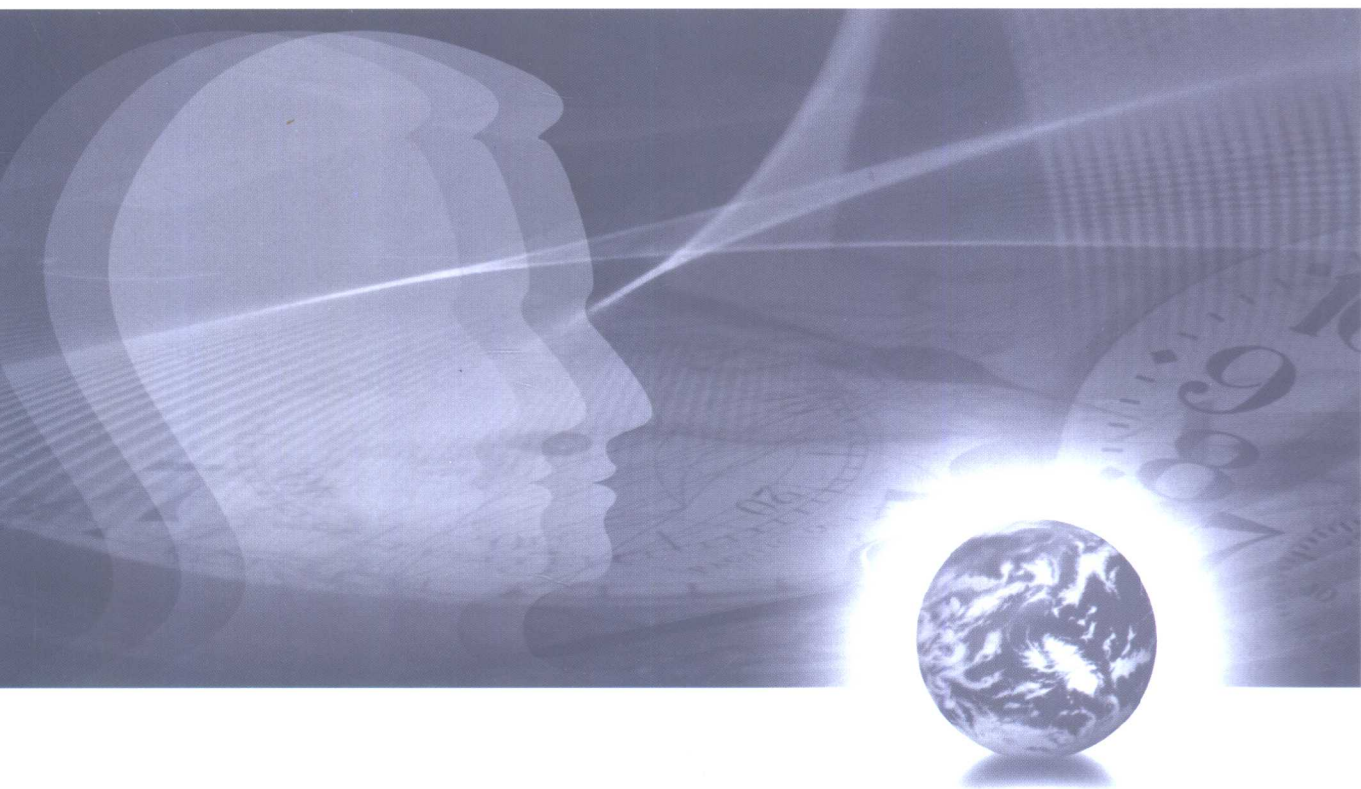




高等院校计算机科学与技术
“十五”规划教材

网络数据库 应用技术



赵慧勤 张景安 傅文博 刘 军 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等院校计算机科学与技术“十五”规划教材

