

湖南省计算机学会规划教材
高等院校计算机类系列教材

数据库原理及应用

主编 孙星明 张祖平
副主编 李军 安吉尧
李智勇 盛津芳

中南大学出版社

内容简介

本书系统介绍了数据库的基本原理与技术,探讨与大型数据库系统相结合的核心技术,明确数据库设计所采用的主要方法及工具,对当今数据库技术及应用的最新发展动态作一些针对性的介绍。本书最主要的特点是以一个典型实例贯穿全书,从系统需求分析、设计及基本操作、前后台程序的实现等方面综合应用了数据库的基础知识。

全书内容丰富,讲述力求理论联系实际、深入浅出、循序渐进,注重培养读者的数据库技术基础理论与基本知识,培养基于数据库的设计与编程能力。

本书可作为高等院校计算机类或信息类、管理类专业或其他专业的教学用书,适用数据库原理与技术、数据库原理与程序设计、数据库技术、大型数据库、数据库设计等课程,也可作为从事数据库系统开发与应用的科技人员的参考书或培训教材。

总 摇 序

21世纪,人类社会已经步入信息时代,信息产业推动着全球经济的蓬勃发展,改变着人类的联系与交换方式,从某种意义上说,信息革命是人类历史上又一次深刻的社会变革。无疑,在以信息产业为基础的知识经济社会中,计算机科学与技术具有举足轻重的地位。有鉴于此,当今世界各国皆把培养高素质的创新型计算机科学与技术专业人才作为一项重要的战略任务来抓。早在1983年,邓小平同志就强调指出:“计算机的普及要从娃娃抓起”,从此开启了中国信息革命的征程。经过30多年的努力,我国的计算机教育虽然取得了令人瞩目的成就,但离知识经济社会的要求还有很大的差距。据2013年信息产业部的数据显示,我国的信息化人才资源指数仅为1.5,每年短缺信息化专业人才达500万之多。因此,快速培养和造就一大批高素质的计算机与信息人才,乃是我国高等教育所面临的一项严峻挑战。为此,我们必须改革和完善现有计算机与信息技术学科的教学计划和课程体系,优化课程结构,精炼教学内容,拓宽专业基础,强化实践环节,注重学生的知识、能力和综合素质的培养。

为了适应计算机科学与技术学科发展和教育的需要,湖南省计算机学会,参照《中国计算机科学与技术学科教程2013》,组织了一批长期从事计算机科学与技术专业教学与科研的学者参与编撰了这套由中南大学出版社出版的《高等院校计算机系列教材》,希望在教材中及时反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设,以优秀教材促进教学质量的提高。该系列教材具有如下特点:

1. 教材参照《中国计算机科学与技术学科教程2013》建议的教学大纲、知识领域、知识单元和知识点,结合作者多年教学与科研经验来编写,注重基本理论、基础知识的梳理、推演与挖掘,注意知识的更新,跟踪新技术、新成果的发展,并将之吸收到教材中来,力求开阔学生视野,逐步形成“基础课程精深,专业课程宽新”的格局,努力提高教材质量。

2. 注重理论联系实际,注意能力培养。力图通过案例教学、课堂讨论、课程实验设计与实习,训练学生掌握知识、运用知识分析并解决实际问题的能力以满足学生今后从事科研和就业的需要。

3. 在规范教材编写体例的同时,注重写作风格的灵活性:每册的每个章节包括教学目的、本章小结、思考题与练习题,每门教材都配有网络电子教案,并做到层次分明、逻辑性强、概念清楚、图文并茂、表达准确、可读性强。

这套教材的编写吸纳了广大计算机科学与技术教育工作者多年的教学与科研成果，凝聚了作者们的辛勤劳动，也得到了湖南省各高等院校相关专业领导和专家的大力支持。我相信这套教材的出版，对我国计算机科学与技术专业本科教学质量的提高将有很好的促进作用。

由于编委和作者们水平与时间的限制，教材中难免还有不足之处，恳请广大读者批评指正。

A handwritten signature in black ink, reading '陈辉' (Chen Hui). The characters are written in a cursive, flowing style.

