



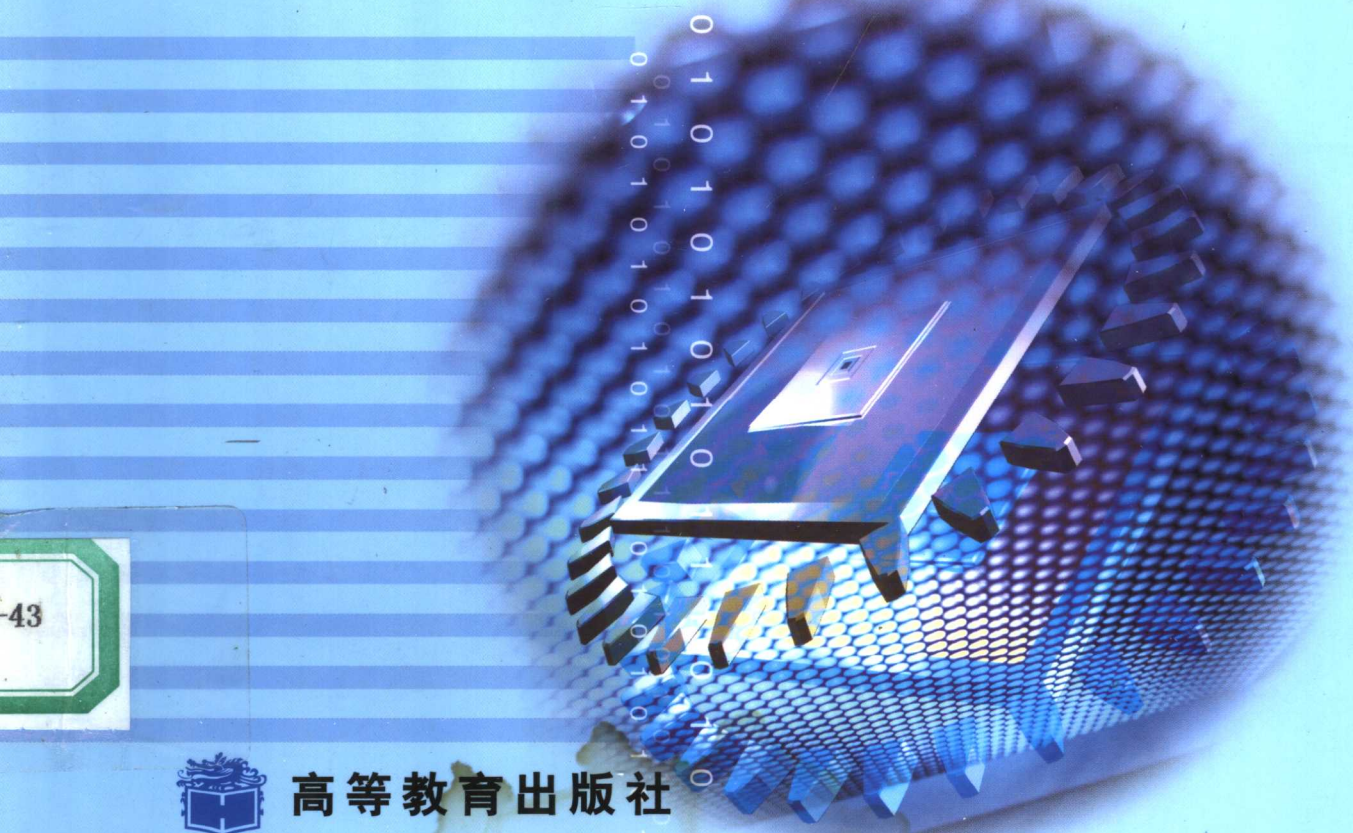
普通高等教育“十五”国家级规划教材



数据库 原理与应用

(第二版)

付立平 青巴图 郎彦



43



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

数据库原理与应用

(第二版)

付立平 青巴图 郎彦

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。

全书分3篇:基础篇、设计篇、实践篇,共计8章内容。主要内容包括:概论、关系数据库、关系数据库结构化查询语言和关系数据理论、数据库设计、数据库的保护、数据库系统的开发技术、数据库应用开发实例。书后附有数据库应用开发示范系统光盘。

