instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Laboratório de Som e Imagem
Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4450] Laboratório de Som e Imagem / Sound and Image Laboratory

2. Sigla da área científica em que se insere	TEL
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	162h 00m
5. Horas de contacto	Total: 67h 30m das quais TP: 22h 30m | P: 45h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	6
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1755] André Ribeiro Lourenço | Horas Previstas: N/D
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

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

UC focada nos conceitos base do áudio, imagem e vídeo e nas suas aplicações reais.

Os estudantes que terminam com sucesso esta UC serão capazes de:
1. Conhecer e compreender conceitos relacionados com os sinais e as suas múltiplas representações, nomeadamente, no domínio do tempo e no domínio da frequência e a sua relação;
2. Compreender o processo de amostragem, de frequência de Nyquist, e os passos necessários à digitalização de sinais analógicos;
3. Conhecer e compreender as ferramentas usadas na análise espectral, tais como DFT e FFT;
4. Abordar os fundamentos da geração e propagação sonora e perceção auditiva;
5. Conhecer e compreender as características de uma imagem e de um vídeo;
6. Utilizar a biblioteca python Numpy para representação de sinais multimédia;
7. Utilizar equipamento para captação de sinais de áudio e vídeo;

8. Utilizar ferramentas comerciais de análise/edição/processamento de áudio e vídeo para produção de material multimédia de qualidade profissional.

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

Course unit focused on the fundamental concepts of audio, image, and video, and their real-world applications.
Students who successfully complete this course unit will be able to:

1. Understand and comprehend concepts related to signals and their multiple representations, particularly in the time and frequency domains, and their relationship;
2. Understand the sampling process, Nyquist frequency, and the steps necessary for digitalizing analog signals (Analog-to-digital conversion);
3. Know and understand the tools used in spectral analysis, such as DFT and FFT;
4. Address the fundamentals of sound generation, propagation, and auditory perception;
5. Know and understand the characteristics of an image and a video;
6. Use the Python library Numpy for multimedia signal representation;
7. Use equipment for capturing audio and video signals;
8. Use commercial tools for audio and video analysis/editing/processing to produce high-quality multimedia material.

11. Conteúdos programáticos

I. Introdução ao Som e Acústica;
II. Introdução à Imagem e Vídeo;
III. Psicoacústica e efeitos auditivos e visuais;
IV. Fundamentos dos sinais: sinais contínuos/discretos; sinais elementares - sinusóide e exponencial complexa (revisão dos números complexos);
V. Representação e análise de sinais;
VI. Grandezas em Unidades Logarítmicas;
VII. Descrição do processo de amostragem e conversão analógico-digital e digital-analógico (Digitalização e Reconstrução);
VIII. Representação de sinais no domínio da Frequência. Noção de espectro. Série de Fourier de Sinais contínuos e periódicos.
IX. Análise de sinais discretos usando a Discrete Fourier Transform (DFT). Fast Fourier Transform (FFT);
X. Representação tempo-frequência ? espectrograma. Síntese de notas musicais;
XI. Programação usando a biblioteca numpy da linguagem Python e programação com Pure Data programming;
XII. Utilização de ferramentas de edição/processamento de áudio e vídeo (Digital Audio Workstation (DAW) & Video).

11. Syllabus

I. Introduction to Sound and Acoustics;
II. Introduction to Image and Video;
III. Psychoacoustics and Auditory and Visual Effects;
IV. Fundamentals of Signals: Continuous/Discrete Signals; Elementary Signals - Sine and Complex Exponential (review of complex numbers);
V. Signal Representation and Analysis;
VI. Quantities in Logarithmic Units;
VII. Description of the Sampling Process and Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Conversion (Digitization and Reconstruction);
VIII. Signal representation in the Frequency Domain. Concept of Spectrum. Fourier Series of Continuous and Periodic Signals;
IX. Analysis of Discrete Signals using the Discrete Fourier Transform (DFT). Fast Fourier Transform (FFT);
X. Time-Frequency Representation ? Spectrogram. Synthesis of Musical Notes;
XI. Programming using the Python Numpy Library and Pure Data Programming;
XII. Use of Audio and Video Editing/Processing Tools (Digital Audio Workstation (DAW) & Video).

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

A unidade curricular centra-se na compreensão dos fundamentos teóricos da representação matemática dos sinais e do seu processamento digital, com enfoque nos sinais multimédia: som, imagem e vídeo.

Introduzem-se os conceitos principais e a fenomenologia dos sinais de som (itens I e III) e imagem (itens II e III), abordando representações no tempo, frequência e tempo-frequência (item VI) e a conversão entre os domínios digital e analógico (item VII).

Para aplicação prática, introduzem-se a DFT e a FFT para análises espectrais (itens VIII a X).

O ensino/aprendizagem é suportado por projetos práticos com a biblioteca numpy (Python), Pure Data e ferramentas de edição/ processamento de som, imagem e vídeo (DAW, Image & Video), com o objetivo de sensibilizar os alunos para as áreas do multimédia e consolidar os conceitos introduzidos (itens XI e XII).

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

The course unit focuses on understanding the theoretical foundations of the mathematical representation of signals and their digital processing, with an emphasis on multimedia signals: sound, image, and video.

The main concepts and the phenomenology of sound signals (items I and III) and image signals (items II and III) are introduced, covering time, frequency, and time-frequency representations (item VI), as well as the conversion between digital and analog domains (item VII).

For practical application, the DFT and FFT are introduced to enable spectral analysis (items VIII to X).

The teaching/learning process is supported by practical projects using the numpy library (Python), Pure Data, and sound, image, and video editing/processing tools (DAW, Image & Video), aiming to raise students? awareness of multimedia topics and reinforce the introduced concepts (items XI and XII).

