

Seminararbeit

Verbesserung der Pfad- und Trajektorienplanung am UR5

Vorgelegt von:	Nik Julin Nowoczyn
Matrikelnummer:	8529776
Studiengang:	Ingenieurinformatik
Prüfer:	Prof. Dr.-Ing. Johannes Schilp
Betreuer:	Ludwig Vogt
Ausgabedatum:	01. 10. 2022
Abgabedatum:	31. 03. 2023

Aufgabenstellung

Kurzfassung

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	I
Kurzfassung	III
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Räumliche Beschreibung	1
1.1 Koordinatensysteme	1
1.2 Translation	1
1.3 Rotation	1
1.4 Homogene Transformationsmatrix	1
2 Direkte Kinematik	3
2.1 DH-Konvention	3
2.2 URDF	3
2.3 Robotics API	3
2.4 UR5 in DH	3
2.5 Zielparameter mit DH berechnen	3
3 Inverse Kinematik	5
3.1 Problembeschreibung	5
3.2 Analytische Lösung	5
3.3 Numerische Lösung	5
3.4 Geometrische Lösung	5
3.5 Singularitäten	5
3.6 Geschwindigkeitskinematik	5
4 Pfadplanung	7
4.1 Formale Beschreibung	7
4.2 Konfigurationsraum	7
4.3 Berechnungsmethoden	7
4.3.1 Kürzester Weg	7
4.3.2 Zellendekomposition	7

4.3.3	Sampling-Verfahren	7
4.4	Constraints und Praxisbezug	7
5	Trajektorienplanung	9
5.1	Profile	9
5.2	Synchronität	9
5.3	Mehrsegment-Trajektorien	9
6	Fazit und Ausblick	11

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

1 Räumliche Beschreibung

ggf kürzen und/oder am Ende ergänzen ??

1.1 Koordinatensysteme

1.2 Translation

1.3 Rotation

Euler / current frame, Fixed Frame, Axis-Angle, Quaternion

1.4 Homogene Transformationsmatrix

2 Direkte Kinematik

2.1 DH-Konvention

2.2 URDF

2.3 Robotics API

2.4 UR5 in DH

2.5 Zielparameter mit DH berechnen

3 Inverse Kinematik

3.1 Problembeschreibung

3.2 Analytische Lösung

3.3 Numerische Lösung

3.4 Geometrische Lösung

Handgelenk entkoppeln, nicht anwendbar auf UR5

3.5 Singularitäten

Kuka vs UR5.

Theorie (rundungsfehler), Praxis (große Geschwindigkeiten) α_2 α_1 α_5

Elbow-Up / Elbow-Down

3.6 Geschwindigkeitskinematik

4 Pfadplanung

4.1 Formale Beschreibung

4.2 Konfigurationsraum

Konfigurationsraum und Kollisionsfreier Konfigurationsraum

4.3 Berechnungsmethoden

4.3.1 Kürzester Weg

4.3.2 Zellendekomposition

Zellendekomposition (Vollständige Abtastung)

4.3.3 Sampling-Verfahren

Single-Query Unidirektional vs. Bidirektional RRT biased / unbiased to exploration
Q-space muss nicht vollständig bekannt sein RRT* Multi-Query Probabilistic Roadmaps
Potentialfeldmethode / Gradientenverfahren Genetische Algorithmen

4.4 Constraints und Praxisbezug

Kinematisch (Winkelbegrenzung) Dynamisch (Geschwindigkeit) Einbezug der Constraints in den Algorithmen Praxis: OMPL (MoveIt+ ROS / CoppeliaSim Plugin)

5 Trajektorienplanung

5.1 Profile

Trapez, 7-Segment

5.2 Synchronität

Vollsynchon, Teilsynchon, Asynchon

5.3 Mehrsegment-Trajektorien

Ggf besser in Pfadplanung ??

Mehrsegment-Trajektorien (z.B. Bezier, Überschleifen)

6 Fazit und Ausblick

Erklärung

Die vorliegende Arbeit habe ich selbstständig ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise im Rahmen einer oder anderer Prüfungen noch nicht vorgelegt worden.

Augsburg, den 31.03.2023

Nik Julin Nowoczyn