

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	An den Leser	2
1.2	Zum Aufbau des Buches	4
1.3	Der Begriff „Bildverstehen“	4
2	Über das Sehen	9
2.1	Neurophysiologie	9
2.1.1	Nervenzelle und Gehirn	9
2.1.2	Das Auge	12
2.1.3	Optische Reizleitung im Gehirn	14
2.1.4	Die ersten Verarbeitungsschritte	15
2.1.5	Zusammenfassung	19
2.2	Perzeptive und Kognitive Psychologie	20
2.2.1	Bottom-Up Gruppierung	21
2.2.2	Form und Organisation	24
2.2.3	Die dritte Dimension	26
2.2.4	Links – Rechts	27
2.3	Die Informationsverarbeitungs-Sicht	28
2.4	Zusammenfassende Beobachtungen	29
2.5	Bibliographie	32

3 Grundlagen aus digitaler Bildverarbeitung und Mustererkennung	33
3.1 Das digitale Rasterbild	33
3.1.1 Abtastverfahren	33
3.1.2 Quantisierung	37
3.1.3 Bildformate, Multibilder	39
3.1.4 Nachbarschaft	39
3.1.5 Farbmodelle	42
3.2 Bildvorverarbeitung	45
3.3 Erste Bildanalyseschritte: Das Histogramm	48
3.4 Bilder in neue Bilder überführen: Filteroperationen und Transformationen	51
3.5 Punktoperationen	52
3.5.1 Kontrastveränderungen	53
3.5.2 Schwellwertoperationen	53
3.5.3 Look-Up-Tabellen	54
3.5.4 Punktoperationen mit mehreren Bildern	55
3.5.5 Histogramm-Verebnung	56
3.6 Faltung	59
3.6.1 Der Rand des Bildes	60
3.6.2 Beispiele zur Faltung	61
3.7 Lokale Operationen	62
3.7.1 Faltung mit lokalen Fensteroperationen	63
3.7.2 Andere lokale Fensteroperationen	66
3.8 Morphologische Operationen	68
3.9 Globale Operationen	70
3.9.1 Fouriertransformation	71
3.9.2 Andere globale Operationen	73

3.10	Bildpyramiden	74
3.10.1	Gaußpyramide	77
3.10.2	Laplacepyramide	78
3.10.3	Anwendungen von Pyramiden	78
3.10.4	Zusammenfassung	81
3.11	Von Pixeln zu Merkmalen	81
3.11.1	Der Merkmalsraum	82
3.11.2	Klassifikation im Merkmalsraum	82
3.12	Bibliographie	85
4	Grundlagen aus Artificial Intelligence	87
4.1	Produktionssysteme (PS)	88
4.1.1	Die Problemlösung im PS	89
4.1.2	Prädikatenlogik erster Ordnung, Prolog	90
4.2	Expertensysteme	91
4.3	Repräsentation ↔ Beschreibung	92
4.4	Wissensrepräsentation	93
4.4.1	Semantische Netze	93
4.4.2	Frames	94
4.5	Funktionale Programmierung, LISP	98
4.6	Neurale Netzwerke (Konnektionismus)	99
4.6.1	Allgemeines Modell für ein Neutrales Netz	100
4.6.2	Beispiele häufig verwendeter Netzwerkmodelle	106
4.6.3	Ein Netzwerk zur Bildinterpretation	110
4.7	Bibliographie	111

5 Ein Systemmodell für Bildverstehen	113
5.1 Repräsentationsebenen	119
5.2 Prozesse	122
5.3 Kontrolle und Auswahl	124
5.4 Das vollständige Modell	127
6 Segmentation: Vom Bild zu Bildobjekten	129
6.1 „Token“ und „Tokenset“	132
6.2 Flächenbasierte Segmentation	134
6.2.1 Schwellwerte Setzen (‘Histogram Thresholding’)	134
6.2.2 ‘Region Growing’	136
6.2.3 ‘Split’ und ‘Merge’	138
6.2.4 ‘Blobs’ und ‘Scale Space’	141
6.2.5 Beispiel für ein ‘constellation’ Token	143
6.3 Kantenbasierte Segmentation	143
6.3.1 Repräsentation von Kanten, Linien und Kurven	146
6.3.2 Gradienten und ‘Zero-Crossings’	147
6.3.3 Beispiele (Sobel, DoG und Canny)	151
6.3.4 2D Modelle	152
6.4 Kombinieren und Einschränken	157
6.5 Token Merkmale	158
6.5.1 2D Formmerkmale	159
6.5.2 Andere Merkmale	160
6.5.3 Invarianz	160

7 Von „Tokens“ zu symbolischer Repräsentation	163
7.1 Gruppierung, Constraints	164
7.2 2D Szenenbeschreibung	168
7.2.1 Das Schema System	170
7.2.2 Neurale Netze in der Fernerkundung	173
7.3 „Shape from X“	177
7.4 3D Formbeschreibungen	180
7.5 Objektrepräsentation in Frames	183
8 Verstehen	187
8.1 Matching	189
8.1.1 Image-Matching, Template-Matching	189
8.1.2 Klassifikation	191
8.1.3 Relational Distance Matching	192
8.2 Kontrolle	192
8.3 Lernen	195
9 Epilog	197
9.1 Fusion und ‘Active Fusion’	200
9.2 Fusion in Medizin und Fernerkundung	202
9.2.1 Diagnose und Therapie der altersbedingten Makuladegeneration	202
9.2.2 Klassifikation von Satellitenbildern	204
A KBVision	207
Literaturverzeichnis	211
Index	231