

Ataskaita už
2016-2020
mokslo metus

Doktorantas Justinas Jucevičius

Vilnius, 2020

Bendra informacija

- **Disertacijos pavadinimas:** „Magnetinio rezonanso vaizdų analizės algoritmų tyrimas ir kūrimas prostatos vėžio atpažinimui ir agresyvumo vertinimui“
- **Darbo vadovas:** doc. dr. Povilas Treigys
- **Doktorantūros pradžia:** 2015
- **Planuojama doktorantūros pabaiga:** 2022

Informacija apie tyrimą (1)

- **Tyrimo objektas:** Prostatos magnetinio rezonanso vaizdai
- **Tyrimo tikslas:** Pasiūlyti naujus būdus **prostatos** ir **prostatos vėžio** atpažinimui bei **prostatos vėžio agresyvumo** vertinimui magnetinio rezonanso vaizduose

Informacija apie tyrimą (2)

○ **Tyrimo uždaviniai:**

- Apžvelgti esamus prostatos atpažinimo, prostatos vėžio atpažinimo bei prostatos vėžio agresyvumo vertinimo metodus magnetinio rezonanso vaizduose.
- Sukurti ir iširti naujus prostatos atpažinimo, prostatos vėžio atpažinimo bei prostatos vėžio agresyvumo vertinimo būdus.
- Sukurti programų sistemos prototipą, kuriame būtų įgyvendinti pasiūlyti prostatos atpažinimo, prostatos vėžio atpažinimo bei prostatos vėžio agresyvumo vertinimo būdai.

Informacija apie tyrimą (3)

- **Planuojami rezultatai:**

- Prostatos atpažinimo, prostatos vėžio atpažinimo bei prostatos vėžio agresyvumo vertinimo būdai ir juos įgyvendinantis programų sistemos prototipas.

2016-2020 darbo planas (1)

- **Studijų planas:**

- Išlaikyti egzaminą „**Daugiamatčių duomenų vizualizavimo metodai**“

2016-2020 darbo planas (2)

○ **Mokslinių tyrimų planas:**

- Prostatos atpažinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų analizė ir vertinimas;
- Prostatos vėžio atpažinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų analizė ir vertinimas;
- Prostatos vėžio agresyvumo vertinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų analizė ir vertinimas;

2016-2020 darbo planas (3)

- **Rezultatų pristatymo planas:**

- Dalyvavimas bent dviejose tarptautinėse arba nacionalinėse konferencijose;

- **Mokslinių publikacijų planas:**

- Straipsnis bent viename recenzuojamame periodiniame moksliniame leidinyje.

Ataskaita už 2016-2020 (1)

- **Išlaikyti egzaminai:**

- **„Daugiamačių duomenų vizualizavimo metodai“**

Vertinimo komisija: prof. habil. dr. Gintautas Dzemyda, prof. dr. Julius Žilinskas, prof. dr. Olga Kurasova;

Ataskaita už 2016-2020 (2)

- **Gauti moksliniai rezultatai:**

- Prostatos atpažinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų analizė ir įgyvendinimas;
- Prostatos vėžio atpažinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų analizė ir įgyvendinimas;

Ataskaita už 2016-2020 (3)

- **Rezultatų pristatymas:**

- 2016-12-01 8-oje tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „**Duomenų analizės metodai programų sistemoms**“, Druskininkuose, parengtas stendinis pranešimas „**Comparative Analysis of Abnormal Prostate Region Detection Algorithms in mpMRI**“;
- 2020-08-03 874-oje tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „**International Academic Conference on Development in Science and Technology (IACDST)**“, nuotoliniu būdu, skaitytas pranešimas „**Prostate Segmentation in T2-weighted, apparent diffusion coefficient and diffusion weighted imaging MRI scans**“.

