

Joachim Ohser

Angewandte Bildverarbeitung und Bildanalyse

Methoden, Konzepte und Algorithmen in der
Optotechnik, optischen Messtechnik und
industriellen Qualitätskontrolle

Mit 121 Bildern, 147 Beispielen und 35 Aufgaben



Fachbuchverlag Leipzig
im Carl Hanser Verlag

Inhalt

1	Gitter, Bilder und Nachbarschaften	13
1.1	Vorbemerkungen zur Bilddatenstruktur	13
1.2	Euler-Zahl	15
1.2.1	Additive Erweiterung	16
1.2.2	Euler-Poincaré-Formel	19
1.2.3	Netzwerkformel	19
1.3	Homogene Gitter, Sampling und Digitalisierung	20
1.4	Lokale Pixelkonfigurationen	24
1.5	Nachbarschaften von Pixeln und ihre Komplementarität	28
1.6	Digitale Bilder	32
1.6.1	Grautonbilder	32
1.6.2	Interpolation von Pixelwerten	33
1.6.2.1	Bilddrehung	36
1.6.2.2	Verzeichnungskorrektur	36
1.6.3	Lokale Pixeloperationen	41
1.6.3.1	Binarisierung von Grautonbildern	43
1.6.3.2	Manipulation des Grauerthistogramms	45
1.6.4	Elementare Statistik für Pixelwerte	48
1.6.5	Mehrkanalige Bilder	50
1.6.6	RGB- und HSV-Farbräume	50
1.6.7	Bildrandfehler und allgemeine Prinzipien ihrer Behandlung	55
2	Filterung von Bildern	57
2.1	Morphologische Transformationen	57
2.1.1	Minkowski-Addition und Dilatation	57
2.1.2	Minkowski-Subtraktion und Erosion	60
2.1.3	Morphologische Öffnung und Abschliefung	62
2.1.4	Top-Hat-Transformationen	65
2.1.5	Algorithmische Implementierung	66
2.1.6	Bildrandfehler morphologischer Transformationen	70
2.2	Lineare Filter	73

2.2.1	Lineare Glättungsfiler	75
2.2.1.1	Mittelwertfilter	75
2.2.1.2	Gauß- und Binomialfilter	79
2.2.2	Ableitungsfiler 1. Ordnung	84
2.2.3	Ableitungsfiler 2. Ordnung	92
2.3	Morphologische Filer	95
2.3.1	Von Transformation zu Filerung	95
2.3.2	Algorithmische Implementierung	100
2.4	Rangordnungsfiler	101
2.4.1	Diskrete Versionen von Rangordnungsfilern	103
2.4.2	Hinweise zur algorithmischen Implementierung	104

3 Spezielle Bildtransformationen107

3.1	Labeling von Zusammenhangskomponenten	107
3.1.1	Verbundenheit und Zusammenhangskomponenten	108
3.1.2	Elementarer Labeling-Algorithmus	110
3.1.3	Labeling mit Lauflängenkodierung	118
3.2	Distanztransformation	122
3.2.1	Definition und Bezeichnungen	122
3.2.2	Weitere Distanztransformationen	123
3.2.3	Algorithmische Implementierung	125
3.2.3.1	Der 1-dimensionale Fall	126
3.2.3.2	Der 2-dimensionale Fall	128
3.3	Wasserscheidentransformation	132
3.3.1	Geodätischer Abstand	135
3.3.2	Zerlegung in Einflusszonen	136
3.3.3	Flutungsalgorithmus	139
3.4	Radon- und Hough-Transformation	141
3.4.1	Radon-Transformation	142
3.4.2	Hough-Transformation	152
3.4.3	Template-Matching	157

4 Fourier-Transformation160

4.1	Kontinuierliche Fourier-Transformation	162
4.2	Fourier-Bessel-Transformation	171
4.3	Anwendungen	173
4.3.1	Ortssensitive Diffusionsfilter	174
4.3.2	Abtasttheorem und Moiré-Effekt	179

4.4	Diskrete Fourier-Transformation	183
4.4.1	Die 1-dimensionale diskrete Fourier-Transformation	184
4.4.2	Schnelle Fourier-Transformation	192
4.4.3	Die 2-dimensionale diskrete Fourier-Transformation	197

5 Faltung und Korrelation im Ortsfrequenzraum204

5.1	Faltung im Ortsfrequenzraum	204
5.2	Transferfunktionen linearer Filter	214
5.2.1	Transferfunktionen von Binomialfiltern	215
5.2.2	Transferfunktionen von Mittelwertfiltern	220
5.2.3	Transferfunktion von Gauß-Filtern	221
5.2.4	Transferfunktion des Gradientenfilters	225
5.2.5	Transferfunktion des Laplace-Filters	226
5.3	Filterdesign	226
5.3.1	Design von Gradientenfiltern zur Messung von Richtungen	226
5.3.2	Verbesserung der Isotropieeigenschaften von Laplace-Filtern	228
5.4	Tief-, Hoch- und Bandpassfilter	229
5.4.1	Tiefpassfilter	229
5.4.2	Hochpassfilter	230
5.4.3	Bandpassfilter	231
5.5	Inverse Filterung	232
5.6	Auto- und Kreuzkorrelationsfunktionen zufälliger Strukturen	236
5.6.1	Korrelation und Spektraldichte	236
5.6.2	Wolkigkeit von Papier	241
5.6.3	Kreuzkorrelationsfunktion und ihre Schätzung	243
5.6.4	Über die Ausbreitung des Borkenkäfers	244

6 Radon-Transformation und tomographische Rekonstruktion248

6.1	Radon-Transformation via Ortsfrequenzraum	248
6.2	Tomographische Rekonstruktion	251
6.2.1	Gefilterte Rückprojektion	254
6.2.2	Algorithmische Implementierung	255

7 Grundbegriffe der Bildanalyse260

7.1	Additive, translationsinvariante, isotrope und stetige Merkmale	260
7.1.1	Messung der Fläche	262
7.1.2	Messung des Umfangs	264
7.2	Konvexe Hülle und ihre Merkmale	271
7.3	Weitere Merkmale	275

8	Lösung der Übungsaufgaben	276
	Formelzeichen und Abkürzungen	284
	Literatur	285
	Index	294