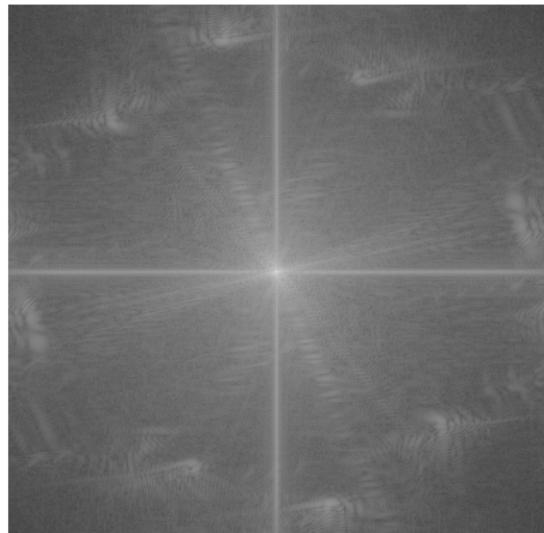
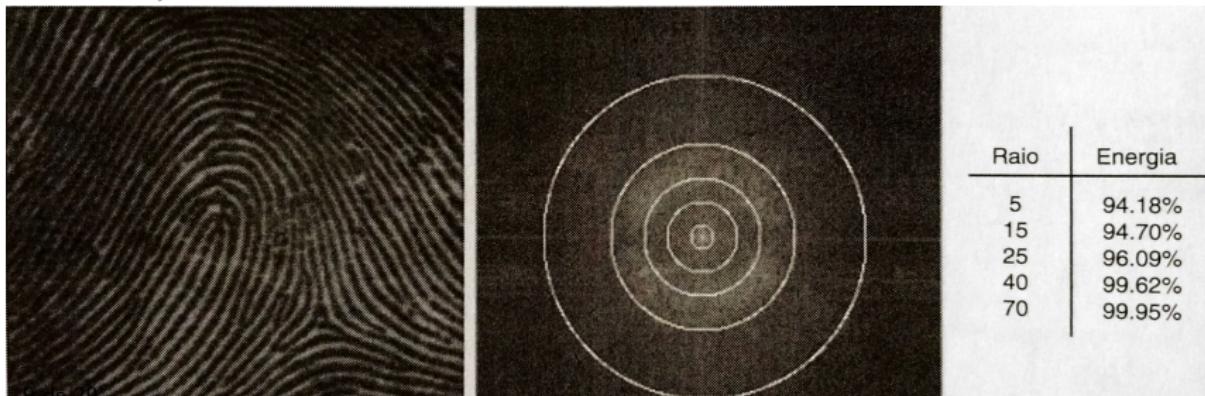


Tabela: Original e Imagem convertida via FFT

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

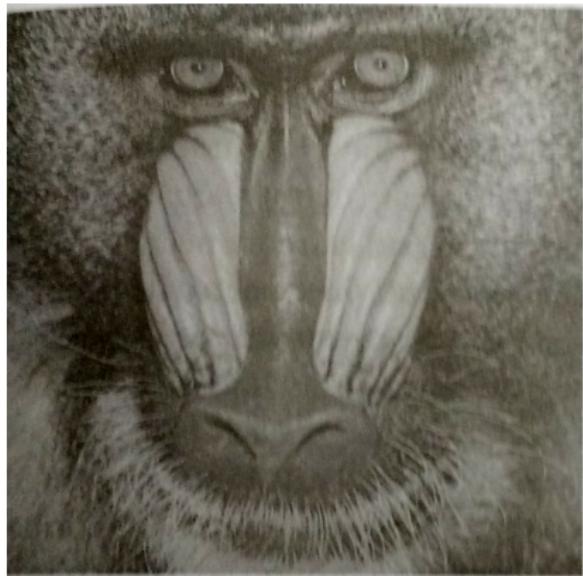
Filtragem no Domínio da Frequência

- Analisando diferentes imagens do espectro é possível observar categorias de imagens, como por exemplo **texturas** contantes.
- Por meio do espectro é possível **modificar as frequências** de determinadas bandas ou componentes (coeficientes).
- Outra informação importante é a **energia da imagem** (image power), que estão concentradas no centro da imagem do espectro.



