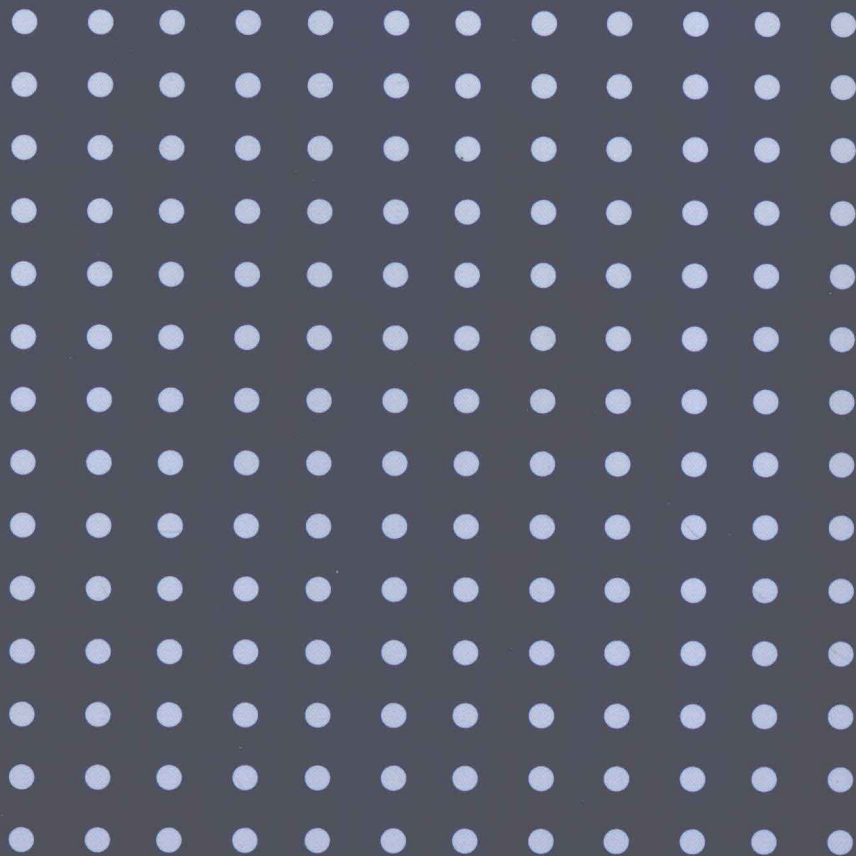


重点大学计算机专业系列教材

数据库新技术及其应用

张凤荔 文军 牛新征 编著



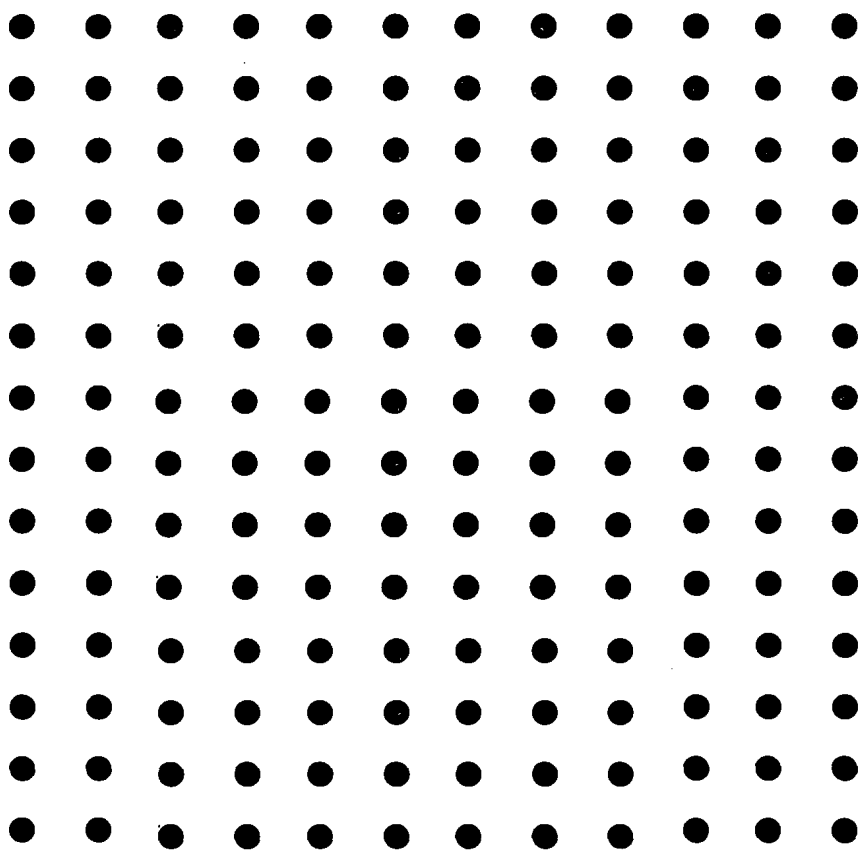
清华大学出版社



重点大学计算机专业系列教材

数据库新技术及其应用

张凤荔 文军 牛新征 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要介绍数据库领域研究的新进展、新理论、新技术及其应用。主要内容包括数据库技术的发展历程；面向对象数据库；XML；分布式数据库；数据仓库与数据挖掘；特种数据库，主要包括主动数据库、空间数据库、多媒体数据库、时态数据库、时空数据库、移动数据库、工程数据库、实时数据库、内存数据库等；数据库安全；数据库管理系统实例。本书内容丰富，具有先进性和实用性，既是一本论述数据库新技术的专著，更是一本数据库新技术与应用的教材。

本书可作为计算机专业、计算机应用类专业以及各类信息技术、管理专业的大学本科高年级学生和硕士、博士研究生的教材或参考书，也可作为数据库研究和应用工程开发的科技、管理、工程人员的工作参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数据库新技术及其应用/张凤荔,文军,牛新征编著. —北京:清华大学出版社,2012.1
(重点大学计算机专业系列教材)

ISBN 978-7-302-27112-3

I. ①数… II. ①张… ②文… ③牛… III. ①数据库系统 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 211676 号

责任编辑：魏江江 李 晔

责任校对：梁 毅

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：北京四季青印刷厂

装 订 者：三河市兴旺装订有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印 张：20 字 数：501 千字

版 次：2012 年 1 月第 1 版 印 次：2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

定 价：34.00 元

产品编号：041792-01

出版说明

