



**Vilnius
universitetas**

**Vilnius
universitetas**

Autonominis nežinomos patalpų aplinkos-terpės išžvalgymas mažais bepiločiais orlaiviais

Mantas Briliauskas
Vilnius, 2024
II metai I pusmetis

Doktorantūra

Doktorantas: Mantas Briliauskas

Tema: Autonominis nežinomos patalpų aplinkos-terpės išžvalgymas mažais bepiločiais orlaiviais

Darbo vadovas: prof. dr. Virginijus Marcinkevičius

Doktorantūros pradžios ir pabaigos metai: 2022 – 2026

Studijų metai: 2

Studijų planas

Vilniaus
universitetas

Studijų metai	Egzaminai			Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Planas	Įvykdyta	Būklė	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu			Be citav. rodiklio		
				Planas	Įvykd.	Planas	Įvykd.	Planas	Įvykd.	Būklė	Planas	Įvykd.	Būklė
I (2022/2023)	1	2	Išlaikyta, 10 / Išlaikyta, 9	0	0	1	2	0	0				
II (2023/2024)	2	1	Išlaikyta, 9	0	0	1	0	0	1	išspausdinta			
III (2024/2025)	1			1				1					
IV (2025/2026)	0			1				1					

Ataskaitinis studijų pusmetis



2023/2024 (I pusmetis)	Planas	Įvykdyta	Pastaba
Egzaminai	Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos mokslų metodai	Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos mokslų metodai, 2024 sausis	Išlaikyta
Dalyvavimas konferencijose	-		
Publikacijos	-	M.Briliauskas, Learning Stabilization Control of Quadrotor in Near-Ground Setting Using Reinforcement Learning, 2024, doi: 10.5755/j01.itc.53.1.35135	Išspausdinta recenzuojamame žurnale "Information Technology and Control" su cituojamumo rodikliu

Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

<p>2.1. Tyrimo metodikos sudarymas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Problemų, kylančių iš tikslo, suformulavimas būsimiems eksperimentiniams ir analitiniams tyrimams.2. Uždavinių skirtų nustatytoms problemoms spręsti aprašymas.3. Tinkamos tyrimo metodikos parinkimas iškeltiems uždaviniams spręsti.4. Teorinio ir empirinio tyrimų suplanavimas pagal pasirinktą metodiką.	<p>2023 m. spalio mėn. – 2024 m. vasario mėn.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Pataisytas ir priimtas straipsnis recenzuojamame “Information Technology and Control” žurnale su cituojamumo rodikliu.
<p>2.2. Teorinis tyrimas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Vienalaikės lokalizacijos ir žemėlapių sudarymo metodų analizė ir tyrimas.2. Navigacijos metodų analizė ir tyrimas.3. Autonominio vietovės išžvalgymo metodų analizė ir tyrimas.	<p>2024 m. kovo mėn. – 2024 m. gegužės mėn.</p>	
<p>2.3. Empirinis tyrimas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Skirtingų algoritmų palyginimas.	<p>2024 m. birželio mėn. – 2024 m. rugsėjo mėn.</p>	

Tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai

Objektas:

- autonominio nežinomos patalpų aplinkos-terpės išžvalgymo algoritmai mažiems bepiločiams orlaiviams panaudojant skatinamąjį mokymą.

Tikslas:

- sukurti efektyvų algoritmą autonominiam nežinomos patalpų aplinkos-terpės išžvalgymui skirtą mažiems bepiločiams orlaiviams panaudojant skatinamąjį mokymą.

