



# Mašininio mokymosi ir funkcinių duomenų analizės metodų vystymas prostatos daugiafunkcinių MRT vaizdų analizėje

Doktorantas: Roman Surkant

Vadovas: Dr. Jolita Bernatavičienė

Mokslo kryptis: N009 Informatika

Studijų laikotarpis: 2022–2026 m.

Studijų metai: 2023/2024



# Tyrimo objektas, tikslas

- Tyrimo objektas: magnetinio rezonanso tomografijos dinaminio kontrasto sustiprinimo (MRI Dynamic Contrast Enhancement) vaizdų sekos
- Tyrimo tikslas: nustatyti vėžinės zonos aptikimo galimybes naudojantis mašininio mokymosi ir funkcinių duomenų analizės metodais.



# Tyrimo uždaviniai

- Atlikti mašininio mokymosi ir funkcinių duomenų analizės analitinę apžvalgą
- Identifikuoti mokslines problemas, aktualias šitam tyrimui
- Sukurti naują arba patobulinti esamus vėžio aptikimo prostatoje metodus, kuriuose taikoma MRI dinaminio kontrasto sustiprinimo vaizdų analizė

# Visų studijų planas ir jo vykdymo suvestinė

Studijų metai	Egzaminai	
	Planas	Įvykdyta
I (2022/2023)	2	2
II (2023/2024)	2	1
III (2024/2025)		
IV (2025/2026)		
Iš viso:	4	3

Bendrųjų gebėjimų ugdymas (3 iš 3 ECTS):

- Vasaros mokykla „Vilnius University Multidisciplinary Doctoral Summer School“ (3 ECTS)

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu			Be citav. rodiklio		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2022/2023)				1						
II (2023/2024)		1	1	1					1	Priimta
III (2024/2025)	1				1					
IV (2025/2026)	1				2					
Iš viso:										

# Ataskaitinių metų darbo planas ir jo įvykdymas

Egzaminai 2023/2024 (I pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Būklė
Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai	Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai Data: 2023-01-24	Išlaikytas

Dalyvavimas konferencijose 2023/2024 (I pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB) 2023. 2023.11.08-11. Bukareštas, Rumunija	Roman Surkant, Jolita Bernatavičienė, Ieva Naruševičiūtė, Mantas Trakymas, Povilas Treigys. Time-signal curve evaluation from dynamic contrast-enhanced MRI for prostate cancer detection. EHB 2023.	Tarptautinė
Dirbtinio intelekto technologijos medicinoje: tyrimai ir diagnostika. Lietuvos dirbtinio intelekto asociacija, Lietuvos mokslų akademija. 2023.10.20. Vilnius, Lietuva	Roman Surkant, Jolita Bernatavičienė, Ieva Naruševičiūtė, Mantas Trakymas, Povilas Treigys. MRT dinaminio kontrasto sustiprinimo laiko-signalų kreivių įvertinimas prostatos vėžio aptikimui.	Nacionalinė

# Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

	Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
1.	<p><b>Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):</b></p> <p>1.1. Disertacijos tyrimo objekto detalizavimas.</p> <p>1.2. Atlikti giliojo mokymosi metodų taikymo prostatos vėžio identifikavimui mpMRT vaizduose analitinę apžvalgą.</p> <p>1.3. Nustatyti (identifikuoti) mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su prostatos vėžio identifikavimu mpMRT vaizduose taikant giliojo mokymosi metodus.</p> <p>1.4. Tyrimo tikslo suformavimas.</p>	2022 m. spalio mėn. – 2023 m. rugsėjo mėn.	<p>Tyrimo objektas detalizuotas</p> <p>Parengta dalis mokslinės literatūros apžvalgos</p> <p>Atlikta mokslinės problemos/uždavinio duomenų analizė</p> <p>Tyrimos tikslas suformuotas</p>
2.	<p>Mokslinio tyrimo vykdymas:</p> <p><b>2.1. Tyrimo metodikos sudarymas:</b></p> <p>2.1.1. Tyrimo metodikos iškeltiems uždaviniams spręsti parinkimas;</p> <p>2.1.2. Teorinio ir empirinio tyrimų suplanavimas pagal pasirinktą metodiką.</p>	2023 m. spalio mėn.	<p>Pasirinkta metodika (mašininis mokymasis ir funkcinė duomenų analizė)</p> <p>Pratęsta mokslinės problemos/uždavinio</p>

