

分布式超媒体数据库系统的系统结构和组成

李国辉 胡晓峰 老松杨 王 炜 张茂军

(国防科技大学七系,长沙 410073)

摘要 叙述了一种分布式超媒体数据库系统(HDB)的系统结构、节点和链模型以及系统的组成。HDB具有分布式宏文献结构,采用超媒体形式的节点和链来管理多媒体信息,可以实现过滤浏览、基于内容检索、多级导航等功能。HDB由超媒体数据库创建、表现与查询、宏文献服务器、媒体服务器、脚本语言等模块组成。

关键词 超媒体,多媒体,分布式,超媒体数据库

1 引言

目前,对多媒体数据进行管理的方法可分为三类,第一种方法是扩充关系型数据库的方法,如NF²模型、二进制大对象BLOBs等。但是这种方法仍然是基于关系框架来描述实体的基本结构和表示信息之间的联系,记录结构的描述与记录所携带的信息是分离的,一个关系名仅仅是一个标识符,标识一个关系,不携带语义信息。第二种方法是面向对象数据库,被认为能较好地适应多媒体数据管理,然而目前纯粹的面向对象数据库的应用实例很少,不够成熟。第三种方法是采用超媒体的机制,超媒体被认为是“天然”的多媒体信息组织和管理技术^[1~3]。

多媒体数据类型种类繁多,需要采用面向对象的方法来描述和定义系统的媒体类型,并支持用户自定义的扩展数据类型。

多媒体信息不同于普通的符号信息,用户接口需按多媒体时空特性设计,从而改变了用户对数据库的操纵形式。媒体数据的复合、分离、时序、空间性质和形象直观的语义联系特点,使系统的用户操作不仅仅是通过形式化命令查询和表格浏览,而且需要有丰富的超媒体形式的浏览和基于媒体内容的查询,查询结果应是多媒体数据的一组具有时空关系

的“表现”。

多媒体数据不仅数据量大,重要的是媒体数据所含的信息量丰富。媒体数据内及其各种组合包含有难以用符号化方式描述的信息和信息线索^[4]。用户检索信息时,应该利用这些线索。信息线索是基于内容查询的重要条件,存在于媒体数据之中和媒体数据之间,可以用特征词及其组合来描述,或通过计算机自动进行特征抽取,这与用户的经验和知识以及特定的应用领域和上下文有关。

多媒体信息管理不仅局限在单机上,随着信息共享服务的需要,许多多媒体数据库链接构成大型信息网(webs)。例如,在Internet网上运行的WWW(World Wide Webs)就是一种超文本技术与信息发现技术相结合的环球信息网。

基于以上考虑,分布式超媒体数据库系统(HDB)是一种以超媒体信息管理技术为基础来管理多媒体数据的分布式系统。HDB的超媒体节点和链分别描述实体和实体之间的联系,采用超媒体的浏览导航机制,除具有一般的查询功能外,HDB以示例查询形式支持基于内容的查询,并具有浏览过滤功能,自动确定用户感兴趣的主体,HDB采用宏文献结构来支持大型数据库分布到网络上,突破超媒体应用的节点数目限制,符合WWW网的分布模型。在HDB中,注重于多媒体模型中的信息关联和

* 参加本项目研究和开发工作的人员还有:吴玲达、黄若浩、库锡树、姚玉明、黄英君、扬冰、汤大权、徐磊、许健等,项目在国防科大七系多媒体实验室进行,这里一并表示感谢。

时空描述,采用全新的超媒体系统结构和模型,并把关系数据库中的数据做为各种关系数据库类型对象来进行管理,从而扩展了应用范围。本文主要介绍 HDB 的系统结构、节点和链模型以及系统的组成。HDB 是以宏文献结构构造分布的多媒体系统服务结构。10 余个模块(子系统)组成的 HDB 提供了一个较为完整的系统功能。它们又可分别组合而构成一个可缩放的系统,以适合于不同的应用。

