

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1 Einführung und Motivation

- 1.1 Aufbau des Buches
- 1.2 Bezeichnungen und Umgebungen
- 1.3 Begleitendes Beispiel
- 1.4 Steilkurs objektorientierte Programmiersprachen
- 1.5 Steilkurs objektorientierte Datenbanksysteme

2 Relationale Datenbanksysteme

- 2.1 Strukturteil
- 2.2 Operationenteil
 - 2.2.1 Relationenalgebra
 - 2.2.2 SQL
 - 2.2.3 Eigenschaften der generischen Operationen
 - 2.2.4 Updates
 - 2.2.5 Einschub: Formale Definition der Operationen
- 2.3 Systemarchitektur
- 2.4 Spezielle relationale Systeme
- 2.5 Nachteile des Relationenmodells
 - 2.5.1 Datenmodellierung
 - 2.5.2 Datenbankentwurf
 - 2.5.2.1 Funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten
 - 2.5.2.2 Verbund- und Inklusionsabhängigkeiten
 - 2.5.2.3 Datenbankschema-Eigenschaften
 - 2.5.2.4 Formale Definition der DB-Schema-Eigenschaften
 - 2.5.2.5 Dekompositionsalgorithmen
 - 2.5.2.6 Syntheselgorithmen
 - 2.5.2.7 Zusammenfassung Datenbankentwurf
 - 2.5.3 Anfragesprachen
 - 2.5.3.1 Allgemeine Probleme
 - 2.5.3.2 SQL
 - 2.5.3.3 Relationenalgebra

2.5.3.4	Erweiterungen, Einbettungen	119
2.5.4	Update-Operationen	127
2.5.5	Zugriffspfade	135
2.5.6	Optimierung	138
2.5.6.1	Algebraische Optimierung	139
2.5.6.2	Tableauoptimierung	140
2.5.6.3	Interne Optimierung	141
2.5.7	Weitere Probleme	141
2.5.8	Zusammenfassung der Probleme	143
2.6	Literaturhinweise	144
3	Semantische Datenbankmodelle	147
3.1	Prinzipien von Datenbankmodellen	149
3.2	Prinzipien von SDMs	151
3.3	Typen, Typkonstruktoren	152
3.4	Attribute, Funktionen	155
3.5	Is-a-Beziehungen	158
3.6	Abgeleitete Attribute und Typen	161
3.7	Integritätsbedingungen	162
3.8	Überblick über SDMs	163
3.9	Datenbankentwurf mit SDMs	164
3.10	Wissensrepräsentationsmethoden	169
3.11	Literaturhinweise	170
4	Konzepte objektorientierter Systeme	173
4.1	Historie	174
4.2	Mißverständnisse: was ist nicht objektorientiert?	177
4.2.1	Graphische Oberflächen	177
4.2.2	SMALLTALK ist nicht alles	178
4.3	Motivation aus dem Software-Engineering	180
4.3.1	Kriterien für Software-Qualität	180
4.3.2	Modularisierung	181
4.3.3	Wiederverwendbarkeit	185
4.3.4	Prinzipien des objektorientierten Software-Entwurfs	188
4.4	Prinzipien von OOPs	194
4.4.1	Klassen, Typen, Methoden und ihre Einkapselung	195
4.4.1.1	Attribute und Methoden	195
4.4.1.2	Einkapselung	195
4.4.1.3	Klassen	196
4.4.1.4	Konstruktoren und Destruktoren	197
4.4.1.5	Zuweisung, Kopie, Identität und Gleichheit	199
4.4.1.6	Typisierung	202
4.4.2	Vererbung, Typ- und Klassenhierarchien	203
4.4.2.1	Steuerung der Vererbung	203
4.4.2.2	Overriding	207

