



Ataskaitinės konferencijos pranešimas

Duomenų augmentacija semantiniam segmentavimui nuotoliniame stebėjime

Justinas Lekavičius

Darbo vadovas: Doc. dr. Valentas Gružas

Studijų pradžia: 2024 spalio 1 d.

Studijų pabaiga: 2028 m. rugsėjo 30 d.

Studijų metai: II metai (2025/2026), II pusmetis

Visų studijų ir mokslinių tyrimų planas ir suvestinė (1)

Studijų metai	Egzaminai	
	Planas	Įvykdyta
I (2024/2025)	1	1
II (2025/2026)	2	1
III (2026/2027)	1	
IV (2027/2028)		
Iš viso:	4	2

- Praeitą pusmetį atsiskaitytas privalomasis dalykas "Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai"
- Ruošiamasi "Vaizdo signalų apdorojimas" atsiskaitymui (individuali užduotis, galutinė ataskaita, pristatymas)
- Kitas likęs 2026/2027 metų modulis:
 - "Gilieji neuroniniai tinklai"

Visų studijų ir mokslinių tyrimų planas ir suvestinė (2)

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu			Be citav. rodiklio		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2024/2025)										
II (2025/2026)										
III (2026/2027)	2	0			1	0				
IV (2027/2028)	1	0			2	0				
Iš viso:	3	0			3	0				

- Planuojamos konferencijos:
 - Asia-Pacific Federation for Information Technology in Agriculture (APFITA) 2026 (**pateiktas long abstract**)
 - International Conference of Environmental Remote Sensing and GIS (ICERS) 2027
 - Geographical Information Systems Theory, Applications and Management (GISTAM) 2028

Visų studijų ir mokslinių tyrimų planas ir suvestinė (3)

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu			Be citav. rodiklio		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2024/2025)										
II (2025/2026)										
III (2026/2027)	2	0			1	0				
IV (2027/2028)	1	0			2	0				
Iš viso:	3	0			3	0				

● Planuojamos publikacijos:

- A Dual-Reference Validation Framework for Calibrated GAN Super-Resolution of Thermal Imagery in Earth Observation, kvartilis Q1
- Multi-Class Semantic Segmentation of Orthophotos for Solar Panel Detection and Classification, kvartilis Q2
- Application of Super-Resolution Techniques for High-Quality Orthophoto and Satellite Imagery Integration for Semantic Segmentation, kvartilis Q1

Ataskaitinio pusmečio darbo planas ir jo vykdymas

Egzaminai 2025/2026 (II pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Būklė
Pasirenkamasis dalykas "Vaizdo signalų apdorojimas"		Bendrauta su dėstytoju, ruošiami rodikliai atsiskaitymui, bus sutarta atsiskaitymo data.

Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
Mokslinio tyrimo vykdymas: 2.2. Teorinis tyrimas: 2.2.1. Atliksiu teorinį tyrimą, siekiant išnagrinėti ir patobulinti įvairių duomenų (palydovų nuotraukų, termo nuotraukų ir t.t.) augmentavimo ir semantinio segmentavimo nuotoliniame stebėjime koncepcijas, sistemas ir modelius.	2025 m. II ketvirtis – 2026 m. I ketvirtis	Nagrinėtos duomenų augmentacijos koncepcijos ir pritaikymas dviem kryptimis: 1. Sintetinių duomenų generavimas naudojant GAN ortofoto semantiniam segmentavimui, atsparumas sezoniškumui, apšvietimo variacijai, mažų objektų atpažinimui. 2. Super rezoliucija šiluminių vaizdų kokybės gerinimui, integruojant papildomus vietos temperatūros matavimus kaip įvestį (conditional GAN), kalibruojant UAV duomenis pagal vietos temperatūros matavimus.
2.3. Empirinis tyrimas: 2.3.1. Bus atliktas empirinis tyrimas, siekiant patikrinti ir įvertinti sukurtus duomenų didinimo metodus realiuose nuotolinio stebėjimo duomenų rinkiniuose, analizuodamas jų veiksmingumą, objektyvumą, tikroviškumą, ir poveikį semantinio segmentavimo tikslumui.	2026 m. I ketvirtis – 2026 m. III ketvirtis	Atlikti tyrimai: 1. GAN super rezoliucijos modelio treniravimas SDGSAT-1 šiluminių vaizdų super rezoliucijai (8 m → 4 m) 2. Pritaikyta UAV šiluminių rastrų sisteminės paklaidos (poslinkio) korekcija pagal in-situ matavimus.

Tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai

Tyrimo objektas: nuotolinio stebėjimo vaizdų (ortofoto, palydovinių, dronų) augmentavimo metodai (sintetinių duomenų generavimas, super rezoliucija) semantiniam segmentavimui.

Tyrimo tikslas: sukurti naują ar patobulintą generatyvinių adversarinių tinklų architektūrą, skirtą atlikti duomenų augmentaciją semantinio segmentavimo nuotolinio stebėjimo sričiai.

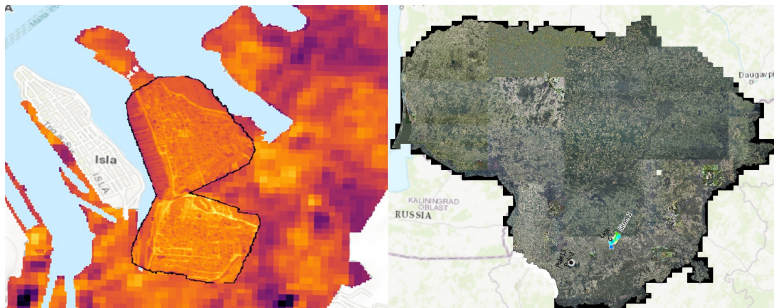
Tyrimo uždaviniai:

- Literatūros, egzistuojančių algoritmų ir metodų analizė
- Tyrimo metodologijos sudarymas
- Duomenų augmentacijos metodų kūrimas ir tobulinimas
- Tyrimai su realiais įvairių regionų duomenimis
- Rezultatų ir išvadų apibendrinimas ir teikimas

Gauti moksliniai rezultatai

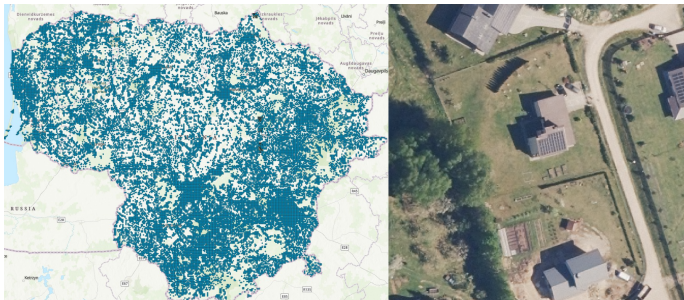
● Nagrinėjami duomenys:

- Ortofoto, 0,25 m rezoliucija (Lietuva, 2018-2023 m.)
- Šiluminiai palydovų (8m) ir dronų (sumažinta iki 4m) vaizdai bei vietos temperatūros matavimai (Malta, 2025)



● Mokslinė veikla:

- Lietuvos mastu - duomenų rinkinio paruošimas naudojant atvirus duomenis (1x1km vietovės gardeles) ir ortofoto (2018-2023)
- Iš turimų duomenų - sintetinių duomenų sudarymas, ant jų naudojant naujesnius semantinio segmentavimo algoritmus



- **Ortofoto su saulės baterijoms kandidatams:**
 - Atliktas segmentavimas su anksčiau treniruotu modeliu (DeepLabV3–ResNet-50, naudotas MBD, Prancūzijos/Kinijos duomenys)
 - Dėl didelės vietovės gardelės reikalingas duomenų tinkamumo validavimas ir porų atrinkimas (gautos 1 081 904 poros)



- **Mokslinė veikla ir eksperimentai:**

- Tiriamas GAN naudojimas papildomų sintetinių duomenų generavimui:
 - Mažų objektų (saulės baterijų) tikslesnis aptikimas
 - Atsparumas šešėlių, apšvietimo kampo variacijai, laiko pokyčių aptikimas/analizė

- Vaizdo signalų apdorojimas
- LMT projektas "Dirbtinio intelekto valdomos multimodalinės nuotolinio stebėjimo analizės"