本书适合于高等职业学校、高等专科学校、成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院,也可供示范性软件职业技术学院、继续教育学院、技能型紧缺人才培养使用,还可供本科院校、计算机专业人员和爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用/付立平,青巴图,郎彦.二版—北京:

高等教育出版社,2004.12

ISBN 7-04-015738-1

I.数... II.①付...②青...③郎... III.数据库系
统—高等学校—教材 IV.TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第116437号

策划编辑 冯 英 责任编辑 彭立辉 责任绘图 杜晓丹 封面设计 王凌波
版式设计 胡志萍 责任校对 杨雪莲 责任印制 孔 源

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 17
字 数 410 000

版 次 2002年12月第1版
2004年12月第2版
印 次 2004年12月第1次印刷
定 价 27.50元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15738-00

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化,基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

第二版前言

《数据库原理与应用》第一版自 2002 年出版以来,以其鲜明的特色,受到了广大师生的欢迎。由于数据库技术的理论和应用需要,几乎每年都会提出一些新的问题以及解决这些问题的技术与方法。为了能够让广大师生更全面地掌握数据库技术,适应不断提高的社会需求,在保持原书宗旨和风格不变的前提下,我们对《数据库原理与应用》第一版进行了重新编写,增删和修改了部分内容。这次修订在继续保持“理论和实践相结合”的风格,满足培养高质量人才需要的编写方针指导下,对第一版的理论部分进行了重大调整,并从实用角度出发,充实和重写了“设计篇”和“实践篇”的部分内容。

全书分 3 篇:基础篇、设计篇和实践篇,共 8 章。

基础篇分 4 章:概论、关系数据库、关系数据库结构化查询语言和关系数据理论。

第一章系统地介绍了数据库的基本概念和数据模型。通过数据库管理进展情况的介绍,阐述了数据库技术的产生和发展、数据库的基本概念及数据库系统的特点,指出数据模型是对现实世界进行抽象的工具,介绍了 3 种数据库模型并以 E-R 模型为代表介绍了概念模型。这一章还介绍了数据库系统的组成和数据库管理系统的功能,并着重介绍了数据库系统的三级模式结构和两级映像结构。书中介绍的数据库系统中数据的存取过程,可使学生对数据库系统的基本概念了解得更加全面。

第二章介绍了关系数据库的一些概念,如关系模型的数据结构、关系的完整性以及关系操作、关系代数、元组关系演算和域关系演算。重点介绍了关系代数的 5 种基本操作和 4 种组合操作。关系演算是基于谓词演算的关系运算,理论性较强,属于再版新增的内容。

SQL 语言是当今数据库系统中普遍使用的数据库控制与查询语言。所以,我们在第三章讲述了 SQL 语言数据查询、插入、更新和删除语句的语法结构并结合示范系统给出了大量的 SQL 语句实例。这是运用数据库管理系统开发应用软件所必须掌握的内容。这部分内容简练、实用、易懂,使学生很容易掌握 SQL 语言的主要内容。

第四章主要讨论了如何设计关系数据库的模式问题。要设计好的数据库模式,必须要有一定的理论为基础,因此还讨论了函数依赖和函数依赖的公理系统。本章最后讨论了关系数据库的规范化问题以及模式分解算法,部分内容属于再版新增的内容,有一定的难度。

设计篇包括数据库设计和数据库的保护两章。

第五章介绍了数据库设计的方法和步骤,包括数据库设计中的需求分析、概念设计、逻辑设计、物理设计及运行与维护各个阶段的任务、方法。其中重点介绍了概念结构的设计和逻辑结构的设计。为了便于理解,本章还介绍了一个实际数据库的设计实例。

数据库的保护问题是数据库设计过程中非常重要的部分,第六章讲述了数据库保护所要注意的几个方面,如数据库安全性、完整性、并发控制、数据恢复。最后结合实际,全面介绍了 SQL Server 数据库的保护技术。

实践篇包括两章:数据库系统的开发技术和数据库应用开发实例。

第七章系统地介绍了数据库的体系结构、开放式数据库互连、客户端开发工具、数据库访问对象、B/S 结构应用开发技术等内容,使读者能够了解到数据库应用方面的技术、产品和开发方法。此外,作者还对读者将来可能遇到的各种数据库系统的特点和性能作了比较。