2 HDB 的分布和多服务器结构

2.1 宏文献分布结构

HDB 的基本结构是由节点和链构成的超媒体信息网络。从层次上看,节点和链构成 HDB 的超媒体文献,一组文献构成宏文献,文献是宏文献中的节点,宏文献链建立文献之间的相互信息关联,各文献可分布到网络中不同的服务器中,多个文献也可以驻留在同一个服务器。宏文献服务器对宏文献的目录和其它分布信息进行管理和提供服务。网络中任何一个用户都可以打开宏文献进行浏览和查询操作,一旦信息迁移或操作越过一个文献而进入其它文献时,需向宏文献服务器发出目录服务请求,取得该文献所在网络的地址(网络名、服务器名等),然后再由 HDB 将其透明地引导进入指定的文献中去。图 1 为 HDB 的宏文献系统结构。

网络的实时媒体服务器位于现场环境,采集声音(音频)和图象(视频)数据,通过网络实时传送到 HDB 应用的媒体表现窗口中。媒体服务器,如视频、音频服务器,也提供与实时相对应的非实时媒体服务,它们与 HDB 的宏文献数据库服务器协同为应用提供分布的多媒体信息服务。基于这种宏文献结构,HDB 还可以提供诸如打印服务,远程数据库查

询(例如公共告示板等)服务,以及媒体处理服务(例如,提供语音或指纹特征识别的专业服务器等)。图 2 为 HDB 采用的 Client/Server 服务结构,其中服务器端由三个模块组成:服务代理 SA、通信进程 SC 和服务进程 S;在客户端也有三个模块:用户代理 UA、通信进程 UC 和表现进程 P。由于媒体数据的时基特性,要求服务器端的 SC 和 S 进程以及客户端的 UC 和 P 进程并发执行。

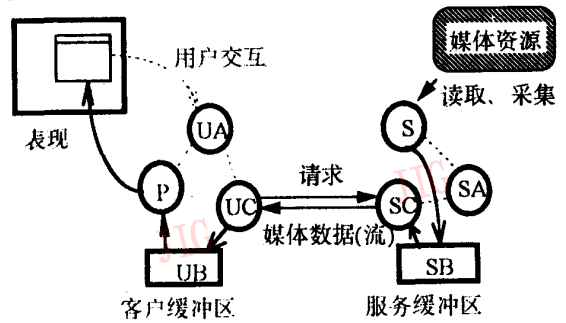


图 2 HDB 的 Client/Server 服务结构

Fig. 2 Client/server media service structure for HDB

2.2 共享存取控制

分布在网络上宏文献中的文献为共享文献,多个用户可以同时对这些文献进行浏览和查询操作。对共享空间中的超媒体文献进行修改(写)操作时,HDB 采用“作者”权抢占策略,即只有具有“作者”权的用户可以修改文献。在网络上,多用户对共享文献的浏览和查询锁定在节点内媒体元素级,用户可同时进行相同内容的浏览。驻留在用户本地的文献是私人(专用)文献,专用文献与共享文献可以具有超媒体链关系。

用户访问 HDB 的宏文献(文献)的安全控制分为以下级别:

