



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE : EL090		COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE : Processamento Digital de Imagens / Digital Image Processing		
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE / ORGANIZATION : Faculdade de Engenharia Elétrica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Faculty of Electrical Engineering - Postgraduate Program in Electrical Engineering				SIGLA / ACRONYM : FEELT - PPGEELT
CH TOTAL TEÓRICA / LECTURE HOURS : 45 horas / hours	CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS : 0 horas / hours	CH TOTAL / TOTAL HOURS : 45 horas / hours	CRÉDITOS / CREDITS : 3	TIPO / TYPE: Optativa / Elective
Curso / Degree : Mestrado e Doutorado / Master and PhD		Requisito / Requirement : Sem requisitos / No Requirements		

1. OBJETIVOS / STUDY GOALS

Ao final do curso o estudante será capaz de desenvolver ferramentas de *software* para filtragem, compressão, realce, segmentação, restauração e representação e descrição de imagens.

At the end of the course, the student will be able to develop software tools for filtering, compression, enhancement, segmentation, restoration, and representation and description of images.

2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Introdução. Fundamentos da imagem digital. Transformação de intensidade e filtragem espacial. Filtragem no domínio da frequência. Restauração e reconstrução de imagens. Processamento de imagens coloridas. Processamento com *wavelets* e multirresolução. Compressão de imagens. Processamento morfológico de imagens. Segmentação de imagens.

Introduction. Fundamentals of digital image. Intensity transformation and spatial filtering. Frequency domain filtering. Image restoration and reconstruction. Color image processing. Wavelet and multi-resolution processing. Image compression. Morphological image processing. Image segmentation.

3. PROGRAMA / PROGRAM

1. Introdução.

- 1.1. O que é processamento digital de imagens?
- 1.2. As origens do processamento digital de imagens.
- 1.3. Exemplos de áreas que utilizam o processamento digital de imagens.

2. Fundamentos da imagem digital.

- 2.1. Elementos da percepção visual.
- 2.2. A luz e o espectro eletromagnético.
- 2.3. Sensores e aquisição de imagens.
- 2.4. Amostragem e quantização de imagens.
- 2.5. Alguns relacionamentos básicos entre pixels.
- 2.6. Uma introdução às ferramentas matemáticas utilizadas no processamento digital de imagens.

3. Transformações de intensidade e filtragem espacial.

- 3.1. Fundamentos.
- 3.2. Algumas funções básicas de transformação de intensidade.
- 3.3. Processamento de histograma.
- 3.4. Fundamentos da filtragem espacial.

- 3.5. Filtros espaciais de suavização.
- 3.6. Filtros espaciais de aguçamento.
- 3.7. Combinando métodos de realce espacial.

4. Filtragem no domínio da frequência.

- 4.1. Fundamentos.
- 4.2. Conceitos preliminares.
- 4.3. Amostragem e a transformada de Fourier de funções amostradas.
- 4.4. A transformada Discreta de Fourier (DFT) de uma variável.
- 4.5. Extensão para funções de duas variáveis.
- 4.6. Algumas propriedades da transformada discreta de Fourier 2-D.
- 4.7. Os fundamentos da filtragem no domínio da frequência.
- 4.8. Suavização de imagens utilizando filtros no domínio da frequência.
- 4.9. Aguçamento de imagens utilizando filtros no domínio da frequência.
- 4.10. Filtragem seletiva.

5. Restauração e reconstrução de imagens.

- 5.1. Modelo de processo de degradação/restauração de imagens.
- 5.2. Modelos de ruído.
- 5.3. Restauração na presença somente de ruído - filtragem espacial.
- 5.4. Redução de ruído periódico pela filtragem no domínio da frequência.
- 5.5. Degradações lineares, invariantes no espaço.
- 5.6. Estimativa da função de degradação.
- 5.7. Filtragem inversa.
- 5.8. Filtragem de mínimo erro quadrático médio (Wiener).
- 5.9. Filtragem por mínimos quadráticos com restrição.
- 5.10. Filtro de média geométrica.