第八章是数据库应用的一个示范系统,该系统严格按照数据库系统的开发要求进行设计和实现。本书附有该系统的设计文档,涵盖了数据库设计所涉及的全部内容,使读者更好地理解理论内容,掌握数据库设计与实现技术。特别是能使读者学习到利用 Visual Basic 实现数据库应用程序设计的基本方法。

本书由付立平、青巴图共同改编。由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。本书由陈福厚、郑大渊、王丙利老师审稿,在此表示感谢。

编 者

2004 年 7 月于黑龙江大学

第一版前言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一,已经成为计算机信息系统与应用系统的核心技术。数据库系统课程已成为高校计算机教学中的主干课程,是计算机应用专业的必修课程。学生通过本书的学习能够掌握现有的数据库管理系统(DBMS)软件和数据库应用系统的开发技术及工具,使之具有研制、开发和管理数据库应用系统的基本能力。

我们本着高职高专教学突出基础理论知识的应用和实践能力的培养,基础理论以必需、够用为度,专业教学加强针对性和实用性等原则,将本书中的相关内容分为基础篇、设计篇和实践篇。在基础篇中我们讲述了数据库基本理论、关系数据库、关系数据库查询语言;在设计篇讲述了数据库设计、数据库保护以及当前常用关系数据库的比较;考虑到更多的人是以使用现有的商品化数据库管理系统开发与实际工作相关的应用系统为主要目的,所以在实践篇着重介绍了与数据库应用相关的技术、产品和开发方法,如客户/服务器(C/S)结构与浏览器/服务器(B/S)结构应用系统的特点,客户端开发工具、Visual Basic、Delphi、Power Builder 以及 B/S 结构应用开发技术 CGI、ASP 等。

书中给出的数据库应用开发示范系统,严格按照数据库系统的开发要求进行设计与实现,并配有与软件工程开发要求一致的开发文档,读者通过本系统可进一步掌握数据库设计与实现技术以及用 Visual Basic 实现数据库系统设计的方法。书后所附光盘包括系统源程序,供读者参考。

本书可作为高等职业技术学院数据库系统课程的教材,参考学时数为 60 学时。要读懂示范系统源程序需先学会 Visual Basic,最好课程结束后有 3 周左右的课程设计时间,学生模拟书中的示范系统独立完成一个类似的小型数据库系统的开发工作。通过实践,学生一方面得到了动手能力的锻炼,另一方面能将所学知识融会贯通。

本书由郎彦主编,参编人员有付立平、冯涛、青巴图(以姓氏笔画为序)。全书由郑大渊教授主审,王丙利任副主审,谨此一并感谢。

编 者

2002 年 4 月 10 日

目 录

第一篇 基 础 篇

第一章 概论	2	3.2 数据定义语言	38
1.1 数据库技术的产生与发展	2	3.2.1 定义基本表	39
1.1.1 数据管理技术的产生	2	3.2.2 修改基本表	40
1.1.2 数据库技术的发展	5	3.2.3 删除基本表	41
1.2 数据库的基本概念	7	3.2.4 建立索引	41
1.2.1 数据、数据库、数据库管理系统、 数据库系统	7	3.2.5 删除索引	42
1.2.2 数据模型	10	3.3 数据查询	42
1.3 数据库系统的体系结构	13	3.3.1 单表查询	42
1.3.1 数据库系统模式的概念	13	3.3.2 连接查询	57
1.3.2 数据库系统的三级体系结构	13	3.3.3 嵌套查询	62
1.3.3 数据库的两级映像功能与数据的 独立性	14	3.3.4 集合查询	67
1.3.4 用户访问数据的过程	15	3.4 数据更新	68
本章小结	16	3.4.1 插入数据	68
习题	16	3.4.2 修改数据	70
第二章 关系数据库	18	3.4.3 删除数据	70
2.1 关系模型概述	18	3.5 视图	71
2.2 关系数据库的基本概念	19	3.5.1 定义视图	71
2.2.1 关系	19	3.5.2 删除视图	72
2.2.2 关系模式、关系子模式和存储 模式	21	3.5.3 查询视图	73
2.3 关系代数	23	3.5.4 更新视图	73
2.3.1 传统的集合运算	23	3.5.5 视图的用途	74
2.3.2 专门的关系运算	25	3.6 数据控制	74
2.3.3 关系代数运算的应用实例	28	3.6.1 授权	75
2.3.4 扩充的关系代数操作	29	3.6.2 收回权限	76
2.4 关系演算	31	本章小结	76
2.4.1 元组关系演算	31	习题	77
2.4.2 域关系演算	33	第四章 关系数据理论	79
本章小结	34	4.1 关系数据库模式的设计问题	79
习题	35	4.2 关系模式的函数依赖	80
第三章 关系数据库结构化查询语言	37	4.3 关系的规范化	82
3.1 SQL 语言概述	37	4.4 函数依赖的公理系统	89
		4.5 模式分解	91
		本章小结	95
		习题	96

