

Ausgewählte Kapitel der Robotik

„Matrix Methoden in der Kinematik und Dynamik von Robotern“

Andreas Müller

370004

Skriptum: Das Skriptum wird im Verlauf der Vorlesung verteilt.

Vorkenntnisse: TM 2, TM 3

Inhalte:

1. Einführung
Geometrie der räumlichen Bewegung
Grundzüge der Liniengeometrie
Koordinatentransformation, Matrixformulierung, Transformationsgruppen,
Mannigfaltigkeiten, Tangentialräume
2. Geometrie der Bewegung serieller Roboter und Manipulatoren
Schraubbewegungen, Relativbewegungen, verallgemeinerte Koordinaten
Klassifikation technischer Gelenke, Reuleaux-Paare, 1-parametrische Transformationsgruppen
infinitesimale vs. endliche Transformationen Euklidischer Räume
geometrische Eigenschaften der Starrkörperbewegungen
Koordinateninvarianz, Konjugation
Übung: Beispielhafte Implementierung mit Hilfe von Symbolmanipulationsprogrammen
3. Raumkinematik
Geschwindigkeiten, Beschleunigungen
Beobachter und Bezugssysteme
Raumfeste und körperfeste Zerlegung
Koordinatentransformation als adjungierte Operation
4. Kinematik serieller Roboter und Manipulatoren
Geschwindigkeiten serieller Roboter
Modellierung technischer Gelenke, Gelenkschrauben, verallgemeinerte Geschwindigkeiten
rekursive Beschreibung der Roboterkinematik
5. Statik serieller Roboter
Kräfte und Momentenwinder
Koordinatentransformation als duale Operation
6. Klassifikation der Bewegung serieller Roboter
Momentenschrauben eines Manipulators
Assoziierte Schraubensysteme
End-Effektor-Freiheitsgrad, Arbeitsraum, Überdeckungsgruppe
7. Dynamik des starren Körpers
Newton-Euler-Gleichungen als Euler-Poincaré-Gleichungen
Koordinateninvarianz
Raumfeste vs. Körperfeste Darstellung
8. Dynamik serieller Roboter und Manipulatoren
Bewegungsgleichungen
Rekursive Algorithmen zur Auswertung der Bewegungsgleichungen
Inverse Dynamik
9. Geometrie und Kinematik von Mechanismen mit kinematischen Schleifen

- Konfigurationenraum als Varietät
- Freiheitsgrad, Definitionen, Konzept
- Abschätzung des Freiheitsgrads mit Hilfe des assoziierten Schraubensystems
- 10. Differentialgeometrie der Dynamik holonomer Manipulatoren
 - Konfigurationenraum als Riemannscher Raum
 - Kinetische Energie zur Definition einer Metrik des Raumes
 - Punktkinematik
 - Bewegung des Manipulators als Geodäte im Konfigurationenraum, Optimalität
- 11. Eigenschaften der Bewegungsgleichungen, Konsequenzen für modell-basierte Regelung, Lyapunov-Stabilität
- 12. Inverse Kinematik serieller Manipulatoren
 - Problemformulierung
 - Iterative numerische Lösung
- 13. Numerische Lösung der Bewegungsgleichungen
 - Prinzipielles Vorgehen
 - Problem der Verletzung von Schließbedingungen
 - Projektionsmethoden zur Stabilisierung der Schließbedingungen, metrische Eigenschaften der Projektion

Literatur:

J. Angeles: Fundamentals of robotic mechanical systems - second edition, Springer, 2003

R.M. Murray, Z. Li, and S.S. Sastry, A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation, CRC Press Boca Raton, 1994

J. Selig: Geometric Fundamentals of Robotics (Monographs in Computer Science Series), Springer-Verlag New York, 2005