



普通高等教育“十三五”规划教材



数据库原理与应用

熊才权 曾玲 康瑞华 熊英 编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



普通高等教育“十三五”规划教材

数据库原理与应用

熊才权 曾玲 康瑞华 熊英 编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书以关系数据库为重点,全面、系统地介绍数据库系统的基本概念、原理与技术。全书分为上、下两篇,上篇为基础篇,介绍数据、数据模型、数据库及数据库系统等基本概念,以及关系数据库、关系规范化、SQL 语言、数据库设计、事务处理技术、数据库完整性与安全性等数据库基本理论与技术;下篇为扩展篇,介绍数据库应用系统开发、SQL 扩展与应用,以及数据仓库与联机分析处理等技术。为了便于教学与自学,每章均配有适量习题,并在附录中提供了实验指导书。

本书可作为高等院校计算机相关专业的数据库课程教材,也可供从事数据库开发的人员以及其他相关人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用/熊才权等编著. —武汉:华中科技大学出版社, 2019.2

ISBN 978-7-5680-5007-4

I. ①数… II. ①熊… III. ①关系数据库系统-高等学校-教材 IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 025124 号

数据库原理与应用

熊才权 曾玲 康瑞华 熊英 编著

Shujuku Yuanli yu Yingyong

策划编辑:张毅

责任编辑:刘静

封面设计:袍子

责任监印:朱玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园 邮编:430223

录排:佳思漫艺术设计中心

印刷:武汉市籍缘印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:19

字数:459千字

版次:2019年2月第1版第1次印刷

定价:49.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

▶ 前言

数据库技术主要研究如何组织存储数据,如何高效地分析处理数据,从数据中获取有效信息。它是计算机科学的重要分支,是信息管理的核心技术,是各行各业信息化建设的重要基础。数据库技术的出现极大地促进了计算机应用技术的发展。随着大数据、云计算和人工智能技术的迅猛发展,人们对数据管理提出越来越多新的要求,从而不断推动数据库技术的发展与应用。

为了适应教学与科研需要,我们在多年从事数据库教学与科研的基础上编写了这本书。全书以关系数据库为重点,全面、系统地介绍了数据库的基本概念、原理与技术,并结合实际应用案例,详细介绍了数据库设计、数据库应用系统开发、数据仓库与联机分析处理等技术,取材上力图反映当前数据库技术的发展水平和发展趋势。

本书分上、下两篇,共10章。上篇为基础篇,共7章:第1章介绍数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统、数据模型等基本概念,以及数据库系统的组成结构和基本原理;第2章介绍关系数据库的基本概念,包括关系模型的数据结构、完整性约束以及关系操作;第3章介绍SQL语言,结合一个数据库实例,详细地介绍数据定义、数据查询、数据更新的语法结构及其用法,并结合SQL语言进一步介绍关系数据库中的基本表、视图等基本概念;第4章介绍关系数据理论,内容包括函数依赖及Armstrong公理系统、关系规范化及模式分解;第5章以数据库概念结构设计和逻辑结构设计为重点,介绍数据库设计的基本步骤和基本方法,以及PowerDesigner的使用方法;第6章介绍事务的概念,以及事务在数据库恢复和并发控制中的应用、数据库恢复和并发控制的一般原理和方法;第7章介绍数据库安全性和完整性等数据库保护技术,包括用户身份鉴别、SQL存取控制、视图、加密、审计、防止SQL注入等安全控制方法,实体完整性、参照完整性、用户自定义完整性约束的声明方法和程序完整性控制方法。下篇为扩展篇,共3章:第8章介绍利用编程工具或语言来访问、连接以及操纵后台数据库的方法和步骤,并通过案例详细介绍Web数据库应用系统开发过程;第9章介绍嵌入式SQL、扩展SQL的主要技术及其应用;第10章介绍数据仓库与联机分析处理技术,为数据库的进一步应用打下基础。

为了配合数据库原理课程的实验教学,附录提供了数据库实验指导书,其中有4个验证型实验、1个综合设计型实验。通过实验课教学,可以使学生会使用数据库管理系统,掌握数据库创建、数据查询、数据更新和数据控制的基本方法,以及数据库应用系统的设计与开发方法,进一步加深对数据库的基本概念和原理的理解。书中配有丰富的例题与习题,便于教学与自学。