第二篇 设计篇

第五章 数据库设计	98	第六章 数据库的保护	124
5.1 数据库设计概述	98	6.1 数据的安全性	124
5.1.1 设计前的准备工作	99	6.2 数据的完整性	127
5.1.2 设计方法的选择	99	6.2.1 完整性约束条件	128
5.2 需求分析	100	6.2.2 完整性控制	129
5.2.1 需求分析的任务	100	6.3 并发控制	130
5.2.2 需求分析的方法	101	6.3.1 并发控制概述	130
5.3 概念结构设计	105	6.3.2 封锁和封锁协议	132
5.3.1 实体-联系模型	106	6.3.3 活锁和死锁	135
5.3.2 概念结构设计的方法与步骤	109	6.3.4 并发调度的可串行性	136
5.4 逻辑数据库设计	111	6.3.5 两段锁协议	138
5.4.1 关系数据库的逻辑设计	111	6.3.6 封锁的粒度	139
5.4.2 E-R 图向关系模型的转换	115	6.4 备份与恢复	141
5.4.3 在实际数据库设计中关系规范化 的应用	117	6.4.1 恢复的原理	141
5.5 物理设计阶段	118	6.4.2 恢复的实现技术	142
5.6 数据库设计实例	119	6.5 SQL Server 数据库的保护技术	144
5.6.1 概念结构设计	119	6.5.1 安全性	144
5.6.2 逻辑结构设计	119	6.5.2 数据库完整性	153
5.6.3 数据库实施	121	6.5.3 并发控制	160
本章小结	122	6.5.4 备份与恢复	163
习题	123	本章小结	165
		习题	165

第三篇 实践篇

第七章 数据库系统的开发技术	168	7.3.1 ODBC	196
7.1 体系结构	168	7.3.2 OLE DB	201
7.1.1 集中式结构	168	7.3.3 JDBC	203
7.1.2 文件服务器结构	169	7.4 客户端开发工具	204
7.1.3 客户/服务器体系结构	169	7.4.1 Visual Basic 及 Visual Basic. Net ...	204
7.1.4 浏览器/Web 应用服务器/数据库 服务器体系结构	171	7.4.2 Delphi	206
7.1.5 分布式数据库系统	175	7.4.3 Power Builder	208
7.2 国内常用数据库管理系统的介绍	178	7.5 数据库访问对象	208
7.2.1 dBASE、FoxBase、FoxPro	178	7.5.1 DAO	208
7.2.2 Visual FoxPro	182	7.5.2 ADO	217
7.2.3 Microsoft Access	183	7.6 B/S 结构应用开发技术	222
7.2.4 Microsoft SQL Server	188	7.6.1 CGI	222
7.2.5 Oracle 数据库	194	7.6.2 ASP	223
7.3 开放式数据库互连	196	本章小结	232
		习题	232

第八章 数据库应用开发实例	234	8.1.4 应用程序设计	244
8.1 系统设计文档	234	8.2 系统实现说明	252
8.1.1 需求分析	234	8.2.1 系统主要流程的处理	252
8.1.2 概念结构设计	238	8.2.2 Cell 组件	258
8.1.3 数据库设计	240		
参考文献	261		