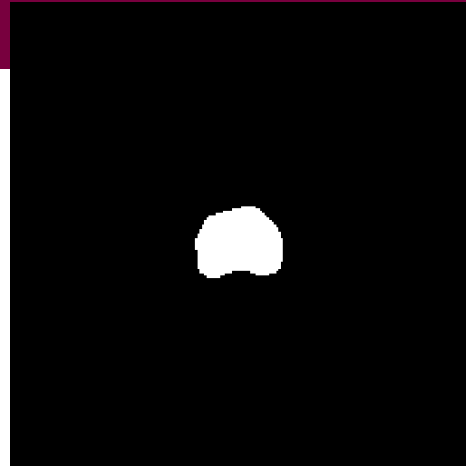
# Duomenys

Yra 5 duomenų šaltiniai:

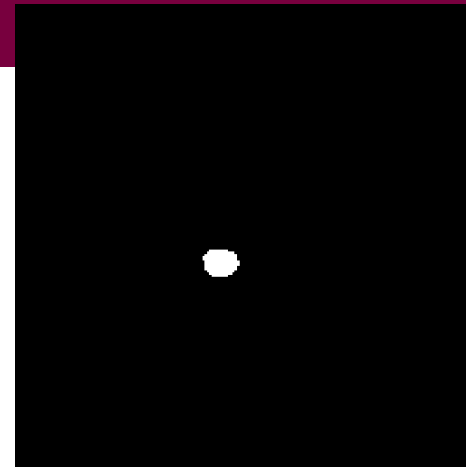
1. Prostatos regiono kaukės
2. Vėžio regiono kaukės
3. Biopsijos kaukės ir tipas
4. DCE MRI
5. Prostatos zonų kaukės

Prostatos ir vėžio kaukės rankiniu būdu apibėžtos radiologų.

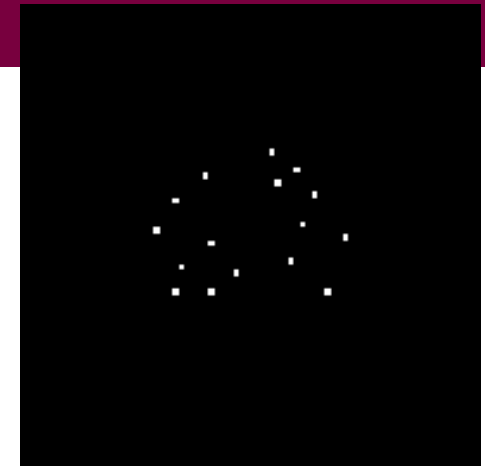
Biopsijos klasės: piktybinė („malignant“), nenustatyta („undetermined“), gerybinė („benign“)



