

Ralf Bill

Grundlagen der Geo-Informationssysteme

5., völlig neu bearbeitete Auflage



Wichmann

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in GIS	1
1.1	Definitionen	1
1.1.1	Daten, Information und Wissen	2
1.1.2	Geo-Informationssystem	8
1.2	Entwicklungsphasen zu GIS und Geoinformatik	15
1.2.1	Historische Entwicklungen	15
1.2.2	Geoinformatik als Wissenschaftsdisziplin	18
1.3	Modellierung und Objektbildung in der GIS-Welt	18
1.3.1	Abbildung der realen Welt	18
1.3.2	Das Geoobjekt	19
1.3.3	Diskrete versus kontinuierliche Objekte	22
1.4	Dimensionen in GIS	23
1.4.1	Geometrische Dimension	24
1.4.2	Topologische Dimension	26
1.4.3	Thematische Dimension	27
1.5	Datentypen in GIS	28
1.5.1	Geometrie- und Topologiedaten	28
1.5.2	Vektor- und Rasterdaten	30
1.5.3	Graphikdaten	32
1.5.4	Sachdaten	33
1.5.5	Hybrides GIS	35
1.6	Das Vierkomponenten-Modell eines GIS	35
1.6.1	Erfassung	38
1.6.2	Verwaltung und Modellierung	39
1.6.3	Analyse	39
1.6.4	Präsentation	40
1.7	GIS-Ausprägungen	41
1.7.1	Kartier- und interaktiv graphisches System	41
1.7.2	CAD-System	42
1.7.3	GIS-Spezialisierungen im Anwendungsbereich	43
1.8	Entwicklungen im interdisziplinären GIS-Umfeld	52
1.8.1	Übergreifende GIS-Organisationen	53

1.8.2	Aus- und Weiterbildung	54
1.8.3	Literatur	55
1.9	Zusammenfassung	58
1.10	Aufgaben	59
2	Hard- und Softwareaspekte in GIS	61
2.1	Einführung	61
2.2	Hardwarekomponenten	62
2.2.1	Geräte zur Datenerfassung	63
2.2.2	Geräte zur Verwaltung und Auswertung	99
2.2.3	Geräte zur Datenausgabe und -präsentation	115
2.3	Softwareaspekte	119
2.3.1	Einführung zur Software	119
2.3.2	Grundsoftware	120
2.3.3	Internet und World Wide Web	133
2.3.4	Datenbanksprachen	135
2.4	GIS-Architekturen	139
2.5	GIS-Produkte	145
2.5.1	Eine grobe Systemkategorisierung	146
2.5.2	Stand und Entwicklungstendenzen	151
2.6	Zusammenfassung	154
2.7	Aufgaben	155
3	Raum und Zeit in GIS	157
3.1	Einführung	157
3.2	Geodäsie und die Erdfigur	158
3.2.1	Geodäsie als Wissenschaftsdisziplin	158
3.2.2	Annäherungen an die Erdfigur	159
3.3	Koordinaten als primäre Metrik	163
3.3.1	Euklidischer Raum und Metrik	164
3.3.2	Koordinaten in mehreren Dimensionen	167
3.3.3	Datumsangaben und Koordinatenreferenzsysteme	170
3.4	Indirekter Raumbezug	173
3.5	Dreidimensionale Koordinatenreferenzsysteme	174
3.5.1	Geozentrische Koordinatenreferenzsysteme	174
3.5.2	Ellipsoidische und sphärische Koordinatensysteme	176
3.5.3	Geodätische Parallelkoordinatensysteme auf Kugel und El- lipsoid	177
3.6	Grundlagen der Kartennetzentwürfe	179
3.6.1	Referenzflächen und -lagen	179
3.6.2	Abbildungseigenschaften	181
3.6.3	Kartographische Abbildungen	183
3.6.4	Geodätische Abbildungen	183