Įvadas (1)

- Pasak Tarptautinio pasaulio vėžio tyrimų fondo prostatos vėžys yra antras dažniausias navikas tarp vyrų ir penkta dažniausia mirties nuo vėžio priežastis pasaulyje;
- Prostatos vėžys taip pat yra ketvirtas pagal dažnumą tarp abiejų lyčių;
- Pasak Lietuvos higienos instituto 2019 metų duomenis prostatos vėžys yra pats dažniausias ir jo paplitimas siekia 30,9% tarp 55-74 metų amžiaus vyrų;

Įvadas (2)

- Pagal mirtingumą Lietuvoje prostatos vėžys yra antras po plaučių vėžio tarp vyrų;
- Biopsija neaptinka apie 30% kliniškai svarbių atvejų;
- Biopsija – vienintelis būdas vienareikšmiškai galintis aptikti prostatos vėžį, jei atlikta tinkamoje vietoje;

Įvadas (3)

- Ne vietoje atlikta biopsija dažnu atveju reiškia pakartotinę procedūrą;
- Pakartotinės biopsijos procedūros didina šalutinių poveikių riziką (laikini erekcijos sutrikimai, šlapinimo nelaikymas);
- Europos urogenitalinės radiologijos draugija rekomenduoja naudoti magnetinio rezonanso vaizdus prostatos vertinimui;

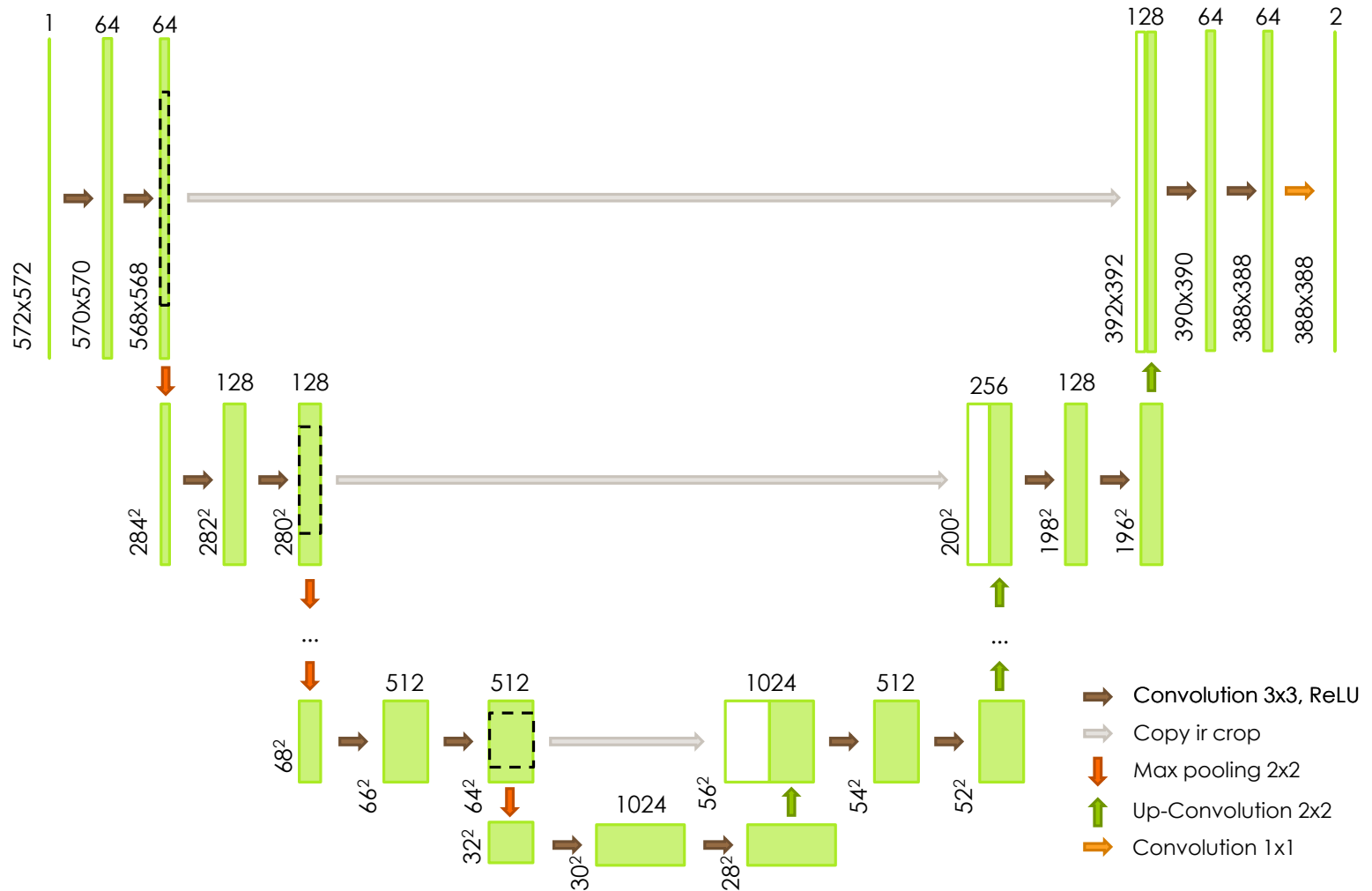
Įvadas (4)