二〇一五年 苑月

前 言

数据库原理及应用(技术)是电子信息类专业的重要专业课程,是计算机应用开发人员必须接受的最重要的专业训练之一,是一个优秀计算机工作者必须掌握的基础知识和基本技能。

全书介绍数据库的基本概念与基本技术,以一个完整的应用系统为实例,全面介绍了数据库系统从需求分析到设计、基本操作以及程序的实现。全书分为五篇共 12 章,其中第一篇基础理论篇系统介绍了数据库的基本概念、数据库的发展、数据库的应用、数据库的研究、关系模型及关系系统、典型实例需求分析等。第二篇设计篇系统介绍了数据库设计的步骤与方法以及关系数据库设计理论;第三篇编程与实践篇系统介绍了基本关系操作语言、数据库编程技术、面向对象关系数据库编程、实用系统的开发技术以及基于 Web 与 桌面混合模式的典型实际应用系统的设计与实现等;第四篇系统技术篇系统介绍了数据库的安全性、完整性、事务处理与并发性、可靠性与系统维护等;第五篇高级专题篇系统介绍了数据库技术的新进展、面向对象数据库、分布式数据库以及其他特种数据库包括多媒体数据库、实时数据库、主动数据库、内存数据库、并行数据库及工程数据库等,最后介绍了现代信息的集成技术包括数据仓库技术及联机分析处理、数据挖掘等。

本书是作者多年从事数据库应用与教学,在多次编写讲义、教材的基础上编写而成的。内容充实,循序渐进,选材上注重系统性、先进性、实用性。全书精选了大量例题,且都作了注释,所有例题均已上机通过,可直接引用。

参加本书编写工作的人员主要有:孙星明、张祖平、李军、李智勇、安吉尧、李军义、陈再良、盛津芳、彭三城、张铁楠、唐日成、高金华、胡斌、黄伟、覃遵跃、向华政、姜琼慧、袁鑫攀、余志书等。

由于作者水平所限,加之时间仓促,书中错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 月

目 录

第一篇 基础理论篇

第 1 章 数据库概述	(1)
1.1 数据库技术的产生与发展	(1)
1.2 数据库系统的基本概念	(2)
1.3 数据库内部体系结构	(2)
1.4 数据模型	(2)
1.5 本章小结	(2)
1.6 练习题	(2)
第 2 章 关系数据库	(2)
2.1 关系模型概述	(2)
2.2 关系数据结构	(2)
2.3 关系的完整性	(2)
2.4 关系代数	(2)
2.5 元组关系演算	(2)
2.6 域关系演算语言	(2)
2.7 关系系统	(2)
2.8 关系数据库系统的查询优化	(2)
2.9 本章小结	(2)
2.10 练习题	(2)
第 3 章 实例系统需求	(2)
3.1 引言	(2)
3.2 系统功能需求描述	(2)
3.3 系统信息需求描述	(2)
3.4 系统性能需求	(2)
3.5 本章小结	(2)
3.6 练习题	(2)

第二篇 设计篇

第 源章 关系数据库规范化理论	(缘)
摇摇源源 问题的提出	(缘)
摇摇源源 函数依赖	(缘)
摇摇源源 函数依赖的公理系统	(远)
摇摇源源 规范化	(远)
摇摇源源 关系模式的分解	(苑)
摇摇源源 多值依赖和第四范式	(苑)
摇摇本章小结	(苑)
摇摇练习题	(苑)
第 缘章 数据库设计	(愿)
摇摇缘源 数据库设计概述	(愿)
摇摇缘源 需求分析	(愿)
摇摇缘源 概念结构设计	(愿)
摇摇缘源 逻辑结构设计	(怨)
摇摇缘源 数据库的物理设计	(怨)
摇摇缘源 数据库的实施和维护	(怨)
摇摇本章小结	(员园)
摇摇练习题	(员园)

第三篇 编程与实践篇

第 远章 关系数据库语言 杂蕴	(员员)
摇摇远源 杂蕴语言概述	(员员)
摇摇远源 数据定义	(员员)
摇摇远源 数据查询	(员员)
摇摇远源 数据更新	(员员)
摇摇远源 视图管理	(员员)
摇摇远源 数据控制	(员员)
摇摇远源 杂蕴	(员员)
摇摇本章小结	(员员)
摇摇练习题	(员员)
第 苑章 大型数据库系统编程——孕蕴杂蕴	(员员)
摇摇苑源 孕蕴杂蕴概述	(员员)

