



STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
Dirbtiniai Neuroniniai Tinklai	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: Jonas Bialopetravičius	Fizikos fakultetas

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
Pirmoji	Pasirenkamasis

Igyvendinimo forma	Vykdymo laikotarpis	Vykdymo kalba (-os)
Auditorinė	4 semestras	Lietuvių, anglų

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: Tiesinės algebros pagrindai, tikimybių teorijos pagrindai, diferencialinio skaičiavimo pagrindai	Gretutiniai reikalavimai (jei yra): Programavimo pagrindai

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	140	64	76

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
Suteikti žinių apie skirtingus dirbtinių neuroninių tinklų (DNT) modelius, įskaitant vienasluoksnius ir daugiasluoksnius perceptronus, konvoliucinius neuroninius tinklus (KNT) ir rekurentinius neuroninius tinklus (RNT). Kurso metu bus suteiktos teorinės žinios ir praktiniai įgūdžiai, leidžiantys studentui parinkti tinkamiausią sistemų mokymo (angl. machine learning) modelį sprendžiant konkrečią problemą ar užduotį, aiškiai formuluoti sprendžiamos problemos apimtį ir tikslus, apmokyti modelį šiuos tikslus pasiekti, įvertinti jo naudingumą ir pristatyti pasiektus rezultatus.		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Žinos pagrindinius DNT tipus, mokės parinkti tinkamą modelį problemai spręsti ir pritaikyti jį naudojant laisvos prieigos įrankius.	Paskaitos, laboratoriniai darbai, savarankiškas darbas, konsultacijos.	Egzaminas raštu, laboratoriniai darbai, individualus projektas.
Igis sistemų mokymo modelių apmokymo ir validavimo pagrindus bei žinos kaip vertinti šių modelių naudingumą.		
Gebės pristatyti sistemų mokymu paremto projekto metodologiją ir rezultatus.		
Gebės kurti ir modifikuoti naujus, bei plėtoti jau apmokytus, DNT modelius.		
Gebės parengti duomenis naudojimui DNT mokyme ir validavime.		

Temos	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiškų studijų laikas ir užduotys
-------	----------------------------	---

	Paskaitos	Konsultacijos	Seminariai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. Kurso įžanga Kurso struktūra, užduotys ir vertinimo metodika. Įvadas į dirbtinį intelektą, sistemų mokymą ir dirbtinius neuroninius tinklus.	2				2		4	4	Literatūra ir užduotys. Kiekvienam studentui padedama suformuluoti individualaus projekto apimtį ir tikslus. Pristatoma ir paaiškinama optimizacijos užduotis.
2. Python pagrindai Programavimo Python kalba pagrindai, tiesinės algebros ir matematinių paketų naudojimas (numpy, scipy), sistemų mokymo karkasų naudojimas (tensorflow, keras).	2				2		4	4	
3. Sistemų mokymo problemų sprendimas Tiesiniai klasifikatoriai. Duomenimis paremti eksperimentai. Modelių mokymas ir validavimas. Duomenų paruošimas ir vizualizacija.	2				2		4	4	
4. Vienasluoksnis perceptronas Šaknys ir įkvėpimas, tikslo funkcijos, gradientinio nusileidimo metodai.	2				2		4	4	
6. Daugiasluoksniai neuroniniai tinklai Optimizacija, regularizacija, atgalinio skleidimo (angl. backpropagation) algoritmas.	2				2		4	4	
5. Optimizacijos metodai Pagreičio ir adaptyvūs metodai, rezultatai praktikoje, hiperparametrų derinimas.	2				2		4	4	
7. Konvoliucinių neuroninių tinklų įvadas Kompiuterių regos problematika, įvadas į KNT modelius, pagrindinės KNT sudedamosios dalys.	2				2		4	4	
8. Konvoliucinių neuroninių tinklų architektūros Pagrindinės KNT architektūros, naudojimas jau apmokytais modeliais.	2				2		4	4	
9. Kompiuterių regos problemų sprendimas Kompiuterių regos užduočių specifika ir metodai. Augmentacijų naudojimas ir rezultatų analizė.	2				2		4	4	
10. Objektų paieška Objektų pozicijų nustatymo nuotraukose naudojant KNT pagrindiniai principai.	2				2		4	4	
11. Segmentacija Objektų atskyrimas nuo fono, U-net segmentacijos modeliai, semantinė segmentacija.	2				2		4	4	
12. Rekurentinių neuroninių tinklų įvadas Paprasti RNT modeliai, jų mokymas.	2				2		4	4	
13. Pažangesni rekurentinių neuroninių tinklų modeliai Modeliai su atmintimi, ilgos trumposios-atminties (angl. long short-term memory) tinklai, modeliai su dėmesio mechanizmais.	2				2		4	4	Literatūra.
14. Reprezentacijų mokymas Mažo duomenų kiekio atvejai, single-shot mokymasis, veidų atpažinimas.	2				2		4	4	
15. Skirtingų tipų modelių kombinavimas KNT ir RNT modelių apjungimas, naujausi tyrimų rezultatai ir praktinės problemos.	2				2		4	4	Literatūra. Optimizacijos užduoties pabaiga (iki savaitės galo).
16. Individualių projektų pristatymas	2				2		4	4	Individualaus projekto