随着国家信息化步伐的加快和高等教育规模的扩大,社会对计算机专业人才的需求不仅体现在数量的增加上,而且体现在质量要求的提高上,培养具有研究和实践能力的高层次的计算机专业人才已成为许多重点大学计算机专业教育的主要目标。目前,我国共有 16 个国家重点学科、20 个博士点一级学科、28 个博士点二级学科集中在教育部部属重点大学,这些高校在计算机教学和科研方面具有一定优势,并且大多以国际著名大学计算机教育为参照系,具有系统完善的教学课程体系、教学实验体系、教学质量保证体系和人才培养评估体系等综合体系,形成了培养一流人才的教学和科研环境。

重点大学计算机学科的教学与科研氛围是培养一流计算机人才的基础,其中专业教材的使用和建设则是这种氛围的重要组成部分,一批具有学科方向特色优势的计算机专业教材作为各重点大学的重点建设项目成果得到肯定。为了展示和发扬各重点大学在计算机专业教育上的优势,特别是专业教材建设上的优势,同时配合各重点大学的计算机学科建设和专业课程教学需要,在教育部相关教学指导委员会专家的建议和各重点大学的大力支持下,清华大学出版社规划并出版本系列教材。本系列教材的建设旨在“汇聚学科精英、引领学科建设、培育专业英才”,同时以教材示范各重点大学的优秀教学理念、教学方法、教学手段和教学内容等。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

1. 面向学科发展的前沿,适应当前社会对计算机专业高级人才的培养需求。教材内容以基本理论为基础,反映基本理论和原理的综合应用,重视实践和应用环节。

2. 反映教学需要,促进教学发展。教材要能适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向。在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

3. 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设的重点依然是专业基础课和专业主干课;特别注意选择并安排了一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现重点大学

计算机专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

4. 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业主干课教材要配套,同一门课程可以有多种具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化的关系;基本教材与辅助教材以及教学参考书的关系;文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