第 3 章 数据库的语法	(3)
第 3.1 节 数据库流程控制	(3)
第 3.2 节 数据库游标	(3)
第 3.3 节 数据库存储过程	(3)
第 3.4 节 数据库触发器	(3)
第 3.5 节 数据库异常处理	(3)
第 3.6 节 数据库事务控制命令	(3)
第 3 章 本章小结	(3)
第 3 章 练习题	(3)
第 4 章 面向对象关系数据库编程	(4)
第 4.1 节 数据库概述	(4)
第 4.2 节 数据库对象联系图	(4)
第 4.3 节 数据库面向对象的数据类型	(4)
第 4.4 节 数据库面向对象的定义语言	(4)
第 4.5 节 数据库面向对象的查询语言	(4)
第 4 章 本章小结	(4)
第 4 章 练习题	(4)
第 5 章 实用系统的开发技术	(5)
第 5.1 节 数据库与开发工具	(5)
第 5.2 节 数据库开发接口	(5)
第 5.3 节 数据库模式选择	(5)
第 5.4 节 数据库基于数据库的系统开发	(5)
第 5 章 本章小结	(5)
第 5 章 练习题	(5)
第 6 章 数据库典型实例系统开发——图书借阅管理系统	(6)
第 6.1 节 数据库系统的数据库设计与实现	(6)
第 6.2 节 数据库应用程序总体设计	(6)
第 6.3 节 数据库图书馆借阅管理子系统的设计与实现	(6)
第 6.4 节 数据库网上图书馆子系统的设计与实现	(6)
第 6 章 本章小结	(6)
第 6 章 练习题	(6)

第四篇 系统技术篇

第 7 章 数据库安全性	(7)
第 7.1 节 数据库计算机安全性概论	(7)

摇摇员源章数据库安全性控制	(圆苑)
摇摇员源章数据库水印技术	(圆苑)
摇摇员源章数据库系统防黑客入侵技术	(圆苑)
摇摇员源章数据库的安全性	(圆苑)
摇摇员源章数据库建立安全性策略	(圆苑)
摇摇本章小结	(圆苑)
摇摇练习题	(圆苑)
第 员章数据库完整性	(圆苑)
摇摇员章完整性约束条件	(圆苑)
摇摇员章数据库完整性控制	(圆苑)
摇摇员章数据库的完整性控制	(圆苑)
摇摇员章数据库的完整性	(圆苑)
摇摇本章小结	(圆苑)
摇摇练习题	(圆苑)
第 员章事务处理与并发控制	(圆苑)
摇摇员章事务处理	(圆苑)
摇摇员章并发控制	(圆苑)
摇摇员章基于加锁的并发控制	(圆苑)
摇摇员章不加锁的并发控制	(圆苑)
摇摇员章数据库恢复管理	(圆苑)
摇摇员章数据库的并发控制	(圆苑)
摇摇本章小结	(圆苑)
摇摇练习题	(圆苑)
第 员章可靠性与系统维护	(圆苑)
摇摇员章系统可靠性	(圆苑)
摇摇员章数据库恢复	(圆苑)
摇摇员章数据库的运行与维护	(圆苑)
摇摇本章小结	(圆苑)
摇摇练习题	(圆苑)

第五篇 高级专题篇

第 员章数据库技术新进展	(圆苑)
摇摇员章数据库技术的发展过程	(圆苑)
摇摇员章数据库新技术的发展方向	(圆苑)
摇摇本章小结	(圆苑)

练习	(猿)
第 猿章 面向对象数据库	(猿)
猿.1 概述	(猿)
猿.2 面向对象数据模型	(猿)
猿.3 面向对象数据库语言	(猿)
练习	(猿)
第 肆章 分布式数据库系统	(猿)
肆.1 概述	(猿)
肆.2 分布式数据库系统的体系结构	(猿)
肆.3 分布式数据库的查询处理和优化	(猿)
肆.4 分布式事务处理	(猿)
本章小结	(猿)
练习	(猿)
第 伍章 其他数据库系统	(猿)
伍.1 多媒体数据库	(猿)
伍.2 时态数据库	(猿)
伍.3 实时数据库	(猿)
伍.4 主动数据库	(猿)
伍.5 内存数据库	(猿)
伍.6 海量数据库技术	(猿)
伍.7 工程数据库系统	(猿)
本章小结	(猿)
练习	(猿)
第 陆章 现代信息集成技术	(猿)
陆.1 数据仓库技术	(猿)
陆.2 多维数据模型与数据立方体	(猿)
陆.3 联机分析处理	(猿)
陆.4 数据挖掘	(猿)
本章小结	(猿)
练习	(猿)

