



高等院校计算机类课程“十二五”规划教材

Visual FoxPro程序设计

Visual FoxPro CHENGXU SHEJI

主 编◎陈 锐 扶 晓

副主编◎刘 劲 吕 杰 谭晓玲



可下载教学资源

<http://www.hfutpress.com.cn>
<http://blog.csdn.net/crcr>
nwuchenrui@126.com



7P311.13870
20131

高等院校计算机类课程“十二五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计

主 编 陈 锐 扶 晓
副主编 刘 劲 吕 杰 谭晓玲
参 编 陈柳巍 张妮妮 王 悦
苏锡锋 邢 容 白云飞



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

内容提要

本书是根据教育部关于计算机基础教育的指导性意见,并依据全国计算机等级考试二级(Visual FoxPro)考试大纲要求,结合目前我国高等院校计算机课程开设的实际情况,融会作者多年从事计算机教学的实际经验编写而成。

本书以 Visual FoxPro 6.0 为软件平台,全面介绍了数据库系统的概念、使用、管理和开发等内容。具体内容包括数据库系统的基本概念、Visual FoxPro 语言基础、数据库与表、查询和视图、程序设计基础、面向对象程序设计与表单设计、菜单设计、报表与标签设计、数据库应用程序的开发、Visual FoxPro 与其他应用程序的数据共享等。本书配有丰富的例题、习题以及必要的附录,完全可以满足学校教学和读者开发应用程序的需要。

本书内容新颖、组织合理、实例丰富、讲解通俗易懂,突出系统性和实践性,可以作为高等学校 Visual FoxPro 程序课程的教材,也可作为参加计算机等级考试人员的参考用书,还可供计算机爱好者和各种培训班使用。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计/陈锐,扶晓主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2012. 10
ISBN 978 - 7 - 5650 - 0952 - 5

I. ①V… II. ①陈…②扶… III. ①关系数据库系统—数据库管理系统—程序设计—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 244546 号

Visual FoxPro 程序设计

陈 锐 扶 晓 主 编

责任编辑 汤礼广 石金桃

出 版 合肥工业大学出版社

版 次 2012 年 10 月第 1 版

地 址 合肥市屯溪路 193 号

印 次 2012 年 10 月第 1 次印刷

邮 编 230009

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

电 话 理工编辑部:0551-2903087

印 张 17.5

市场营销部:0551-2903163

字 数 413 千字

网 址 www.hfutpress.com.cn

印 刷 合肥学苑印务有限公司

E-mail hfutpress@163.com

发 行 全国新华书店

ISBN 978 - 7 - 5650 - 0952 - 5

定价: 35.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前言

数据处理和信息管理是计算机最广泛的应用领域,而数据库技术则是当今在该领域中采用的主要技术手段。Visual FoxPro 是由 Microsoft 公司推出的优秀小型数据库管理系统,它具有功能较强、操作方便、简单实用和用户界面友好等特性。在高校计算机基础课中,Visual FoxPro 程序设计是首选的程序语言类课程之一,也是全国计算机等级考试二级考试的主要考试科目之一。

为帮助读者学好 Visual FoxPro 语言,能够熟练运用 Visual FoxPro 语言编程,我们特编写本书。

本书以 Visual FoxPro 6.0 为背景,淡化版本意识,重点介绍数据库系统的基本概念、基本原理,讲解 Visual FoxPro 的基本操作及其功能和应用。

本书作者多年来一直从事 Visual FoxPro 程序设计的教学与研究工作,具有较为丰富的科研实践经验与程序开发能力,对程序设计有深入的研究,本书正是作者多年来丰富的教学和实践经验的结晶。

本书的特点

1. 理论严谨,知识完整

本书对基本理论进行了全面、准确地论析,可让读者形成完备的知识体系。本书在组织上紧扣计算机程序设计课程的本科教学大纲,同时参考《全国计算机等级考试二级大纲》的有关要求,从数据库基本概念、原理出发,介绍了数据库对象的基本操作、数据表的建立与编辑及使用、程序设计基础、面向对象程序设计以及数据库应用程序的开发等内容,做到了结构合理,脉络清楚。

