

对多媒体数据库管理系统的层次结构分析^{*}

柴兴无 乔京成

(北京中国科学院数学研究所)

陈芸生

(北京中国科学院行政管理局)

TP311.13

摘要 本文对多媒体数据库管理系统(MDBMS)的层次结构进行了分析,并以此为基础,提出了MDBMS 的分类方法,从虚拟机的角度分析了 MDBMS 的表示层,概念数据模型层和存取数据模型层。

关键词 多媒体数据库管理系统(MDBMS),数据模型,多媒体表示。

层次结构 结构分析

1. 引言

多媒体数据(Multimedia Data)是指具有多种表现样式的数据,例如文本(text),图形(graph),图象(image),声音(sound)及声象(AV)等类型的数据。这些数据和传统的数值和字符十分不同,因而其存储结构和存取结构也不同,描述它们的数据结构和数据模型也不同。由此产生了一种崭新的数据库管理系统,即多媒体数据库管理系统(MDBMS)。

事实上,多媒体数据库系统对传统数据库系统的扩充并非只限于数据类型上,本质上讲,这一扩充带来的问题是非常深刻、复杂的。在目前多媒体数据库系统开始出现之际,有必要对这些问题进行深入讨论。

2. 多媒体数据库管理系统的层次结构

通常实现一个 MDBMS 有两种方法,一是对一个完整的关系型 DBMS 作扩充,二是从头开发一个 MDBMS。显然,第一种方法的开发代价低、速度快,所需研究的问题非常少,完全可以不用考虑象层次结构这样的问题。也正因为如此,可能会导致系统的低效率,用户使用不自然。因此,从长远来看并不利于对高效、实用的 MDBMS 的开发。

MDBMS 的层次结构是研究 MDBMS 的基本问题之一。中国科学院数学研究所周龙骧研究员经过深入研究,提出了如图 1 所示的层次结构。

图 1 的最上层是多媒体数据表示层^[1],它直接面向最终用户,将各种类型的多媒体数据准确、形象地表示给用户。在此称为表示,是由于本层的功能并

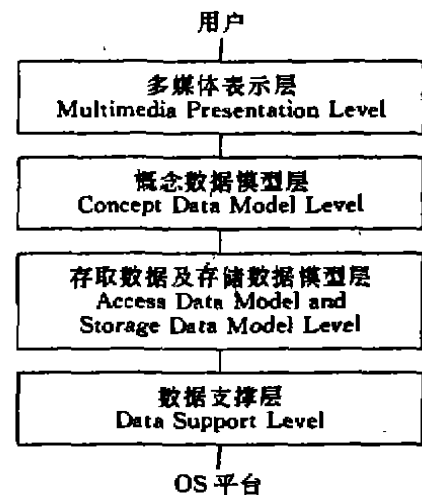


图1 MDBMS 的层次结构

非只是将数据简单地显示给用户,而是将第二层中所提供的概念数据模型完整地表示给用户。系统根据“所见即所得”原则向用户提供简单方便的屏幕操作,实现对概念数据模型的操作。对用户友好是本层的唯一准则。这一层的特点是驱动各种多媒体设备来显示多媒体数据,如多媒体板、声音卡、图象卡、图象扫描仪等。由于多媒体数据表示的多样性,对相同的概念数据模型会有多种不同的表示,因此产生了许多不同用户界面的多媒体数据库系统,例如复杂表格系统、地理信息系统、饭店管理系统、图文数据库系统、职工住房管理系统等,这也正是 MDBMS 的魅力所在。

图 1 的第二层是概念数据模型层。在关系型 DBMS 中,现实世界中的事物被抽象为关系,从而描述各种应用。在扩充了基本数据类型的 MDBMS 中,同样需要对现实世界进行描述。这一层的任务是

^{*} 由青年自然科学基金资助。

向用户提供一个数据模型概念用以描述现实世界事物。举例说,目前很多系统采用面向对象的数据模型,因为它描述结构复杂且灵活的数据确实非常方便。第一层中实际上是对概念数据模型的表示,用户所进行的屏幕操作转化为本层的对数据模型及其目录的操作。

图1的第三层是存取数据及存储数据模型层。本层实现数据的逻辑存取及存储,这是因为第二层中的概念数据模型在逻辑上需转换成一定的存储模型进行存储和存取。例如,在第二层采用了面向对象的数据模型,在第三层中又拟用非第一范式(NF²)进行存储和存取,则本层的任务是管理NF²的数据及目录,并建立管理基于NF²的逻辑存取路径,实现各种数据操作。这一层的功能非常类似于传统DBMS中的导航(Navigation)^[2]。因此,在第二层中的对概念数据模型的操作转换为本层的对存储数据模型的操作。

