

Wolfgang Göpfert

Raumbezogene Informationssysteme

Grundlagen der integrierten Verarbeitung von
Punkt-, Vektor- und Rasterdaten, Anwendungen in
Kartographie, Fernerkundung und Umweltplanung

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

Bücherei des Geod. Institut:
der TH Darmstadt

Reihe *R / 562*

Bücherverzeichnis
Nr.*362*.....



WICHMANN

Inhalt

1. Grundlagen	1
1.1 <i>Raumbezogene Informationsgewinnung</i>	1
1.1.1 Einführung	1
1.1.2 Rechnergestützte Informationsverarbeitung	1
1.1.3 Thematisches Potential raumbezogener Informationen	3
1.2 <i>Vektordaten</i>	4
1.2.1 Allgemeines	4
1.2.2 Erfassung von Vektordaten	5
Manuelle Digitalisierung	5
Automatische Digitalisierung	6
1.2.3 Speicherung von Vektordaten	6
1.2.4 Eigenschaften von Vektordaten	6
Linienlänge	6
Flächeninhalt und -schwerpunkt	7
1.2.5 Verarbeitung von Vektordaten	7
Glättungen	7
Schnittpunkte	8
Schnittflächen (Verschneidungen)	9
Punkt-in-Fläche-Test	9
Abstandslinien und -zonen	10
1.2.6 Ausgabe von Vektordaten	10
1.3 <i>Rasterdaten</i>	11
1.3.1 Allgemeines	11
1.3.2 Erfassung von Rasterdaten	12
Primäre Aufzeichnungssysteme	13
Sekundäre Aufzeichnungssysteme	15
1.3.3 Speicherung von Rasterdaten	18
1.3.4 Eigenschaften von Rasterdaten	22
Histogramm, Mittelwert und Standardabweichung	22
Informationsgehalt	24
Bitebenen	25
Rauschen	26
Bildfrequenzen	29
1.3.5 Verarbeitung von Rasterdaten	31
1.3.6 Ausgabe von Rasterdaten	33
1.4 <i>Vektor- und Rasterdaten in der Gegenüberstellung</i>	36
1.4.1 Allgemeines	36
1.4.2 Eignung für Datenverarbeitungen	36
1.4.3 Integrierte Auswertungen	38
1.4.4 Folgerungen	39

2. Grauwertoperationen an Rasterdaten	41
2.1 Einführung	41
2.2 <i>Punktautonome Grauwertoperationen</i>	42
2.2.1 Allgemeines	42
2.2.2 Lineare Transfercharakteristika (TC)	42
TC-Generierung durch Grauwertpaare	42
Normalisierung	43
2.2.3 Nichtlineare Transfercharakteristika	44
Histogramm-Verebnung	44
Histogramm-Anpassung	45
Äquidensitenbildung	47
2.3 <i>Lokale Grauwertoperationen</i>	49
2.3.1 Allgemeines	49
2.3.2 <i>Faltungen</i>	49
Mittelungen	50
Gradienten	52
2.3.3 <i>Abstandstransformationen</i>	53
2.3.4 <i>Flächenfüllungen</i>	58
2.4 <i>Grauwertoperationen zwischen mehreren Eingangsbildern</i>	60
2.4.1 Allgemeines	60
2.4.2 <i>Summenbildungen</i>	60
2.4.3 <i>Differenzbildungen</i>	62
2.4.4 <i>Ratiobildungen</i>	62
2.4.5 <i>Produktbildungen</i>	63
2.4.6 <i>Ortsabhängige Grauwertkorrekturen</i>	63
Systembedingte Grauwertkorrekturen	63
Objektbedingte Grauwertkorrekturen	64
2.4.7 <i>Minimum-Distance Klassifizierung</i>	67
2.4.8 <i>Farbtransformationen</i>	70
2.5 <i>Logische Grauwertoperationen</i>	75
2.5.1 Allgemeines	75
2.5.2 <i>Logische Operatoren</i>	76
2.5.3 <i>Bildannotationen</i>	76
2.5.4 <i>Synthetische Texturen</i>	77
2.5.5 <i>Lokale logische Grauwertoperationen</i>	78
Anwendungen in der digitalen Kartographie und der Fernerkundung	78
2.5.6 <i>Logische Grauwertoperationen zwischen Eingangsbildern</i>	81
Einblendungen	81
Logische Verknüpfung thematischer Eingangsbilder	82
Bildmaskierungen	83

