

Masterarbeit Mxxx

Methoden zur Maximierung der Manipulierbarkeit eines optimierungsbasiert geregelten Industrieroboters für ein Telemanipulationsszenario

Hintergrund: Ein Roboterarm mit 6 Freiheitsgraden wird mit einem Virtual-Reality-Controller telemanipuliert. Der menschliche Operator gibt dabei Positionen und Orientierungen für den End-Effektor des Roboterarms vor. Die Trajektorienplanung ist durch einen optimierungsbasierten Ansatz umgesetzt (MPC), welcher die inverse Kinematik implizit löst. Dabei kann der Manipulator in Konfigurationen gebracht werden, aus denen er den Bewegungsvorgaben des menschlichen Operators nicht sofort folgen kann. Ein Roboterarm kann Posen zum Teil über verschiedene Konfigurationen einnehmen (vgl. Manipulability Maps). Eine andere Konfiguration mit gleicher (oder sehr ähnlicher) Endeffektorpose könnte zu einem besseren Folgeverhalten führen.

Fragestellung: Wie kann das Optimierungsproblem derart angepasst werden, sodass der Roboterarm den Bewegungen des Menschen folgen kann?

Zu bearbeitende Aufgaben:

- Mathematische Formulierung der Problemstellung: Wie lässt sich die Manipulierbarkeit für Konfigurationen des Roboterarms definieren und unter welchen Bedingungen ist die Fähigkeit zum Folgen der menschlichen Bewegung eingeschränkt?
 - Um die Roboterkonfiguration an zukünftige Bewegungen des Menschen anzupassen, müssen Annahmen über möglichen Bewegungen des Menschen getroffen werden. Die folgenden Ansätze könnten sich dazu eignen:
 - Task specific adaptation of manipulability: Die aktuelle Aufgabe des Menschen wird geschätzt und daraus werden Aussagen über zukünftige Bewegungsziele abgeleitet.
 - Human pose specific adaptation of manipulability: Schätzung der menschlichen Pose i. Daraus werden Aussagen über zukünftige Bewegungen abgeleitet. ii. Die Manipulierbarkeit des Menschen wird geschätzt und in das Optimierungsproblem integriert.
- Dazu sollen folgende Fragen beantwortet / untersucht werden:
- Gibt es dazu schon Ergebnisse in der Literatur?
 - Wie könnten die Anpassungen der Manipulierbarkeit in der Trajektorienplanung umgesetzt werden?
 - Gibt es weitere sinnvolle Anpassungen der Manipulierbarkeit?
 - Welche Metriken eignen sich zur Evaluation dieser Methoden?
- Implementierung mindestens einer ausgewählten Methode auf dem UR5e Robotersystem.
 - Evaluierung der umgesetzten Methoden mittels geeigneter Metrik.

Student : Tristan Schneider
Betreuer : Max Grobbel, M.Sc.
Hauptreferent : Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann
Zweitprüfer : Prof. h. c. Dr.-Ing. Mathias Kluwe
Ausgabe : 1. September 2024
Abgabe : 1. März 2025

Karlsruhe,

Tristan Schneider

11.9.2024