图1的第四层是数据支撑层,负责实现最基本单位的数据项的管理,即查添删改。例如,若MDBMS实现者将NF²分解为一个基本二维表格集合及这些表格间联系集合,则本层完全可以是一个关系型DBMS(或经过改造的关系型DBMS),它专门负责基本二维表格的操作,而这些表格间的联系则由第三层管理。

图1的最底层是OS平台,这同传统DBMS相同。

经过上述分析可知,对图1中的每一层都可应用各种不同的模型和方法,图2给出了一种可能。周龙骧研究员认为,应从整体上考虑每层所应采用的模型和方法,否则将会影响系统效率。目前这方面的研究正在进行中。

3. 对几个问题的分析

研究一个合理的、正确的层次结构是研究MDBMS的基础,其最主要的优点是划清各层次间的数据联系及数据独立性。从图1中可以清楚地看到,由于每一层次有各自的数据模型,实现这一层次结构的核心工作就是各数据模型之间的转换,这同时也是实现MDBMS的核心工作。所谓数据独立性的含义则与传统DBMS相同,即每一层次内部的数据变化不会引起或极少引起其它层次数据的改变。这一概念在每一层次都有许多种数据模型可供选择使用的情况下更为重要。

3.1 MDBMS的分类

一个合理的、正确的层次结构还可以帮助我们认识MDBMS的本质,并对MDBMS进行分类。让我们先从一个最简单的MDBMS开始。图3给出了一个某单位的人事档案管理系统例子,它以关系

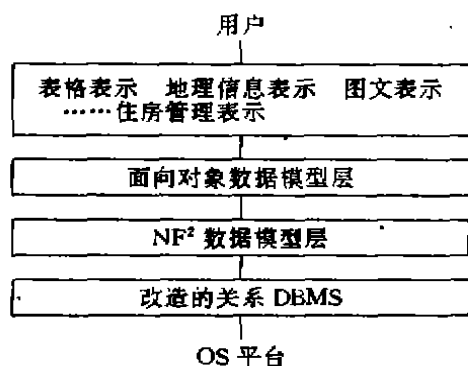


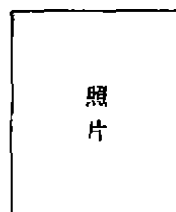
图2 一种可能的多媒体数据库管理系统

作为概念数据模型,就是说,同关系型DBMS一样,用户将现实世界事物抽象为关系。所作的扩充是关系中的属性类型可以是多媒体数据类型,即声音图象等。在存储上,将每个多媒体数据存于一个文件中,而在关系中的相应域中存放文件名。在表示上,对非多媒体数据则直接从关系中取值显示,而对多媒体数据则根据关系中存放的文件名从文件中读出数据显示。该系统拥有最简单的层次结构,只有三层,上层是多媒体表示层,中层是将图1的二、三、四层合为一体,为现成的关系型DBMS,下层为OS平台。开发这样一个系统是最为简单方便的,且所需投资少。由于仍采用关系模型,易被大量的关系型DBMS的用户所接受。因此,市场上这种类型的系统数量不少。

图3所举例的系统有两个特点,在表示上是基于简单二维表格的,在数据模型上是采用关系型的。这两个特点相结合可用来对MDBMS进行分类,理由是根据图1所示的MDBMS的层次结构,在上述层次结构中,第一层(多媒体表示层)是MDBMS所特有的,其下的层次结构与传统的DBMS相类似(尽管实质内容是不完全相同的),完全可用数据模型的概念来统称或代表这几个层次。例如,称一个面向对象的地理信息系统,则是指该系统采用面向对象的数据模型,其界面是基于地理图形的。由于现实世界事物的复杂性,任何一种数据模型和表示形式都有其局限性,无法概括和描述所有的现实世界事物,因此这种对MDBMS的分类方法是合理的。

中科院数学所人事档案

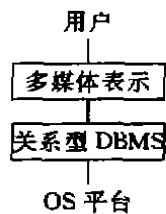
姓名: 张某
性别: 男
序号: 018
出生年月: 1922.08.08
职称: 正研究员



(a) 多媒体表示

姓名	性别	序号	出生年月	职称	照片
张某	男	018	1922.08.08	正研究员	文件名 1
王某	女	110	1934.10.10	副研究员	文件名 2
.....					