本书第1、3、6、10章由熊才权编写,第7、9章和附录A由曾玲编写,第5、8章由康瑞华编写,第2、4章由熊英编写,江南、李志辉参加了前期部分工作,邵雄凯、胡延忠、潘媛媛对本书编写提出了很多有益的建议,王凌云参加了程序调试和书稿校对工作,全书由熊才权负责统稿。

由于水平有限,书中难免存在不足或错误之处,恳请专家和读者批评指正。

编者

2019年2月

▶▶▶ 目录

上篇 基础篇	1
第 1 章 数据库系统概述	2
1.1 数据与数据管理	2
1.2 数据库系统基本概念	7
1.3 数据库系统的模式结构	12
1.4 数据模型	15
1.5 小结	27
习题 1	28
第 2 章 关系数据库	30
2.1 关系数据结构	30
2.2 关系完整性约束	33
2.3 关系操作	35
2.4 关系代数	36
2.5 查询优化	46
2.6 小结	51
习题 2	52
第 3 章 SQL 语言	54
3.1 SQL 概述	54
3.2 数据定义	59
3.3 数据查询	62
3.4 视图操作	88
3.5 数据更新	93
3.6 数据控制	98
3.7 小结	101
习题 3	101
第 4 章 关系规范化理论	105
4.1 规范化问题的提出	105
4.2 函数依赖	107
4.3 范式	110

4.4	多值依赖与 4NF	113
4.5	关系规范化	116
4.6	数据依赖的公理系统	117
4.7	模式的分解	122
4.8	小结	128
	习题 4	129
第 5 章	数据库设计	131
5.1	数据库设计概述	131
5.2	需求分析	135
5.3	概念结构设计	141
5.4	逻辑结构设计	152
5.5	物理结构设计	157
5.6	数据库的实施	159
5.7	数据库的运行与维护	161
5.8	基于 3NF 的泛关系数据库设计方法	162
5.9	PowerDesigner 辅助设计	163
5.10	小结	168
	习题 5	169
第 6 章	事务处理技术	170
6.1	事务	170
6.2	数据库恢复	172
6.3	并发控制	180
6.4	小结	193
	习题 6	194
第 7 章	数据库安全性和完整性	197
7.1	数据库安全性概述	197
7.2	数据库安全性控制	197
7.3	数据库完整性概述	202
7.4	数据库完整性控制	203
7.5	小结	207
	习题 7	207
下篇 扩展篇		209
第 8 章	数据库应用开发	210
8.1	数据库应用结构和数据库访问接口	210
8.2	Web 数据库应用开发实例	215

8.3 小结	224
习题 8	225
第 9 章 SQL 应用与扩展	226
9.1 嵌入式 SQL	226
9.2 SQL 扩展语句概述	229
9.3 存储过程	230
9.4 触发器	235
9.5 游标	239
9.6 小结	242
习题 9	242
第 10 章 数据仓库技术	244
10.1 数据仓库技术产生的背景	244
10.2 数据仓库概述	246
10.3 联机分析处理	253
10.4 小结	265
习题 10	265
附录 A 实验指导书	268
实验 1 数据定义	268
实验 2 数据更新	275
实验 3 SQL 数据查询与视图	277
实验 4 数据库安全性和完整性控制	283
实验 5 数据库设计	291
参考文献	294

上篇 基础篇

本篇介绍数据库的基本概念和基础知识,是数据库系统应用与开发的基础,也是进一步学习数据库其他相关课程的基础。上篇一共7章,包括以下内容:

数据、数据模型、数据库、数据库管理系统、数据库系统等基本概念,数据管理技术的发展过程,数据库系统的组成结构与特点,数据库的三级模式与两级映像的基本原理,数据模型组成要素和主要数据模型的特点等。

关系数据结构、关系代数及查询优化策略。

SQL语言的基本概念与发展过程,SQL的数据定义、数据查询、数据更新、数据控制和视图操作等功能的语法结构,应用实例。

函数依赖、范式与模式分解等相关知识。

数据库设计的任务、内容、方法与步骤,以及辅助设计工具 PowerDesigner。

故障与恢复、并发控制等事务处理技术。

数据库安全性与完整性的基本概念与技术。

通过本篇学习,读者能够掌握数据库的基本原理,并能够在此基础上结合具体应用环境,设计出结构合理的数据库。

第 1 章 数据库系统概述

当今社会是一个信息化的社会,信息技术在经济社会发展中发挥越来越大的作用。数据是信息的载体,数据库是互相关联的数据集合。数据库能利用计算机保存和管理大量复杂的数据,快速而有效地为多个不同的用户和应用程序提供信息服务,帮助人们有效利用数据资源。以数据处理为研究对象的数据库技术正迅速发展,并得到广泛应用。

