

# 多媒介数据库系统的分析及设计\*

周龙骧

柴兴无

(中国科学院数学研究所,北京 100080)

(中国科学院系统科学研究所,北京 100080)

**摘要** 本文论述了多媒介数据库系统的一些基本问题,并介绍了一个新型的多媒介数据库管理系统 CDB/M 的设计.

**关键词** 多媒介,数据库系统,面向对象.

多媒介数据(Multimedia Data)是指多种表现样式的数据.例如,文本(text)、图形(graph)、图象(image)及声音(sound)等数据.这些数据 and 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,即多媒介数据库管理系统(MDBMS).

多媒介的概念及其相应的系统和产品早在80年代初就已问世.例如,多媒介的开路先锋 Apple 公司的 Macintosh 机就是一种多媒介的微机.又如,IBM 公司的基于 DOS 的多媒介软件 Storyboard Live 等.但是多媒介的真正起飞则在90年代.很明显,90年代将是多媒介的时代!可以说 Microsoft 公司在1990年11月公布的 MS-Windows 3.0 的多媒介扩充版和多媒介 PC 机规范是标志这一起飞的里程碑.计算机界的许多举足轻重的大公司,如 IBM、AT&T、NEC、Zenith、Tandy、富士通、Headland、Media、Creative、Micromind 公司等均表态支持 Microsoft 公司的宣布,将遵循该标准推出各自的硬件和软件产品.这样一股令人生畏的巨大工业力量的支持和推动,宣告了多媒介时代的真正到来!

这种工业和应用形势对多媒介数据库系统的研究和开发提出了新的要求.亦即提供象传统 DBMS 那样的功能完备,接口友好,可靠、方便和易用的产品.这不仅要求在理论上要有深刻和牢固的基础(例如关系系统),而且在应用上提供合乎用户要求的完善系统.近几年来 MDBMS 已成为研究的热点之一,并已有较为成熟的系统出现<sup>[1-4]</sup>.目前,在多媒介数据库系统(MDBS)的研究领域中,从由于过多地引用了面向对象的概念和技术,从而使系统非常复杂;但在应用领域中,则过多地强调了对多媒介数据的处理.这样尽管系统的外部接口十分美观,但缺少数据库管理系统的本质特点.例如,如图1的体系结构缺乏对多媒介数据的数据库管理.

事实上,多媒介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

\* 本文 1992-07-14 收到,1993-03-27 定稿

本研究由青年自然科学基金资助.作者周龙骧,1938年生,研究员,博士生导师,主要研究领域为数据库实现技术,分布式数据库,多媒介数据库.柴兴无,1962年生,助研,博士后,主要研究领域为分布式数据库,多媒介数据库,软件工程.

本文通讯联系人:周龙骧,北京 100080,中国科学院数学研究所

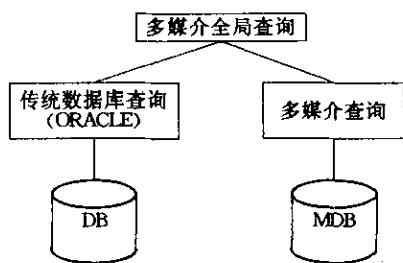


图1

姓名		性别		照片
出生年月		籍贯		
地址		身份证号		
职务				
个人简历				
家庭成员				

图2 人事档案——多媒体文档的例子

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的讨论.

在本文的第1节中,我们将对MDBS对传统数据系统的扩充进行分析,并介绍MDBS的特点,在第2节中介绍我们设计的一个新型的MDBS—CDB/M.

## 1 对多媒体数据库系统的分析

### 1.1 几个基本概念

传统数据库系统存储的是常规类型的数据,即数值和字符.而MDBS则扩充了文本、声音、图形、图象等基本数据类型,这些称为多媒体数据的扩充使得数据及其表示多样化、形象化.

在关系型DBS中,现实世界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MDBS中,同样需要对现实世界进行描述,因此提出了多媒体文档(Multimedia document)的概念.多媒体文档是对多媒体数据所代表的信息的表示(presentation)形式,反映了用户观念下的对现实世界事物的抽象,它是直观的和自然的.多媒体文档的一个典型例子是人事档案,如图2所示.

