

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	
1.1	Einordnung des Fachgebietes .....	3
1.2	Was ist Bildanalyse? .....	4
1.3	Einige Daten zur Entwicklung des Fachgebietes .....	5
1.4	Grundbegriffe und Vorgehensweise bei der Bildanalyse ...	6
1.4.1	Modell nach Marr .....	6
1.4.2	Modell der Bildanalyse .....	8
1.5	Anwendungen .....	11
1.6	Ausgewählte allgemeine Literaturhinweise .....	12
<b>2</b>	<b>Bildverarbeitung</b>	
2.1	Einführung .....	15
2.2	Punktoperationen .....	18
2.2.1	Kontrast und Helligkeit .....	18
2.2.2	Dehnung der Grauskala .....	19
2.2.3	Histogrammebnung .....	19
2.2.4	Schwelwertbildung – Binarisierung .....	20
2.2.5	Weitere Beispiele für Punktoperationen .....	21
2.2.6	Aufgaben .....	22
2.3	Lokale Operationen .....	23
2.3.1	Lineare Faltung .....	24
2.3.2	Lineare Faltung und Tiefpassfilter .....	25
2.3.3	Lineare Faltung mit der Gaußverteilung .....	27
2.3.4	Lineare Faltung und Kanten .....	28
2.3.5	Separierbarkeit der linearen Faltung .....	35
2.3.6	Gradient und Kanten .....	36
2.3.7	Rangfolgeoperationen .....	38
2.3.8	Auffinden von Eckpunkten .....	39
2.3.9	Aufgaben .....	41
2.4	Globale Operationen .....	46
2.4.1	Grundidee .....	46
2.4.2	Diskrete zweidimensionale Fouriertransformation .....	47
2.4.3	Anwendung der Fouriertransformation in der Bildverarbeitung .....	52
2.4.4	Faltungssatz .....	54
2.4.5	Anwendung des Faltungssatzes .....	54
2.4.6	Schnelle Fouriertransformation – FFT .....	55
2.4.7	Aufgaben .....	60

<b>3</b>	<b>Morphologische Operationen</b>	
3.1	Dilation .....	67
3.2	Erosion .....	70
3.3	Opening und Closing .....	76
3.4	Anwendungen .....	81
3.4.1	Detektion von Bildanteilen mit bekannter Form .....	81
3.4.2	Füllen von Löchern .....	81
3.4.3	Extraktion von zusammenhängenden Komponenten .....	83
3.4.4	Alles oder Nichts-Transformation .....	83
3.4.5	Abmagerung, Skelettierung .....	84
3.5	Morphologische Operationen für Grauwertbilder .....	85
3.6	Aufgaben .....	86
<b>4</b>	<b>Bildsegmentierung</b>	
4.1	Einführung .....	93
4.2	Punktorientierte Segmentierung .....	94
4.3	Mathematische Grundlagen .....	96
4.3.1	Nachbarschaft .....	96
4.3.2	Weg und Zusammenhang .....	99
4.3.3	Komponentenzerlegung .....	101
4.3.4	Aufgaben .....	104
4.4	Bestimmung von Komponenten .....	105
4.4.1	Ein allgemeiner Algorithmus – Region Growing .....	105
4.4.2	Zeilenkoinzidenzverfahren .....	106
4.4.3	Aufgaben .....	111
4.5	Regionenorientierte Segmentierung .....	112
4.5.1	Allgemeine Definition der Segmentierung .....	112
4.5.2	Algorithmen zur Segmentierung .....	115
4.5.3	Aufgaben .....	118
4.6	Kantenorientierte Segmentierung .....	119
4.6.1	Überblick .....	119
4.6.2	Kantendetektion .....	121
4.6.3	Kantenverdünnung .....	121
4.6.4	Skelettierung .....	122
4.6.5	Aufgaben .....	124
4.7	Kantenverfolgung .....	125
4.7.1	Freemancode .....	126
4.7.2	Kantenverfolgung – Suchen von Wegen .....	128
4.7.3	Aufbau einer Kostenfunktion und Anwendung von Suchverfahren .....	130
4.7.4	Aufgaben .....	130