(b)数据



(c)层次结构

图 3 一个人事档案管理系统例子

3.2 MDBMS 的表示层

应该指出,图 3 所给出的例子——人事档案管理系统,是 MDBMS 的一个应用。事实上,即使是同样的数据模型和表示形式,其在屏幕上具体的显示格式也会是多样的。这要求 MDBMS 的第一层(多媒体表示层)具有相当强的灵活性以适应用户的各种需求。因此, MDBMS 应在最上层,即面向最终用户的界面上,提供一个帮助用户开发多媒体应用系统的工具集,方便用户迅速地开发出所需的应用系统,如人事档案管理系统,职工住房管理系统等。

该工具集的特点是:(1)基于一定的数据模型。它不能脱离 DBMS,这是与普通的多媒体著作工具的最显著的区别。(2)基于一定的表示形式。例如,有针对地理信息表示的工具集,有针对复杂表格表示的工具集等。(3)对用户友好。

因此我们可以得出简化的 MDBMS 的层次结构,如图 4 所示,它只有两层,多媒体表示工具集和基于某一数据模型的 DBMS。这一层次结构更能简明准确地揭示 MDBMS 的本质。

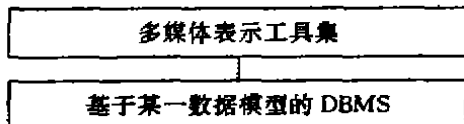


图 4 简化的 MDBMS 的层次结构

多媒体表示层上的一个重要问题是多媒体设备。有各种多媒体设备,如多媒体板、声音卡、图象卡、图象扫描仪等,都是必不可少的。为保护用户在多媒体设备上已有的投资, MDBMS 应配备有针对市场已有的多媒体设备的驱动程序,使用户原有的设备方便地集成到 MDBMS 中,这要求 MDBMS 有良好的可扩充性。显然,这是一个相当繁重的工作。

3.3 关于数据模型

一谈起多媒体,人们首先想起令人眼花缭乱的

图象、声音的加工和显示。然而,在数据库管理系统中,无论是多媒体 DBMS 还是其它的 DBMS,核心问题是数据模型。所谓的多媒体表示也是基于数据模型的。

一种数据模型由三部分组成:(1)一个数据客体类型(object type)的集合;(2)一个操作符的集合;(3)一个通用完整性规则的集合。

以关系模型为例,(1)为关系及域;(2)为对关系查询、关系修改、定义视图、定义存取权限、定义完整性断言等操作;(3)为引用完整性、外键完整性(foreign key integrity)规则等^[1]。

对数据模型的理论研究始于关系模型,其后又有多种模型出现,例如扩展的关系模型 RM/T,实体关系模型等^[1]。近年来又有超文本,面向对象等出现。而事实上,无论哪一种都有其局限性,无法概括极其复杂多样的现实世界事物。例如,传统的层次数据库管理系统,在管理具有树状联系的现实世界事物时非常有效;而面向对象的 DBMS 则特别适合于管理具有代表、继承等联系的事物。因此,试图开发一个包罗万物的 DBMS 是徒劳的。但是否说我们必须放弃这种努力?回想起在本文第 2 节中提出的分类法,若我们具有一个 DBMS 的集合,它包括各种表示形式和数据模型,根据用户的要求将二者组合则得到一个完整的 DBMS。或许这一想法会被认为是天方夜谭,但它对我们的启发是要求在 DBMS 的开发中重视系统的灵活性,特别是可扩充性。

让我们再分析第 2 节中讨论的层次结构。结构中的每一层都是一个虚拟机,这一虚拟机由三部分组成:一个数据客体类型集合、一个定义在该数据客体集合上的操作集合和一个通用完整性规则的集合。每一层的虚拟机都建立在下层虚拟机之上而又成为上层虚拟机的基础,即调用下层虚拟机的功能而又将本虚拟机的数据结构、数据操作、和完整性规则提供给上层使用。这种虚拟机的层次结构如图 5 所示。

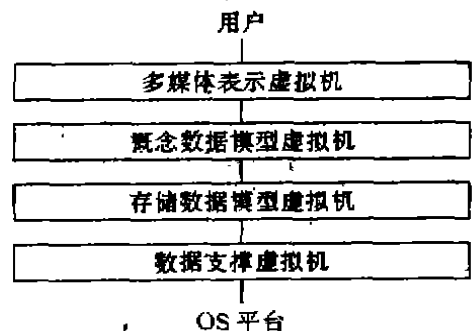


图 5 基于虚拟机概念的 MDBMS 的层次结构

根据基于虚拟机概念的 MDBMS 的层次结构,我们可作如下考虑:

(1)在每层虚拟机之间作一标准的功能界面,这样任一层虚拟机内部的模型的变化只须作向标准的功能界面的转换,面对其它层的虚拟机无任何影响。这对系统扩充新的模型非常简单而且代价低。但问题是不同的模型之间可能相差甚远,强行将它们转换成同一种界面会严重影响效率。

