



**Vilniaus
universitetas**

Veiklos ataskaita

Kasos vėžio segmentavimas taikant pusiau prižiūrimo mašininio mokymo metodus

Doktorantūros pradžios/pabaigos metai: 2023-2027

Studijų metai: 2023/2024 antras pusmetis

Doktorantė: Aušra Šubonienė

Vadovė: Prof. dr. Olga Kurasova

Studijų planas ir jo vykdymo suvestinė

Studijų metai	Egzaminai	
	Planas	Įvykdyta
I (2023/2024) 1 pusmetis	2	1
I (2023/2024) 2 pusmetis	2	2
II (2024/2025)	0	0
III (2025/2026)	0	0
IV (2026/2027)	0	0
Iš viso:	4	3

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citavimo rodikliu			Be citavimo rodiklio		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2023/2024)			1	2						
II (2024/2025)								1		
III (2025/2026)	1				1					
IV (2026/2027)	1				1					
Iš viso:	2		1	2	2			1		

Ataskaitinio pusmečio darbo planas ir jo vykdymo suvestinė

Egzaminai 2023/2024 (II pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Būklė
Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika	2024 m. birželio 24 d.	Išlaikyta
Gilieji neuroniniai tinklai	2024 m. birželio 11 d.	Išlaikyta

Bendrieji gebėjimai 2023/2024 (II pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Būklė
-	2024 m. birželio 21 d. 2nd Vilnius University Multidisciplinary Doctoral Summer School “Scientific writing and publishing” (1 ECTS) “Entrepreneurship workshop for junior researchers (2 ECTS)	Išlaikyta

Ataskaitinio pusmečio darbo planas ir jo vykdymo suvestinė

Dalyvavimas konferencijose 2023/2024 (II pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
-	-	-

Publikacijos 2023/2024 (II pusmetis)			
Planas	Įvykdyta	Būklė	Publikacijos tipas
-	-	-	-

Disertacijos rengimo etapai (šių metų)

Darbo pavadinimas		Atlikimo terminai	Pastabos
1.	Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):		
	1.1. Disertacijos tyrimo objekto detalizavimas	2023 m. IV ketvirtis - 2024 m. I ketvirtis	Suformuluotas tyrimo objektas
	1.2. Atlikti pusiau prižiūrimo mokymosi metodų kasos vėžio semantiniam segmentavimui analitinę apžvalgą.	2023 m. IV ketvirtis - 2024 m. III ketvirtis	Atlikta pradinė literatūros analizė, kuri doktorantūros metu bus pildoma.
	1.3. Nustatyti (identifikuoti) mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su kasos vėžio semantiniu segmentavimu	2023 m. IV ketvirtis - 2024 m. III ketvirtis	Nustatytos mokslinės problemos
	1.4. Tyrimo tikslo suformavimas	2023 m. IV ketvirtis - 2024 m. III ketvirtis	Suformuluotas tyrimo tikslas

Tyrimo objektas

Pusiau prižiūrimo mašininio mokymosi metodai medicininių struktūrų segmentavimui.

Tikslas

Sukurti pusiau prižiūrimo mašininio mokymosi metodą, skirtą anatominių struktūrų segmentacijai radiologiniuose vaizduose.

Uždaviniai

1. Iširti modernius pusiau prižiūrimo mokymosi metodus, naudojamus medicininių vaizdų segmentavimui.
2. Surinkti duomenis, skirtus pusiau prižiūrimo mokymosi metodų, atliekančių anatominių struktūrų segmentaciją radiologiniuose vaizduose, vertinimui.
3. Pasiūlyti pusiau prižiūrimo mokymosi metodą, tinkamą tiksliam medicininių vaizdų segmentavimui.
4. Atlikti eksperimentinius tyrimus ir įvertinti pasiūlytą metodą naudojant surinktą duomenų rinkinį.

Per pusmetį gauti rezultatai 1

Atlikta literatūros apžvalga, kuri ateityje bus papildoma naujais straipsniais. Atliekant literatūros apžvalgą išskirtos dažniausiai vėžio segmentavimui naudojamų metodų grupės:

- semantinė segmentacija naudojant U-Net neuroninio tinklo modifikacijas,
- studento-mokytojo metodas naudojant V-Net neuroninį tinklą,
- generatyviniai modeliai,
- modeliai, apjungiantys grafus bei U-Net neuroninius tinklus,
- reguliarizacijos taikymo metodai.

