

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Ein Werkzeug für Wissenschaft und Technik	1
1.2	Anwendungsbeispiele	2
1.3	Hierarchie von Bildaufnahme und -verarbeitung	11
1.4	Bildverarbeitung und Computergrafik	14
1.5	Interdisziplinäre Natur der Bildverarbeitung	15
1.6	Menschliches und maschinelles Sehen	16
1.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	18

I Bildgewinnung

2	Strahlung und quantitative Bildgebung	23
2.1	Einleitung	24
2.2	Grundlegende Eigenschaften von Wellen	27
2.3	Strahlungsarten	46
2.4	Radiometrie und Photometrie	52
2.5	Spektroskopie und Farbe	58
2.6	Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie	63
2.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	88
3	2D-Bildaufnahme	89
3.1	Einleitung	89
3.2	Welt- und Kamerakoordinaten	90
3.3	Ideale Abbildung: die Zentralprojektion	93
3.4	Reale Abbildung	97
3.5	Lineare Systemtheorie der Abbildung	108
3.6	Radiometrie der Abbildung	117
3.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	123
4	Strahlungsdetektion und Bildsensoren	125
4.1	Einleitung	126
4.2	Strahlungsdetektion	126
4.3	Grundlegende Eigenschaften von Halbleiterstrahlungsdetektoren	133
4.4	Architektur von Bildsensoren	137
4.5	Charakterisierung der Bildsignalqualität	150
4.6	#Literaturhinweise zur Vertiefung	171

5	Abtastung und Interpolation	173
5.1	Einleitung und Übersicht	173
5.2	Schritte des Abtastprozesses	176
5.3	Rekonstruktion aus Abtastpunkten	181
5.4	#Multidimensionale und nichtorthogonale Gitter	182
5.5	Interpolation	186
5.6	Quantisierung	195
5.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	203
6	Diskrete Bildrepräsentation	205
6.1	Einleitung	205
6.2	Digitale Bilder im Ortsraum	206
6.3	Diskrete multidimensionale Signale im Fourierraum	212
6.4	Schnelle Berechnung der Fouriertransformationen	230
6.5	#Literaturhinweise zur Vertiefung	241
7	Radiometrische und geometrische Bildkorrekturen	243
7.1	Einführung	243
7.2	Homogene Punktoperationen	244
7.3	Inhomogene Punktoperationen	257
7.4	#Mehrkanal-Punktoperationen	264
7.5	Geometrische Transformationen	266
7.6	#Literaturhinweise zur Vertiefung	270
8	3D-Bildaufnahme und Lichtfelder	271
8.1	Einführung: Tiefenkarten versus Volumenbilder	271
8.2	Grenzen der projektiven Abbildung	272
8.3	Lichtfelder	277
8.4	Prinzipien der 3D-Bildgewinnung	279
8.5	Passive Richtungsmessung	282
8.6	Tiefe aus Oberflächenneigung	291
8.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	293
9	3D-Bildaufnahme mit aktiver Beleuchtung	295
9.1	Einführung	295
9.2	Aktive Richtungsmessung	296
9.3	Tomografie	301
9.4	Aktive Tiefenmessung	309
9.5	Aktive Messung der Neigung von Oberflächen	311
9.6	#Literaturhinweise zur Vertiefung	316

II Bildverarbeitung

10	Nachbarschaftsoperatoren und lokale Struktur	319
10.1	Grundlegende Eigenschaften und Zweck	320
10.2	Effiziente Nachbarschaftsoperatoren	325
10.3	Lineare verschiebungsinvariante Filter	331
10.4	#Rekursive Filter	342
10.5	Nichtlineare Nachbarschaftsoperatoren	352

10.6	#Literaturhinweise zur Vertiefung	354
11	Mittelung und Rauschunterdrückung	355
11.1	Einleitung	355
11.2	Eigenschaften von Glättungsfiltern	356
11.3	Rechteckfilter	359
11.4	Binomialfilter	365
11.5	Schnelle großräumige Mittelung	371
11.6	Kontextabhängige Mittelung	378
11.7	#Mittelung in Mehrkanalbildern	385
11.8	#Literaturhinweise zur Vertiefung	386
12	Diskontinuitäten: Kanten, Linien, Flächen und Ecken	389
12.1	Einleitung	390
12.2	Differenzielle Beschreibung von Signaländerungen	391
12.3	Allgemeine Eigenschaften von Kantenfiltern	394
12.4	Gradientenbasierte Kantendetektion	397
12.5	Kantendetektion durch Nulldurchgänge	405
12.6	#Optimierte Ableitungsfilter	408
12.7	Regularisierte Kantendetektion	409
12.8	#Kanten in Mehrkanalbildern	415
12.9	#Literaturhinweise zur Vertiefung	417
13	Lokale Orientierung, lokale Wellenzahl und Phase	419
13.1	Einführung	419
13.2	Eigenschaften einfacher Nachbarschaften	421
13.3	Tensordarstellung erster Ordnung	425
13.4	Lokale Wellenzahl und Phase	441
13.5	#Literaturhinweise zur Vertiefung	456
14	Bewegung	457
14.1	Einführung und Grundlagen	457
14.2	Korrelationsmethode	464
14.3	Der Orts/Zeit- und Wellenzahl/Frequenz-Raum	466
14.4	Differenzielle Methoden im Orts/Zeit-Raum	476
14.5	Tensormethode	486
14.6	#Phasenmethode	492
14.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	494
15	Skalenräume, Mehrgitterstrukturen	495
15.1	Skalen in der Signalverarbeitung	495
15.2	#Skalenräume	499
15.3	Mehrgitterstrukturen	507
15.4	#Literaturhinweise zur Vertiefung	514
16	Textur und komplexe Merkmale	515
16.1	Einführung	515
16.2	Statistik erster Ordnung	518
16.3	Rotations- und größenvariante Merkmale	521
16.4	#Literaturhinweise zur Vertiefung	525

17	Regularisierung und Modellierung	527
17.1	Einführung	528
17.2	Variationsansätze	531
17.3	Diffusionsmodelle: kontinuierlich und diskret	541
17.4	Netzwerkmodelle	547
17.5	Inverse Filterung zur Restaurierung	552
17.6	Modellbasierte Segmentierung	558
17.7	#Literaturhinweise zur Vertiefung	561
18	Morphologie und Formanalyse	563
18.1	Einleitung	564
18.2	Nachbarschaftsoperationen mit Binärbildern	564
18.3	Allgemeine Eigenschaften	567
18.4	Zusammengesetzte morphologische Operatoren	569
18.5	Repräsentation der Form	575
18.6	#Momentenbasierte Formmerkmale	579
18.7	Fourierdeskriptoren	582
18.8	Elementare Formparameter	587
18.9	#Literaturhinweise zur Vertiefung	590
 III Mathematische Grundlagen und Referenzmaterial		
A	Notation	593
B	Vektorräume und unitäre Transformationen	605
B.1	Wellenzahlraum und Fouriertransformation	605
B.2	Diskrete unitäre Transformationen	617
C	Statistik, Regression und Optimierung	623
C.1	Einführung	624
C.2	Zufallsvariable	625
C.3	Multiple Zufallsvariable	629
C.4	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	634
C.5	Stochastische Prozesse und Felder	639
C.6	Diskrete Modellierung: inverse Probleme	644
C.7	Literaturhinweise zur Vertiefung	650
D	Referenzmaterial	651
	Literaturverzeichnis	677
	Sachverzeichnis	695