



MODULIO APRAŠAS

Modulio pavadinimas	Kodas
Skaitmeninis intelektas ir sprendimų priėmimas	SISP3124

Dėstytojas	Padalinys
Koordinuojantis: prof. dr. Olga Kurasova Kitas:	Informatikos institutas Matematikos ir informatikos fakultetas

Studijų pakopa	Dalyko tipas
Bakalaurų (pirmoji)	Privalomasis

Igyvendinimo forma	Vykdyto laikotarpis	Vykdyto kalbos
Auditorinė	6 semestras	Lietuvių, anglų

Reikalavimai studijuojančiajam
Išankstiniai reikalavimai: Studentai turi būti išklause tikimybių teorijos ir matematinės statistikos dalyką bei turėti programavimo pagrindus.

Modulio apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	130	68	62

Modulio tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos

Suteikti studentams žinių apie skaitmeninį intelektą ir sprendimų priėmimą bei ugdyti gebėjimus spręsti įvairius duomenų analizės uždavinius, taikant skaitmeninio intelekto metodus, ir priimti pagrįstus sprendimus, nagrinėjant duomenų analizės rezultatus.

Bendrosios kompetencijos:

- Bendravimas ir bendradarbiavimas (BK1).
 - Gebės raštu ir žodžiu perteikti informaciją, idėjas, problemas ir sprendimus valstybine ir užsienio kalba, bendraudamas su specialistais ir ne specialistais (BK1.1).
 - Gebės savarankiškai efektyviai organizuoti savo darbą (BK1.3).
- Nuolatinis mokymasis (BK2).
 - Gebės savarankiškai įsisavinti naujas žinias, metodus ir įrankius bei taikyti juos praktikoje (BK2.3).

Dalykinės kompetencijos:

- Konceptualių pagrindų žinios ir gebėjimai (DK4).
 - Supras pagrindines programų sistemų inžinerijos koncepcijas bei sąvokas, įskaitant kelias priešakines sritis, suvoks galimas taikymo sritis ir žinos disciplinos aprėptį (DK4.1).
- Programų sistemų kūrimo žinios ir gebėjimai (DK5).
 - Gebės išvelgti naujas programų sistemų taikymo galimybes, įvertinti taikomosios srities žinių poreikį, problemų kompleksiskumą bei jų sprendimų būdų įgyvendinamumą (DK5.1).
- Technologinės, metodinės žinios ir gebėjimai, profesinis kompetentingumas (DK6).
 - Gebės derinti teoriją ir praktiką programų sistemų taikymo įvairiose srityse uždavinių sprendimui, įvertinant technologinį, ekonominį, socialinį ir teisinį kontekstą (DK6.1).

Modulio studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Gebės atlikti su skaitmeniniu intelektu ir sprendimų priėmimu susijusios literatūros paiešką bei susisteminti rastą informaciją.	Paskaitos Laboratoriniai darbai Savarankiškas literatūros skaitymas	Praktiniai darbai, jų pristatymas ir gynimas Kolokviumas

Gebės įgytas žinias apie skaitmeninį intelektą pritaikyti sprendžiant praktinius duomenų analizės uždavinius.	Individualus darbas	Egzaminas
Gebės planuoti darbus, dirbti individualiai ir grupėje, atliekant praktines užduotis, susijusias su skaitmeninio intelekto metodais.		
Bus įvaldęs matematinės struktūras ir algoritmus, būtinus nagrinėjant ir taikant skaitmeninio intelekto metodus.		
Gebės kiekybiškai įvertinti skaitmeninio intelekto metodų veiksmingumą įvairiose taikomosiose srityse.		
Gebės identifikuoti pagrindinius skaitmeninio intelekto metodus, juos panaudoti, sprendžiant duomenų klasifikavimo, atpažinimo, prognozavimo ir klasterizavimo uždavinius, bei priimti pagrįstus sprendimus.		