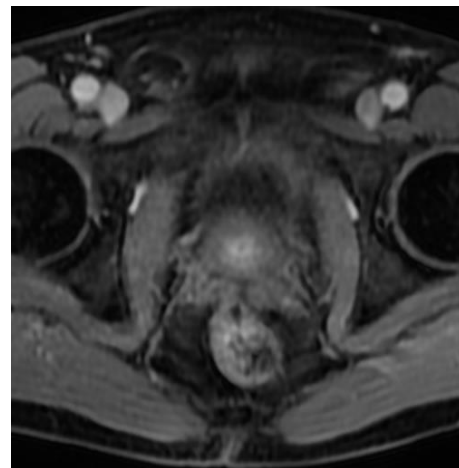
(1) Prostatos regionas



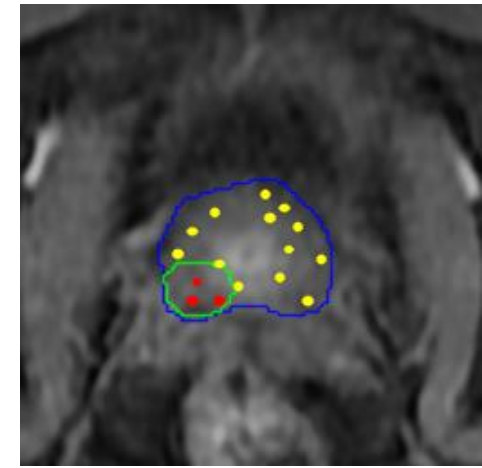
(2) Vėžio regionas



(3) Biopsijos (priartinta)