网络数据库应用技术

赵慧勤 张景安 傅文博 刘 军 编著



机械工业出版社

本书首先系统地介绍了数据库的基本原理、结构化查询语言 SQL 以及网络数据库的基本知识,然后重点介绍了网络数据库管理系统 SQL Server 2000 的使用,接着分别以 C/S 体系结构和 B/S 体系结构为主线,详细阐述了开发网络数据库应用系统所使用的技术。在介绍基于 C/S 体系结构的网络数据库应用系统的开发时,主要介绍了 C/S 体系结构的基本概念、功能组成、客户端开发工具、ODBC 技术、ADO 技术、开发环境与开发步骤等;在介绍基于 B/S 体系结构的网络数据库应用系统的开发时,介绍了 Web 技术、B/S 体系结构功能组成、开发环境和开发步骤,并详细介绍了网页设计语言 HTML、脚本语言 VBScript 以及动态网页开发技术 ASP。

本书在介绍 C/S 和 B/S 两种体系结构网络数据库应用系统开发技术时,均配以实例,并将各种技术应用其中,从而增强了可读性。本书可以作为高校计算机专业及相关专业学生的教材,也可作为网络数据库应用系统设计及开发人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

网络数据库应用技术/赵慧勤等编著. —北京:机械工业出版社, 2004.10

(高等院校计算机科学与技术“十五”规划教材)

ISBN 7-111-14991-2

I. 网... II. 赵... III. 关系数据库—数据库
管理系统—高等学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 075777 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 罗子超

责任印制: 李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·16.75 印张·412 千字

0 001—5 000 册

定价: 24.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

出版说明

适逢此高等院校计算机教育改革的关键时期,为配合各高等院校的教材建设,机械工业出版社会同全国在该领域内享誉盛名,具备雄厚师资和技术力量的高等院校,其中有清华大学、南京大学、成都电子科技大学、解放军理工大学通信工程学院、东南大学、北京科技大学等重点名校,组织了多位长期从事教学工作的骨干教师,集思广益,对当前各高等院校的教学现状开展了广泛而深入的研讨,继而紧密结合当前计算机发展需要并针对当前教学改革所提出的问题,精心编写了这套面向普通高等院校计算机专业的系列教材,并陆续出版。

本套教材的选题内容覆盖了普通高等院校计算机专业学生的必修课程,另外还恰如其分地添加了一些选修课程,总体上分为基础、软件、硬件、网络和多媒体五大类。在编写过程中,优先列入教学改革力度比较大、内容新颖以及各院校急需、适应社会经济发展的新教材。

本套教材在写作手法上注重系统性、普及性和实用性,力求达到专业基础课教材概念清晰、深度合理的标准,并且注意了与专业课教学的衔接;专业课教材覆盖面广、深浅适中,在体现相关领域最新进展的同时注重理论联系实际。整套教材系统全面、层次分明、图文并茂、通俗易懂,是各类高等院校计算机专业理想的教科书,也是培训班和自学使用的上选教材。

机械工业出版社

前 言

随着 Internet 的普及与推广, 社会对网络数据库应用系统开发人员的需求越来越高。为了适应社会的需要, 近年来, 我国许多高校的计算机及相关专业, 对教学大纲进行了调整, 开设了网络数据库课程。但是, 目前市场上同时介绍基于 C/S 和 B/S 两种体系结构的网络数据库应用系统的开发, 并将两种体系结构加以对比的书籍很少。为此, 我们编写了本书。

本书的编写思路是从理论到实践, 系统地介绍了开发网络数据库应用系统所用到的知识和技能, 具有很强的实用价值。写作时, 后台数据库采用 SQL Server 2000, 并分别以 C/S 体系结构和 B/S 体系结构为主线, 详细介绍了开发 C/S 体系结构和 B/S 体系结构两种网络数据库应用系统的开发技术、开发步骤、开发环境, 并通过应用实例对整个开发过程进行详细说明。

