



COURSE UNIT (MODULE) DESCRIPTION

Course unit (module) title	Code
Digital Image Processing	

Lecturer(s)	Department(s) where the course unit (module) is delivered
Coordinator: Dr. Allan Rasmusson Other(s):	Faculty of Mathematics and Informatics Institute of Data Science and Digital Technologies

Study cycle	Type of the course unit (module)
First	Optional

Mode of delivery	Period when the course unit (module) is delivered	Language(s) of instruction
face-to-face	7 th semester	English

Requirements for students	
Prerequisites: Procedural and Object-Oriented programming, Statistical Data Analysis Methods, Math for Information Systems Engineering	Additional requirements (if any):

Course (module) volume in credits	Total student's workload	Contact hours	Self-study hours
5	133	44	89

Purpose of the course unit (module): program competences to be developed

The aim of the course unit is to introduce basic principles of Digital Image Processing techniques and to lay the theoretical foundation of image processing theory for developing applications involving digital image processing. Topics include digital image perception, sampling, enhancement, transform, frequency space, filtering, feature extraction, morphological image processing, image segmentation, object recognition and classification. Application examples are also included. Students successfully completing this course will be able to apply a variety of computer techniques for the design of efficient algorithms for real-world applications.

Learning outcomes of the course unit (module)	Teaching and learning methods	Assessment methods
Ability to discuss on topics of image processing with domain experts and non-experts	Lecture-discussion; Example demonstration and analysis; Self-dependent work; Practical tasks; Implementation tasks. Written works. Report preparation.	Exam, Assessment of Laboratory work, Assessment of written work.
Ability to conduct a search and analysis of the proper literature related to digital image processing, to absorb new knowledge on image processing and to apply them to solve image processing problems.		
Ability to use appropriate mathematical methods for image processing		
Ability to plan and perform research experiments, investigating image processing algorithms, to evaluate the obtained results, and to draw conclusions.		

Content: breakdown of the topics	Contact hours							Self-study work: time and assignments	
	Lectures	Tutorials	Seminars	Exercises	Laboratory work	Internship/work placement	Contact hours	Self-study hours	Assignments
1. Fundamentals in image processing. Acquisition, Sampling and quantization. Image formats, pixel bits. Image processing software.	2				2		4	7	Implement image I/O of different file formats of grey scale images supporting 8 or 24 bits per channel per pixel.
2. Perception of luminance and colour, colour spaces, and transforms, human visual system, colour appearance models. Color distance metrics.	1				1		2	4	Extend I/O to colour images. Implement colour space transforms

3. Intensity transformations + histogram processing (gray + colour)	2				3		5	8	Implement intensity transforms (including image add/sub and power law). Implement histogram equalization. Assignment 1 handed out
4. Image interpolation + linear transforms	2				2		4	8	Implement image interpolation
5. Spatial filters. Convolution and correlation. Separable filters.	2				2		4	8	Implement 2D convolution and correlation
6. Frequency domain: Fourier transform and inverse: Nyquist limit and high-pass + low pass filters. Correlation theorem.	3				3		6	8	Application of DFT and inverse.
7. Image denoising (image and freq. space. Gray+color)	2				2		4	8	Perform image denoising based on implementations above. Assignment 2 handed out
8. Morphological image processing	3				2		5	8	Implement Erosion, dilation, opening, closing, boundary extraction.
9. Image Segmentation: edge detection, thresholding, region segmentation	2				2		4	8	Application of all elements implement.
10. Object recognition and classification	3				3		6	8	Implement connected components labelling, simple object descriptors and output for statistics software. Assignment 3 handed out
Preparation for Exam								14	
Total	22				22		44	89	

Assessment strategy	Weight,%	Deadline	Assessment criteria
Laboratory work assessment in 3 handout assignments.	60	During the semester	A maximum of 60 points is awarded. <ul style="list-style-type: none"> Maximum 20 points for implementation. Maximum 20 points for writing/explanations. Maximum 20 points for solution to handed out exercises.
Exam	40	Exam session	A written test consists of questions of open and closed types. <ul style="list-style-type: none"> In total 40 points available. Evaluation is the sum of correct answers. The exam cannot be taken externally

Author	Year of publication	Title	Issue of a periodical or volume of a publication	Publishing place and house or web link
Compulsory reading				
Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods	2008	Digital Image Processing		https://www.amazon.com/Digital-Image-Processing-Rafael-Gonzalez/dp/013168728X
Additional reading				
Geoff Dougherty	2009	Digital Image Processing for Medical Applications		Cambridge University Press United States of America by Cambridge University Press, New York https://www.amazon.com/Digital-Image-Processing-Medical-Applications/dp/0521860857



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Vaizdo signalų apdorojimas	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: dr. Allan Rasmusson Kitas (-i):	Matematikos ir informatikos fakultetas Duomenų mokslo ir skaitmeninių technologijų institutas

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
Pirmoji	Pasirenkamas

Igyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalba (-os)
Auditorinė	7 semestras	Anglų

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: Procedūrinis ir Objektinis programavimas, Statistiniai duomenų analizė metodai, Matematika informacinėms sistemoms.	Gretutiniai reikalavimai (jei yra):