3.6.5	Zur Wahl der Kartenprojektion	187
3.7	Koordinatenoperationen	188
3.7.1	Koordinatentransformationen	189
3.8	Zeit als vierte Dimension im GIS	193
3.8.1	Dimensionserweiterungen	194
3.8.2	Zeitformen und Zeitskalen	195
3.8.3	Anforderungen an die Zeit in einem GIS	197
3.9	Zusammenfassung	202
3.10	Aufgaben	202
4	Interoperabilität und offene GIS-Welten	205
4.1	Einführung	205
4.2	Unified Modeling Language	206
4.2.1	Modelle und Modellierung	206
4.2.2	UML und Alternativen zur Modellierung	207
4.2.3	UML-Diagrammarten und graphische Notation	209
4.3	Normung und Interoperabilität	218
4.3.1	Nationale und internationale Normung	219
4.3.2	Open Geospatial Consortium (OGC)	224
4.3.3	Andere Normen und Standards	230
4.4	Geodateninfrastrukturen	230
4.4.1	Geoinformation auf nationaler und internationaler Ebene	231
4.4.2	Weltweite Geodateninfrastruktur-Vorhaben	234
4.4.3	INSPIRE auf europäischer Ebene	236
4.4.4	Nationale Geodateninfrastrukturen	239
4.4.5	Geodateninfrastrukturen der Länder, Kreise und Kommunen	243
4.5	Digital Earth	245
4.5.1	Earth Viewer	247
4.5.2	GMES (Global Monitoring for Environment and Security)	250
4.5.3	Geosensornetzwerke	251
4.5.4	CityGML	255
4.5.5	Neogeography	258
4.6	Zusammenfassung	261
4.7	Aufgaben	261
5	Erfassung raumbezogener Daten	263
5.1	Einführung	263
5.1.1	Geodaten	263
5.1.2	Erfassungsmethoden und Maßstabsbereiche im Überblick	265
5.2	Originäre Erfassungsmethoden	267
5.2.1	Vermessungsmethoden	268
5.2.2	Photogrammetrie und Fernerkundung	278
5.2.3	Digitales Geländemodell	289

5.2.4	Andere primäre Erfassungsmethoden	293
5.3	Sekundäre Erfassungsmethoden	295
5.3.1	Manuelle Digitalisierung	295
5.3.2	Semi-automatische Digitalisierung	299
5.3.3	Automatische Digitalisierung	299
5.3.4	Alphanumerische Dateneingabe	300
5.3.5	Ausgewählte Verarbeitungsschritte zur Datenerfassung . . .	301
5.4	Datenquellen	311
5.4.1	Amtliche topographische und Katasterkartenwerke	311
5.4.2	Thematische Kartenwerke	315
5.4.3	Bildkarten	318
5.4.4	Analoge und digitale Datenbestände	319
5.5	Metainformation und Qualität der Daten	326
5.5.1	Metainformation	326
5.5.2	Qualität im Kontext der Normung	332
5.5.3	Behandlung der Datenqualität in GIS	337
5.6	Datenverifikation	338
5.7	Datenfortführung	339
5.8	Schritte zur Datenerfassung	340
5.8.1	Zur Planung der Datengewinnung	341
5.8.2	Zur Abschätzung der Kosten der Datenerfassung	342
5.9	Zusammenfassung	343
5.10	Aufgaben	343
6	Raumbezogene Datenverwaltung	345
6.1	Einführung in die Datenmodellierung	345
6.1.1	Ungeordnete raumbezogene Daten	347
6.1.2	Ordnen raumbezogener Daten	349
6.1.3	Strukturen für Sachdaten	349
6.2	Geometrisches Modellieren	351
6.2.1	Geometriemodelle in 3D	352
6.2.2	Geometrische Abfragen	357
6.2.3	Geometrieobjekt	358
6.2.4	Das Simple Feature Model	359
6.2.5	Digitales Geländemodell (DGM)	360
6.2.6	Spezielle Strukturen für Rasterdaten	364
6.3	Topologisches Modellieren	369
6.3.1	Topologieobjekt	370
6.3.2	Graphentheoretische Grundlagen	371
6.3.3	Topologische Beziehungen und Konsistenzbedingungen . . .	377
6.3.4	Topologische Abfragen	381
6.3.5	Punktmengentopologie	383
6.4	Thematisches Modellieren	389

6.4.1	Das Ebenenprinzip	391
6.4.2	Das Objektklassenmodell	393
6.4.3	Thematische Abfragen	397
6.5	Logische Datenmodelle	397
6.5.1	Entitäten-Relationenmodell	398
6.5.2	Hierarchisches Datenmodell	401
6.5.3	Netzwerk-Datenmodell	402
6.5.4	Relationales Datenmodell	403
6.5.5	Objektorientiertes Datenmodell	407
6.6	Physikalische Datenmodelle	410
6.6.1	Dateistrukturen	410
6.6.2	Zugriffsmechanismen für raumbezogene Daten	415
6.7	Datenbanksysteme	427
6.7.1	Dateisystem	428
6.7.2	Datenbanksystem	428
6.7.3	Geodatenbanksysteme	435
6.8	Zusammenfassung	436
6.9	Aufgaben	437
7	Raumbezogene Datenanalysemethoden	439
7.1	Einführung	439
7.2	Geometrische Methoden	443
7.2.1	Geometrische Grundlagen	443
7.2.2	Rechtecktests (Clipping)	449
7.2.3	Punkt-im-Polygon-Test	452
7.2.4	Zonengenerierung	455
7.2.5	Flächenverschneidung	458
7.2.6	Dreiecksvermaschung und Nachbarschaftsgraphen	467
7.3	Topologische Methoden	474
7.3.1	Graphentheoretische Grundlagen	474
7.3.2	Netzwerkanalysen und Wegeprobleme	478
7.4	Statistische Methoden	483
7.4.1	Systematisierung der Statistik	484
7.4.2	Univariate Verfahren	489
7.4.3	Bivariate Verfahren	491
7.4.4	Multivariate Verfahren	499
7.4.5	Approximation und Interpolation	500
7.4.6	Geostatistik	514
7.4.7	Clusteranalyse und Klassifizierung	521
7.5	Mengenmethoden	523
7.5.1	Boole'sche Algebra	525
7.5.2	Fuzzy-Mathematik	526
7.5.3	Relationale Operatoren	528

