

计算机科学与技术系列教材

现代数据库系统及应用教程

尹为民 李石君 曾慧 刘斌 编著

曹加恒 主审



全国优秀出版社
武汉大学出版社

个 简 名

个 简 名

个 简 名

计算机科学与技术系列教材

现代数据库系统及应用教程

尹为民 李石君 曾慧 刘斌 编著

曹加恒 主审

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第130325号

TP311.13

Y 603

武汉大学出版社

内 容 简 介

这是一部关于现代数据库系统的基本原理、技术和方法的教科书。第一篇介绍数据库基础知识;第二篇描述关系数据库设计与实现;第三篇介绍数据库管理系统及其事务管理与数据库保护;第四篇讨论数据库中的高级论题和新技术。

本书的编写旨在根据本学科教学科研发展的动态,介绍现代数据库系统的特点、技术及相关知识,同时又注重理论和应用技术的结合。书中配有典型例题解析、具体的实习任务及指导,以方便教学。

本书不仅可作为本科院校计算机及相关专业学生数据库课程的教材,还可作为研究生及有关专业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代数据库系统及应用教程/尹为民等编著;曹加恒主审. —武汉:武汉大学出版社,2005.2

(计算机科学与技术系列教材)

ISBN 7-307-04399-8

I. 现… II. ①尹…[等] ②曹… III. 数据库系统—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 129252 号

责任编辑:杨 华 黄金文 责任校对:程小宜 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787×980 1/16 印张:36.25 字数:744 千字

版次:2005年2月第1版 2005年2月第1次印刷

ISBN 7-307-04399-8/TP·158 定价:52.00 元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

计算机科学与技术系列教材

编 委 会

- 顾 问: 陈火旺(中国工程院院士,国防科技大学教授)
刘经南(中国工程院院士,武汉大学校长)
- 主 任: 何炎祥(中国计算机学会常务理事,武汉大学教授)
- 副 主 任: 张焕国(中国密码学会理事,武汉大学教授)
江建勤(武汉大学出版社社长,教授)
- 委 员: 王振宇(中船七〇九研究所教授)
卢正鼎(华中科技大学教授)
肖德宝(华中师范大学教授)
熊前兴(武汉理工大学教授)
陈莘萌(武汉大学教授)
周洞汝(武汉大学教授)
贾小华(香港城市大学教授,“长江学者计划”特聘教授)
孟 波(武汉大学教授)
李元香(软件工程国家重点实验室教授)
胡瑞敏(武汉大学教授)
黄竞伟(武汉大学教授)
苏光奎(武汉大学教授)
毋国庆(武汉大学教授)
陈世鸿(国家多媒体软件工程技术研究中心教授)
郭学理(武汉大学教授)
吴产乐(国家多媒体软件工程技术研究中心教授)
曹加恒(武汉大学教授)
黄传河(武汉大学教授)
梁意文(武汉大学教授)
章登义(武汉大学教授)
彭智勇(软件工程国家重点实验室教授)

秘 书: 黄金文



前言

数据库课程不仅是大学计算机及相关专业的必修主干课程,也是其他许多专业学生的选修课程。同时,数据库的深入发展使各类人员对数据库理论与技术的需求也在不断增加。于是,编写一本具有系统性、先进性和实用性,同时又能较好地适应不同层面需求的数据库教材无疑是必要的。

本书力求既介绍数据库系统的基础理论,又考虑到数据库系统的实际需要;既描述数据库广泛应用的技术,又讨论数据库发展的前沿论题;既讲述知识,又介绍探讨问题的思路。

编写本书的指导思想是帮助学生掌握数据库系统的基本原理、技术和方法,了解现代数据库系统的特点及发展趋势,接受用所学知识解决实际问题的基本训练,培养学生研究和设计数据库系统的能力,为后续专业课程及开发应用打下良好的基础。本书具有如下特点:

