

Dipl.-Ing. Christian Frenck, Lünen

Entwurf von Fuzzy-Reglern auf der Grundlage exakter Linearisierung und Entkopplung

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

Nr. **619**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Entwurfsverfahren für Fuzzy-Regler	5
2.1	Expertenbefragung.....	5
2.1.1	Konfigurierung der Regelkreisstruktur.....	7
2.1.2	Festlegung der Struktur des Fuzzy-Reglers.....	7
2.1.3	Erstellung der Regelbasis	8
2.1.4	Ersteinstellung der Zugehörigkeitsfunktionen	8
2.1.5	Optimierung des Fuzzy-Reglers	9
2.1.6	Diskussion der Expertenbefragung	9
2.2	Beobachten von Prozeßbedienern	10
2.3	Direkte Optimierung des Fuzzy-Reglers.....	11
2.4	Approximation klassischer Regler	12
2.5	Selbsteinstellende und adaptive Fuzzy-Regelungen	14
2.6	Modellbasierte Synthese von Fuzzy-Reglern	15
2.7	Anmerkungen zu den Entwurfsverfahren.....	16
3	Exakte Linearisierung und Entkopplung	17
3.1	Struktur der Regelstrecke.....	17
3.2	Der relative Grad eines nichtlinearen dynamischen Systems.....	18
3.3	Reglersynthese.....	19
3.4	Die exakte Linearisierung und Entkopplung als Grundlage zum Fuzzy-Reglerentwurf	21
4	Generierung von Fuzzy-Modellen	22
4.1	Fuzzy-Modelle.....	23
4.2	Identifikationsverfahren	26
4.2.1	Least Mean Squares-Verfahren	28
4.2.2	Das Fuzzy-ROSA-Verfahren.....	30

4.3	Einordnung der Fuzzy-Modellierung	31
5	Fuzzy-Linearisierung und -Entkopplung	33
5.1	Fuzzy-Linearisierung und -Entkopplung mit einem Fuzzy-Modell der Regelstrecke	33
5.1.1	Modellidentifikation	34
5.1.2	Reglersynthese	35
5.2	Fuzzy-Linearisierung und -Entkopplung mit einem mathematischen Modell der Regelstrecke	37
5.3	Alternative Reglerrealisierung	38
5.4	Generierung der Fuzzy-Modelle	40
5.5	Einstellung der Entwurfparameter	40
5.5.1	Problemunabhängige Parameter	41
5.5.2	Bestimmung der relativen Grade der Untersysteme	42
5.5.3	Wahl der Rückführgrößen	43
5.5.4	Linguistische Werte und Zugehörigkeitsfunktionen	47
5.5.5	Struktur der Regelbasis	48
5.5.6	Solldynamik	48
5.6	Einflüsse von Modellierungsfehlern	50
5.6.1	Modellierungsgenauigkeit	51
5.6.2	Überlagerter Regelkreis	51
5.6.3	Fuzzy-Regler mit Integralanteil	52
5.7	Stabilität der Regelungen	54
5.8	Anwendungsbereiche	55
6	Einordnung und Abgrenzung	57
7	Anwendungsbeispiele	59
7.1	Antennenarmsystem	60
7.1.1	Beschreibung der Regelstrecke	60
7.1.2	Problemstellung	60
7.1.3	Reglerentwurf	61
7.1.4	Regelverhalten	63
7.1.5	Diskussion der Regelgüte	68
7.1.6	Neuentwurf	68

7.1.7	Regelverhalten der neuentworfenen Regelung	70
7.1.8	Diskussion der neuentworfenen Regelung	73
7.2	Rührkesselreaktor	74
7.2.1	Beschreibung der Regelstrecke	74
7.2.2	Problemstellung	75
7.2.3	Reglerentwurf	75
7.2.4	Regelverhalten	80
7.3	2-Tanksystem	83
7.3.1	Beschreibung der Regelstrecke	83
7.3.2	Problemstellung	83
7.3.3	Reglerentwurf	84
7.3.4	Regelverhalten	87
7.4	Gleichstrommotor	92
7.4.1	Beschreibung der Regelstrecke	92
7.4.2	Problemstellung	93
7.4.3	Reglerentwurf	93
7.4.4	Regelverhalten	96
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	102
	Anhang A: Lie-Ableitung.....	105
	Anhang B: Antennenarmsystem	106
	Anhang C: Rührkesselreaktor	109
	Anhang D: 2-Tanksystem.....	112
	Anhang E: Gleichstrommotor.....	114
	Literaturverzeichnis	118