(4) DCE MRI



Viskas kartu

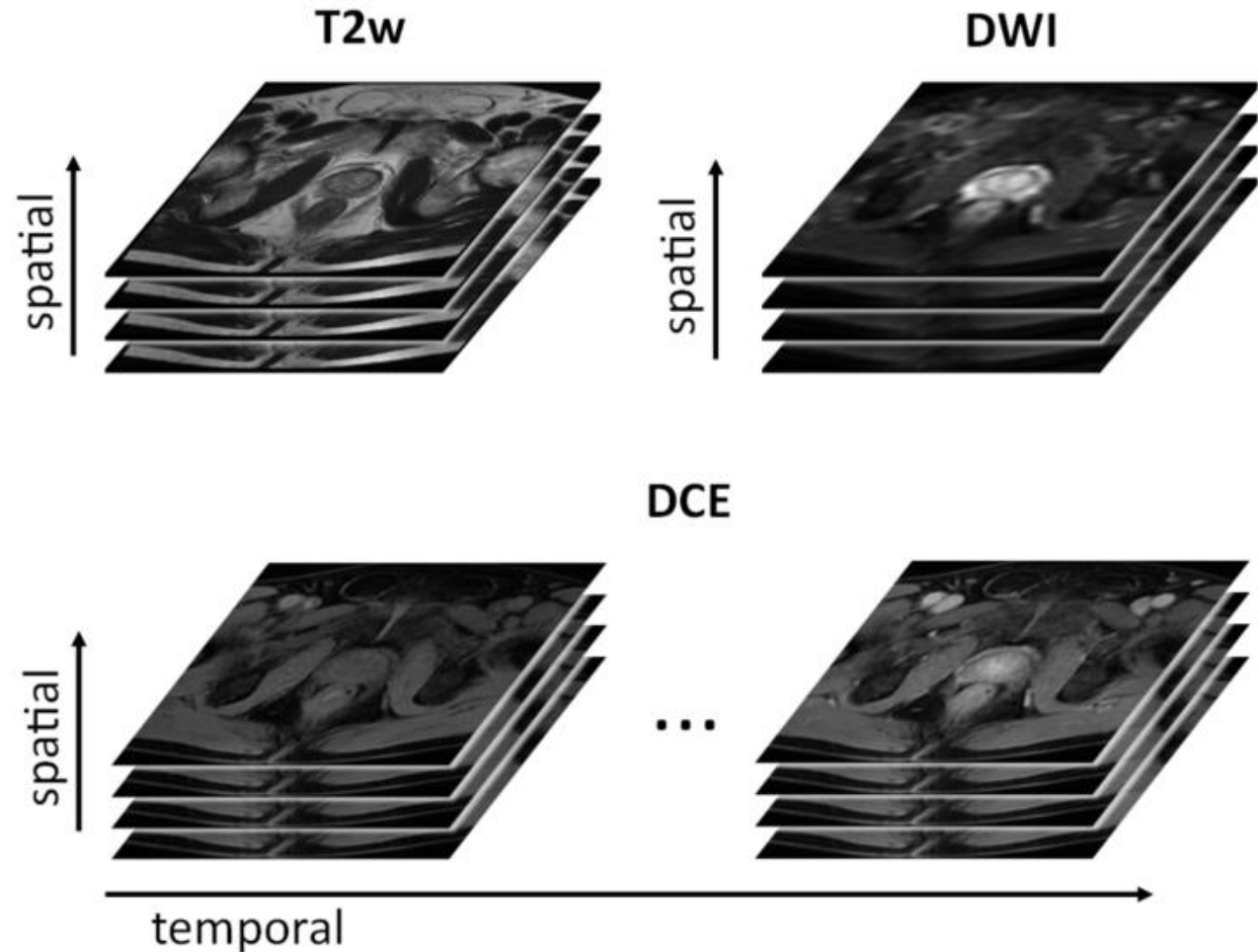
# Duomenys

Antrinės vaizdų sekos: T2w, DWI

- T2w, DWI turi 1 ašį: erdvės
- DCE turi 2 ašis: erdvės + laiko

Duomenų netikslumai:

- Radiologų segmentavimo klaidos
- Biopsijų prostatos pjūvio nekonkretiškumas
- MRT vaizdų nestandartizavimas
- Imties dydis: 8 pacientai

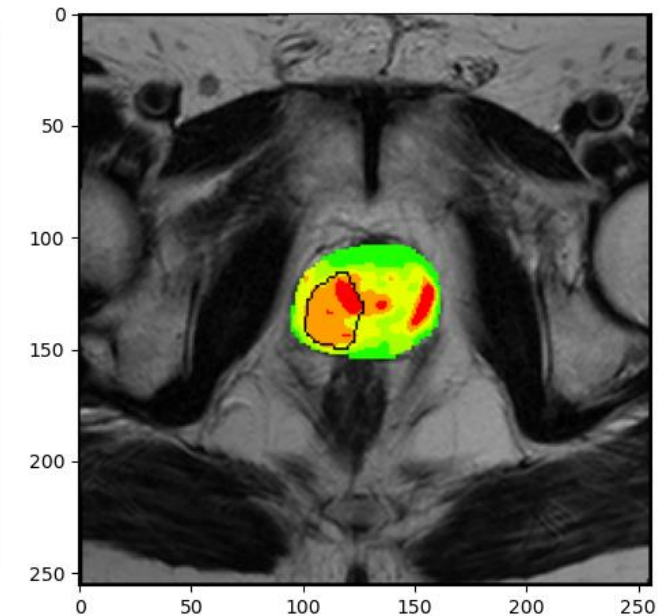
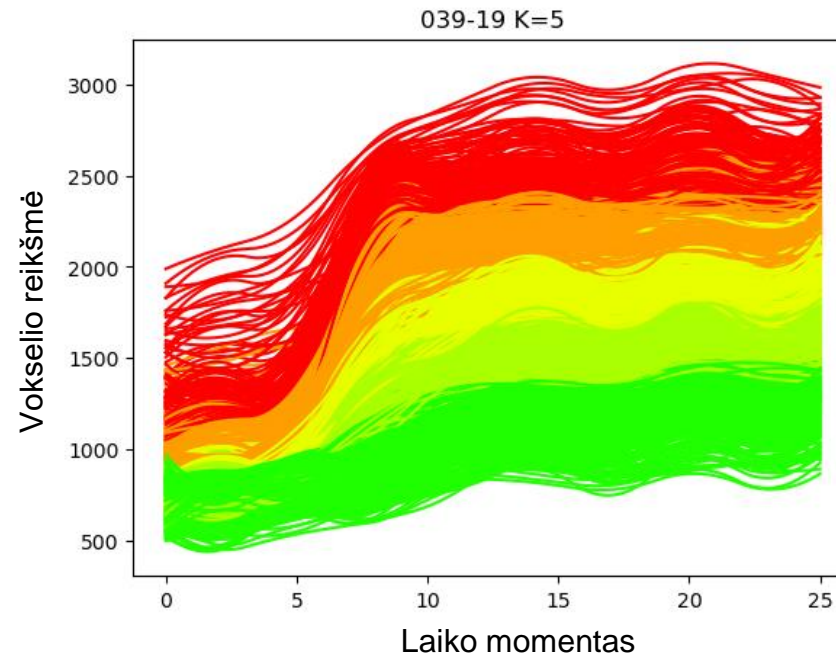




