



**Vilnius
University**

Skaitmeninių signalų tyrimas ir modeliavimas audinio vėžinėms zonoms aptikti skirtinguose MRI modalumuose.

Doktorantas: Aleksas Vaitulevičius

Vadovas: Doc. dr. Povilas Treigys

Mokslo kryptis: N009 Informatika

Studijų laikotarpis: 2021 – 2025 m.

Studijų metai: 2022/2023

- Tyrimo objektas ir tikslas
- Tyrimo uždaviniai
- Visų studijų planas ir jo vykdymo suvestinė
- Ataskaitinių metų darbo planas ir jo įvykdymas
- Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai
- Gauti moksliniai rezultatai
- Kito pusmečio darbo planas

- **Objektas:**
 - Magnetinio rezonanso tomografijos (angl. Magnetic Resonance Imaging MRI) T2W (angl. T2-weighted), ADC (angl. apparent diffusion coefficients) ir DWI (angl. diffusion weighted images) modalumo nuotraukos.
 - Mašininio mokymosi algoritmai vėžinėms zonoms aptikti prostatoje.
- **Tikslas:** Nustatyti vėžinės zonos aptikimo galimybes naudojantis mašininio mokymosi metodais.

- Atlikti literatūros apžvalgą. Šioje apžvalgoje apžvelgti straipsnius, kuriuose yra tiriami vėžinių zonų prostatoje aptikimo metodai arba tarpiniai uždaviniai skirti vėžinių zonų aptikimui. Apžvelgiami straipsniai kuriuose pateikiami tyrimai naudoja T2W, ADC ir/arba DWI MRI modalumus.
- Sukurti naują arba modifikuoti esamą veiksmų seką, kuri, naudodama mašininio mokymosi metodus, aptiktų vėžines zonas prostatoje.
- Empiriniais eksperimentais nustatyti sukurtos/modifikuotos veiksmų sekos parametrus, su kuriais yra pasiekiami aukščiausi tikslumo matai.
- Empiriniais eksperimentais palyginti sukurtos/modifikuotos veiksmų seką su kitais metodais, skirtais vėžinėms zonoms aptikti prostatoje.

Visų studijų planas ir jo vykdymo suvestinė

Studijų metai	Egzaminai		Dalyvavimas konferencijose		Publikacijos		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2021/2022)	2	2		1			
II (2022/2023)	2	2	1				
III (2023/2024)			1		1		
IV (2024/2025)			1		1		
Iš viso:	4	4	3	1	2		

Ataskaitinių metų darbo planas ir jo įvykdymas

Egzaminai

Planas	Įvykdyta	Būklė
Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai	Egzamino pavadinimas: Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai Data: 2023-01-24	Išlaikytas
Statistinis modeliavimas ir stochastinis optimizavimas	Egzamino pavadinimas: Statistinis modeliavimas ir stochastinis optimizavimas Data: 2023-03-03	Išlaikytas

Ataskaitinių metų darbo planas ir jo įvykdymas

Dalyvavimas konferencijose		
Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas

Publikacijos			
Planas	Įvykdyta	Būklė	Publikacijos tipas

Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Vilnius
University

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai
1. Tyrimo metodikos sudarymas: 1.1 Kyšančių problemų ir tikslo suformulavimas būsimiems eksperimentiniams ir analitiniams tyrimams. 1.2 Uždavinių skirtų nustatytoms problemoms spręsti aprašymas. 1.3 Tinkamos tyrimo metodikos parinkimas iškeltiems uždaviniams spręsti. 1.4 Teorinio ir empirinio tyrimų suplanavimas pagal pasirinktą metodiką.	2022 m. spalio – 2022 m. lapkritis
Teorinis tyrimas: 2.1. Vaizdų analizės algoritmų taikymo prostatos magnetinio rezonanso vaizdų analizei tyrimas atsižvelgiant į skirtingus MRI modalumus; 2.2. Metodų skirtų prostatos vėžio aptikimui magnetinio rezonanso vaizduose analizė ir vertinimas susiejant šiuos su histologijos rezultatais.	2022m. lapkritis – 2023 m. rugsėjis

Šio pusmečio moksliniai rezultatai

- Pradėta literatūros apžvalga:
 - Modalumai: T2-Weighted, Diffusion Weighted Imaging (DWI), Apparent Diffusion Coefficients (ADC)
 - Uždaviniai: vėžinės zonos aptikimas, prostatos segmentavimas į zonas,
 - Metodai: mašininis mokymasis, radiomika, ...