Per pusmetį gauti rezultatai 2

Naudojant Ray Tune ASHA scheduler buvo atlikta geriausios UNet neuroninio tinklo architektūros paieška, rasti geriausi hiperparametrai ir neuroninio tinklo architektūra:

Ateityje reikėtų daugiau dėmesio skirti ne tolimesnei išsamesnei neuroninio tinklo architektūros paieškai, bet geresniam duomenų paruošimui bei neuroninius tinklus naudojančio sudėtinio metodo kūrimui.

Geriausi hiperparametrai ir neuroninio tinklo architektūra:

- Mokymosi žingsnis: 0.000631
- Duomenų dydis (angl. batch size): 16
- Svorių nykimas: 0.000828
- Blokų skaičius: 4
- Pradinio požymių žemėlapio dydis: 16
- Dropout po kiekvieno bloko: 1
- Dropout po kiekvieno bloko tikimybė: 0.00027
- Dropout paskutiniame sluoksnyje: 1
- Dropout paskutiniame sluoksnyje tikimybė: 0.010163

Modelis	Vidutinis Dice (95% PI)	Sveikos kasos Dice (95% PI)	Vėžio Dice (95% PI)	Vėžio Dice tik vėžio vaizdams (95% PI)
Prieš NAS	0.484 [0.441;0.528]	0.473 [0.405;0.541]	0.526 [0.437;0.616]	0.208 [0.093;0.324]
Po NAS	0.703 [0.658;0.747]	0.734 [0.686;0.782]	0.618 [0.589;0.647]	0.277 [0.237;0.318]

1 lentelė. Kasos ir vėžio segmentavimo rezultatai prieš neuroninio tinklo architektūros paiešką ir po jos. Rezultatai pateikiami kartu su 95% pasikliautiniais intervalais

