



Vilniaus universitetas
Duomenų mokslo ir skaitmeninių technologijų institutas
Kognityvinių skaičiavimų grupė



Povilas Gudžius
Informatikos 09P doktorantas
Doktorantūros pradžios ir pabaigos metai: 2017–2021

Disertacijos pavadinimas : „Palydovinių vaizdų atpažinimas naudojant konvoliucinius neuroninius tinklus“

Darbo vadovas: Prof. Dr. Olga Kurasova
Konsultantas: Doc. Dr. Ernestas Filatovas

Turiny

- 1. Tyrimo objektas, tikslai ir planuojami rezultatai**
- 2. Tyrimo problema**
- 3. 2018 – 2019 ataskaitinių metų darbo planas**
- 4. 2018 – 2019 ataskaita**
- 5. Gautų mokslinių rezultatų pristatymas**
- 6. 2019 – 2020 metų darbo planas**

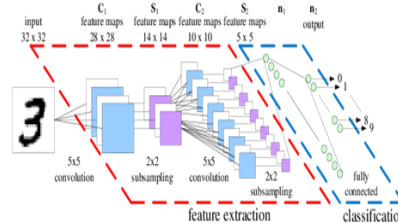
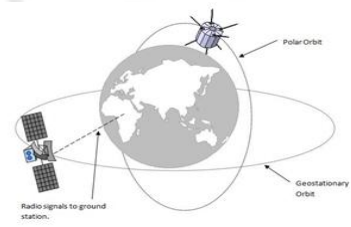
Tyrimų objektas, tikslas ir uždaviniai

Tyrimo objektas: Palydovinių vaizdų atpažinimas

Tyrimo tikslas: Pasiūlyti efektyvią konvoliucinių neuroninių tinklų architektūrą, skirtą tiksliai ir greitai atpažinti objektus, esančius vaizduose iš optinių ir SAR palydovų

Tyrimo problema:

- 1) Geoerdvinių duomenų kiekis, dažnis, kokybė, dengis
- 2) Satelitų kiekis ir ekonomika
- 3) Vaizdų tipai: Optiniai, multispektriniai, SAR
- 4) Objektu atpažinimas tikslumas
- 5) Aplikacijos finansų rinkoje



Tyrimu objektas, tikslas ir uždaviniai

Tyrimo uždaviniai:

- Atlikti skirtingų metodų analizę naudojamų palydoviniams vaizdams atpažinti;
- Nustatyti (identifikuoti) mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su palydovinių vaizdų atpažinimu;
- Dirbtiniu neuroniniu tinklu pagrįsto algoritmo sukūrimas palydoviniams vaizdams atpažinti;
- Sukurto algoritmo tyrimas sprendžiant keletą testinių uždavinių, įskaitant ir praktinį panaudojimą finansų rinkoje;
- Gautų rezultatų analizė

Planuojami rezultatai:

- Sukurta patobulinta konvoliucinių neuroninių tinklų architektūra, pritaikyta efektyviam objektų atpažinimui dideles rezoliucijos optinių palydovų gautuose vaizduose.

Studijų planas (2017–2021)

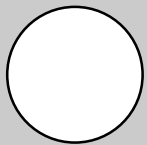
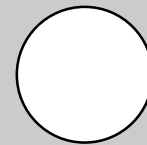
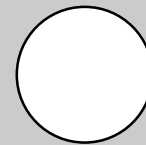
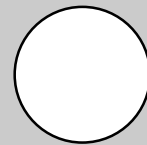
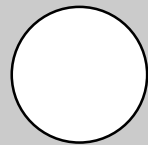
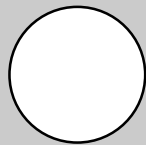
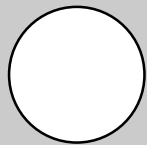
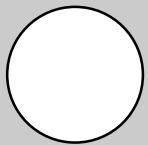
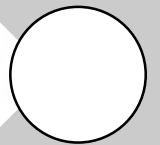
Egzaminas:
Skaitinis
intelektas
investuojant į
vertybinius
popierius 2018
Gegužė

