instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Fundamentos de Processamento de Imagem Médica
Mestrado em Engenharia Biomédica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4265] Fundamentos de Processamento de Imagem Médica / Fundamentals of Medical Image Processing

2. Sigla da área científica em que se insere	EB
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	130h 00m
5. Horas de contacto	Total: 45h 00m das quais T: 30h 00m | P: 15h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	5
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[9908] Sérgio Rafael Reis Figueiredo | Horas Previstas: 45 horas
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	[1165] Pedro Miguel Torres Mendes Jorge | Horas Previstas: 45 horas

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:

1. Conhecer os fundamentos usados em processamento de imagem médica.

2. Conhecer os formatos e modalidades de imagens biomédicas.

3. Perceber a importância dos métodos de pré-processamento e melhoramento da imagem médica, com enfase nas técnicas de filtragem.

4. Compreender os métodos clássicos de segmentação orientados à extração de características e classificação em imagens médicas.

5. Conhecer os métodos de co-registo e reconstrução de imagem médica.

6. Compreender a importância do processamento de imagem médica, particularmente, com recurso a ferramentas que permitam assegurar a assistência ao diagnóstico em estudos-caso.

7. Usar os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de um pequeno projeto integrador usando métodos de processamento de imagem, numa área de aplicação biomédica selecionada.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

Students who successfully complete this course unit will be able to:

1. Know the fundamentals used in medical image processing.

2. Know the formats and modalities of biomedical images.

3. Understand the importance of preprocessing methods and medical image enhancement, with emphasis on filtering techniques.

4. Understand the classic algorithms of segmentation oriented to feature extraction and classification in medical images.

5. Know the methods of co-registration and medical image reconstruction algorithms.

6. Understand the importance of medical image processing, particularly using the correct diagnostic assistance tools applied to different case studies.

7. Use the gained knowledge in developing a small integrative project using image processing methods in a selected biomedical application area.

11. Conteúdos programáticos

1. Introdução aos fundamentos do processamento de imagem médica.

2. Estrutura, formação e modalidades de imagens biomédicas.

3. Representação, metadados e formatos de Imagem médica.

4. Pré-processamento.

5. Qualidade da imagem e técnicas melhoramento da imagem médica.

6. Classes de filtros digitais para aplicação em imagens médicas.

7. Métodos de segmentação.

8. Operadores morfológicos e etiquetação.

9. Extração de características e cálculo de métricas.

10. Sistemas computacionais para parametrização e classificação de imagens médicas.

11. Deteção de artefactos em imagem médica e métodos de correcção.

12. Transformações espaciais e co-registo de imagens médicas.

13. Reconstrução de imagem médica tomográfica a partir de projeções.

14. Modelos de renderização de volume e superfície.

15. Ferramentas de assistência ao diagnóstico: importância do processamento aplicado na prática clínica em estudos-caso.

16. Software open-source para aplicação em imagem médica.

11. Syllabus

1. Introduction to the fundamentals of medical image processing.
2. Structure, formation and modalities of biomedical images.
3. Medical imaging representation, metadata and formats.
4. Preprocessing.
5. Image quality and medical image enhancement techniques.
6. Digital filter types for medical imaging applications.
7. Segmentation methods.
8. Morphological operators and labelling.
9. Feature extraction and metric evaluation.
10. Computer systems for parameterization and classification of medical images.
11. Detection of medical imaging artefacts and correction methods.
12. Spatial transformations and co-registration of medical images.
13. Tomographic medical image reconstruction from projections.
14. Volume and surface rendering models.
15. Diagnostic Assistance Tools: Importance of applied processing methods in clinical case studies.
16. Open-source software for medical imaging applications.