- 既注重系统地介绍数据库的基本原理和方法,又补充现代数据库系统的主要技术及新知识,补充了 SQL3 的新特征。强调基础理论、实用技术和方法。
- 缩减传统数据库系统的部分内容,突出数据库理论与实践紧密结合的特征,结合应用实例及现代的软、硬件环境讲解,突出能力训练。
- 本书根据教学的知识点、要点及层次,结合实践的特点来组织内容。对部分难点配以直观的图示,并针对典型例题及难点进行分析与解答,有具体的实习任务指导等,以方便教学。

从本书的知识结构框架来看,全书内容分四篇共计十二章:

第一篇——数据库基础知识,包括第一章、第二章、第三章,主要介绍关系数据库系统的概念、基本技术和方法。

第二篇——关系数据库设计与实现,包括第四章、第五章,主要介绍关系数据库理论与数据库设计方法,并通过一个应用实例的需求分析和具体设计,讲解关系数据库设计、开发的过程。

第三篇——数据库管理与保护,包括第六章、第七章、第八章,介绍关系数据库管理系统及其事务管理,描述数据库安全和完整性控制技术,讨论关系数据库管理系统的内核处理机制。

第四篇——数据库中的高级论题,包括第九章、第十章、第十一章、第十二章,介绍现代数据库系统的特点及其相关知识,讨论数据库系统的新方法和新技术。

本书可以分为两个层面:

- 本科生层面:根据学时择优讲授第一篇、第二篇、第三篇,选讲第四篇以拓宽知识面,实习任务及指导可作为实验课时的教学内容;
- 研究生层面:选讲前三篇的若干部分以及第四篇大部分内容,并补充其他教材内容。

曹加恒教授是该书的倡议者,参加了书稿立题及大纲的讨论,对书稿进行了认真仔细的审阅,并提出了宝贵的意见和建议。尹为民编写了第一章、第二章、第三章、第七章、第八章,并负责全书的统稿;曾慧编写了第四章、第五章的数据库设计部分及典型例题解析;刘斌主笔第五章的数据库应用实例、第六章的部分内容、数据库实习指导及 SQL Server 的使用;李石君完成了第九章、第十章、第十一章、第十二章内容的编写。

参编者数据库教学经验丰富,熟悉数据库应用及实践环节。该书的初稿及讲义,包括多媒体课件已多次用于本科生、双学位等“数据库原理”课程的教学。该书的知识结构更新及开放的实习是我校数据库课程教学改革项目的一部分。

本书在编写过程中得到了武汉大学计算机学院领导、同行们的指导与大力支持;本书在编写过程中参考了许多书籍及文献资料,在此谨向被引用资料的作者表示感谢。

本书存在的不足或疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2004 年 8 月于武汉大学

目 录

前 言	1
-----------	---

第一篇 数据库基础知识

第一章 数据库系统概论	3
1.1 引 言	3
1.1.1 基本概念	3
1.1.2 数据管理技术的产生和发展	6
1.2 数据模型	10
1.2.1 信息的三个世界	10
1.2.2 概念模型及其扩展	13
1.2.3 数据模型的组成及新特征	18
1.2.4 层次模型	22
1.2.5 网状模型	27
1.2.6 关系模型	31
1.2.7 面向对象的数据模型	33
1.2.8 对象-关系数据模型	36
1.3 数据库系统结构	37
1.3.1 数据库系统的三级模式结构	37
1.3.2 数据抽象——三级数据库	41
1.3.3 数据库系统的体系结构	41
1.4 数据库系统	45
1.4.1 数据库系统的组成	45
1.4.2 数据库系统的特点	47
1.5 现代数据库系统及研究领域	49
1.5.1 数据库系统的新特征	50
1.5.2 数据库系统的研究领域	51
1.5.3 数据库系统的发展	52
1.5.4 现代数据库系统简介	54
1.6 小 结	56



习 题	57
-----------	----

第二章 关系数据库	59
2.1 关系数据库的基本概念	59
2.1.1 关系及其性质	59
2.1.2 关系模式与关系数据库	63
2.2 关系模型及其描述	64
2.2.1 关系模型的特点及组成	64
2.2.2 关系模型的数据操作	65
2.2.3 关系的完整性	65
2.3 关系代数	68
2.3.1 集合运算	70
2.3.2 专门的关系运算	71
2.3.3 扩充的关系运算	78
2.4 关系演算	81
2.4.1 元组关系演算	81
2.4.2 域关系演算	82
2.4.3 关系运算的安全限制及等价	83
2.4.4 域关系演算语言 QBE	84
2.5 小结	89
习 题	89