4.4.2.3	Mehrfachvererbung	209
4.4.3	Polymorphismus und dynamisches Binden	211
4.4.3.1	Arten des Polymorphismus	211
4.4.3.2	Dynamisches Binden	214
4.4.4	Metaklassen	215
4.5	Kriterien für objektorientierte Programmiersprachen	218
4.6	Literaturhinweise	221
5	Objektorientierte Programmiersprachen	223
5.1	Überblick	224
5.2	Turbo-PASCAL	224
5.3	C++	230
5.4	Eiffel	240
5.5	SMALLTALK	253
5.6	Sprachvergleich	267
5.7	Kurzvorstellung weiterer Sprachen	270
5.8	Literaturhinweise	271
6	Konzepte von OODB-Modellen	273
6.1	Überblick über OODM-Konzepte	275
6.2	Der Strukturteil	277
6.2.1	Typkonstruktoren, Komplexe Objekte	277
6.2.1.1	Bezug zu bekannten Konzepten	278
6.2.1.2	Erläuterung und Beispiele	278
6.2.1.3	Einschub: Definition von Typen und Typkonstruktoren	281
6.2.1.4	Unterschiede und Einordnung	282
6.2.1.5	Operationen auf komplexen Typen	285
6.2.1.6	Probleme und Ausblick	286
6.2.1.7	Zusammenfassung	286
6.2.1.8	Literaturhinweise	286
6.2.2	Objektidentität	288
6.2.2.1	Bezug zu bekannten Konzepten	289
6.2.2.2	Erläuterung und Beispiele	289
6.2.2.3	Einschub: Definition der Objektidentität	294
6.2.2.4	Unterschiede und Einordnung	295
6.2.2.5	Implementierung der Objektidentität	296
6.2.2.6	Operationen auf Objekten	297
6.2.2.7	Probleme und Ausblick	299
6.2.2.8	Zusammenfassung	299
6.2.2.9	Literaturhinweise	300
6.2.3	Klassen und Typen	300
6.2.3.1	Bezug zu bekannten Konzepten	301
6.2.3.2	Erläuterung und Beispiele	302
6.2.3.3	Einschub: Definition von Klassen und Typen	305
6.2.3.4	Unterschiede und Einordnung	306

6.2.3.5	Operationen auf Klassen und Typen	308
6.2.3.6	Probleme und Ausblick	309
6.2.3.7	Zusammenfassung	310
6.2.3.8	Literaturhinweise	310
6.2.4	Beziehungen zwischen Klassen	310
6.2.4.1	Bezug zu bekannten Konzepten	311
6.2.4.2	Erläuterung und Beispiele	311
6.2.4.3	Häufig vorkommende Spezialfälle	313
6.2.4.4	Unterschiede und Einordnung	315
6.2.4.5	Operationen auf Beziehungen	316
6.2.4.6	Probleme und Ausblick	317
6.2.4.7	Zusammenfassung	317
6.2.4.8	Literaturhinweise	318
6.2.5	Strukturvererbung	318
6.2.5.1	Bezug zu bekannten Konzepten	319
6.2.5.2	Erläuterung und Beispiele	319
6.2.5.3	Unterschiede und Einordnung	322
6.2.5.4	Einschub: Definition der Strukturhierarchie	328
6.2.5.5	Operationen entlang der Strukturhierarchie	329
6.2.5.6	Probleme und Ausblick	329
6.2.5.7	Zusammenfassung	330
6.2.5.8	Literaturhinweise	330
6.2.6	Integritätsbedingungen	332
6.2.6.1	Schlüssel	332
6.2.6.2	Kardinalitäten	334
6.2.6.3	Bedingungen an die Strukturhierarchie	335
6.2.6.4	Inhärente Integritätsbedingungen	336
6.2.6.5	Allgemeine Integritätsbedingungen	336
6.2.6.6	Literaturhinweise	338
6.2.7	Strukturteil: Anwendungsbeispiel und Fazit	338
6.2.7.1	Der Strukturteil des Universitätsbeispiels	338
6.2.7.2	Vergleich mit anderen Datenbankmodellen	339
6.2.7.3	Die Probleme des Relationenmodells aus OODM-Sicht	339
6.2.7.4	Literaturhinweise	341
6.3	Der Operationenteil	341
6.3.1	Generische und objektspezifische Operationen	341
6.3.2	Forderungen an generische Operationen	344
6.3.2.1	Abgeschlossenheit	345
6.3.2.2	Adäquatheit	346
6.3.2.3	Weitere Kriterien	348
6.3.3	Relationale Operationen	349
6.3.3.1	Eine minimale Algebra für geschachtelte Relationen	349
6.3.3.2	Eine orthogonale Algebra für geschachtelte Relationen	352
6.3.3.3	Algebren für spezielle geschachtelte Relationen	353
6.3.3.4	Beurteilung relationaler Operationen	355