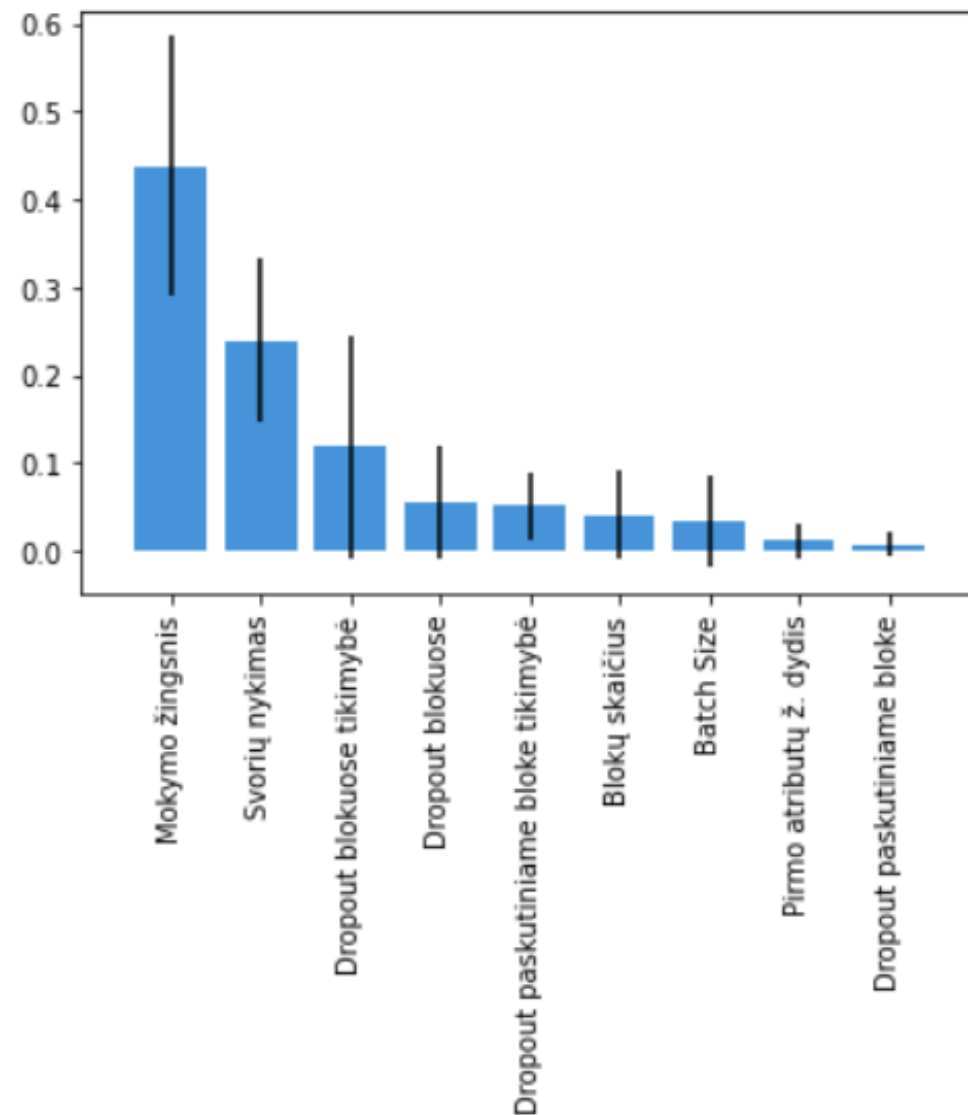
Per pusmetį gauti rezultatai 3

Siekiant ištirti, kurie iš šių pasirinkimų turėjo didžiausią įtaką galutinei nuostolių funkcijos reikšmei, buvo sudarytas atsitiktinio miško modelis iš 100 medžių nuostolių funkcijos reikšmei prognozuoti.

Gauti atributų svarbumo vertinimai, pateikti lentelėje apačioje, buvo pavaizduoti grafiškai. Stulpelių reikšmių standartiniai nuokrypiai šiame grafike buvo paskaičiuoti naudojant atsitiktinį mišką sudarančių medžių prognozes.

Savybė	Svarba
Mokymosi žingsnis	0.4376
Svorių nykimas	0.2403
Dropout po kiekvieno bloko tikimybė	0.1190
Dropout po kiekvieno bloko	0.0561
Dropout paskutiniame sluoksnyje tikimybė	0.0513
Blokų skaičius	0.0413
Duomenų dydis (angl. batch size)	0.0339
Pradinio požymių žemėlapių dydis	0.0123
Dropout paskutiniame sluoksnyje	0.0081

2 lentelė. Svarbiausi atributai prognozuojant nuostolių funkcijos reikšmę naudojant atsitiktinio miško modelį