Egzaminas:
Atpažinimo
teorija 2018
Rugsėjis

Egzaminas:
Duomenų
analizės
strategijos ir
sprendimų
priėmimas
2019 Spalis

Egzaminas:
Lygiagretieji ir
paskirstytieji
skaičiavimai
2020

Disertacijos
rašymas bei
apsigyninas
2021



Konferencija:
ICCCV
Singapuras
2018
Birželis

Konferencija:
„IEEE AICCSA“
Abu Dabis, JAE
2019

Publikacija 1:
*Neural
Computing
and
Applications*
2020

Publikacija 2:
Academic
journal 2021
Rugsėjis

2018–2019 darbo planas

1) Studijų planas

- Išlaikyti egzaminą „Duomenų analizės strategijos ir sprendimų priėmimas“.

2) Rezultatų pristatymo planas

- Dalyvavimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „**Artificial Intelligence and Data Science in Capital Markets 2019**“, vyksiančioje Londone, UK arba kitoje tarptautinėje konferencijoje vyksiančioje Lietuvoje ar užsienyje.
- Dalyvavimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „**14th Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference**“ New Orleans, Louisiana USA arba kitoje užsienyje vyksiančioje tarptautinėje konferencijoje.

3) Mokslinių publikacijų planas

- Įteikti mokslinį straipsnį į žurnalą, turintį cituojamumo rodiklį *Clarivate Analytics Web of Science* duomenų bazėje, „***U-net architecture for small objects detection and classification in optical satellite imagery***“

2018–2019 darbo planas

4) Mokslinių tyrimų planas

- Identifikuoti papildomas mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su palydovinių vaizdų atpažinimu;
- Tyrimo metodikos iškeltam uždaviniui spręsti parinkimas;
- Palydovinių vaizdų atpažinimo metodikos, naudojamos būsimiems tyrimams koncepcinis apibrėžimas;
- Dirbtiniu neuroniniu tinklu pagrįsto sukurto U-net algoritmo plėtojimas palydoviniams vaizdams atpažinti, bei pirminių tyrimų atlikimas;
- Empirinis tyrimas: Sukurto algoritmo tyrimas sprendžiant keletą testinių uždavinių;
- Dirbtinio neuroninio tinklo pritaikymas aplikacijoms finansų rinkoje ir jo efektyvumo testavimas

Ataskaita už 2018–2019 mokslo metus

1) 2018–2019 m. išlaikyti egzaminai:

- Išlaikytas egzaminas: „*Duomenų analizės strategijos ir sprendimų priėmimas*“. Vertinimo komisija: prof. habil. dr. G. Dzemyda (komisijos pirmininkas), dr. J. Bernatavičienė ir dr. V. Medvedev.
[vertinimas 9 (labai gerai)].

2) 2018–2019 m. rezultatų pristatymai mokslinėse konferencijose:

- Pasiruošta dalyvauti mokslinėje konferencijoje: „**16th ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications AICCSA 2019**“, vyksiančioje Abu Dabyje, JAE, lapkričio mėnesį, 3-7d. Pranešimas: „*Optimal U-net architecture for object recognition problems in multispectral satellite imagery*“. Straipsnis priimtas konferencijos publikacijai. **Stipendijos laimėtojas.**
- Pasiruošta dalyvauti mokslinėje konferencijoje: „**International Conference on Data Science, E-learning and Information Systems 2019**“, vyksiančioje 2019 m. gruodžio 2-5 d. Dubajuje, JAE. Pranešimas: „*Hyper-parameters of Convolutional neural network designed for highest object recognition accuracy in satellite imagery*“. Straipsnis priimtas konferencijos publicacijai.