5. 依靠专家,择优落实。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

教材编委会

前言

数据库管理已经从一种专门的计算机应用发展为现代计算环境中的一个重要组成部分,有关数据库系统的知识已成为计算机科学教育中的一个核心的部分。本书在回顾数据库的概念和数据库管理系统实现的基础上,对数据库技术的新进展和应用进行了描述。目前国内有关数据库技术的相关著作和教材种类繁多,作者在吸取他人的教材优点的基础上,结合课程的要求,结合自己在研究生的数据库新技术课程教学中的经验,产生了本书的框架和内容。

全书分为 8 章,第 1 章是数据库技术的发展历程,主要介绍了数据库系统的基本概念,回顾数据库技术发展的 3 个阶段,数据库新技术发展方向,以及数据库管理系统软件分层体系结构,每层的设计与实现技术,数据库管理系统的目录结构、并发控制、恢复技术、查询优化和索引技术的原理和实现,并介绍了数据库技术的发展和演化的方向。第 2 章是面向对象数据库,介绍了面向对象程序设计方法,面向对象数据模型,面向对象数据库管理系统的组成和设计,对象-关系数据库中的基本数据类型扩充、复杂对象、继承、规则等,对象-关系数据库的设计和实现。第 3 章是 XML,介绍了 XML 数据管理,XML 数据交换的标准格式设计,XML 数据的查询和存储,XML 数据库模型,Web 数据的提取和集成,Web 环境下基于 XML 的数据发布。第 4 章是分布式数据库,介绍了数据库的体系结构,分布式数据库的定义、特点、模式结构,分布式数据库的分布透明,分布式数据库管理系统,分布式数据库的查询处理和优化,分布事务管理(恢复和并发控制),发展前景和应用趋势等。第 5 章是数据仓库与数据挖掘,主要介绍了数据仓库系统的系统结构,数据仓库系统的数据组织,构建数据仓库的方法及实现步骤,数据重建;数据挖掘的定义,数据挖掘系统体系结构,数据挖掘所发现的知识分类,数据挖掘处理过程模型,数据挖掘的功能,数据挖掘常用技术等。第 6 章是特种数据库,主要介绍了主动数据库、空间数据库和多媒体数据库,简单介绍了其他特种数据库如时态数据库、时空数据库、移动数据库、工程数据库、实时数据库、内存数据库等。第 7 章是数据库安全,主要介绍了数据库安全问题,数据库的访问控制,数据库的安全策略,多级安全数据库,数据库加密技术和数据库安全

评估标准。第8章是数据库管理系统实例,以Oracle产品为例,介绍了当今数据库管理系统的功能、数据库管理系统的组成部分,数据库管理系统的特点和使用,并对当前流行的数据库管理系统产品的特点和使用的相关技术及各种数据库适用性的选择进行了分析。

本书由电子科技大学张凤荔主编并编写了第1章和第7章的内容,文军老师编写了第2章、第3章、第5章的内容,牛新征老师编写了第4章、第6章和第8章的内容。本书的编写得到了电子科技大学“211工程”三期“创新人才培养计划”和中央高校基本科研业务费专项资金ZYGX2010J075的支持,课程的内容设计和章节安排通过了电子科技大学计算机学科专委会专家的认可,他们提出了很多宝贵的意见,对此作者表示深深的感谢。

由于数据库技术发展速度快,涉及面广,作者虽然竭尽全力,书中的错误和不足仍在所难免,欢迎读者批评、指正。

目录

第 1 章 数据库技术的发展历程	1
1.1 数据库系统概述	1
1.1.1 数据库	1
1.1.2 数据库管理系统	2
1.1.3 数据库系统	2
1.1.4 数据库系统的应用	2
1.1.5 数据库系统的发展	2
1.2 数据库技术三个发展阶段	3
1.2.1 层次和网状数据库系统	3
1.2.2 关系数据库系统	5
1.2.3 新一代数据库系统	6
1.3 关系数据库	8
1.3.1 关系数据结构	8
1.3.2 关系操作	8
1.3.3 关系完整性约束性	9
1.3.4 关系数据库的发展	9
1.4 SQL	10
1.4.1 数据定义语言	11
1.4.2 数据操纵语言	12
1.4.3 数据查询语言	12
1.4.4 数据控制语言	13
1.4.5 嵌入式 SQL	13
1.5 数据库管理系统	16
1.5.1 DBMS 的目标	16
1.5.2 数据库管理系统的主要功能	17
1.5.3 数据库管理系统的层次结构	18
1.5.4 DBMS 的用户接口层	19