第一篇 基础理论篇

第 1 章 数据库概述

数据库技术是 20 世纪 50 年代后期产生和发展起来的一项计算机数据管理技术，是现代计算机信息系统和计算机应用系统的基础和核心。它的出现使计算机应用到人类社会的广阔领域。目前数据库的建设规模和性能、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。数据库技术也已成为计算机科学与技术学科的一个重要分支。

本章首先讨论数据库系统的产生与发展；随后介绍数据库的基本概念，包括信息与数据、数据库、数据库系统、数据库管理系统等；然后介绍了数据模型；最后讨论数据库的内部体系结构。通过本章的学习，希望大家对数据库的原理和思想有一个概括性的了解，并掌握继续学习数据库知识的一些必要概念。

1.1 数据库技术的产生与发展

最早的计算机主要应用于军事和科学研究领域，随着计算机理论研究的深入和计算机技术的发展，从 20 世纪 50 年代开始，计算机主要应用领域逐渐转变到了一般的业务以及事务处理。伴随着这种转变的逐渐深入，以数据处理为核心的数据库技术随之发展与成熟起来，成为计算机科学技术与应用中最为广泛和最为重要的领域之一。

所谓数据处理，就是从已有数据出发，经过适当加工处理得到新的所需要的数据。数据处理一般分为数据计算和数据管理两部分。数据计算相对简单，而数据管理却比较复杂，是数据处理过程的主要内容与核心部分。一般认为，数据管理主要是指数据的收集、整理、组织、存储、维护、检索和传送等操作。从数据管理角度来看，计算机数据处理技术经历了如下几个阶段：

- (1) 人工管理阶段。
- (2) 文件系统阶段。
- (3) 数据库系统阶段。
- (4) 高级数据库技术阶段。

1.1.1 人工管理阶段

自 20 世纪 40 年代计算机问世后，在一段时间内，人们主要利用它进行科学计算，其他方面的工

作基本上没有展开。数据的人工管理阶段出现在 员缘- 员缘年之间。在此期间，人们逐步认识到，数据管理中有许多工作是机械和重复的，而机械的事情当然最适合于机器来做，因此使用计算机管理数据就成为一种自然的考虑与趋势。当时硬件状况是没有可供直接访问的磁盘等存储设备，外存只有卡片机、磁带机，输入设备没有键盘、鼠标，只有“开始”、“停止”等简单控制计算机的按钮。在软件环境中，没有通用的操作系统，只有汇编语言；没有数据管理方面的软件，只有数据批处理方式。

人工管理的特点就是使用计算机管理数据，速度加快，效率提高。但其基本特征(现在看来也是缺陷)就是数据与应用一一对应，基于物理方式存取数据，用户必须掌握数据在计算机中确切的存储地址和存取方式。具体来说就是：

员数据不保存

由于主要用于科学计算，一般不需要将数据长期保存。计算某一课题时将数据输入，计算完毕后就将从数据撤走。对于用户提供的数据是如此处置，系统软件运行过程中产生的数据也是同样处理。

