
Fuzzy Logic

Band 2
Anwendungen

herausgegeben von
Prof. Dr. Dr. Hans-Jürgen Zimmermann
und
Dipl.-Ing. Constantin v. Altrock M.O.R.

mit Beiträgen von
C. von Altrock · H.-O. Arend · K. Becker · H. Behr
R. Burkard · Prof. D. Dyntar · J. Faßmer
G. Flinspach · T. Froese · N. Funke · Dr. Granderath
J. Högener · J. Hundrieser · K. Juffernbruch
H. Kaesmacher · G. Kalff · B. Krause · A. O. Krebs
A. Kummert · K. Limper · Dr. W. Linke · A. Lopatta
A. Nieder · A. Osswald · Dr. D. Pfannstiel
R. Prediger · G. Rau · Dr. W. Schäfers · L. Schuh
E. Schulte · H. Steinmüller · H. Surmann
Dr. M. Thuillard · A. Walter · P. Wolf
Prof. Dr. H.-J. Zimmermann

2., bearbeitete Auflage

mit 197 Bildern

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1995

Inhalt

1. Fuzzy Logik in der Auswertung von akustischen Sensorsignalen.....	7
1. Einführung.....	7
2. Interpretation von DEMON-Spektren.....	8
3. Drehzahl-/Blattzahlbestimmung mit Fuzzy Logic.....	11
4. Zusammenfassung.....	16
5. Literatur.....	16
2. Fehlalarmreduktion durch den Einsatz von Fuzzy Logik bei Brandmeldern.....	17
1. Problemstellung.....	17
2. Fehlalarme durch Windeinwirkungen.....	19
3. Weiterverarbeitung des Inferenzresultates.....	26
4. Erweiterung der Diagnosemöglichkeiten.....	27
5. Zusammenfassung.....	29
6. Literatur.....	29
3. Reifebestimmung zur Optimierung von Entwicklungsprozessen.....	31
1. Kostenfaktoren bei der Entwicklung.....	31
2. Reifeindikatoren.....	33
3. Bewertung durch Fuzzy-Produktionsregeln.....	34
4. Erfahrungen.....	38
5. Literatur.....	40
4. Neue Heizungsregelungen durch den Einsatz von Fuzzy Logik.....	41
1. Einleitung.....	41
2. Stand der Technik.....	44
3. Heizungsregelung mit Fuzzy Logik.....	50
4. Implementierung und Optimierung.....	56
5. Ergebnisse.....	57
6. Zusammenfassung.....	59
7. Literatur.....	61

5. Selbsteinstellender Fuzzy-Regler zur Prozeßregelung	63
beim Innenrundschleifen.....	63
1. Einleitung.....	63
2. Prozeßführung beim Innenrundschleifen.....	64
3. Realisierung der Prozeßregelung.....	67
3.1 Einsatz eines konventionellen digitalen Reglers.....	68
3.2 Einsatz eines Fuzzy-Reglers.....	70
4. Verfahren zur Selbsteinstellung des Fuzzy-Reglers.....	71
4.1 Automatische Parametrierung der Zugehörigkeitsfunktionen.....	73
4.2 Selbstdiagnose der Fuzzy-Regelung.....	75
4.2.1 Generierung der Produktionsregeln.....	75
4.2.2 Vervollständigung der Entscheidungstabelle.....	76
4.3 Optimierung der unscharfen Ausgangsmengen.....	78
4.4 Gesamtbetrachtung.....	80
5. Anwendung des Verfahrens.....	82
6. Zusammenfassung, Ausblick.....	86
7. Literatur.....	88
6. Signalverarbeitung mit Fuzzy Logik-Elementen bei der Ultraschallfüllstandmessung	89
7. Hochdynamischer Prüfstand für die Antriebstechnik	105
1. Der Prüfstand.....	105
2. Regelung und Steuerung des Prüfstandes.....	110
3. Identifikation der hydrostatischen Getriebe.....	112
4. Entwurf des konventionellen Reglers.....	114
4.1 Regelung auf vorgegebenen Drehzahl-Zeitverlauf $n(t)$	114
4.2 Regelung auf vorgegebenen Drehmoment-Zeitverlauf $M(t)$	116
4.3 Die Variable-Resistance-Control.....	117
5. Der Entwurf der unscharf formulierten Regelalgorithmen (Fuzzy Control).....	117
5.1 Die Strangentkopplung.....	118
5.2 Die Adaption der Reglerstruktur.....	118
6. Schlußbetrachtungen.....	122
7. Literatur.....	123
8. Optimierung einer C2-Hydrierung	125
1. Verfahrenstechnische Hintergründe des Prozesses.....	126
2. Problemdefinition.....	128
2.1 Thermische Autokatalyse der Reaktion und ansteigendes Temperaturprofil.....	129
2.2 Schwankungen im Mengenstrom.....	129