1.5.5	DBMS 的语言处理层	20
1.5.6	DBMS 的数据存取层	20
1.5.7	DBMS 的数据存储层	22
1.5.8	DBMS 的并发控制	22
1.5.9	DBMS 的恢复技术	26
1.5.10	DBMS 的索引和查询优化	30
1.6	数据模型的发展	31
1.6.1	对传统的关系模型进行扩充	31
1.6.2	语义数据模型	32
1.6.3	面向对象数据模型	32
1.6.4	对象关系数据模型	32
1.6.5	XML 数据模型	33
1.6.6	半结构化数据模型	33
1.7	数据库技术和相关技术的结合	34
1.7.1	分布式数据库	34
1.7.2	多媒体数据库	34
1.7.3	主动数据库	35
1.7.4	对象-关系数据库	35
1.7.5	工程数据库	36
1.7.6	统计数据库	36
1.7.7	空间数据库	37
1.7.8	数据仓库	37
1.8	数据库技术发展趋势	37
1.8.1	数据来源和特性的变化	38
1.8.2	面向应用领域的数据库技术	38
1.8.3	Web 数据库	39
1.8.4	实时系统的要求	40
1.8.5	计算机及其相关技术的发展	40
1.8.6	当前研究的热点	41
习题	42
第 2 章	面向对象数据库	44
2.1	面向对象数据库	44
2.1.1	面向对象的概述	45
2.1.2	面向对象数据库的特点	46
2.1.3	面向对象的数据模型	47
2.2	面向对象数据库管理系统	48
2.2.1	面向对象数据库管理系统的基本功能	49
2.2.2	类管理	49

2.2.3 对象管理	54
2.3 面向对象数据库的事务处理	57
2.3.1 长事务	57
2.3.2 并发控制粒度	57
2.3.3 类封锁与关系表封锁	57
2.3.4 类层次的封锁	58
2.3.5 恢复	59
2.4 面向对象数据库管理系统的安全性 with 完整性	59
2.4.1 面向对象数据库的安全性	59
2.4.2 面向对象数据库的完整性	59
2.5 对象关系数据库	60
2.5.1 对象关系数据模型	60
2.5.2 对象关系数据库语言——SQL3	61
2.5.3 对象关系数据库系统	63
习题	63
第 3 章 XML	64
3.1 引言	64
3.2 XML 简介	65
3.3 XML 数据	66
3.3.1 半结构化数据	67
3.3.2 XML 数据的特点	68
3.4 XML 数据库	69
3.5 XML 数据库系统	70
3.5.1 体系结构	71
3.5.2 体系功能模块	72
3.6 XML 数据模型	73
3.6.1 XML DTD	73
3.6.2 XML Schema	74
3.7 XML 数据库系统	75
3.7.1 XML 数据库存储管理技术	75
3.7.2 XML 查询处理与优化技术	76
3.7.3 Xquery 查询语言	77
3.7.4 XML 数据更新	81
3.7.5 访问控制	82
3.8 DB2 数据库中的 SQL/XML 操作及实例	82
3.8.1 SQL/XML 基本操作	82
3.8.2 DB2 数据库访问实例	83
3.9 两种数据库的交互——XML 数据库的访问	86

3.9.1	JDBC 应用程序中的 XML 数据	86
3.9.2	JDBC 应用程序中的 XML 列更新	86
3.9.3	在 JDBC 应用程序中检索 XML 数据	87
习题	90
第 4 章	分布式数据库	91
4.1	数据库系统体系结构概述	91
4.1.1	传统数据库体系结构	91
4.1.2	并行数据库系统	93
4.1.3	分布式数据库系统	95
4.1.4	网络类型	97
4.2	分布式数据库的体系结构	98
4.2.1	分布式数据库体系的重要概念	98
4.2.2	分布式数据库的模式结构	100
4.2.3	分布式数据库的功能模块	102
4.3	分布式数据存储	103
4.3.1	数据冗余的可控性	103
4.3.2	分布式数据存储	103
4.4	分布式网络数据特性	104
4.4.1	数据分布透明性	104
4.4.2	数据分布一致性	106
4.5	分布式查询处理	108
4.5.1	查询处理机制	108
4.5.2	分布式查询处理的一般过程	109
4.5.3	分布式查询优化的目标	109
4.6	分布式事务管理	110
4.6.1	分布式事务概述	110
4.6.2	分布式事务的特征和目标	111
4.6.3	分布式事务的管理	112
4.7	分布式提交和恢复协议	115
4.7.1	数据分布带来的难题	116
4.7.2	恢复机制和技术	116
4.7.3	恢复协议	116
4.8	分布式并发控制技术	119
4.8.1	分布式并发控制技术概述	119
4.8.2	分布式并发控制性能分析	120
4.8.3	基于时间戳的并发控制算法	121
4.9	分布式数据库管理系统的功能及组成	122
4.10	分布式数据库实例	124