Ataskaita už 2018–2019 mokslo metus

3) 2018–2019 m. Mokslinės publikacijos

- Parengtas mokslinio straipsnio juodraštis pridavimui į „Neural Computing and Applications“ mokslinį žurnalą. Straipsnio pavadinimas: „*Deep fully convolutional neural network architecture for object recognition in multispectral satellite imagery optimised for low-latency algorithmic trading*“

4) Gauti moksliniai rezultatai:

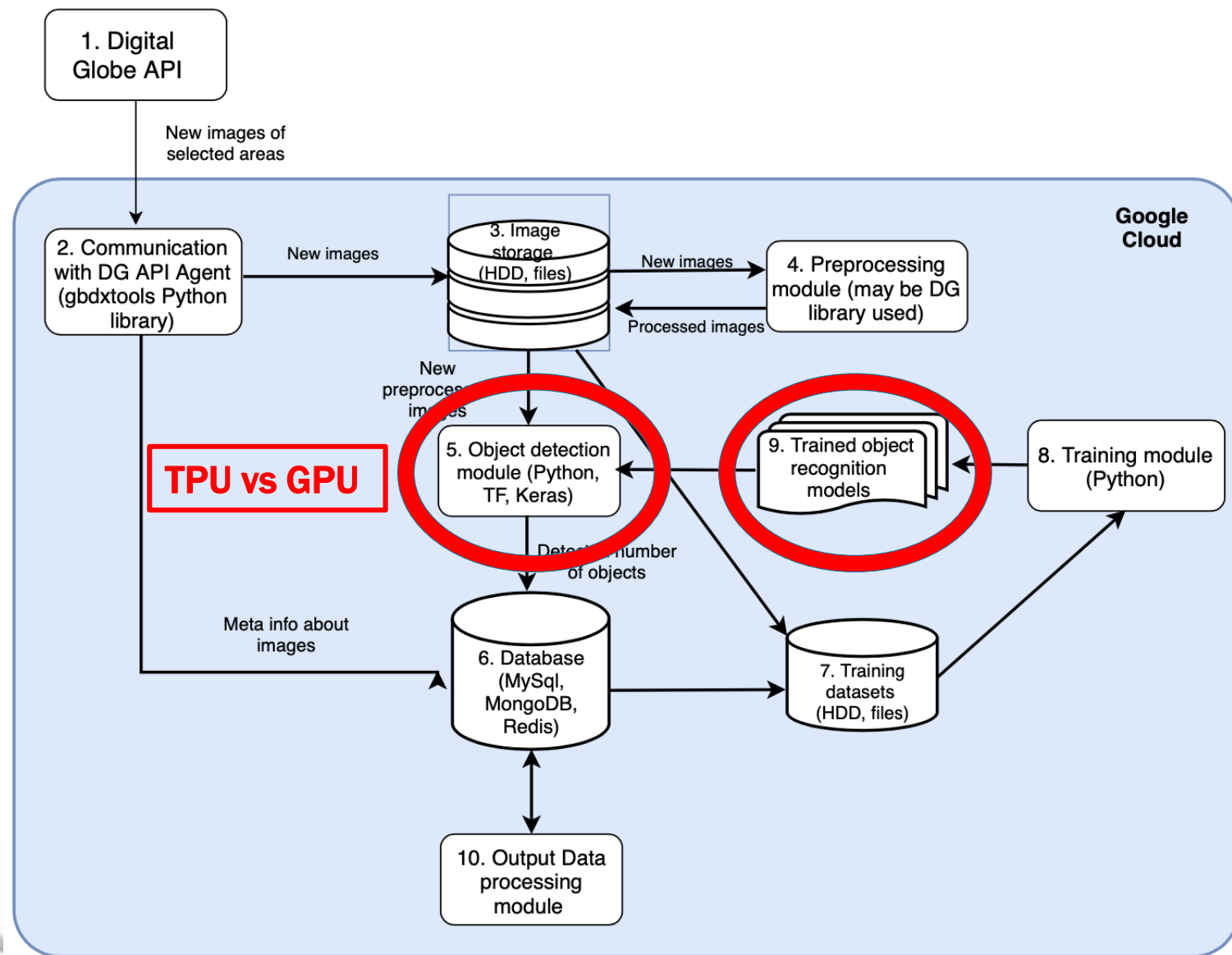
- Nustatytos mokslinės problemos, kylančios uždaviniuose, susijusiuose su palydovinių vaizdų atpažinimu;
- Sukurti kanalai įsigyti sunkiai prieinamiems optiniams palydoviniams vaizdams, skirtiems algoritmo apmokymui ir testavimui;
- Pagerintas dirbtiniu neuroniniu tinklu pagrįstas algoritmas palydoviniams vaizdams atpažinti;
- Sukurta Google Cloud Platform (GCP) debesyje esanti didelės apimties skaičiavimui, apmokymui, validavimui ir rezultatų vizualizavimui skirta sistemų architektūra