- Įprastai prostatos bei prostatos vėžio atpažinimas magnetinio rezonanso vaizduose yra atliekamas rankiniu būdu, tačiau tai užima daug laiko ir gali būti netikslus;
- Magnetinio rezonanso vaizdų naudojimas gali sumažinti pakartotinės biopsijos tikimybę bei mėginių skaičių procedūros metu;

PROMISE12 išbandymas

- Sukurtas su tikslu palyginti skirtingus segmentavimo algoritmus;
- 100 T2W magnetinio rezonanso vaizdų iš 4 skirtingų institucijų;

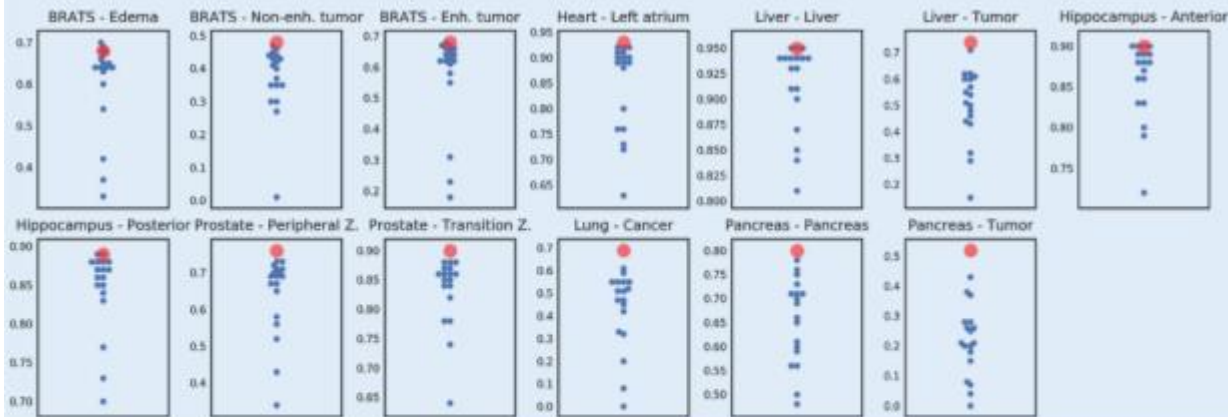
nnUNet (1)



nnUNet (2)

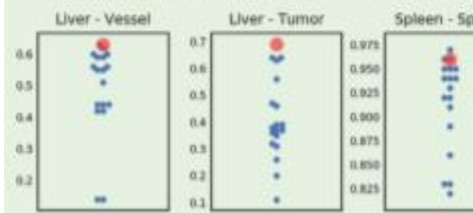
- Segmentavimas - $f_{\theta}(x) = \hat{y}$
- Statiniai parametrai
- Dinaminiai parametrai - $g(X, Y) = \theta$
- Tinklo mokymas
- Duomenų papildymas
- Geriausio modelio išrinkimas

Medical Segmentation Decathlon Phase I - Rank 1/19

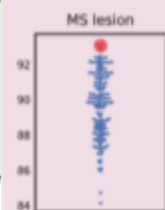


● nnU-Net
● Competing submissions

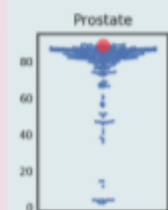
Med. Segm. Decathlon Phase II - Rank 1/19