Uždaviniai:

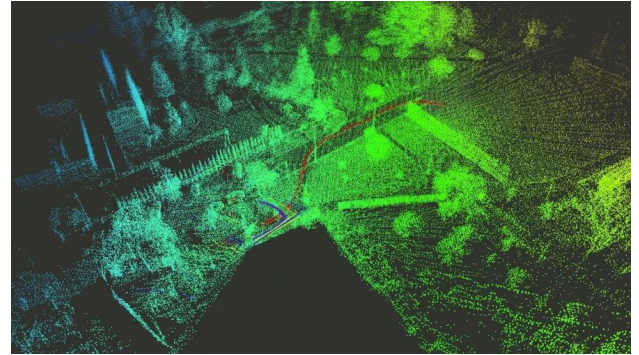
- pažangiausių autonominio nežinomos patalpų aplinkos-terpės išžvalgymo algoritmų panaudojant skatinamąjį mokymą apžvalga ir palyginimas;
- skatinamojo mokymo taikymas mažo bepiločio orlaivio stabilizavimui mažame aukštyje;
- pažangiausio algoritmo modifikavimas sukuriant naują algoritmą;
- sukurto algoritmo palyginimas su pažangiausiu algoritmu.

SLAM

Angl. *Simultaneous Localization and Mapping*

Tikslas - robotui judant erdvėje ir panaudojant iš sensorių gautą informaciją sudaryti aplinkos žemėlapij:

1. Nuskaitoma sensorių informacija;
2. Įvertinamas judesio modelis;
3. Atliekamas pozicijos filtravimas:
 - a. KF, EKF, dalelių filtrai (*particle filters*);
4. Papildomas aplinkos žemėlapis.



Active SLAM

Vilniaus
universitetas

Active SLAM = SLAM + automatinis kito navigacijos tikslo parinkimas.

POMDP problema.

Duota: drono ir orientyrų pozicijos.

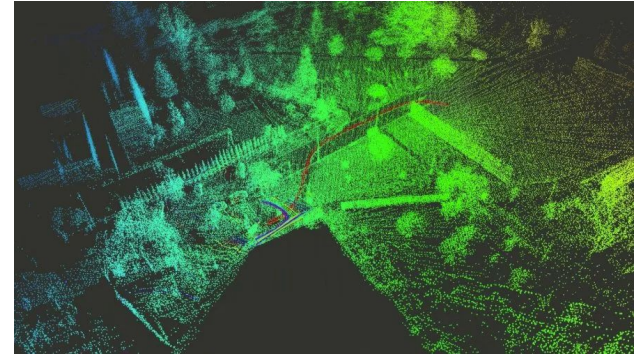
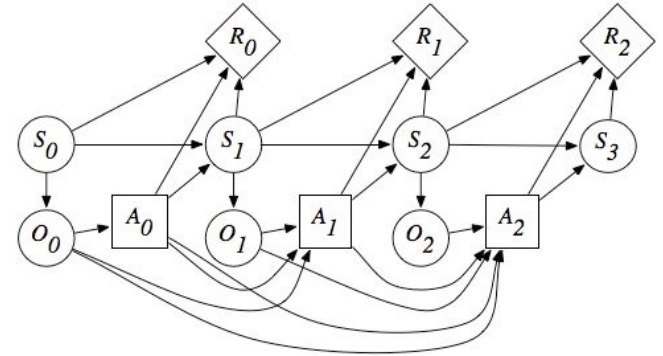
Active SLAM:

1. navigacijos tikslų-kandidatų parinkimas;
2. navigacijos tikslų-kandidatų įvertinimas;
3. navigacijos tikslo atrinkimas;
4. navigacija su SLAM.

Iki:

1. išvalgyta apibrėžta aplinkos dalis;
2. žemėlapių neapibrėžtumas (*uncertainty*) žemiau užsibrėžtos ribos;
3. baigiasi užduočiai skirtas laikas ($t > T$).

Išvalgymo-eksplotacijos (angl. *exploration-exploitation*) problema.





