

Hamid R. Tizhoosh

# Fuzzy-Bildverarbeitung

Einführung in Theorie und Praxis

Mit 137 Abbildungen  
und 23 Tabellen



Springer

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung.</b>	<b>1</b>
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
<b>2 Bausteine der Fuzzy-Systeme.....</b>	<b>12</b>
2.1 Grundlagen.....	12
2.1.1 Klassische Mengen.....	13
2.1.2 Fuzzy-Mengen.....	14
2.1.3 $\alpha$ -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
<b>3 Theorie der Fuzzy-Bildverarbeitung.....</b>	<b>44</b>
3.1 Bilder unscharf verstehen.....	45
.1 Unschärfe Bilddefinition.....	46
.2 Bilder fuzzyfizieren.....	48
.3 Fuzzyfizierung und Bewältigung der Unsicherheit.....	54
.4 Bilder unscharf verarbeiten.....	55
.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
<b>4 Fuzzy-Agorithmen in der Bildverarbeitung.....</b>	<b>179</b>
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	X-	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 Fuzzyfizierung.....	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
<b>Anhang A: Tabelle der T-Normen.....</b>			<b>228</b>
<b>Anhang B: Tabelle der S-Normen.....</b>			<b>229</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>			<b>231</b>
<b>Sachverzeichnis.....</b>			<b>241</b>