

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular VISÃO COMPUTACIONAL

Cursos ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (2.º Ciclo) (*)
ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES

(*) Curso onde a unidade curricular é opcional

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 14771036

Área Científica INFORMÁTICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português ou Inglês

Modalidade de ensino Ensino presencial - exposição

Docente Responsável João Miguel Fernandes Rodrigues

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
João Miguel Fernandes Rodrigues	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	30T; 30TP; 15OT

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S1	30T; 30TP; 15OT	280	10

* A-Anual; S-Semestral; Q-Quadrimestral; T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos de programação.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Compreender os fundamentos de uma representação em imagem digital e os elementos de um sistema de processamento de imagem, bem como as metodologias atuais da visão por computador e as suas aplicações em situações reais. Familiarizar-se com um modelo simples do sistema visual. Distinguir, compreender e aplicar os conceitos fundamentais relacionados com amostragem e quantificação, as relações entre pixels e os sistemas de processamento de imagem. Compreender os conceitos e aplicações das transformadas. Descrever e aplicar técnicas de ampliação, de compressão de imagens, de pré-processamento de imagem, de melhoria de imagem e de análise de imagem. Descrever e aplicar técnicas de segmentação e técnicas de reconhecimento. Compreender conceitos, problemas e aplicações do reconhecimento de objetos, caracteres e caras, bem como os problemas de imagens com movimento. Demonstrar capacidade para desenvolver, implementar e comparar métodos relevantes para uma aplicação específica.

Conteúdos programáticos

1. Introdução e motivação
2. Formação da Imagem: Hardware Sistema de Visão; Modelos Geométricos da Câmara; Luz; Cor; Tipos de Operações com Imagens
3. *Early Vision*: Filtragem; Restauro de imagem; Atributos; Textura; Stereo
4. *Mid-level Vision*: Segmentação e Agrupamento; Modelos de Ajustamento; Rastreamento
5. *High-level Vision*: Registo; Aprendizagem e Classificação; Detecção de Objetos; Reconhecimento de Objetos e Faces
6. Aplicações e tópicos: Tecnologias de Apoio (Assistivas), Realidade Aumentada, Interação Homem-Computador, outros.

Introdução às bibliotecas (open source) de visão por computador

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

A visão por computador é hoje uma área em forte crescimento e com várias vertentes. Na UC de Visão Computacional (VC), os principais aspetos teóricos das diferentes vertentes são apresentados com rigor para mostrar a aplicabilidade de cada uma das técnicas. Ilustrando-se sempre a exposição teórica com aplicações práticas já implementadas. Esta combinação permite ao aluno contactar com as principais técnicas de VC, e ao mesmo tempo ter a noção das potencialidades e das dificuldades inerentes a cada técnica ou da combinação das técnicas. Complementarmente, são apresentados as técnicas "estado da arte," tanto pelo docente, como pela pesquisa efetuada pelos alunos no âmbito de um seminário.

Na componente prática os alunos desenvolvem durante as primeiras semanas utilizando programação as técnicas principais de um sistema de VC, sensivelmente a meio do semestre é introduzida uma biblioteca de VC - OpenCV, onde os alunos são levados a desenvolver um projeto de cariz e de aplicação prática.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Os conhecimentos teóricos serão adquiridos em aulas de exposição oral. As matérias são cobertas pela sebenta, artigos e pelos livros propostos na bibliografia. As aulas práticas são laboratoriais e os alunos, individualmente são levados a realizar os trabalhos práticos sobre cada módulo do programa e a realizar um pequeno projeto prático final que integra e relaciona todos os conteúdos da unidade curricular. Por último, todos os alunos são convidados a preparar e apresentar oralmente um seminário sobre um tema proposto pelo docente, ou pelo aluno, com a concordância do docente.

Avaliação

A avaliação está dividida em duas componentes: (a) Avaliação de conceitos teóricos (50% nota final), consiste na preparação e apresentação oral (individual) de um seminário (introdução à investigação) ou exame. (b) Trabalhos práticos (50% nota final). É obrigatório em cada uma das componentes obter pelo menos 7 valores (0 a 20). Nota final = 50% exame ou seminário + 50% trabalhos práticos.

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

Os conhecimentos teóricos serão adquiridos em aulas de exposição oral sobre os assuntos fundamentais à área da visão computacional. Estas matérias são cobertas pela sebenta, livros e artigos propostos na bibliografia. A exposição teórica é sempre acompanhada de exemplos práticos e representações gráficas de forma a mostrar a aplicabilidade dos conteúdos. Adicionalmente, para todos os conteúdos são feitos comentários justificados comparando os vários métodos no que se refere à sua eficiência, precisão dos resultados obtidos e aplicabilidade. Os alunos são incentivados a explorar outros métodos e técnicas.

