



COURSE UNIT DESCRIPTION

Course unit title	Course unit code
Deep learning	

Lecturer(s)	Department where the course unit is delivered
Coordinator: assoc. prof. dr. Linas Petkevičius	Institute of Computer Science Faculty of Mathematics and Informatics Vilnius University
Other lecturers:	

Cycle	Type of the course unit
Second	Optional

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

Prerequisites
Prerequisites:

Number of credits allocated	Student's workload	Contact hours	Individual work
5	125	42	83

Purpose of the course unit: programme competences to be developed		
Purpose of the course unit – to acquire knowledge of regression/classification usage for complex structure data, generative models, reinforcement and deep learning. Complex data analysis, practical knowledge of machine/deep frameworks. Considered the infrastructure for work with big data, cloud computing solutions. Principles of use deep learning methods for detection and segmentation tasks. Developing teamwork skills, developing critical and analytical thinking. Generic competences: - To solve non-standard theoretical and empirical tasks creatively (GC1). - Critically analyze and properly use the scientific literature (GC2). - Use interdisciplinary knowledge (GC2) Specific competences: - Know and understand the basic principles and problems of data science at a higher level (SC5). - Evaluate the adequacy of statistical models and correct them (SC8); - Analyze large data (SC9); - Prepare initial data for research and professional use of data analysis packages (SC10);		
Learning outcomes of the course unit: students will be able to	Teaching and learning methods	Assessment methods
Develop applications using machine/deep learning paradigm, by applying open-source deep learning frameworks.	Lectures, problem-oriented teaching, case studies, information retrieval, literary reading, individual work, tutorials, laboratory work.	Written exam Laboratory works Defending team project
Design, implemented develop applied data analysis programs on complex data.		
Develop the practical knowledge how to use cloud computing infrastructure for big projects		

Develop the knowledge how to prepare technical reports, present results. Develop practical skills of statistical learning procedures (training, validation, testing), be able to use generative models.		
---	--	--

Course content: breakdown of the topics	Contact hours							Individual work: time and assignments	
	Lectures	Tutorials	Seminars	Practice	Laboratory work (LW)	Tutorial during LW	Contact hours	Individual work	Assignments
Course introduction, frameworks.	2				1		3	3	Individual literature search and analysis. Solving of practical tasks in laboratory work. For each lecture exercises from current topic is assign. Tasks involved text analysis, image recognition tasks, and structured data analysis.
Definitions form linear algebra, convolutions, kernels.	2				1		3	3	
Definitions from probability and information theory.	2				1		3	3	
Numerical computations, data flow paradigm, automatic differentiation. Parameters estimation, numerical optimization, regularization.	2				1		3	3	
Data compression, auto-encoders	2				1		3	3	
Convolutional neural network, classification	2				1		3	3	
Convolutional neural network, detection, segmentation	2				1		3	3	
First lab. assignment	0				3		3	0	
Recurrent neural networks	2				1		3	3	
Recurrent neural networks, text analysis	2				1		3	3	
Generative models, GAN	2				1		3	3	
Reinforcement learning	2				1		3	3	
Second lab. assignment	0				3		3	0	
Project presentations.	2				1		3	3	
Practical team project (during hole semester)								34	Literature and examples analysis.
Preparation for exam. Exam.								13	
Total	24				18		42	83	

Assessment strategy	Weight %	Deadline	Assessment criteria
The midterm evaluation, Laboratory assignment No. 1 & 2	50%	The midterm evaluation will be on 6th week, and the laboratory work assignments will be settle up to 8th and 12th week of the semester.	Students have to implement software and be defended of given task applying the method presented during lectures and previous laboratory work tasks. The penalty for exceeding the deadline is 0.1 points for each week exceeding the deadline. During the midterm evaluation, the student receives theoretical and practical assignments, which are solved in the respective week. Two individual assignments are reported during the semester through laboratory work. During the defense of program, the student must demonstrate the completed task, be able to answer the lecturer questions, modify his / her program during the evaluation
Defending project	20%	16th week of the semester	Practical project: the team of 2-3 students do the project; In the begin of the semester the team select publication from the given list. In hole semester team analyze the publication and applying

			to given task. Technical report up to 8 pages must be prepared. In the report defense the methodology from paper, results on new task and conclusions must be presented.
Written exam	30%		Exam can be taken only when at least one laboratory assignments defended and team project defended. Maximum 3 points can be collected, which attribute to the 30% of the final score. The exam consists of open questions and practical exercises. The subject cannot be studied externally.