第一篇 基础篇

从 20 世纪 50 年代中期开始,计算机的应用领域由科学研究部门逐步扩展到企业、行政部门。到了 60 年代,数据处理迅速上升为计算机应用的主要方面。数据库是数据管理的最新技术,是计算机科学的重要分支。产生于 20 世纪 60 年代末期的数据库系统已经走过了 30 多年的历程,经历了两代的演变,现已形成相当规模的理论体系和实用技术。从 20 世纪 80 年代至今,人们一直在探索新一代数据库系统的理论、技术和方法。

本篇介绍了数据库系统的基础知识,包括数据库系统的产生和发展,数据库系统的基本概念、数据模型、关系数据库系统、关系数据库 SQL 语言。



第一章 概 论

本章将简要介绍数据库系统的产生和发展,从中可知数据库技术是数据管理中的一项新技术。另外,本章还将介绍数据库系统的基本概念、数据模型和数据库系统结构等,使读者对数据库技术的概貌有所了解。

1.1 数据库技术的产生与发展

1.1.1 数据管理技术的产生

数据处理是指对数据进行收集、组织、加工、存储、抽取、传播等一系列工作的总和,而数据管理是指对数据的分类、组织、存储、检索和维护等工作,所以数据管理是数据处理的中心问题。

数据处理工作由来已久,早在 1880 年美国进行人口统计时就采用穿孔卡片存储信息,用机械方法进行数据处理。随着计算机技术的发展,数据处理的速度和规模已是机械方式所无可比拟的了。在应用需求的推动下,在计算机硬件、软件发展的基础上,数据管理技术的发展经历了 3 个阶段:人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段(至 20 世纪 50 年代中期)

在这一阶段,计算机主要用于科学计算。当时的背景是:外存只有磁带、卡片和纸带,没有磁盘等直接存取设备;没有操作系统,没有管理数据的软件,数据处理方式是批处理。这一时期的数据管理有以下特点:

① 数据不保存。计算机主要用于科学计算,一般不需要长期保存数据。

② 没有专用的软件对数据进行管理。应用程序中不仅要规定数据的逻辑结构,而且要设计物理结构。

③ 数据不共享。数据是面向应用的,即使是相同的一组数据,被多个应用程序用到时,也必须在各自己的程序中重复定义,即一组数据对应一个程序。

④ 只有程序(Program)的概念,没有文件(File)的概念。

图 1-1 所示为人工管理过程示意图。

2. 文件系统阶段(至 20 世纪 60 年代中期)

这一阶段,计算机应用范围逐步扩大,计算机不仅用于科学计算,还用于信息管理。这时硬件方面已有了磁盘、磁鼓等直接存取存储设备。软件方面出现了高级语言和操作系统。数据处理方式有批处理,也有联机实时处理。用文件系统管理数据的特点如下:

① 数据可长期保存。数据可以以文件的形式长期保留在外存磁盘上,供应用程序反复进行查询、修改、插入和删除等操作。

② 由专门的软件对数据进行管理。程序和数据可以从物理上分开,即程序只需用文件名就

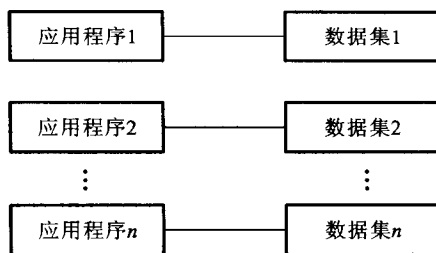


图 1-1 人工管理过程示意图

可以与数据打交道,不必关心数据的物理位置,由操作系统的文件系统提供的存取方法进行转换。

③ 文件组织已呈现多样化。有索引文件、链接文件和散列文件等。

④ 数据不再属于某个特定的程序,可以重复使用。

文件系统阶段是数据管理技术发展中的一个重要阶段,但随着数据管理规模的扩大,数据量急剧增加,文件系统也显露出以下缺点:

① 数据共享性差,冗余度大。在文件系统中,一个文件基本上对应于一个应用程序,当不同的应用程序需要使用具有部分相同的数据时,也必须建立各自的文件,因此同样的数据有可能在多个文件中重复存储,造成数据的冗余,浪费了磁盘的存储空间。