Šio pusmečio moksliniai rezultatai:

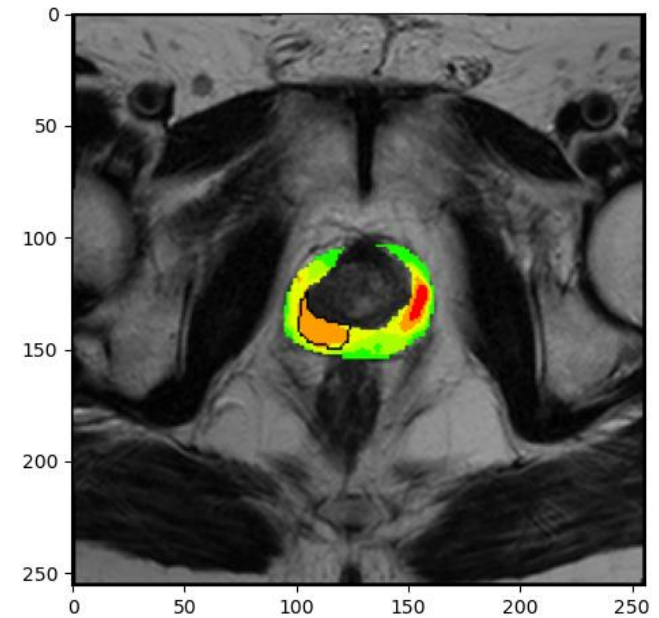
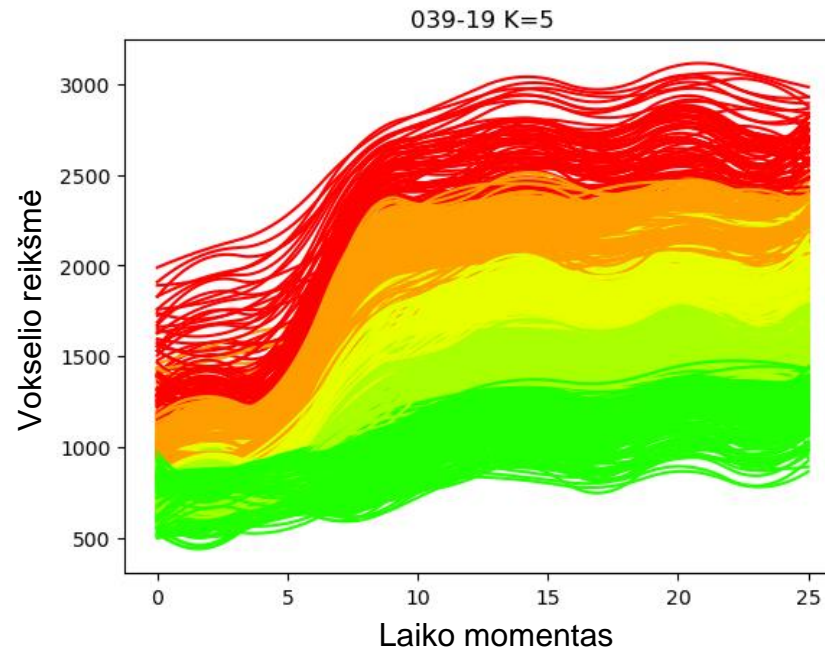
# Klasterizavimas – prostata

- Paciento-pjūvio visos prostatos funkcinis K-means klasterizavimas ir klasterių projekcija pjūvyje
- Klasteriai neatsižvelgia į erdvinę (3D) informaciją
- Skirtingas DCE svarbumas tarp periferinės ir tranzitorinės zonų (PI-RADS)