第三章 关系数据库语言 SQL(SQL 3)	94
3.1 SQL 的特征	94
3.1.1 SQL 的主要标准	94
3.1.2 SQL 的功能特点	95
3.1.3 SQL 的基本组成	96
3.1.4 SQL 的数据类型	98
3.1.5 SQL 环境	99
3.2 SQL 的数据定义	101
3.2.1 SQL 模式的定义与撤销	101
3.2.2 表的建立和删除	102
3.2.3 表的扩充和修改	103
3.2.4 域定义	104
3.2.5 索引的建立与删除	106
3.3 SQL 的数据查询	107



3.3.1 单表查询	107
3.3.2 表达式与函数的使用	110
3.3.3 多表查询	113
3.3.4 自然连接与外连接	119
3.3.5 SQL 中的空值处理	121
3.3.6 递归合并查询	123
3.4 SQL 的数据更新	125
3.4.1 插入数据	125
3.4.2 修改数据	126
3.4.3 删除数据	127
3.4.4 构造数据类型	128
3.5 视图 (View)	129
3.5.1 视图的概念及作用	129
3.5.2 创建与使用视图	130
3.5.3 更新视图	133
3.6 嵌入式 SQL	134
3.6.1 嵌入式 SQL 概述	134
3.6.2 嵌入式 SQL 的工作原理	135
3.6.3 嵌入式 SQL 的程序组成	138
3.6.4 嵌入式 SQL 的使用技术	140
3.7 动态 SQL	143
3.7.1 问题的提出	143
3.7.2 动态 SQL 的语句类型	144
3.7.3 动态 SQL 技术	144
3.8 数据库访问中间件	146
3.8.1 中间件	146
3.8.2 数据库访问中间件	147
3.8.3 ODBC	148
3.8.4 JDBC	150
3.9 小结	152
习 题	153

第二篇 关系数据库设计与实现

第四章 关系数据理论	157
4.1 关系模式的设计问题	157
4.2 关系模式的规范化	159

4.2.1	函数依赖	160
4.2.2	码的形式定义	161
4.2.3	函数依赖与基础范式	162
4.2.4	多值依赖与第4范式	166
4.2.5	连接依赖与第5范式	170
4.3	数据依赖的公理系统	172
4.3.1	Armstrong 公理	172
4.3.2	属性闭包的计算	176
4.3.3	函数依赖集的等价和覆盖	178
4.3.4	最小函数依赖集	179
4.4	关系模式的分解	181
4.4.1	等价模式分解的定义	181
4.4.2	无损连接性与依赖保持性	182
4.4.3	模式分解的算法	187
4.5	规范化的问题	192
4.5.1	规范化的优缺点	192
4.5.2	反规范化的设计	193
4.6	小结	194
习 题		194
第五章	数据库设计	197
5.1	数据库设计概述	197
5.1.1	数据库设计的特点、目标和方法	198
5.1.2	数据库设计的内容和步骤	200
5.2	需求分析	202
5.2.1	需求分析的任务	203
5.2.2	需求分析的方法	204
5.2.3	数据流图	205
5.2.4	数据字典	207
5.3	概念结构设计	213
5.3.1	概念结构设计的方法和步骤	214
5.3.2	E-R 图的扩展描述	216
5.3.3	局部视图设计	220
5.3.4	视图的集成	221
5.4	逻辑结构设计	224
5.4.1	逻辑结构设计的步骤	225



5.4.2 E-R 模型向关系模型的转换	225
5.4.3 模型的优化	231
5.4.4 子模式设计	231
5.5 数据库物理设计	232
5.5.1 物理设计的内容和要求	232
5.5.2 存取方法与存储结构	233
5.5.3 性能评价	236
5.6 数据库实施与维护	236
5.7 数据库设计与应用实例	237
5.7.1 需求描述	237
5.7.2 分析事务需求	239
5.7.3 初步设计逻辑数据库	240
5.7.4 消除不相容的属性	244
5.7.5 检查模型及创建逻辑表	245
5.7.6 定义完整性约束	247
5.7.7 设计物理数据库	249
5.7.8 系统的开发	252
5.8 小结	257
习 题	257