数据库的应用来自于已发展了数十年的数据处理技术,这些数据处理技术蕴藏在被称为数据库管理系统的专业化软件中。引入数据库后的计算机系统称为数据库系统,它由数据库、数据库管理系统(及其开发工具)、应用系统、数据库管理员和用户等组成,其中数据库是系统的核心和基础。本章介绍数据、数据库和数据模型等基本概念以及数据库系统的基本原理。

1.1 数据与数据管理

数据库是计算机信息管理的基础,其研究对象是数据。因此,在介绍数据库技术之前,有必要了解数据与信息的基本概念和数据管理技术的发展历程。

1.1.1 数据与信息

提到数据,人们往往会想到信息。数据中隐含着信息,但是数据并不是信息本身。数据是对事实和概念的描述,它的最初表示形式是符号,不同的事实或概念用不同的符号表示,人们通过对符号的辨识获取不同的数据。描述事物的符号可以是数字,也可以是文字、图形、图像、声音、语言等,它们通过数字化存入计算机中。

对一个事物的描述,往往需要多个符号,不同的符号代表事物的不同特征。例如,在人事档案管理中,如果人们对一个员工最感兴趣的是员工的姓名、性别、家庭住址、进入公司时间、所属部门,那么就可以这样描述:

谭林,男,南区 6#,2017 年 12 月,研发部

这里的员工记录就是一个数据。其中的姓名、性别、家庭住址、进入公司时间、所属部门等称为数据项,它们本身也是数据。

一般来说,数据库系统中的数据可以有两种类型。一种是作业层数据,如销售数量、财务收支等。这类数据会引起数据库的频繁操作,它反映了现实世界中的日常活动,这些活动是必需的、重复的、可以预见和计划的。另一种是管理控制层数据,这种数据主要用来做统计、分析、预测等,它们是通过作业层数据进行分析和处理得到的数据,主要为计划和决策部门服务。

信息是对数据的理解或解释,是通过数据进行处理、加工、提炼而得到的能为人所理解和交流的知识。在现实世界中,人们一般用自然语言表示和交流信息。而在计算机中,为了表示信息,必须对数据赋予一定的含义,数据的含义称为数据的语义。例如,对上面的员工数据,了

解其含义的人会得到如下信息：谭林是某公司的男性员工，住在南区6号，2017年12月进入公司，在研发部工作。不了解其语义的人则无法理解其含义，也获取不了信息。可见在信息系统中，数据与其语义是密不可分的。一个信息系统一般有多个数据，数据与数据之间有复杂的联系，要从数据中获取信息，不仅要了解数据的语义，还要了解数据之间的联系，这也是信息系统所要解决的问题。

信息与数据是相互关联的，数据是信息的载体，而信息是数据的内涵。

1.1.2 数据管理技术的发展

每个组织都保存了大量各种各样的数据。例如，企业有关于生产计划、生产调度、生产工具、物质供应、经营销售等方面的数据，学校有关于学生和教职工档案、教学计划、学生成绩等方面的数据，医院有关于病历、药品、病房、财务等方面的数据。数据是一个组织的重要资源，有时甚至比其他资源更珍贵，因此必须对组织的各种数据实行有效管理。所谓数据管理，是指对数据进行收集、整理、存储、检索、维护和传递等一系列活动的总和。数据管理的最终目的是从数据中获取有用的信息，以便服务于组织的管理工作。从大量的原始数据中获取信息，或将原始数据转换成信息的过程就是数据处理。数据处理是数据管理的中心工作，也是信息系统的根本任务。

可以说人类社会自从有了组织，或者说自从有了管理工作，就面临数据管理的任务，数据管理贯穿于一个组织的管理工作的全过程，没有数据管理的管理工作是不存在的。我们平时所说的用事实说话、用数据说明问题，指的就是这个意思。根据数据管理工具和管理技术的发展历史，数据处理的方式大致可以分为人工式（1800年以前）、机械辅助式（1800—1890年）、机电穿孔卡片式（1890—1946年）和电子计算机式（1946年以后）几个阶段。利用计算机进行数据管理的历史虽然不长，但发展迅速，尤其是数据库技术应用以来，计算机处理数据的能力和范围大为提高。计算机数据管理技术经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

