



**Vilnius
universitetas**

**Vilnius
universitetas**

Autonominis nežinomos patalpų aplinkos-terpės išžvalgymas mažais bepiločiais orlaiviais

Mantas Briliauskas
Vilnius, 2023
I metai II 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: 1

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 | 1 | Priimta | 1 | 0 | |
| II (2023/2024) | 2 | | | | | 1 | | | | | 1 | | |
| III (2024/2025) | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | | | |
| IV (2025/2026) | 0 | | | 1 | | | | 1 | | | | | |

Ataskaitinis studijų pusmetis

| 2022/2023 (II pusmetis) | Planas | Įvykdyta | Pastabos |
|----------------------------|---|--|---|
| Egzaminai | Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika | Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika, 2023 birželis | Išlaikyta |
| Dalyvavimas konferencijose | - | Kompiuterininkų dienos – 2023, pranešimas tema “Kvadroatoriaus stabilizavimo valdymo mokymas arti žemės naudojant skatinamąjį mokymą”, Kaunas, 2023 rugsėjis | Pranešimas nacionalinėje konferencijoje (iš II metų) |
| Publikacijos | - | M.Briliauskas, Learning Stabilization Control of Quadrotor in Near-Ground Setting Using Reinforcement Learning, 2023 | Priimta į recenzuojamą žurnalą “Information Technology and Control” su cituojamumo rodikliu |

Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

| | Darbo pavadinimas | Atlikimo terminai | Pastabos |
|----|---|--|--|
| 1. | <p>Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):</p> <ol style="list-style-type: none"> Disertacijos tyrimo objekto detalizavimas. Autonominio nežinomų patalpų išžvalgymo panaudojant bepiločius orlaivius metodų apžvalga. | 2022 m. spalio mėn. – 2023 m. vasario mėn. | <ol style="list-style-type: none"> Atlikta mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir parengtas bei pristatytas plakatas DAMSS'13 konferencijoje. Atlikta mokslinių tyrimų apžvalga panaudojant skatinamąjį mokymą Active SLAM užduočiai spręsti. Dalyko "Mašininis mokymas" antram namų darbui sėkmingai atliktas drono pozicionavimas ir stabilizavimas simuliacinėje aplinkoje panaudojant skatinamąjį mokymą. Detalizuotas disertacijos tyrimo objektas. |
| | <ol style="list-style-type: none"> Metodų apžvalgos apibendrinimas ir pateikimas disertacijos analitinės dalies aprašyme. Tyrimo tikslų suformulavimas. | 2023 m. kovo mėn. – 2023 m. rugsėjo mėn. | <ol style="list-style-type: none"> Parašytas straipsnis ir priimtas recenzuojamame "Information Technology and Control" žurnale su cituojamumo rodikliu. Skaitomas pranešimas KoDi23 konferencijoje Lietuvoje. Suformuluoti disertacijos tyrimo tikslai. |

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:

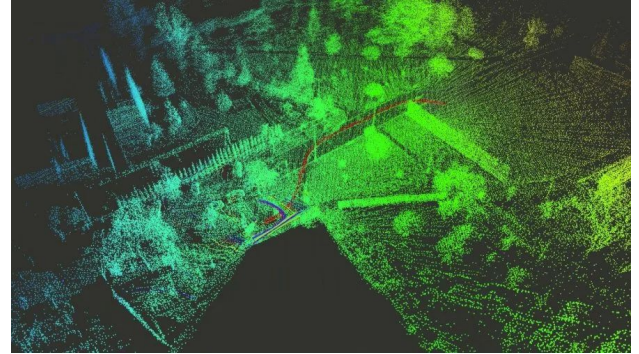
- pažangiausių autonominio nežinomos patalpų aplinkos-terpės išžvalgymo algoritmų skirtų mažiems bepiločiams orlaiviams panaudojant skatinamąjį mokymą apžvalga ir palyginimas;
- skatinamojo mokymo taikymas mažo bepiločio orlaivio stabilizavimui mažame aukštyje;
- pažangiausio algoritmo modifikavimas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

SLAM

Angl. *Simultaneous Localization and Mapping*

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

1. SLAM algoritmu skaičiuojama:
 - a. roboto ir orientyrų santykinės pozicijos.
2. Pozicijos skaičiuojamos panaudojant:
 - a. judesio modelį;
 - b. sensorių matavimo modelis.
3. Pozicijų filtravimas:
 - a. KF, EKF, dalelių filtrai.