2.6	<i>Grauwertoperationen zu Reproduktionszwecken</i>	86
2.6.1	Allgemeines	86
2.6.2	Digitale Halbtone rasterung	87
2.6.3	Rasterungen zum Zwecke der Farbproduktion (Druck)	90
3.	Frequenzoperationen an Rasterdaten	95
3.1	<i>Einführung</i>	95
3.2	<i>Fouriertransformationstheorie</i>	96
3.2.1	Die komplexe Fourierreihe	96
3.2.2	Die Fouriertransformation als Analogie zur Fourierreihe	98
3.2.3	Zweidimensionale Fouriertransformationen	100
3.2.4	Eigenschaften von Fouriertransformationen	102
3.2.5	Diskrete zweidimensionale Signale	104
3.2.6	Diskrete Fouriertransformationen	105
3.2.7	Die Schnelle Fouriertransformation (FFT)	107
3.2.8	Übungen zu Fouriertransformationen	108
	Fouriertransformationen durch Integration	108
	Fouriertransformationen durch Superposition von Elementarfunktionen	109
	Inverse Fouriertransformationen	109
3.3	<i>Fouriertransformationen von Eingangsbildern</i>	110
3.3.1	Rechentechische Besonderheiten	110
3.3.2	Synthetische Bildfrequenzspektren	111
3.3.3	Bildfrequenzspektren von Eingangsbildern	114
3.4	<i>Lineare Filterungen von Eingangsbildern</i>	119
3.4.1	Allgemeines	119
3.4.2	Lineare Systeme	120
3.4.3	Prinzip der linearen Filterung mit Hilfe der Fouriertransformation	121
3.4.4	Paßfilter	122
	Tiefpaßfilter	122
	Hochpaßfilter	124
	Bandpaßfilter	126
	RichtungsfILTER	126
3.4.5	VerstärkungsfILTER	126
	Laplace-FILTER	126
	Differentiationsfilter	127
	Logarithmische Filter	128
3.4.6	Inverse Filter	128
	Beseitigung von Frequenzdegradationen	129
	Rekonstruktion eines verwischten Bildes	130
	Beseitigung von Fokussierfehlern	131

3.5	<i>Nichtlineare Filterungen von Eingangsbildern</i>	132
3.5.1	Allgemeines	132
3.5.2	Nichtlineare Operatoren	133
3.5.3	Homomorphe Filterung	134
4.	Geometrische Operationen an Vektor- und Rasterdaten	135
4.1	<i>Einführung</i>	135
4.1.1	Relative Entzerrungen	135
4.1.2	Kartographische Entzerrungen	136
4.2	<i>Prinzip der geometrischen Entzerrung</i>	138
4.2.1	Allgemeines	138
4.2.2	Nichtparametrischer Entzerrungsansatz	139
4.2.3	Parametrischer Entzerrungsansatz	140
4.3	<i>Geometrische Trendfunktionen</i>	142
4.3.1	Allgemeines	142
4.3.2	Bivariablen Polynom Q-ter Ordnung	142
4.3.3	Affin- und Ähnlichkeitstransformation	143
4.3.4	Projektive Transformation	145
4.3.5	Transformation mittels Gitterpunkten	146
4.3.6	Panorama-Verzerrung des optisch-mechanischen Abtasters	146
4.4	<i>Modellierung differentieller geometrischer Verzerrungen</i>	148
4.4.1	Allgemeines	148
4.4.2	Lineare Interpolation in Dreiecken	148
4.4.3	Gewichtetes Mittel	149
4.4.4	Multiquadratische Interpolation	150
4.4.5	Sensormodelle	152
4.5	<i>Quantisierung des Ausgangsbildes (Resampling)</i>	155
4.5.1	Allgemeines	155
4.5.2	Nächste Nachbarschaftszuweisung	155
4.5.3	Bilineare Interpolation	156
4.5.4	Kubische Faltung	156
4.6	<i>Praktische Durchführung der Entzerrung</i>	158
4.6.1	Allgemeines	158
4.6.2	Paßpunktbestimmung	159
4.6.3	Interpolationsmaschen	160
4.6.4	Unterteilung in Bildblöcke	161
4.6.5	Mosaikbildungen	162
4.7	<i>Anwendungen geometrischer Entzerrungen</i>	164
4.7.1	Allgemeines	164
4.7.2	Relative Entzerrungen	164
4.7.3	Umprojektion kartographischer Vektor- und Rasterdaten	164
4.7.4	Entzerrung von Fernerkundungsaufnahmen	169
4.7.5	Digitale Orthophotos	173