2. 入门快速,易教易学

本书具有“上手快、易教学”的特点。在组织内容时,本书采用任务来驱动,用一个案例贯穿全书,以教与学的实际需要取材谋篇。各章在阐述基本概念和要点的同时,均通过相应的范例来进一步说明问题,以加深读者的理解。各章后均附有一定数量的习题,便于读者复习。

3. 学以致用,注重能力

本书将实际开发经验融入基本理论之中,力求使读者在掌握基本理论的同时,获得实际开发的基本思想和方法,并得到一定程度的项目开发实训,以培养学生独立开发较为复杂的系统的能力。

4. 深入浅出,循序渐进

本书对内容和示例的安排尽量做到难点分散、前后连贯;论述时循序渐进,力求层次安排清晰、步骤介绍详细,便于学生理解和实现。

本书的内容

第1章:主要介绍了数据库和数据库管理系统的基本概念,并对 Visual FoxPro 系统进行了简单介绍。

第2章:主要介绍了 Visual FoxPro 各种数据类型、Visual FoxPro 常用命令以及常见函数的基础知识。

第3章:主要介绍了数据库和数据表的基本操作,包括数据库和数据表的建立、维护与使用,数据记录的输入与修改、统计与汇总、排序与索引,以及记录的查询和多表操作等。

第4章:主要介绍了数据库标准语言 SQL,以及查询设计器和视图设计器的使用。

第5章:主要介绍了传统的面向过程的程序设计方法,在阐述顺序、选择、循环3种基本程序结构及相应流程控制语句的同时,介绍了模块化程序设计思想。

第6章:主要介绍了面向对象程序设计的概念及方法,着重介绍表设计器的使用和基本表单控件。

第7章:主要介绍了菜单设计器的使用、下拉式菜单以及快捷菜单的建立方法。

第8章:主要介绍了报表和标签的建立以及报表的设计方法。

第9章:主要介绍了应用程序的开发和发布过程。

第10章:主要介绍了不同应用程序间数据的导入、导出和共享。

本书由陈锐(高级程序员)、扶晓(空军航空大学)主编,刘劲(空军航空大学)、吕杰(焦作市教育局)、谭晓玲(重庆三峡学院)担任副主编,陈柳巍、张妮妮、王悦、苏锡锋、邢容、白云飞参编。全书由陈锐负责统稿。

由于作者水平有限,书中难免存在一些不足之处,恳请读者批评指正。

在使用本书的过程中,若有疑惑,或想索取本书的例题代码,请从 <http://blog.csdn.net/crcr> 或 <http://www.hfutpress.com.cn> 下载,或通过电子邮件 nwuchenrui@126.com 进行联系。

作 者

目 录

第 1 章 数据库系统概述	(1)
1.1 信息、数据和数据处理	(1)
1.2 数据库系统的组成	(6)
1.3 关系数据库系统	(13)
1.4 Visual FoxPro 系统简介	(16)
小 结	(24)
第 2 章 Visual FoxPro 语言基础	(26)
2.1 数据与数据运算	(26)
2.2 Visual FoxPro 命令的一般格式	(34)
2.3 变 量	(36)
2.4 函 数	(39)
小 结	(57)
第 3 章 数据库与表	(59)
3.1 Visual FoxPro 数据库设计概述	(59)
3.2 数据库建立及基本操作	(60)
3.3 数据的完整性	(63)
3.4 数据表的建立	(66)
3.5 表的基本操作及维护	(74)
3.6 表的排序和索引	(81)
3.7 表的查询	(88)
3.8 表中数值字段的统计	(90)
3.9 多表操作	(93)
小 结	(100)

第4章 查询和视图	(103)
4.1 关系数据库标准语言 SQL	(103)
4.2 查询设计器	(109)
4.3 视图设计器	(113)
小 结	(118)
第5章 程序设计基础	(120)
5.1 程序文件的建立、修改和运行	(120)
5.2 顺序结构程序及特点	(121)
5.3 选择结构程序设计	(125)
5.4 循环结构程序设计	(129)
5.5 模块化程序设计	(135)
5.6 环境设置	(142)
小 结	(142)
第6章 面向对象程序设计与表单设计	(145)
6.1 面向对象程序设计的概念	(145)
6.2 Visual FoxPro 中的对象与表单设计	(149)
6.3 表单设计器	(160)
6.4 基本表单控件	(171)
小 结	(185)
第7章 菜单设计	(187)
7.1 菜单简介	(187)
7.2 菜单设计器的使用	(188)
7.3 建立快捷菜单	(196)
小 结	(198)
第8章 报表与标签设计	(200)
8.1 建立报表	(200)
8.2 报表设计	(207)

