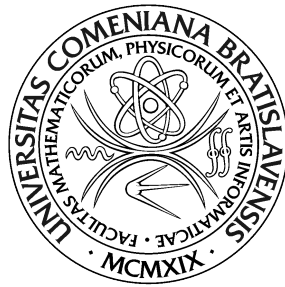


UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



OPTIMALIZÁCIA KINEMATIKY ROBOTIKCÉHORAMENA V CUDA

Diplomová práca

2021

Bc. Martin Slimák

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



OPTIMALIZÁCIA KINEMATIKY ROBOTICKÉHO RAMENA V CUDA

Diplomová práca

Študijný program: Aplikovaná informatika
Študijný odbor: 2511 Aplikovaná informatika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Školiteľ: RNDr. Martin Madaras, PhD.

Bratislava, 2021

Bc. Martin Slimák



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

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

Názov: CUDA-based Robotic Arm Kinematics Optimization
Optimalizácia kinematiky robotického ramena v CUDA

Anotácia: Automatizácia v logistike hrá v dnešnom svete veľkú úlohu. Pre efektívne fungovanie automatických skladov, potrebujeme vedieť rýchlo a robustne naplánovať trajektórie jednotlivých robotických ramien, ktoré následne presúvajú objekty v plánovaných cykloch. Existujúce plánovacie algoritmy pre kinematiku robotov sú sice robustné a dávajú dobré výsledky, ale ich výpočet je pomerne pomalý a neefektívny. V prípade že sa prostredie mení dynamicky, tak roboty majú problém reagovať na zmeny prostredia v reálnom čase.

Cieľ: Hlavným cieľom práce je navrhnuť plánovací algoritmus, ktorý bude používať paralelné výpočty a bude implementovaný v CUDA. Plánovací algoritmus bude používať štandardné algoritmy inverznej kinematiky a detekciu kolízií bude rátať s volumetrickou štruktúrou prostredia. Štruktúra robota bude aproximovaná kostrou s radiusmi v každom kĺbe, alebo pre každú časť kinematickej reťaze bude použitý CAD model. Inšpirujte sa algoritmi CHOMP a STOMP, ktoré sú súčasťou robotického ROS prostredia. Navrhnutí algoritmus evaluujte a porovnajte rýchlosť a kvalitu plánovania voči state of the art metódam.

Literatúra: Nathan Ratliff et al. 2009 - CHOMP: Gradient Optimization Techniques for Efficient Motion Planning
https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2009/5/icra09-chomp.pdf
Mrina Kalakrishnan et al. 2011 - STOMP: Stochastic Trajectory Optimization for Motion Planning
http://wiki.ros.org/Papers/ICRA2011_Kalakrishnan?action=AttachFile&do=get&target=kalakrishnan_icra2011.pdf
Benjamin Chretien et al 2016 - GPU Robot Motion Planning using Semi-Infinite Nonlinear Programming
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01266581/document>
Arunkumar Byravan et al. 2014 - Space-Time Functional Gradient Optimization



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Vedúci: RNDr. Martin Madaras, PhD.
Katedra: FMFI.KAI - Katedra aplikovanej informatiky
Vedúci katedry: prof. Ing. Igor Farkaš, Dr.
Dátum zadania: 16.10.2020

Dátum schválenia: 19.11.2020

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

študent

vedúci práce

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

Bratislava, 2021

.....

Bc. Martin Slimák

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa chcel v prvom rade poďakovať môjmu školiteľovi RNDr. Martinovi Madarasovi, PhD. za jeho cenné rady a usmernenia, ktoré mi veľmi pomohli pri riešení tejto diplomovej práce.

Abstrakt

Automatizácia v logistike hrá v dnešnom svete veľkú úlohu. Pre efektívne fungovanie automatických skladov, potrebujeme vedieť rýchlo a robustne naplánovať trajektórie jednotlivých robotických ramién, ktoré následne presúvajú objekty v plánovaných cykloch. Existujúce plánovacie algoritmy pre kinematiku robotov sú sice robustné a dávajú dobré výsledky, ale ich výpočet je pomerne pomalý a neefektívny. V prípade že sa prostredie mení dynamicky, tak roboty majú problém reagovať na zmeny prostredia v reálnom čase.

Kľúčové slová: robotic kinematics, optimization, parallel algorithms, CUDA

Abstract

Automatization is a very important step in everyday logistics tasks. For the effective process of the warehouse, a fast and robust trajectory planning of robotic arms is needed. Existing trajectory planning algorithms robust, however, the computation process is very slow and ineffective. In a real case scenario, where the environment can be dynamically changed all the time, the robots have problem to react to the changes in real-time.

Keywords: robotic kinematics, optimization, parallel algorithms, CUDA

Obsah

Literatúra

- [BBSF14] Arunkumar Byravan, Byron Boots, Siddhartha S Srinivasa, and Dieter Fox. Space-time functional gradient optimization for motion planning. In *2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pages 6499–6506. IEEE, 2014.
- [CEK16] Benjamin Chrétien, Adrien Escande, and Abderrahmane Kheddar. Gpu robot motion planning using semi-infinite nonlinear programming. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 27(10):2926–2939, 2016.
- [KCT⁺11] Mrinal Kalakrishnan, Sachin Chitta, Evangelos Theodorou, Peter Pastor, and Stefan Schaal. Stomp: Stochastic trajectory optimization for motion planning. In *2011 IEEE international conference on robotics and automation*, pages 4569–4574. IEEE, 2011.
- [ros] ROS. <http://www.ros.org/>. Navštívené: 2. máj 2021.
- [RZBS09] Nathan Ratliff, Matt Zucker, J Andrew Bagnell, and Siddhartha Srinivasa. Chomp: Gradient optimization techniques for efficient motion planning. In *2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pages 489–494. IEEE, 2009.

Zoznam obrázkov