1. 人工管理阶段

20世纪50年代中期以前，计算机数据管理的能力很差，这一阶段称为人工管理阶段。那时计算机没有磁盘等直接存取的存储设备，没有操作系统，没有管理数据的专门软件，数据处理方式是批处理，数据管理的任务主要由应用程序员自己承担，计算机系统所提供的数据管理功能仅仅是一些简单的I/O操作，如图1.1所示。

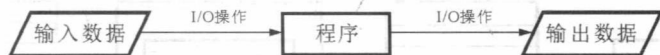


图 1.1 程序中数据的输入与输出

在人工管理阶段，不同的应用程序处理不同的数据，数据与程序之间是一一对应的关系，如图1.2所示。

人工管理数据存在以下缺点。

(1) 数据不保存。当时的计算机主要用于科学计算，一般不需要将数据长期保存，只是在计算某一具体题目时将数据输入，运行完后得到输出结果，输入、输出和中间数据都不保存。这与信息系统中对数据的管理思想是不一样的，因为在信息系统中，数据作为一个重要资源，不仅

要对它进行加工处理,还要予以保存,以便以后检索和修改。

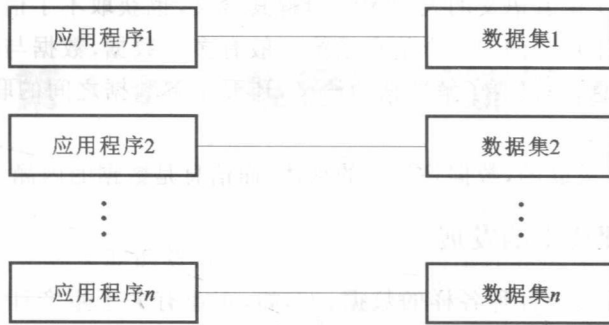


图 1.2 人工管理阶段数据与程序之间的对应关系

(2) 数据不共享。在人工管理阶段,数据是面向应用的。一组数据只对应一个应用程序,当多个应用程序要用到相同数据时,必须各自定义,不能共享。

(3) 数据冗余度大。由于数据不能共享,必然会出现相同数据的多个副本,不同的副本对应不同的应用程序,这会导致程序之间出现大量的冗余数据。

(4) 数据缺乏独立性。数据与程序是紧密结合在一起的,数据的逻辑结构、物理结构、存取方式都由程序规定,当数据的逻辑结构、物理结构、存取方式发生变化时,必须对应用程序做相应修改。

(5) 数据的不统一性。在一个组织中,要想将数据作为一种资源共享,必须对数据的命名、格式、存取方式等标准进行统一规定。但是在人工管理阶段,数据与程序紧密结合,不同应用程序会对同一数据做不同的定义,因而往往会出“同名异物”和“同物异名”的现象。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代到 60 年代中期,计算机数据管理技术进入文件系统阶段。这时已经有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备,也有了专门的数据管理软件,一般称为文件系统;处理方式上不仅有了批处理,而且能够实现联机实时处理。

在文件系统阶段,文件系统把数据组织成相互独立的数据文件,数据可以长期保存在存储设备上,应用程序利用“按文件名访问,按记录进行存取”的管理技术,可以对文件中的数据进行修改、插入和删除等操作。文件系统实现了一定的数据独立性,它将数据的逻辑结构与物理结构分离,应用“存取方式”实现逻辑结构与物理结构之间的映射,如图 1.3 所示。