8.3 分组报表与报表变量	(213)
8.4 标 签	(216)
小 结	(217)
第 9 章 数据库应用程序的开发	(218)
9.1 数据库应用程序的开发过程	(218)
9.2 发布应用程序	(223)
小 结	(226)
第 10 章 Visual FoxPro 与其他应用程序的数据共享	(228)
10.1 数据导入	(228)
10.2 数据导出	(231)
10.3 数据共享	(232)
小 结	(236)
参考文献	(272)

第1章

数据库系统概述

随着计算机技术的发展,计算机的主要应用已从传统的科学计算转变为事务数据处理。在事务处理过程中,并不需要复杂的科学计算,而是需要进行大量数据的存储、查找、统计等工作,如教学管理、人事管理、财务管理等。这需要对大量数据进行管理,数据库技术是目前最先进的数据管理技术。

1.1 信息、数据和数据处理

数据库技术离不开信息、数据和数据处理,在此,首先介绍信息、数据、数据处理的概念和数据库的发展历程等知识,为后续学习奠定基础。

1.1.1 信息与数据

信息泛指通过各种方式传播的、可被感受的声音、文字、图像、符号等所表征的某一特定事物的消息、情报或知识。换句话说,信息是对客观事物的反映,是为某一特定目的而提供的决策依据。在现实世界中,人们经常接触各种各样的信息,并根据这些信息制定决策。例如,在商店购买某种商品时,首先要了解该商品的价格、款式或花色,根据这些信息决定是否购买;再如,可以根据电视节目预告来决定是否收看等等。

数据是指表达信息的某种物理符号。对数据库技术来讲,数据是指能被计算机存储和处理的、反映客观事物的物理符号序列。数据反映信息,而信息依靠数据来表达。表达信息的符号不仅可以是数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式的数据,还可以是图形、图像、动画、影像、声音等多媒体数据。在计算机中,主要使用磁盘、光盘等外部存储器来存储数据,通过计算机软件 and 应用程序来管理及处理数据。

1.1.2 数据处理

数据处理是指从已知数据出发,参照相关数据进行加工计算,从中产生出一些新的数据,这些新的数据又表示了新的信息,可以用来作为某种决策的依据。例如,建筑工程预算,需要通过施工图中的数据,参照建材价格表的有关数据,计算出工程费用,这个费

用就是信息,是通过数据处理后得到的。信息是一项非常重要的资源,需要认真的研究。

数据处理的特点是计算比较简单,但是涉及的数据量非常大,各种数据之间往往存在着复杂的联系,因此数据处理的核心是数据管理。

数据管理是对数据的收集、整理、组织、存储、分类、查询、维护和传送等各种操作的统称,是数据处理工作中的基本环节。因此,如何对数据进行有效的管理就显得尤为突出,数据管理技术正是在这一背景下应运而生。

1.1.3 数据管理技术的发展

随着计算机硬件、软件技术的不断发展,数据管理技术经历了人工管理、文件系统和数据库系统 3 个阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要用于科学计算。当时的计算机硬件状况:外存储器只有磁带、卡片、纸带,没有磁盘等可以直接存取的外部存储设备;软件状况:没有操作系统和数据管理软件。

人工管理阶段的数据处理有如下特点:

(1)数据不持久保存。因为计算机主要应用于科学计算,只是在计算某一具体实例时将应用程序和数据一起输入,无论是应用程序还是数据,任务完成后就从内存中释放。

(2)无专门软件对数据进行统一管理。数据的管理由应用程序对其进行管理,应用程序不仅要规定数据的逻辑结构,而且还要设计数据的物理结构,包括存储结构、存取方法、输入/输出方式等。

(3)数据不共享。一组数据对应一个程序,数据是面向应用的,即使两个应用程序涉及某些相同的数据,也必须各自定义,无法互相利用,互相参照,所以程序与程序之间有大量的冗余数据。