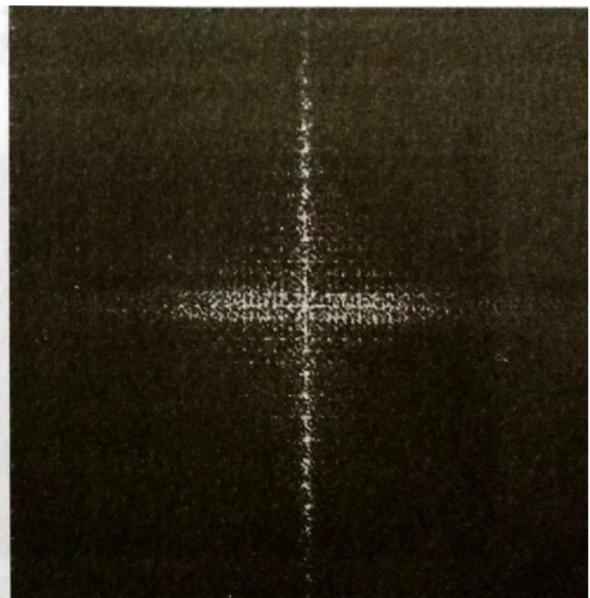
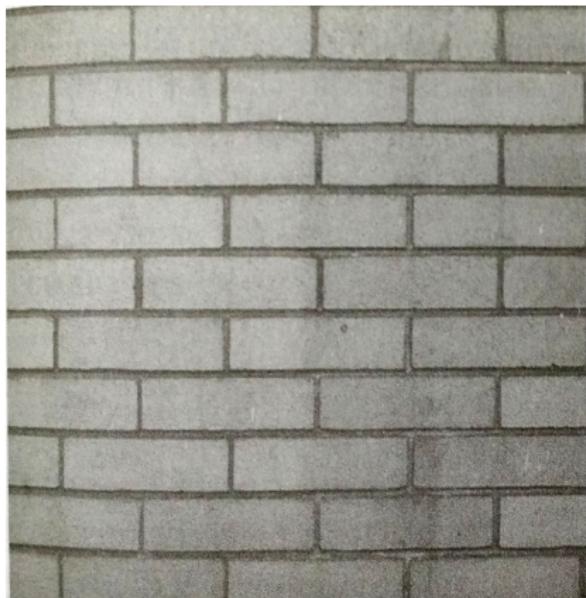
Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem no Domínio da Frequênciā



Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

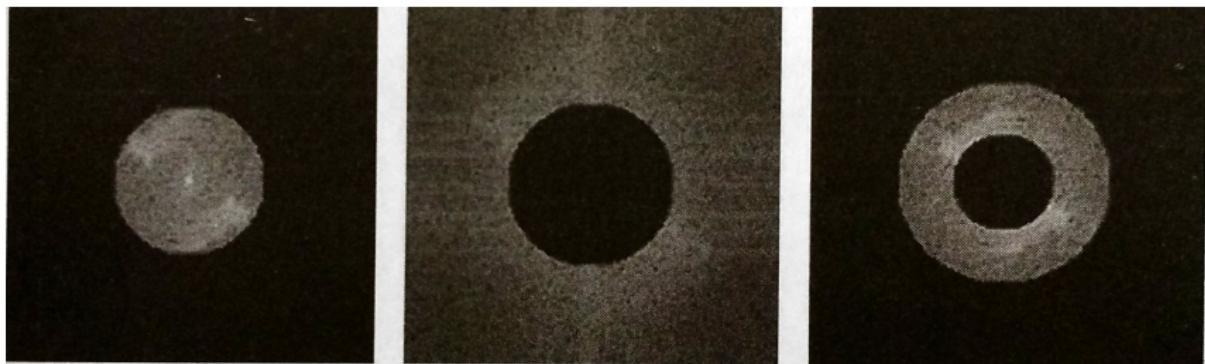
Filtragem no Domínio da Frequênci



Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem no Domínio da Frequência

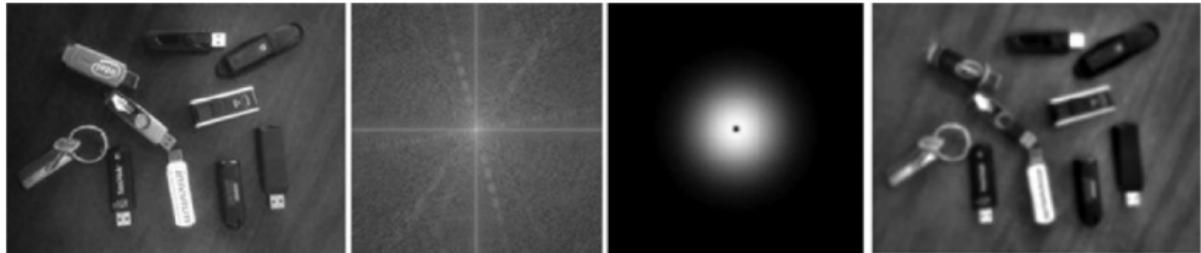
- A ideia de energia ajuda a compreender os tipos de filtros:
 - Passa-baixas;
 - Passa-altas;
 - Passa-faixa;



Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem Passa-Baixas

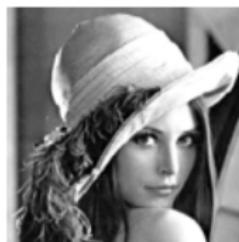
- A maior energia da imagem está quase sempre concentrada nas baixas frequências.
- As baixas frequências **não** identificam os detalhes da imagem (bordas, lados e outras transições abruptas).
- Um filtro deste tipo suaviza a imagem, ou seja, menos nítida (blurred).



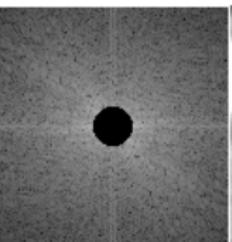
Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem Passa-Altas

- Passa-altas é a operação contrária à filtragem passa-baixa;
- Esta filtragem enfatiza os detalhes "finos" da imagem;



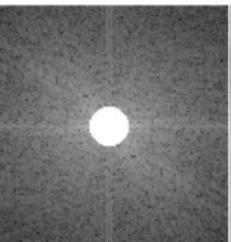
Original image



Power spectrum with
mask that filters low
frequencies



Result of inverse
transform



Power spectrum with
mask that passes low
frequencies



Result of inverse
transform

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtragem do Domínio do Espaço

- Os métodos de filtragem que trabalham no domínio espacial operam diretamente sobre os pixels.
- São aplicados por meio de **convolução com máscaras**.
- As máscaras são chamadas **filtros espaciais**, kernels ou templates.
- A filtragem no domínio espacial pode ser expressa como:
$$g(x_i, y_i) = T[f(x_i, y_i)],$$
 onde **f** é o pixel, **g** o pixel da imagem de saída e **T** o operador.

Filtros Lineares e Não Lineares

- Filtros **Lineares**: usam máscaras que realizam somas ponderadas das intensidades dos pixels e são espacialmente invariantes ou variantes (quando os pesos forem diferentes para uma dada parte).
- Filtros **Não-lineares**: Também operam sobre os valores da vizinhança, porém diretamente sobre os valores sem a utilização de convolução. Exemplo: Filtro de Mediana, Moda, Max e Min.