6. Processamento de imagens coloridas.

- 6.1. Fundamentos das cores.
- 6.2. Modelos de cores.
- 6.3. Processamento de imagens em pseudocores.
- 6.4. Fundamentos do processamento de imagens coloridas.
- 6.5. Transformações de cores.
- 6.6. Suavização e aguçamento.
- 6.7. Segmentação de imagens baseada na cor.
- 6.8. Ruído em imagens coloridas.
- 6.9. Compressão de imagens coloridas.

7. Processamento com wavelets e multirresolução.

- 7.1. Fundamentos.
- 7.2. Transformadas *wavelet* em uma dimensão.

8. Compressão de imagens.

- 8.1. Fundamentos espacial e temporal.
- 8.2. Alguns métodos básicos de compressão.

9. Processamento morfológico de imagens.

- 9.1. Algumas definições básicas.
- 9.2. Erosão e dilatação.
- 9.3. Abertura e fechamento.
- 9.4. A transformada *hit-or-miss*.
- 9.5. Alguns algoritmos morfológicos básicos.
- 9.6. Morfologia em imagens em níveis de cinza.

10. Segmentação de imagens.

- 10.1. Fundamentos.
- 10.2. Detecção de ponto, linha e borda.
- 10.3. Limiarização.
- 10.4. Segmentação baseada na região.

1. Introduction.

- 1.1. What is digital image processing?
- 1.2. The origins of digital image processing.
- 1.3. Examples of areas that use digital image processing.

2. Fundamentals of digital imaging.

- 2.1. Elements of visual perception.
- 2.2. Light and the electromagnetic spectrum.
- 2.3. Sensors and image acquisition.
- 2.4. Image sampling and quantization.
- 2.5. Some basic relationships between pixels.
- 2.6. An introduction to mathematical tools used in digital image processing.

3. Intensity transformations and spatial filtering.

- 3.1. Fundamentals.
- 3.2. Some basic intensity transformation functions.
- 3.3. Histogram processing.
- 3.4. Fundamentals of spatial filtering.
- 3.5. Smoothing spatial filters.
- 3.6. Spatial sharpening filters.
- 3.7. Combining spatial enhancement methods.

4. Frequency domain filtering.

- 4.1. Fundamentals.
- 4.2. Preliminary concepts.
- 4.3. Sampling and the Fourier transform of sampled functions.
- 4.4. The discrete Fourier transform (DFT) of a variable.
- 4.5. Extension to functions of two variables.
- 4.6. Some properties of the 2-D discrete Fourier transform.
- 4.7. The fundamentals of frequency domain filtering.
- 4.8. Image smoothing using frequency domain filters.
- 4.9. Image sharpening using frequency domain filters.
- 4.10. Selective filtering.

5. Image restoration and reconstruction.

- 5.1. Image degradation/restoration process model.
- 5.2. Noise models.
- 5.3. Restoration in the presence of noise alone - spatial filtering.
- 5.4. Periodic noise reduction by frequency domain filtering.
- 5.5. Linear, space-invariant degradations.
- 5.6. Estimation of the degradation function.
- 5.7. Inverse filtering.
- 5.8. Minimum mean squared error (Wiener) filtering.
- 5.9. Constrained least squares filtering.
- 5.10. Geometric mean filter.

6. Color image processing.

- 6.1. Color fundamentals.
- 6.2. Color models.
- 6.3. Pseudocolor image processing.
- 6.4. Fundamentals of color image processing.
- 6.5. Color transformations.
- 6.6. Smoothing and sharpening.
- 6.7. Image segmentation based on color.
- 6.8. Noise in color images.
- 6.9. Compressing color images.

7. Multiresolution wavelet processing.

- 7.1. Fundamentals.
- 7.2. Wavelet transforms in one dimension.

8. Image compression.

- 8.1. Spatial and temporal foundations.
- 8.2. Some basic compression methods.

9. Morphological image processing.

- 9.1. Some basic definitions.
- 9.2. Erosion and dilation.
- 9.3. Opening and closing.
- 9.4. The hit-or-miss transform.
- 9.5. Some basic morphological algorithms.
- 9.6. Morphology in gray level images.

10. Image segmentation.

- 10.1. Fundamentals.
- 10.2. Point, line, and edge detection.
- 10.3. Threshold.
- 10.4. Region-based targeting.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK

1. GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2008. 954 p. ISBN 978-0131687288.
2. PITAS, I. **Digital Image Processing Algorithms**. 1. ed. [S.l.]: Wiley-Interscience, 2000. 360 p. ISBN 978-0471377399.
3. PRATT, W. K. **Introduction to Digital Image Processing**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. 756 p. DOI: 10.1201/b15731.

1. GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2008. 954 p. ISBN 978-0131687288.
2. PITAS, I. **Digital Image Processing Algorithms**. 1. ed. [S.l.]: Wiley-Interscience, 2000. 360 p. ISBN 978-0471377399.
3. PRATT, W. K. **Introduction to Digital Image Processing**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. 756 p. DOI: 10.1201/b15731.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. RUSS, J. C.; NEAL, F. B. **The Image Processing Handbook**. 7. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. 1053 p. DOI: 10.1201/b18983.
2. GLASSNER, A. S. **Principles of Digital Image Synthesis**. Morgan Kauffman, 1995. v. 1 e 2.
3. SOILLE, P. **Morphological Image Analysis: Principles and Applications**. 1 ed. Berlin: Springer, 2013. 316 p. DOI: 10.1007/978-3-662-03939-7.
4. DOUGHERTY, E. R.; LOTUFO, R. A. **Hands-on Morphological Image Processing**. [S.l.]: SPIE Press. 2003. 290 p. ISBN 978-0819447203.
5. MITRA, S. K. **Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach**. Edição Internacional [S.l.]: McGraw-Hill, 1998.
6. WANG, Y.; LI, H.; HOU, S. Distortion detection and removal integrated method for image restoration. **Digital Signal Processing**, v. 127 - p. 103528, 2022. DOI: 10.1016/j.dsp.2022.103528.
7. BEKHTAOUI, Z.; ABED-MERAIM, K.; MECHE A. Robust adaptive algorithms for fast principal component analysis. **Digital Signal Processing**, v. 127 - p. 103561, 2022. DOI: 10.1016/j.dsp.2022.103561.

1. RUSS, J. C.; NEAL, F. B. **The Image Processing Handbook**. 7. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. 1053 p. DOI: 10.1201/b18983.
2. GLASSNER, A. S. **Principles of Digital Image Synthesis**. Morgan Kaufman, 1995. v. 1 e 2.
3. SOILLE, P. **Morphological Image Analysis: Principles and Applications**. 1 ed. Berlin: Springer, 2013. 316 p. DOI: 10.1007/978-3-662-03939-7.
4. DOUGHERTY, E. R.; LOTUFO, R. A. **Hands-on Morphological Image Processing**. [S./]: SPIE Press. 2003. 290 p. ISBN 978-0819447203.
5. MITRA, S. K. **Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach**. Edição Internacional [S./]: McGraw-Hill, 1998.
6. WANG, Y.; LI, H.; HOU, S. Distortion detection and removal integrated method for image restoration. **Digital Signal Processing**, v. 127 - p. 103528, 2022. DOI: 10.1016/j.dsp.2022.103528.
7. BEKHTAOUI, Z.; ABED-MERAIM, K.; MECHE A. Robust adaptive algorithms for fast principal component analysis. **Digital Signal Processing**, v. 127 - p. 103561, 2022. DOI: 10.1016/j.dsp.2022.103561.

6. APROVAÇÃO / APPROVAL

Ficha de Disciplina homologada na 366ª Reunião Ordinária do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
Curricular Component approved at 366th Regular Board Meeting of the Postgraduate Program in Electrical Engineering.

PROF. DR. LUIZ CARLOS GOMES DE FREITAS
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Head of the Postgraduate Program in Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 3675, de 30 de Junho de 2023

PROF. DR. SÉRGIO FERREIRA DE PAULA SILVA
Diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica
Director of the Faculty of Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 1225, de 31 de Março de 2021



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Carlos Gomes de Freitas, Coordenador(a)**, em 02/02/2024, às 13:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5155061** e o código CRC **407278D1**.