多媒体文档是信息的表示形式,而对信息的本质描述可以用面向对象的概念来刻画.一个对象是对现实世界事物的一种抽象表示,如人、汽车等.它从行为和结构上刻画了现实世界事物的本质,而多媒体文档则是它可能的表达形式或外部形式,其形式可根据用户的需要和喜爱而变化.从传统上说它属于用户接口的范畴,在多媒体世界这种表示将非常直观、自然和丰富多采.

从面向对象的概念上讲,对象不仅从结构上而且从行为上刻画了现实世界事物.因此,它在DBS中更靠近于应用程序的概念,即是面向应用程序员的概念.应用程序员利用它可在行为上描述各种应用,在结构上则引用DB中的数据.

同传统的DBS一样,MDBS的底层为数据存储层,它所存储的数据被应用程序中的对象结构所引用,而数据在库中的逻辑单位称为数据对象(data object).

因此,可以认为应用程序为对象构成,对象的行为描述了应用程序对数据库的操作以及基于这些操作的各种应用.对象的结构则是来源于数据库,库中的数据以数据对象为单位进行存取.用户对对象的直观认识对应于对象的表示形式,即多媒体文档.如图3所示.

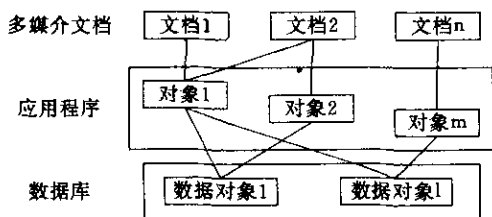


图3 用户对MDBS的认识

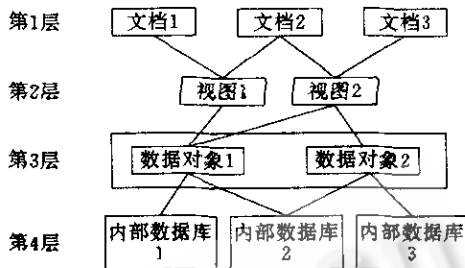


图4 MDBS的结构

## 1.2 MDBS 的结构

MDBS 的结构如图 4 所示,分为 4 层:第 1 层为表示层,它包括用户所见到的对象的表示形式,即多媒介文档.第 2 层为视图层,每个对象只涉及了现实世界中的部分应用,该对象的结构(即它所涉及的数据)称为视图.多媒介文档表示的正是这些视图.第 3 层为概念模式层,它是对现实世界事物的全面描述,视图只是它的部分.概念模式由数据对象组成,一个视图可定义在若干个数据对象之上.第 4 层为内部数据库层,描述了对概念模式中的数据对象的物理存储形式,一个数据对象可能分散存储在不同的库中.

值得注意的是,用户对现实世界的认识体现在第 2 层,即视图上.其具体应用(查询、修改等)是通过第 1 层,即多媒介文档实现的.高级用户(如 DBA)对现实世界的认识则反映在第 3 层.每层之间的映射则是 MDBS 实现者的核心工作.这一观点决定了 MDBS 应向用户提供的功能,即 MDBS 的基本需求,以及 MDBS 内部设计及实现的主要工作.

## 2 CDB/M 的设计

CDB 是中国科学院数学研究所主持研制的在微机上的国产数据库管理系统的系列产品,已开发出的 CDB 1.0 和 CDB 2.0 是关系型 DBMS<sup>[5]</sup>,并已成功投入市场.CDB/M 是一新型的多媒介 DBMS.基于前两节的考虑,它的特点是先进、高效、功能完备、方便实用.研制的基本出发点是:(1)向应用程序员提供简单实用的数据模型;(2)提供丰富的多媒介数据处理功能;(3)突出 DBMS 的基本特点,即保持数据一致性.

### 2.1 数据模型

由于关系模型不能灵活地表示复杂的多媒介数据,研究新的数据模型一直是 MDBS 的主要课题之一.近年来,随着面向对象理论与技术的发展,大多数的 MDBS 都建立了面向对象的数据模型<sup>[2,4,6]</sup>.这当然是由面向对象的特性所决定的.但目前存在的主要问题是,对象模型过于复杂,既不利于 MDBS 的研制,也不利于应用程序使用.现在市场上出现的大多是十分简单的数据模型的系统,实际上更接近于多媒介数据的处理系统.因此我们面临的是如何提供一个简单实用的数据模型的问题.