Active SLAM

Vilniaus
universitetas

Active SLAM = SLAM + automatinis kito navigacijos tikslo parinkimas.

POMDP problema.

Duota: drono ir orientyrų pozicijų tikimybės.

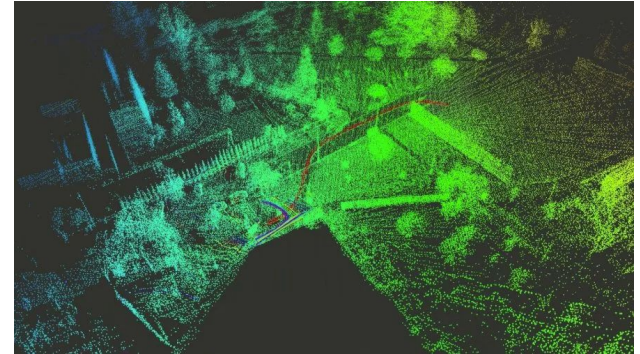
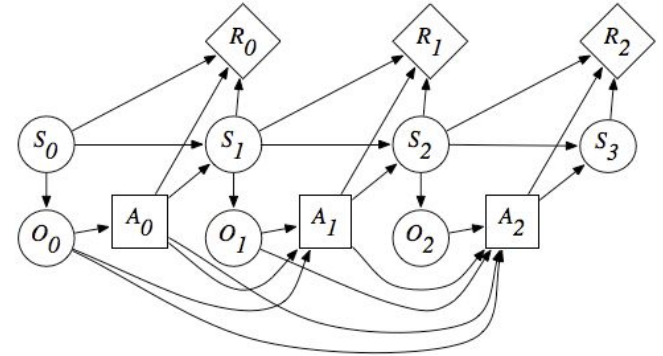
Active SLAM:

- navigacijos tikslų-kandidatų parinkimas;
- navigacijos tikslų-kandidatų įvertinimas;
- atrinkimas ir navigacija su SLAM.

Iki:

- žemėlapio neapibrėžtumas (*uncertainty*) žemiau užsibrėžtos ribos;
- baigiasi užduočiai skirtas laikas ($t > T$).

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

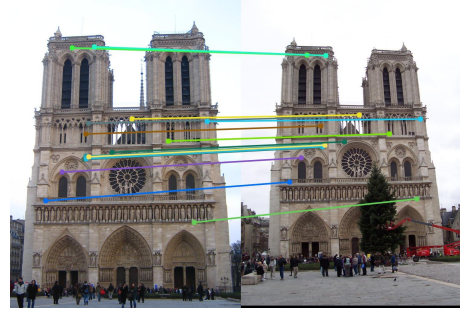


Klasikinis vaizdinio signalo apdorojimas

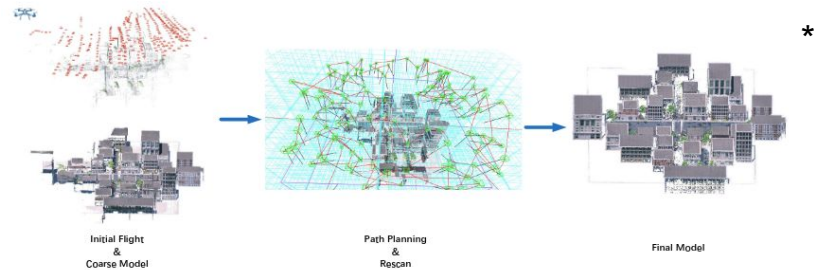
Įvestis - nuotraukos.

Tikslas: pasiversti į taškų žemėlapij.