② 数据的不一致性。由于数据在多个文件中重复存储,造成了数据的冗余,在进行更新操作时,稍有不慎,就有可能使同样的数据在不同的文件中不一样。

③ 数据联系弱。这是由文件之间相互独立,缺乏联系造成的。

图 1-2 所示为数据的文件系统管理示意图。

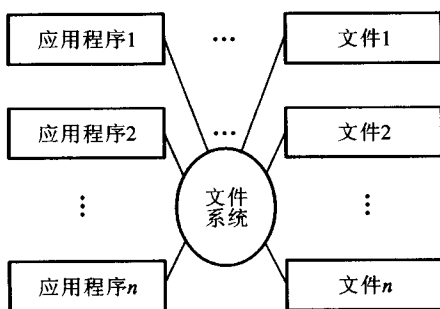


图 1-2 数据的文件系统管理示意图

3. 数据库系统阶段(至目前阶段)

这一阶段,计算机用于管理的规模越来越大,数据量急剧增加,对数据管理技术提出了更高的要求。此时开始提出计算机网络系统和分布式系统的概念,出现了大容量的磁盘,以文件系统为数据管理手段已不再能胜任多用户、多应用共享数据的需求,一个新的数据管理技术——数据

库管理系统(DBMS)应运而生,它标志着数据管理技术的飞跃。数据库阶段的管理具有以下特点:

① 采用复杂的数据模型表示数据结构。数据模型不仅描述数据本身的特点,还描述数据之间的联系。实现整体数据的结构化,是数据库系统的主要特征之一,也是数据库系统与文件系统的本质区别。

② 有较高的数据独立性。数据的独立性是指用户应用程序与存储在磁盘数据库中的数据相对独立性,即数据在磁盘数据库中的存储是由 DBMS 管理的,用户程序一般不需要了解,应用程序要处理的只是数据的逻辑结构。

数据的独立性包括数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。数据的物理独立性是指当数据在计算机存储设备上的物理存储结构改变时,应用程序可以不用改动,而由 DBMS 来处理这种改变。数据逻辑独立性是指当数据的整体逻辑结构改变时,不影响用户的逻辑结构以及应用程序。

数据独立性是由 DBMS 的二级映像功能来保证的,将在下面讨论。

③ 数据的共享性高,冗余度低,易扩充。数据库系统从整体上,即从全局来看是描述数据的,数据不仅面向某个应用而且面向整体应用,从而大大减少了数据冗余,节约了存储空间,避免了数据之间的不一致性。所谓数据的不一致性是指同一数据进行不同拷贝后值不一样。这是由于文件系统中的数据重复存储时,由不同应用程序对不同的拷贝进行使用和修改所造成的。

在数据库应用中,数据是共享的,这不仅使某些应用程序的编写更加方便,而且冗余度小,系统易维护,易扩充。

④ 数据由 DBMS 统一控制和管理。为适应共享数据的环境,DBMS 还提供了数据控制功能,控制功能包括对数据库中数据的安全性、完整性、并发和恢复的控制。

- 数据的安全性:数据的安全性是指保护数据以防止不合法的使用所造成的数据的泄密和破坏,使每个用户只能按规定对某些数据以某些方式进行使用和处理。

- 数据的完整性:数据的完整性是对数据库数据的正确性、有效性和相容性的要求。用户可以设计完整性规则以确保数据值的正确性。

- 数据库的并发控制:数据库技术的一个优点是数据共享,但多个用户同时对同一个数据的操作可能会破坏数据库中的数据,或者使用户读到不正确的数据。DBMS 的并发控制子系统能避免并发程序之间相互干扰,防止数据库被破坏,避免提供给用户不正确的数据,对多用户的并发操作加以控制和协调。

- 数据库恢复:在数据库被破坏或数据不可靠时,系统有能力把数据库恢复到最近某一已知的正确状态,这就是数据库的恢复。

图 1-3 所示为数据的数据库管理示意图。

根据上述分析可得出以下结论:数据库为相关数据的集合,以综合的方法进行组织,具有最小的数据冗余度,可供多个用户共享。数据的存储不依赖于应用,数据的组织具有较高的独立性,允许并发地使用数据库,能有效、及时地处理数据。