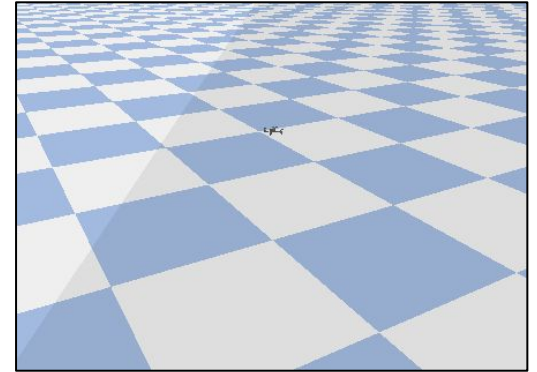
**Vilniaus
universitetas**

**Vilniaus
universitetas**

Atlikta: drono stabilizavimas su DRL

Mažo bepiločio orlaivio stabilizavimas mažame aukštyje panaudojant skatinamąjį mokymą (1)

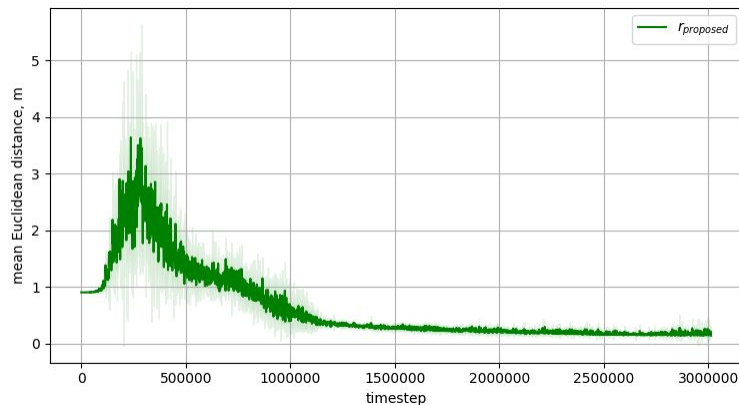
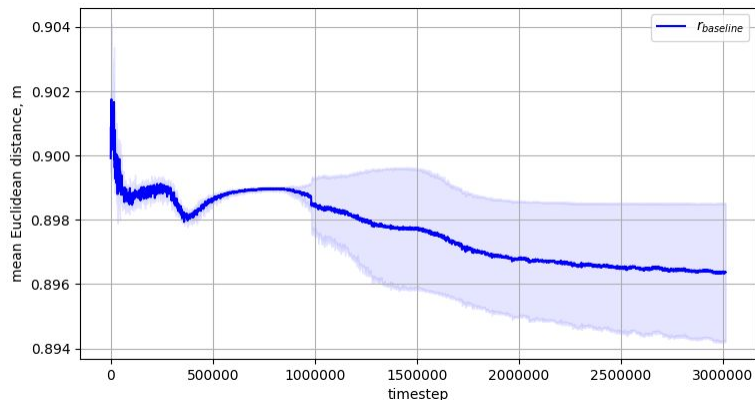
- Dalyko “Mašininis mokymas” namų darbo tęsinys;
- Publikuotas straipsnis žurnale “Information Technology and Control” (Q3)
- Eksperimentas:
 - pradinė orlaivio pozicija - arti žemės (0.1m);
 - stabilizavimo tikslas - taškas 1m aukštyje;
 - pasiūlytas metodas lyginamas su pradiniu (angl. *baseline*).
- Pasiūlytas metodas susideda iš:
 - savalaikio užduoties nutraukimo;
 - naujos apdovanojimo (angl. *reward*) funkcijos.



Mažo bepiločio orlaivio stabilizavimas mažame aukštyje panaudojant skatinamąjį mokymą (2)

- Rezultatai:

- Naudojant pradinį metodą orlaivis nestabilizuojamas:
 - neskrenda, krenta arba nuskrenda toli.
- Naudojant pasiūlytą metodą orlaivis pakyla iki nurodyto taško ir stabilizuojasi.