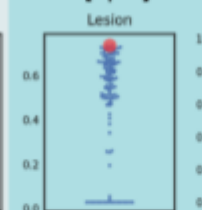
MS Lesion Rank 5/163



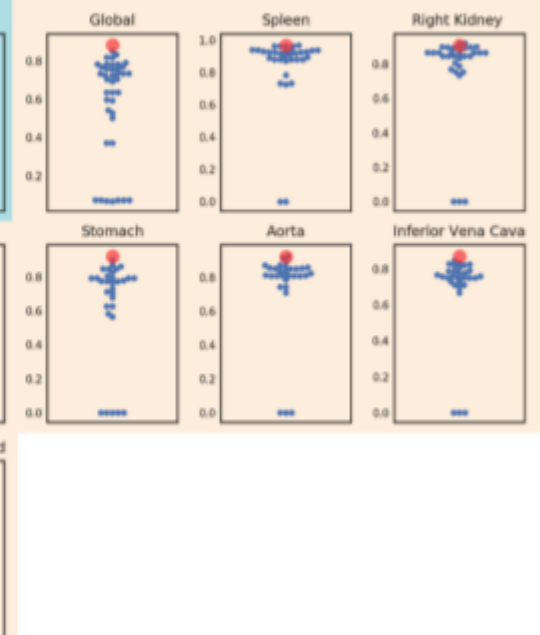
PROMISE12 Rank 11/290



LITS Rank [1|17]/123



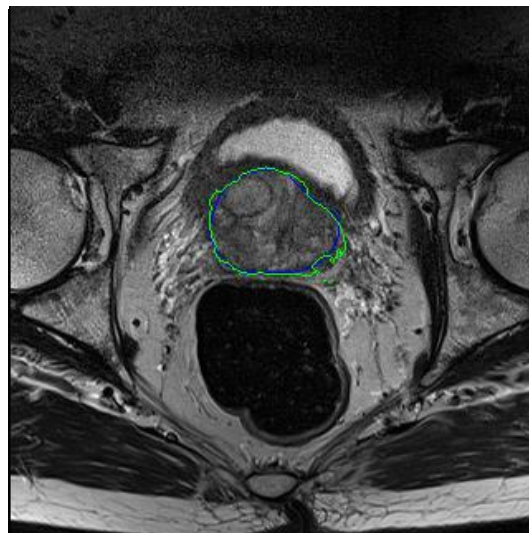
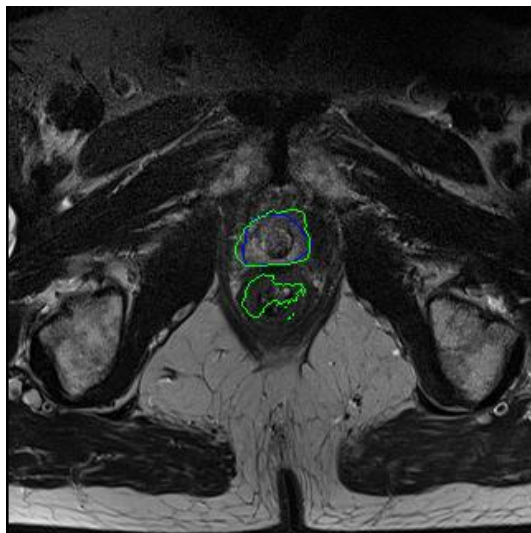
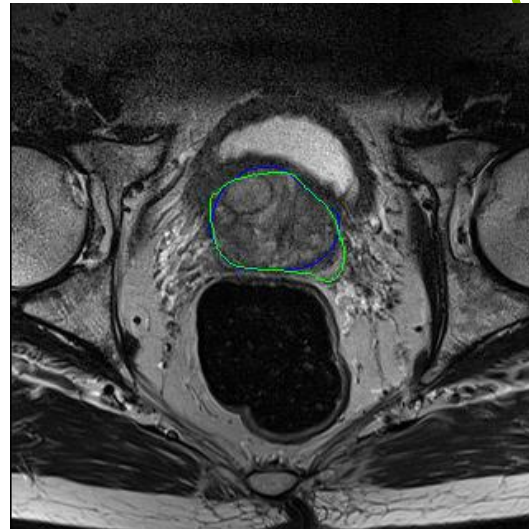
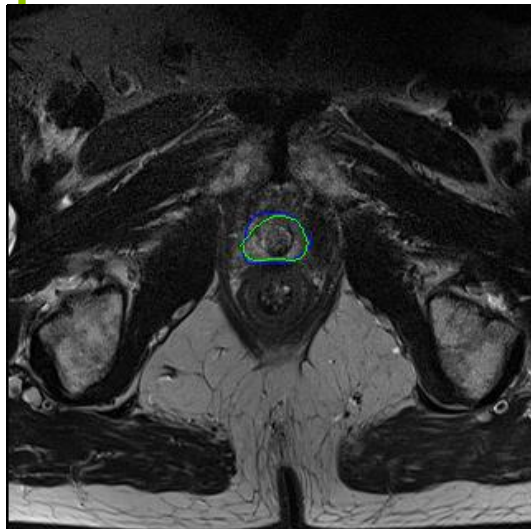
BCV: Abdomen Rank 1/43



Pasiruošimas pirmam eksperimentui

- Naudojami vaizdai iš 50 atvejų pateikti PROMISE12 išbandymo;
- 3D vaizdai padalinti į atskirus vaizdus kiekvienam pjūviui (15-54 vaizdai per atvejį);
- Vaizdai, kuriuose nebuvo prostatos pašalinti (liko 8-29 vaizdai per atvejį), o likę padalinti į dvi grupes – turintys viršutinę prostatos dalį ir apatinę;
- Pasirinkti viduriniai vaizdai iš kiekvienos grupės gaunant iš viso 100 vaizdų.