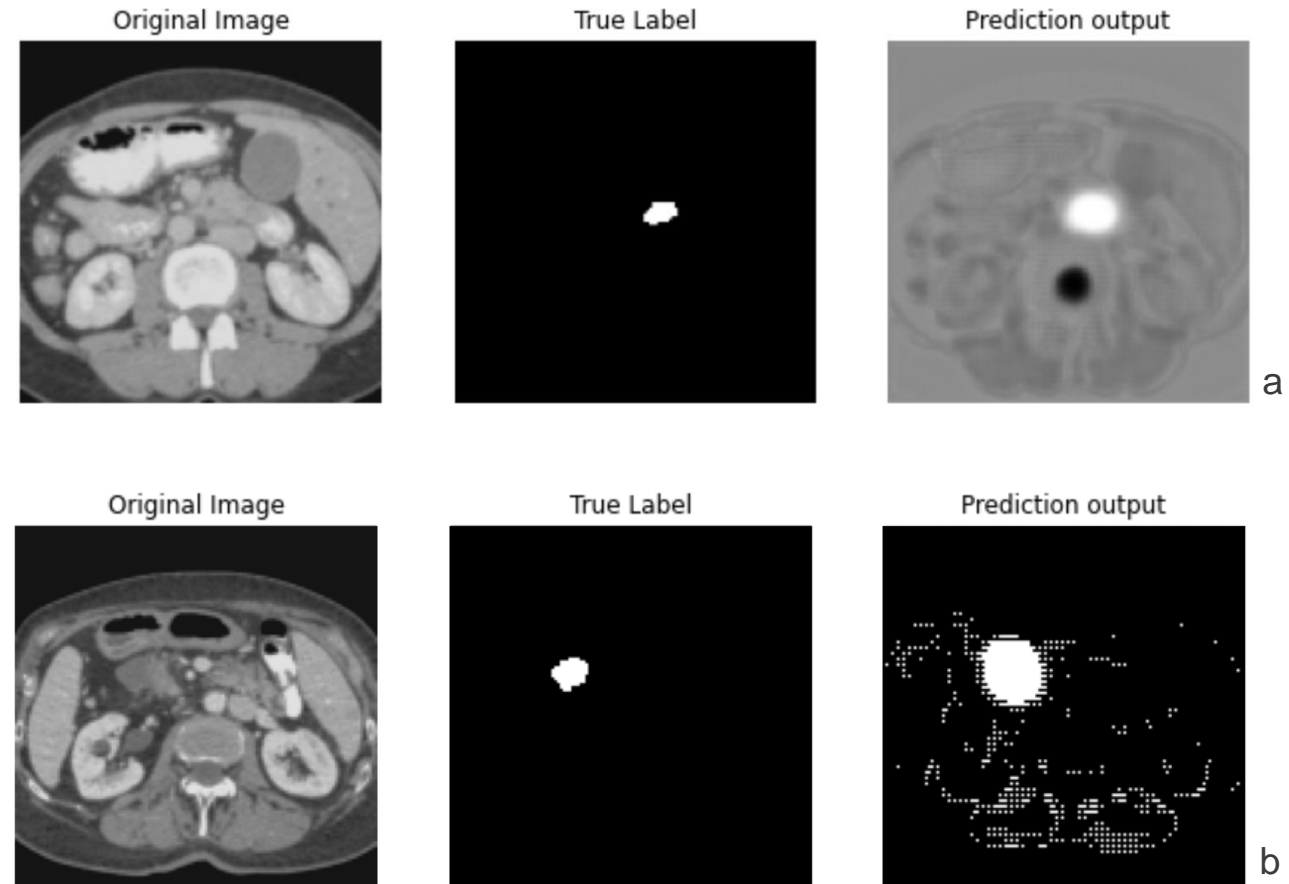


Pav. 1. Grafinis svarbiausių atributų prognozuojant nuostolių funkcijos reikšmę naudojant atsitiktinio miško modelį vaizdavimas

Per pusmetį gauti rezultatai 4

Ištirtas vidurkio mokytojo (modifikuotas studento-
mokytojo) metodas kasos vėžio segmentavimui.
Segmentavimui naudotas U-Net neuroninis tinklas.

- a Nuostolių funkcija: Dice labeled + Dice
consistency
Dice koeficientas: 0.264
Consistency loss: 0.999
- b Nuostolių funkcija: Dice labeled + Dice
consistency + Binarinė kryžminė entropija
Dice koeficientas: 0.340
Consistency loss: 0.6563



Pav. 3. Segmentavimo rezultatų iliustracija. a- mokymui naudojant tik Dice nuostolių funkciją, b- mokymui naudojant ir binarinę kryžminę entropiją.

Per pusmetį gauti rezultatai 5

Siekiant išspręsti netolygų nuostolių funkcijos sudedamųjų dalių mažėjimą, buvo identifikuoti galimi nuostolių funkcijos atnaujinimo būdai:

- Svoriai: $loss = \alpha \cdot consistency_loss + \beta \cdot labeled_loss$
- Atskiri klaidos sklidimo atgal skaičiavimai prieš optimizatoriaus žingsnį.
- Gradientų normalizavimas: Atskirų nuostolių funkcijų gradientų normalizavimas prieš juos sudedant. Tai gali sumažinti vienos nuostolių funkcijos dominavimą dėl didesnių gradientų.
- Atskirų optimizatorių naudojimas.
- Mokymas, kuomet sudėtinės nuostolių funkcijos dalys atnaujinamas kas antros iteracijos metu.

Nuostolių funkcijos atnaujinimas	Consistency Dice	Labeled Dice
Be daugiklių	0.990	0.002
Su daugikliu: alpha=2	0.957	0.003
Dice + MSE	0.191	0.443
Dice + BCE	0.507	0.011
Atskiri klaidos sklidimo atgal skaičiavimai prieš optimizatoriaus žingsnį	0.443e-10	0.136

3 lentelė. Kasos ir vėžio segmentavimo rezultatai naudojant įvairius nuostolių funkcijos atnaujinimo metodus.

Kito pusmečio darbo planas

- Planuojama išlaikyti egzaminą “Patologijos informatika ir dirbtinio intelekto sistemos”.
- Gerinti literatūros apžvalgą ją papildant naujausiais publikuotais metodais.
- Pagal parengtą analitinę literatūros apžvalgą paruošti ir įteikti publikaciją.
- Toliau tirti kasos vėžio segmentavimą taikant pusiau prižiūrimo mokymosi metodus, patikslinti tyrimo sprendžiamus uždavinius, sudaryti tyrimo metodiką bei iširti metodus, naudojamus vėžio segmentavimui radiologiniuose vaizduose:
 - Iš analitinės apžvalgos išrinkti perspektyviausius ir naujausius metodus (NoTeacher, Student-Teacher, nnU-Net ir kitus), ir atlikti eksperimentus su kuriu duomenų rinkiniu.
 - Iširti generatyviniais neuroniniais tinklais paremtą metodo pritaikymą kasos vėžio segmentacijai.



**Vilniaus
universitetas**

Ačiū už dėmesį