6.3.3.5	Literaturhinweise	355
6.3.4	Objekterzeugende Operationen	356
6.3.4.1	Literaturhinweise	357
6.3.5	Objekterhaltende Operationen	357
6.3.5.1	Anwendbarkeit von objekterhaltenden Operationen	358
6.3.5.2	Inkonsistenzen und ihre Behandlung	359
6.3.5.3	Einordnung des Ergebnisses in die Klassen- und Typ- hierarchie	361
6.3.5.4	Unterschiede und Einordnung	366
6.3.5.5	Anwendung von objekterhaltenden Operationen	366
6.3.5.6	Literaturhinweise	368
6.3.6	Generische Update-Operationen	369
6.3.6.1	Updates auf Klassen	369
6.3.6.2	Updates auf Zuständen	370
6.3.6.3	Literaturhinweise	370
6.3.7	Operationenteil: Fazit	370
6.3.7.1	Die Probleme des Relationenmodells aus OODM-Sicht	371
6.4	Metaklassen, Methoden und weitere höhere Konstrukte	372
6.4.1	Metaklassen	373
6.4.1.1	Bezug zu bekannten Konzepten	374
6.4.1.2	Erläuterung und Beispiele	374
6.4.1.3	Literaturhinweise	376
6.4.2	Definition und Vererbung von Methoden	377
6.4.2.1	Bezug zu bekannten Konzepten	377
6.4.2.2	Erläuterung und Beispiele.	378
6.4.2.3	Unterschiede	380
6.4.2.4	Literaturhinweise	381
6.4.3	Abstrakte Datentypen und Einkapselung	381
6.4.3.1	Bezug zu bekannten Konzepten	382
6.4.3.2	Erläuterung und Beispiele.	382
6.4.3.3	Unterschiede und Einordnung	382
6.4.4	Overriding und Mehrfachvererbung	384
6.4.4.1	Bezug zu bekannten Konzepten	385
6.4.4.2	Erläuterung und Beispiele	385
6.4.4.3	Unterschiede und Einordnung	386
6.5	Spezifikation und Schema-Evolution	389
6.5.1	Spezifikation des Verhaltens von Objekten und Methoden	389
6.5.2	Schema-Evolution	391
6.6	Fazit	393
6.7	Literaturhinweise	394

7	Objektorientierte Datenbankmodelle	401
7.1	Modelle mit Typkonstruktoren	402
7.1.1	Das Modell geschachtelter Relationen	402
7.1.2	PNF-Relationen	404
7.1.3	Verallgemeinerte geschachtelte Relationen	405
7.1.4	Modelle für komplexe Werte	406
7.1.5	Das Modell von Bancilhon und Khoshafian	406
7.2	Modelle mit Beziehungen und Objektidentität	408
7.2.1	EODM	408
7.2.2	ERC	409
7.2.3	MAD	410
7.2.4	PDM	411
7.2.5	Das IQL-Datenbankmodell	411
7.3	Modelle mit Klassen und Strukturhierarchie	413
7.3.1	Das Iris-Datenbankmodell	413
7.3.2	Das O ₂ -Datenbankmodell	415
7.3.3	EXTRA	416
7.3.4	EXTREM	417
7.3.5	Das COCOON-Datenbankmodell	419
7.3.6	Das Referenzmodell von Beeri	420
7.4	Weitere Modelle	421
8	Objektorientierte Anfragesprachen	423
8.1	Algebraische Sprachen	425
8.1.1	Allgemeine Beispiele	425
8.1.2	ENCORE-Algebra	428
8.1.3	Algebra von Straube und Özsu	429
8.1.4	COCOON-Algebra COOL	430
8.1.5	EXTREM-Objektalgebra ABRAXAS	432
8.1.6	Andere Algebren	435
8.2	SQL-artige Sprachen	436
8.2.1	Allgemeine Beispiele	436
8.2.2	ONTOS Object SQL	437
8.2.3	Iris OSQL	438
8.2.4	RELOOP, O ₂ Query, O ₂ SQL	439
8.2.5	Andere SQL-artige Sprachen	441
8.3	Regelbasierte Sprachen	442
8.3.1	Semantik von Regelsprachen	442
8.3.2	Allgemeine Beispiele	444
8.3.3	Vergleich konkreter Sprachen	445