(1)用户登录。用户进入 HDB 系统时,按用户名登录进入 HDB,每个用户用一个唯一名,并可以用加密口令保护,只有正确输入用户名和口令的用户才能进入 HDB。

(2)用户权限。用户对 HDB 文献的访问权限,这些是超级用户、只读、修改、观看等权限。超级用户具有最高权力,忽略访问属性的限制。其它权限受限于对象的访问属性。

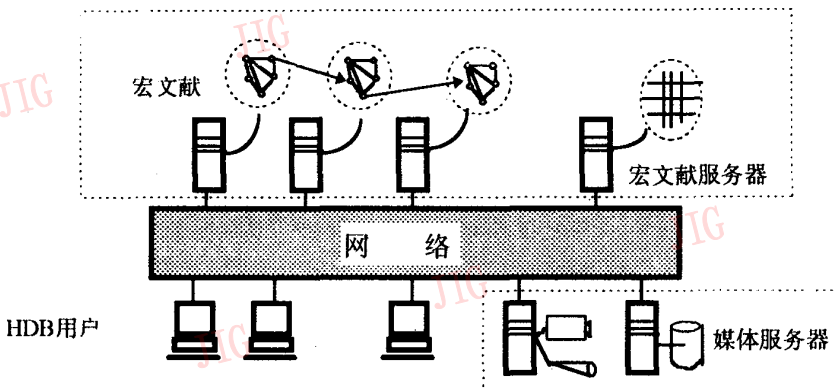


图 1 HDB 的宏文献系统结构

Fig. 1 HDB Documents Structure

(3)访问属性。宏文献、文献、节点、链和媒体本身具有只读、修改、隐含等访问属性,进一步限制用户的访问。其中具有“隐含”属性的对象通常是不可见的,只有具有“观看”权的用户才能看到。图3是HDB的用户安全访问控制示意图。

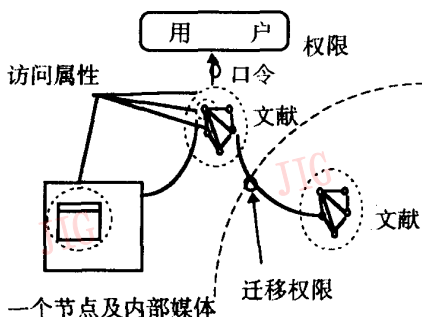


图3 HDB的用户安全访问控制

Fig. 3 User access control for HDB

3 HDB 层次结构、节点和链

3.1 层次结构

根据超媒体参考模型^[5],从超媒体层次结构上看,HDB分为三个层次,如图4(a)所示。最底层是媒体对象管理层,该层采用面向对象的方法管理媒体对象,对媒体对象及内容结构进行定义和描述,管理媒体数据的共享和锁定。中间层是超媒体关联层,描述和定义节点与链,是节点和链组成的网络。最上层是表现与查询层,在这一层实现多媒体特点的查询、表现和用户交互。

HDB管理的媒体数据类型可以是用户定义和系统定义的类型。用户可以利用系统提供的基本数据类型定义新的组合类型,或通过对象链接和嵌入技术支持未来的媒体数据类型。系统定义的类型又分为格式化类型和非格式化类型。非格式化数据类型是多媒体数据,包括文本、图形、图象、波形声音、MIDI音乐、三维(二维)动画、过程动画、数字视频DVI和AVI以及动作(操作、控制)媒体类型。格式化数据类型是关系数据库中的表、域(字段)、统计结果对象类型等。

根据多媒体数据的形象直观、语义丰富和时空关联等特点,HDB向最终用户提供符合多媒体特点的操纵接口,具体的功能为:

(1)浏览与基于内容的查询,即在信息网络中浏览,随时可以通过超媒体链获得语义解释,或在浏览过程中指定某一媒体对象或对象中某个内容/结构,作为示例,依此示例进行基于内容的查询;

(2)过滤浏览,即在用户浏览过程中,系统根据用户浏览过的内容/特征自动确定用户关心的主题,从而引导用户的浏览过程。查询中还可以对特定应用或主题建立知识库,有效地扩大特征范围,从而提高查询命中率;

(3)其它查询,按节点名、主题、媒体对象查询及统计;

(4)浏览导航,具有文献导航、节点基本导航、当前节点导航和节点内注释多级导航以及按钮导航等形式。

3.2 节点和链模型

HDB中的宏文献对象、文献对象、节点对象和媒体对象用于描述实体,而用文献间链对象、节点间链对象、媒体间链对象来描述实体间的关联。HDB中的节点由多个媒体数据对象(元素)的实例和媒体间链对象构成,它们之间具有时空关系和语义关系^[6,7]。

节点中媒体对象的表现具有时空组合能力。空间关系指位置关系,即相邻、交叠、包含、方向等关系。时间关系描述对象表现的先后次序和持续时间。HDB的事件管理器处理用户登录的事件和系统缺省处理的事件,这些事件可以是用户的交互动作(查询、播放、热标激发)、系统时钟以及其它对象发送的消息和状态等。