全书分为 3 篇: 第 1 篇理论篇。主要介绍网络数据库的基本理论知识。

第 2 篇基于 C/S 体系结构的网络数据库应用技术。主要介绍基于 C/S 体系结构的网络数据库应用系统开发所使用到的技术。

第 3 篇基于 B/S 体系结构的网络数据库应用技术。主要介绍基于 B/S 体系结构的网络数据库应用系统开发所使用到的技术。

本书最大的特点是理论和实践相结合, 使读者易于掌握、理解和应用所学知识, 具有很强的实用性, 在内容选择上侧重主要功能和关键技术。

本书所配光盘, 包括书中综合实例的完整程序代码, 以及电子教案等。

本书由赵慧勤、张景安、傅文博、刘军编写。张叶娥、马永、刘芳参与了本书的资料收集、部分程序的调试, 以及文稿录入编排工作, 在此表示感谢。

由于编者水平有限, 书中欠妥之处, 敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 篇 理 论 篇

第 1 章 数据库系统概述	1
1.1 计算机数据管理的发展	1
1.1.1 人工管理阶段	1
1.1.2 文件系统阶段	1
1.1.3 数据库阶段	2
1.2 数据模型	2
1.2.1 数据模型的定义	2
1.2.2 实体联系模型	3
1.2.3 数据模型的类型	3
1.3 数据库系统	4
1.3.1 数据库系统的组成	4
1.3.2 数据库系统的结构	5
1.3.3 数据库管理系统	6
1.4 数据库管理	8
1.4.1 事务的概念	8
1.4.2 数据库安全性	8
1.4.3 数据库完整性	10
1.4.4 数据库并发控制	11
1.4.5 数据库恢复	12
1.5 数据库设计	13
1.5.1 数据库的设计任务与内容	14
1.5.2 数据库的设计方法	14
1.5.3 数据库的设计步骤	14
1.6 习题	15
第 2 章 SQL 语言	16
2.1 SQL 语言概述	16
2.1.1 SQL 语言的发展	16
2.1.2 SQL 语言的特点	16
2.1.3 SQL 的基本概念	17
2.2 SQL 的数据定义	18
2.2.1 数据库的建立与删除	18
2.2.2 字段数据类型	19

2.2.3 基本表的创建、修改和撤销	19
2.2.4 设计、创建和维护索引	22
2.3 SQL 的数据查询	23
2.3.1 SELECT 命令的格式与基本使用	23
2.3.2 条件查询	24
2.3.3 分组查询	29
2.3.4 查询的排序	30
2.3.5 数据表连接及连接查询	32
2.3.6 子查询	34
2.3.7 合并查询	36
2.4 SQL 的数据更新	37
2.4.1 插入数据记录	37
2.4.2 修改数据记录	37
2.4.3 删除数据记录	38
2.5 嵌入式 SQL 语言	38
2.5.1 SQL 语言的运行环境	38
2.5.2 游标机制	39
2.5.3 动态 SQL 语言简介	40
2.6 习题	40
第 3 章 网络数据库基础	41
3.1 网络通信协议	41
3.1.1 网络通信协议的定义	41
3.1.2 TCP/IP 协议	41
3.1.3 HTTP 协议	42
3.2 网络数据库	42
3.2.1 基本概念	42
3.2.2 网络数据库应用系统体系结构	43
3.2.3 网络数据库应用系统开发方法和步骤	44
3.3 常用网络数据库管理系统介绍	46
3.3.1 SQL Server	46
3.3.2 Oracle	48
3.3.3 IBM DB2	48
3.3.4 MySQL 数据库	49
3.3.5 Sybase	49
3.4 习题	50
第 4 章 网络数据库管理系统 SQL Server 2000	51
4.1 SQL Server 2000 的安装	51
4.1.1 版本及安装环境	51
4.1.2 安装步骤	52
4.2 管理工具程序	56
4.2.1 企业管理器(Enterprise Manager)	56
4.2.2 查询分析器(Query Analyzer)	57

4.2.3 其他管理工具程序介绍	58
4.3 数据库操作	60
4.3.1 概述	60
4.3.2 新建数据库	61
4.3.3 修改数据库	62
4.3.4 删除数据库	62
4.4 数据表操作	63
4.4.1 数据类型	63
4.4.2 数据表操作	64
4.4.3 索引	67
4.5 SQL Server 的完整性与安全性	69
4.5.1 数据库完整性在 SQL Server 中的实现	69
4.5.2 数据库安全性在 SQL Server 中的实现	70
4.6 数据库的备份和恢复	77
4.6.1 备份模式	78
4.6.2 数据库的备份	78
4.6.3 恢复模式	82
4.6.4 数据库的恢复	83
4.7 习题	83