9	Konzepte objektorientierter Datenbanksysteme	447
9.1	Erweiterbarkeit	448
9.2	Persistenz	451
9.3	Zugriffspfade, Speicherungsstrukturen	453
9.3.1	Aufbau der internen Ebene	453
9.3.2	Implementierung der Objektidentität	454
9.3.3	Konzepte für Klassen	454
9.3.4	Konzepte für Klassenhierarchien	457
9.3.5	Zugriffspfade für Klassen und Klassenhierarchien	458
9.3.6	Objektpuffer	458
9.3.7	Literaturhinweise	459
9.4	Transaktionen, Concurrency Control	459
9.5	Recovery	463
9.6	Datenbank-Programmiersprache	464
9.7	Strittige und optionale Konzepte	465
9.7.1	Strittige Konzepte	465
9.7.2	Optionale Konzepte	466
9.8	Klassifizierung objektorientierter Datenbanksysteme	468
9.8.1	Erweiterungen relationaler Datenbanksysteme	470
9.8.2	Datenbanksysteme mit objektorientierten Elementen	470
9.8.3	Objektorientierte Datenbank-Programmiersprachen	470
9.8.4	Erweiterbare Datenbanksysteme	471
10	Objektorientierte Datenbanksysteme	473
10.1	Kommerzielle Systeme	475
10.1.1	GemStone	475
10.1.1.1	Strukturteil	476
10.1.1.2	Operationenteil	478
10.1.1.3	Höhere Konzepte	479
10.1.1.4	Persistenz, Speicherung, Transaktionen	480
10.1.1.5	Weitere Komponenten	482
10.1.1.6	Literaturhinweise	484
10.1.2	ONTOS / VBASE	484
10.1.2.1	Strukturteil	485
10.1.2.2	Operationenteil	486
10.1.2.3	Höhere Konzepte	486
10.1.2.4	Persistenz, Speicherung, Transaktionen	486
10.1.2.5	Weitere Komponenten	487
10.1.2.6	Literaturhinweise	487
10.1.3	O ₂	488
10.1.3.1	Strukturteil	489
10.1.3.2	Operationenteil	490
10.1.3.3	Höhere Konzepte	490
10.1.3.4	Persistenz, Speicherung, Transaktionen	492
10.1.3.5	Weitere Komponenten	493