2.3	Alterung des Katalysators.....	130
3.	Einfluß der Stellgrößen.....	131
4.	Regelung der Hydrieranlage mit Fuzzy Logic Control.....	131
4.1	Kriterium zur vergleichenden Bewertung der Regelgüte.....	132
4.2	Akquisition der Wissensbasis.....	132
4.3	Aufbau der konventionellen Regelung.....	133
4.4	Auswahl der Grundstruktur des Fuzzy-Reglers.....	135
4.5	Aufbau der Regelbasis.....	136
4.6	Feineinstellung des Fuzzy-Controllers.....	137
5.	Bewertung der Regelgüte.....	138
6.	Literatur.....	138
9.	Schnelladeverfahren für NiCd-Batterien.....	141
1.	Grundlagen der NiCd-Batterien.....	141
2.	Überblick bisheriger Schnelladeverfahren.....	144
3.	Neues Ladeverfahren mit Fuzzy Control.....	146
3.1	Ausgangssituation.....	146
3.2	Motivation für Fuzzy Logic Control.....	147
3.3	Der Fuzzy-Regler.....	148
3.4	Realisation im Produkt.....	150
3.5	Das Ladegerät AL12FC im Vergleich.....	151
4.	Zusammenfassung.....	152
5.	Literatur.....	153
10.	Fuzzy Control und NeuroFuzzy bei Waschautomaten.....	155
1.	Erläuterungen zu einem herkömmlichen Waschprozeß.....	158
2.	Kriterien einer optimalen Steuerung.....	160
3.	Erstellung des Fuzzy-Systems.....	162
4.	Einsatz des NeuroFuzzy-Moduls.....	164
5.	Umsetzung in eine aktuelle Steuerung.....	166
6.	Zusammenfassung und Ergebnis.....	167
11.	Regelung einer Laufkatze durch Fuzzy Logic Control.....	169
1.	Einsatz von Laufkatzen in der industriellen Logistik.....	169
2.	Bisheriger Lösungsansatz.....	170
3.	Betriebsarten eines Laufkrans.....	171
3.1	Automatik-Betrieb.....	172
3.2	Manueller Betrieb.....	174
4.	Hardwarerealisierung.....	175
4.1	Sensorik.....	175
4.2	Elektronik.....	175
5.	Entwicklung und Test.....	177

6. Literatur.....	177
12. Der Einsatz von Fuzzy-Control zur Regelung von Tablettenpreßmaschinen.....	179
1. Prinzip des Preßvorganges und Funktion der Regelung.....	181
2. Der Fuzzy-Regler.....	183
3. Systemverhalten des Fuzzy-Reglers an KORSCH-Tablettenpressen.....	184
4. Zusammenfassung.....	187
13. Regelung einer Müllverbrennungsanlage mit Fuzzy Logik.....	189
1. Müllverbrennung.....	190
2. Entwicklung eines Fuzzy-Reglers.....	194
3. Regleroptimierung.....	195
4. Eine neue Reglerstruktur.....	198
5. Literatur.....	200
14. Betriebsführung und Störfallmanagement auf Kläranlagen mit Fuzzy Logik.....	203
1. Das KLEX-System.....	203
2. Das Blähschlammproblem.....	206
3. Fuzzy Logik.....	207
4. Vorgehen bei der Umsetzung des Expertenwissens mittels Fuzzy Logik.....	208
5. Einbindung in die Benutzeroberfläche.....	211
6. Zusammenfassung.....	212
7. Literatur.....	212
15. Invent in der Wareneingangsprüfung - Einsatz von gesteuerten Stichproben mit Lieferantenbewertung durch Fuzzy Logic.....	215
1. Einleitung.....	215
2. Bewertung eines Lieferanten.....	217
3. Fuzzy Logic.....	218
4. Ausführung und Implementation des Bewertungssystems.....	220
5. Ergebnisse.....	221
5.1 Randbedingungen.....	221
5.2 Ergebnisse der Simulationsstudie.....	222
6. Fazit.....	223
16. Ein intelligentes Alarmsystem für die Kardioanästhesie auf Basis der Fuzzy-Inferenz.....	225
1. Problemstellung und Lösungsansatz.....	226