第 2 篇 基于 C/S 体系结构的网络数据库应用技术

第 5 章 C/S 体系结构的应用系统开发技术	84
5.1 C/S 体系结构概述	84
5.1.1 C/S 体系结构基本知识	84
5.1.2 C/S 环境下应用成分的分布	86
5.1.3 C/S 体系结构的技术特点	87
5.2 客户端开发工具介绍	87
5.2.1 Visual Basic	87
5.2.2 Delphi	88
5.2.3 Visual FoxPro	88
5.2.4 PowerBuilder	89
5.2.5 Java	89
5.3 ODBC 技术	90
5.3.1 ODBC 的概念和作用	90
5.3.2 ODBC 的结构	90
5.3.3 ODBC 数据源的配置和连接	93
5.4 ADO 技术	96
5.4.1 OLE DB 和 ADO 概念	96
5.4.2 ADO 功能	97
5.5 C/S 体系结构的网络数据库应用系统开发	98
5.5.1 C/S 体系结构的开发环境	98

5.5.2 C/S体系结构的网络数据库应用系统的开发步骤	100
5.6 习题	101
第6章 应用实例——基于C/S结构的图书管理信息系统	102
6.1 系统简介	102
6.1.1 系统开发目标	102
6.1.2 系统功能、特点及运行环境	102
6.2 服务器端数据库设计	103
6.2.1 数据库概念结构设计	103
6.2.2 数据库逻辑结构设计	103
6.2.3 数据库物理结构设计	104
6.3 客户端功能实现	104
6.3.1 ODBC数据源设置	104
6.3.2 客户端设计与实现	104

第3篇 基于三层B/S体系结构的网络数据库应用技术

第7章 B/S体系结构的应用系统开发技术	120
7.1 Web应用框架	120
7.1.1 Web技术简介	120
7.1.2 Web的工作原理	121
7.1.3 B/S体系结构的特点	122
7.2 B/S体系结构的功能组成	123
7.2.1 浏览器	123
7.2.2 Web服务器	124
7.2.3 数据库服务器	137
7.3 B/S体系结构的网络数据库应用系统开发	138
7.3.1 B/S体系结构的开发环境	138
7.3.2 B/S体系结构的网络数据库应用系统开发步骤	139
7.3.3 B/S、C/S体系结构网络数据库应用系统的比较	140
7.4 习题	142
第8章 浏览器端开发技术	143
8.1 概述	143
8.1.1 HTML	143
8.1.2 DHTML	143
8.1.3 XML语言	144
8.1.4 VBScript	144
8.1.5 JavaScript	145
8.2 HTML	145
8.2.1 HTML基本标记	145
8.2.2 表格(Table)	154
8.2.3 表单控制(Form)	156
8.2.4 框架(Frame)	159

8.3 VBScript 语言	162
8.3.1 客户端脚本和服务端脚本	162
8.3.2 VBScript 的数据类型	164
8.3.3 VBScript 常量与变量	165
8.3.4 运算符和表达式	166
8.3.5 流程控制	167
8.3.6 VBScript 过程和函数	171
8.3.7 VBScript 常用标准函数	172
8.4 习题	174
第 9 章 服务器端开发技术	175
9.1 B/S 体系结构中数据库接口技术	175
9.1.1 CGI(Common Gateway Interface)	175
9.1.2 服务器 API	176
9.1.3 ASP	176
9.2 ASP 技术	177
9.2.1 ASP 的运行环境	177
9.2.2 ASP 的工作流程	177
9.2.3 ASP 文件的结构	178
9.2.4 ASP 的内置对象和应用组件	179
9.3 数据库访问组件 ADO	202
9.3.1 ADO 对象模型	202
9.3.2 用 Connection 对象连接数据库	203
9.3.3 用 RecordSet 对象控制数据	206
9.3.4 用 Command 对象执行数据库操作	212
9.4 习题	220
第 10 章 应用实例——基于 B/S 结构的图书管理信息系统	221
10.1 系统简介	221
10.1.1 系统开发目标	221
10.1.2 系统功能、特点及运行环境	221
10.2 服务器端数据库设计	221
10.3 功能模块的设计与实现	222
10.3.1 系统登录模块的设计	222
10.3.2 主界面模块的设计	224
10.3.3 图书管理模块的设计与实现	227
10.3.4 读者管理模块的设计与实现	238
10.3.5 借阅管理模块的设计与实现	238
10.3.6 读者留言模块的设计与实现	239
附录 实验	242
实验一 SQL Server 的安装与基本使用	242
实验二 SQL Server 2000 的数据操作	243
实验三 SQL Server 2000 的安全性设置和数据库的备份与恢复	245