圆应用程序管理数据

由于没有相应软件系统完成数据的管理工作，应用程序不仅要规定好数据的逻辑结构，还要设计出数据物理结构，如存储结构、存取路径和输入方法等。

猿数据无共享

由于数据面向应用程序，一组数据只能对应于一个程序。在出现多个不同程序涉及相同数据这一常见现象时，必须各自定义，难以相互参照利用，造成数据大量冗余。

源数据不独立

由于应用程序管理数据，当数据的逻辑结构和物理结构变动时，必须对应用程序进行相应改变，使用户的负担相当沉重。

人工管理阶段数据与应用程序间的对应关系如图 员原所示。

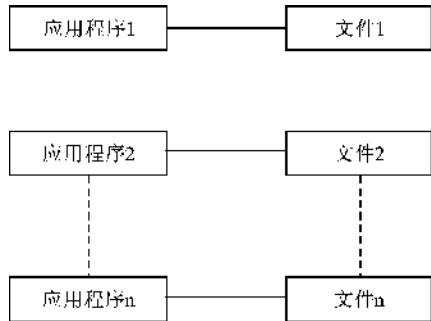


图 员原 人工管理阶段数据与应用程序之间的对应关系

员文件操作系统阶段

采用文件系统处理数据是从 圆世纪 缘年代中期到 远年代中期，大约 员年左右。在这一段时期，计算机不仅用于科学计算，同时也开始用于信息处理。由于信息量逐渐增加，数据存储、数据检索和数据维护已经成为实际应用中紧迫需要的数据操作，随之而来的就是数据结构和数据管理技术的兴起与发展。在这个阶段，硬件情形有了很大的改进，出现了磁盘、磁鼓等直接存储设备。软件方面如高级语言和操作系统相继出现，而且在操作系统中也有了专门的数据管理软件，一般将其称为文件系统；另外，数据处理不仅有批处理的作业方式，还有共享的实时处理方式。

文件系统处理数据具有下述特点：

员数据长期保存

由于大量使用计算机进行数据处理，而其中一个关键问题就是需要反复进行查询和更新

(插入、删除和修改)等基本操作,因此数据就以文件形式长期保留在计算机外部存储设备中。

数据组织成相互独立的数据文件

这种数据文件即可以按照文件名访问数据。

应用程序与数据文件存在多对多的关系

这种关系即一个应用程序可以使用多个数据文件,一个数据文件也可以被多个应用程序所使用。

具有一定的共享性

此时文件共享只是对于某一类应用而言,范围不够广泛,距人们对数据处理所期望的共享性尚有距离。

文件系统阶段中应用程序与数据之间的对应关系如图 1-1 所示。

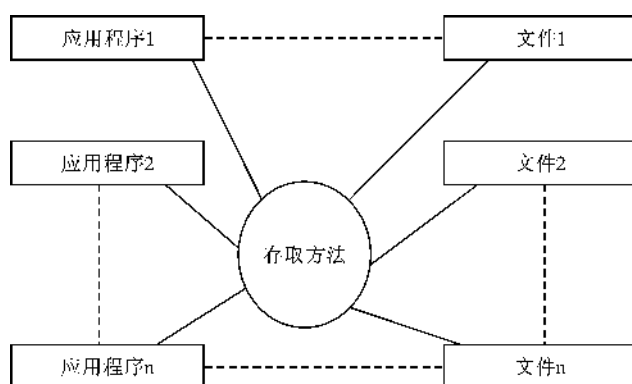


图 1-1 文件系统阶段中应用程序与数据之间的对应关系

数据库系统阶段

进入 20 世纪 50 年代,随着计算机应用领域的日益拓展,计算机用于数据管理的规模越来越大,基于文件系统的数据库管理技术无法满足实际应用广泛而又迫切的需要。在这一时期,计算机硬件技术得到了飞速发展,大容量磁盘、磁盘阵列等基本的数据存储技术日益成熟,有效的存储硬件陆续进入市场,同时价格却在不断下降;同时许多厂家和公司竞相投入到数据库管理技术的开发和研制中去,软件环境迅速完善。在迫切的实际需求和良好的硬、软件环境中,数据库系统应运而生。与人工管理和文件系统相比,数据库系统主要有如下主要特点。

数据高度结构化

数据结构化是数据库系统与文件管理系统的根本区别。从整体上讲,文件系统的数据库是没有结构的。譬如 字典文件,其中的数据就没有结构,即文件的记录之间没有联系,例如,可以把一个职工的职工信息放在一段中,也可以把多个部门信息放在一段中,尽管它可以显示职工和部门的信息,但没有相应的记录结构,处理数据较为麻烦。如果查找一名员工的信息,必须浏览整个文件。当数据量比较少时,问题不大,但如果数据量很大,浏览成千上万条员工信息将是一件很困难的工作。

数据库系统不仅要考虑数据项之间的联系,还要考虑数据类型之间的联系。例如,在一

个企业中通常会有人事系统、工资系统、库存系统和销售系统等。如果采用文件系统进行管理，相应数据都必须存放在相互分割的文件中。显然上述各个系统之间是有客观联系的，而使用文件管理系统就人为地将它们割裂开来，使得相互联系只能通过应用程序才能体现出来。