2.	Das Zustandsgrößenmodell.....	227
3.	Wissensakquisition und Fuzzy-Inferenzmaschine.....	229
4.	Wissensakquisition mit einem Anästhesisten.....	230
5.	Wissensakquisition mit einem Expertenkollektiv.....	234
6.	Gestaltung des intelligenten Alarmsystems.....	236
6.1	Vital-Trend-Visualisierung (VTV).....	237
6.2	Profilogrammdarstellung.....	238
7.	Zusammenfassung.....	239
8.	Literatur.....	240
17.	fuzzySPS - Eine Verbindung mit Zukunft.....	243
1.	Fuzzy Logic und Speicherprogrammierbare Steuerungen.....	243
2.	Einbindung der <i>fuzzySPS</i>	244
3.	Realisierung der <i>fuzzySPS</i>	245
4.	Anwendungen der <i>fuzzySPS</i>	246
18.	Fuzzy-Regelung der Dosierung von Schüttgütern und Flüssigkeiten in Kunststoffextrudern.....	249
1.	Aufbau eines Extruders.....	249
2.	Gründe für den Einsatz von Fuzzy Logic.....	251
3.	Aufbau des Fuzzy-Reglers.....	255
3.1	Eingangsgrößen.....	255
3.2	Ausgangsgrößen.....	256
3.3	Fuzzy-Regelblöcke des Systems.....	257
4.	Realisierung der Hardwareplattform.....	262
4.1	Der Fuzzy-Prozessor FUZZY166.....	262
4.2	Aufbau der Platine.....	262
5.	Literatur.....	263
19.	Bedeutung und Anwendung von Fuzzy Logic Control für die Prozeß- und Anlagensteuerung.....	265
1.	Anforderungen an moderne Prozeß- und Anlagensteuerungen.....	266
2.	Die Regelung einer Destillationskolonne.....	272
3.	Zusammenfassung.....	276
4.	Literatur.....	277
20.	Fuzzy Logic Control im Vergleich mit modellbasierten Entwurfsverfahren.....	279
1.	Klassischer Entwurf eines Zustandreglers.....	280
1.1	Beschreibung der Regelaufgabe und der Regelstrecke.....	280

1.2	Das mathematische Modell des umgekehrten Pendels.....	280
1.3	Entwurf des Zustandsreglers mit Beobachter.....	282
1.3.1	Entwurf mit Matlab/Simulink.....	283
1.4	Meßergebnisse eines praktischen Versuches.....	285
1.5	Robustheit des Zustandsreglers.....	286
2.	Entwurf eines Fuzzy-Reglers.....	286
2.1	Definition der linguistischen Variablen.....	288
2.1.1	Linguistische Variablen	
	Winkel, WinkelGeschw und μ Stell.....	289
2.1.2.	Linguistische Variablen	
	Theta314 für den vollen Winkel.....	290
2.2	Entwurf der Wissensbasis.....	290
2.2.1	Regelblock 1 (Wagen zentrieren).....	292
2.2.2	Regelblock 2 (Balancieren).....	294
2.2.3	Regelblock 3 (Aufschwingen).....	296
2.3	Praktische Erfahrung beim Entwurf der Wissensbasis.....	297
2.3.1	Erster Versuch.....	297
2.3.2	Zweiter Versuch.....	297
2.3.3	Dritter Versuch.....	298
2.3.4	Regelblock 3 (Automatisches Aufschwingen).....	298
3.	Produktionsregel und Fuzzy-Inferenz.....	299
3.1	Beispiel für Produktionsregel und Inferenzmechanismus.....	299
3.1.1	Defuzzifikation.....	301
4.	Optimierung des Fuzzy-Reglers.....	301
5.	Meßergebnisse.....	302
6.	Vergleich der Robustheit.....	303
21.	Abgleich von Zwischenfrequenzfiltern für Autoradios -	
	Fuzzy macht scharf.....	305
1.	Am Anfang war das Interesse.....	305
2.	ZF-Filter, die unbekannten Wesen.....	306
3.	Vom "Was" zum "Wie".....	307
4.	Der Entwurf.....	309
5.	Fuzzy bekommt Erfahrung.....	311
6.	Entwicklung eines Rahmenprogramms.....	313
7.	Ergebnisse und Aussichten.....	314
8.	Literatur.....	315