(4)数据和应用程序不具有独立性。由于数据要由应用程序进行管理,数据与应用程序密切相关,当数据的逻辑结构或物理结构改变时,程序中存取数据的子程序必须做相应的改变。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期,随着计算机硬件和软件的发展,计算机不仅用于科学计算,还大量用于管理。这时计算机的硬件方面已经有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备。在软件方面,操作系统中已经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文件批处理而且能够联机实时处理。

文件系统阶段管理数据有如下优点:

(1)数据可以持久保存。由于计算机大量用于数据处理,数据需要长期存储在外存上,以供应用程序反复调用。

(2)由文件系统管理数据。由于有软件进行数据管理,程序和数据之间由软件提供存取方法进行转换,有共同的数据查询与修改的管理模块,文件的逻辑结构与存储结构由系统进行转换,使程序与数据有了一定的独立性。

文件系统阶段管理数据有如下缺点:

(1)数据共享性差,数据冗余度大。文件系统中文件基本上对应于某个应用程序,也就是说,数据还是面向应用的。当不同的应用程序所需要的数据有部分不同时,也必须建立各自的文件,而不能共享相同的数据,因此,数据冗余度大,浪费存储空间。同时,由于相同数据的重复存储和各自管理,给数据的修改和维护带来了困难,容易造成数据的不一致。

(2)数据独立性差。文件系统中文件是为某一特定应用服务的。文件的逻辑结构对该应用程序来说是优化的,因此,要想再增加一些新的应用是很困难的,系统不容易扩充。一旦数据结构的逻辑结构改变,必须修改应用程序,修改文件结构的定义;而应用程序的改变(如应用程序所使用的高级语言的变化等),也将影响文件的数据结构的改变,数据和程序缺乏独立性。

文件系统存在的问题阻碍了数据处理技术的发展,不能满足日益增长的用户需求,这正是数据库技术产生的原动力,也是数据库产生的背景。

3. 数据库系统阶段

从20世纪60年代后期开始,计算机管理的数据量急剧增长,并且对数据共享的需求日益增强,文件系统的数据库管理方法已无法适应开发应用系统的需求。为了实现计算机对数据的统一管理,达到数据共享的目的,数据库技术应运而生。

数据库技术的主要目的是有效地管理和存取大量的数据资源,包括提高数据的共享性,使多个用户能够同时访问数据库中的数据;降低数据的冗余度,以提高数据的一致性和完整性;提供数据与应用程序的独立性,从而减少应用程序的开发和维护代价。

1.1.4 数据库技术的发展

数据库技术已经成为先进信息技术的重要组成部分,是现代计算机信息系统和计算机应用系统的基础和核心。数据库技术根据数据模型的发展,可以划分为3个阶段:第一代的网状和层次数据库系统;第二代的关系数据库系统;第三代的以面向对象模型为主要特征的数据库系统。

第一代数据库的代表是1969年IBM公司研制的层次模型的数据库管理系统IMS和20世纪70年代美国数据库系统语言协商CODASYL下属数据库任务组DBTG提议的网状模型。层次模型对应的是定向有序树,网状模型对应的是有向图,这两种数据库奠定了现代数据库发展的基础。它们具有如下共同点:(1)支持三级模式(外模式、模式和内模式),保证数据库系统具有数据与程序的物理独立性和一定的逻辑独立性;(2)用存取路径来表示数据之间的联系;(3)有独立的数据定义语言;(4)导航式的数据操作语言。

第二代数据库的主要特征是支持关系数据模型(数据结构、关系操作、数据完整性)。关系模型具有以下特点:(1)关系模型的概念单一,实体和实体之间的联系用关系来表示;(2)以关系数学为基础;(3)数据的物理存储和存取路径对用户不透明;(4)关系数据库语言是非过程化的。

