

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Geoinformationssysteme	2
1.1.1	Anwendungen	3
1.1.2	Aufbau von Geoinformationssystemen	4
1.1.3	Entwicklung zu offenen Geoinformationssystemen	4
1.2	Datenbanksysteme	6
1.2.1	Aufbau von Datenbanksystemen	6
1.2.2	Datenbanksysteme versus Dateien	6
1.3	Relationale Datenbanksysteme	9
1.3.1	Tabellen	9
1.3.2	Beziehungen	12
1.3.3	Anfragen	14
1.4	Objektrelationale Datenbanksysteme	18
1.4.1	Objekte	19
1.4.2	Vererbung und Polymorphie	20
1.4.3	Objekte in objektrelationalen Datenbanken	23
1.5	Geodatenbanksysteme	24
1.5.1	Anforderungen an Geodatenbanksysteme	25
1.5.2	Speicherung von Geodaten in relationalen Datenbanken	25
1.5.3	Objektrelationale Geodatenbanksysteme	29
2	Oracle	33
2.1	Struktur von Oracle	33
2.1.1	Datenbank-Server	33
2.1.2	Physische Datenbankstruktur	34
2.1.3	Logische Datenbankstruktur	35
2.1.4	Verbindung zwischen Clients und Datenbank-Server	36
2.2	Besonderheiten von Oracle SQL	36
2.2.1	RowID	37
2.2.2	Large Objects (LOBs)	38
2.2.3	Sequenzgeneratoren	39
2.3	Programmierung und Datenimport	40
2.3.1	PL/SQL	40
2.3.2	Trigger	43
2.3.3	Programmierung externer Routinen mit Java	44
2.3.4	SQL*Loader	45
2.4	Objektrelationale Erweiterungen in Oracle	48
2.4.1	Felder	48
2.4.2	Klassen	50
2.4.3	Vererbung und Polymorphie	55

3 Modellierung von Geodaten	59
3.1 Eigenschaften von Geodaten.....	60
3.1.1 Thematische Eigenschaften.....	60
3.1.2 Geometrische Eigenschaften.....	62
3.1.3 Topologische Eigenschaften.....	62
3.1.4 Metainformationen.....	64
3.2 Standardisierung von Geodaten.....	65
3.3 Feature-Geometry-Modell.....	66
3.3.1 Geometrie.....	66
3.3.2 Topologie.....	74
4 Räumliche Datenbankmodelle	77
4.1 Simple-Feature-Modell.....	77
4.1.1 Geometriemodell.....	77
4.1.2 Repräsentationsformen.....	82
4.1.3 Basismethoden.....	83
4.1.4 Topologische Prädikate.....	84
4.1.5 Geometrische Funktionen.....	88
4.2 SQL/MM Spatial.....	90
4.2.1 Oberklasse „ST_Geometry“.....	91
4.2.2 Linien.....	91
4.2.3 Flächen.....	92
4.3 Oracle Spatial.....	92
4.3.1 Klasse SDO_GEOMETRY.....	93
4.3.2 Metadaten.....	101
4.3.3 Methoden.....	103
4.3.4 Geometrische Funktionen.....	104
4.3.5 Geometrische Aggregatsfunktionen.....	118
4.4 Räumliche Bezugssysteme.....	121
4.4.1 Kategorien von Koordinatensystemen.....	121
4.4.2 Beschreibung von räumlichen Bezugssystemen.....	123
4.4.3 Verwendung von räumlichen Bezugssystemen.....	127
4.4.4 Koordinatentransformationen.....	130
4.5 Lineare Bezugssysteme.....	131
4.5.1 Datenmodell.....	132
4.5.2 Anfragen.....	134
4.6 Import von Geodaten.....	137
4.6.1 Import von Punktdaten.....	138
4.6.2 Import von Flächen.....	139

5	Anfragebearbeitung und Approximationen	143
5.1	Räumliche Basisanfragen.....	143
5.2	Mehrstufige Anfragebearbeitung.....	144
5.2.1	Charakteristika von Geodaten	144
5.2.2	Prinzip der mehrstufigen Anfragebearbeitung	145
5.3	Filterung über Approximationen.....	146
5.3.1	Konservative und progressive Approximationen	147
5.3.2	Einelementige Approximationen.....	148
5.3.3	Mehrelementige Approximationen.....	149
5.4	Approximationen in Oracle Spatial	151
5.4.1	Fixed Indexing.....	151
5.4.2	Hybrid Indexing	153
6	Indexierung von Geodaten	155
6.1	Indexierung in Datenbanksystemen.....	155
6.1.1	B- und B ⁺ - Bäume.....	157
6.1.2	Hash-Verfahren	162
6.2	Indexierung von Geodaten.....	166
6.2.1	Clipping.....	168
6.2.2	Transformation in den höherdimensionalen Raum	169
6.2.3	Einbettung in den eindimensionalen Raum.....	171
6.2.4	Überlappende Blockregionen	173
6.2.5	Mehrschichtentechnik	174
6.2.6	Fazit.....	174
6.3	Quadrees	175
6.3.1	PR-Quadrees.....	175
6.3.2	Lineare Quadrees.....	176
6.3.3	Verwendung in Oracle Spatial	181
6.4	Gridfiles	186
6.4.1	Struktur und Suchanfragen.....	186
6.4.2	Dynamisches Verhalten.....	186
6.4.3	Speicherung von Rechtecken	190
6.4.4	Organisation des Grid Directorys.....	192
6.5	R-Bäume	195
6.5.1	R-Baum	195
6.5.2	R*-Baum	200
6.5.3	Weitere Varianten.....	204
6.5.4	Verwendung in Oracle Spatial	206
6.6	Filterung in Oracle Spatial.....	208
6.6.1	SDO_FILTER	208
6.6.2	SDO_WITHIN_DISTANCE.....	211