Os conteúdos teóricos estão divididos em: 3 semanas (aulas) para a introdução e para os fundamentos da imagem digital, 1 semana para a melhoria de imagem, 3 semanas para a análise de imagem, incluindo segmentação, 2 semanas para o reconhecimento, 1 semana para a visão dinâmica, 1 semana para visão humana e 3 semanas para apresentação de aplicações e ferramentas "open source," nomeadamente o OpenCV.

As aulas teórico-práticas são laboratoriais e os alunos, individualmente, têm acesso permanente a um computador pessoal onde podem implementar, em regime de utilização assistida pelo docente, os trabalhos práticos usando uma linguagem de programação (tipicamente C ou C++) sobre os diferentes módulos do programa da UC. Cada trabalho consiste na implementação/resolução de pequenos projetos com a duração de 2 ou 3 semanas e um projeto aglutinador final de maior dimensão, onde todas as componentes da matéria se ligam (duração típica de 6 semanas). Por último, todos os alunos são convidados a preparar e apresentar oralmente um seminário (introdução à investigação) sobre um tema proposto pelo docente, ou pelo aluno, com a concordância do docente. As aulas de tutoria na sua maioria não são lecionadas presencialmente, sendo usados meios informáticos, desde a tutoria eletrónica, mail, skype, etc. para os alunos colocarem questões e esclarecerem dúvidas sobre os trabalhos práticos.

Para facilitar o diálogo entre todos os participantes da unidade curricular, UC está inserida na plataforma de tutoria eletrónica. Nessa página além de terem acesso a todos os conteúdos fornecidos pelos docentes, os estudantes têm a possibilidade de consolidar os conceitos e colocar questões usando os fóruns que podem ser vistas por toda a comunidade de Visão Computacional.

Bibliografia principal

Rodrigues, J., Acetatos das aulas teóricas, UAlg/ISE-DEE, 2016

Forsyth, David A., and Jean Ponce. *Computer vision: a modern approach* (2nd Ed.). Prentice Hall Professional Technical Reference, 2012. ISBN-13: 978-0-13-608592-8

Russ, J. C., The Image Processing Handbook, CRC Press Inc., 2007. ISBN 0203881095

Gonzalez, R.C., Woods, R.E., Digital Image Processing, Prentice Hall, 2007. ISBN-13: 9780131687288

Snyder, W., Hairong, Q., [Machine Vision](#), Cambridge University Press, 2004. ISBN-13: 9780521830461

Howe, Kenneth, A Practical Introduction to Computer Vision with OpenCV, Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology, 2014

Howse, Joseph, OpenCV Computer Vision with Python, Packt Publishing Ltd, 2013

Howse, Joseph, Android Application Programming with OpenCV, Packt Publishing Ltd, 2013

Academic Year 2019-20

Course unit COMPUTER VISION

Courses ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING (*)
BRANCH SPECIALISATION IN INFORMATION TECHNOLOGIES AND
TELECOMMUNICATIONS

(*) Optional course unit for this course

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area INFORMÁTICA

Acronym

Language of instruction Portuguese or English

Teaching/Learning modality Classroom teaching - exhibition

Coordinating teacher João Miguel Fernandes Rodrigues

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
João Miguel Fernandes Rodrigues	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	30T; 30TP; 15OT

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	30	0	0	0	0	15	0	280

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Programming knowledge.

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

Understand the basics of a digital image representation and the elements of an image processing system as well as the current methodologies of computer vision and its application in real situations. Familiarize yourself with a simple model of the visual system. Distinguish, understand and apply fundamental concepts related to sampling and quantification, the relationship between pixels and image processing systems. Understand the concepts and applications of transforms. Describe and apply techniques of image resizing, compression, preprocessing, enhancing and image analysis. Describe and apply techniques of segmentation and recognition techniques. Understand concepts, problems and applications of object and faces recognition, as well as the problems of images with "movement". Demonstrate the ability to develop, implement and compare methods relevant to a specific application.