第三代数据库产生于20世纪80年代,随着科学技术的不断进步,各个行业领域对

数据库技术提出了更多的需求,关系型数据库已经不能完全满足需求,于是产生了第三代数据库。它主要有以下特点:(1)支持数据管理、对象管理和知识管理;(2)保持和继承了第二代数据库系统的技术;(3)对其他系统开放,支持数据库语言标准,支持标准网络协议,有良好的可移植性、可连接性、可扩展性和互操作性等。第三代数据库支持多种数据模型(如关系模型和面向对象的模型等),并和诸多新技术相结合(如分布处理技术、并行计算技术、人工智能技术、多媒体技术和模糊技术等),广泛应用于多个领域(如商业管理、GIS 和计划统计等),由此也衍生出多种新的数据库技术。

1.1.5 数据库新技术

由于各种学科与数据库技术的有机结合,使数据库领域中新内容、新应用、新技术层出不穷,形成了各种新型的数据库系统:面向对象数据库系统、分布式数据库系统、知识数据库系统、模糊数据库系统、并行数据库系统、多媒体数据库系统等。它们都继承了传统数据库的理论和技術,但已经不是传统意义上的数据库。因其立足于传统数据库已有的成果和技术,并加以发展进化,从而形成新的数据库系统,故称之为“进化”了的数据库系统;因其立足于新的应用需求和计算机未来的发展,研究出了全新的数据库系统,故称之为“革新”了的数据库系统。可以说新一代数据库技术的研究呈现出百花齐放的局面。

1. 面向对象数据库系统

面向对象的方法和技术对数据库的发展影响最为深远,它起源于程序设计语言,把面向对象的相关概念与程序设计技术相结合,是一种认识事物和世界的方法论,它以客观世界中一种稳定的客观存在实体对象为基本元素,并以“类”和“继承”来表达事物间具有的共性和它们之间存在的内在关系。面向对象数据库系统将数据作为能自动重新获得和共享的对象存储,包含在对象中的数据完成每一项数据库事务处理指令,这些对象可能包含不同类型的数据,既包括传统的数据和处理过程,也包括声音、图形和视频信号,对象可以共享和重复使用。面向对象数据库系统的这些特性通过重复使用和建立新的多媒体应用能力使软件开发变得容易,这些应用可以将不同类型的数据结合起来。面向对象数据库系统的好处是它支持 WWW 应用能力。

然而,面向对象的数据库系统是一项相对较新的技术,尚缺乏理论支持,它可能在处理大量事务的数据方面比关系数据库系统慢得多,但人们已经开发了混合关系对象数据库,这种数据库系统将关系数据库管理系统处理事务的能力与面向对象数据库系统处理复杂关系以及新型数据的能力结合起来。

2. 分布式数据库系统

分布式数据库系统是分布式技术与数据库技术的结合,在数据库研究领域中有多年的历史并出现过一批支持分布数据管理的系统,如 SDDI 系统、DINGRES 系统和 POREL 系统等。从概念上讲,分布式数据库是物理上分散在计算机网络各结点上,而逻辑上属于同一个系统的数据集合。它具有数据的分布性和数据库间的协调性两大特点。系统强调结点的自治性而不强调系统的集中控制,且系统应保持数据的分布透明性,使应用程序编写时可完全不考虑数据的分布情况。分布式数据库无疑是计算机应用的发

展方向,也是数据库技术应用的实际需求,其技术基础除计算机硬、软件技术支持外,计算机通信与网络技术也是其最重要的基础。但分布式系统结构、分布式数据库由于其实现技术上的问题,当前并没有完全达到预期的目标,而客户/服务器(Client/Server,C/S)体系结构却正在风行。广义上的理解:C/S也是一种分布式结构,按照C/S结构,一个数据处理任务至少需分布在两个不同的部件上才能完成。C/S结构把任务分为两部分,一部分是由前端计算机(即Client,客户机)运行应用程序,提供用户接口;而另一部分是由后台计算机(即Server,服务器)提供特定服务,包括数据库或文件服务、通信服务等。客户机通过远程调用或直接请求应用程序提供服务,服务器执行所要求的功能后,将结果返回客户机,客户机和服务器通过网络来实现协同工作。C/S结构具有性能优越、易于扩展和保证数据完整性等优点。当前,C/S技术日臻完善,客户机与服务器允许有多种选择,这样计算机系统就可以实现横向集成,将来自不同厂家的、不同领域内的最好的产品集成在一起,组成一个性能价格比最优的系统。当前已有多种数据库产品支持C/S结构,Sybase是其中较典型的代表。

