



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Göpfert

Universitätsprofessor im Fachbereich Vermessungswesen der Technischen Hochschule Darmstadt. Lehrveranstaltungen auf den Gebieten Kartographie, Geodätische Datenverarbeitung und Geoinformatik.

Dieses Buch informiert umfassend und praxisbezogen über raumbezogene Informationsverarbeitungen. Hierbei werden die Informationen aus einer Vielzahl von Datenquellen wie z. B. Feldarbeiten, Fernerkundungsaufnahmen, Karten, statistischen Erhebungen in einer der geeigneten Datenformen Punkt, Vektor bzw. Raster verwaltet. Durch die Integration dieser Daten zu einem raumbezogenen Informationssystem wird das thematische Potential voll erschlossen.

Geboten werden Entscheidungshilfen im Bereich der thematischen Analysen in Kartenform, Statistiken und Tabellen. Diese sind durch Prognose- und Simulationsberechnungen in mehreren Alternativen rasch erstellbar. Hierdurch eröffnen sich neue Perspektiven für die vielfältigen Aufgaben der

- Bewertung und Analyse von Landoberflächen sowie die
- räumliche Planung als Mittel zur Gestaltung unserer Umwelt

Das Buch bietet den Einstieg in diese neue Technik und umfaßt eine systematische Einführung in diese komplexe Materie, zahlreiche in den Lehrtext eingearbeitete numerische Beispiele, sowie zukunftsweisende umweltrelevante Anwendungsbeispiele wie z. B.

- Standort- und Landschaftsanalysen,
- EDV-gerechte Aufbereitungen von Biotopkartierungen,
- Defizitkartierungen und Biotopvernetzungen sowie
- thematische-statistische Umweltverträglichkeitsprüfungen wie Trassenanalysen und/oder Landschaftsbewertungen

Inhalt

1. Grundlagen	.	.	.	1
1.1 Raumbezogene Informationsgewinnung	.	.	.	1
1.1.1 Einführung	.	.	.	1
1.1.2 Rechnergestützte Informationsverarbeitung	.	.	.	1
1.1.3 Thematisches Potential raumbezogener Informationen	.	.	.	3
1.2 Vektordaten	.	.	.	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 Rasterdaten	.	.	.	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 Vektor- und Rasterdaten in der Gegenüberstellung	.	.	.	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 Punktautonome Grauwertoperationen	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 Lokale Grauwertoperationen	49
2.3.1 Allgemeines	49
2.3.2 Faltungen	49
Mittelungen	50
Gradienten	52
2.3.3 Abstandstransformationen	53
2.3.4 Flächenfüllungen	58
2.4 Grauwertoperationen zwischen mehreren Eingangsbildern	60
2.4.1 Allgemeines	60
2.4.2 Summenbildungen	60
2.4.3 Differenzbildungen	62
2.4.4 Ratiobildungen	62
2.4.5 Produktbildungen	63
2.4.6 Ortsabhängige Grauwertkorrekturen	63
Systembedingte Grauwertkorrekturen	63
Objektbedingte Grauwertkorrekturen	64
2.4.7 Minimum-Distance Klassifizierung	67
2.4.8 Farbtransformationen	70
2.5 Logische Grauwertoperationen	75
2.5.1 Allgemeines	75
2.5.2 Logische Operatoren	76
2.5.3 Bildannotationen	76
2.5.4 Synthetische Texturen	77
2.5.5 Lokale logische Grauwertoperationen	78
Anwendungen in der digitalen Kartographie und der Fernerkundung	78
2.5.6 Logische Grauwertoperationen zwischen Eingangsbildern	81
Einblendungen	81
Logische Verknüpfung thematischer Eingangsbilder	82
Bildmaskierungen	83

2.6 Grauwertoperationen zu Reproduktionszwecken	86
2.6.1 Allgemeines	86
2.6.2 Digitale Halbtonrasterung	87
2.6.3 Rasterungen zum Zwecke der Farbreproduktion (Druck)	90
3. Frequenzoperationen an Rasterdaten	95
3.1 Einführung	95
3.2 Fouriertransformationstheorie	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 Fouriertransformationen von Eingangsbildern	110
3.3.1 Rechentechnische Besonderheiten	110
3.3.2 Synthetische Bildfrequenzspektren	111
3.3.3 Bildfrequenzspektren von Eingangsbildern	114
3.4 Lineare Filterungen von Eingangsbildern	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 Frequenzdegraduationen	129
Rekonstruktion eines verwischten Bildes	130
Beseitigung von Fokussierfehlern	131

3.5 Nichtlineare Filterungen von Eingangsbildern	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 Einführung	135
4.1.1 Relative Entzerrungen	135
4.1.2 Kartographische Entzerrungen	136
4.2 Prinzip der geometrischen Entzerrung	138
4.2.1 Allgemeines	138
4.2.2 Nichtparametrischer Entzerrungsansatz	139
4.2.3 Parametrischer Entzerrungsansatz	140
4.3 Geometrische Trendfunktionen	142
4.3.1 Allgemeines	142
4.3.2 Bivariates 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 Modellierung differentieller geometrischer Verzerrungen	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 Quantisierung des Ausgangsbildes (Resampling)	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 Praktische Durchführung der Entzerrung	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 Anwendungen geometrischer Entzerrungen	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 Auswertungen	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 Definitionen	225
7.2 Beispiele Raumbezogener Informationssysteme	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 Kartographische Anwendungen	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 Anwendungen für Planungszwecke	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 Anwendungen in der quantitativen Landschaftsforschung und -ökologie	256
7.5.1 Allgemeines	256

7.5.2 Thematische Waldkarten	256
7.5.3 Weitere raumbezogene Landschaftsdaten	259
7.6 Klimatologische Anwendungen	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 Biotopkartierungen und Umweltplanungen	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 Ausblick	292
Anhang	
A. Fouriertransformationspaare	295
B. Definitionen häufig benutzter Funktionen	296
C. Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate	297
Glossar	299
Literaturverzeichnis	303
Stichwortverzeichnis	314