实验四	SQL 语言的使用	246
实验五	综合实验:基于 C/S 结构的工资管理系统	248
实验六	Web 服务器(IIS/PWS) 安装、配置及使用	249
实验七	使用 HTML 语言制作页面	250
实验八	利用 VBScript 脚本语言制作页面	251
实验九	利用 ASP 设计服务器端应用程序	252
实验十	利用 ADO 访问数据库	253
实验十一	综合实验:基于 B/S 结构的工资管理系统	254
参考文献		256

第 1 篇 理 论 篇

第 1 章 数据库系统概述

数据管理是指数据的收集、整理、分类、选择、存储、维护、制表检索、输出等操作,而这些操作是数据处理的基本环节,也是任何数据处理业务中必不可少的共有过程。

本章主要介绍计算机数据管理技术的发展、数据模型、数据库系统和数据库管理等内容。

1.1 计算机数据管理的发展

数据管理技术的发展,与计算机硬件(主要是外部存储器)、系统软件及计算机应用的范围有着密切的联系,经历了人工管理、文件系统和数据库系统 3 个发展阶段。

1.1.1 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期,数据管理属于人工管理阶段。那时,计算机主要用于科学计算,外部存储器只有磁带、卡片和纸带等,还没有磁盘等直接存取的存储设备。软件只有汇编语言,尚无数据管理方面的软件,数据处理的方式基本上是批处理。这个阶段的数据管理具有以下特点:

(1) 数据不保存在计算机内。计算机主要用于计算,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。数据与程序不具有独立性,当数据的存储结构发生改变时,应用程序必须相应发生改变。此时,由于程序直接面向存储结构,因此数据的逻辑结构与物理结构没有区别。

(3) 只有程序的概念,没有文件的概念。数据的组织方式必须由程序员自行设计与安排。

(4) 数据面向程序。即一组数据对应一个程序。

1.1.2 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期,数据管理属于文件系统阶段。在这一阶段,计算机不仅用于科学计算,还用于信息管理。随着数据量的增加,解决数据的存储、检索和维护问题成为紧迫的需要,数据结构和数据管理技术迅速发展起来。此时,外部存储器已有磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备。软件领域出现了高级语言和操作系统。操作系统中的文件系统是专门管理外存的数据管理软件。数据处理的方式有批处理,也有联机实时处理。这个阶段的数据管理具有以下特点:

(1) 以“文件”形式可长期保存数据。

(2) 数据的逻辑结构与物理结构有了区别,但比较简单。程序与数据之间具有设备独立

性,即程序只需用文件名就可读写数据,不必知道数据的物理位置,由操作系统的文件系统提供存取方法(读/写)。

(3) 文件组织多样化,有索引文件、链接文件和直接存取文件等。但文件之间相互独立、缺乏联系,数据之间的联系要通过程序来实现。

(4) 数据面向应用数据不再属于某个特定的程序,可以重复使用。但是文件结构的设计还是基于特定的用途,程序基于特定的物理结构和存取方法,因此程序与数据结构之间的依赖关系并未根本改变。

(5) 对数据的操作以记录为单位。这是由于文件中只存储数据,不存储文件记录的结构描述信息,文件的建立、存取、查询、插入、删除、修改等操作都要用程序来实现。

1.1.3 数据库阶段

从 20 世纪 60 年代后期开始,属于数据库系统阶段。随着计算机硬件和软件的发展,计算机应用于管理的规模更加庞大,数据量急剧增加,在计算机科学领域中逐步形成了数据库技术这一独立分支。数据库系统克服了文件系统的缺陷,提供了对数据更高级、更有效的管理。这个阶段的数据管理具有以下特点:

(1) 数据共享性高、冗余低,采用数据模型表示复杂的数据结构。数据模型描述数据本身的特征和数据之间的联系。数据联系是通过存取路径来实现的,这也是数据库与传统文件的根本区别。这样,数据不再面向特定的某个或多个应用,而是面向整个应用系统,数据冗余明显减少,实现了数据共享。