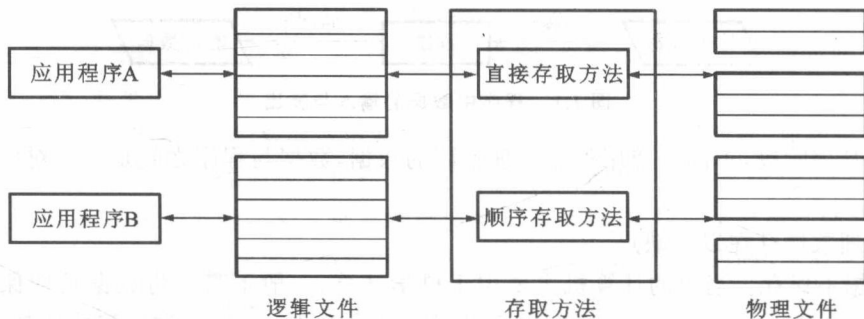


图 1.3 文件系统的数据处理

在这种方式下,应用程序只涉及数据的逻辑结构,当数据的物理结构改变时,不会导致应用程序的修改,这就是数据的物理独立性。数据的物理独立性使应用程序脱离了数据的物理结构,也使其适应性得以提高。同时,程序员在编写程序和对程序进行维护时不必过多考虑数据的物理存储细节,只需将精力集中在算法上,因而工作效率得以大大提高。另外,数据的物理独立性使数据共享成为可能,多个应用程序可以对同一文件进行操作。

与早期的人工管理阶段相比,文件系统已经有了很大的进步,但文件系统管理数据还存在以下不足。

(1) 数据的共享性较差。文件系统提供了数据的物理独立性,实现了一定的数据共享,但它只能实现文件级共享而不能在记录或数据项级实现数据共享。

(2) 数据的冗余度较大。在文件系统中,文件的逻辑结构是根据它的应用而设计的,数据的逻辑结构与应用程序之间相互依赖。即使不同应用程序具有部分相同的数据(记录或数据项),也必须构造各自的文件,这样就存在大量的冗余数据,浪费大量的存储空间。

(3) 数据存在不一致性。数据的冗余度大与数据的不一致性是密切相关的。同一数据在多个地方同时存放,同一数据在不同存放地的值可能不相同,这会降低信息的价值,有时甚至会造成重大损失。

(4) 数据的独立性较差。文件系统只实现了数据的物理独立,而没有实现数据的逻辑独立。数据的逻辑结构对应一个特定的应用,当应用发生变化时,数据的逻辑结构也要发生改变,当数据的逻辑结构发生变化时,程序也要做相应的修改。因此,文件系统的程序与数据之间缺乏逻辑独立性。

为了说明上面的问题,现在来看如下一段 C 语言程序。

程序 A:

```
# include "stdio.h"
void main()
{
    FILE* fp;
    fp=fopen("Employee.txt", "w");
    if(fp)
    {
        fprintf(fp, "%d %s %d\n", 2018001, "tanlin", 20);
        fprintf(fp, "%d %s %d", 2018002, "xubin", 19);
        fclose(fp);
    }
    else
    {
        printf("open file error\n");
    }
}
```

程序 B:

```
# define SIZE 2
```

```

struct Employee_type
{
    int num;
    char name[8];
    int age;
}
Employee[SIZE];
void main()
{
    int i;
    FILE* fp;
    fp=fopen("Employee.txt","r");
    if(fp==NULL)
    {
        printf("open failed");
        return 0;
    }
    for(i=0;i<SIZE;i++)
    {
        fscanf(fp,"%d %s %d",&Employee[i].num,&Employee[i].name,&Employee[i].
            age);
        printf("%8d %8s %4d\n",Employee[i].num,Employee[i].name,Employee[i].
            age);
    }
    fclose(fp);
    return 0;
}

```

这是对文件进行操作的一段程序,文件中保存员工记录。程序 A 将两个员工的员工号、姓名、年龄输入到一个文件中;程序 B 从文件中读取记录,存入结构体 Employee 中。程序 B 中结构体 Employee 的设计必须与文件的逻辑结构一致,即程序设计与文件逻辑结构是紧密相关的。

可以看到,程序 B 对文件操作时必须知道文件的逻辑结构,或者说,若文件的逻辑结构发生了变化,就必须修改程序。而在关系数据库系统中,只需用一个 SQL(结构化查询语言)语句即可完成记录的插入和读取,只要不违反数据库完整性和安全性约束,写 SQL 语句完全无须考虑数据文件的逻辑结构,而数据库完整性和安全性控制是由数据库管理系统自动实现的。

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期以来,计算机数据管理技术开始进入数据库系统阶段。这时计算机技术发展迅速,硬件方面有了大容量磁盘,硬件价格下降;软件方面出现了包括操作系统在内的大量的系统软件;在处理方式上,联机实时处理增多,并开始提出和考虑分布式处理方法。数据库系统阶段开始的标志是产生了一种称为数据库管理系统的专门用于数据管理的软件。