Descontinuidade nas intensidades das imagens

- A análise de imagens refere-se principalmente a identificação de objetos;
- Os contornos e limites (*edges*) são fatores importantes na identificação;
- A **acentuação** de contornos enfatiza detalhes dos limites dos objetos, de forma a permitir a detecção em passos posteriores;
- Os contornos são detectados por mudanças de intensidade local significativas na imagem.
- Os contornos ocorrem tipicamente na separação de duas regiões de imagens;

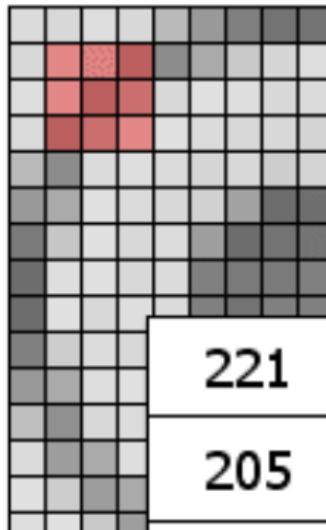
Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Descontinuidade nas intensidades das imagens

- A fronteira ocorre onde a função de intensidade da imagem, $f(x_i, y_i)$, varia bruscamente, constituindo os limites das regiões.
- O problema é que descontinuidades abruptas não são características de imagens reais.
- Em imagens reais, descontinuidades do tipo pico e rampa são comuns e dificultam a detecção de regiões.
- Muitas vezes as mudanças de curta duração não são contornos e sim ruídos. Para lidar com este problemas o ideal seria um operador de detecção de arestas imune a ruído.
- Na maioria dos casos o que é feito são filtragens para **diminuir** os ruídos e depois **acentuar** os contornos.

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Descontinuidade nas intensidades das imagens



221	198	149
205	147	173
149	170	222

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Filtros Passa-Altas (Acentuação)

- Os filtros passa-altas atenuam ou eliminam as baixas frequências, realçando as altas frequências.
- **Sharpening**
- O efeito indesejado deste tipo de filtro é realçar ou criar ruído.
- Os filtros de realce utilizam a influência dos vizinhos;
- Mudanças significativas nos valores de cinza de uma imagem podem ser detectadas pelo operador gradiente se a imagem é vista como uma função de duas variáveis.

Filtros Passa-Altas (Gradiente ou Derivada)

- A derivada é interpretada como a taxa de mudança de uma função.
- Para imagem é a taxa de mudança de tonalidades, que é maior perto das bordas e menor em áreas constantes.
- Os valores da intensidade da imagem, onde a derivada for um ponto de máximo corresponde a uma fronteira entre duas regiões.
- No domínio discreto, derivar corresponde a realizar diferenças entre dois pixels.

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

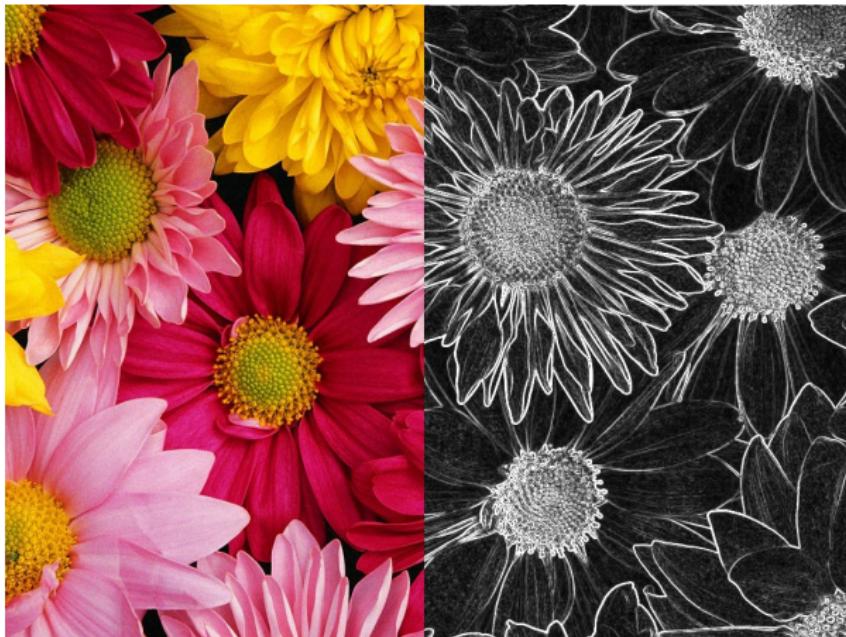
Filtros Passa-Altas (Sobel)

- O operador de Sobel tem a função de promover a diferenciação e a suavização ao mesmo tempo.
- O efeito é de realçar linhas horizontais e verticais e suavização de pontos isolados.

$$Z_h = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad Z_v = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtros Passa-Altas (Sobel)



Filtros Passa-Altas (Roberts)

- É o método mais simples para detecção de bordas;
- Uma característica deste operador é sua orientação à 45 graus, ou seja, bordas inclinadas são mais realçadas;
- Como a máscara é bem pequena, é simples de ser implementada, porém as respostas são muito sensíveis a ruídos.