3. 多媒体数据库系统

多媒体数据库系统是多媒体技术与数据库技术的结合,它是当前最有吸引力的一种技术,其主要特征如下:

(1)多媒体数据库系统能表示和处理各种媒体数据。多媒体数据在计算机内的表示方法取决于各种媒体数据所固有的特性和关联。对常规的格式化数据使用常规的数据项表示,对非格式化数据(如图形、图像、声音等),就要根据该媒体的特点来决定表示方法。可见,在多媒体数据库中,数据在计算机内的表示方法比传统数据库的表示形式复杂,对非格式化的媒体数据往往要用不同的形式来表示,所以多媒体数据库系统要提供管理这些异构表示形式的技术和处理方法。

(2)多媒体数据库系统能反映和管理各种媒体数据的特性,以及各种媒体数据之间时间上或空间上的关联。在客观世界里,各种媒体信息有其本身的特性或各种媒体信息之间存在一定的自然关联。例如,关于乐器的多媒体数据包括乐器特性的描述、乐器的照片、利用该乐器演奏某段音乐的声音等。这些不同媒体数据之间存在自然的关联,包括时序关系(如多媒体对象在表达时必须保证时间上的同步特性)和空间结构(如必须把相关媒体的信息集成在一个合理布局的表达空间内)。

(3)多媒体数据库系统提供比传统数据库管理系统更强的适合非格式化数据查询的搜索功能,允许对图像等非格式化数据做整体和部分搜索;允许通过范围、知识和其他描述符的确定值和模糊值搜索各种媒体数据;允许同时搜索多个数据库中的数据,允许通过对非格式化数据的分析建立图示等索引来搜索数据;允许通过举例查询和主题描述查询使复杂查询简单化。

(4)多媒体数据库系统提供事务处理与版本管理功能。

4. 知识数据库系统

知识数据库系统的功能是把由大量的事实、规则、概念等组成的知识存储起来,进行管理,并向用户提供方便快速的检索、查询手段。因此,知识数据库可定义为知识、经验、

规则和事实的集合。知识数据库系统应具备对知识的表示方法、知识系统化的组织管理、知识库的操作、库的查询与检索、知识的获取与学习、知识的编辑、库的管理等功能。知识数据库是人工智能技术与数据库技术的结合。

5. 并行数据库系统

并行数据库系统是并行技术与数据库技术的结合。它发挥多处理机结构的优势,将数据库在多个磁盘上分布存储;利用多个处理机对磁盘数据进行并行处理,从而解决了磁盘“I/O”瓶颈问题;通过采用先进的并行查询技术,开发查询间并行、查询内并行以及操作内并行,大大提高了查询效率。它的目标是提供一个高性能、高可用性、高扩展性的数据库管理系统,并且在性价比方面,较相应大型机上的 DBMS 要高得多。并行数据库系统作为一个新兴的方向,需要深入研究的问题还很多。但可以预见,并行数据库系统由于可以充分地利用并行计算机强大的处理能力,必将成为并行计算机最重要的支撑软件之一。

6. 模糊数据库系统

模糊性是客观世界的一个重要属性,传统的数据库系统描述和处理的是精确的或确定的客观事物,但不能描述和处理模糊性及不完全性等概念,这是一个很大的不足。为此,对模糊数据库理论和其技术实现进行研究,目标是为了能够存储以各种形式表示的模糊数据。数据结构和数据联系、数据上的运算和操作、对数据的约束(包括完整性和安全性)、用户使用的数据库窗口、用户视图、数据的一致性和无冗余性的定义等都是模糊的,而精确数据可以看成是模糊数据的特例。模糊数据库系统是模糊技术与数据库技术的结合。由于其在理论和技术实现上的困难,模糊数据库技术近年来发展得不是很理想,但它在模式识别、过程控制、案情侦破、医疗诊断、工程设计、营养咨询、公共服务以及专家系统等领域得到较好的应用,显示出其广阔的应用前景。