第三篇 数据库管理与保护

第六章 数据库管理系统	261
6.1 DBMS 简介	261
6.1.1 DBMS 的特点与功能	261
6.1.2 DBMS 的基本组成	263
6.1.3 DBMS 运行环境	263
6.1.4 用户访问数据库的工作过程	264
6.2 关系 DBMS	265
6.2.1 关系 DBMS 的发展阶段	265
6.2.2 应用对关系 DBMS 的要求	267
6.2.3 关系 DBMS 的发展趋势	268
6.3 关系数据库的查询优化	269
6.3.1 查询处理与查询优化	269
6.3.2 查询优化的一般策略	272
6.3.3 关系代数表达式的等价规则	273
6.3.4 关系代数表达式的优化算法	276

6.3.5 查询优化的一般步骤	277
6.4 关系 DBMS 产品及其选择	279
6.4.1 SQLServer	279
6.4.2 Oracle8i 介绍	283
6.4.3 其他 DBMS 产品	286
6.4.4 关系 DBMS 产品的选择	287
6.5 小结	290
习 题	290

第七章 事务管理 291

7.1 事务的基本概念	291
7.1.1 事务(Transaction)	291
7.1.2 事务的状态	292
7.1.3 事务的特性	292
7.1.4 更新事务的执行与恢复	294
7.2 数据库恢复概述	294
7.3 恢复的实现技术	296
7.3.1 数据转储	296
7.3.2 登记日志文件	298
7.4 故障恢复	300
7.4.1 故障的种类及恢复策略	300
7.4.2 具有检查点的恢复技术	302
7.4.3 数据库镜像	304
7.4.4 远程备份系统	305
7.5 SQL 对事务管理的支持	307
7.6 事务的并发控制	309
7.6.1 并发控制的概念	309
7.6.2 封锁与封锁协议	311
7.6.3 活锁和死锁	313
7.6.4 并发调度的可串行性	315
7.6.5 基于时间戳的协议	318
7.6.6 基于有效性检查的协议	321
7.6.7 封锁的粒度	322
7.7 SQL Server 的事务管理	324
7.7.1 事务管理方式	324
7.7.2 SQL Server 并发控制技术	326



7.7.3 数据复制技术	327
7.8 小结	330
习 题	331
第八章 数据库的安全性与完整性	332
8.1 概述	332
8.1.1 安全性与完整性的基本概念	333
8.1.2 数据库安全性标准	335
8.2 数据库安全性控制	340
8.2.1 用户标识和鉴别	340
8.2.2 存取控制	340
8.2.3 视图机制	346
8.2.4 数据密码	347
8.2.5 跟踪审计	347
8.2.6 统计数据库的安全性	347
8.3 数据库的完整性控制	349
8.3.1 数据库的完整性	349
8.3.2 完整性约束条件	351
8.3.3 SQL 中的完整性约束	352
8.4 触发器	356
8.4.1 触发器机制	356
8.4.2 SQL 触发器规则	357
8.4.3 SQL 触发器设计	361
8.4.4 触发器的激活与撤销	363
8.4.5 SQL Sever 触发器简介	364
8.4.6 主动数据库	368
8.5 小结	370
习 题	370

第四篇 数据库中的高级论题

第九章 分布式与网络数据库系统	375
9.1 概述	375
9.1.1 什么是分布式数据库系统	375
9.1.2 分布式数据库的划分	377
9.2 分布式数据库系统的模式结构	377
9.2.1 模式结构	377

