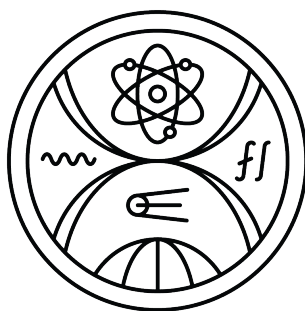


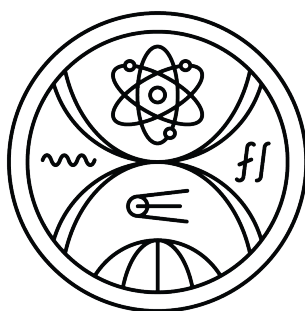
Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



ADAPTÍVNE RIADENIE KROKU ŠTVORNOHÉHO ROBOTA

Diplomová práca

Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



ADAPTÍVNE RIADENIE KROKU ŠTVORNOHÉHO ROBOTA

Diplomová práca

Study program: aplikovaná informatika
Branch of study: informatika
Department: Katedra aplikovanej informatiky
Supervisor: prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.
Consultant: Mgr. Rastislav Marko



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Zuzana Mačicová
Študijný program: aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: informatika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Adaptívne riadenie kroku štvornohého robota
Adaptive step control of a biped robot

Anotácia: Adaptívne riadenie je v súčasnosti jedným z najpopulárnejších prístupov pre ovládanie kroku štvornohých robotov. V porovnaní s konvenčnejšími metódami dokáže generovať vysoko dynamické pohyby a zároveň zabezpečiť stabilitu a robustnosť kroku. Napriek neustále zvyšujúcemu sa výkonu mikropočítačov a vývoju stále efektívnejších optimalizačných riešení je však problém kráčania stále komplexný a jeho úspešné formulácie sa spoliehajú na mnohé zjednodušenia a zanedbania skutočných vlastností riadeného systému. Práve efektívne formulácie zohľadňujúce čo možno najviac relevantných vplyvov na krok sú v súčasnosti predmetom výskumu.

Cieľ: Cieľom práce je analyzovať a navrhnúť model adaptívneho riadenia pre štvornohého robota operujúceho v zložitom prostredí. Táto téma bude vypracovaná v spolupráci s firmou Panza Robotics s.r.o.

1. Naštudujte problematiku riadenia kroku kráčajúcich robotov.
2. Analyzujte možnosti matematických formulácií problému optimálneho riadenia kroku.
3. Navrhňte a implementujte adaptívne riadenie pre štvornohého robota.
4. Overte navrhnuté riešenie pri rôznych podmienkach v simulačnom prostredí.

Literatúra: Ding, Yanran & Pandala, Abhishek & Park, Hae-Won. (2019). Real-time Model Predictive Control for Versatile Dynamic Motions in Quadrupedal Robots. 10.1109/ICRA.2019.8793669.
Grandia, R., Taylor, A. J., Ames, A. D., & Hutter, M. (2021, May). Multi-layered safety for legged robots via control barrier functions and model predictive control. In 2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (pp. 8352-8358). IEEE.
Carlo, Jared & Wensing, Patrick & Katz, Benjamin & Bledt, Gerardo & Kim, Sangbae. (2018). Dynamic Locomotion in the MIT Cheetah 3 Through Convex Model-Predictive Control. 1-9.



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

10.1109/IROS.2018.8594448.

Vedúci: prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.
Katedra: FMFI.KAI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: prof. Ing. Igor Farkaš, Dr.
Dátum zadania: 29.11.2022

Dátum schválenia: 29.11.2022

prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.
garant študijného programu

.....
študent

.....
vedúci práce

Čestne prehlasujem, že túto diplomovú prácu som vypracovala samostatne len s použitím uvedenej literatúry a za pomoci konzultácií u môjho školiteľa a konzultanta.

Bratislava, 2024

.....
Bc. Zuzana Mačicová

Pod'akovanie

TODO

Abstrakt

TODO

Klíčové slova: TODO

Abstract

TODO

Keywords: TODO

Contents

1	Úvod	1
2	Low level Control	2
3	Dynamika robota	3
4	Implementácia	4
5	Výsledky	5

List of Figures

List of Tables

Chapter 1

Úvod

Úvod do problematiky riadenia stvornohých robotov. Úloha kinematiky a dynamiky nôh pri riadení robotov.

Chapter 2

Low level Control

Opis PD-Controllera a Feedforward Position Controllera. Porovnanie, ich vyhody a nevyhody.

Chapter 3

Dynamika robota

Opis rovníc dynamiky. Priama a inverzná dynamika.

Chapter 4

Implementácia

Ako som postupovala pri implementácii všetkého spomenutého v kapitole 1 a 2. Technológie a knižnice aké som využila. Prípadné problémy na ktoré som narazila.

Chapter 5

Výsledky

Ako robot chodí, type chôdze, či zvláda aj komplikovanejší terén atď. Porovnanie simulácia a skutočný robot.

Bibliography

- [1] Jared Carlo, Patrick Wensing, Benjamin Katz, Gerardo Bledt, and Sangbae Kim. Dynamic locomotion in the mit cheetah 3 through convex model-predictive control. pages 1–9, 10 2018.
- [2] Yanran Ding, Abhishek Pandala, and Hae-Won Park. Real-time model predictive control for versatile dynamic motions in quadrupedal robots. In *2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pages 8484–8490, 2019.
- [3] Ruben Grandia, Fabian Jenelten, Shaohui Yang, Farbod Farshidian, and Marco Hutter. Perceptive locomotion through nonlinear model predictive control. 08 2022.
- [4] Ruben Grandia, Andrew J. Taylor, Aaron D. Ames, and Marco Hutter. Multi-layered safety for legged robots via control barrier functions and model predictive control. *2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2021.
- [5] Felix Grimminger, Thomas Flayols, Jonathan Fiene, Alexander Badri-Spröwitz, Ludovic Righetti, Avadesh Meduri, Majid Khadiv, Julian Viereck, Manuel Wuthrich, Maximilien Naveau, Vincent Berenz, Steve Heim, and Felix Widmaier. An open torque-controlled modular robot architecture for legged locomotion research. *IEEE Robotics and Automation Letters*, PP, 02 2020.
- [6] Jared Kim, Donghyun Di Carlo, Benjamin Katz, Gerardo Bledt, and Sngbae Kim. Highly dynamic quadruped locomotion via whole-body impulse control and model predictive control. 2019.
- [7] Carlos Mastalli, Rohan Budhiraja, Wolfgang Merkt, Guilhem Saurel, Bilal Ham-moud, Maximilien Naveau, Justin Carpentier, Ludovic Righetti, Sethu Vijayaku-mar, and Nicolas Mansard. Crocoddyl: An efficient and versatile framework for multi-contact optimal control. 09 2019.
- [8] Carlos Mastalli, Saroj Chhatoi, Thomas Corberes, Steve Tonneau, and Sethu Vi-jayakumar. Inverse-dynamics mpc via nullspace resolution. 09 2022.