Author	Publis hing year	Title	Number or volume	Publisher or URL
Required reading				
Zhang, Aston and Lipton, Zachary C. and Li, Mu and Smola, Alexander J.	2023	Dive into Deep Learning		Cambridge University Press
Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, Aaron Courville	2016	Deep learning		MIT press, 2016, ISBN: 9780262035613
Kevin P. Murphy	2012	Machine Learning: A Probabilistic Perspective		MIT press, 2012, ISBN: 978-0-262-01802-9
Sutton, Richard S., Andrew G. Barto	1998	Reinforcement learning: An introduction	Vol. 1. No. 1.	Cambridge: MIT press, 1998, ISBN: 9780262193986
Recommended reading				
T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman	2008	The Elements of Statistical Learning		Springer
David J. C. MacKay	2003	Information Theory, Inference, and Learning Algorithms		Cambridge university press, ISBN: 9780521642989



DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Giliojo mokymosi metodai	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: Linas Petkevičius	Informatikos Institutas Matematikos ir informatikos fakultetas Vilniaus universitetas
Kitas (-i):	

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) lygmuo	Dalyko (modulio) tipas
Antroji		Pasirenkamasis

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

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai:	Gretutiniai reikalavimai (jei yra):

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	125	42	83

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos

Sudėtingų struktūrų duomenų regresijos/klasifikavimo uždaviniai, generatyvinių, bei skatinamojo mokymo modelių kūrimas sistemų mokymosi, bei giliojo mokymo metodais. Pagrindiniai skatinamojo mokymo, panaudojimo principai, bei taikymai atpažinimo uždavinuose. Sudėtingų struktūrų duomenų analizė, darbo įgūdžių su sistemų mokymosi ir gilaus mokymo modeliavimo paketais įgijimas. Nagrinėjama reikalinga infrastruktūra darbui su dideliais duomenimis, debesų kompiuterijos sprendimai. Komandinio darbo įgūdžių tobulinimas, kritinio ir analitinio mąstymo vystymas.

Bendrosios kompetencijos:

- Kūrybiškai spręsti nestandartinius teorinius bei empirinius uždavinius (B1);
- Kritiškai analizuoti ir tinkamai naudoti mokslinėje literatūroje pateikiamus rezultatus (B2);
- Panaudoti tarpdisciplinines žinias (B4);

Dalykinės kompetencijos:

- Žinoti bei aukštesniame lygmenyje suvokti pagrindinius duomenų mokslo principus bei problemas (D5).
- Vertinti statistinių modelių adekvatumą bei juos tinkamai koreguoti (D8);
- Analizuoti didžiuosius duomenis (D9);
- Paruošti pradinis duomenis tyrimui ir profesionaliai naudoti duomenų analizės paketus (D10);

Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Susipažinti su sistemų mokymosi modelių projektavimo ir kūrimo principais, gebės juos taikyti naudojant atviro kodo karkasus.	Paskaitos, probleminis dėstymas, atvejų analizė, informacijos paieška, literatūros skaitymas, savarankiškas darbas, pavyzdžių analizė, konsultacijos, laboratoriniai darbai.	Egzaminas raštu Praktinių darbų vertinimas Komandinių projektų pristatymas
Gebės valdyti sistemų mokymosi programų paketus, panaudoti juos sprendžiant realius uždavinius turinčius sudėtingas duomenų struktūras.		
Gebės naudotis debesų kompiuterijos sprendimais dideliems projektams.		
Gebės rengti tyrimų ataskaitas, suprantamai pristatyti metodologijas ir rezultatus, vertinti priemonių tinkamumą. Gebės skaityti mokslinę literatūrą, skirtą didelių duomenų masyvų analizei: kritiškai vertinti pateikiamus rezultatus, praktiškai realizuoti naujai pasiūlytus modelius;		