数据库系统实现了整体数据的结构化，这是数据库的主要特征。在数据库系统中，数据不再针对某一项应用，而是面对所论及问题的整体。

数据库数据的共享性高、冗余度低、易于扩充

数据库中的数据是高度共享的，也就是说：同一个用户可以因不同的应用目的访问同一数据，不同用户可以同时访问同一数据，即所谓的“并发访问”。

数据共享程度直接关系到数据的冗余程度。数据库系统是从整体架构来描述数据的，数据不再面向某个特定的应用程序而是面向整个系统，因此可以大大减少数据冗余，节省存储空间。

数据库数据独立性高

用户只需关注数据库名称、数据文件名称和文件中的属性名称等逻辑概念，而不用过多考虑数据的实际物理存储，也就是不需要关心实际数据究竟存储在磁盘的什么位置。这样一来，数据与应用程序之间就具有了独立性，数据的定义和描述就可以从应用程序中分离出来；而且由于具有数据独立性，就有可能开发出专门用于数据管理的系统软件，即数据库管理系统，通过这个系统具体处理数据的存取路径等技术细节，从而简化了应用程序的编写，减少了应用程序维护和修改的开销。

数据库管理系统

数据库是一个多级系统结构，需要一组软件提供相应的工具进行数据的管理和控制，以达到保证数据的安全性和一致性的基本要求。这样一组软件就是数据库管理系统(数据库管理系统的基本功能随着系统的不同而有所差异，但一般都具有以下功能：①数据的并发控制；②数据的安全性保护；③数据的完整性检查；④数据库故障恢复等。

现代数据库中除了提供数据库之外，还提供各种各样的应用开发工具和客户端数据库工具，例如数据库的查询分析器等。

数据库系统阶段应用程序与数据间的对应关系如图1-1所示。

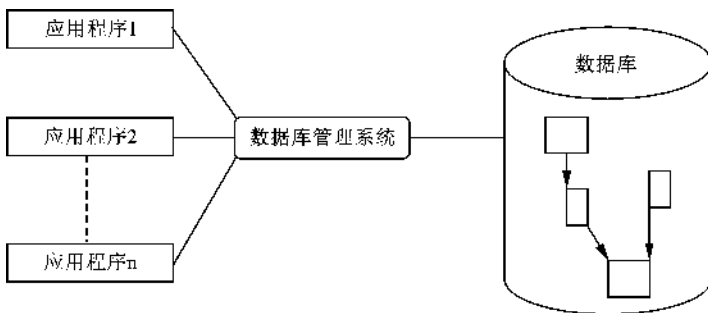


图 1-1 数据库系统阶段应用程序与数据之间的对应关系

1.1 数据库高级数据库技术阶段

数据库系统阶段主要经历了层次数据库系统、网状数据库系统和关系数据库系统的发展过程。自 20 世纪 70 年代以来,这种数据库系统奠定了数据库技术的基础概念、一般原理和基本方法。进入 20 世纪 80 年代,由于硬件技术的飞速发展和软件环境的持续改善,数据库技术与其他计算机分支技术加速融合,新的、更高一级的数据库技术相继出现并得到发展,使数据管理进入到高级数据库阶段。从 20 世纪 80 年代末期以来就逐渐产生了各种专用数据库系统,比如多媒体数据库、分布式数据库、时态数据库、实时数据库、内存数据库;事务数据库和工程数据库等;在 20 世纪 90 年代初、中期,面对多种多样的专用数据库,人们也相继发现了一系列问题,最主要的是这些数据库系统专用性较强而缺乏通用性,在很大程度上影响了其推广使用。人们又一次进行反思,认识到通用性数据库可能才是数据库发展的必然之路。在这种思想指导下,主要出现了以下几个具有通用性的数据库系统:① 面向对象数据库系统;② 知识库系统;③ 关系数据库系统扩充。随后,由于面向对象数据库系统与知识库系统在发展过程中遇到了算法上的障碍和应用中的困难,进一步改造关系数据库并扩充其功能成为近年来的主要方向,所以又出现了如下的数据库技术:① 对象关系数据库;② 宰藻数据库;③ 主动数据库技术以及现在所谓的数据集成技术。

1.2 数据库系统在计算机领域中的地位与意义

数据库系统的出现是计算机应用的一个里程碑。数据库技术作为计算机领域的基本学科,已经成为整个计算机信息系统与应用领域的核心技术和重要基础,有着重要的学科地位和意义。