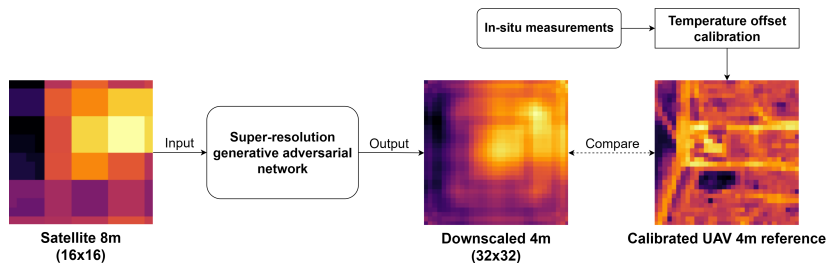
2019

2022



Gauti moksliniai rezultatai

- **Generatyvinis adversarinis tinklas (SRGAN):** super rezoliucijos modelis $8\text{ m} \rightarrow 4\text{ m}$ ($2\times$)
- Apmokytas dronų (32×32) palydovų (16×16) vaizdų lopų poromis
- Bandyta **conditional GAN** architektūra - in-situ matavimai kaip papildomas signalas
- Dėl duomenų trūkumo pereita prie kito temperatūros matavimų panaudojimo: sisteminės paklaidos korekcijai (kiekvienas pikselis reprezentuoja temperatūrą)

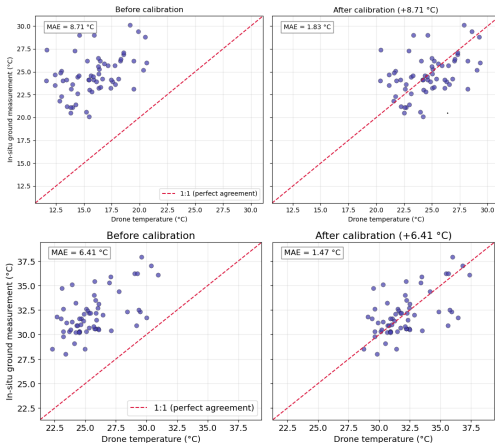


Gauti moksliniai rezultatai

- Drono jutiklis rodo keliais $^{\circ}\text{C}$ žemesnę temperatūrą nei vietos matavimai

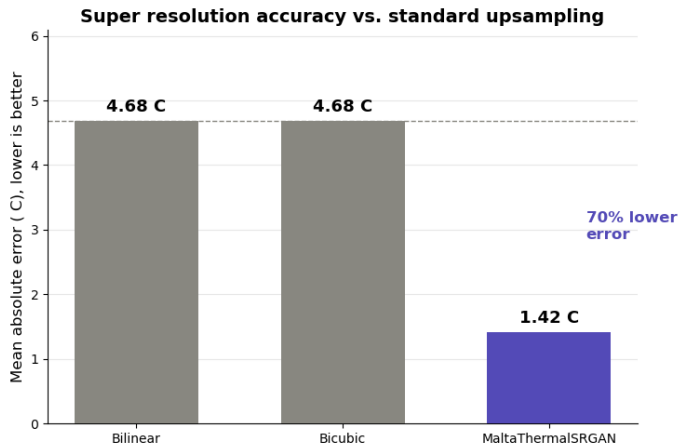
- 1 Kiekviename in situ matavimo taške paimta UAV rastro reikšmė
- 2 Gautas vidutinis skirtumas tarp in-situ matavimo ir UAV reikšmės visiems taškams
- 3 Ši konstanta pridėta prie viso UAV rastro

- Pritaikyti poslinkiai **$+8,7^{\circ}\text{C}$** (gegužė), **$+6,4^{\circ}\text{C}$** (birželis) suvienodina fizinę temperatūros skalę.