4.10.1 概要	124
4.10.2 Oracle 10g: 网格基础架构	127
习题	130
第5章 数据仓库与数据挖掘	132
5.1 数据集成	132
5.1.1 数据集成概述	132
5.1.2 数据集成方法	133
5.2 数据仓库	135
5.2.1 数据仓库概述	135
5.2.2 数据仓库原理	138
5.2.3 数据仓库设计	141
5.2.4 数据仓库的典型功能	146
5.3 数据挖掘	148
5.3.1 数据挖掘概述	148
5.3.2 关联规则挖掘	159
5.3.3 分类	166
5.3.4 聚类	170
习题	173
第6章 特种数据库	174
6.1 引言	174
6.2 空间数据库	174
6.2.1 空间数据模型	175
6.2.2 空间对象关系	175
6.2.3 空间数据操作	176
6.2.4 空间数据结构	178
6.2.5 空间关系代数	179
6.2.6 空间数据查询语言	180
6.2.7 空间索引	180
6.3 多媒体数据库	183
6.3.1 多媒体数据	183
6.3.2 多媒体数据库	184
6.3.3 多媒体元数据	185
6.3.4 多媒体数据库查询	186
6.3.5 多媒体数据库管理系统	188
6.4 移动对象数据库	189
6.4.1 移动对象数据库领域的背景	189
6.4.2 移动对象数据库的关键技术	191

6.5	时态数据库	198
6.5.1	时间参数	198
6.5.2	数据模型扩展	198
6.5.3	查询语言扩展——TSQL2	199
6.6	主动数据库	200
6.6.1	主动数据库概述	200
6.6.2	主动数据库的模型	200
6.6.3	SQL3 中规则 的表示和执行	201
6.6.4	主动数据库管理系统	202
6.7	工程数据库	204
6.7.1	工程数据库系统基本概念	204
6.7.2	工程数据库的数据模型	205
6.7.3	构建工程数据库的工具及产品	206
6.8	实时数据库	207
6.8.1	实时数据库基本概念	208
6.8.2	实时数据库的特点	208
6.8.3	实时数据库设计内容	208
6.8.4	实时数据库技术的实现	210
6.8.5	实时事务	211
6.8.6	实时数据库应用	213
6.9	内存数据库	215
6.9.1	内存数据库与磁盘数据库的比较	216
6.9.2	几款内存数据库产品	216
6.9.3	内存数据库应用实例	217
	习题	218
第7章	数据库安全	219
7.1	数据库安全问题	219
7.2	数据库的访问控制	221
7.2.1	访问控制策略概述	221
7.2.2	自主访问控制	222
7.2.3	强制访问控制	223
7.2.4	RBAC96 模型	224
7.3	数据库的安全策略	228
7.3.1	安全策略的定义	228
7.3.2	安全策略语言	229
7.3.3	安全策略模型	230
7.3.4	安全策略模型特性分析	232
7.3.5	安全策略的执行	232