数据库系统的产生是企业海量数据处理需求的必然结果。随着计算机数据管理的规模越

来越大,应用越来越广泛,数据量急剧增大,企业对数据管理技术的要求也越来越高。首先,企业要求数据作为企业组织的公共资源而集中管理控制,为企业的各种用户所共享,因此,应大量地消去冗余数据,节省存储空间。其次,当数据变更时,能减少对多个数据副本的多次变更操作,从而可大大节省计算时间,更为重要的是,不会因遗漏某些副本的变更而使系统给出一些不一致的数据。最后,要求数据具有更高的独立性,不但要具有物理独立性,而且要具有逻辑独立性,即当数据逻辑结构改变时,不影响用户的应用程序,从而降低应用程序开发和维护的成本。所有这些,是文件系统所不能满足的,而数据库管理系统可以做到。

与文件系统不同,数据库系统是面向数据的而不是面向程序的,数据是系统的中心,各处理功能处于外围,它们通过数据管理软件从数据库中获得所需数据和存储处理结果。按数据库的方法,数据处理的过程如图 1.4 所示。

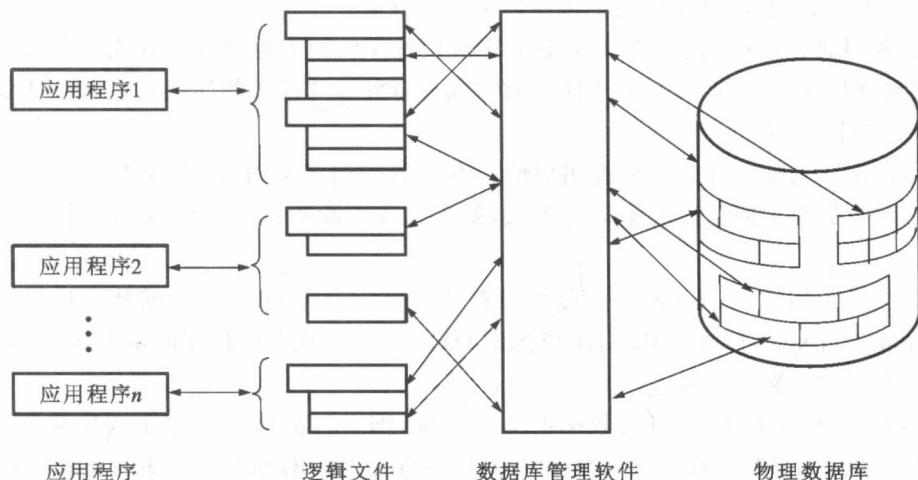


图 1.4 数据库系统的数据处理

1.2 数据库系统基本概念

随着数据管理技术的不断发展和计算机应用的普及,数据库已经成为很多人熟悉的概念和术语,但是不同的人对数据库的理解并不相同。在系统介绍数据库原理之前,有必要先介绍数据库、数据库管理系统、数据库系统等几个常用的基本概念。

1.2.1 数据库

简单地说,数据库是存在一定联系的数据的集合,它可以人工地建立、维护和使用,也可以通过计算机建立、维护和使用。当然,本书关心的是后者,即计算机化的数据库。因此,我们定义数据库(database,简称DB)为长期存储在计算机内的、相互联系的数据集合,它按一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户所共享。数据库一般都通过应用程序或数据库管理系统来建立、维护和使用。

数据库具有以下特点。

(1) 数据库是具有逻辑关系和确定含义的数据集合。逻辑上无关的数据集合不能称为数据库。

(2) 数据库是针对明确的应用目标而设计、建立和加载的,并为这些用户的应用服务。

(3) 数据库是对一个现实世界(如一个单位或组织)的映像,现实世界的某些改变必须及时地反映到该数据库中来。

1.2.2 数据库管理系统

数据库管理系统(database management system,简称 DBMS)是一个位于用户与操作系统之间的数据管理软件。DBMS 的目标是为用户提供一个能方便、快速、有效地建立、维护、检索、存取和处理数据库中的数据的环境。DBMS 能够对数据库进行有效的管理,包括存储管理、安全管理、完整性管理等,其主要功能包括以下几个方面。