# Klasterizavimas – periferinė zona

- Paciento-pjūvio periferinės zonos funkcinis K-means klasterizavimas ir klasterių projekcija pjūvyje
- Nustatymas optimalios parametro K reikšmės
- Svarbus signalo **pokytis**, o ne absoliuti reikšmė



# Klasterizavimas – periferinė zona – Dice

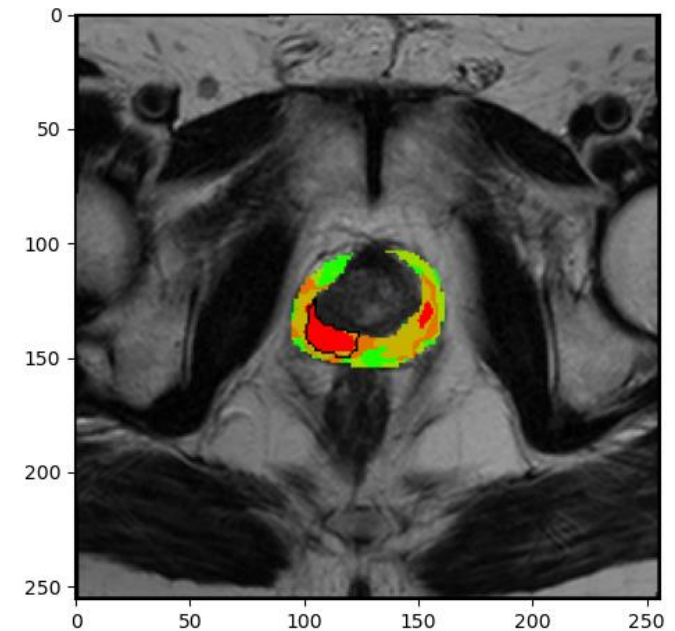
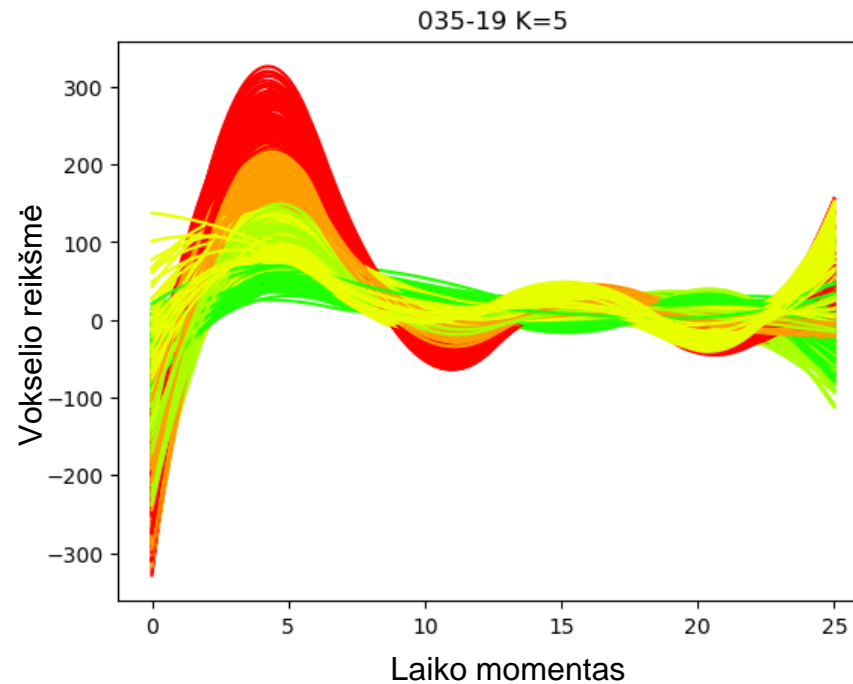
- Klasterizavimo tikslumui įvertinti naudojamas Dice koeficientas
- Su K=2: klasteris 1 priskiriamas piktybinam vėžiui, klasteris 0 – sveikam audiniui
- Su K=3: klasteris 2 priskiriamas piktybiniam vėžiui, klasteriai 0 ir 1 – sveikam audiniui  
ARBA klasteriai 1 ir 2 – piktybiniam vėžiui, klasteris 0 – sveikam audiniui
- Panašiai su K=5 ir K=10