$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtros Passa-Altas (Prewitt)

- Tem o mesmo conceito de gradiente de Sobel, porém sem maior peso para o pixel central.

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtros Passa-Altas (Laplaciano)

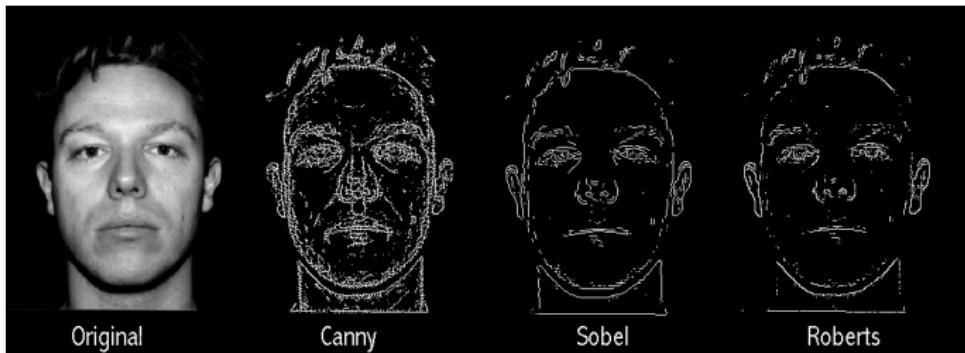
- É a derivada de segunda ordem da janela analisada.
- A condição básica na definição deste filtro é que o centro deve ser positivo e a soma dos coeficientes deve ser zero.
- Este filtro é muito sensível ao ruído.
- Exemplos de filtros laplacianos:

$$Z_L1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad Z_L2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad Z_L2 = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

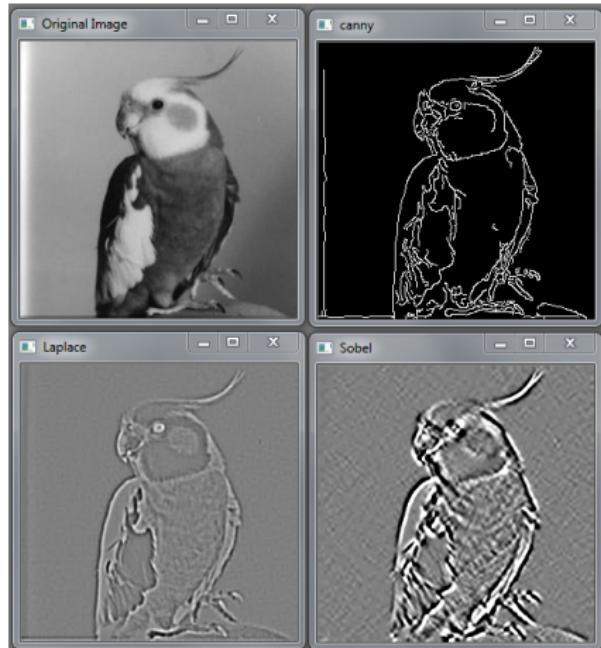
Filtros Passa-Altas (Canny)

- A ideia é usar a imagem $g'(x,y)$ (primeira derivada) convoluida com a imagem original que mostrará as bordas mesmo na presença de ruído.
- É cara em termos de complexidade computacional, mas é o melhor algoritmo para detecção de bordas difusas.



Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtros Passa-Altas



Aula 4 - Introdução à Visão Computacional

Filtros Passa-Altas

Gambar Asli



Gambar Metode Robert



Gambar Metode Prewitt



Gambar Metode Sobel



Gambar Metode Canny



Gambar Metode Laplacian