7.3.6	关系数据库的授权机制	233
7.4	多级安全数据库基础	234
7.4.1	多级安全数据库关键问题	234
7.4.2	多级关系数据模型	235
7.4.3	多实例	238
7.4.4	安全数据视图模型	238
7.4.5	贾让第-沙胡模型	242
7.4.6	隐蔽通道分析	244
7.5	数据库加密技术	245
7.5.1	数据库加密系统的组成	245
7.5.2	数据库加密技术的功能和特性	246
7.5.3	数据库数据加密的实现	246
7.6	数据库安全评估标准	246
7.6.1	安全数据库标准	247
7.6.2	我国信息安全评估标准	248
	习题	248
第8章	数据库管理系统实例	249
8.1	Oracle	249
8.1.1	Oracle 10g 数据库系统管理	250
8.1.2	Oracle 数据库总体结构	251
8.1.3	数据库启动与关闭	256
8.1.4	Oracle 10g 存储管理	256
8.1.5	创建 Oracle 10g 数据库	259
8.1.6	Oracle 10g 表空间管理	262
8.1.7	Oracle 10g 管理文件	267
8.1.8	Oracle 10g 用户管理	270
8.1.9	Oracle 10g 权限与角色管理	272
8.1.10	Oracle 10g 数据库备份与恢复	276
8.1.11	Oracle 10g 数据库审计	280
8.1.12	Oracle 10g 数据加载	282
8.1.13	Oracle 10g 数据库性能优化与调整	291
8.2	PostgreSQL	294
8.3	MySQL	295
8.4	SQL Server	297
8.5	IBM DB2	299
8.6	Sybase	300
8.7	各种数据库适用性的选择	301
	习题	302
	参考文献	304

数据库技术的发展历程

第 1 章

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一,也是应用最广泛的技术之一。从 20 世纪 60 年中期开始到现在,经历了三代演变,造就了 C. W. Beachman, E. F. Codd 和 James Gray 三位图灵奖得主,发展为以数据建模和数据库管理系统核心技术为主、内容丰富、领域宽广的一门科学。数据库技术已成为信息管理、电子商务、网络服务等应用系统的核心技术和重要基础。人们在数据库技术的理论研究和系统开发方面都取得了辉煌的成就,已经开始了对新一代数据库系统的深入研究阶段,数据库系统已经成为现代计算机系统的重要组成部分。

数据库技术作为数据管理的实现技术,已成为计算机应用技术的核心。随着计算机技术、通信技术、网络技术的迅速发展,人类社会进入了信息时代,建立一个行之有效的管理信息系统已成为每个企业或组织生存和发展的重要条件,数据库技术是信息系统的基础。所以从某种意义上而言,数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度,已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

1.1 数据库系统概述

数据是描述现实世界事物的符号记录,是用物理符号记录的可以鉴别的信息。物理符号有多种表现形式,包括数字、文字、图形、图像、声音及其他特殊符号。数据的各种表现形式,都可以经过数字化后存入计算机。数据是重要的资源,把收集到的大量数据经过加工、整理、转换,从中获取有价值的信息,数据处理正是指将数据转换成信息的过程。数据处理可定义为对数据的收集、存储、加工、分类、检索、传播等一系列活动。为了解决多用户、多应用共享数据的需求,使数据尽可能多地为应用程序服务,出现了数据库系统。

1.1.1 数据库

数据库是长期存储在计算机内、有组织的、可共享的数据集合。这种集

合具有如下特点:

- (1) 最小的冗余度。以一定的数据模型来组织数据,数据尽可能不重复。
- (2) 应用程序对数据资源共享。以最优方式为某个特定组织或企业提供多种应用服务。
- (3) 数据独立性高。数据结构独立于使用它的应用程序。
- (4) 统一管理和控制。数据库管理系统统一对数据进行定义、操纵和控制。

1.1.2 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是位于用户与操作系统之间的一个数据管理软件,它由一个互相关联的数据的集合和一组访问这些数据的程序组成,这些数据集合通常称为数据库,包含了特定企业的信息。DBMS的主要目标是要提供一个可以方便、高效的存取数据库信息的环境。DBMS软件有多种,比较著名的有 Oracle、Informix、Sybase、SQL Server、DB2 等。

1.1.3 数据库系统

数据库系统(DataBase System, DBS)是指在计算机系统中引入数据库后构成的系统。一般由数据库、操作系统、DBMS(及其开发工具)、应用系统、数据库管理员和用户构成。应当指出的是,数据库的建立、使用和维护等工作只有 DBMS 远远不够,还要有专门的人员来完成,这些人被称为数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)。