(一) 数据库技术是计算机领域中最重要技术之一,也是计算机软件学科的一个独立分支,因此吸引着大量杰出人才献身其中,为计算机理论与技术发展作出了重要贡献。在数据库领域,先后出现了 1974 年图灵奖获得者、1975 年图灵奖获得者、1976 年图灵奖获得者三位图灵(裁理)大奖获得者,而图灵奖被认为是计算机领域中的诺贝尔奖。计算机的飞速发展,造就了许多重要的分支领域,出现了不少杰出人物,但在同一个学科领域中,有着三位图灵奖得主,这种现象并不多见。

(二) 当今世界,计算机应用已经深入到社会的各个方面。数据库技术作为计算机领域基本应用技术之一,不仅在传统的商业领域、事务处理领域中发挥着极大作用,而且在非传统应用中也起着越来越重要的支撑作用。据不完全统计,数据库技术应用就占了整个计算机应用的 1/3 以上。

(三) 从当前情况看,计算机网络和多媒体技术已经成为信息技术的基本潮流。一方面,随着市场巨大的需求以及技术条件的日益成熟,基于宰藻的对于非传统复合类型数据(多媒体数据)的存储、查询和处理,将会成为新世纪数据库应用的主流技术。另一方面,计算机新技术与数据库技术相互融合与促进,也是新技术本身发挥作用和保持强劲发展势头的重要前提之一。

随着全球化的浪潮,人类社会已经从工业社会快步迈向信息化社会,信息已经成为经济发展的战略资源,信息技术也成为了社会生产力重要组成部分。数据库作为信息技术最有效和最重要的方法,正在成为信息化社会中信息资源管理与开发的基础。对于一个国家而言,

数据库使用的规模与水平是其国家现代化程度的重要标志。

由上述讨论可以看到,数据库系统基本原理与相关技术的学习成功与否,对于我们今后的工作与应用、深造与发展都会产生重要的影响。

数据库技术的主要研究领域

数据库管理系统软件的研制

数据库管理系统(简称DBMS)是数据库系统的基础与核心,因此,开发可靠性好、效率高、功能全的DBMS始终是数据库技术的重要内容。此外,为充分发挥数据库的应用功能,还需要开发某些必须的、能在DBMS基础之上运行的软件系统,其中包括数据通信软件、报表系统和图形系统等。因此研制以DBMS为核心的一组相互关联的软件系统或者软件工具包也是当前数据库软件产品的发展方向。

随着应用领域不断扩大,数据库不仅应用于管理中,还大量应用于工程设计领域。这时需要对图形、图像和声音等多媒体数据进行操作与管理。多媒体数据与传统数据在格式上有很大区别(如图像和声音,一般认为是非格式化数据),处理要求与传统数据也不相同。研究数据库在这方面的应用是一个新的课题。随着计算机速度的快速提高,内存和外存空间的不断增大,DBMS就需要为多媒体数据库管理系统研究提供相应技术支持。

数据库应用系统设计与实现

在DBMS的支持下,数据库应用系统设计与实现的一项主要工作,就是按照用户需求为某一部部门或组织设计和实现一个功能强大、效率较高、使用方便和结构优良的数据库及其配套的应用程序系统。数据库应用系统设计的主要研究课题有数据库设计方法、自动化设计工具和设计理论的研究、数据模型和数据建模的研究、计算机辅助数据设计方法及其软件系统的研究,以及数据库设计规范和设计标准等。