(2) 有较高的数据独立性。当数据的存储结构发生改变时,整体逻辑结构、用户逻辑结构以及应用程序不发生相应变化,这样就认为数据库达到了物理数据独立性;当数据间的整体逻辑结构发生改变时,用户的逻辑结构以及应用程序不发生变化,这样就认为数据库达到了逻辑数据独立性。

(3) 提供了方便的用户接口。用户可以使用查询语言或终端命令操作数据库,也可以用程序方式操作数据库。

(4) 有统一的数据控制功能。主要包括数据安全性控制、数据完整性控制、并发控制、数据备份和恢复等。

(5) 增强了系统操作的灵活性。对数据的操作既可以记录为单位,也可以数据项为单位。

1.2 数据模型

1.2.1 数据模型的定义

在数据库技术中,用模型的概念描述数据库的结构与语义。数据模型是表示实体类型及实体间联系的模型。数据模型的种类很多,目前被广泛使用的有两种类型。一种是独立于计算机系统的数据模型,完全不涉及信息在计算机中的表示,只是用来描述某个特定组织所关心的信息结构,这类模型称为概念数据模型。概念模型是按用户的观点对数据建模,强调其语义表达能力,概念简单、清晰、易于理解,是用户和数据库设计人员之间进行交流的工具。这一类模型中最典型的是实体联系模型。另一种数据模型是直接面向数据库的逻辑结构,直接与数

数据库管理系统有关,称为逻辑数据模型,或结构数据模型。例如,层次、网状、关系、面向对象等都属于这类模型。

1.2.2 实体联系模型

实体联系模型(Entity Relationship Model,简记为 E-R 模型)是 P.P.Chen 于 1976 年提出来的。这个模型是直接从现实世界中抽象出实体类型及实体间联系。其中实体联系图(E-R 图)表示数据模型,设计 E-R 图的方法称为 E-R 方法。

E-R 图是直接表示概念模型的有力工具。在 E-R 图中有 4 个基本成分,分别如下:

(1) 矩形框。表示实体类型(问题的对象)。

(2) 菱形框。表示联系类型(实体间联系)。

(3) 椭圆形框。表示实体类型和联系类型的属性。相应的命名均记入各种框中。对于码的属性,在属性名下画一条横线。

(4) 连线。实体与属性之间,联系与属性之间用直线连接;联系类型与其涉及的实体类型之间用直线相连,并在直线端部标注联系的类型(1:1,1:N 或 M:N)。

E-R 模型的优点:一是简单,容易理解,真实地反映用户的需求;二是与计算机无关,用户容易接受。因此,E-R 模型已成为软件工程的一个重要设计方法。

由于 E-R 模型只能说明实体间语义的联系,因此,在数据库设计时,遇到实际问题总是先设计 E-R 模型,然后再将 E-R 模型转换成计算机能实现的数据模型。

1.2.3 数据模型的类型

1. 层次模型

用树型(层次)结构表示实体类型及实体间联系的数据模型称为层次模型。满足层次模型的 2 个基本条件是:

(1) 有且只有一个结点无双亲,这个结点即为树的根,称为根结点。

(2) 其他结点有且仅有一个双亲,无子女的结点称为叶结点。

2. 网状模型

网状模型是层次模型的拓展,广义上讲,任意一个连通的基本层次联系的集合就是一个网状模型。满足网状模型的条件是:

(1) 可以有任意个结点(包括零个)无双亲。

(2) 允许结点有多个双亲。

(3) 允许两个结点之间有两种或两种以上的关系。

3. 关系模型

关系模型(Relational Model)是最重要的数据模型。本书主要讨论关系数据模型的应用。

关系模型是由若干个关系模式组成的集合。其主要特征是用二维表格表达实体类型及实体间的联系。关系模式的实例称为关系,每个关系实际上是一张二维表格。如表 1-1 所示,就是一个典型的关系。

关系模型和层次、网状模型相比,数据结构简单,容易理解。关系模型是数学化的模型,由于把表格看成一个集合,因此,集合论、数理逻辑等知识可引入到关系模型中来。SQL 语言是关系数据库的代表性语言,已得到广泛的应用。