Temos			Kontaktinio darbo valandos							Savarankiškų studijų laikas ir užduotys	
			Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
Įvadas, kurso apžvalga, naudojami karkasai.			2				1		3	3	Savarankiška literatūros paieška ir analizė. Laboratorinių darbų užsiėmimuose daromos kiekvienam užsiėmimui parengtos užduotys, iš einamos temos, žinių užtvirtinimui. Užduotys susideda iš vaizdų, teksto ir struktūrizuotų duomenų analizės.
Tiesinė algebros sąvokos, sąsukos operacijos, branduoliai.			2				1		3	3	
Tikimybių teorijos ir informacijos teorijos sąvokos.			2				1		3	3	
Skaitinis skaičiavimas, duomenų strauto skaičiavimai, automatinis diferencijavimas, parametų vertinimas, skaitinis optimizavimas, reguliarizacija.			2				1		3	3	
Duomenų kodavimas, autoenkoderių modeliai.			2				1		3	3	
Konvoliuciniai neuroniniai tinklai, klasifikavimas.			2				1		3	3	
Konvoliuciniai neuroniniai tinklai, aptikimas, segmentavimas			2				1		3	3	
Pirmas atsiskaitymas			0				3		3	0	
Rekurentiniai neuroniniai tinklai.			2				1		3	3	
Rekurentiniai neuroniniai tinklai, taikymai teksto analizėje.			2				1		3	3	
Generatyviniai modeliai.			2				1		3	3	
Skatinamasis mokymas, sąvokos.			2				1		3	3	
Antras atsiskaitymas			0				3		3	0	
Projektų pristatymas.			2				1		3	3	
Komandinė užduotis (semestro metu)										34	
Pasiruošimas egzaminui, konsultacija ir jo laikymas.										13	Literatūros studijos, pavyzdžių analizė
Iš viso			24				18		42	83	
Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai								
Pirmas atsiskaitymas rašant laboratorinį atsiskaitymą, bei pirmas ir antras laboratorinis darbas	50 %	Semestro viduryje ir pabaigoje (apie 8-a ir 15-a savaitės) Pirmas laboratorinių darbų atsiskaitymas vyks 6 savaitę. Individualios užduotys atitinkamai atsiskaitomos iki 8 ir 12 semestro savaitės	Laboratorinių užsiėmimų metu atsiskaitymų savaitę yra duodama užduotis, studentas per užsiėmimą turi parašyti programą ir ją apginti. Užduotis yra iš laboratoriniuose darbuose spęstų uždavinių. Praėjus atsiskaitymo terminui, įvertinimas mažinamas po 0,1 balo už kiekvieną vėluojamą savaitę. Tarpinio atsiskaitymo metu, studentas gauna teorines ir praktines užduotis, kurias sprendžia atitinkamos savaitės metu (1 balas). Dvi individualios užduotys atsiskaitomos semestro metu per laboratorinius darbus (2 ir 2 balas atitinkamai). Atsiskaitymo metu, studentas turi pademonstruoti atliktą užduoti, gebėti atsakyti į dėstytojo klausimus, atsiskaitymo metu pamodifikuoti savo programą.								
Projekto gynimas	20%	Semestro	Praktinis projektas: studentai yra suskirstomi į grupes po 2-3 studentus; semestro pradžioje studentų grupė iš duoto publikacijų sąrašo pasirenka								

		pabaigoje (16-a savaitė)	publikaciją. Semestro eigoje studentai išnagrinėja publikaciją jį įsisavina ir išsprendžia dėstytojo pasiūlytą problemą remiantis duota publikacija ir parašo ataskaitą (iki 8psl.). Projekto pristatymo metu pristatoma naudota metodologija, bei pristatomi tyrimo rezultatai ir išvados.
Egzaminas raštu	30 %	Pagal sesijos tvarkaraštį	Egzaminą laikyti galima, jei semestro metu buvo apgintas komandinis projektas ir atsiskaitytas bent viena individuali užduotis. Dalyvavimas egzamine privalomas. Egzamino metu galima surinkti iki 3 taškų, kurie atitinka 30% galutinio įvertinimo. Egzaminą sudaro atviri klausimai ir praktinės užduotys Dalyko studijavimas eksternu negalimas.

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privalomoji literatūra				
Zhang, Aston and Lipton, Zachary C. and Li, Mu and Smola, Alexander J.	2023	Dive into Deep Learning		Cambridge University Press
Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, Aaron Courville	2016	Deep learning		MIT press, 2016, ISBN: 9780262035613
Kevin P. Murphy	2012	Machine Learning: A Probabilistic Perspective		MIT press, 2012, ISBN: 978-0-262-01802-9
Sutton, Richard S., Andrew G. Barto	1998	Reinforcement learning: An introduction	Vol. 1. No. 1.	Cambridge: MIT press, 1998, ISBN: 9780262193986
Papildoma literatūra				
T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman	2008	The Elements of Statistical Learning		Springer
David J. C. MacKay	2003	Information Theory, Inference, and Learning Algorithms		Cambridge university press, ISBN: 9780521642989