数据库理论

如前所述,自20世纪50年代以来,数据库和信息技术已经系统地从原始的文件处理演化到复杂的、功能强大的数据库系统。自20世纪60年代以来,数据库系统的研究和开发已经从层次和网状数据库系统发展到开发关系数据库系统、数据建模工具、索引和数据组织技术。此外,用户通过查询语言、用户界面、优化的查询处理和事务管理,可以方便、灵活地访问数据。联机事务处理(OLTP,即联机事务处理)将查询看做读事务,为关系技术的发展和将关系技术作为大量数据的有效存储、检索和管理的主要工具作出了重要贡献。自20世纪60年代中期以来,数据库技术的特点是广泛接受关系技术,研究和开发新的、功能强大的数据库系统。这些系统使用了先进的数据模型,如扩充关系模型、面向对象模型、对象原关系模型和演绎模型。包括空间的、时间的、多媒体的、主动的和科学的数据库、知识库、办公信息库在内的面向应用的数据库系统。设计分布性、多样性和数据共享问题被广泛研究。异种数据库和基于数据库的全球信息系统,如OLAP的出现,已成为信息产业的生力军。最近出现了一种数据库结构叫做数据仓库,这是一种多个异种数据源在单个站点以统一模式组织的存储方式,以支持管理决策。数据仓库技术包括数据清理、数据集成和联机分析处理(OLAP,即联机分析处理)。OLAP是一种分析技术,具有汇总、合并和聚集功能,以及从不同的角度观察信息的能力。数据的丰富带来了强有力的数据分析工具的需求,大量的数据被描述为“数据丰富,但信息贫乏”。这时,从大量数据中提取或者“挖掘”知识,自

然地成为了数据库技术发展的下一个目标。数据库技术演化的大致过程如图 1-1 所示。

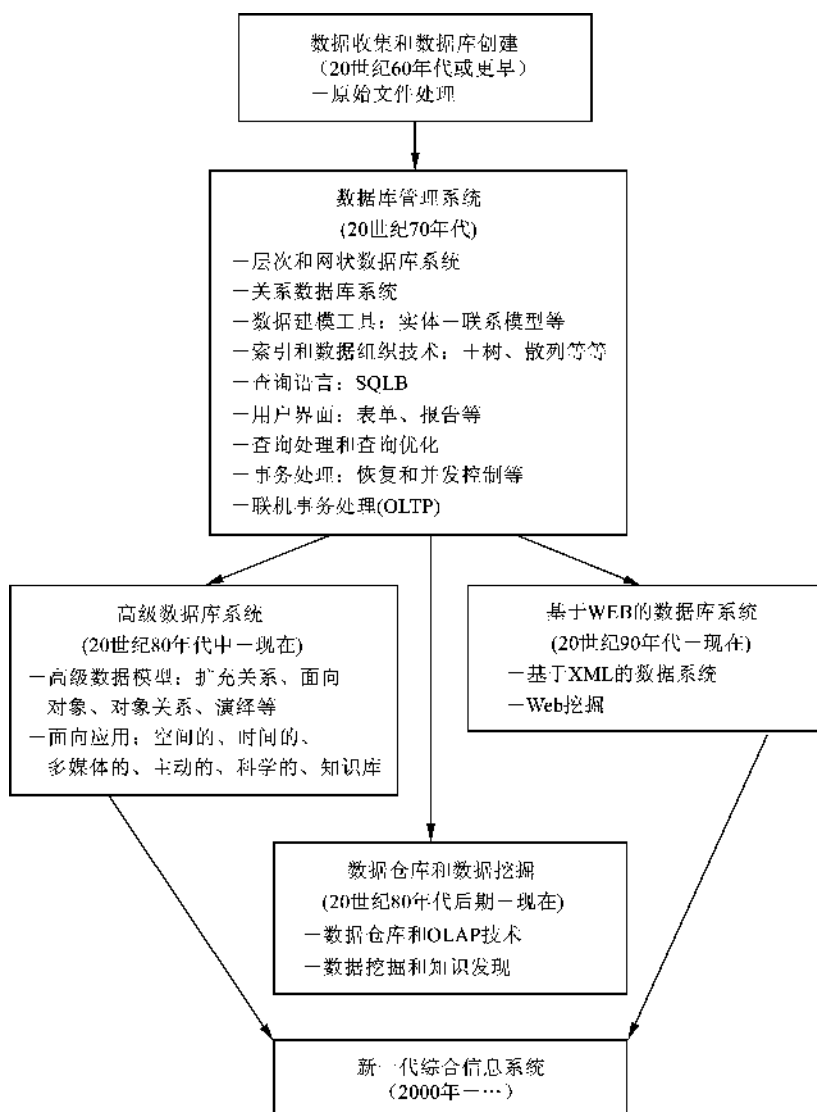


图 1-1 数据库技术的演化

数据库系统的基本概念

在本节我们将介绍数据库系统中的基本概念，主要有数据、信息、数据库、数据库管理系统、数据库系统等。

信息、数据与数据处理

数据与信息

数据是数据库系统研究和处理的基本对象，数据表示信息，信息通过数据来表示，信息