Ataskaita už 2018–2019 mokslo metus

4) Gauti moksliniai rezultatai:

- Sukurta Google Cloud Platform (GCP) debesyje esanti didelės apimties skaičiavimui, apmokymui, validavimui ir rezultatų vizualizavimui skirta sistemų architektūra
- Per GCP implementuotos dvi didelio galingumo naujos kartos skirtingu procesorių paremtos komputacinės sistemos atliekamiems tyrimams naudojant GPU ir TPU procesorius atskirai
- Atlikti moksliniai tyrimai testuojant skirtingus tinklo hyperparametrus ir architektūras
- Atlikti tyrimai optimizuoti predikcijos tikslumui ir greičiui

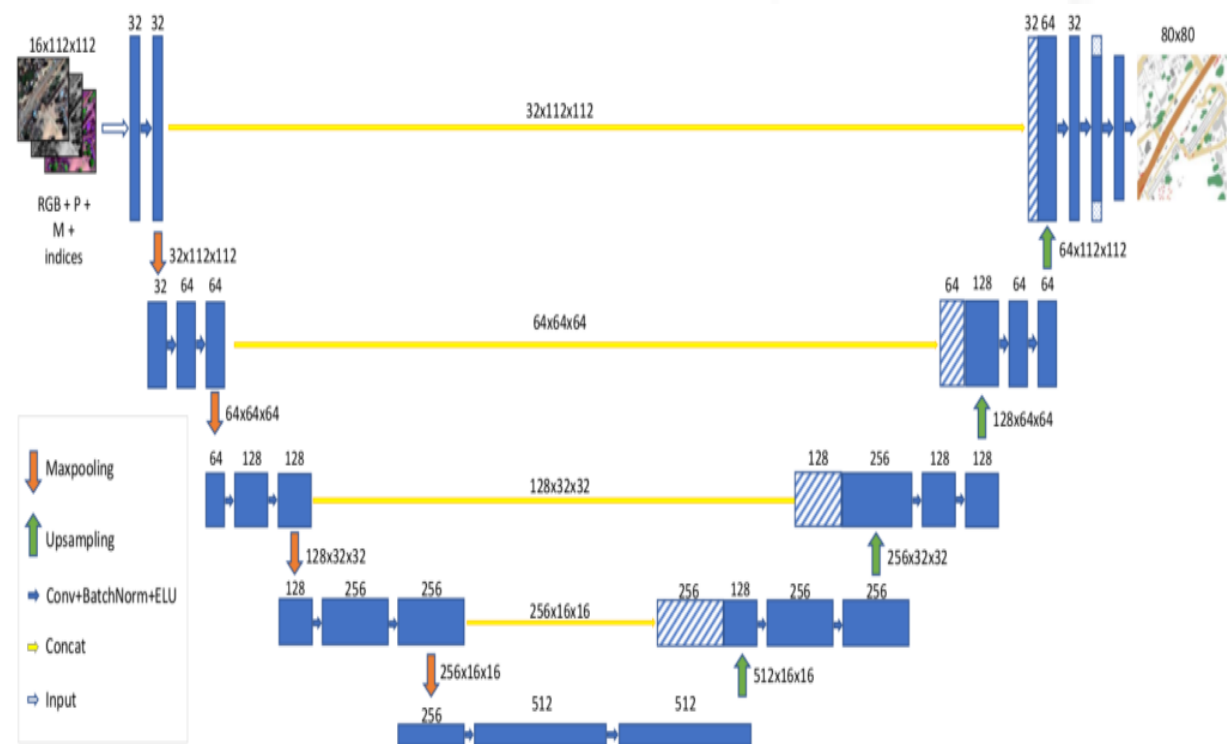
Rezultatai: Tyrimų ir eksperimentų architektūra