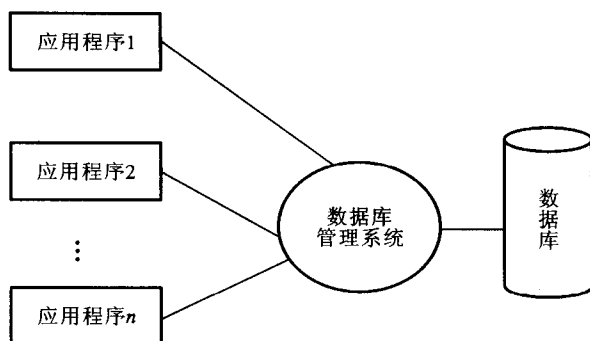


图 1-3 数据的数据库管理示意图

1.1.2 数据库技术的发展

数据库系统起源于 20 世纪 60 年代中期,从此开始了它的迅速发展历程,目前,数据库技术已经成为计算机信息系统和应用系统的重要技术支柱。数据库系统的发展是以数据模型的发展为主线的,它已从第一代的网状、层次数据库系统和第二代的关系数据库系统发展到第三代的面向新一代应用的数据库系统。

数据库技术与网络通信技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术、并行计算技术等互相渗透,有机地结合,成为当代数据库发展的重要特征。

按照数据模型的进展情况,数据库系统的发展可划分为三代。

1. 第一代数据库系统

第一代数据库系统即 20 世纪 70 年代研制的层次数据库系统和网状数据库系统。这一代数据库系统主要支持层次和网状数据模型,其主要特点是:支持三级抽象模式的体系结构;用存取路径来表示数据之间的联系;数据定义语言(Data Definition Language, DDL)和数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)相对独立。第一代数据库系统的发展过程如下:

① 1964 年,美国通用电气公司推出的世界上第一个 DBMS——IDS 系统,奠定了网状数据库系统的基础。

② 1968 年,美国 IBM 公司研制成功世界上第一个商品化 DBMS 产品——IMS 系统,这是一个层次数据库系统。

③ 1969 年美国数据库语言研究会(Conference On Data System Languages, CODASYL)下属的数据库任务组(Data Base Task Group, DBTG)对数据库方法进行了系统研讨,提出了 DBTG 报告,确定并建立了网状数据库系统的许多概念、方法和技术。DBTG 是网状数据库的典型代表。

2. 第二代数据库系统

第二代数据库系统,即关系数据库系统(RDBMS)。1970 年美国 IBM 公司的 E. F. Codd 连续发表论文,提出关系模型,这种模型有严格的理论基础,概念简单、清晰,易于用户理解和使用。因此关系模型一经提出,便迅速发展,成为实用性最强的产品。该系统的主要特点是:概念单一化,数据及其数据间的联系都用关系来表示,以关系代数为理论基础;数据独立性强;数据库语言

采用说明性语言,大大简化了用户的编程难度。第二代数据库系统的发展过程如下:

① 1970 年,美国 IBM 公司的 E. F. Codd 提出了关系模型,奠定了关系模型的理论基础。

② 1974 年,美国 IBM 公司 San Jose 实验室开发了 System R,这是世界上最早的、功能强大的关系数据库系统。

③ 1980 年以后,RDBMS 的产品迅速推出,比如 Oracle、Sybase、dBASE、FoxBASE、FoxPro 等。

20 世纪 80 年代几乎所有新开发的数据库系统均是关系型数据库系统。这些数据库系统的运行,使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、情报检索、辅助决策等各方面,成为信息系统和多计算机应用系统的重要基础。

3. 第三代数据库系统

这一代数据库系统基于扩展的关系模型或面向对象数据模型,其主要特点是:支持包括数据、对象和知识的管理;在保护和继承第二代数据库系统的技术基础上引入新技术;对其他系统开放,具有良好的可移植性、可连接性、可扩充性和可互操作性。

这一阶段(从 20 世纪 80 年代初开始)的主要标志是分布式数据库系统和面向对象数据库系统的出现。

(1) 分布式数据库系统

分布式数据库系统是随着计算机网络软件和远程通信的发展而崛起的。它的主要特点如下:

① 多数处理就地完成。如图 1-4 所示,数据库分布在各地,大多数处理由网络上各点的局部处理机进行,如果处理不了再借助于其他处理机处理。这样可以缩短响应时间,使负荷均衡分散,并且偶然性的故障对全局影响较小。