5. Flächenkorrelationen von Rasterdaten	175
5.1 Einführung	175
5.2 Definitionen	177
5.2.1 Korrelation im Ortsbereich	177
5.2.2 Korrelationstheorem	177
5.2.3 Matched Filter Korrelation	178
5.2.4 Normierung der Korrelationsfunktion	180
5.3 Leistungsspektrum und Autokorrelation	181
5.3.1 Einfluß der Bildfrequenzen	181
5.3.2 Wiener-Khinchin-Theorem	181
5.3.3 Radialsymmetrische Leistungsspektren	183
5.3.4 Autokorrelationen von Rasterdaten	183
5.3.5 Modelliereffekt der Bildfrequenzen	183
5.4 Korrelation von Rasterdaten	186
5.4.1 Allgemeines	186
5.4.2 Suchalgorithmus	186
5.4.3 Einfluß der Grauwertauflösung	187
5.4.4 Größe der Mustermatrix	188
5.4.5 Geometrische Einflüsse	189
5.5 Nichtlineare Korrelationsverfahren	190
5.5.1 Allgemeines	190
5.5.2 Phasenkorrelation	190
5.5.3 Korrelation komplex exponierter Daten	191
5.5.4 Zuordnung kleiner Bildflächen durch Ausgleichung	191
6. Integration von Punkt-, Vektor- und Rasterdaten zu einem Informationssystem; thematische Auswertungen	195
6.1 Einleitung	195
6.2 Objektschlüssel und Datenbanken	195
6.2.1 Allgemeines	195
6.2.2 Objektschlüssel	196
Objektschlüsselkatalog OSKA	196
Objektartenkatalog ATKIS-OK	198
Amtliche Schlüsselnummern der Gemeinden und Verwaltungsbezirke	199
6.2.3 Punkt- und Vektordatenbanken	200
Datensatztypen	201
Verwaltung der Datensätze	204
6.2.4 Rasterdatenbanken	207
6.3 Wandlungen der Datenform	210
6.3.1 Allgemeines	210
6.3.2 Punkt/Raster-Wandlung	211

6.3.3	Vektor/Raster-Wandlung	213
6.3.4	Raster/Raster-Wandlung	214
6.3.5	Raster/Vektor-Wandlung	215
6.4	<i>Auswertungen</i>	218
6.4.1	Allgemeines	218
6.4.2	Vorverarbeitungen	220
6.4.3	Selektionen	220
	Geometrische Selektionen	220
	Thematische Selektionen	221
	Hierarchische Selektionen	221
	Zusammengesetzte Selektionen	221
6.4.4	Bewertungen, Prognosen und Simulationen	223
6.4.5	Statistische Berechnungen	223
6.4.6	Ausgabe von Ergebniskarten	224
7.	Anwendungsmöglichkeiten Raumbezogener Informationssysteme bestehend aus integrierten Bild- und Kartendaten	225
7.1	<i>Definitionen</i>	225
7.2	<i>Beispiele Raumbezogener Informationssysteme</i>	228
7.2.1	Allgemeines	228
7.2.2	Informationsverarbeitung am IfAG	228
	Primärdatenerfassung durch Photogrammetrie und Fernerkundung	228
	Sekundärdatenerfassung durch Automation in der Kartographie	229
	Datenintegration, Auswertung und Ausgabe	234
7.2.3	Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem ATKIS	235
7.2.4	Das Integrierte Raumbezogene Informationssystem IntegRIS für Raumordnung, Umweltplanung und Kartographie	236
7.3	<i>Kartographische Anwendungen</i>	239
7.3.1	Allgemeines	239
7.3.2	Kartenfortführung und -kontrolle	239
7.3.3	Verarbeitung von Höhendaten	242
7.3.4	Herstellung von Satellitenbildkarten	247
7.4	<i>Anwendungen für Planungszwecke</i>	247
7.4.1	Allgemeines	247
7.4.2	Kombination von Kartendaten	247
7.4.3	Verkehrs- und Standortanalysen	248
7.4.4	Thematische Planungshilfen	252
7.5	<i>Anwendungen in der quantitativen Landschaftsforschung und -ökologie</i>	256
7.5.1	Allgemeines	256

7.5.2 Thematische Waldkarten	256
7.5.3 Weitere raumbezogene Landschaftsdaten	259
7.6 <i>Klimatologische Anwendungen</i>	264
7.6.1 Allgemeines	264
7.6.2 Nutzung von Thermalinfrarot-Aufnahmen	264
7.6.3 Thematische Auswertung raumbezogener Klima-Daten	269
7.7 <i>Biotopkartierungen und Umweltplanungen</i>	275
7.7.1 Allgemeines	275
7.7.2 EDV-gerechte Aufbereitung einer Biotopkartierung	275
7.7.3 Statistische Auswertungen	281
Einzelstatistiken	281
Defizitberechnungen und Veränderungsanalysen	281
7.7.4 Thematisch-statistische Umweltverträglichkeitsprüfungen	285
Thematisch-statistische Flächenbewertungen	286
Thematisch-statistische Trassenbewertungen	287
7.7.5 Geometrisch-statistische Biotopvernetzungen	287
Mehrere unterschiedliche Biotoptypen	287
Zeitreihe eines einzelnen Biotoptyps	290
7.7.6 Siedlungsklimatologische Planungsaspekte	290
7.8 <i>Ausblick</i>	292
Anhang A. Fouriertransformationspaare	295
B. Definitionen häufig benutzter Funktionen	296
C. Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate	297
<i>Glossar</i>	299
<i>Literaturverzeichnis</i>	303
<i>Stichwortverzeichnis</i>	314