K=2	K=3		K=5				K=10								
1	2	1-2	4	3-4	2-4	1-4	9	8-9	7-9	6-9	5-9	4-9	3-9	2-9	1-9
0.565392	0.728218	0.35169	0.84264	0.608884	0.385989	0.263974	0.416901	0.65721	0.79566	0.844517	0.699005	0.552606	0.389466	0.287028	0.236831
0.685756	0.842424	0.460857	0.741688	0.755519	0.470116	0.304588	0.634783	0.831001	0.758395	0.583541	0.457926	0.411791	0.348214	0.289157	0.2472266
0.643057	0.734633	0.535885	0.686084	0.653504	0.510363	0.307397	0.627119	0.730964	0.638532	0.532247	0.451613	0.404871	0.344114	0.281009	0.2518844
0.349829	0.552189	0.258487	0.653367	0.388	0.249712	0.164384	0.60767	0.56383	0.402105	0.321839	0.245125	0.208044	0.190678	0.168594	0.1528283

- K=3: geriausias atsiskyrimas piktybinė={2}, gerybinė={0,1}
- K=5: piktybinė={4}, gerybinė={0,1,2,3}
- K=10: piktybinė={8,9}, gerybinė={0,1,2,3,4,5,6,7}

# Klasterizavimas – periferinė zonos išvestinė

- Paciento-pjūvio periferinės zonos išvestinių funkcinių K-means klasterizavimas ir klasterių projekcija pjūvyje
- Išskleistos ir nereprezentatyvios „uodegos“
- Mažiau aktyvius klasterių atsiskyrimas
- Nenuoseklus klasterių grupavimas plokštumoje



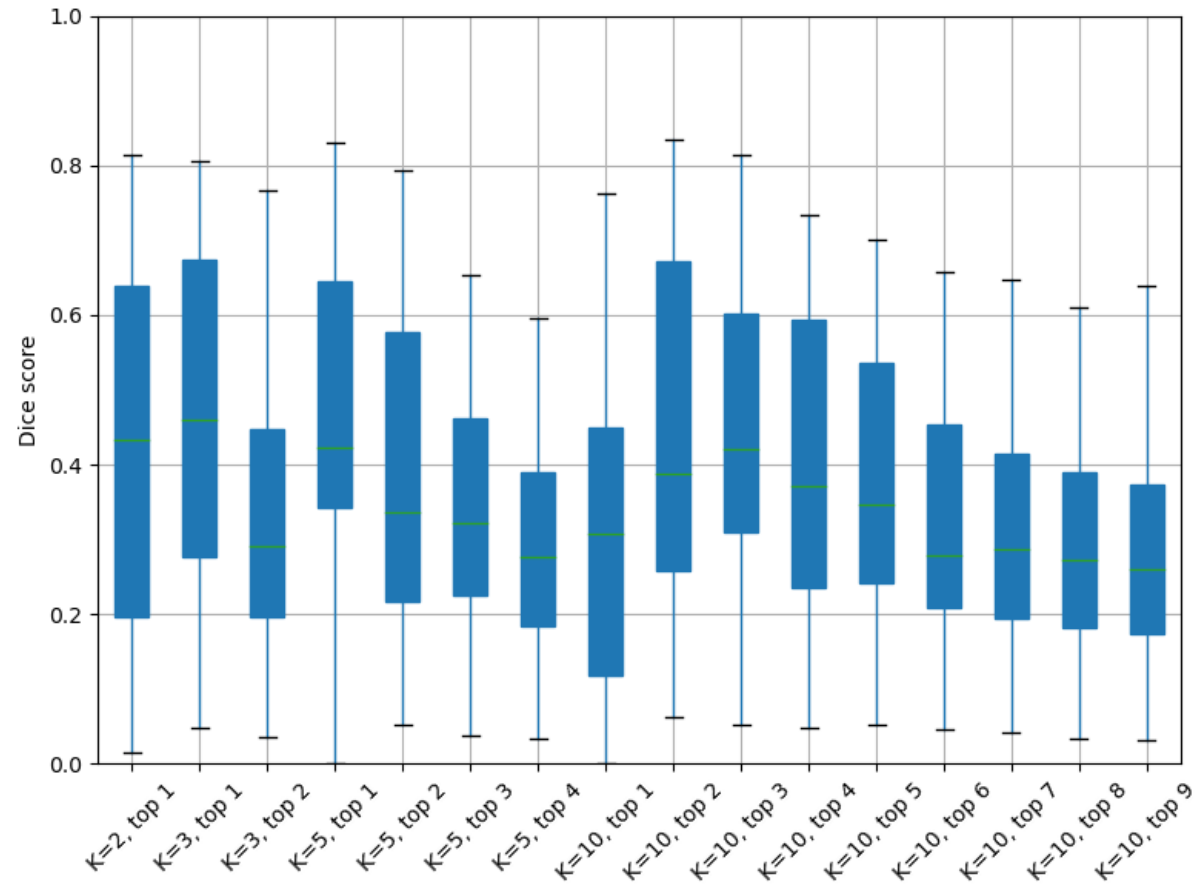
# Klasterizavimas – periferinė zonos išvestinė - Dice