在 MDBS 中应用面向对象概念的困难在于两点,即二级对象的概念,一是应用程序中的对象,二是 DBS 中的数据对象.进一步说,是面向对象的数据模型与数据对象的存储.建立数据模型的原则是简单实用,而数据对象存储的核心问题是使其高效地支持应用程序中对象的概念,如层次关系、继承性等.

对象的基本特性在于它能处理信息(即接收、发送、存储、转换等).它基本上由一个描述其行为的过程(也称方法)集合及内部结构构成<sup>[7]</sup>.下面是描述图2中的人事档案的对象类模板.

```

DEFINE CLASS 人事档案      /* 对象类名称,人事档案 */
structure                /* 对象结构 */
姓名:string;            /* 属性,字符串类型 */
性别:string;
出生年月:date;        /* 属性,日期类型 */
籍贯:string;
地址:string;
职务:string;
照片:Bitmap;          /* 属性,图象点阵类型 */
个人简历:* exp-Form;   /* 成分,exp-Form 为子对象类 */
家庭成员:list of ↑ person; /* 关系,对象 person 的表 */
.....
method                  /* 对象的方法 */
promotion();           /* 提升职务,修改“职务”的内容 */
update-addr();        /* 更改地址,修改“地址”内容 */
.....
implementation         /* 对象方法的实现 */
{
.....
}
update-addr             /* update-addr 的具体实现过程 */
{
.....
}
.....
END;

```

针对上面的例子,我们有如下说明.

(1)对象模板

每个对象的构成元素有4种:

〈1〉属性(attribute)

如果对象的一个构成元素不引用其它的对象,而是基本的数据对象,则称其为属性.如“人事档案”中的姓名、出生年月、照片等.

〈2〉成分(component)

如果对象的一个构成元素引用了其它对象,并且与被引用的对象相关,则称其为成分.所谓相关,实际上对应于对象间的层次关系(即超类与子类关系).如“人事档案”中的“个人简历”,它引用的 exp-Form 为“人事档案”的子对象类,这种“成分”用记号 \* 表示.

〈3〉关系(relationship)

如果对象的一个构成元素引用了其它对象,但与被引用的对象无关,则称其为关系.如“人事档案”中的“家庭成员”,引用了若干个 person 的对象,而 person 是描述“人”的独立的对象,这种“关系”用记号 ↑ 表示.

〈4〉方法(method)

对象的方法是用于引进对象上定义的操作.它提供了对象的外部接口,在定义中应指明方法的定义及实现两个部分.如“人事档案”中的 method 中指出定义,implementation 中指

出实现.

### (2)对象分类

我们将上述 4 个构成元素称为对象的性质(property),则具有相同性质的对象组成一个对象类(class),类中的每个对象称为一个实例(instance).

在 CDB/M 中,对象类按“成分”组成一个层次结构.在这一层次结构中,父亲称为超类,儿女称为子类.层次结构中的对象类充分体现数据抽象的概念,如特化(specialization)、继承(inheritance)等.对象类按“关系”进行简单的引用,通过对象间的通讯实现<sup>[7]</sup>.如图 5 所示.

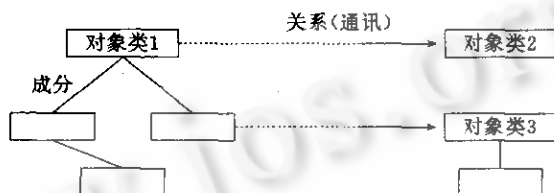


图5 对象分类

### (3)对象的聚集

一对象类也可由其它若干个对象类聚合而成.例如某研究所向上级汇报某科研人员的综合情况,则可将其人事档案、科研档案、培养学生表汇总而成.

```

DEFINE CLASS 综合表格 with
  aggregate(人事档案、科研档案、教学档案);
  .....
  structure
    姓名:string;          /* 姓名 */
    身份证号,Integer;
    一般情况:↑人事档案;  /* 关系 */
    业务:↑科研档案;
    教学:↑教学档案;
  .....
END;
  
```

## 2.2 数据对象的存储模型

目前,许多MDBS均建立在已有的关系型DBMS基础之上,即用关系模型来表示和存储数据对象.这实质上与MDBS描述复杂数据类型的能力存在着矛盾,必定导致系统的低效率.一些系统采用比关系模型更为灵活的方式,如ER模型、NF<sup>2</sup>(非第一范式)等来表示和存储数据对象,则必然又增加了系统实现的难度.