表 1-1 一个典型的关系

总 编 号	分 类 号	书 名	作 者	出 版 单 位	单 价
112266	TP3/12	数学分析	李华	电子工业出版社	20.5
113388	TR7/90	精读	李林	机械工业出版社	12.5
114455	TP9/12	线性代数	孙业	北京大学出版社	28
118801	TP4/15	高等数学	孙家正	高等教育出版社	21.8
118802	TP4/15	高等数学	孙家正	高等教育出版社	21.8
332211	TP5/10	数据结构	严尉敏	清华大学出版社	18
445501	TP3/12	数据库原理	萨师煊	高等教育出版社	17.9
445502	TP3/12	数据库原理	萨师煊	高等教育出版社	17.9
445503	TP3/12	数据库原理	萨师煊	高等教育出版社	17.9
446601	TP4/13	微机原理	周明德	机械工业出版社	22.5
446602	TP4/13	微机原理	周明德	机械工业出版社	22.5
446603	TP4/13	微机原理	周明德	机械工业出版社	22.5
449901	TP4/14	FoxPro 6.0	李双玲	科学出版社	32.7
449902	TP4/14	FoxPro 6.0	李双玲	科学出版社	32.7
665544	TS7/21	高等数学	刘明	高等教育出版社	20

4. 面向对象模型

虽然关系模型简单灵活,但还不能表达现实世界中存在的复杂的数据结构。比如,CAD数据、图形数据、嵌套递归的数据等复杂的数据结构需要更高级的数据库技术表达。

面向对象概念最早出现在 1968 年的 SmallTalk 语言中,随后迅速渗透到计算机领域的每一个分支,现已使用在数据库技术中。面向对象数据库是面向对象概念与数据库技术相结合的产物。面向对象模型(Object Relational Model)中基本的概念是对象和类。面向对象模型能完整地描述现实世界的数据结构,具有丰富的表达能力,但模型相对比较复杂,涉及的知识较多。

1.3 数据库系统

1.3.1 数据库系统的组成

数据库系统(DBS)是采用了数据库技术的计算机系统。数据库系统是一个实际可运行的,按照数据库方法存储、维护和向应用系统提供数据支持的系统。它是数据库、硬件、软件和数据库管理员的集合体。

1. 数据库

数据库是与一个企业(或组织)的各项应用有关的全部数据的集合。数据库分成两类,一类是应用数据的集合,称为物理数据库,它是数据库的主体;另一类是各级数据结构的描述,称为描述数据库。

2. 硬件

硬件部分主要包括中央处理器、内存、外存、输入输出设备等硬件设备。在数据库系统中,内存、外存、I/O 存取速度、可支持终端数和性能稳定性等指标,支持连接网络的能力、配备必

要的后备存储器及系统的通道能力,都将影响数据的传输速度。

3. 软件

软件部分主要包括数据管理系统(DBMS)、操作系统、各种主语言和应用开发支撑软件等程序。DBMS 是数据库系统的核心软件,必须在操作系统的支持下才能工作。

为了开发应用系统,需要各种主语言,这些语言大都属于第三代语言(3GL)范畴,比如 COBOL、C 等语言;有些是属于面向对象程序设计语言,例如 Visual Basic、Java 等语言。

4. 用户

用户是指使用数据库的人,他们可以对数据库进行存储、维护和检索等操作。用户分为三类:

(1) 第一类用户称为终端用户。终端用户主要是指使用数据库的各级管理人员、工程技术人员、科研人员,一般为非计算机专业人员。

(2) 第二类用户为应用程序员。应用程序员负责为终端用户设计和编制应用程序,以便终端用户对数据库进行存取操作。

(3) 第三类用户是数据库管理员(Database Administrator, DBA)。数据库管理员是指控制数据整体结构的一组人员,负责数据库系统的正常运行,承担创建、监控和维护数据库结构的责任。这类用户对数据库能否成功运转起着重要作用,其主要职责有以下 6 点:

- 1) 定义模式。
- 2) 定义内模式。
- 3) 与用户的联络。包括定义外模式、应用程序的设计、提供技术培训等专业服务。
- 4) 定义安全性规则,对用户访问数据库的授权。
- 5) 定义完整性规则,监督数据库的运行。
- 6) 数据库的转储与恢复工作。