Temos	Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai (LD)	Konsultavimas LD metu	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. Pagrindiniai terminai ir sąvokos, susijusios su skaitmeniniu intelektu ir sprendimų priėmimu. Dirbtinio intelekto vystymosi istorija. Dirbtinio intelekto metodų tipai. Mašininis mokymasis. Skaitmeninio intelekto ryšys su dirbtiniu intelektu ir mašininis mokymusi.	4				4		8	6	Savarankiška literatūros paieška ir analizė.
2. Duomenų analizės pagrindai. Duomenų pirminis apdorojimas. Klasifikavimo, atpažinimo, prognozavimo ir klasterizavimo uždavinių formulavimas ir jų sprendimo būdai.	4				4		8	8	Praktinių klasifikavimo, atpažinimo, prognozavimo ir klasterizavimo uždavinių sprendimas, taikant skaitmeninio intelekto metodus (darbų planavimas ir vykdymas). Rašto darbo parengimas. Gautų rezultatų ir pristatymas.
3. Dirbtinio neurono modelis, jo ryšys su biologiniu neuronu. Dirbtinio neurono mokymosi taisyklės. Dirbtinių neuronų jungimas į neuroninius tinklus. Dirbtinių neuroninių tinklų klasifikacija ir jų mokymo tipai.	4				4		8	8	
4. Vienasluoksnis perceptronas, jo mokymas ir taikymas paprastiems klasifikavimo uždaviniams spręsti. Pradinių svorių parinkimas. Aktyvacijos funkcijos. Paklaidos (nuostolių) funkcijos. Mokymo strategijos. Klasių skiriamųjų paviršių radimas. Klasifikavimo tikslumo matai. Klasifikavimo matrica. Rezultatų interpretavimas.	4				4		8	8	
5. Daugiasluoksniai tiesioginio sklidimo neuronų tinklai, jų mokymas ir taikymas klasifikavimo, atpažinimo ir prognozavimo uždaviniams spręsti. Giliųjų neuroninių tinklų sąvokos apibrėžtis. Konvoliuciniai neuroniniai tinklai. Kapsuliniai neuroniniai tinklai. Vaizdų segmentavimas taikant neuroninius tinklus. Gilieji neuroniniai tinklai	6				6		12	12	

duomenims prognozuoti. Programinės bibliotekos giliesiems neuroniniams tinklams įgyvendinti.								
6. Saviorganizuojantys neuroniniai tinklai (žemėlapiai), jų mokymas ir taikymas duomenims klasterizuoti ir vizualizuoti.	4				4		8	8
7. Neraiškiosios logikos pagrindai ir jų taikymas sprendimų priėmimo.	2				2		4	4
8. Praktinių duomenų analizės uždavinių sprendimo, taikant skaitmeninio intelekto metodus, ypatybės.	4				4		8	8
9. Konsultacijos semestro eigoje							2	
10. Kolokviumas							1	
11. Egzaminas							1	
Iš viso	32				32		68	62

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Praktinės užduotys	50	Semestro metu (pagal semestro pradžioje pateiktą atsiskaitymų tvarkaraštį)	<p>Studentai privalo atlikti 5 praktines užduotis, paruošti rašto darbus (ataskaitas) ir jas individualiai apginti atsakant į užduodamus klausimus.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 9–10 balai – darbas tenkina visus būtinus reikalavimus: rašto darbo struktūra aiški ir logiška, yra visos reikiamos dalys (darbo tikslas, uždaviniai, eksperimentų vykdymo aprašas, rezultatai, išvados), darbas tinkamai suformatuotas, rezultatų analizė išsami, išvados pagrįstos, studentas atsako į užduotus klausimus; • 7–8 balai – yra visos reikiamos rašto darbo dalys (darbo tikslas, uždaviniai, eksperimentų vykdymo aprašas, rezultatai, išvados), tačiau yra trūkumų: ne visos darbo dalys tinkamai suformatuotos, yra loginių klaidų, rezultatų analizė nepakankamai išsami, ne visos išvados yra pagrįstos, studentas atsako ne į visus užduotus klausimus. • 5–6 balai – yra ne visos būtinos rašto darbo dalys, analizė yra paviršutiniška ir fragmentiška, ne visos išvados pagrįstos, yra esminių loginių klaidų, ne į visus esminius klausimus studentas geba atsakyti. • 1–4 balai – rašto darbas blogai struktūrizuotas, turi labai daug esminių klaidų, studentas neatsako į klausimus. • 0 balų – rašto darbas nėra pateiktas arba nėra apgintas. <p>Yra laikoma, kad studentas yra atsiskaitęs už darbą, kai rašto darbas įkeltas į sistemą ir apgintas. Pavėlavus 2 savaites atsiskaityti, įvertinimas mažinamas dviem balais, 3 savaites – trimis balais. Vėliau darbas nebus vertinamas. Praktines užduotis būtina atsiskaityti ne vėliau kaip paskutinę praktinių užsiėmimų paskaitą.</p>
Kolokviumas	20	Semestro viduryje	<p>Kolokviumas atliekamas išklaudus keletą temų. Tikrinamos studentų įgytos teorinės žinios. Kolokviumo klausimyną sudaro apie 20 atvirojo ir uždarojo tipo klausimų. Atsakymai turi būti išsamūs ir pagrįsti.</p>
Egzaminas	30	Egzaminų sesijos metu	<p>Studentas įgyja teisę laikyti egzaminą tik tuo atveju, jeigu jo suminis praktinių užduočių</p>

