

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Unsicherheit in der Bildverarbeitung	4
1.1.1 Unsicherheit bei der Grauwertmanipulation	5
1.1.2 Unsicherheit bei der geometrischen Interpretation	5
1.1.3 Unsicherheit bei der Bildanalyse	6
1.2 Quellen der Unsicherheit	6
1.3 Ansätze: Zugehörigkeit versus Wahrscheinlichkeit	7
1.4 Warum Fuzzy in der Bildverarbeitung?	9
1.5 Über das vorliegende Buch	10
2 Bausteine der Fuzzy-Systeme	12
2.1 Grundlagen	12
2.1.1 Klassische Mengen	13
2.1.2 Fuzzy-Mengen	14
2.1.3 α -Schnittmengen	17
2.1.4 Konvexität	18
2.1.5 Zugehörigkeit: ihre Bedeutung und Darstellung	19
2.1.6 Generierung von Zugehörigkeiten	20
2.1.7 Mengentheoretische Operationen	22
2.1.8 Fuzzy-Mengen als Punkte im Hyperwürfel	25
2.2 Fortgeschrittene Aspekte der Fuzzy-Systeme	28
2.2.1 Fuzzy-Relationen	28
2.2.2 Das Erweiterungsprinzip	30
2.2.3 Fuzzy-Arithmetik	33
2.2.4 Fuzzy-Maße	35
2.2.5 Fuzzy-Integrale	36
2.2.6 Konzept der linguistischen Variablen	38
2.2.7 Fuzzy-Logik	41
3 Theorie der Fuzzy-Bildverarbeitung	44
3.1 Bilder unscharf verstehen	45
3.1.1 Unschärfe Bilddefinition	46
3.1.2 Bilder fuzzyfizieren	48
3.1.3 Fuzzyfizierung und Bewältigung der Unsicherheit	54
3.1.4 Bilder unscharf verarbeiten	55
3.1.5 Theoretischer Zugang zur Fuzzy-Bildverarbeitung	58

3.2 Zugang über Fuzzy-Geometrie	59
3.3 Zugang über die Maße der Unschärfe und der Bildinformation	70
3.4 Zugang über Fuzzy-Inferenzsysteme	85
3.4.1 Entwurf von Fuzzy-Inferenzsystemen	86
3.4.2 Ablauf von Fuzzy-Inferenz Systemen	89
3.4.3 Inferenzsysteme als Funktions-Approximator	101
3.5 Zugang über Fuzzy-Clusteralgorithmen.....	105
3.5.1 Fuzzy c-Means (FCM)	106
3.5.2 Variationen von Fuzzy-Clustering	115
3.5.3 Possibilistic c-Means (PCM)	117
3.5.4 Klassengültigkeit der Fuzzy-Klassifikation.....	121
3.6 Zugang über Fuzzy-Morphologie	124
3.6.1 Binäre Dilatation.....	125
3.6.2 Binäre Erosion	126
3.6.3 Von binärer zur Fuzzy-Morphologie.....	127
3.6.4 Fuzzy-Erosion und Fuzzy-Dilatation	130
3.7 Zugang über Fuzzy-Grammatik	138
3.7.1 Formale Sprachen und Grammatiken.....	138
3.7.2 Fuzzy-Sprachen.....	139
3.7.3 Fuzzy-Grammatik.....	139
3.7.4 Fraktionale Fuzzy-Grammatik.....	142
3.7.5 Verschiedene Typen von Fuzzy-Grammatik	142
3.7.6 Fuzzy-Sprachen lernen.....	143
3.8 Zugang über Fuzzy-Integral.....	146
3.8.1 Fuzzy-Maße	146
3.8.2 Sugeno-Maße	147
3.8.3 Fuzzy-Integral	148
3.8.4 Verallgemeinertes Fuzzy-Integral	149
3.8.5 Klassifikation mit Fuzzy-Integral.....	151
3.9 Zugang über Neuro-Fuzzy-Ansätze	155
3.9.1 Hybride Neuro-Fuzzy-Systeme	159
3.9.2 Fuzzy-Neuronale Netze.....	160
3.9.3 Fuzzy-Neuronen.....	161
3.9.4 Fuzzy-Assoziativspeicher.....	165
3.9.5 Fuzzy-Kohonen-Netz	169
3.10 Zugang über fuzzy-genetische Ansätze.....	172
3.10.1 Genetische Algorithmen mit einer Fuzzy-Fitneßfunktion	175
3.10.2 Genetische Optimierung einer Fuzzy-Regelbasis.....	177
4 Fuzzy-Algorithmen in der Bildverarbeitung.....	179
4.1 Fuzzy-Bildverbesserung	180
4.1.1 Verbesserung mit Fuzzy-Erwartungswert	181
4.1.2 Verbesserung durch Minimierung der Unschärfe.....	184
4.1.3 Fuzzy-Histogramm-Hyperbolisierung.....	189
4.1.4 Regelbasierte Bildverbesserung	195

4.1.5 λ -Verbesserung	197
4.2 Fuzzy-Segmentierung	201
4.2.1 Segmentierung durch Minimierung von Unschärfe.....	201
4.2.2 Segmentierung mit Fuzzy-Integral	207
4.3 Fuzzy-Skelettierung	211
4.4 Fuzzy-Kantendetektion	214
4.4.1 Kantendetektion durch optimale Fuzzifizierung.....	215
4.4.2 Regelbasierter Kantendetektor	219
4.4.3 Fuzzy-morphologische Kantendetektoren.....	222
4.4.4 Fuzzy-perzeptuale Gruppierung.....	223
4.5 Ausblick.....	226
Anhang A: Tabelle der T-Normen	228
Anhang B: Tabelle der S-Normen	229
Literaturverzeichnis	231
Sachverzeichnis.....	241