

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	VIII
1 Einführung	1
2 Aufgabenstellung und Zielsetzung	4
3 Mathematische Grundlagen der Fuzzy-Theorie	6
3.1 Struktur eines Fuzzy-Systems	6
3.2 Grundbegriffe der Fuzzy-Set Theorie	8
3.2.1 Unscharfe Mengen	8
3.2.2 Darstellungsmöglichkeiten für Fuzzy-Sets.....	10
3.2.3 Mathematische Operationen auf unscharfen Mengen.....	13
3.2.4 Relationen auf Fuzzy-Sets	16
3.2.5 Das Erweiterungsprinzip.....	18
3.2.6 Die Implikationsoperation	20
3.3 Regelbasis zur Verknüpfung unscharfer Mengen	22
3.4 Fuzzy-Algorithmen	25
3.4.1 Ablauf eines unscharfen Entscheidungsprozesses	25
3.4.2 Inferenz durch Komposition.....	26
3.4.3 Vereinfachtes Inferenzschema	28
3.4.4 Defuzzifizierung	30
3.5 Klassifikation von Fuzzy-Controllern.....	32
3.6 Neuro-Fuzzy-Systeme	33
3.6.1 Grundlagen adaptiver Systeme	34
3.6.2 Realisierungsvarianten für neuronale Fuzzy-Strukturen.....	35
3.7 Der Entwurfsprozeß für einen Fuzzy-Entscheider	37
3.8 Nachteile eines Fuzzy-basierten Ansatzes.....	39

4	Anwendung auf ein regelungstechnisches Problem	41
4.1	Grundbegriffe aus der Regelungstechnik.....	43
4.2	Elektrische Vorschubantriebe in der Fertigungstechnik.....	44
4.2.1	Die Teilkomponenten eines Vorschubantriebs	45
4.2.2	Anforderungen und Betriebsarten.....	46
4.2.3	Störeinflüsse und Nichtlinearitäten	47
4.3	Stand der Technik.....	48
4.4	Labormodell einer NC-Achse.....	50
4.5	Mathematische Modellbildung	54
4.5.1	Mechanische Regelstrecke.....	54
4.5.2	Stellglied	56
4.5.3	Modellierung der beiden Meßsysteme.....	57
4.6	Einsatz unterschiedlicher Reglerkonzepte.....	58
4.6.1	Implementierung eines linearen PID-Lagereglers.....	58
4.6.2	Erweiterung um einen Profilgenerator	60
4.6.3	Zwei statische Reglerstrukturen auf Basis von Fuzzy-Control	61
4.6.4	Einfluß der Wissensbasis auf das Verhalten des Fuzzy-Controllers	62
4.6.5	Variation der mathematischen Algorithmen	65
4.7	Vergleich des Regelverhaltens.....	69
4.7.1	Positionierverhalten	71
4.7.2	Vergleich der Rechenzeiten.....	73
4.7.3	Störverhalten und Robustheit	73
4.7.4	Realisierungsaufwand	75
5	Einsatz in der Mustererkennung	76
5.1	Grundbegriffe	76
5.2	Stand der Technik	79
5.3	Prototyp zur Klassifizierung von Tafelbesteck	80
5.3.1	Meßstrecke und Auswerte-Elektronik	82
5.3.2	Merkmalsextraktion.....	84

5.4	Entwicklung eines automatischen Klassifikators	91
5.4.1	Entwurf eines einfachen Fuzzy-Entscheidungers	91
5.4.2	Adaptive Erweiterung des Fuzzy-Entscheidungers	95
5.4.2.1	Automatische Generierung von Fuzzy-Sets	95
5.4.2.2	Automatische Vorgabe einer Regelbasis	99
5.4.2.3	Optimierung der Regelbasis mit einem neuronalen Netz	102
5.4.3	Erprobung eines LVQ-Entscheidungers	106
5.5	Ergebnisse einer Testklassifikation	111
5.5.1	Konvergenzverhalten	111
5.5.2	Vergleich der Detektionsraten	112
5.5.3	Vergleich der Erkennungszeiten	115
5.5.4	Realisierungsaufwand	115
6	Bewertung und Ausblick	117
7	Zusammenfassung	119
8	Anhang	120
8.1	Lageregelung	120
8.1.1	Modellkoeffizienten	120
8.1.2	Fuzzy-Sets des optimierten Fuzzy-PD-Controllers	121
8.1.3	Regelbasis für den optimierten Fuzzy-PD-Controller	123
8.2	Mustererkennung	124
8.2.1	Merkmalsextraktion	124
8.2.2	Fuzzy-Sets der Wissensbasis	126
8.2.3	Regelbasen	129
9	Literaturverzeichnis	131