(1) 持久存储数据。DBMS 支持对独立于应用程序的超大数据量(GB 或更多)数据长期存储,其数据独立性优于文件系统,并能防止对数据的意外和非授权的访问,且在数据库查询和更新时支持对数据的有效存取。

(2) 数据定义功能。DBMS 允许用户使用专门的数据定义语言(data definition language,简称 DDL)对数据库中的数据对象进行定义,如定义或删除模式、索引、视图等,并能保证数据库完整性。

(3) 数据操纵功能。DBMS 提供合适的查询语言(query language)或数据操纵语言(data manipulation language,简称 DML),用户使用 DML 可以实现对数据库的基本操作,如查询、插入、删除和修改数据等。

(4) 事务管理。DBMS 支持对数据的并发存取,即可以同时有很多不同的进程(称为“事务”)对数据访问,为了避免存取错误数据,DBMS 必须提供一种机制保证事务正确执行。

(5) 数据库的运行管理。数据库在建立、运用和维护时由 DBMS 统一管理、统一控制,以保证数据的安全性、完整性和多用户对数据库使用的并发控制及发生故障后的系统恢复等。

(6) 数据库维护功能。它包括数据库初始数据的输入、转换功能,数据库的转储、恢复功能,数据库的重组功能和性能监视、分析功能等。

DBMS 是数据库系统的一个重要组成部分。DBMS 核心技术的研究和实现是数据库领域所取得的主要成就。我国对 DBMS 的研制时间不长,但其发展迅速,目前已有国产 DBMS 产品走向商业应用。

1.2.3 数据库用户和管理员

使用数据库的人员可分为数据库用户和数据库管理员两大类。

1. 数据库用户

根据用户与系统交互方式和使用目标不同,数据库用户分为偶然用户、简单用户、高级用户、系统分析员和应用程序员等几类。

(1) 偶然用户。这类用户不经常访问数据库。他们访问数据库的需求比较单一,一般通过事先设置好的窗口与数据库进行交互。例如,一个用户想通过互联网查询其银行账户上的余额。这个用户会访问一个用来输入他的账号和密码的窗口;位于服务器上的一个应用程序就用账户的号码取出账户的余额,并将这个信息返回给用户。对于企业,偶然用户一般是企业的中

高级管理人员。

(2) 简单用户。大多数数据库用户都是简单用户。他们的主要工作是查询和更新数据库,一般通过事先设计好的应用系统与数据库进行交互。例如,银行出纳员将账户 A 的 100 元转入账户 B 时,可以启动银行转账系统,调用一个转账程序;该程序要求出纳员输入转账金额、转出的账户以及转入的账户。简单用户一般不直接使用 DBMS,而是通过程序员精心设计并具有友好界面的应用程序存取数据库。银行的职员、航空公司的机票预订工作人员、旅馆总台服务员等都属于这类用户。

(3) 高级用户。这类用户不通过应用程序与数据库进行交互,而是用数据库查询语言来表达他们的要求,有时还使用联机分析处理(OLAP)和数据挖掘(DM)来发现数据库中的其他模式。高级用户包括工程师、科学家、经济学家、科学技术工作者等具有较高科学技术素质的人员。

(4) 系统分析员。系统分析员负责分析数据库用户特别是简单用户的需求,确定用户所需要的数据,给出适应这些用户需求的数据库模式、文件结构、存取方式等。系统分析员一般与数据库管理员合作工作。

(5) 应用程序员。应用程序员是编写供多数人使用数据库的应用程序的计算机专业人员。应用程序员可以选择多种工具来开发满足用户要求的应用程序。大多数主要的商业数据库系统都提供了快速应用开发工具。

2. 数据库管理员

在任何一个组织机构中,如果有很多人共享相同资源,则需要有特殊的人员来监督和管理这个共享资源。在数据库系统环境下,共享资源有两类,第一类是数据库,第二类是 DBMS 和相关软件。这些资源的监督和管理由数据库管理员(DBA)完成。数据库管理员可以由一个人担任,也可以由一组人担任。数据库管理员的职责如下。