当前数据库技术的发展呈现出与多种学科知识相结合的趋势,它们一旦结合就可能产生一种新的数据库。例如,数据仓库是信息领域近年来迅速发展起来的数据库技术,数据仓库的建立使我们能充分利用已有的资源,把数据转换为信息,从中挖掘出知识,提炼出智慧,最终创造出效益;工程数据库系统的功能是用于存储、管理和使用面向工程设计所需要的工程数据;统计数据是来自于国民经济、军事、科学等各种应用领域的一类重要的信息资源,由于对统计数据操作的特殊要求,从而产生了统计学和数据库技术相结合的统计数据库系统等。数据库技术在特定领域的应用,为数据库技术的发展提供了源源不断的动力。

1.2 数据库系统的组成

1.2.1 数据库系统的组成

数据库系统实际是基于数据库的计算机应用系统,主要包括数据库、数据库管理系统、相关软硬件环境和数据库用户。其中,数据库管理系统是数据库系统的核心。

1. 数据库

数据库(Data Base,DB)是指相互关联的数据的集合。数据库不仅包括描述事物的数据本身,还包括相关事物之间的联系。数据库具有数据独立性、数据安全性、数据冗余度小、数据共享等特征。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统(Data Base Management System,DBMS)是用来管理和维护数据库的系统软件。数据库管理系统是位于操作系统之上的系统软件。

3. 数据库应用系统

数据库应用系统(Data Base Application System,DBAS)是指系统开发人员在数据库管理系统环境下开发出来的,面向某一类实际应用的应用软件系统。例如,人事管理系统、成绩管理系统、图书管理系统等,这些都是以数据库为核心的计算机应用系统。

4. 数据库系统

数据库系统(Data Base System,DBS)通常是指带有数据库的计算机系统。数据库系统不仅包括数据本身,还包括相应的硬件、软件和各类人员。数据库系统一般由数据库、数据库管理系统(及其开发工具)、数据库应用系统、数据库管理员和用户组成。

1.2.2 数据库系统体系结构

数据库系统的体系结构是数据系统的一个总框架。尽管实际数据库软件产品种类繁多,使用的数据库语言各异,基础操作系统不同,采用的数据结构模型相差甚远,但绝大多数数据库系统在总体结构上都具有三级模式的结构特征。

三级结构的组织形式称为数据库的体系结构或数据抽象的3个级别。这个结构是于1975年在美国ANSI/X3/SPARC(美国国家标准协会的计算机与信息处理委员会中的标准计划与需求委员会)数据库小组的报告中提出的。

1. 三级数据视图

数据抽象的三个级别又称为三级数据视图,是不同层次用户(人员)从不同角度所看到的数据组织形式。

(1)外部视图

第一层的数据组织形式是面向应用的,是程序员开发应用程序时所使用的数据组织形式,是程序员所看到的数据的逻辑结构,是用户数据视图,称为外部视图,外部视图可以有多个。这一层的最大特点是以各类用户的需求为出发点,构造满足其需求的最佳逻辑结构形式。

(2)全局视图

第二层的数据组织形式是面向全局应用的,是全局数据的组织形式,是数据库管理人员所看到的全体数据的逻辑组织形式,称为全局视图,全局视图仅有一个。这一层的特点是对全局应用最佳的逻辑结构形式。

(3) 存储视图

第三层的数据组织形式是面向存储的,是按照物理存储最优策略的组织形式,是系统维护人员所看到的数据结构,称为存储视图,存储视图仅有一个。这一层的特点是物理存储最佳的结构形式。

外部视图是全局视图的逻辑子集,全局视图是外部视图的逻辑汇总和综合,存储视图是全局视图的具体实现。三级视图之间的联系由二级映射实现,外部视图和全局视图之间的映射称为逻辑映射,全局视图和存储视图之间的映射称为物理映射。

2. 三级模式

三级视图是用图、表等形式描述的,具有简单、直观的优点。但是,这种形式目前还不能被计算机直接识别。为了在计算机系统中实现数据的三级组织形式,必须用计算机可以识别的语言对其进行描述。DBMS 提供了这种数据描述语言(Data Description Language, DDL)。我们称用 DDL 精确定义数据视图的程序为模式(Scheme),与三级视图对应的是三级模式。

