

Inhaltsverzeichnis

Abstract	i
Zusammenfassung	iii
Danksagung	v
Akronyme	xi
Symbole	xiii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Eigener Beitrag	3
1.3 Gliederung der Arbeit	4
2 Stand der Technik und Forschung	7
2.1 Regelung von mehrachsigen Industrierobotern	7
2.1.1 Positionsregelung mit propriozeptiven Sensoren	8
2.1.2 Regelung mit exterozeptiven Sensoren	12
2.2 Regelung von mobilen Servicerobotern	19
2.2.1 Perzeption der Umwelt	21
2.2.2 Kartierung und Selbstlokalisierung	22
2.2.3 Bahn- und Trajektorienplanung	23
2.2.4 Umweltinteraktive Bewegungsregelung	23
2.2.5 Regelungsarchitekturen	25
2.3 Regelung von humanoiden Robotern	28
2.3.1 Manipulation	31
2.3.2 Zweibeinige Lokomotion	31

Inhaltsverzeichnis

2.3.3	Ganzkörperregelung	32
2.3.4	Mensch-Roboter Interaktion	33
2.4	Abschliessende Bewertung	34
3	Diskret-kontinuierliches Regelungskonzept	37
3.1	Grundlagen hybrider Systeme	38
3.2	Regelungsarchitektur	41
3.3	Multisensorielle Datenfusion zur Systemüberwachung	43
3.4	Aufgabenplanung mit Aktionsprimitiven	46
3.4.1	Grundlagen der Aktionsprimitive	47
3.4.2	Erweitertes Konzept von Aktionsprimitiven	50
3.5	Modellierung von Aktionssequenzen mit Petri-Netzen	54
3.5.1	Grundlagen der Petri-Netze	55
3.5.2	Generierung von AP-Netzen	57
3.6	Diskrete Regelung durch optimale Entscheidungsfindung	60
3.6.1	Grundlagen der autonomen Entscheidungsfindung	61
3.6.2	Bestimmung geeigneter Nutzenfunktionen	63
3.6.3	Algorithmen zur Evaluierung der Nutzenfunktion	64
3.6.4	Suche der optimalen AP-Sequenz	75
4	Versuchs- und Entwicklungsplattform	87
4.1	Hardware-Komponenten	88
4.1.1	Aktoren	88
4.1.2	Sensoren	92
4.2	Software-Umgebung	104
4.2.1	Software-Architektur	104
4.2.2	Implementierung von Aktionsprimitiven	106
5	Anwendung des diskret-kontinuerlichen Regelungskonzepts	111
5.1	Erprobung anhand unterschiedlicher Grundgeschicklichkeiten	111
5.1.1	Kreisförmige Trajektorie mit Gelenkausfall	112
5.1.2	Kraft- und bildgestützter Fügevorgang	115
5.1.3	Kraftschlüssiges Tragen glatter Gegenstände	121
5.1.4	Sichtgeregelter Balancieren instabiler Objekte	123
5.1.5	Schlupf- und kraftgeregelter Greifen fragiler Objekte .	128
5.2	Regelungsentwurf für ein Fallbeispiel	131
5.2.1	Simulationserprobung	137
5.2.2	Experimentelle Untersuchungen	169

6 Abschlussbemerkungen	187
6.1 Zusammenfassung	187
6.2 Ausblick	189
A Datenblätter	191
B RoMoCo-Software	193
B.1 Graphische Benutzeroberfläche	193
B.2 Externe Bibliotheken	200
C Dekomposition des Gravitationsvektors	201
Literaturverzeichnis	205
Betreute Arbeiten	225
Eigene Veröffentlichungen	227