K=2	K=3		K=5				K=10								
1	2	1-2	4	3-4	2-4	1-4	9	8-9	7-9	6-9	5-9	4-9	3-9	2-9	1-9
0.550441	0.687345	0.357052	0.649266	0.562249	0.357371	0.274914	0.455026	0.643275	0.702941	0.628571	0.541063	0.446927	0.36756	0.294858	0.25592
0.753725	0.794231	0.362358	0.791618	0.61517	0.374486	0.277354	0.622614	0.77336	0.606581	0.483343	0.441706	0.36138	0.31798	0.283541	0.265451
0.734143	0.69289	0.379577	0.653595	0.551195	0.346396	0.2886	0.426923	0.727829	0.57839	0.473295	0.383562	0.379813	0.344589	0.313509	0.262673
0.014371	0.408468	0.173913	0.598802	0.309446	0.211507	0.16443	0.356223	0.583942	0.376446	0.293878	0.24948	0.210583	0.188782	0.162946	0.149264

- K=3: geriausias atsiskyrimas piktybinė={2}, gerybinė={0,1}
- K=5: piktybinė={4}, gerybinė={0,1,2,3}
- K=10: piktybinė={8,9}, gerybinė={0,1,2,3,4,5,6,7}
- Skirtingi rezultatai tarp pacientų
- Klasterių indeksavimas nėra nuoseklus

# Dice palyginimas

- Keturi klasterizavimai:
  - K=2
  - K=3
  - K=5
  - K=10
- Klasterių grupavimas į dvi klases („piktybinė“, „gerybinė“)
- Dice įvertis aukštesnis su konservatyvesiu grupavimu
- Bendrai, Dice įverčiai pakankamai žemi



# Kito pusmečio darbo planas

- Išlaikyti egzaminą: Gilieji neuroniniai tinklai
- Atlikti prostatos vėžio nustatymo metodų literatūros apžvalgą, paruošti pagrindinių metodų implemetacijas ir atlikti palyginimą; paruošti publikaciją su citavimo rodikliu
- Toliau tirti MRI vaizdo sekų ir biopsijų signalų sąryšius, patikslinti tyrimo sprendžiamus uždavinius, sudaryti tyrimo metodiką, bei ištirti funkcinės duomenų analizės bei kitus metodus, naudojamus prostatos vėžio identifikavimui mpMRT vaizduose