Mokslinių tyrimų rezultatai: 1 iš 4

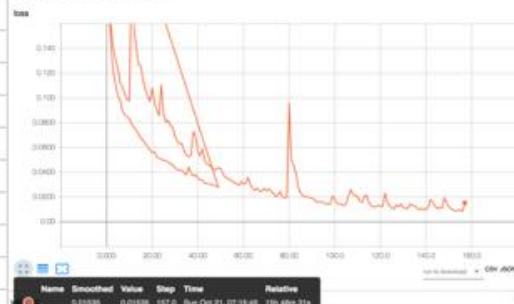
Neuroninio U-net tinklo architektūra, augmentacija ir parametrai

U-net Parametrai + Augmentacija		Rezultatai	
Type	GPU	train_loss	0.0176
Training Set	25000	train_jaccard_coef	0.8800
Validation size	0.2	train_jaccard_coef_int	0.9154
Image size	160x160	train_acc	0.9926
Batch size	128	val_loss	0.1022
Epochs	30	val_jaccard_coef	0.7189
Training set	10x10	val_jaccard_coef_int	0.7365
Test set	5x5	val_acc	0.9756
Trained on	20000	Threshold px	100
Validated on	5000	Mask by mask % threshold	40
Flipped H	10%	Test jaccard_koef our	0.6034
Flipped V	10%	Test jaccard_koef_int	0.6034
Random Brightness	30%		
Noise	30%		
Noise to single color	30%		



Mokslinių tyrimų rezultatai: 1 iš 4

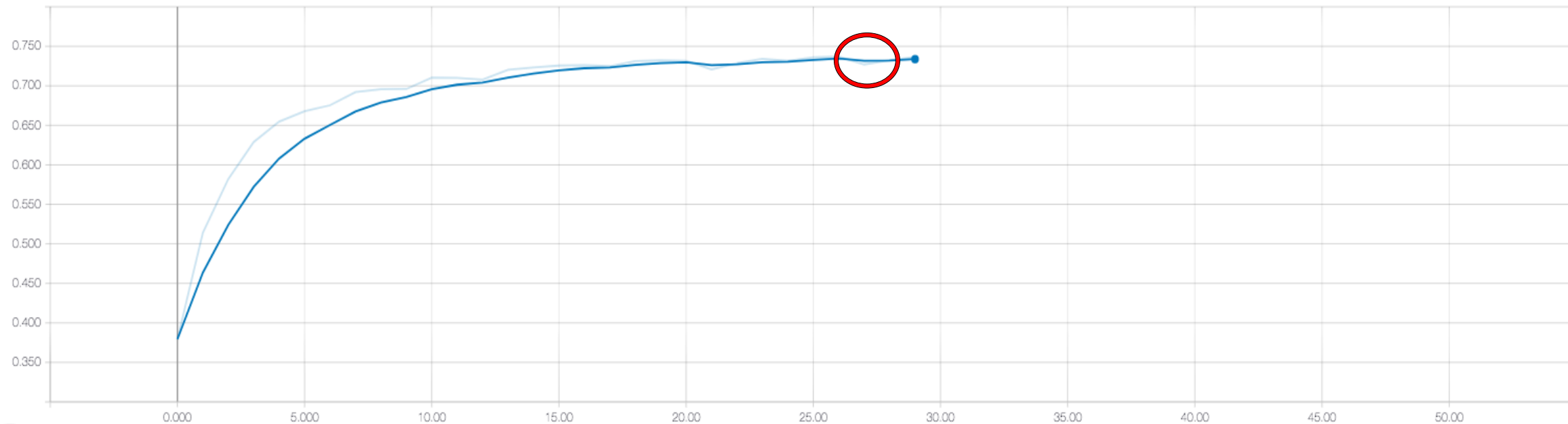
Palyginti su pirminiais: 62-63% -> ~10% pagerėjimas