7 Geometrische Algorithmen	213
7.1 Algorithmische Geometrie	213
7.1.1 Algorithmische Entwurfsmethoden	214
7.1.2 Behandlung numerischer Probleme	217
7.2 Konvexe Hülle	222
7.2.1 Berechnung der konvexen Hülle	222
7.2.2 Minimal umgebende konvexe Polygone	228
7.3 Inklusionsprobleme	228
7.3.1 Punkt-in-Polygon-Test	228
7.3.2 Polygon-in-Polygon-Test	230
7.4 Schnittprobleme	231
7.4.1 Schnitt von Rechtecken	231
7.4.2 Schnitt von Strecken	236
7.4.3 Schnitt von Polygonen	241
7.5 Objektzerlegung	247
7.5.1 Trapezzerlegung	247
7.5.2 Triangulation	248
7.5.3 Verwaltung der Zerlegungskomponenten	251
7.6 Verfeinerungsschritt in Oracle Spatial	252
7.6.1 SDO_RELATE	252
7.6.2 SDO_WITHIN_DISTANCE	254
8 Verarbeitung komplexer Basisanfragen	255
8.1 Geometrischer Verbund	255
8.1.1 Geometrischer Verbund ohne Index	256
8.1.2 Geometrischer Verbund zwischen R-Bäumen	257
8.1.3 Geometrischer Verbund mittels z-Ordnung	261
8.1.4 Anwendung in Oracle Spatial	263
8.2 Nächste-Nachbarn-Anfrage	266
8.2.1 Algorithmus von Hjaltason und Samet	267
8.2.2 Anwendung in Oracle Spatial	269
9 Anwendungsprogrammierung	273
9.1 Zugriff auf Datenbanken	273
9.1.1 Datenbankzugriffsschnittstellen	273
9.1.2 Datenbankkopplung an eine Programmiersprache	274
9.1.3 Zugriff auf die Daten	274
9.2 Java und JDBC	276
9.2.1 JDBC-Treiber	277
9.2.2 JDBC-API	279
9.3 Zugriff auf Geodaten	286
9.3.1 Zugriff auf SQL-Objekte	286
9.3.2 Bibliothek oracle.spatial	288
9.3.3 Zugriff über Geotools	294

10 Repräsentation von Geodaten mit XML	297
10.1 Bestandteile von XML	297
10.1.1 Extensible Markup Language (XML)	297
10.1.2 Document Type Definition	302
10.1.3 XML Schema	303
10.1.4 XSL-Transformation (XSLT)	306
10.1.5 Verarbeitung von XML-Dokumenten	308
10.2 Geography Markup Language (GML)	309
10.2.1 Geometry Schema	309
10.2.2 Feature Schema	315
10.2.3 Nutzung	316
10.3 Datenbanken und XML	319
10.3.1 Grundsätzliche Verfahren	319
10.3.2 XPath	320
10.3.3 XQuery	323
10.3.4 Oracle	324
10.4 GML in Oracle	335
10.4.1 Erzeugung von GML	336
10.4.2 Bearbeitung räumlicher Anfragen auf GML-Dokumenten	339
11 Topologie	345
11.1 Netzwerkdatenbanken	345
11.1.1 Begriffe	345
11.1.2 Netzwerkanalyse	346
11.1.3 Zerlegung von Netzwerken	353
11.1.4 Oracle Spatial	355
11.2 Topologiedatenbanken	363
11.2.1 TIGER/Line-Datenmodell	363
11.2.2 Oracle Spatial	365
12 Rasterdaten	385
12.1 Konzepte	385
12.2 Speicherung von Rasterdaten durch BLOBs	387
12.2.1 Abspeichern von Rasterdaten	387
12.2.2 Georeferenzierung	389
12.2.3 Lesen von Rasterdaten	390
12.3 Oracle Spatial GeoRaster	391
12.3.1 Datenmodell	391
12.3.2 Einsatz	393

13 Aktuelle Trends	405
13.1 3D-Geodatenbanken	405
13.1.1 Datenbankmodell.....	406
13.1.2 Räumliche Basisanfragen und Indexstrukturen.....	411
13.1.3 Algorithmische Geometrie	412
13.2 Spatio-temporale Datenbanken	412
13.2.1 Datenbankmodell.....	412
13.2.2 Basisanfragen	415
13.2.3 Indexe	416
13.2.4 TPR-Baum.....	417
13.3 Spatial Data Mining.....	419
13.3.1 Data Mining.....	419
13.3.2 Spatial Data Mining.....	420
13.3.3 Oracle Spatial	421
13.4 Mobile Geodatenbanken	424
13.5 Sensornetzwerke und Datenströme	425
Literaturverzeichnis	427
Abkürzungsverzeichnis	437
Übersetzung englischer Begriffe	443
SQL-Index.....	447
Java-Index	451
Sachwörterverzeichnis	453