在CDB/M中,我们倾向于使用NF<sup>2</sup>模型来存储数据对象,原因如下:

(1)NF<sup>2</sup>易于表示对象类间的层次关系及简单的引用关系,使数据对象间的联系自然地对应于应用程序中对象间的联系,可高效率地从数据存取上支持应用程序中对象的行为.

(2)NF<sup>2</sup>仍具有一些与关系模型相近的特点,可以认为它是关系模型的折衷.

(3)最重要的原因是,我们成功地开发了CDB 1.0和CDB 2.0.尽管它们是关系型DBMS,但由于是我们独立开发,具备坚实的数据存储基础,极大地降低了系统实现的难度.此外,还可以利用我们在70年代设计和开发的层次型数据库系统SKGY的经验.SKGY的存储结构特别适合于多媒介数据的存储<sup>[8-10]</sup>.

## 2.3 CDB/M的外部接口

### 2.3.1 表示(presentation)的独立性

MDBS 比传统 DBS 更强调数据显示的丰富多彩,这是它的优越性之一.因此,它在结构上比传统 DBS 多了一层表示层(参见图 4).

在关系型 DBS 中,由于数据按关系方式组织,用户欲显示其它格式的数据,如文档、报表等,均需自己利用应用程序实现.因此,各种系统中都提供了功能强大的 I/O 语句.尽管很多系统都加强了用户接口的功能,但多半是对查询结果的关系显示,应用程序中仍需用户自己处理大量的数据显示.

目前随着外设的发展,大量交互式的显示工具功能十分强大,并已同 MDBS 相结合,但如何同应用程序中的显示相结合? CDB/M 采用了独立的对象表示方法,即用户可在应用程序之外,独立地利用强有力的交互式显示工具定义对象的表示格式.这一格式定义作为对象的特征之一存在表示库中,而应用程序中则不必关心对象的表示格式.若需处理时,只用一条语句

```
present(O);          /* O 为应用程序中的对象 */
```

即可.当尚未定义表示格式时,则按缺省方式表示.

例如,用户从库中读出某对象  $O_1$  的数据,经加工后形成对象  $O_2$  的结构并输出.则用户可在应用程序之外,交互式地定义好  $O_1$  与  $O_2$  的表示格式.而在应用程序中,可按如下步骤进行:

```
present(O1);
process(O1) and get(O2);      /* 加工 O1 并形成 O2 的结构 */
present(O2);
```

在应用程序运行中,执行  $present(O_1)$ ,系统按  $O_1$  的表示格式显示(按定义方式、缺省方式,也可即时定义表示格式),利用这个表示格式,处理  $O_1$  的数据并形成  $O_2$  的结构,  $present(O_2)$  显示加工后的数据,也可当时修改、加工.

这就是表示的独立性概念,它结合了先进的交互式显示功能同传统 DBS 的数据处理功能的优点,节省了用户在应用程序中处理数据显示的繁琐劳动.用户可在应用程序外利用各种工具定义对象的表示格式,而在应用程序中集中于数据处理,达到提高用户生产率的目的.

### 2.3.2 查询语言

目前成熟的关系型 DBMS 产品均采用 SQL 为查询语言,并已为各种层次的用户所接受.在大多数的 MDBS 中,数据查询语言仍基本采用 SQL 的结构.在 CDB/M 中,我们也采用 SQL 的结构作为查询语言的结构,如

```
select *
from CLASS O;
```

由于查询结果是对象类,即实例集合,仍需有宿主语言同数据查询语言的接口来支持数据的传递和加工.这在原理上同传统 DBS 类似.

对数据对象的传统操作,即查、添、删、改,实际上是应用程序中对象及数据对象固有的性质(具体地说是方法).因此,在 CDB/M 中,对象的方法分成两类,一类是用户定义的方法,如 2.1 中的例子,“人事档案”的定义.另一类是系统定义的方法(predefined method),这

种方法是由系统来为用户实现对象的一些固有性质,其优点是不言而喻的.当查询成为系统定义的方法时,宿主语言同数据查询语言的接口可在对象机制中实现,即可减少用户的工作量,又可使系统结构清晰合理.