	Epochs	Training	Validation	Batch Size	"ISZ" mozaic size	Part_proc (proc c	Activation function	Pixel threshold	Jaccard Accuracy	Experiment 12
U-net Experiment 8	20	25,000 objects	0.25	256	160x160 pixel	0.02	ReLU	100	ResourceExhaustedError	
U-net Experiment 9	160	25,000 objects	0.25	64	160x160 pixel	0.02	ReLU	100	62.18%	
U-net Experiment 10	20	25,000 objects	0.25	64	80x80 pixel	0.02	ReLU	100	50.02% (4 times faster)	
U-net Experiment 11	20	25,000 objects	0.25	64	80x80 pixel	0.02	Leaky_ReLU	100	Leaky_config	
U-net Experiment 12	20	25,000 objects	0.25	256	80x80 pixel	0.02	ReLU	100	47.99%	
U-net Experiment 13	50	25,000 objects	0.25	512	80x80 pixel	0.02	ReLU	100	51.49%	
U-net Experiment 14	50	25,000 objects	0.25	32	200x200 pixel	0.02	ReLU	100	MEMORY ERROR	
U-net Experiment 15	50	25,000 objects	0.25	512	160x160 pixel	0.02	ReLU	100	ResourceExhaustedError	
U-net Experiment 16	50	25,000 objects	0.25	128	160x160 pixel	0.01	ReLU	100	MEMORY ERROR	