			įvertinimas yra ne mažesnis nei 50 % galimo maksimalaus suminio įvertinimo. Egzamino klausimyną sudaro apie 30 atvirojo ir uždarojo tipo klausimų. Atsakymai turi būti išsamūs ir pagrįsti.
--	--	--	--

Reikalavimai dalyko vertinimui eksterno būdu	
Įvertinimas galimas eksterno būdu:	Netaikomas

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privalomoji literatūra				
Kurasova O.	2023	Skaitmeninis intelektas ir sprendimų priėmimas		VU virtuali mokymo aplinka https://emokymai.vu.lt/
Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., Smola, A. J.	2023	Dive into deep learning. arXiv preprint arXiv: 2106.11342		http://d2l.ai/index.html
Papildoma literatūra				
Deisenroth, M. P., Faisal, A. A., Ong, C. S.	2020	Mathematics for Machine Learning.		Cambridge University Press, https://mml-book.com
Engelbrecht A.	2007	Computational Intelligence: an Introduction		Wiley & Sons, New York
Chen Z.	1999	Computational Intelligence for Decision Support		Support RC Press
Géron A.	2017	Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow		O'Reilly Media, Inc.
Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A.	2016	Deep learning. MIT press.		https://www.deeplearningbook.org/
Kohonen, T.	2001	Self-Organizing Maps, 3rd ed. Springer Series in Information Sciences, Vol. 30.		Springer-Verlag, Heidelberg



COURSE UNIT DESCRIPTION

Course unit title	Course unit code
Computational Intelligence and Decision Making	SISP3124

Lecturer(s)	Department where the course unit is delivered
Coordinator: prof. dr. Olga Kurasova Other:	Institute of Computer Science Faculty of Mathematics and Informatics

Cycle	Type of the course unit
1 st (BA)	Compulsory

Mode of delivery	Semester or period when the course unit is delivered	Language of instruction
Face-to-face	6th semester	Lithuanian, English

Prerequisites
Prerequisites: basic knowledge of mathematical statistics and programming skills

Number of credits allocated	Student's workload	Contact hours	Individual work
5 ECTS	130	68	62

Purpose of the course unit: programme competences to be developed
<p>To provide knowledge about computational intelligence and decision making, to develop abilities to solve various data analysis problems applying computational intelligence methods and to make the reasoned decisions when analysing results of data analysis.</p> <p>Generic competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Communication and collaboration (<i>GCI</i>). <ul style="list-style-type: none"> ◦ An ability to present, information, ideas, problems, and suggested solutions convincingly in official and second (foreign) language for specialists and non-specialists in written and verbal form (<i>GCI.1</i>). ◦ An ability to organise their own work independently (<i>GCI.3</i>). • Life-long learning (<i>GC2</i>) <ul style="list-style-type: none"> ◦ An ability independently to acquire new knowledge, methodologies, and tools and to apply them in practice (<i>GC2.3</i>) <p>Subject-specific competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge and skills of underlying conceptual basis (<i>SC4</i>). <ul style="list-style-type: none"> ◦ Knowledge and understanding of the key aspects and concepts of software engineering, including some at the forefront of the discipline, insight into possible application fields, and an awareness of the wider spectrum of the discipline (<i>SC4.1</i>). • Software development knowledge and skills (<i>SC5</i>). <ul style="list-style-type: none"> ◦ An ability to become familiar with new software engineering applications, to appreciate the extent of domain knowledge, to evaluate the complexity of the problems and the feasibility of their solution (<i>SC5.1</i>) • Technological and methodological knowledge and skills, professional competence (<i>SC6</i>) <ul style="list-style-type: none"> ◦ An ability to combine theory and practice to complete software engineering tasks from different application areas while considering the existing technical, economical and social context (<i>SC6.1</i>)

Learning outcomes of the course unit: students will be able to	Teaching and learning methods	Assessment methods
Will be able to perform a search of literature related to computational intelligence and decision making and to systematize the information found.	Lectures; Laboratory works; Individual literature reading; Individual work.	Practical tasks; their presentation and defense; Mid-term exam; Exam.
Will be able to apply the acquired knowledge on computational intelligence to solving practical data analysis problems.		
Will be able to plan the work, to work individually and in groups, when performing the practical tasks related to computational intelligence methods.		
Will be mastered mathematical structures and algorithms necessary for the investigation and application of computational intelligence techniques.		
Will be able to estimate quantitatively the effectiveness of computational intelligence methods in various application areas.		
Will be able to identify the main computational intelligence methods, to use them in solving data classification, recognition, prediction and clustering problems, and make the reasoned decisions.		