7.5.4	Sortier- und Suchverfahren	530
7.5.5	Umklassifizierung	534
7.5.6	Aggregation	535
7.6	Komplexere Modelle	536
7.6.1	Spatial Data Mining	537
7.6.2	Analyse von Digitalen Geländemodellen	538
7.6.3	Kartographisches Modellieren	540
7.6.4	Systemanalytische Ansätze	546
7.6.5	Kostenoberflächen in GIS	550
7.6.6	Simulationen	552
7.7	Zusammenfassung	553
7.8	Aufgaben	553
8	Präsentation raumbezogener Daten	557
8.1	Einführung	557
8.2	Interaktive Graphik	558
8.2.1	Funktionalitäten	558
8.2.2	Farbdarstellung und Farbsysteme	564
8.2.3	Transformationen	569
8.2.4	Planare geometrische Projektionen	572
8.3	Graphische Ausgabeformen	574
8.3.1	Vom Landschaftsmodell zum kartographischen Modell	575
8.3.2	Die Karte	576
8.3.3	Thematische Darstellungsformen	579
8.3.4	Generalisierungsproblem in Karten und in GIS	583
8.3.5	Rechnergestützte Kartographie	586
8.3.6	Visualisierungsformen für Digitale Geländemodelle	587
8.3.7	Alternative Darstellungsformen	589
8.4	Nichtgraphische Ausgabeformen	594
8.5	Digitaler Datenaustausch	594
8.5.1	Anforderungen an den Datenaustausch	594
8.5.2	Unterscheidung nach Informationsgehalt	597
8.5.3	Nationale und internationale Austauschformate	599
8.5.4	Produktspezifischer Austausch	601
8.6	Zusammenfassung	601
8.7	Aufgaben	602
9	Anwendungen von GIS	603
9.1	Einführung	603
9.2	Landinformationssysteme	606
9.2.1	Mehrzweckkataster	607
9.2.2	Topographische Informationssysteme	612
9.2.3	AFIS-ALKIS-ATKIS – das AAA-Vorhaben	615

9.3	Rauminformationssysteme	622
9.3.1	Raumordnung und Landesplanung	624
9.3.2	Regionalplanung	627
9.3.3	Landschaftsplanung	628
9.3.4	Kommunale Anwendungen	631
9.3.5	Amtliche Statistik	640
9.4	Umweltinformationssysteme	644
9.4.1	Internationale Umweltprogramme	645
9.4.2	Nationale UIS-Vorhaben	647
9.4.3	Landschaftsökologische Anwendungen	655
9.4.4	Land- und Forstwirtschaft	657
9.4.5	Betriebliche Umweltinformationssysteme	663
9.5	Netzinformationssysteme	663
9.5.1	Allgemeine Anforderungen	663
9.5.2	Beispiele zu Netzinformationssystemen	667
9.6	Spezielle Fachinformationssysteme	670
9.6.1	GIS im Transport- und Verkehrswesen	670
9.6.2	GIS im Unternehmensbereich	677
9.6.3	GIS im sozialen Bereich	686
9.6.4	Geoinformationswesen der Bundeswehr	690
9.6.5	GIS in der Telekommunikation	691
9.6.6	GIS in der Abfallwirtschaft	692
9.6.7	GIS-Anwendungen in Bauwesen und Geotechnik	694
9.6.8	GIS im Ressourcenmanagement	696
9.6.9	Weitere GIS-Anwendungen	702
9.7	Zusammenfassung	709
9.8	Aufgaben	709
10	Literaturverzeichnis	711
A	Lösungen zu den Aufgaben	739
B	Abkürzungsverzeichnis	767
	Stichwortverzeichnis	785