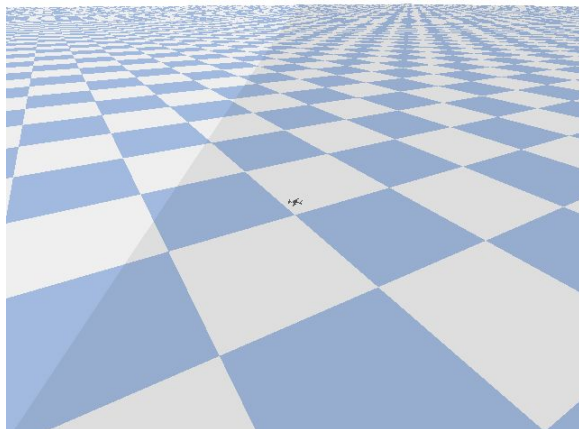


Mažo bepiločio orlaivio stabilizavimas mažame aukštyje panaudojant skatinamąjį mokymą (3)

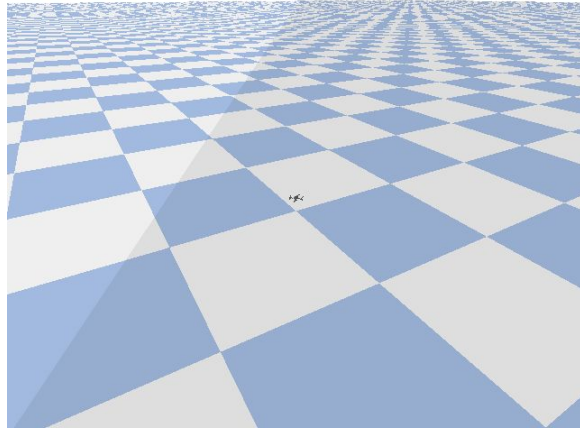
Pradinė pozicija: $[\text{rand}(-1, 1), \text{rand}(-1, 1), 0.1]$

Stabilizacijos taškas: $[0, 0, 1.0]$

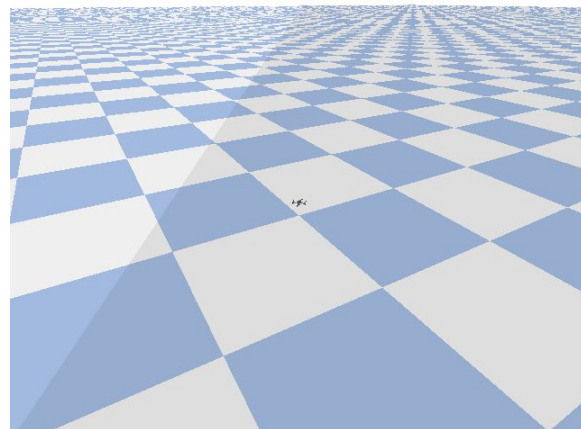
Atsitiktinė įvestis



Pastovioji įvestis $[0.1, 0.1, 0.1, 0.1]$



PPO su pasiūlyta grąžos funkcija



Kito pusmečio planas

Tyrimas (pagal studijų planą):

1. Teorinis tyrimas
 - a. Lokalizacijos ir žemėlapių sudarymo metodų analizė ir tyrimas.
 - b. Navigacijos metodų analizė ir tyrimas.
 - c. Autonominio vietovės išžvalgymo metodų analizė ir tyrimas.
2. Empirinis tyrimas
 - a. Algoritmų palyginimas.

Egzaminai:

- Gilieji neuroniniai tinklai (pagal studijų planą).

Konferencijos:

- ECML PKDD 2024



**Vilniaus
universitetas**

**Vilniaus
universitetas**

Užduotis: taškų debesies segmentavimas su DNN

Tyrimas dalykui “Gilieji neuroniniai tinklai”

- Dalyko vadovas: prof. dr. Povilas Treigys
- Tema: “Statinių/dinaminių objektų segmentavimas 3D taškų debesyse giliaisiais neuroniniais tinklais”
- Uždaviniai:
 - apžvelgti literatūrą;
 - pasirinkti algoritmą;
 - jį įgyvendinti;
 - ištirti tikslumą statinėms/dinaminės kliūtims atpažinti (pvz. sienos, ir patalpoje judantys objektai).





