

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Ein Werkzeug für Wissenschaft und Technik	1
1.2	Anwendungsbeispiele	2
1.3	Hierarchie von Bildverarbeitungsoperationen	12
1.4	Bildverarbeitung und Computergrafik	15
1.5	Interdisziplinäre Natur der Bildverarbeitung	16
1.6	Menschliches und maschinelles Sehen	17
1.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	20

I Bildgewinnung

2	Quantitative Bildgebung	25
2.1	Einleitung	26
2.2	Strahlung: Wellen und Teilchen	29
2.3	Radiometrie und Photometrie	45
2.4	Spektroskopie und Farbe	50
2.5	Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie	56
2.6	#Literaturhinweise zur Vertiefung	75
3	2D-Bildaufnahme	77
3.1	Einleitung	77
3.2	Welt- und Kamerakoordinaten	78
3.3	Ideale Abbildung: die Zentralprojektion	81
3.4	Reale Abbildung	86
3.5	Radiometrie der Abbildung	98
3.6	Lineare Systemtheorie der Abbildung	101
3.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	108
4	Diskrete Bildrepräsentation	109
4.1	Einleitung	109
4.2	Digitale Bilder im Ortsraum	110
4.3	Diskrete multidimensionale Signale im Fourierraum	116
4.4	Schnelle Berechnung der Fouriertransformationen	136

4.5	#Literaturhinweise zur Vertiefung	149
5	Abtastung und Interpolation	151
5.1	Definition und Wirkung der Digitalisierung	152
5.2	Schritte des Abtastprozesses	153
5.3	Rekonstruktion aus Abtastpunkten	159
5.4	#Multidimensionale und nichtorthogonale Gitter	161
5.5	Quantisierung	165
5.6	Interpolation	172
5.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	182
6	Bildsensoren	185
6.1	Einleitung	185
6.2	Strahlungsdetektion	187
6.3	#Bildsensoren	197
6.4	Charakterisierung der Performance	206
6.5	#Literaturhinweise zur Vertiefung	221
7	Radiometrische und geometrische Bildkorrekturen	223
7.1	Einführung	223
7.2	Homogene Punktoperationen	225
7.3	Inhomogene Punktoperationen	236
7.4	#Mehrkanal-Punktoperationen	244
7.5	Geometrische Transformationen	246
7.6	#Literaturhinweise zur Vertiefung	250
8	Lichtfelder und 3D-Bildaufnahme	253
8.1	Einführung: Tiefenkarten versus Volumenbilder	254
8.2	Grenzen der projektiven Abbildung	254
8.3	Lichtfelder	260
8.4	Prinzipien der 3D-Bildgewinnung	262
8.5	Passive Richtungsmessung	264
8.6	Passive Oberflächenneigungsmessung	278
8.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	280
9	Aktive Beleuchtung	281
9.1	Einführung	281
9.2	Aktive Richtungsmessung	282
9.3	Aktive Tiefenmessung	286
9.4	Aktive Messung der Neigung von Oberflächen	287
9.5	#Literaturhinweise zur Vertiefung	292

II Bildverarbeitung

10	Nachbarschaftsoperatoren	295
10.1	Grundlegende Eigenschaften und Zweck	296
10.2	Effiziente Nachbarschaftsoperatoren	301

10.3	Lineare verschiebungsinvariante Filter	307
10.4	#Rekursive Filter	319
10.5	Nichtlineare Nachbarschaftsoperatoren	329
10.6	#Literaturhinweise zur Vertiefung	331
11	Mittelung	333
11.1	Einleitung	333
11.2	Eigenschaften von Glättungsfiltern	334
11.3	Rechteckfilter	336
11.4	Binomialfilter	341
11.5	Schnelle großräumige Mittelung	348
11.6	Nichtlineare Mittelung	356
11.7	#Mittelung in Mehrkanalbildern	362
11.8	#Literaturhinweise zur Vertiefung	364
12	Kanten, Linien und Ecken	367
12.1	Einleitung	368
12.2	Differenzielle Beschreibung von Signaländerungen	368
12.3	Allgemeine Eigenschaften von Kantenfiltern	372
12.4	Gradientenbasierte Kantendetektion	375
12.5	Kantendetektion durch Nulldurchgänge	383
12.6	#Optimierte Ableitungsfilter	385
12.7	Regularisierte Kantendetektion	387
12.8	#Kanten in Mehrkanalbildern	392
12.9	#Literaturhinweise zur Vertiefung	394
13	Lokale Orientierung und Struktur	395
13.1	Einführung	395
13.2	Eigenschaften einfacher Nachbarschaften	397
13.3	Tensordarstellung erster Ordnung	401
13.4	Lokale Wellenzahl und Phase	418
13.5	#Literaturhinweise zur Vertiefung	436
14	Bewegung	437
14.1	Einführung	437
14.2	Grundlagen	438
14.3	Differenzielle Methoden	455
14.4	Tensormethode	466
14.5	Korrelationsmethode	472
14.6	#Phasenmethode	475
14.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	478

15 Multiskalenrepräsentation	479
15.1 Skalen in der Signalverarbeitung	479
15.2 Mehrgitterrepräsentation	483
15.3 #Skalenräume	489
15.4 #Literaturhinweise zur Vertiefung	498
16 Textur und komplexe Merkmale	499
16.1 Einführung	499
16.2 Statistik erster Ordnung	503
16.3 Rotations- und größenvariante Merkmale	505
16.4 #Literaturhinweise zur Vertiefung	510
17 Modellbasierte Bildverarbeitung	511
17.1 Einführung	511
17.2 Kontinuierliche Modellierung I: Variationsansatz	515
17.3 Kontinuierliche Modellierung II: Diffusionsmodelle	526
17.4 Inverse Filterung	532
17.5 #Literaturhinweise zur Vertiefung	539
18 Segmentierung	541
18.1 Einleitung	541
18.2 Pixelorientierte Segmentierung	542
18.3 Kantenbasierte Segmentierung	544
18.4 Regionenorientierte Verfahren	547
18.5 Modellbasierte Segmentierung	551
18.6 #Literaturhinweise zur Vertiefung	554
19 Morphologie	555
19.1 Einleitung	555
19.2 Nachbarschaftsoperationen mit Binärbildern	556
19.3 Allgemeine Eigenschaften	558
19.4 Zusammengesetzte morphologische Operatoren	561
19.5 #Literaturhinweise zur Vertiefung	568
20 Formrepräsentation und -analyse	569
20.1 Einleitung	569
20.2 Repräsentation der Form	570
20.3 #Momentenbasierte Formmerkmale	575
20.4 Fourierdeskriptoren	577
20.5 Elementare Formparameter	583
20.6 #Literaturhinweise zur Vertiefung	586

III Mathematische Grundlagen und Referenzmaterial

B	Vektorräume und unitäre Transformationen	599
B.1	Wellenzahlraum und Fouriertransformation	599
B.2	Diskrete unitäre Transformationen	612
C	Statistik, Regression und Optimierung	619
C.1	Einführung	620
C.2	Zufallsvariable	622
C.3	Multiple Zufallsvariable	626
C.4	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	630
C.5	Stochastische Prozesse und Felder	637
C.6	Diskrete Modellierung: inverse Probleme	642
C.7	Netzwerkmodelle	649
C.8	Literaturhinweise zur Vertiefung	654
D	Referenzmaterial	657
	Literaturverzeichnis	683
	Sachverzeichnis	699