Eksperimento rezultatai (1)

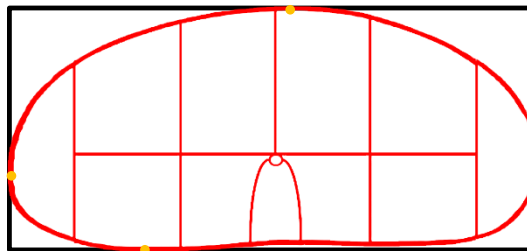


Eksperimento rezultatai (2)

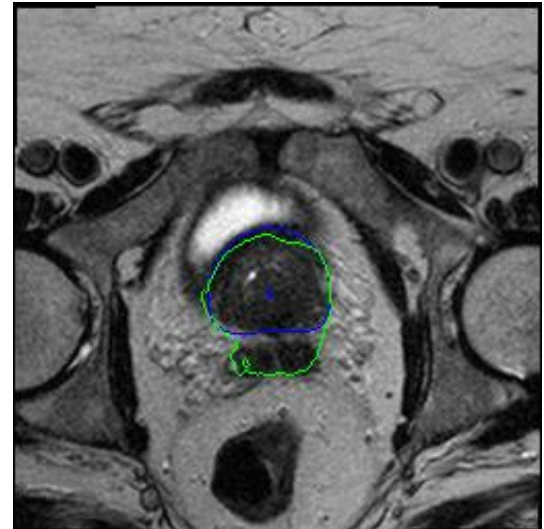
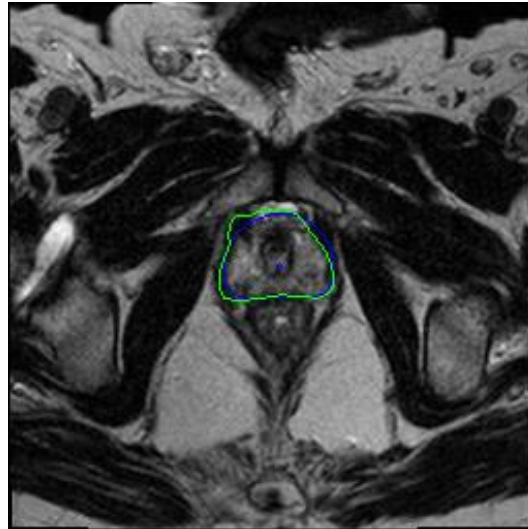
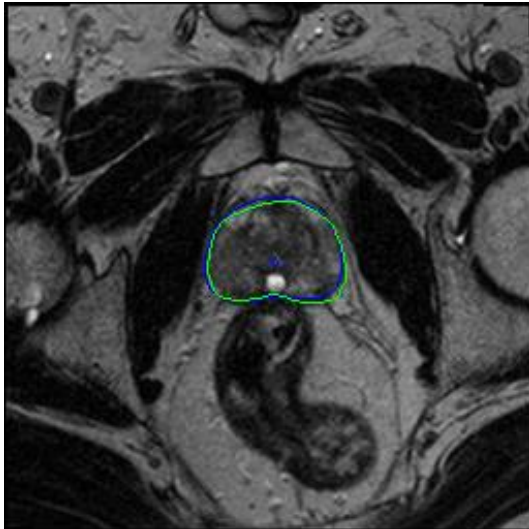
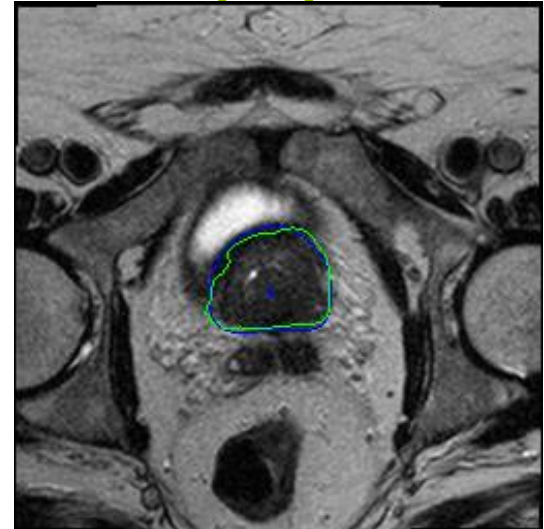
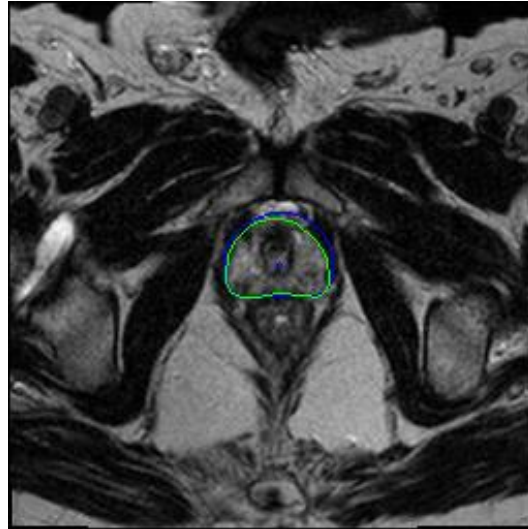
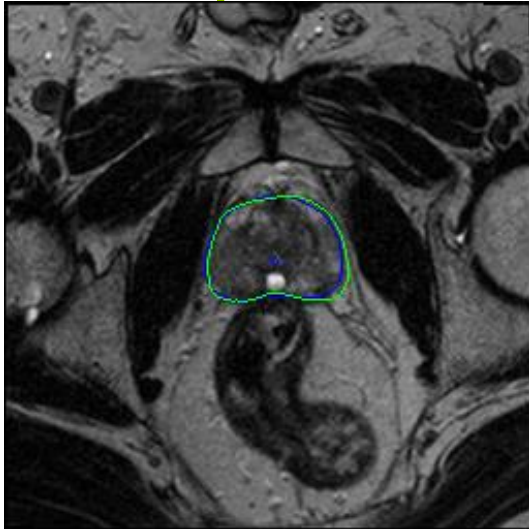
	Bazė	Viršūnė
3D	0.849	0.791
2D	0.848	0.828

Pasiruošimas antram eksperimentui

- Naudojami vaizdai iš 66 atvejų iš Nacionalinio vėžio instituto;
- Kiekvienas atvejis turėjo 6 vaizdus: 3 tipų vaizdai 2 pjūviuose;
- Kiekviename vaizde radiologai pažymėjo prostatą ribojančią dėžutę, kurioje buvo pritaikytas modifikuotas 20 zonų Barzelio šablonas;



Ekspperimento rezultatai (1)



Eksperimento rezultatai (2)

	Bazė	Viršūnė
T2W	0.942	0.937
T2W, DWI, ADC	0.906	0.928

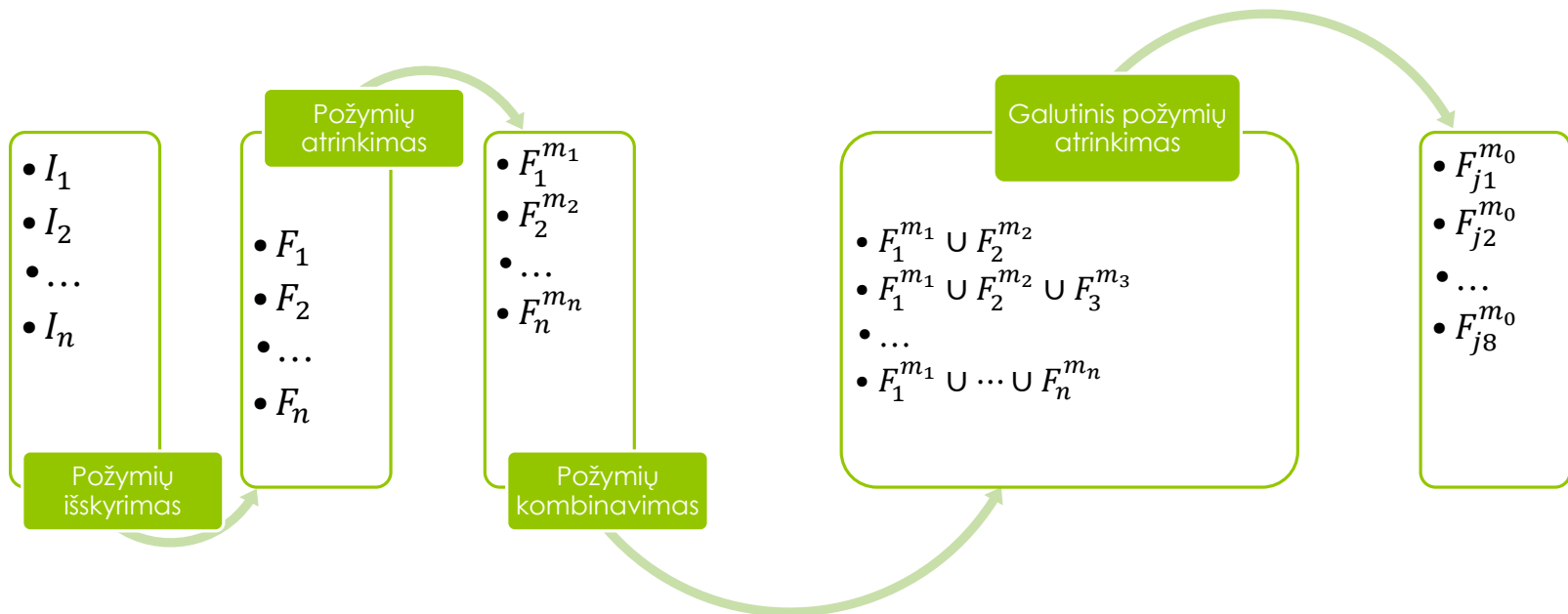
Išvados

- Algoritmų tikslumas nesumažėjo perėjus prie 2D vaizdų;
- Papildomi ADC ir DWI vaizdai nepagerina tikslumo;

Kompiuterinės diagnostikos sistemos

Autoriai	Analizuojami vaizdai	Tipas	Populiacija	Įvertis (AUC)
Peng et al. 2013	T2W, ADC	S	48	0,950
Khalvati et al. 2015	T2W, ADC, DWI	A	40975	0,900
Liu and Yetik 2011	T2W, ADC	A	20	0,890
Niaf et al. 2012	T2W	S	30	0,890
Tiwari et al. 2013	T2W	A	29	0,890
Tiwari et al. 2012	T2W	A	36	0,890
Kwak et al. 2015	T2W, DWI	A	244	0,890
Litjens et al. 2014	T2W	A	347	0,889
Niaf et al. 2014	T2W, ADC	S	49	0,889
Liu et al. 2013	T2W, ADC	S	54	0,820
Artan et al. 2010	T2W, ADC	A	21	0,790

Khalvati et al. metodas (1)



Khalvati et al. metodas (2)

- Požymių atrinkimas atliekamas naudojant maksimalaus aktualumo minimalaus pertekliaus technika (maximum relevance minimum redundancy);
- SVM klasifikatoriai;

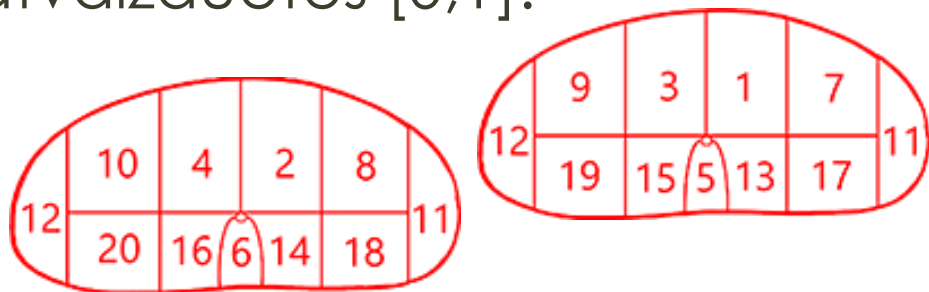
Khalvati et al. metodas (3)

Požymių klasė	Požymiai
Pirmos eilės statistiniai požymiai	Mean, Standard deviation, Skewness, Kurtosis
Antros eilės statistiniai požymiai (Haralick)	Energy, Contrast, Correlation, Variance, Inverse difference moment, Sum average, Sum variance, Sum entropy, Entropy, Difference variance, Difference entropy, Information measure of correlation, Inverse difference, Autocorrelation, Dissimilarity, Cluster shade, Cluster prominence, Maximum probability (visi 4 kryptimis)
Gabor filtrai	3 skalės ir 4 kryptys
Kirsch filtrai	8 kryptys
Iš viso:	96

Pasiruošimas eksperimentui

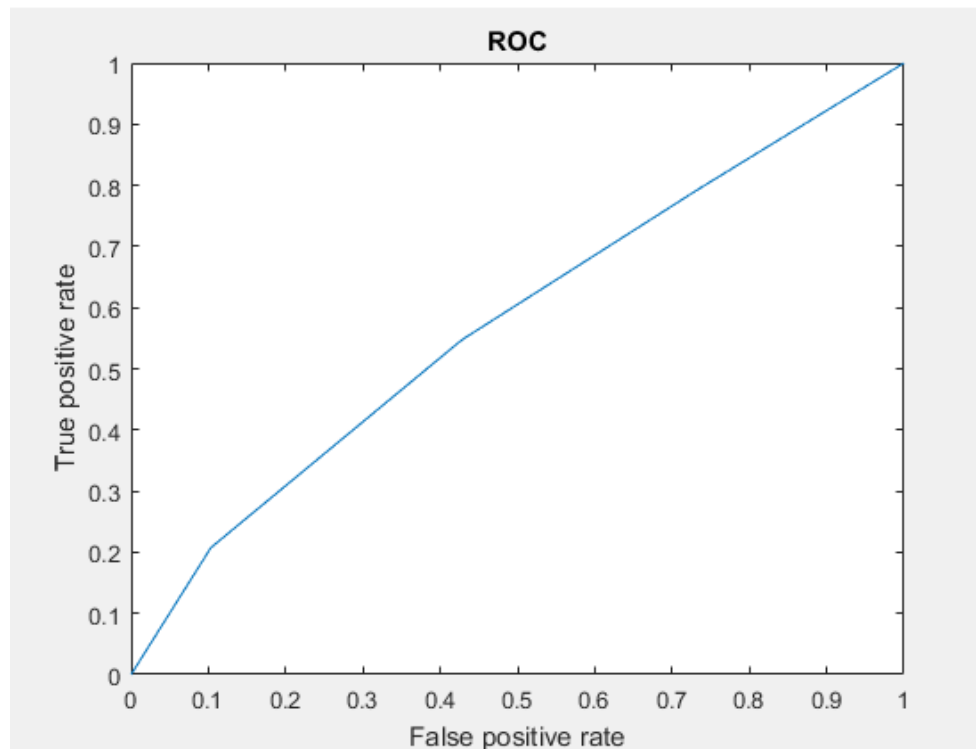
- Naudojami vaizdai iš 66 atvejų iš Nacionalinio vėžio instituto;
- Kiekvienas atvejis turėjo 6 vaizdus: 3 tipų vaizdai 2 pjūviuose;
- Kiekvienas vaizdas turėjo regionus su priskirta vėžio tikimybės klase [1;5];
- Tikimybių klasės atvaizduotos [0;1]:

- $$\begin{cases} 1, pKlasė \geq 3 \\ 0, pKlasė < 3 \end{cases}$$



Eksperimento rezultatai (1)

- AUC = 0.577



Eksperimento rezultatai (2)



Išvados

- Prasti klasifikavimo rezultatai dėl netikslaus pradinio klasifikavimo;
- Kraštai laikomi įtartinais dėl trūkstamos informacijos skaičiuojant lokalaus lango statistikas;

2020-2021 darbo planas (1)

- **Mokslinių tyrimų planas:**

- Prostatos atpažinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų įgyvendinimas, analizė ir vertinimas;
- Prostatos vėžio atpažinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų įgyvendinimas, analizė ir vertinimas;
- Prostatos vėžio agresyvumo vertinimo magnetinio rezonanso vaizduose metodų įgyvendinimas, analizė ir vertinimas;
- Metodų modifikacijų sukūrimas;
- Sukurtų modifikacijų eksperimentinis tyrimas ir palyginimas su esamais metodais;

2020-2021 darbo planas (2)

- **Rezultatų pristatymo planas:**

- Dalyvavimas bent dviejose tarptautinėse mokslinėse konferencijose;

- **Mokslinių publikacijų planas:**

- Straipsnis bent dviejuose recenzuojamuose moksliniuose leidiniuose.

Ačiū už dėmesį!