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	133	44	89

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
Dalyko tikslas – siekiama, kad studentai įgytų žinias apie skaitmeninių vaizdų apdorojimo ir analizės metodus, udgūtų praktinius gebėjimus juos taikyti įvairiose praktinėse srityse. Studentai įgis žinias apie vaizdų tobulinimo ir atstatymo, vaizdų apdorojimo panaudojant įvairius filtrus bei transformacijas, morfologinio apdorojimo, segmentavimo, objektų ir jų briaunų nustatymo vaizduose, atpažinimo ir klasifikavimo metodus. Praktinių užsiėmimų metu vystoma studento patirtis derinant teorijos ir praktikos elementus, bei gebėjimas savarankiškai spręsti realius vaizdų apdorojimo uždavinius, panaudojant tinkamas šiuolaikines informacines technologijas, ir interpretuoti gautus rezultatus.		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Gebės bendrauti su įvairių sričių ekspertais valstybine ir užsienio kalbomis, paaiškinti pagrindinius vaizdo signalų apdorojimo terminus, sąvokas ir metodus.	Informacijos paieška ir analizė, sąvokų žemėlapis, tradicinė paskaita, savarankiškas darbas, paskaita-diskusija, pavyzdžių demonstravimas ir analizė, savarankiškas individualus arba grupinis darbas, rašto darbas, pranešimo rengimas ir pristatymas.	Egzaminas, laboratorinių darbų vertinimas, grupinio darbo vertinimas.
Gebės atlikti su vaizdų apdorojimu susijusios literatūros paiešką ir analizę, įsisavinti naujas žinias ir jas taikyti praktikoje.		
Gebės parinkti tinkamus matematinius vaizdo apdorojimo metodus.		
Gebės eksperimentuoti taikant skirtingus vaizdo filtrus, ribų ar objektų atpažinimo uždavinius, vertinti gautus rezultatus, jais remiantis daryti išvadas.		

Temos	Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. Įvadas į skaitmeninių vaizdų apdorojimą. Vaizdų gavimas, skaitmeninimas. Formatai. Programinė įranga vaizdams apdoroti.	2				2		4	7	Įvairių nespaltotų vaizdų įvestis ir išvesties įgyvendinimas.
2. Skaistumo, spalvos suvokimas. Spalvų erdvės ir transformavimas. Žmogaus regos sistema. Spalvų modeliavimas, metrikos.	1				1		2	4	Spalvotų vaizdų įvestis ir išvestis. Spalvų transformavimas.
3. Vaizdo intensyvumo transformavimas. Histogramų apdorojimas.	2				3		5	8	Vaizdų intensyvumo transformavimas. Histogramų išlyginimas.

								1-oji savarankiška užduotis.
4. Vaizdų interpoliavimas. Tiesinės transformacijos.	2			2		4	8	Vaizdų interpoliavimas.
5. Erdviniai filtrai. Kompozicija ir koreliacija. Atskiriami filtrai.	2			2		4	8	Dvimatė kompozicija ir koreliacija.
6. Dažninė vaizdų analizė: Fourier transformacija, Nyquist riba. Žemų ir aukštų dažnių filtrai. Koreliacijos teorema.	3			3		6	8	Tiesioginė ir atvirkštinė Fourier transformacija.
7. Triukšmų šalinimas.	2			2		4	8	Triukšmų paveikluose šalinimas. 2-oji savarankiška užduotis.
8. Morfologinis vaizdų apdorojimas.	3			2		5	8	Erozijos, praplėtimo operacijos. Uždarinys, atvėrinys. Ribos aptikimas.
9. Vaizdų segmentavimas: kontūro aptikimas, slenkstinės reikšmės taikymas, regionų segmentavimas.	2			2		4	8	Vaizdo elementų aptikimas.
10. Objektų atpažinimas ir klasifikavimas.	3			3		6	8	Sujungtų elementų žymėjimas, objektų deskriptoriai, išvestis. 3-oji savarankiška užduotis.
Pasiruošimas egzaminui							14	
Iš viso	22			22		44	89	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Trijų savarankiškų darbų įvertinimas	60	Semestro metu	Maksimalus darbų vertinimas 60 taškų: <ul style="list-style-type: none"> • 20 taškų už sprendimus. • 20 taškų už įgyvendinimą. • 20 taškų už ataskaitą.
Egzaminas	40	Egzaminų sesijos metu	Egzaminas atsiskaitomas raštu atsakant į atviro ir uždaro tipo klausimus. Bendras egzamino vertinimas – 40 taškų. Vertinami teisingi atsakymai. Egzamino perlaikymas eksternu neleidžiamas.

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privaloma literatūra				
Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods	2008	Digital Image Processing		https://www.amazon.com/Digital-Image-Processing-Rafael-Gonzalez/dp/013168728X
Papildoma literatūra				
Geoff Dougherty	2009	Digital Image Processing for Medical Applications		Cambridge University Press United States of America by Cambridge University Press, New York https://www.amazon.com/Digital-Image-Processing-Medical-Applications/dp/0521860857