

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-104376-111133

SIMULTÁNNÁ LOKALIZÁCIA A MAPOVANIE PRE
ŠTVORNOHÉHO ROBOTA
DIPLOMOVÁ PRÁCA

2025

Bc. Timotej Polc

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-104376-111133

SIMULTÁNNÁ LOKALIZÁCIA A MAPOVANIE PRE
ŠTVORNOHÉHO ROBOTA
DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program:	Robotika a kybernetika
Názov študijného odboru:	Kybernetika
Školiace pracovisko:	Ústav robotiky a kybernetiky
Vedúci záverečnej práce:	prof. Ing. František Duchoň, PhD.
Konzultant:	Ing. Rastislav Marko

Bratislava 2025

Bc. Timotej Polc



ZADANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE

Študent: **Bc. Timotej Polc**
ID študenta: 111133
Študijný program: robotika a kybernetika
Študijný odbor: kybernetika
Vedúci práce: prof. Ing. František Duchoň, PhD.
Vedúci pracoviska: prof. Ing. František Duchoň, PhD.
Konzultant: Ing. Rastislav Marko
Miesto vypracovania: Ústav robotiky a kybernetiky

Názov práce: **Simultánna lokalizácia a mapovanie pre štvornohého robota**

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský jazyk

Špecifikácia zadania:

Pre úspešnú prevádzku autonómnych robotov v neznámom prostredí je nevyhnutná schopnosť tvorby mapy prostredia a súčasného odhadu polohy vo vytváranej mape. Robot Artaban je vybavený niekoľkými snímačmi, ktoré poskytujú kvalitné zdroje údajov pre lokalizáciu, či vytváranie reprezentácie okolia robota. Cieľom práce je navrhnúť a implementovať riešenie problému SLAM s ohľadom na kinematiku robota a charakteristiku prostredia. Vytvorená 2.5D/3D mapa bude ďalej slúžiť pre detekcie priechodnosti prostredia a navigáciu robota. Táto téma bude vypracovaná v spolupráci s firmou Panza Robotics s.r.o.

Úlohy:

1. Naštudujte princípy simultánnej lokalizácie a mapovania v kontexte mobilnej robotiky.
2. Analyzujte možnosti využitia údajov zo snímačov robota Artaban.
3. Analyzujte vhodné dostupné SLAM algoritmy a ich prípadnú modifikáciu.
4. Navrhňte riešenie simultánnej lokalizácie a mapovania.
5. Realizujte a verifikujte algoritmus v simulácii a na reálnom hardvéri.
6. Vypracujte dokumentáciu.

Termín odovzdania diplomovej práce: 16. 05. 2025
Dátum schválenia zadania diplomovej práce: 16. 10. 2024
Zadanie diplomovej práce schválil: prof. Ing. Jarmila Pavlovičová, PhD. – garantka študijného programu

SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný program:	Robotika a kybernetika
Autor:	Bc. Timotej Polc
Diplomová práca:	Simultánna lokalizácia a mapovanie pre štvornohého robota
Vedúci záverečnej práce:	prof. Ing. František Duchoň, PhD.
Konzultant:	Ing. Rastislav Marko
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2025

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean et est a dui semper facilisis. Pellentesque placerat elit a nunc. Nullam tortor odio, rutrum quis, egestas ut, posuere sed, felis. Vestibulum placerat feugiat nisl. Suspendisse lacinia, odio non feugiat vestibulum, sem erat blandit metus, ac nonummy magna odio pharetra felis. Vivamus vehicula velit non metus faucibus auctor. Nam sed augue. Donec orci. Cras eget diam et dolor dapibus sollicitudin. In lacinia, tellus vitae laoreet ultrices, lectus ligula dictum dui, eget condimentum velit dui vitae ante. Nulla nonummy augue nec pede. Pellentesque ut nulla. Donec at libero. Pellentesque at nisl ac nisi fermentum viverra. Praesent odio. Phasellus tincidunt diam ut ipsum. Donec eget est. A skúška mäččėňov a dĺžnov.

Kľúčové slová: SLAM, Simultánna lokalizácia a mapovanie, mobilná robotika

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Robotics and cybernetics
Author:	Bc. Timotej Polc
Master's thesis:	Simultaneous localisation and mapping for a quadrupedal robot
Supervisor:	prof. Ing. František Duchoň, PhD.
Consultant:	Ing. Rastislav Marko
Place and year of submission:	Bratislava 2025

On the other hand, we denounce with righteous indignation and dislike men who are so beguiled and demoralized by the charms of pleasure of the moment, so blinded by desire, that they cannot foresee the pain and trouble that are bound to ensue; and equal blame belongs to those who fail in their duty through weakness of will, which is the same as saying through shrinking from toil and pain. These cases are perfectly simple and easy to distinguish. In a free hour, when our power of choice is untrammelled and when nothing prevents our being able to do what we like best, every pleasure is to be welcomed and every pain avoided. But in certain circumstances and owing to the claims of duty or the obligations of business it will frequently occur that pleasures have to be repudiated and annoyances accepted. The wise man therefore always holds in these matters to this principle of selection: he rejects pleasures to secure other greater pleasures, or else he endures pains to avoid worse pains.