1.3.2 数据库系统的结构

1. 数据库系统的三级模式结构

美国国家标准学会(ANSI)所属标准计划和要求委员会在 1975 年公布的研究报告中,把数据库系统内部的体系结构分为三级:外模式、概念模式和内模式。对用户而言可以对应地分为一般用户级模式、概念级模式和物理级模式。

(1) 外模式。外模式是三级结构的最外层,又称子模式或用户模式,它是用户看到并允许使用的那部分数据的逻辑结构。DBMS 提供子模式描述语言(子模式 DDL)来定义子模式。

(2) 概念模式。简称模式(Schema),是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述。概念模式处于三级结构的中间层,是整个数据库实际存储的抽象表示,既包含了数据库的整体逻辑,同时也是对现实世界的一个抽象,是现实世界某应用环境(企业或单位)的所有信息内容集合的表示,还是所有个别用户视图综合起来的结果。DBMS 提供模式描述语言(模式 DDL)来定义模式。

(3) 内模式。又称存储模式,是三级结构中的最内层,也是靠近物理存储的一层,即与实际存储数据方式有关的一层。它是对数据库存储结构的描述,是数据在数据库内部的表示方式。存储模式与物理级数据相互对应,DBMS 提供内模式描述语言(内模式 DDL)来定义内模式。

对于一个数据库系统来说,实际存在的只是物理级数据库,它是数据访问的基础。概念级数据库只不过是物理级数据库的一种抽象描述,用户级数据库是用户与数据库的接口。用户根据外模式进行操作,通过外模式到概念模式的映射与概念级数据库联系起来,又通过概念模式到内模式的映射与物理级数据库联系起来。实际上,DBMS的中心工作之一就是完成三级数据库间的转换,把用户对数据库的操作转化到物理级去执行。

2. 数据库系统的二级映射

数据库系统的三级模式是数据的三个抽象级别,它使用户能逻辑地处理数据,而不必关心数据在计算机内部的存储方式,把数据的具体组织交给 DBMS 管理。为了能够在内部实现这三个抽象层次的联系和转换,DBMS 在三级模式之间提供了二级映射功能。

(1) 模式/内模式映射。数据库中的模式和内模式都只有一个,所以模式/内模式映射是惟一的。它确定了数据的全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。存储结构变化时,模式/内模式映射也应有相应的变化,使其概念模式仍保持不变,即把存储结构变化的影响限制在概念模式之下,这使数据的存储结构和存储方式较高地独立于应用系统。通过映射功能保证数据存储结构的变化不影响数据的全局逻辑结构的改变,从而不必修改应用程序,确保了数据的物理独立性。

(2) 外模式/模式映射。数据库中的同一模式可以有任意多个外模式,对于每一个外模式都存在一个外模式/模式映射。它确定了数据的局部逻辑结构与全局逻辑结构之间的对应关系。例如,在原有的记录型之间增加了新的联系,或在某些记录型中增加新的数据项时,数据的总体逻辑结构改变,外模式/模式映射也发生相应的变化,这一映射功能保证了数据的局部逻辑结构不变。由于应用程序是依据数据的局部逻辑结构编写的,所以应用程序不必修改,从而保证了数据与程序间的逻辑独立性。

1.3.3 数据库管理系统

数据库管理系统(DBMS)是对数据进行管理的大型系统软件,它是数据库系统的核心组成部分。用户在数据库系统中的一切操作,包括定义、查询、更新及各种控制,都是通过 DBMS 进行的。

1. DBMS 的主要功能

DBMS 的主要功能有如下 5 个方面:

(1) 数据库的定义功能。DBMS 提供数据描述语言定义数据库的三级结构、两级映射,定义数据的完整性约束、保密限制等约束。

(2) 数据库的操纵功能。DBMS 提供数据操作语言实现对数据的操作,基本的数据操作有两类:检索(查询)和更新(包括插入、删除、更新)。

(3) 数据库的保护功能。DBMS 对数据库的保护主要通过以下 4 个方面实现:

1) 数据库的恢复:在数据库被破坏或数据不正确时,系统有能力把数据库恢复到正确的状态。

2) 数据库的并发控制:在多个用户同时对同一个数据进行操作时,系统应能加以控制,防止破坏数据库中的数据。

3) 数据完整性控制:保证数据库中数据及语义的正确性和有效性,防止任何对数据造成错误的操作。