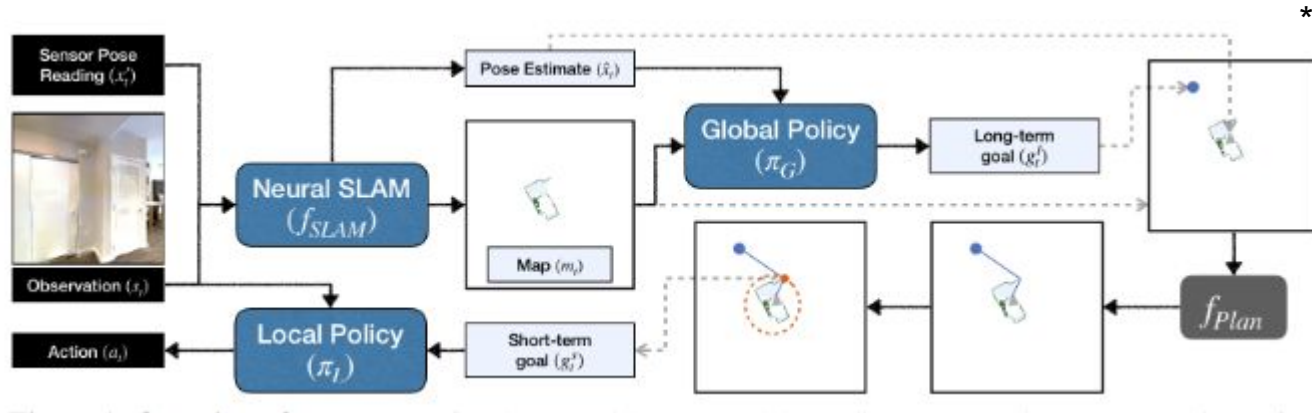
**Vilniaus
universitetas**

**Vilniaus
universitetas**

Užduotis: žvalgymas su DRL

Neural Active SLAM *

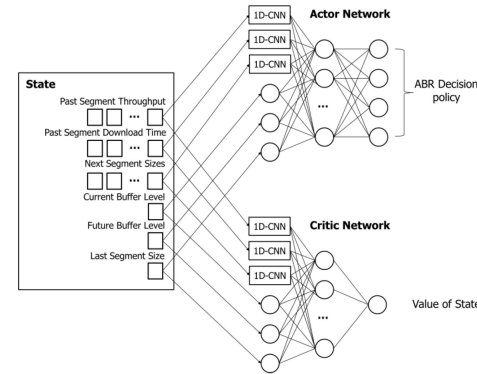
- Pirmasis hierarchinis RL SLAM algoritmas;
- Globali ir lokali strategija;
- 2D žemėlapis.



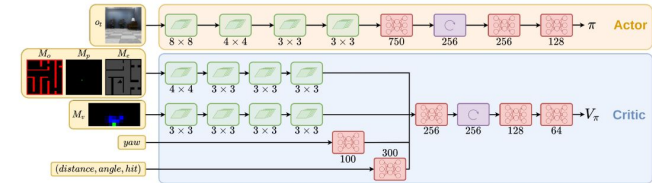
* <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.05155>

Tyrimas disertacijos tema

- Hierarchinis skatinamasis mokymas
 - lokali strategija - navigacija
 - globali strategija - aktyvusis SLAM
- Asimetrinis aktorius-kritiko karkasas
 - aktorius naudoja sensoriaus informaciją
 - kritikas naudoja sensoriaus ir *ground-truth* informaciją
- Diskreti veiksmų erdvė
- Mokymas PPO
- Taškų debesis išgaunamas klasikiniiais metodais
- Įjungiami papildomi metodai, pvz.: *loop-closure*
- Testavimas: Gibson, MP3D duomenų rinkiniai



Simetrinis A2C*



Asimetrinis A2C**

* Kang, J.; Chung, K. HTTP Adaptive Streaming Framework with Online Reinforcement Learning. Appl. Sci. 2022, 12, 7423, doi: 10.3390/app12157423

** A. Devo, J. Mao, G. Costante and G. Loianno, "Autonomous Single-Image Drone Exploration With Deep Reinforcement Learning and Mixed Reality," in IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 7, no. 2, pp. 5031-5038, April 2022, doi: 10.1109/LRA.2022.3154019

Ačiū už dėmesį.