Syllabus

1. Introduction and motivation
2. Image Formation: Vision Hardware; Geometric Camera Models; Light; Color; Image Operations Types
3. Early Vision: Filtering; Image Restoration; Local Image Features; Texture; Stereopsis
4. Mid-level Vision: Segmentation and Clustering; Model Fitting; Tracking
5. High-level Vision: Registration; Learning and Classifying; Objects Detection; Object Recognition; Face Recognition
5. Applications and Topics: Assistive Technologies, Augmented Reality, Human Computer Interaction, others.

Introduction to machine vision libraries (open source).

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

Computer vision is today an area of strong growth, with several sub-areas. At UC of Computer Vision (CV), the main theoretical aspects of different sub-areas are presented with accuracy to show the applicability of the each individual technique and the combination of techniques. The theoretical exposition is illustrated with already implemented practical applications. This combination allows the student to contact the main techniques of VC, and at the same time have the notion of potentialities and difficulties inherent in each technique or combination of techniques. In addition, state of the art techniques are presented, both by the professor, and by students as part of a seminar.

In the practice, the students developed during the first few weeks using the programming techniques, the key ?systems? of VC, roughly at half of the semester, the OpenCV library is presented, where students are encouraged to develop a project-oriented and practical application.

Teaching methodologies (including evaluation)

Theoretical knowledge shall be acquired in oral exposure classes. The materials are covered by the study guide, articles and books offered in the bibliography. The practical lessons are in the laboratory and individual students are encouraged to carry out the practical work on each module of the program, performing practical implementations that integrates and links all contents of curriculum unit. Finally, all students are invited to prepare and present orally a seminar on a theme proposed by the professor, or by the student, with the agreement of the professor.

Assessment

The assessment is divided into two components: (a) Evaluation of theoretical concepts (50% endnote), consists in the preparation of a small paper and oral presentation (individual) on the UC seminar (introduction to research) or examination. (b) Practical work (50% endnote). Is required in each of the components get at least 7 values (0 to 20).

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

Theoretical knowledge shall be acquired in oral exposure classes on fundamental matters in the area of computer vision. These matters are covered by the study guide, proposed books and articles presented in the bibliography. The theoretical exposure is always accompanied by practical examples and graphical representations in order to show the applicability of the contents. Additionally, for all content are made comments justified by comparing the various methods with regard to their efficiency, accuracy of results obtained and applicability. Students are encouraged to explore other methods and techniques.

The theoretical contents are divided into: 3 weeks (lessons) for the introduction and for the fundamentals of digital imaging, 1 week for the image improvement, 3 weeks for image analysis, including segmentation, 2 weeks for the recognition, 1 week for the dynamic vision, 1 week for human vision and 3 weeks for the presentation of practical applications and developing open tools, in particular the OpenCV.

The practical lessons are in laboratory environment, where the students, individually, have permanent access to a personal computer where they can implement the practical work about the different program modules of UC using a programming language (typically C or C++). This is always assisted by teaching staff. Each work consists of small resolution/implementation projects with a duration of 2 or 3 weeks and the end-project of greater dimension where all the components of matter are linked on (typically lasts for 6 weeks). Finally, all students are invited to prepare and present orally a seminar (introduction to research) on a theme proposed by the professor, or by the student, with the agreement of the professor. Tutoring classes mostly are not taught in person, being used electronic means, as the electronic tutoring, mail, skype, etc. These classes are used for students to put and clarify questions/issues about the practical works, project and seminar.

Electronic tutoring platform of UAlg is used during the course of discipline with the following objectives: a) Publication of materials of practical classes; b) publication of evaluations; c) publishing notices of discipline; d) creation of an area of communication (discussion forum) for questions, which aims to stimulate the communication Professor/ student and student/students.

Main Bibliography

Rodrigues, J., Acetatos das aulas teóricas, UAlg/ISE-DEE, 2016

Forsyth, David A., and Jean Ponce. *Computer vision: a modern approach* (2nd Ed.). Prentice Hall Professional Technical Reference, 2012. ISBN-13: 978-0-13-608592-8

Russ, J. C., The Image Processing Handbook, CRC Press Inc., 2007. ISBN 0203881095

Gonzalez, R.C., Woods, R.E., Digital Image Processing, Prentice Hall, 2007. ISBN-13: 9780131687288

Snyder, W., Hairong, Q., [Machine Vision](#), Cambridge University Press, 2004. ISBN-13: 9780521830461

Howe, Kenneth, A Practical Introduction to Computer Vision with OpenCV, Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology, 2014

Howse, Joseph, OpenCV Computer Vision with Python, Packt Publishing Ltd, 2013

Howse, Joseph, Android Application Programming with OpenCV, Packt Publishing Ltd, 2013