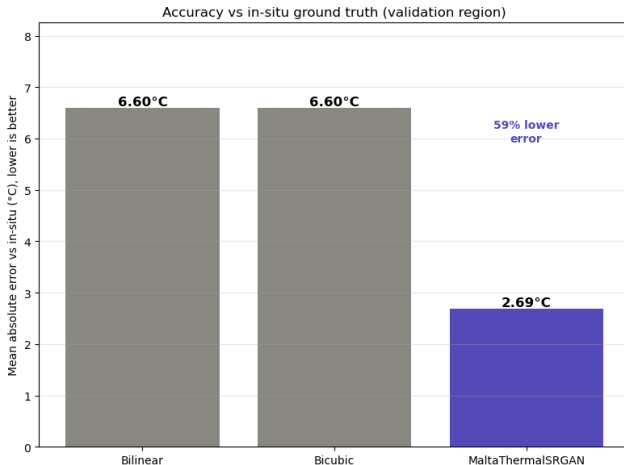
Vienas taškas - viena in-situ matavimo lokacija: drono atskaita (x) ir žemės atskaita (y). Paklaidos korekcija atlikta prieš modelio mokymą

Gauti moksliniai rezultatai



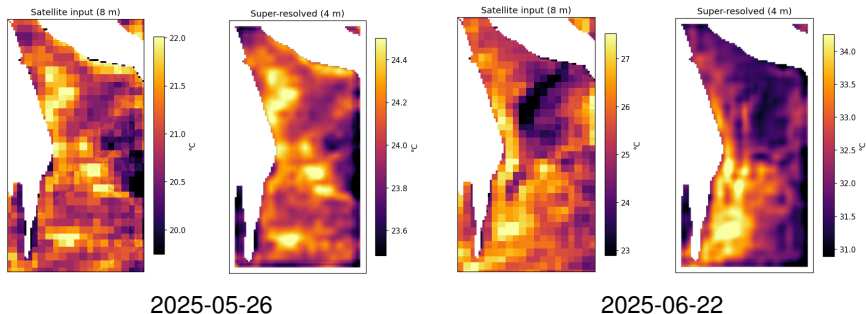
- **Lyginant su drono vaizdu:** vidutinė absoliuti paklaida $\sim 1,4^{\circ}\text{C}$.
- **$\sim 70\%$ žemesnė paklaida** lyginant su standardiniu bicubic/bilinear išplėtimu ($\sim 4,7^{\circ}\text{C}$).

Gauti moksliniai rezultatai



- Lyginant su nepriklausomu in-situ etalonu: $\sim 2,7^{\circ}\text{C}$ (n = 26 taškai).

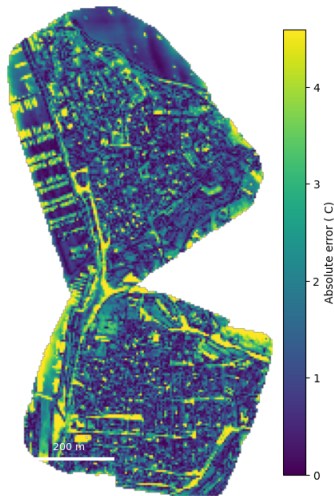
Gauti moksliniai rezultatai



Kairėje: SDGSAT-1 termovizinis rastras (8 m), dešinėje: super rezoliucijos modelio išvestis (4 m)

Gauti moksliniai rezultatai

- Drono validavimo rezultatas ($\sim 1,4$ °C) yra geresnis nei vietos matavimų ($\sim 2,7$ °C)
- Temperatūros paklaida didžiausia ten, kur viename 8 m pikselyje susikerta du skirtingi paviršiai
- Vietos matavimai atlikti mažesniuose nei pikselis paviršiuose, kurio 8 m palydovo pikselis negali aprėpti
- Modelis apribotas įvesties duomenų kokybės



Temperatūros paklaida lyginant su drono
vaizdu (2025 gegužės 26)

Kito pusmečio darbo planas

- Pasirenkamojo dalyko "Vaizdo signalų apdorojimas" atsiskaitymas
- Sekančių mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapų įgyvendinimas ir ruošimas
- Dalyvavimas Asia-Pacific Federation for Information Technology in Agriculture (APFITA) 2026, Data Analysis Methods for Software Systems (DAMSS) konferencijose
- Publikacijos "A Dual-Reference Validation Framework for Calibrated GAN Super-Resolution of Thermal Imagery in Earth Observation" rengimas (IEEE JSTARS "Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing" žurnalui)

Ačiū už dėmesį