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

A unidade curricular tem como objetivo fornecer os conceitos e ferramentas necessários para extrair informação clinicamente relevante em imagens médicas. Esta UC começa por introduzir os fundamentos do processamento de imagem médica em função das diferentes modalidades e formatos de imagem biomédica. São introduzidos conceitos de pré-processamento e filtragem para a melhoria da imagem com aplicação na prática clínica. É abordada a temática da segmentação de imagem, extração de características e classificação como forma de obter parâmetros válidos para interpretação médica. São estudados os métodos de co-registo e reconstrução de imagem com aplicação em tomografia, em diferentes contextos clínicos. São abordados estudos-caso que permitem perceber a importância do processamento de imagem médica como ferramenta de assistência ao diagnóstico. O aluno concretiza os conhecimentos adquiridos na elaboração de projetos em aplicações biomédicas selecionadas.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

The course aims to provide the concepts and tools necessary to extract clinically relevant information from medical images related to diagnostic assistance. This curricular unit begins by introducing the fundamentals of medical image processing in terms of different biomedical imaging modalities and formats. Preprocessing and filtering concepts for image enhancement with application in clinical practice are introduced. The topics of image segmentation, feature extraction and classification are discussed as a way to obtain valid parameters for medical and clinical interpretation. Methods of co-registration and tomography medical image reconstruction algorithms are studied in different clinical contexts. Different case studies are considered in order to understand the importance of medical image processing as a diagnostic assistance tool. The student applies the acquired knowledge in the elaboration of projects in selected biomedical applications.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

É utilizada uma metodologia de ensino correspondente a avaliação distribuída com exame final. As horas de contacto são compostas por aulas teóricas (T), onde são apresentados os temas e desenvolvidos os conceitos teóricos e aulas práticas laboratoriais (PL), onde os estudantes implementam as técnicas estudadas com vista à realização de um projeto final.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The teaching methodology used is distributed assessment with a final exam. The contact hours comprise theoretical classes (T), where the topics are presented and the theoretical concepts are developed, and practical laboratory classes (PL), where the students implement the techniques studied to implement a final project.

14. Avaliação

A avaliação distribuída implica duas componentes, baseadas na realização de uma componente prática (NP) fundamental, constituída por um projeto realizado em grupo em dois momentos de avaliação, que implica um relatório (NR) e apresentação e discussão oral (AO), sendo a NP= 0,6NR+0,4AO

A componente teórica (NT) é avaliada por exame.

A classificação final é CF = 50%NP + 50%NT

A aprovação implica CF>=9,50 e NP>=9,50 e NR>=8,00 e AO>=8,00 e NT>= 9,50.

14. Assessment

Distributed assessment involves two components, based on the completion of a fundamental practical component (NP), consisting of a group project carried out in two assessment moments, which involves a report (NR) and oral presentation and discussion (AO), with the NP= 0.6NR+0.4AO

The theoretical component (NT) is assessed by exam.

The final classification is CF = 50%NP + 50%NT.

Approval implies CF>=9.50 e NP>=9.50 e NR>=8.00 e AO>=8.00 e NT>= 9.50.

15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Nas aulas teórico-práticas são apresentados os conceitos teóricos e exemplos práticos. Introduzem-se também um conjunto de algoritmos e técnicas mais utilizadas em cada tema do conteúdo programático. Esta componente é posteriormente avaliada por um teste escrito. Nas aulas laboratoriais, os alunos implementam e testam alguns destes algoritmos no âmbito da elaboração de projetos práticos. Esta componente envolve a elaboração de uma aplicação de processamento de imagem médica, a partir de um caso clínico, sobre a qual os alunos elaboram o respetivo relatório, onde motivam as opções tomadas e apresentam os resultados obtidos. No final do semestre existe uma discussão oral sobre a componente laboratorial onde os alunos são questionados sobre as escolhas efetuadas, aferindo também o grau de maturidade atingido.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

In theoretical and practical classes fundamental concepts and practical examples are presented. We also introduce a set of algorithms and techniques most used in each theme of the syllabus. A written test further evaluates this component. In the laboratory classes, students implement and test some of these algorithms in the elaboration of practical projects. This component involves the elaboration of medical image processing application, based on a clinical case. For the assessment, students write a report, which motivates the choices made and present the obtained results. At the end of the semester, there is an oral discussion about the laboratory component where students are inquired about the implemented application, and also evaluating the degree of maturity reached.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

[1] Gonzalez, Woods, Digital Image Processing, Pearson, 4ª edição, 2018.

[2] Jan, Jiri, Medical Image Processing, Reconstruction and Analysis: concepts and methods, 2ªEdição, 2019.

[3] Berry, Elizabeth, A Practical Approach to Medical Image Processing, CRC Press, 2019.

[4] Dougherty, Geoff, Medical Image Processing: Techniques and Applications, Springer, 2011.

17. Observações

Unidade Curricular Opcional