Fotogrametrija. Duota: vaizdų seka.



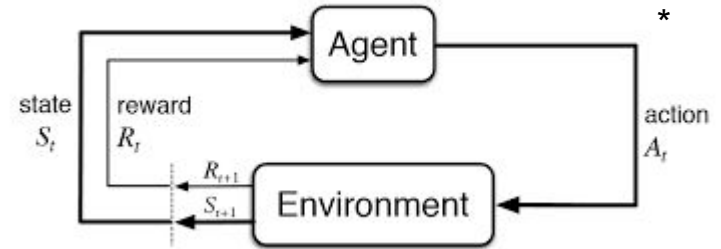
- taškų-požymių radimas;
- taškų-požymių tapatinimas;
- rekonstrukcija.



Skatinamasis mokymas

Drono sąveika su aplinka:

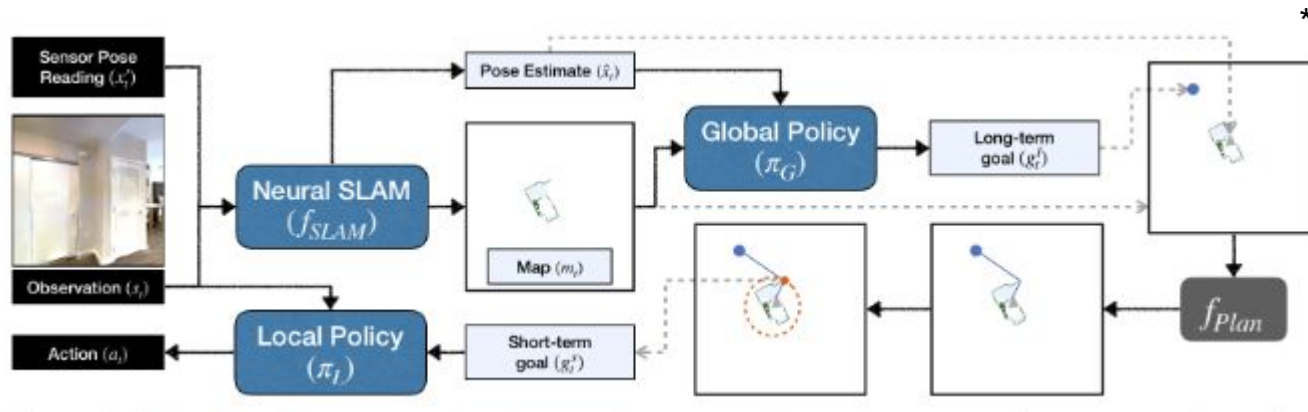
- Sensoriaus signalo gavimas.
- Iteruojama:
 - veiksmo pasirinkimas ir atlikimas pagal SM strategiją (*policy*);
 - apdovanojimo (*reward*) ir kito signalo gavimas;
 - SM strategijos koregavimas pagal apdovanojimą.
- Iki:
 - sukauptasis apdovanojimas epizodui tenkina užsibrėžtą sąlygą.



* <https://www.novatec-gmbh.de/en/blog/introduction-to-q-learning/>

Neural Active SLAM *

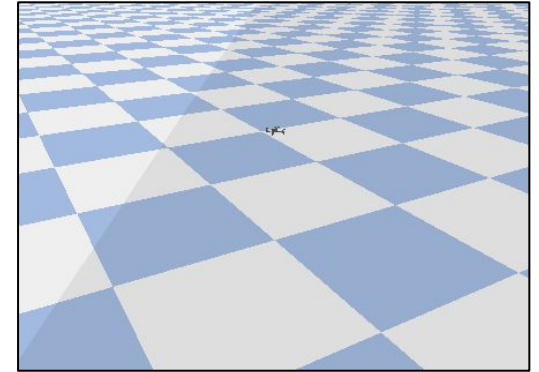
- pažangiausias RL SLAM algoritmas;
- globali ir lokali strategija;
- 2D žemėlapis.