									pristatymas.
17. Egzaminas raštu Pasiruošimas ir konsultacijos egzaminui, egzamino laikymas.								12	
Iš viso	32				32		64	76	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Laboratoriniai darbai	30	2-13 semestro savaitės	Kiekvieną savaitę, iki 12-tos semestro savaitės imtinai, namų darbams duodama smulki užduotis. Ji yra 1) programavimo arba 2) tiriamojo pobūdžio. Užduotis formuluojama su konkrečiu tikslu, kuris turi būti pasiektas. Kitos savaitės laboratorinių darbų metu studentas arba 1) pristato kodą ir jo rezultatus kurso koordinatoriui arba 2) pristato atlikto tyrimo rezultatus koordinatoriui ir kitiems studentams. Iš viso duodama 12 tokių užduočių. Iš kiekvienos jų galima gauti ne daugiau 0,25 balų, sumoje per visas užduotis surenkant 3 balus. Kiek balų gaunama už užduoties atlikimą priklauso nuo to ar 1) buvo pasiektas užduoties tikslas, 2) rezultatams pasiekti naudota pagrįsta metodologija ir 3) rezultatai pateikti ir pristatyti aiškiai.
Individualaus projekto pristatymas	40	16-a semestro savaitė	Kurso metu studentas suformuluoja tiriamojo pobūdžio projekto užduotį, kurią turi patvirtinti koordinatorius. Tam atlikti duodama iki 13 semestro savaitės (imtinai). Projektas turi susidėti iš 1) tikslo (pvz. eliptinių ir spiralinių galaktikų atskyrimas su >90% tikslumu), 2) naudojamų duomenų (pvz. „galaxy zoo“ duomenys) ir 3) metodologijos (pvz. konvoliuciniai neuroniniai tinklai). Šio projekto atsiskaitymas susideda iš dviejų dalių: 1) kodo pridavimo, kuriuo buvo implementuota duomenų analizė, modelio mokymas ir rezultatų analizė, ir 2) pristatymo detalizuojančio naudotus metodus ir pasiektus rezultatus. Šis pristatymas atliekamas 16 semestro savaitę prieš koordinatorių ir kitus studentus. Už projektą galima gauti iki 4 balų. Kiek balų gaunama už projektą priklauso nuo to 1) kaip nuodugniai ištyrinėta iškelta užduotis, 2) kaip gerai suprantami naudoti metodai ir jų praktiniai niuansai ir 3) kaip aiškiai pateikti ir pristatyti rezultatai.
Egzaminas raštu	40	Pagal sesijos tvarkaraštį	Egzaminas raštu susideda iš 20 atvirų ir uždarų klausimų bei užduočių. Kiekvienas klausimas ar užduotis verti tarp 0,1 ir 0,5 balų priklausomai nuo sudėtingumo. Klausimai ir užduotys traukiami iš temų aptartų paskaitų metu. Egzamino metu galima surinkti iki 4 balų.
Optimizacijos užduotis (neprivaloma)	30	15-a semestro savaitė	Kurso pradžioje studentams yra pristatoma klasifikacijos užduotis, kuri susideda iš duomenų bazės, vertinimui naudojamos metrikos (tikslumo) ir mažiausios reikalaujamos tikslumo vertės kurią reikia pasiekti. Savarankiško darbo metu studentai moko dirbtinių neuroninių tinklų modelius ir pateikia jų išvestį (duomenų klasifikavimo rezultatus) koordinatoriui. Jeigu studentas mano, kad pasiekė geresnį tikslumą, negu anksčiau, jis bet kada gali pateikti atnaujintą išvestį, tačiau tai atlikti galima ne dažniau negu 3 kartus per savaitę. Kurso metu studentai yra ranguojami pagal jų pasiektą tikslumą ir suskirstomi į tris grupes: aukso, sidabro ir bronzos. Į aukso kategoriją patenka apie 20% studentų, į sidabro apie 40% ir į bronzos taip pat apie 40%. Tikslūs vietų skaičiai kiekvienoje kategorijoje paskelbiami kurso pradžioje. Kurso pabaigoje aukso kategorijoje esantys studentai gauna 3 balus, sidabro 2 balus, o bronzos 1 balą. Jeigu studento pasiektas tikslumas nėra didesnis negu kurso pradžioje paskelbta minimali vertė, tuomet duodama 0 balų. Tam, kad taškai būtų įskaityti studentas turi

			pateikti kodą naudotą išvesčiai gauti ne vėliau nei 15-tą semestro savaitę. Pasibaigus 15-tai semestro savaitei daugiau DNT išvesčių pateikinti nebegalima.
--	--	--	---

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda
Privaloma literatūra				
Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville	2016	Deep learning		MIT press, ISBN: 9780262035613, https://www.deeplearningbook.org/
Papildoma literatūra				
Simon O. Haykin	2008	Neural Networks and Learning Machines	3rd edition	Pearson, ISBN: 0131471392
Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman	2016	The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction	2nd edition	Springer, ISBN: 0387848576
An introduction to Neural Networks	1996		8th edition	The University Of Amsterdam, https://www.infor.uva.es/~teodoro/neuro-intro.pdf