

BERICHTE AUS DEM
INSTITUT FÜR
REGELUNGSTECHNIK
RWTH AACHEN



Dipl.-Ing. Bernhard Geyer, Aachen

Dezentrale prädiktive Regelung von Handhabungsgeräten

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Nr. **624**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufgabenstellung und Inhaltsübersicht	1
1.2	Arbeitsweise prädiktiver Regelungen	3
1.3	Stand der Forschung	5
2	Dynamische Modelle einzelner Handhabungsgerätechsen	7
2.1	Koordinatensysteme	7
2.2	Bewegungsgleichung eines Handhabungsgerätes	10
2.3	Dynamisches Modell gekoppelter Handhabungsgerätechsen .	13
2.4	Modell eines Antriebssystems	14
2.4.1	Motoren und Getriebe	15
2.4.2	Reibung	17
2.4.3	Unterlagerte Stromregelung	19
2.5	Lineares Zustandsraummodell	20
3	Entwurf prädiktiver Regelungen	25
3.1	Prozeßmodell in Zustandsraumbeschreibung	25
3.2	Formulierung der Regelungsanforderungen	30
3.3	Herleitung des prädiktiven Regelgesetzes	33
3.3.1	Stellgrößenansatz	33
3.3.2	Schätzung zukünftiger Regelgrößen	36
3.3.3	Minimierung der Gütefunktion	39
3.3.4	Struktur des Regelgesetzes	42
3.4	Beurteilung der Einstellparameter	44
4	Zustandsbeobachter und Störgrößenfilter	54
4.1	Aufgaben innerhalb der prädiktiven Regelung	54

4.2	Beobachterstrukturen	56
4.3	Entwurf mit Zustandsraummethoden	60
4.3.1	Stationäres Kalman-Filter	60
4.3.2	Vollständige Modale Synthese	64
5	Berücksichtigung von Nichtlinearitäten und Kopplungen	72
5.1	Begrenzungen der Stell- und Zustandsgrößen	73
5.2	Kompensation der Coulombschen Reibung	79
5.3	Kompensation der Gewichts- und Koppelmomente	83
5.4	Berücksichtigung des variablen Trägheitsmomentes	85
6	Erprobung der dezentralen prädiktiven Regelung	91
6.1	Versuchseinrichtung	91
6.1.1	Handhabungsgerät	91
6.1.2	Transputerbasierte Robotersteuerung	97
6.1.3	Implementierung der dezentralen Regelung	101
6.2	Auslegung der prädiktiven Achsregelungen	104
6.3	Erprobungen am Scara-Roboter	111
6.3.1	Beschreibung der Testbahnen	111
6.3.2	Ergebnisse linearer prädiktiver Regelungen	114
6.3.3	Ergebnisse unter Berücksichtigung von Nichtlinearitäten und Kopplungen	117
7	Zusammenfassung	123
A	Anhang	127
A.1	Bezeichnungen	127
A.2	Modell- und Reglermatrizen der Erprobung	131
	Literaturverzeichnis	134