Šio pusmečio moksliniai rezultatai

Atrinkta 16 straipsnių: iš kurių:

- 6 straipsniai pateikia tyrimus skirtus nustatyti prostatos vėžinių zonų aptikimo galimybes naudojantis T2W, DWI ir/arba ADC modalumais.
- 1 straipsnis pateikia tyrimus skirtus nustatyti prostatos vėžio išplitimą už prostatos ribų aptikimo galimybes naudojantis T2W ir ADC modalumais.
- 1 straipsnis pateikia tyrimus skirtus nustatyti galimybes semi automatizuoti prostatos kaukių kūrimą naudojantis T2W, DWI ir ADC modalumais.
- 1 straipsnis pateikia tyrimus skirtus nustatyti prostatos vėžinių zonų aptikimo periferinėje zonoje galimybes naudojantis DCE, T2W ir DWI modalumais.
- 2 straipsniai pateikia tyrimus skirtus nustatyti prostatos vėžinių zonų aptikimo galimybes naudojantis multiparametriniais MRI modalumais kartu su papildomais modalumais. Vienas su pozitronų emisijos tomografu (PET) ir kitas su ultragarsu.
- 1 straipsnis pateikia naujausias globalias įvairių tipų vėžių statistikas.
- 4 straipsniai pateikia tyrimus apie prostatos aptikimo galimybes naudojantis T2W ir/arba ADC modalumais.

Šio pusmečio moksliniai rezultatai

Vėžinių zonų aptikimas:

- U-Net modifikacijos
- T2W ir (ADC arba DWI)

Mehralivand, Sherif, Dong Yang, Stephanie A. Harmon, Daguang Xu, Ziyue Xu, Holger Roth, Samira Masoudi et al. "Deep learning-based artificial intelligence for prostate cancer detection at biparametric MRI." *Abdominal Radiology* 47, no. 4 (2022): 1425-1434:

- 3D Unet vs AH-Net
- T2W ir DWI

NN model	Test set	DICE
AHNet	Training	0.403
	Validation	0.307
UNet	Training	0.372
	Validation	0.287

Šio pusmečio moksliniai rezultatai

Prostatos segmentavimas į zonas (PZ, TZ, CZ, PR):

- U-Net modifikacijos
- T2W
- Aldo, Nader, Federico Biavati, Florian Michallek, Sebastian Stober, and Marc Dewey. "Automatic prostate and prostate zones segmentation of magnetic resonance images using DenseNet-like U-net." Scientific reports 10, no. 1 (2020): 1-17:
- U-Net vs Dense U-Net, T2W
- mean Dice score, median Dice scores, mean relative absolute volume difference (MRAVD), mean Hausdorff distance (MHD)

Network	MDS%	CI 95%	StD(%)	MeDS(%)	MRAVD(%)	MHD (mm)
Classical U-net (PR)	89.2	± 0.8	± 3	88.7	44.3	11.7
Dense-2 U-net (PR)	91.2	± 0.8	± 3	90.3	36.1	11.6
Classical U-net (CZ)	87.4	± 1.4	± 5	86.1	15.8	7.5
Dense-2 U-net (CZ)	89.2	± 0.8	± 3	88.1	9.6	7.1
Classical U-net (PZ)	74.0	± 2	± 7	75.0	21.0	8.8
Dense-2 U-net (PZ)	76.4	± 2	± 7	77.2	17.2	9.9

Kito pusmečio darbo planas

- Pabaigti literatūros apžvalga.
- Sukurti naują arba modifikuoti esamą veiksmų seką, kuri, naudodama mašininio mokymosi metodus, aptiktų vėžines zonas prostatoje.
- Sudalyvauti bent vienoje tarptautinėje konferencijoje pristatant disertacijos teorinio tyrimo rezultatus.