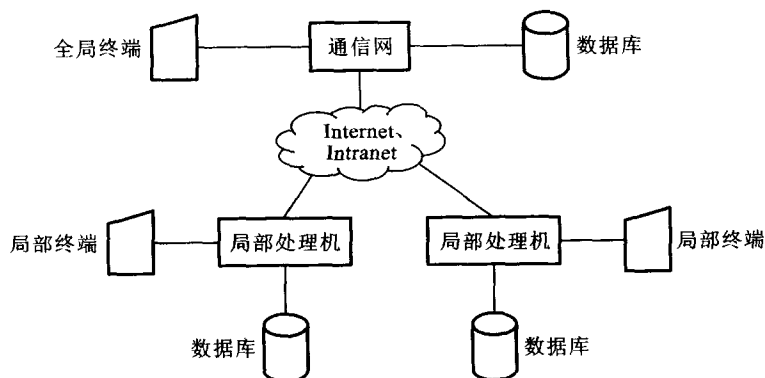


图 1-4 分布式数据库系统

② 各地的计算机由数据通信网络相联系。本地计算机单独不能胜任的处理任务,可以通过通信网络取得其他数据库和计算机的支持。各个局部的处理系统不必为了功能的完备而过于庞大,可以有较大的灵活性,选用较小的针对性强的计算机系统,经济上比较合算。

(2) 面向对象数据库系统

面向对象(Object Oriented, OO)数据库系统是数据库技术与 OO 技术相结合的产物,它是由数据库的应用从传统的商业或管理事务处理扩展到 CAD、CAM、CIMS、CAI 和办公自动化等领

域的需要而产生和发展起来的。面向对象数据库系统主要有以下特点:

- ① 面向对象模型能完整地描述现实世界的数据结构,能表达数据间嵌套、递归的联系。
- ② 具有面向对象技术的封装性和继承性的特点,提高了软件的可重用性。

1.2 数据库的基本概念

在系统地学习数据库知识之前,应首先了解、熟悉一些数据库最常用的术语和基本概念。

1.2.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统

1. 数据(Data)

数据是数据库存储的基本对象。按通常的理解,数据只表现为数字形式,这是一种传统和狭义的理解。广义的理解是,数字只是数据的一种表现形式,在计算机中可表示的种类很多,文字、图形、图像、声音都可以数字化,所以这些都是数据。

可以对数据做如下定义:描述事物的符号记录称为数据。因此根据上面的解释,描述事物的符号可以是数字,也可以是文字、图形、图像、声音和语言等,即有多种表现形式,但它们都是经过数字化后存入计算机的。

2. 数据库(Data Base,DB)

数据库,可以直观地理解为存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机的大容量存储器上(例如硬盘就是一类最常见的计算机大容量存储设备),而且数据必须按一定的格式存放。

所以,可以认为,数据库是被长期存放在计算机内的、有组织的、统一管理的相关数据的集合。DB 能为各种用户共享,具有最小冗余度,数据间联系密切,对程序有较高的独立性和易扩展性等特点。

3. 数据库管理系统(Data Base Management System,DBMS)

DBMS 是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件,它属于系统软件,为用户或应用程序提供访问 DB 的方法,包括 DB 的建立、查询、更新及各种数据控制。

(1) DBMS 的主要功能

① 数据定义功能:DBMS 提供数据定义语言(Data Definition Language,DDL),用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。包括外模式、概念模式、内模式及其相互之间的映像,定义数据的完整性、安全控制等约束,如,在关系数据库中对数据库、基本表、视图和索引等进行定义。

② 数据操纵功能:DBMS 向用户提供数据操纵语言(Data Manipulation Language,DML)实现对数据库中数据的操作。基本的数据操作分成两类 4 种:对数据库中数据的检索(查询)和更新(插入、删除和修改)。

③ 数据库的运行管理:这是 DBMS 的核心部分,也是 DBMS 对数据库的保护功能。它包括并发控制、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库的内部维护等。所有数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理、统一控制下进行,以保证数据库的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

④ 数据库的建立和维护功能:它包括数据库初始数据的输入、转换功能,数据库的转储、恢