4.8	Gebietsnachbarschaftsgraph .....	131
4.9	Modellabhängige Verfahren zur Segmentierung .....	134
4.9.1	Matchen .....	135
4.9.2	Hough-Transformation .....	136
4.9.3	Aufgaben .....	142
<b>5</b>	<b>Merkmale von Objekten</b>	
5.1	Einführung .....	145
5.2	Geometrische Merkmale .....	146
5.2.1	Fläche eines Segmentes .....	146
5.2.2	Umfang eines Segmentes .....	146
5.2.3	Kompaktheit eines Segmentes .....	147
5.2.4	Umschreibende Rechtecke .....	148
5.2.5	Konvexe Hülle eines Segmentes .....	149
5.2.6	Weitere geometrische Merkmale .....	149
5.3	Momente .....	149
5.4	Laufängenkodierung .....	152
5.5	Eulerzahl .....	154
5.6	Fourierdarstellung von Segmentkonturen .....	157
5.7	Relationalstrukturen .....	158
5.8	Statistische Merkmale – Textur .....	159
5.9	Aufgaben .....	160
<b>6</b>	<b>Klassifikation</b>	
6.1	Prinzipielle Vorgehensweise bei der Klassifikation .....	165
6.2	Numerische Klassifikation .....	166
6.2.1	Lineare Klassifikation .....	168
6.2.2	Abstandsklassifikatoren .....	169
6.3	Statistische Klassifikation .....	170
6.4	Syntaktische Klassifikation .....	172
6.5	Kontextabhängige Klassifikation .....	175
6.5.1	Graphmatching .....	176
6.5.2	Diskrete Relaxation .....	177
6.5.3	Kontinuierliche Relaxation .....	179
6.6	Hauptkomponentenanalyse (PCA) .....	180
6.6.1	Zweck der Hauptkomponentenanalyse .....	180
6.6.2	Hauptkomponententransformation .....	181
6.6.3	Formalisierung als Maximierung der Datenvarianz .....	182
6.6.4	Formalisierung als Minimierung der Datenredundanz .....	184
6.6.5	Hauptkomponentenbestimmung durch Lösung des Eigenwertproblems .....	185
6.6.6	Hauptkomponentenanalyse: Schritt für Schritt .....	186

6.6.7	Hauptkomponentenanalyse für höherdimensionale Daten	186
6.6.8	Anwendung in der Bildverarbeitung .....	188
6.7	Aufgaben .....	191
<b>7</b>	<b>Dreidimensionale Bildinterpretation</b>	
7.1	Einführung .....	199
7.2	Generierung der $2\frac{1}{2}$ D-Skizze.....	200
7.3	Formale Präzisierung der Gestaltsrekonstruktion .....	201
7.4	Naheliegende Grenzen der Gestaltsrekonstruktion .....	202
7.5	Zentralprojektion.....	204
7.5.1	Definition .....	204
7.5.2	Zentralprojektion von Geraden .....	205
7.5.3	Zentralprojektion im Koordinatensystem .....	208
7.5.4	Homogene Koordinaten.....	212
7.5.5	Rekonstruktion von 3D-Informationen aus der Zentralprojektion.....	215
7.5.6	Doppelverhältnis .....	217
7.5.7	Aufgaben .....	220
7.6	Shape from Stereo .....	222
7.6.1	Grundlagen .....	222
7.6.2	Korrespondenzproblem .....	224
7.6.3	Epipolarlinien .....	225
7.6.4	Korrespondierende Punkte auf Grund von Bildeigenschaften .....	228
7.6.5	Disparitätslimit .....	228
7.6.6	Kontinuität von Disparitäten .....	229
7.6.7	Disparitätsgradientenlimit .....	230
7.6.8	Reihenfolge der Punkte .....	230
7.6.9	Aufgaben .....	230
7.7	Shape from shading .....	231
7.7.1	Einführung .....	231
7.7.2	Lambertsche Oberfläche.....	232
7.7.3	Problemstellung .....	235
7.7.4	Reflektivitätskarte.....	236
7.7.5	Reflektivitätsgleichung .....	237
7.7.6	Lösung der Reflektivitätsgleichung .....	238
7.7.7	Aufgaben .....	240
7.8	Shape from contour .....	240
7.8.1	Einführung .....	240
7.8.2	Kantenmarken .....	242
7.8.3	Knotentypen .....	242

7.8.4	Knotenmarken .....	242
7.8.5	Waltz-Algorithmus .....	244
7.8.6	Erweiterungen .....	245
7.8.7	Aufgaben .....	246
7.9	Weitere Möglichkeiten für Shape from X .....	247
7.9.1	Shape from motion .....	247
7.9.2	Shape from texture .....	247
7.9.3	Shape from focus .....	247
7.9.4	Shape from structured light .....	247
<b>8</b>	<b>Bewegungsanalyse aus Bildfolgen</b> .....	<b>251</b>
8.1	Einleitung .....	252
8.2	Lokale Verschiebungsvektoren .....	255
8.3	Optischer Fluss .....	255
8.3.1	Vorbemerkungen .....	257
8.3.2	Horn-Schunck-Verfahren .....	259
8.3.3	Lösung mit Hilfe der Variationsrechnung .....	260
8.3.4	Lösung mit diskreter Iteration .....	264
8.3.5	Algorithmus zur Berechnung des optischen Flusses .....	265
8.3.6	Aufgaben .....	267
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>271</b>
	<b>Index</b> .....	<b>271</b>