1.1.4 数据库系统的应用

数据库的应用非常广泛,例如银行业用数据库系统存储客户的信息、账号、贷款以及银行的交易记录等;制造业用于管理供应链跟踪工厂中产品的生产状况、仓库和商店中产品的详细清单以及产品的订单;航空业用于存储订票和航班的信息,航空业是最先以地理上分布的方式使用数据库的行业之一;电信业用于存储通话记录,产生每月账单、维护预付电话卡的金额和存储通信网络的信息;金融业用于存储股票、债券等金融票据的持有、出售和买入的信息,也可以用于存储实时的市场数据,以便客户能够进行联机交易,公司能够进行自动交易;还可以用于各种厂矿企业、大学、销售业、人力资源等各个方面。20世纪90年代末的互联网革命急剧地增加了用户对数据库的直接访问,很多组织将访问数据库的电话界面改为 Web 界面,并提供了大量的在线服务和信息。因此,尽管用户界面隐藏了访问数据库的细节,大多数人甚至没有意识到他们正在和一个数据库打交道,然而万维数据库已经成为当今几乎每个人生活不可缺少的组成部分。

1.1.5 数据库系统的发展

当今的数据库系统是一个大家族,数据模型丰富多彩、新技术层出不穷、应用领域日益广泛,使数据库系统朝着上述三个方向纵深发展。数据库是管理数据的技术,数据模型是用来描述数据、组织数据和对数据进行操作的技术,即数据模型用于提供信息表示和操作手段的形式框架,按照数据模型的进展,数据库技术经历了网状、层次数据库,关系数据库和新一代的数据库三个阶段。数据库技术与其他计算机新技术的互相渗透、互相结合成数据库发

展的主要特征,例如数据库技术分别和分布式计算、网络通信技术、并行技术、人工智能技术等相结合,建立和实现了一系列的数据库系统如分布式数据库系统、并行数据库系统、演绎数据库系统、知识库系统、多媒体数据库系统、移动数据库、Web数据库等,共同构成新一代数据库的大家庭。计算机技术的提高促使计算机应用不断深入,产生了许多新的应用领域,例如计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助教学、办公自动化、智能信息处理、决策支持等。这些新的领域对数据库系统提出了新的要求。由于应用的多元化,不能设计出一个统一的数据模型来表示这些新型的数据及其相互关系,因而出现了百家争鸣的局面,产生了演绎数据库、面向对象数据库、工程数据库、时态数据库、模糊数据库等新型数据库的研究和应用。

1.2 数据库技术三个发展阶段

数据库技术的发展已经有四十多年的历史,在数据库技术的发展过程中,按照数据模型结构的不同,把数据库技术的发展分为三个时代,也称数据库技术的三个发展阶段:第一代层次和网状数据库系统;第二代为关系数据库系统;第三代为新一代数据库系统。

1.2.1 层次和网状数据库系统

1. 层次模型

层次模型是数据库系统中最早使用的模型,它的数据结构类似一棵倒置的树,每个结点表示一个记录类型,记录之间的联系是一对多的联系,基本特征是:只有一个位于树根的结点,称为根结点;根结点下的结点分成两类,叶结点向下没有分支,另一类是中间结点,可以有一个上层或多个下一层结点,前者称为父结点,后者称为子结点;同一父结点的子结点称为兄弟结点。除根结点外,其他任何结点有且只有一个父结点。

层次模型中,每个记录类型可以包含多个字段,不同记录类型之间、同一记录类型的不同字段之间不能同名。如果要存取某一类型的记录,就要从根结点开始,按照树的层次逐层向下查找,查找路径就是存取路径。

层次模型结构简单,容易实现,对于某些特定的应用系统效率很高,但如果需要动态访问数据(如增加或修改记录类型)时,效率并不高。另外,对于一些非层次性结构(如多对多联系),层次模型表达起来比较繁琐和不直观。

2. 网状模型

网状模型采用网状结构表示实体及其之间的联系。网状结构的每一个结点代表一个记录类型,记录类型可包含若干字段,联系用链接指针表示,去掉了层次模型的限制。网状模型的特征是:允许一个以上的结点没有父结点;一个结点可以有多个父结点。由于网状模型比较复杂,一般实际的网状数据库管理系统对网状都有一些具体的限制。

网状模型与层次模型相比,提供了更大的灵活性,能更直接地描述现实世界,性能和效率也比较好。网状模型的缺点是结构复杂,用户不易掌握,记录类型联系变动后涉及链接指针的调整,扩充和维护都比较复杂。

层次数据库是数据库系统的先驱,网状数据库是数据库概念、方法和技术的奠基。两者