(1) 外模式

定义外部视图的模式称外模式,也称子模式。它由对用户数据文件的逻辑结构描述以及对全局视图中文件的对应关系的描述组成,用 DBMS 提供的外模式 DDL 定义。一个外模式可以由多个用户共享,而一个用户只能使用一个外模式。

(2) 模式

定义全局视图的模式称逻辑模式,简称模式。它由对全局视图中全体数据文件的逻辑结构描述以及对存储视图中文件的对应关系的描述组成,用 DBMS 提供的模式 DDL 定义。逻辑结构的描述包括记录型(组成记录的数据项名、类型、取值范围等)、记录之间的联系、数据的完整性、安全保密要求等。

(3) 内模式

定义存储视图的模式称内模式,又称物理模式。它由对存储视图中全体数据文件的存储结构的描述以及对存储介质参数的描述组成,用 DBMS 提供的内模式 DDL 定义。存储结构的描述包括记录值的存储方式(顺序存储、Hash 方法、B 树结构等)、索引的组织方式等。

三级模式所描述的仅仅是数据的组织框架,而不是数据本身。在内模式这个框架内填上具体数据就构成物理数据库,它是外部存储器上真实存在的数据集合;模式框架下的数据集合是概念数据库,它仅是物理数据库的逻辑映像;外模式框架下的数据集合是用户数据库,它是概念数据库的逻辑子集。

3. 二级映像与数据独立性

数据库系统的三级模式是对数据的三级抽象,数据的具体组织由数据管理系统负责,使用户能逻辑地处理数据,而不必考虑数据在计算机中的表示和存储方法。为了实现三个抽象层次的转换,数据库系统在三级模式中提供了二级映像:外模式/模式映像和模式/内模式映像。所谓映像,就是存在某种对应关系。外模式到模式的映像,定义了外模式与模式之间的对应关系;模式到内模式的映像,定义了数据的逻辑结构和物理结构

之间的对应关系。

上述二级映像,使数据库管理中的数据具有两个层次的独立性:一个是数据物理独立性。模式和内模式之间的映像是数据的全局逻辑结构和数据的存储结构之间的映像,当数据库的存储结构发生了改变(如存储数据库的硬件设备变化或存储方法变化),程序可以不必修改。另一个是数据的逻辑独立性,外模式和模式之间的映像是数据的全局逻辑结构和数据的局部逻辑结构之间的映像。例如,当数据管理的范围扩大或某些管理的要求发生改变后,数据的全局逻辑结构发生变化,而对不受该全局变化影响的那些局部逻辑结构而言,至多改变外模式与模式之间的映像,至于局部逻辑结构所开发的应用程序就不必修改。数据的独立性是数据库系统最重要的特征之一,采用数据库技术使得维护应用程序的工作量大大减轻。

1.2.3 数据库管理系统的功能

由于不同 DBMS 要求的硬件资源、软件环境是不同的,因此其功能与性能也存在差异,但一般来说,DBMS 的功能主要包括以下 6 个方面:

1. 数据定义

DBMS 提供相应数据描述语言(DDL)来定义数据库结构,它们刻画数据库框架,并被保存在数据字典中。数据定义包括定义构成数据库结构的模式、内模式和外模式,定义外模式与模式之间、模式与内模式之间的映射,并定义有关的约束条件。

2. 数据操纵

DBMS 提供数据操纵语言(DML),实现对数据库数据的操纵,包括对数据库数据的检索、插入、修改和删除等基本操作。

3. 数据库运行管理

对数据库的运行进行管理是 DBMS 运行时的核心部分。所有访问数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理下进行,以保证数据的安全性、完整性、一致性以及多用户对数据库的并发使用。

4. 数据组织、存储和管理

数据库中需要存放多种数据,DBMS 负责分门别类地组织、存储和管理这些数据,确定以何种文件结构和存取方式物理地组织这些数据,如何实现数据之间的联系,以便提高存储空间利用率以及提高各种操作的时间效率。

5. 数据库的建立和维护

建立数据库,包括数据库初始数据的输入与数据转换等;维护数据库,包括数据库的转储与恢复、数据库的重组织与重构造、性能的监视与分析等。

6. 数据通信接口

DBMS 提供处理数据的传输,实现用户程序与 DBMS 之间的通信,通常与操作系统协调完成。