

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Einführung	1
1.2 Problemstellung der kollisionsvermeidenden Bahnregelung	4
1.3 Zielsetzung und Gliederung der Arbeit	8
2 Roboterkinematik	12
2.1 Vorwärtstransformation	13
2.2 Rücktransformation	17
2.3 Spezifikation der Orientierung	26
2.4 Bahnbeschreibung über Polynome 5. Ordnung	30
3 Kollisionsvermeidende Bahnregelung	33
3.1 Beschreibung der Kollisionsvermeidungsstrategie	33
3.1.1 Konzept des Verfahrens	33
3.1.2 Leistungsmerkmale des Verfahrens	35
3.1.3 Datenfluß am Kollisionsvermeidungsmodul	36
3.2 Geometrische Modellbildung der Objekte	37
3.2.1 Definitionen und Terminologie	37
3.2.2 Modellierung der Robotergeometrie	39
3.2.3 Modellierung der Hindernisgeometrie	41
3.3 Verfahren zur Kollisionsvermeidung	43

3.3.1	Kollisionserkennung	44
3.3.2	Modifikation der Bewegungsbahn	50
3.3.3	Bahnüberwachung	59
3.4	Implementierung des Algorithmus	62
3.4.1	Parallelisierung des Algorithmus	62
3.4.2	Allgemeingültigkeit des Verfahrens	63
3.4.3	Sensorik	67
4	Regelung der Roboterdynamik	70
4.1	Formulierung der Systemdynamik	70
4.1.1	Modell der Roboterdynamik	70
4.1.2	Modell der Motordynamik	74
4.1.3	Das gesamte Systemmodell	76
4.2	Achsenregelung	77
4.2.1	Übersicht und Ziel der adaptiven Roboterregelung	77
4.2.2	Ein adaptives modellbasiertes Regelverfahren (AMBC)	81
5	Realisierung und Erprobung am Industrieroboter PUMA 560	89
5.1	Transputergestütztes Roboteregelungssystem	89
5.1.1	Robotersteuerung mit einem Transputersystem	89
5.1.2	Komponenten des Robotersystems	91
5.1.3	Parallele Programmierung	95
5.1.4	Softwarestruktur der Robotersteuerung	95
5.2	Experimentelle Ergebnisse	101
5.2.1	Beurteilung des Regelverhaltens	101
5.2.2	Kollisionsvermeidung	108
6	Zusammenfassung	112
6.1	Ergebnisse der Arbeit	112
6.2	Ausblick	114

A Anhang	115
A.1 Bestimmung der Eckkoordinaten eines vergrößerten polyedrischen Flächen-	
segments	115
A.2 Bestimmung der KV-Parameter in Abhängigkeit von kartesischen Koordinaten	116
A.3 Bestimmung der KV-Parameter in Abhängigkeit von Gelenkwinkeln	117
 B Anhang	 119
B.1 Motorparameter des Roboters PUMA 560	119
B.2 Ansteuerungsfaktor des Leistungsverstärkers	120
B.3 Ermittelte Reibungsparameter	121
 C Anhang	 122
C.1 Parametrierung des Robotermodells für die adaptive Regelung	122
 Literaturverzeichnis	 124