(2)不能忽视这一事实,各层次虚拟机所采用的模型之间存在着紧密联系。就是说下层的某一模型会有效支持上层的一个或若干个模型,也会无法支持某些模型。这些联系可以用如图6所示的图来表示,图中的每个结点表示该层虚拟机中的一种模型。图中的孤立结点或与其它结点连接弧(度)很少的结点代表了没有开发价值或开发价值很低的模型。那些连接度很高的结点则代表了开发价值很高的模型。图中从上到下的任一路径代表了一种完整的DBMS。与(1)不同的是在每层中可能会有若干种标准界面,可换取系统的高效率,这一工作是建立在对各个层次的各种模型的深入分析上,这一分析有助于研究新的模型。

图6对我们的启示是在开发中不应只考虑一条路径,一个连通图则表示了一组联系紧密的MDBMS,在此基础上我们可能开发一系列的系統而非仅仅一个,覆盖较广的应用领域,并节省投资。

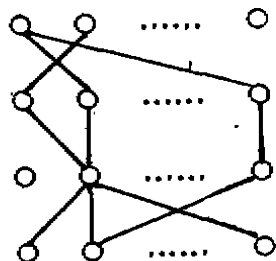


图6 模型联系图

3.4 关于存储数据模型

本层实际是解决概念数据模型的逻辑存储问题。上层的概念数据模型转换成为本层的存储数据模型来实现存储。

在存储数据模型中的一个数据客体中包含有各种类型的数据,其中的多媒体类型(声音、图象、声象等)比常规的数据类型(数值、字符)信息量大且存储格式种类多,需要特殊的存储方式,可以针对每种类型设置一种专门的库进行存储。因此,数据库在逻辑上由常规库(存储数值、字符等常规类型数据及指向其它类型数据的位置指针)和多媒体库组成,多媒体库由文本库(存储超长文本类型数据)、声音库(存储声音类型数据)、图象库(存储图象类型数据)、声象库(存储声象类型数据)等各种类型库组成。对任一数据客体的引用则实现为首先对常规库的引用,并从常规库中取出多媒体类型数据在相应库中的指

针,然后引用多媒体库中的数据。如图7所示。

这种区分数据类型划分库的方法在目前情况下具有一个特殊的优点。由于多媒体技术仍在迅速发展,存在多种数据标准,会不断有新的标准取代旧的情况发生。上述方法易于实现大批量数据格式的转换,而对MDBMS及用户的应用程序没有影响。

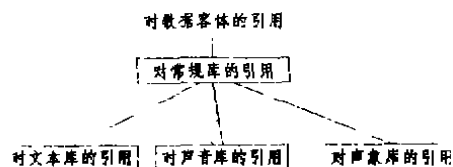


图7 存储模型中对数据客体的引用

每一个多媒体数据由数据首部和数据内容两部分组成,数据首部是对数据内容性质的描述。让我们以图象数据为例,数据首部记录图象类型(是否BMP、TIFF、GIF、PCX等格式),图象的宽和高,采用的压缩方法等,而数据内容则是每个象素的颜色数据。因此说多媒体数据一般是不定长的,即使在屏幕显示上是同样大小的也可能由于采用了不同的压缩方法而使库中的数据长短不一。应采用分页及页链接的方法进行多媒体数据的物理存储。有两种方法可考虑用来提高存储效率:(1)共享数据首部,将具有相同数据首部的数据存储在一起来使用同一数据头;(2)转换为定长数据,在允许的情况下,采用不压缩数据或取数据最大可能长度使多媒体数据成为定长数据可换取一定的高效率。

4. 结论

在本文中我们对MDBMS的层次结构进行了分析,因为它是研究和开发MDBMS的核心问题。在随后对几个问题的讨论中一直是以层次结构为基础,例如,提出了MDBMS的分类方法,从虚拟机的角度分析了MDBMS的表示层、概念数据模型、存储数据模型等。文中所讨论的问题全是我们在研究和开发实际系统时所遇到的,牢牢掌握MDBMS层次结构这一概念对我们的研究与开发会有很大益处。

在此衷心感谢中国科学院数学研究所周龙骧研究员所给予的热情指导及徐建礼博士的热情帮助。

参考文献

- [1] C. J. Date, An Introduction to Database Systems, Volume II, 1983, Addison-Wesley Publishing Company.
- [2] 周龙骧, 数据库管理系统的实现方法, 1990, 中国地质大学出版社。
- [3] 周龙骧、柴兴无, 多媒介数据库系统的分析与设计, 软件学报, 第5卷, 第1期, 1994年1月。