Course content: breakdown of the topics	Contact hours						Individual work: time and assignments		Assignments
	Lectures	Tutorials	Seminars	Practice	Laboratory work (LW)	Tutorial during LW	Contact hours	Individual work	
1. The main terms and concepts, related to computational intelligence and decision making. History of the artificial intelligence. Types of artificial intelligence methods. Machine learning. Relations of computational intelligence and artificial intelligence.	4				4		8	6	Individual literature search and analysis. Solving of practical classification, recognition, prediction, and clustering problems applying computational intelligence methods (task planning and performing). Preparation of the written work. Presentation of the results obtained.
2. Basics of the data analysis. Data pre-processing. Formulation of classification, recognition, prediction, and clustering problems and their solving techniques.	4				4		8	8	
3. Artificial neuron model, its relation with biological neuron. Neuron learning rules. Connection of artificial neurons to neural networks. Classification of neural networks and their training types.	4				4		8	8	
4. Single layer perceptron, its training, and application to solve simple classification problems. Selecting the initial values of weights. Activation functions. Loss functions. Training strategy. A typical example of training. Class decision boundaries. Classification accuracy	4				4		8	8	

measures. Confusion matrix. Interpretation of results.								
5. Multi-layer feed-forward neural networks, their training, and application to solve classification, recognition, and prediction problems. Definition of deep neural networks. Convolutional neural networks. Capsule neural networks. Image segmentation using neural networks. Deep neural networks for data prediction. Software libraries for implementing deep neural networks.	6				6		12	12
6. Self-organizing neural networks (maps), their training, and application to visualize and cluster data.	4				4		8	8
7. Basics of fuzzy logic and their application in decision making.	2				2		4	4
8. Peculiarities of solving of practical data analysis problems, applying computational intelligence methods.	4				4		8	8
9. Consultations during the semester							2	
10. Mid-term exam							1	
11. Exam							1	
Total	32				32		68	62

Assessment strategy	Weight %	Deadline	Assessment criteria
Practical tasks	50	During the semester (according to the timetable given at the beginning of the semester)	<p>The students must perform 5 practical tasks, present the reports, and defend them individually by answering the questions asked.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 9-10 points – the report satisfies all the necessary requirements: the report structure is clear and logical, there are all the necessary parts (work aim, tasks, description of experiments, results, conclusions), the report is properly formatted, the analysis of the results is comprehensive, the conclusions are reasoned, the student answers all questions asked. • 7-8 points – all the required parts of the report are presented (work aim, tasks, description of experiments, results, conclusions), but there are shortcomings: not all parts of the report are properly formatted, there are logical errors, the analysis of the results is not sufficiently detailed, not all the conclusions are justified, and the student does not answer all the questions asked. • 5-6 points – not all the necessary parts of the report are presented, the analysis is superficial and fragmentary, not all the conclusions are justified, there are fundamental logical errors, the student is not able to answer all the essential questions. • 1-4 points – the report is poorly structured, it has a large number of fundamental errors, the student does not answer the questions. • 0 point – the report is not presented, or it is not defended. <p>A student is considered to have completed the practical task when the report is uploaded to the system and defended.</p> <p>If the delay is 2 weeks, the grade is reduced by 2 points; if the delay is 3 weeks, the grade is reduced by 2 points. Thereafter the practical task will not be evaluated.</p>

			Practical tasks must be submitted no later than the last of the practical lecture.
Mid-term exam	20	Middle of the semester	Mid-term exam is performed after some topics. There are tested students' theoretical knowledge. The questionnaire consists of 20 open and closed-ended questions. Answers must be comprehensive and reasoned.
Exam	30	Exam session	The exam is allowed to take, if the practical tasks is assessed no less than 50% of the possible scores. The questionnaire consists of 30 open and closed-ended questions. Answers must be comprehensive and reasoned.

Author	Publi- shing year	Title	Number or volume	Publisher or URL
Required reading				
Kurasova O.	2023	Computational Intelligence and Decision Making		Virtual Learning Environment of Vilnius University https://emokymai.vu.lt
Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., Smola, A. J.	2023	Dive into deep learning. arXiv preprint arXiv: 2106.11342		http://d2l.ai/index.html
Recommended reading				
Deisenroth, M. P., Faisal, A. A., Ong, C. S.	2020	Mathematics for Machine Learning.		Cambridge University Press, https://mml-book.com
Engelbrecht A.	2007	Computational Intelligence: an Introduction		Wiley & Sons, New York
Chen Z.	1999	Computational Intelligence for Decision Support		Support RC Press
Géron A.	2017	Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow		O'Reilly Media, Inc.
Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A.	2016	Deep learning. MIT press.		https://www.deeplearningbook.org/
Kohonen, T.	2001	Self-Organizing Maps, 3rd ed. Springer Series in Information Sciences, Vol. 30.		Springer-Verlag, Heidelberg