10.1.3.6	Literaturhinweise	494
10.1.4	ITASCA / ORION	495
10.1.4.1	Strukturteil	496
10.1.4.2	Operationenteil	496
10.1.4.3	Höhere Konzepte	497
10.1.4.4	Persistenz, Speicherung, Transaktionen	497
10.1.4.5	Weitere Komponenten	498
10.1.4.6	Literaturhinweise	498
10.1.5	ObjectStore	499
10.1.5.1	Strukturteil	500
10.1.5.2	Operationenteil	501
10.1.5.3	Höhere Konzepte	502
10.1.5.4	Persistenz, Speicherung, Transaktionen	502
10.1.5.5	Weitere Komponenten	503
10.1.5.6	Literaturhinweise	504
10.1.6	Weitere kommerzielle Systeme	504
10.1.6.1	OpenODB	505
10.1.6.2	POET	506
10.1.6.3	VERSANT	507
10.1.6.4	Objectivity	508
10.1.6.5	G-Base	509
10.1.6.6	Statice	509
10.1.6.7	ODBMS	510
10.2	Prototypen	510
10.2.1	Iris	510
10.2.1.1	Höhere Konzepte	511
10.2.1.2	Weitere Komponenten	512
10.2.1.3	Literaturhinweise	513
10.2.2	EXODUS	513
10.2.2.1	Operationenteil	514
10.2.2.2	Persistenz, Speicherung, Transaktionen	514
10.2.2.3	Literaturhinweise	515
10.2.3	POSTGRES	515
10.2.3.1	Strukturteil	515
10.2.3.2	Operationenteil	516
10.2.3.3	Höhere Konzepte	517
10.2.3.4	Weitere Komponenten	518
10.2.3.5	Vergleich zu INGRES 6.4	519
10.2.3.6	Literaturhinweise	519
10.2.4	Starburst	519
10.2.4.1	Strukturteil	520
10.2.4.2	Operationenteil	520
10.2.4.3	Höhere Konzepte	522
10.2.4.4	Speicherung, Transaktionen	522
10.2.4.5	Literaturhinweise	522

10.2.5	ENCORE/ObServer	522
10.2.5.1	Persistenz, Speicherung, Transaktionen	523
10.2.5.2	Versionen	523
10.2.5.3	Literaturhinweise	523
10.2.6	Damokles	523
10.2.6.1	Operationenteil	525
10.2.6.2	Persistenz, Zugriffspfade, Transaktionen	525
10.2.6.3	Literaturhinweise	526
10.2.7	KRISYS / PRIMA	526
10.2.7.1	Strukturteil	527
10.2.7.2	Operationenteil	528
10.2.7.3	Literaturhinweise	528
10.2.8	COCOON/DASDBS	529
10.2.8.1	DASDBS: Speicherung, Transaktionen	530
10.2.8.2	COCOON: Optimierung, Updates, Schema-Evolution	530
10.2.8.3	Literaturhinweise	531
10.2.9	OSCAR	531
10.2.9.1	Höhere Konzepte	532
10.2.9.2	Speicherung, Zugriffspfade	532
10.2.9.3	Schnittstellen	533
10.2.9.4	Literaturhinweise	533
10.2.10	Weitere Prototypen	534
10.2.10.1	CACTIS	534
10.2.10.2	Trellis/OWL Object Repository	534
10.2.10.3	GOM	535
10.2.10.4	Probe	535
10.2.10.5	Melampus	536
10.2.10.6	ODE	536
10.2.10.7	Weitere objektorientierte DBPLs	537
10.2.10.8	Weitere Objektmanager	538

11 Ausblick 541

A Relationale Datenbank "Universitätsbeispiel" 545

A.1	Personen	546
A.2	Studenten	547
A.3	Angestellte	548
A.4	Hilfsassistenten	548
A.5	Bücher	548
A.6	Zeitschriftenbände	549
A.7	Ausleihobjekte	550
A.8	Entleihungen	551
A.9	Geräte	551
A.10	Haushaltspositionen	551
A.11	Verlage	551

A.12 Zeitschriften	552
B Objektorientiertes Schema "Universitätsbeispiel"	553
B.1 Klassenhierarchie	554
B.2 Personenteil	554
B.3 Bibliotheksteil	556
C Objektorientierte Datenbank "Universitätsbeispiel"	559
C.1 Personen	560
C.2 Studenten	561
C.3 Angestellte	561
C.4 Hilfsassistenten	561
C.5 Bücher	561
C.6 Zeitschriftenbände	562
C.7 Ausleihobjekte	562
C.8 Entleihungen	563
C.9 Geräte	563
C.10 Haushaltspositionen	563
C.11 Verlage	564
C.12 Zeitschriften	564
D Verzeichnis der Abkürzungen	565
Verzeichnis der Abbildungen	566
Verzeichnis der Tabellen	572
Literatur	575
Index	613