

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Invarianzprinzipien in der Mustererkennung . . . . .	1
1.2	Inhaltsübersicht . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1	Einführung . . . . .	7
2.2	Modellbildung . . . . .	8
2.2.1	Einige Beispiele aus der Bildverarbeitung . . . . .	8
2.2.1.1	Diskrete Punktmengen . . . . .	9
2.2.1.2	Algebraische Kurven . . . . .	17
2.2.1.3	Grauwerte . . . . .	19
2.2.2	Gemeinsame Charakteristika der Beispiele . . . . .	21
2.2.3	Das abstrakte Modell . . . . .	22
2.3	Gruppentheoretische Grundlagen . . . . .	26
2.3.1	Gruppen und Gruppenwirkungen . . . . .	27
2.3.2	Geometrie von Gruppenwirkungen . . . . .	31
2.4	Zur Existenz vollständiger Merkmalmengen . . . . .	34
2.5	Behandlung kontinuierlicher Muster . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Konstruktion von Merkmalen</b>	<b>46</b>

3.1	Einführung . . . . .	46
3.2	Überblick über bekannte Verfahren zur Invariantengewinnung . . . . .	48
3.2.1	Normalisierung . . . . .	48
3.2.2	Algebraische Methoden . . . . .	50
3.2.3	Infinitesimale Methoden . . . . .	52
3.2.4	Momenteninvarianten für Grauwertbilder . . . . .	55
3.2.5	Differentialgeometrische Verfahren für ebene Kurvenzüge . . . . .	60
3.3	Invariante Integration . . . . .	67
3.3.1	Invariantes Integral für kompakte Gruppen . . . . .	67
3.3.2	Invariante Integration und die Gruppen $GL(n, \mathbb{C})$ . . . . .	71
3.3.3	Momenteninvarianten für die Gruppe $GL(2, \mathbb{C})$ . . . . .	77
3.3.4	Trennende Invarianten für kompakte Gruppen . . . . .	81
3.4	Konstruktion vollständiger Merkmalmengen für endliche Gruppen . . . . .	83
3.5	Verbesserung der Separationseigenschaften . . . . .	85
3.6	Rotations- und translationsinvariante Merkmale für Grauwertbilder . . . . .	87
3.6.1	Merkmale für Grauwertbilder . . . . .	87
3.6.2	Konstruktion von rotations- und translationsinvarianten Merkmalen . . . . .	89
3.6.3	Verhalten der Merkmale unter nichtglobalen Mustertransformationen . . . . .	94
3.6.4	Verhalten der Merkmale bei Objektüberdeckungen . . . . .	98
<b>4</b>	<b>Experimentelle Ergebnisse</b>	<b>101</b>
4.1	Einführung . . . . .	101
4.2	Vollständige Merkmalmengen für endliche Gruppen . . . . .	102
4.3	Verbesserung der Trenneigenschaften von Merkmalmengen . . . . .	107
4.3.1	Polynomiale Merkmale . . . . .	109

4.3.2	Die R-Transformation . . . . .	110
4.3.3	Zusammenfassung der experimentellen Resultate aus Abschnitt 4.3 . . . . .	112
4.4	Invarianten für Grauwertbilder . . . . .	113
4.4.1	Parallelisierung der Algorithmen . . . . .	114
4.4.2	Beschreibung der Softwareumgebung . . . . .	116
4.4.3	Experimente mit synthetischen Bildern . . . . .	119
4.4.3.1	Invarianzeigenschaften unter gitterkonformen Transformationen . . . . .	119
4.4.3.2	Trenneigenschaften . . . . .	121
4.4.3.3	Additivität im Merkmalraum . . . . .	128
4.4.3.4	Verhalten bei Objektüberdeckungen . . . . .	132
4.4.3.5	Invarianzeigenschaften unter allgemeinen Rotationen und Translationen . . . . .	134
4.4.3.6	Rauschempfindlichkeit . . . . .	136
4.4.4	Experimente mit Kamerabildern . . . . .	142
4.4.4.1	Test der Invarianzeigenschaften . . . . .	142
4.4.4.2	Test der Trenneigenschaften . . . . .	144
4.4.4.3	Lokal unterschiedliche Transformationen der Muster . . . . .	148
4.4.4.4	Topologische Deformationen der Muster . . . . .	151
4.4.4.5	Additivität im Merkmalraum . . . . .	154
4.4.4.6	Verhalten bei Objektüberdeckungen . . . . .	159
4.4.5	Klassifikationsexperimente . . . . .	164
4.4.5.1	Klassifikationsleistung für verrauschte Testdaten . . . . .	165
4.4.5.2	Ein Repräsentant pro Bedeutungsklasse . . . . .	168
4.4.5.3	Mehrere Repräsentanten pro Bedeutungsklasse . . . . .	170
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>174</b>

---

5.1 Zusammenfassung . . . . .	174
5.2 Ausblick . . . . .	178
<b>A Merkmale von diskreten Punktmengen</b>	<b>181</b>
A.1 Affine Merkmale . . . . .	181
A.2 Projektive Merkmale . . . . .	184
<b>B Topologische Räume</b>	<b>187</b>
<b>C Gruppentheoretische Begriffe</b>	<b>190</b>
<b>D Grundlagen aus der algebraischen Geometrie</b>	<b>193</b>
D.1 Affine algebraische Varietäten . . . . .	193
D.2 Lineare algebraische Gruppen . . . . .	195
<b>E Symbolverzeichnis</b>	<b>197</b>
<b>Definitionsverzeichnis</b>	<b>199</b>
<b>Verzeichnis der Sätze und Lemmata</b>	<b>200</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>203</b>