在 CDB/M 中,下面为几个典型的系统定义的方法:

- (1)present(O);       /\* 表示 \*/
- (2)select(O);       /\* 查询 \*/
- (3)update(O);       /\* 修改对象的结构 \*/
- (4)define(O);       /\* 定义对象类或子类别 \*/

### 2.3.3 交互查询

传统 DBS 只注重于数据管理,为了能使用户方便地利用库中数据进行加工,DBMS 产品都提供了很多的工具,CDB 2.0 中就具有用户接口生成、报表生成器、数据图形显示等工具.在 CDB/M 中,这些已被表示概念所包括.我们的工作则集中在提供快速的交互式查询上.

这种通常的对文档的交互式查询并非十分精确,用户经常是明确一个查询范围后再确定具体的目标.此外,更要注重数据间的联系,即查询相关联的若干个数据对象.

鉴于此,CDB/M 提供了两种方法支持查询,过滤(filter)和浏览(browse).

过滤的目的是滤掉用户不想查询的数据,基础是利用数据对象的关键字、分类、用户设置的查询标记(search mark,用户随文档定义的一种图标,类似于商品的商标).这样便能迅速地确定查询范围,是查询实现的第一步.

浏览是利用数据对象间的联系,用户可迅速地直接遍历过滤后的数据范围,确定最终所需的数据对象.在浏览过程中,用户可以从屏幕上显示的数据内容及关联信息,利用鼠标、键盘随意查看,非常方便.因此,浏览是一般的 OODBS 和 MDBS 中必备的工具,查询后用户可利用表示的独立性对结果进行加工,如制作电子报表、图形等.查询的过程如图 6 所示.

在此应指出的是,目前对查询语言的设计主要有两种方法,一种是扩充 SQL,另一种是以 OO 程序设计语言为基础进行扩展.这两种方法各有其优点,但也存在问题.首先,SQL 本是基于关系代数的数据库语言,若使其适合面向对象的特点,则极易失去 SQL 所固有的结构化、易读的优点.其次,采用 OO 程序设计语言则增加了用户掌握这门语言的困难,因为 OO 语言是非常复杂的.CDB/M 则试图结合这两种方法的优点,采用 SQL 的结构作为查询语言的基本结构,而几乎不作任何扩充,这种语言的目的是由用户迅速、方便地确定所查询的数据对象(或子对象)所在的层次结构的根结点,而进一步的查询(即确定对象在层次结构中的具体位置)则通过过滤和浏览实现.

当然上述方法是针对大多数的、交互式查询,而对那些复杂的、需用户编程实现的应用,仍需要 CDB/M 提供功能强大的宿主语言和数据库查询语言,这将是 CDB/M 的更深入的工作.

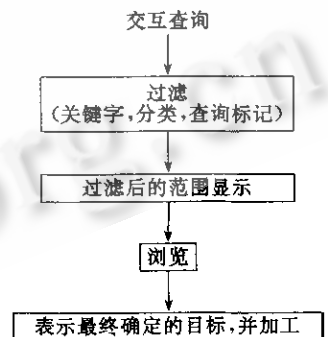


图6 交互查询过程

### 2.3.4 其它服务

I/O 的丰富多样是 MDDBS 的优势,目标是直观自然,功能全面,易于使用.这对设计者和实现者来说是永无止境的.在此仅列举几点.

(1)数据录入 处理多媒体数据的录入,方便地使用各种类型的数据(声音、图象等),从各种介质、设备(录音带、录象带、扫描仪等)录入库中.

(2)转储 将库中数据转存到各种介质的外存上,如录音带、录象带等.

(3)转换 同其它的 DBS 进行多媒体数据的互相转换.

(4)显示 在此对对象的展示作进一步强调,可由用户交互地设计美观的格式.

(5)数据操作 提供各种多媒体数据的操作,如图象编辑、录音带的播放等.