9.2.2 分布式数据库管理系统	378
9.2.3 分布式数据的存储	379
9.3 分布式的查询优化	384
9.3.1 查询的简化	384
9.3.2 半连接策略	387
9.3.3 利用并行性的连接策略	388
9.4 分布式的事务处理	388
9.4.1 事务处理的结构	388
9.4.2 系统故障模式	390
9.4.3 提交协议	390
9.5 分布式的并发控制	395
9.5.1 加锁协议	395
9.5.2 时间戳机制	397
9.5.3 死锁处理	398
9.6 网络数据库系统	401
9.6.1 基于 C/S 模式的数据库系统	401
9.6.2 基于 B/S 模式的数据库系统	404
9.6.3 数据库访问标准	407
9.6.4 ASP 技术	408
9.7 小结	414
习 题	415

第十章 基于对象的数据库与 XML

10.1 概述	416
10.2 面向对象的数据模型	417
10.2.1 对象的结构	417
10.2.2 类	418
10.2.3 继承	418
10.2.4 多重继承	419
10.2.5 对象包含	420
10.2.6 对象的标识	420
10.2.7 对象的引用的完整性约束	421
10.3 面向对象的数据语言	421
10.4 持久化程序设计语言	422
10.4.1 对象的持久性	422
10.4.2 对象标识符的持久性	423



10.4.3 持久对象的存储和访问	424
10.5 持久性 C++ 系统	424
10.5.1 ODMG C++ 对象定义语言	425
10.5.2 对象查询语言 OQL	425
10.6 对象-关系数据库系统	426
10.6.1 嵌套关系模型	426
10.6.2 复杂类型	426
10.6.3 继承	428
10.6.4 引用类型	429
10.6.5 查询数据	431
10.6.6 大对象	433
10.6.7 用户定义的函数和过程	433
10.7 面向对象数据库与对象-关系数据库的比较	435
10.8 XML	435
10.8.1 简介	435
10.8.2 XML 的结构	437
10.8.3 XML 文档的模式	440
10.8.4 XML 模式	440
10.8.5 查询和转换 XML 的工具	441
10.9 小结	442
习 题	443
第十一章 并行数据库系统	444
11.1 并行数据库系统概述	444
11.1.1 加速比和扩展比	445
11.1.2 互联网络	445
11.2 并行数据库系统的体系结构	447
11.2.1 共享主存	448
11.2.2 共享磁盘	448
11.2.3 无共享	449
11.3 并行数据库的数据分布	450
11.3.1 数据的分布技术	450
11.3.2 数据偏斜的处理	452
11.4 并行数据库的查询处理	453
11.4.1 查询间并行	453
11.4.2 查询内并行	454

11.4.3 操作间并行	454
11.4.4 操作内并行	456
11.4.5 查询优化	458
11.4.6 并行运算的代价	458
11.5 小结	458
习 题	459

第十二章 数据仓库与数据挖掘 460

12.1 概述	460
12.2 数据仓库	462
12.2.1 数据仓库的定义	462
12.2.2 联机事务处理系统与数据仓库之间的比较	464
12.2.3 数据仓库的结构	465
12.2.4 数据仓库的模式	467
12.2.5 数据集市	467
12.3 联机分析处理	469
12.3.1 概念	469
12.3.2 多维数据的表示和操作	470
12.3.3 OLAP 的分类	473
12.4 数据挖掘	474
12.4.1 什么是数据挖掘	474
12.4.2 数据挖掘应用	475
12.4.3 数据挖掘技术	475
12.4.4 预测	476
12.4.5 关联分析	478
12.4.6 聚类	479
12.5 小结	480
习 题	480

附录 A 典型例题解析 481

第一章 例题	481
第二章 例题	484
第三章 例题	487
第四章 例题	494
第五章 例题	498
第六章 例题	501



第七章 例题.....	503
第八章 例题.....	508
附录 B 数据库上机实习任务及指导	511
B.1 实习任务与要求	511
B.2 SQL Server 2000 环境与界面	512
B.3 建立与操作数据库	516
B.4 SQL Server 的数据字典	518
B.5 数据库接口的使用	520
B.6 数据库安全及触发器机制的使用	524
附录 C SQL Server 的使用	526
C.1 SQL Server 注册	526
C.2 SQL Server 的数据类型	530
C.3 创建数据库和表	537
C.4 存储过程	545
C.5 备份和恢复数据库	548
C.6 SQL Server 的安全性机制	552
参考文献	558