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

Pretende dotar-se os alunos com um nível de conhecimentos necessário para a compreensão de aplicações na área do áudio e conceitos sobre imagem e vídeo.

O conteúdo curricular da disciplina permite dar aos alunos uma perspetiva, teórica e prática, sobre o panorama atual no que diz respeito a aplicações de áudio, imagem e vídeo para aplicações multimédia seguindo uma metodologia STEM.

Os conceitos são abordados numa ótica de 'alto nível' (ótica do utilizador) utilizando ferramentas comerciais (embora open source e gratuitas) permitindo dar competências e sensibilidade sobre os vários aspetos do Som (áudio) e imagem numa perspetiva de utilização com Casos de Aplicação, onde os temas fundamentais se tornam mais 'palpáveis'. Ou seja, numa abordagem de 'SENTIR antes e FAZER depois'.

Os conteúdos teórico e práticos são suportados por processamento de sinais com a biblioteca Numpy da linguagem de programação Python e em programação por objetos visuais, com Pure Data programming e aplicações informáticas para edição e produção de material de som e imagem.

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

The aim is to give the students with the necessary level of knowledge to understand applications in the audio field as well as concepts about image and video.

The course content provides students with both a theoretical and practical perspective on the current landscape of audio, image, and video applications for multimedia, following a STEM methodology.

The concepts are approached from a 'high-level' (user perspective), using commercial tools (although open-source and free), allowing students to gain skills and awareness of the various aspects of sound (audio) and image from a user perspective, with Application Cases where fundamental topics become more 'tangible'. In other words, a 'FEEL before DO' approach.

The theoretical and practical content is supported by signal processing using the Numpy library in Python programming and visual object programming with Pure Data, as well as software applications for editing and producing sound and image material.

14. Avaliação

Os resultados de aprendizagem são avaliados individualmente através de exame escrito e testes parcelares e de trabalhos realizados em grupo, em conjunto com uma discussão final presencial.

A classificação final será obtida através da média ponderada dos seguintes elementos de avaliação: exame (40%), 2 trabalhos realizados ao longo do semestre com discussão presencial (60%). Para obter aprovação, o aluno terá que alcançar uma média final igual ou superior a 9.50 valores (escala 0-20) com nota mínima no exame de 9.50 e nota mínima na componente prática (trabalhos) também de 9.50.

14. Assessment

Learning outcomes are evaluated individually through a written exam, partial tests, and group assignments, along with a final in-person discussion.

The final grade will be determined by the weighted average of the following assessment components: exam (40%) and two assignments completed throughout the semester with an in-person discussion (60%). To pass, the student must achieve a final average of 9.50 or higher (on a scale of 0-20), with a minimum score of 9.50 in the exam and a minimum score of 9.50 in the practical component (assignments).

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

Esta unidade curricular usa uma abordagem, teórica e prática, seguindo uma metodologia STEM para aplicações de som, imagem e vídeo em sistemas de multimédia.

Nas aulas teórico-práticas são expostos os conceitos fundamentais para a compreensão dos diferentes tópicos com suporte de casos de aplicação usando equipamento de hardware e software dedicados. São realizadas captações de som e de imagem em ambiente real e em laboratório de áudio e imagem com posterior criação de conteúdos (podcasts, videocast, produção de música, etc.) usando software para edição de áudio e vídeo.
Pretende fazer-se uma exposição o mais interativa possível acompanhada de exercícios e exemplos práticos que ajudam a compreender os sinais e o tipo de processamento que é possível realizar.
Nas aulas de prática laboratorial são realizadas simulações e implementados, usando a linguagem de programação Python e Pure Data, os diferentes tópicos abordados. Desta forma, os alunos ficarão com os conhecimentos e sensibilidade necessários para manipular sinais nos domínios do tempo e frequência utilizando ferramentas de trabalho, quer de uma perspetiva de engenharia, com programação de computadores, quer na ?ótica do utilizador? com programas comerciais, ganhando assim, uma melhor perceção e interesse pela área dos sinais de multimédia.

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

This course takes a theoretical and practical approach, following a STEM methodology for audio, image, and video applications in multimedia systems.
In the theoretical-practical classes, the fundamental concepts are presented to support the understanding of different topics, with the aid of application cases using dedicated hardware and software. Sound and image recordings are made in real environments and in an audio and image laboratory, followed by content creation (podcasts, videocasts, music production, etc.) using software for audio and video editing. The aim is to deliver an interactive experience accompanied by exercises and practical examples that help students understand signals and the types of processing that can be performed.
In the laboratory practice classes, simulations are performed, and the different topics are implemented using Python programming and Pure Data. This way, students will acquire the necessary knowledge and sensitivity to manipulate signals in the time and frequency domains, using work tools both from an engineering perspective (with programming) and from a 'user perspective' with commercial software. This will enhance their understanding and interest in multimedia signal processing.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

- McClellan, Schafer and Yoder, ?DSP FIRST: A Multimedia Approach?. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998. Prentice Hall
- Allen B. Downey, ?Think DSP:Digital Signal Processing in Python?, 2016, Green Tea Press
- David Howard, Jamie Angus, ?Acoustics and Psychoacoustics?, Focal Press ? Elsevier, 4th ed. 2009
- Dan Hosken, ?An Introduction to Music Technology?, Taylor & Francis, 2010
- Maurizio Di Berardino, ?Pure Data programming fundamentals: Patching, effects, sound synthesis?, Independently published (April 23, 2023)
- Michael Hewitt , ?Music Theory for Computer Musicians?, Cengage Learning

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC:

Data de aprovação em CP: