



Metinė ataskaita

Doktorantas Ričardas Toliušis
Informatikos inžinerija
2019

Disertacija

Pirminis disertacijos pavadinimas:

Vaizdų atpažinimas taikant dirbtinius neuroninius tinklus.

Patikslintas disertacijos pavadinimas:

Akies dugno nuotraukų segmentavimas naudojant dirbtinius neuroninius tinklus.

Darbo vadovė:

Prof. dr. Olga Kurasova

Studijų metai

- ▶ Studijų pradžia: 2017 m.
- ▶ Studijų pabaiga: 2022 m.
- ▶ Akademinės atostogos: 2018-2019 m.

Tyrimo objektas ir tikslas

Tyrimo objektas:

Akies kraujagyslių tinklo segmentavimas.

Mokslinio darbo tikslas:

Sukurti akies kraujagyslių tinklo segmentavimo algoritmą, grįstą dirbtiniais neuroniniais tinklais.

Tyrimo uždaviniai

- ▶ Atlikti akies dugno nuotraukų analizės mokslinių tyrimų analitinę apžvalgą.
- ▶ Atlikti kitų algoritmų, skirtų akies dugno nuotraukų segmentavimui, tyrimą, palyginimą, nustatyti jų efektyvumą.
- ▶ Sukurti naują algoritmą, išbandyti jį eksperimentiškai ir palyginti su kitais algoritmais.

Planuojami rezultatai

- ▶ Sukurtas naujas algoritmas akies kraujagyslių tinklo segmentavimui.
- ▶ Algoritmas išbandytas su skirtingomis vaizdų duomenų bazėmis ir palygintas su kitais algoritmais.

Ataskaitinių metų darbo planas

- ▶ Atlikti dirbtinių neuroninių tinklų, kurie naudojami akies dugno nuotraukų analizėje, analitinę apžvalgą.
- ▶ Nustatyti (identifikuoti) mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su akies kraujagyslių tinklo segmentavimu, taikant dirbtinius neuroninius tinklus.
- ▶ Išlaikyti egzaminą „Duomenų analizės strategijos ir sprendimų priėmimas“.
- ▶ Išlaikyti egzaminą „Skaitmeninių vaizdų analizė“.
- ▶ Dalyvauti mokslinėje konferencijoje vyksiančioje Lietuvoje.
- ▶ Parengti mokslinį straipsnį recenzuojamame žurnale.

2017/2019 m. m. atlikti darbai

- ▶ 2019 spalio 7 d. išlaikytas egzaminas „Duomenų analizės strategijos ir sprendimų priėmimas“.
- ▶ Pradėta ruošti egzaminui „Skaitmeninių vaizdų analizė“. Planuojama laikymo data - 2019 m. gruodžio mėn.
- ▶ 2019 spalio 3-4 d. sudalyvauta konferencijoje „Kompiuterininkų dienos - 2019“ ir skaitytas pranešimas „Semantinis akies kraujagyslių segmentavimas naudojant konvoliucinius neuroninius tinklus“.
- ▶ Publikuota apžvalginė publikacija recenzuojamame žurnale „Informatikos mokslai“: „Semantinis akies kraujagyslių segmentavimas naudojant konvoliucinius neuroninius tinklus“.
- ▶ Buvo vykdoma literatūros, susijusios su akies dugno nuotraukų tyrimu, analizė.
- ▶ Buvo vykdoma dirbtinių neuroninių tinklų analizė.
- ▶ Pradėti tirti algoritmai, skirti akies dugno nuotraukų analizei.

Temos aktualumas

- ▶ Automatizuota biomedicininė vaizdų analizė - perspektyvi ir reikalinga dirbtinio intelekto sritis, nuolat populiarėjanti tyrėjų tarpe.
- ▶ Akies kraujagyslių tinklo segmentavimas yra svarbus etapas prieš pakitimų identifikavimą ir ligų diagnozę.
- ▶ Automatinė arba pusiau automatinė akies kraujagyslių tinklo analizė gali stipriai padėti oftalmologams diagnozuojant įvairius susirgimus,
- ▶ Kraujagyslių tinklo pokyčiai leidžia diagnozuoti diabetinę retinopatiją, glaukomą, makulos degeneraciją, hipertenziją, insultą ir kt.

Akies dugno nuotraukų priėjimo ribotumas

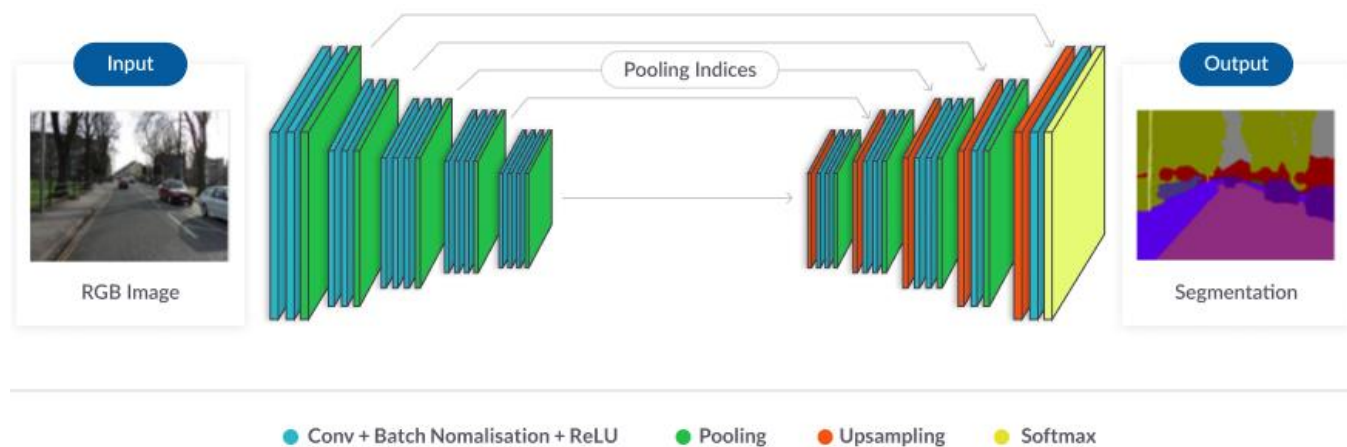
- ▶ Esminė akies dugno vaizdų analizės problema - duomenų priėjimo ribotumas.
- ▶ Nemokamos duomenų bazės (DRIVE, STARE ir kt.) turi nepakankamai vaizdų neuroninių tinklų mokymams.
- ▶ Dažniausiai ši problema sprendžiama duomenų augmentacijos būdu.
- ▶ Šiuo metu kuriamas interneto puslapis, kuris leis Lietuvos bei užsienio medikams įkelti nuasmenintus duomenis (akies dugno nuotraukas bei aprašus).

Akies kraujagyslių tinklo išskyrimo problematika

- ▶ Vaizdų kokybės problemos - apšvietimas, ryškumas, artefaktai. Problema ypač aktuali su fotografuojant mobiliais fotoaparatais.
- ▶ Kraujagyslių susiliejimas ar nutrūkimas.
- ▶ Sudėtinga atskirti kraujagyslių tipus - arterijas nuo venų.
- ▶ Plačiai išplitę pažeidimai gali trukdyti nustatyti kraujagyslių ribas.

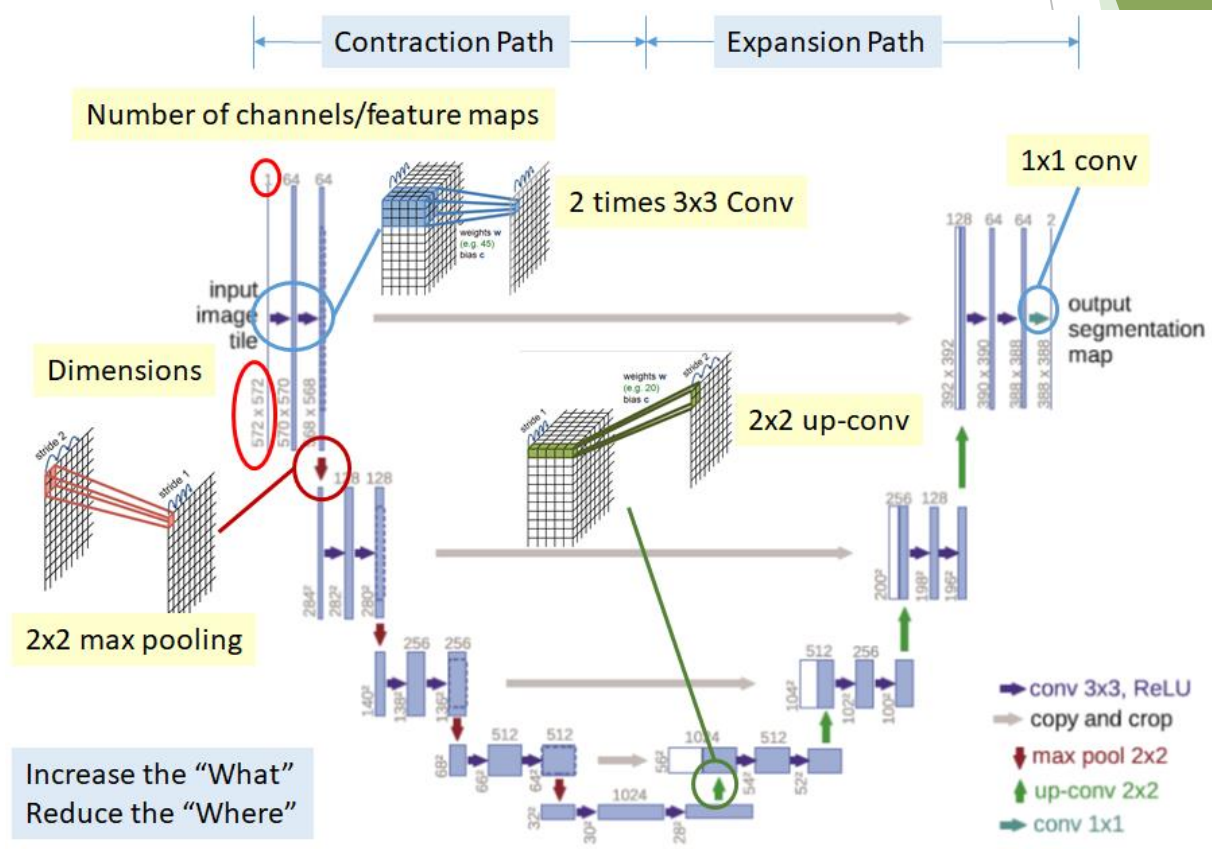
Konvoliuciniai tinklai vaizdų analizei

- ▶ Vaizdų analizėje proveržį padarė konvoliuciniai neuroniniai tinklai (CNN): LeNet (1998), AlexNet (2012), GoogLeNet/Inception-v1 (2014), VGGNet (2014), ResNet (2015), DeepLab v1-v3 (2016-2019).
- ▶ Ypač išpopuliarėjo pilnai konvoliuciniai tinklai (angl. Fully Convolutional Network, FCN) (2015).



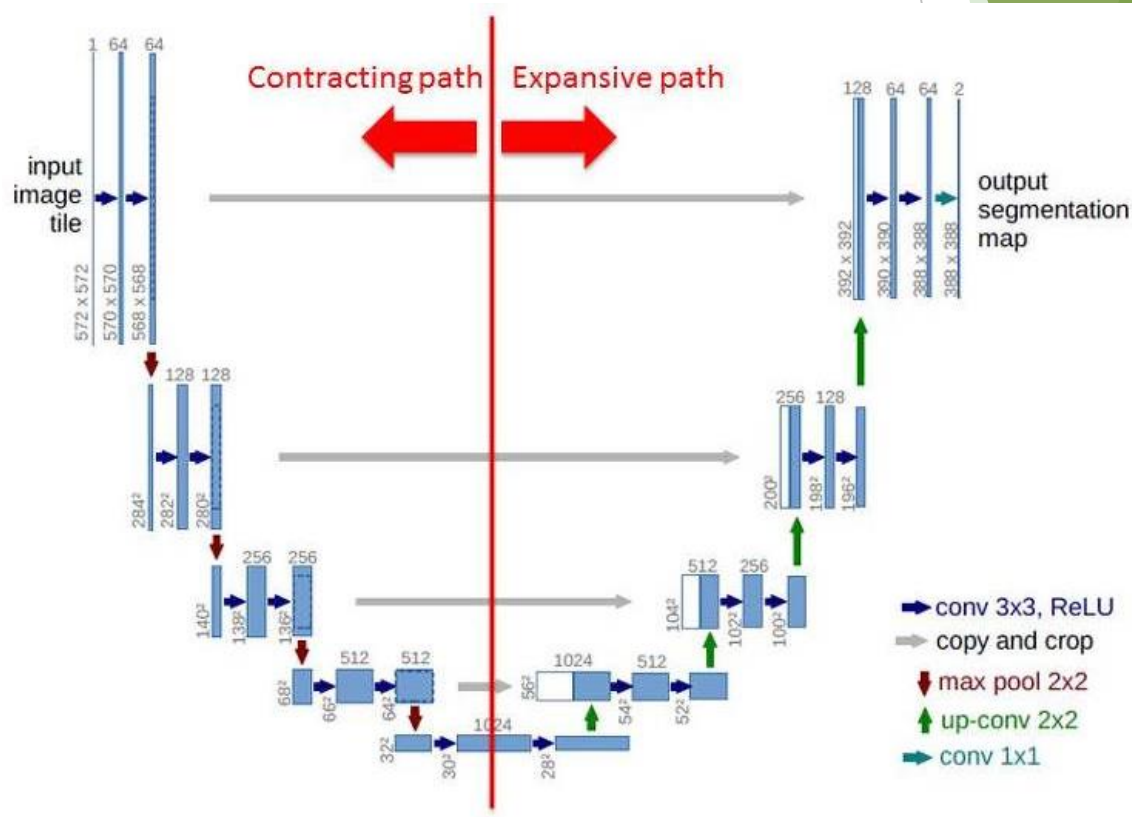
U-Net tinklo architektūra

- ▶ U-Net buvo sukurtas biomedicininį vaizdų analizei (Ronneberger ir kt., 2015).
- ▶ Mažėjantis kelias sumažina vaizdo dydį ir dvigubina požymių kanalų skaičių.
- ▶ Besiplečiantis kelias padidina požymių žemėlapij.



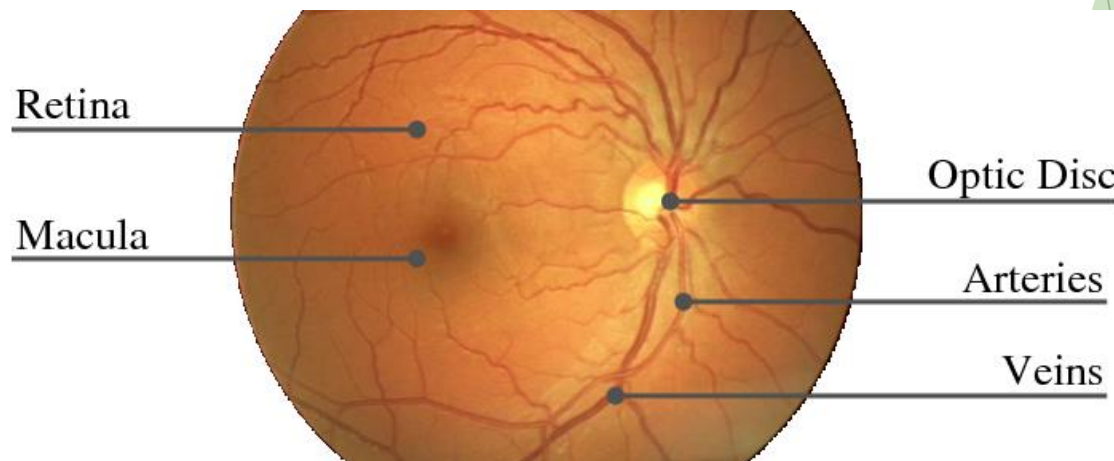
U-Net tinklo savybės ir privalumai

- ▶ Galima dirbti su skirtingo dydžio vaizdais.
- ▶ Efektyviai išnaudoja kompiuterio resursus.
- ▶ Greitai mokosi su mažomis vaizdų aibėmis.



Akies vaizdų semantinis segmentavimas

- ▶ Pirmas uždavinys - atrinkti tinkamus vaizdus segmentavimui.
- ▶ Kitas žingsnis - išskirti (segmentuoti) akies dalį, kuri bus naudojama analizei ir ligų diagnozei.
- ▶ Pagrindinės akies dalys, pagal kurias nustatomos ligos:
 - ▶ Kraujagyslių tinklas.
 - ▶ Optinis diskas ir jo įduba.
 - ▶ Optinis nervas.
 - ▶ Tinklainė.
 - ▶ Makula (geltonoji dėmė).

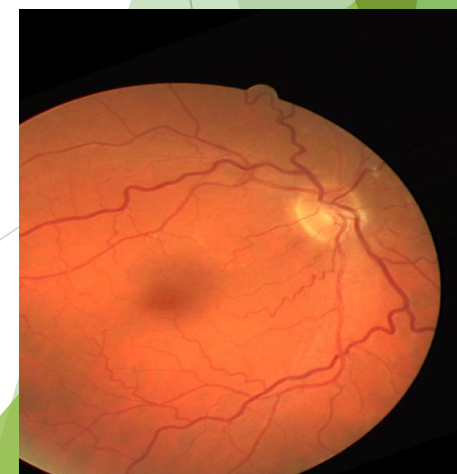
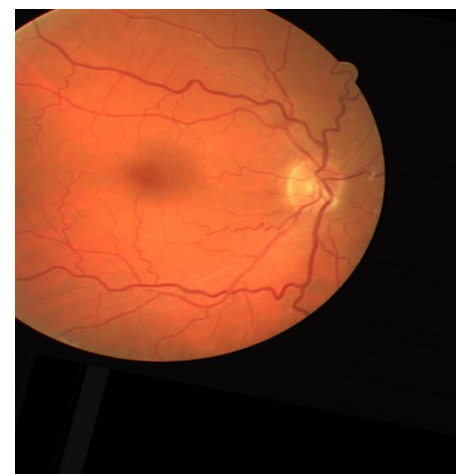
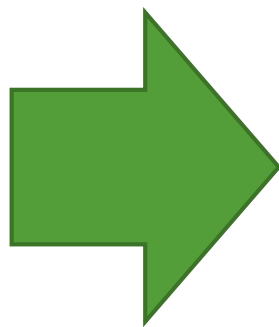


Kitų darbų apžvalga

Autoriai	Architektūra	Uždavinys	Vaizdų bazė	Metrika	Rezultatas
Maji ir kt. (2015)	12-os CNN junginys	Kraujagyslių segmentavimas	DRIVE	AUC ROC	0,947
Liskowski ir kt. (2016)	CNN	Kraujagyslių segmentavimas	DRIVE	AUC ROC	0,972
			STARE	AUC ROC	0,9605
Alghamdi ir kt. (2016)	CNN	Optinio disko segmentavimas	DRIVE	ACC	100 %
			STARE	ACC	86,71 %
Maninis ir kt. (2016)	CNN DRIU	Optinio disko segmentavimas	DRIONS-DB	ACC	0,959
				F-Score	0,97
		Kraujagyslių segmentavimas	RIM-ONE v.3	ACC	0,959
				F-Score	0,96
		DRIVE	ACC	0,822	
			STARE	ACC	0,831
Ben-Cohen ir kt. (2017)	U-Net	Tinklainės segmentavimas	Privati	F-Score	0,95
Dasgupta ir Singh (2017)	CNN	Kraujagyslių segmentavimas	DRIVE	AUC ROC	0,974
Brown ir kt. (2018)	GoogLeNet, U-Net	Diabetinės retinopatijos diagnozė	Privati	AUC ROC	0,98
Laibacher ir kt. (2018)	M2U-Net	Kraujagyslių segmentavimas	DRIVE	AUC ROC	0,9714
Mitra ir kt. (2018)	CNN	Optinio disko segmentavimas	MESSIDOR	ACC	99,05 %
Sevastopolsky ir kt. (2018)	Stack-U-Net	Optinio disko segmentavimas	DRIONS-DB	F-Score	0,96
			RIM-ONE	F-Score	0,95
		Disko įdubos segmentavimas	DRISHTI-GS	F-Score	0,97
			RIM-ONE	F-Score	0,84
		DRISHTI-GS	F-Score	0,89	
Pal ir kt. (2018)	G-EyeNet	Glaukomos diagnozavimas	HRF, RIM ONE v.3, DRISHTI-GS ir DRIONS-DB	AUC ROC	0,923
Fu ir kt. (2018)	MCDN	Glaukomos diagnozavimas	Privati	AUC ROC	0,9456

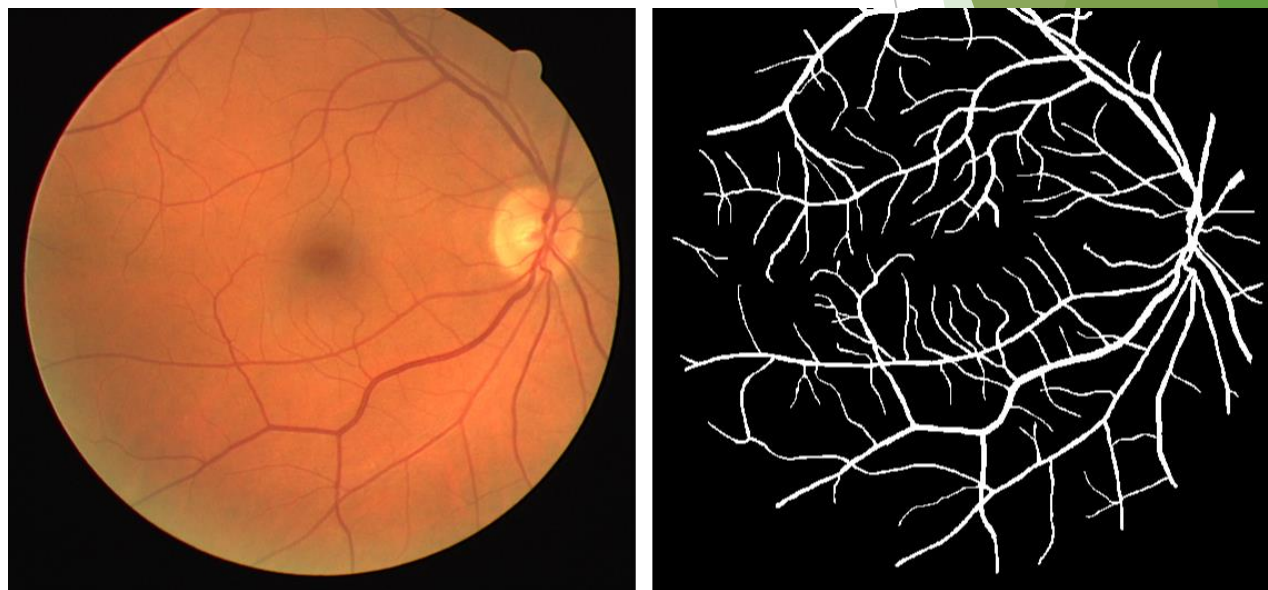
Duomenų augmentacija

- ▶ Augmentacijai naudojama Keras biblioteka.



Originalaus U-net tinklo testavimas

- ▶ Testavimas atliktas naudojant originalią U-Net tinklo architektūrą ir DRIVE vaizdų duomenų bazę.
- ▶ Tinklas buvo testuojamas su skirtingais parametrais.
- ▶ Kokybei įvertinti naudojama ACC metrika.
- ▶ Geriausias rezultatas - 0,965.



2019/2020 m. m. darbo planas

- ▶ Užbaigti literatūros analizę.
- ▶ Atlikti akies dugno nuotraukų analizei taikomų dirbtinių neuroninių tinklų tyrimą.
- ▶ Sukurti arba patobulinti akies dugno nuotraukų analizei skirtą algoritmą, naudojant dirbtinius neuroninius tinklus.
- ▶ Išlaikyti egzaminą „Skaitmeninių vaizdų analizė“ (planuojama data 2019 m. gruodžio mėn.).
- ▶ Išlaikyti egzaminą „Lygiagretieji ir paskirstytieji skaičiavimai“ (planuojama data 2020 m. balandžio mėn.).
- ▶ Išlaikyti egzaminą „Daugiamačių duomenų vizualizavimas“ (planuojama data 2020 m. spalio mėn.).
- ▶ Dalyvauti bendrųjų gebėjimų momymuose: „Latex įvadas“ ir „R įvadas“.
- ▶ Sudalyvauti tarptautinėje konferencijoje vyksiančioje Lietuvoje.
- ▶ Parengti publikaciją „Baltic Journal of Modern Computing“ arba kitame žurnale.

Ačiū už dėmesį!

Jūsų klausimai?