Mokslinių tyrimų rezultatai: 2 iš 4

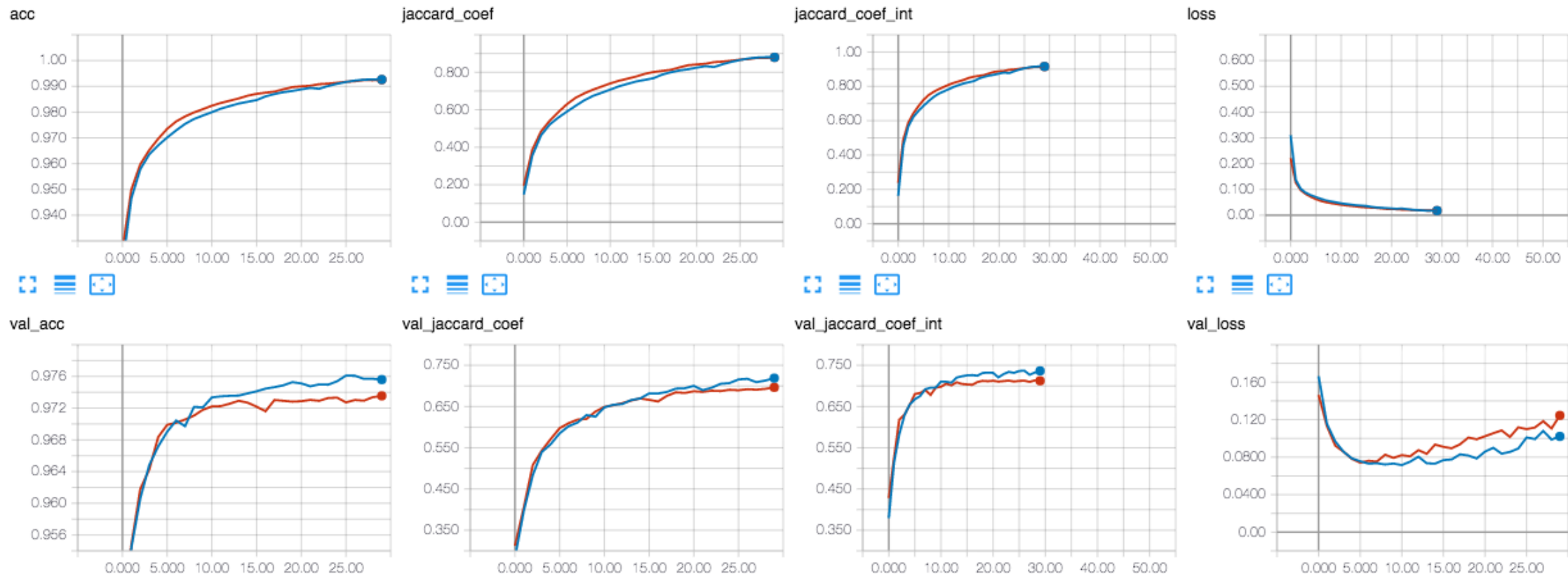
Optimalus epochu skaicius: 20 – 25

val_jaccard_coef_int

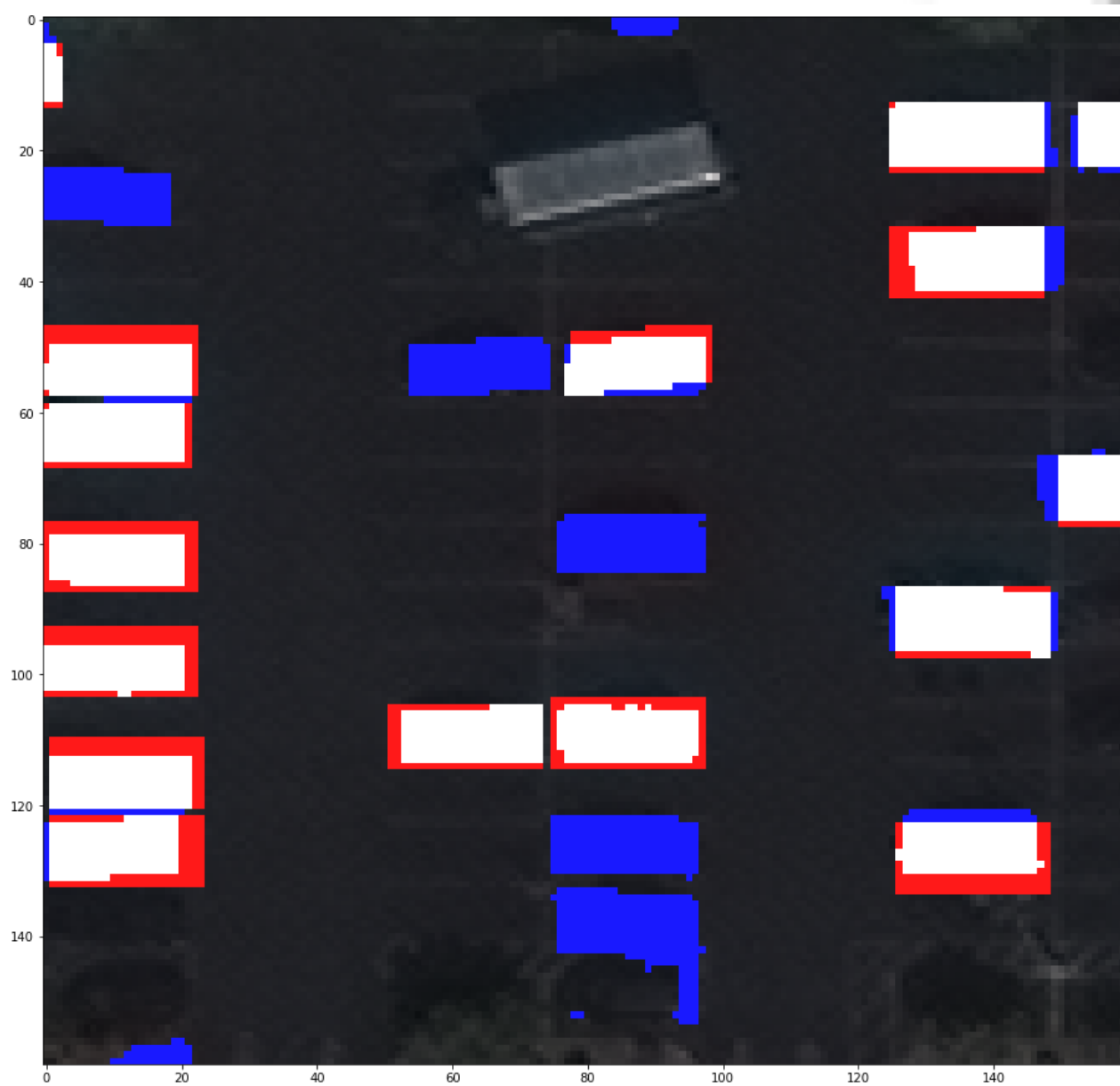


Mokslinių tyrimų rezultatai: 2 iš 4

Optimalus epochu skaičius: 20 – 25



Tyrimų rezultatai: 3 iš 4 – anotavimo gerinimas



Mokslinių tyrimų rezultatai: 4 iš 4

Realus objektu atpažinimo tikslumas – naudojant visiškai nematytą vaizdų aibę: **92.27%**

METRIC	RESULT
Mask by mask % threshold	25
Test jaccard_koef our	0.6034
Test jaccard_koef_int our	0.6073
Test_jaccard_koef from lib	0.5789
Number of true masks before threshold	6317
Number of true masks after threshold	6252
Good masks on True masks	5769
Good masks on True masks (%)	92.2745

Kitų metų darbo planas (2019 – 2020)

- **Studijų planas:**

- Išlaikyti egzaminą „Lygiagretieji ir paskirstytieji skaičiavimai“

- **Rezultatų pristatymo planas:**

- **16th ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications AICCSA 2019**“, vyksiančioje Abu Dabyje, JAE, lapkričio mėn. Pranešimas: „*Optimal U-net architecture for object recognition problems in multispectral satellite imagery*“.
- „**International Conference on Data Science, E-learning and Information Systems 2019**“, vyksiančioje 2019 m. gruodžio 2-5 d. Dubajuje, JAE. Pranešimas: „*Hyperparameters of Convolutional Neural Network designed for highest object recognition accuracy in satellite imagery*“.

Kitų metų darbo planas (2019 – 2020)

- **Mokslinių publikacijų planas:**

- Atlikti antrojo mokslinio straipsnio rašymo pasiruošiamuosius darbus, tokius kaip susijusių mokslinių straipsnių peržiūra bei literatūros analizė;
- Identifikuoti papildomas mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su objektų atpažinimu skirtinguose nuotolinių satelitinių vaizdų tipo duomenyse (pavyzdžiui, „optical multispectral“ ir „synthetic aperture radar“);
- Įsigyti, atrinkti, bei atlikti anotavimo darbus duomenų rinkiniui, reikalingus būsimiems antrojo straipsnio eksperimentams atlikti;
- Empirinis tyrimas: Sukurto algoritmo tyrimas sprendžiant realaus pasaulio uždavinius susijusius su keliais skirtingais duomenų tipais;
- Antrojo mokslinio straipsnio rašymas.