(1) 模式定义。数据库管理员用 DBMS 中的数据定义语言来创建最初的数据库模式。模式的概念将在下节介绍。

(2) 数据存储结构和存储方式定义。

(3) 模式和存储结构的修改。由数据库管理员对模式和存储结构进行修改,以反映组织的需求变化,或为提高性能选择不同的存储结构。

(4) 数据访问授权。通过授权管理,数据库管理员可以规定不同的用户各自访问数据库中不同的数据,从而保障数据库安全。

(5) 日常维护。日常维护是数据库管理员经常性的工作,主要维护活动有:定期将数据库备份在磁带、磁盘或远程服务器上,以防止灾难发生时数据库丢失;确保运转时所需的空余磁盘空间,并且在需要时升级磁盘空间;监视数据库的运行,确保数据库性能不因一些用户提交了需花费较多时间的任务而下降很多。

1.2.4 数据库系统的组成

数据库系统(database system,简称 DBS)是指在计算机系统中引入数据库后的系统,一般由数据库、DBMS(及其开发工具)、应用系统、数据库用户和数据库管理员构成。其中数据库是系统的核心,DBMS(及其开发工具)和数据库管理员是系统的基础,应用系统和数据库用户是系统服务的对象。在不引起混淆的情况下,数据库系统常常简称为数据库。

数据库系统的组成如图 1.5 所示。数据库系统在整个计算机系统的位置如图 1.6 所示。

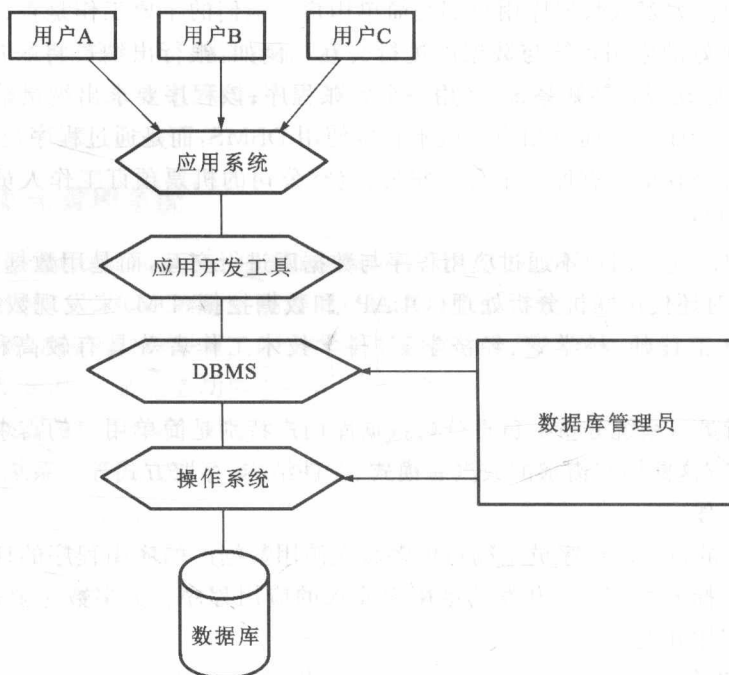


图 1.5 数据库系统的组成

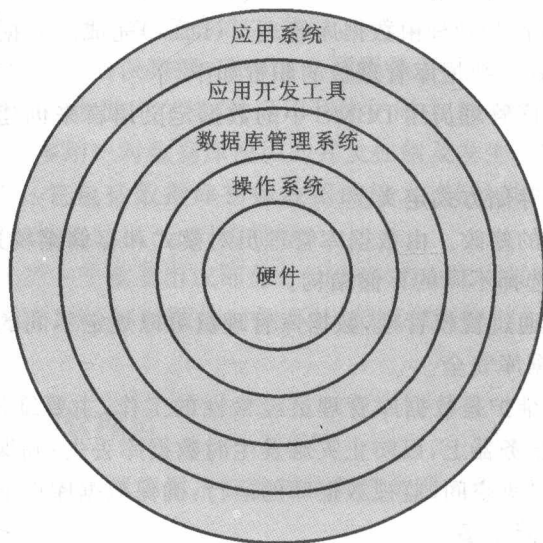


图 1.6 数据库系统在整个计算机系统的位置

数据库系统对硬件除了有一般计算机系统对硬件的要求外，还要求有足够大的内存，以便存放操作系统、DBMS 的核心模块、数据缓冲区和应用程序；有容量足够大的磁盘等直接存取设备，以便存放数据和备份数据；有较高的数据传输速率。

数据库系统的软件主要有 DBMS、支持 DBMS 运行的操作系统、具有数据库接口的高级程