Keywords: SLAM, Simultaneous localisation and mapping, mobile robotics

Pod'akovanie

I would like to express a gratitude to my thesis supervisor.

Obsah

Úvod	1
1 Artaban	2
2 Artaban a SLAM	3
Záver	4
Zoznam použitej literatúry	5
Prílohy	6
A Štruktúra elektronického nosiča	7
B Algoritmus	8
C Výpis subline	9

Zoznam obrázkov a tabuliek

Zoznam skratiek

SLAM Simultánna lokalizácia a mapovanie

Zoznam algoritmov

B.1	Vypočítaj $y = x^n$	8
-----	-------------------------------	---

Zoznam výpisov

C.1 Ukážka sublime-project	9
--------------------------------------	---

Úvod

Štvornohé roboty, sú trieda mobilných robotických zariadení využívajúce aproximácie biologických končatín pre pohyb v priestore.

Oproti kolesovým a pásovým podvozkom je ich spôsob pohybu o mnoho viac flexibilný v terénoch skutočného sveta, čo im umožňuje prekonať zložitejšie prekážky, za ceny vyššej zložitosti kinematiky pohybových akčných členov.

Štvornohý robot Artaban od spoločnosti Panza Robotics využíva túto výhodu pre vonkajšie alebo komplexné priemyslené priestory.

Ako všetky mobliné roboty, aj tieto musia pri autonómnych aplikáciách riešiť otázku “ Kde som? ”.

Riešením tejto otázky vzniká koncept lokalizácie, ktorá v každom snímanom časovom okamihu určuje pozíciu robota. Lokalizovať robot je možné pomocou snímačov veľčín vedúcim ku zmene polohy robota (napr. akcelerometer, gyroskop, enkóder uhlovej rýchlosti motora, kamera).

Ak sa v prostredí nachádzajú prekážky, ktoré sú senzory schopné zachytiť, dokážeme túto informáciu uložiť, čím vytvárame mapu prostredia.

SLAM je zlúčenie lokalizácie a mapovania, kde sa obe operácie vykonávajú naraz.

1 Artaban

W.I.P

2 Artaban a SLAM

Algoritmy SLAM vychádzajú zo známeho kinematického modelu mobilného robota, ktorý začína obvykle v neznámej polohe a pohybuje sa v prostredí, ktoré môže obsahovať prirodzené alebo umelé značky prostredia. Úlohou SLAM teda je zostaviť mapu prostredia a zároveň ju použiť na výpočet mobilného robota v reálnom čase.[1]

Záver

Conclusion is going to be where?

Here.

Zoznam použitej literatúry

1. DUCHOŇ, František a kolektív. SLAM a jeho základné princípy. In: DUCHOŇ, František a kolektív. *Riadenie mobilných robotov*. 1. vyd. Bratislava: FELIA s.r.o, 2023, kap. 8.6, s. 201. ISBN 978-80-89824-14-4.

Prílohy

A	Štruktúra elektronického nosiča	7
B	Algoritmus	8
C	Výpis subline	9

A Štruktúra elektronického nosiča

/CHANGELOG.md

- file describing changes made to FEIstyle

/example.tex

- main example *.tex* file for diploma thesis

/example_paper.tex

- example *.tex* file for seminar paper

/Makefile

- simply Makefile – build system

/fei.sublime-project

- is project file with build in Build System for Sublime Text 3

/img

- folder with images

/includes

- files with content

/bibliography.bib

- bibliography file

/attachmentA.tex

- this very file

B Algoritmus

Algoritmus B.1 Vypočítaj $y = x^n$

Require: $n \geq 0 \vee x \neq 0$

Ensure: $y = x^n$

$y \leftarrow 1$

if $n < 0$ **then**

$X \leftarrow 1/x$

$N \leftarrow -n$

else

$X \leftarrow x$

$N \leftarrow n$

end if

while $N \neq 0$ **do**

if N is even **then**

$X \leftarrow X \times X$

$N \leftarrow N/2$

else { N is odd }

$y \leftarrow y \times X$

$N \leftarrow N - 1$

end if

end while

C Výpis sublime

```
../.. ./ fei .sublime-project
```

Výpis C.1: Ukážka sublime-project