## 2.4 进一步研究的课题

### 2.4.1 宿主语言与查询语言

尽管面向对象的概念已被普遍地引入 MDDBS,但对 MDDBS 的查询语言的研究远不如对关系型 DBMS 的 SQL 那样深入.目前的研究仍只是引进面向对象、SQL 等成熟的结果,而对 MDDBS 本质上需要的查询语言缺乏研究.本文中所述的数据模型只是在此方面的初步尝试,还有待于更深入的探讨.

下一步的工作是研究 MDDBS 查询语言、宿主语言的性质和语言文本.在 CDB/M 的设计中所遵循的原则是,如同传统 DBMS 一样,宿主语言应尽量采用已成熟的语言,如 C++ .在查询语言的实现上,采用交互式、语言式两种并存的方法.各种交互式数据处理的功能既作为工具供用户直接使用,也作为系统资源可在语言中进行使用,一个例子是 2.3.1 所述的表示独立性概念.

### 2.4.2 数据一致性

许多 MDDBS 只注重多媒体数据的处理,而忽视了数据库系统的本质,即数据管理,具体地讲是数据一致性.

并发控制是 OODBMS 中的难题之一,至今在许多著名的系统中,仍很少研究并发控制的工作.而这一问题实际上不容忽视.在 CDB/M 中,将首先研究并发控制的粒度这一基本问题,并计划利用数据对象的层次关系采用分层封锁的方法.

CDB/M 中还采用断言(assertion)和触发子(trigger)的方法维护数据完整性.

### 2.4.3 分布式的 MDDBS

在研制分布式数据库管理系统 C-POREL 中<sup>[11]</sup>,我们积累了一些经验.但将分布式技术与多媒体技术相结合并非易事.CDB/M 中数据对象的存储模型是 NF<sup>2</sup>,它的分布便是一个难题.幸运的是,C-POREL 中的许多先进技术仍可利用.

## 3 结束语

CDB/M 是我们在以前工作(SKGY, CDB 1.0, CDB 2.0, C-POREL 等)的基础上,研制的多媒体数据库管理系统.我们的目的是研究多媒体数据库系统的一些基本问题,并在 CDB/M 的研制中加以解决,力图在实际中得以应用.

CDB/M 已得到国防科工委八五预研项目的资助.



**致谢** 感谢国防科工委系统工程研究所何新贵教授的帮助,以及 CDB/M 研制组的其它成员,陆维明研究员,陈东岳、高全泉副研究员,徐建礼、周为群博士,刘旭助理研究员和乔京诚工程师。

### 参考文献

- 1 Asao Kaneko, Yoshinori Nara. A multimedia document base system for office work support. COMPSAC'86, IEEE Computer Society Press, 1986,337-342.
- 2 Abida M. Management of multimedia complex object in the 90's. LNCS 466, 1990.
- 3 Christodoulakis S *et al.* The multimedia object presentation manager of MINOS: a symmetric approach. SIGMOD '86, 1986.
- 4 Klas W *et al.* Visual database need data models for multimedia data. In: Visual Database Systems, IFIP north-holland.
- 5 周龙骧. 微机上的数据库管理系统软件 CDB. 计算机世界, 1989(5).
- 6 Woelk D *et al.* An object-oriented approach to multimedia database. SIGMOD'86, 1986.
- 7 Lockemann P. Object-oriented information management. Decision Support Systems, North-Holland, 1989, (5): 79-102.
- 8 周龙骧. 数据库管理语言 SKGY. 计算机科学, 1980, (5).
- 9 周龙骧. 数据库管理语言 SKGY 实现中构件的装配与检索. 计算机学报, 1980, 3(2).
- 10 周龙骧, 王翰虎. 100 系列小型机 DBMS 的数据库管理语言 SKGY. 计算机工程与应用, 1983, (7).
- 11 周龙骧. 微机网上的分布式关系型数据库管理系统 C-POREL. 中国科学(A 辑), 1985, (10).

## ANALYSIS AND DESIGN OF MULTIMEDIA DATABASE SYSTEMS

Zhou Longxiang

*(Institute of Mathematics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)*

Chai Xingwu

*(Institute of Systems Science, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)*

**Abstract** In this paper, some basic problems of multimedia database systems are discussed, and the design of a new type multimedia database management system CDB/M is presented.

**Key words** Multimedia, database systems (DBS), object-orientation.