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

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

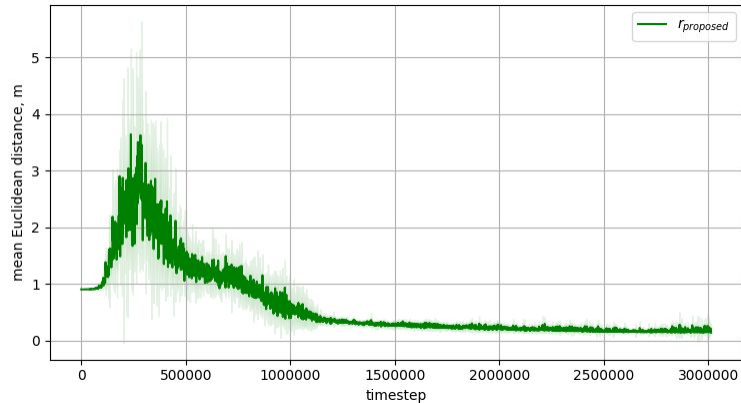
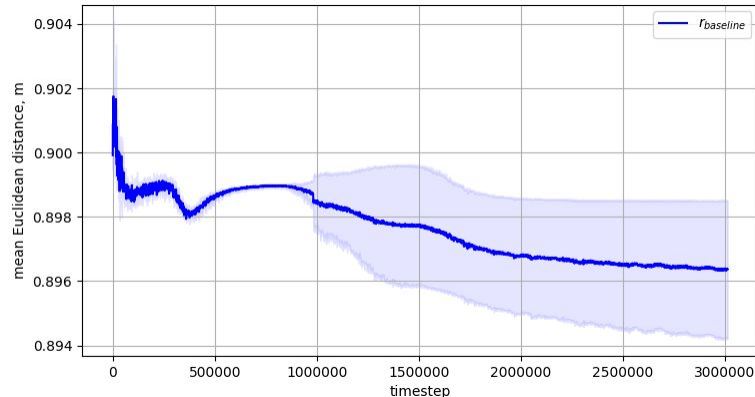
- Straipsnis “Learning Stabilization Control of Quadrotor in Near-Ground Setting Using Reinforcement Learning”
 - Dalyko “Mašininis mokymas” namų darbo tęsinys;
 - Priimtas “Information Technology & Control”.
- Eksperimentas:
 - Pradinė orlaivio pozicija - nuo žemės arba arti žemės (0.1m);
 - Stabilizavimo taškas - 1m aukštyje.
 - Pasiūlytas metodas lyginamas su pradiniu (angl. *baseline*) algoritmu;
 - *Gym-pybullet-drones* simuliacinė aplinka, *stable-baselines3* SM algoritmai.
- Pasiūlytas metodas susideda iš:
 - Ankstyvo užduoties nutraukimo;
 - Nujos apdovanojimo (angl. *reward*) funkcijos.



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

- Rezultatai:

- Naudojant pradinį (angl. *baseline*) metodą orlaivis neskrenda, krenta.
 - Problema: apdovanojimo funkcija pagrįsta tik atstumu iki tikslo taško.
- Naudojant pasiūlytą metodą orlaivis pakyla iki nurodyto taško ir stabilizuojasi.



Kito pusmečio planas

Tyrimas:

1. Metodų apžvalgos apibendrinimas ir pateikimas disertacijos analitinės dalies aprašyme (iš 2022/2023 mokslo metų antro pusmečio).
2. Tyrimo metodikos sudarymas:
 - 2.1. Problemų, kylančių iš tikslo, suformulavimas būsimiems eksperimentiniams ir analitiniams tyrimams.
 - 2.2. Uždavinių skirtų nustatytoms problemoms spręsti aprašymas.
 - 2.3. Tinkamos tyrimo metodikos parinkimas iškeltiems uždaviniams spręsti.
 - 2.4. Teorinio ir empirinio tyrimų suplanavimas pagal pasirinktą metodiką.

Egzaminai:

- Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika (pagal studijų planą).

Ačiū už dėmesį.