HDB的超媒体链分为注释链、基本链和交叉索引链。图4(b),(c)和(d)所示为HDB的节点和链对象模型,图4(b)中的底层对象与高层对象为聚集关系,例如节点对象和节点间链对象的聚集构成文献对象。

(1)注释链,表示节点内媒体元素之间的关联。主对象通过时序结构链建立时序关系,注释链引出对源热标对象的注释。注释对象通常是不可见的,只有用户激发时才表现。可以对一个注释对象再注释。构成注释嵌套关系。

(2)基本链,包括文献基本链和宏文献基本链。文献基本链描述文献内节点之间的层次顺序关系,其链源和链宿均为节点。宏文献基本链描述文献间的层次顺序关系,其链源和链宿均为文献。

(3)交叉索引链,构成节点和文献的网状结构。索引链分为文献内索引链和文献间索引链。它们与基本链一同构成节点和文献的超媒体网络。索引链的链源是节点中的一个热标,链宿为同一文献内或其它文献中的某个节点。

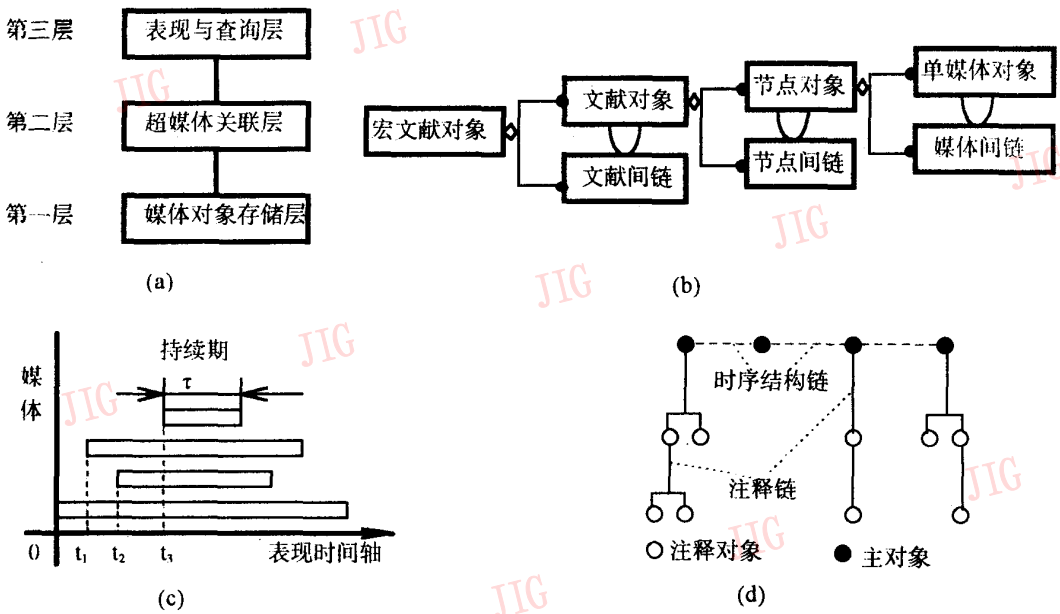


图4 HDB数据模型
 (a)层次结构;(b)层次对象关系;(c)节点内媒体时态关系;(d)节点内对象间链

Fig.4 HDB Data model

(a)Hierarchical Structure;(b)Aggregation relationship of objects;
 (c)Temporal relationship of objects within a node;(d)Links between objects within a node

3.3 HDB 对象的形式化描述

从高层的宏文献对象到低层的媒体对象以及链对象,都具有属性、表现规范等成员信息。对象可以具有关键字、特征值、类型等属性,系统可用这些信息以及抽取的媒体特征来实现基于内容的检索。表现规范中包含的信息说明系统中的对象如何向用户表现,它们是超媒体关联层与表现、查询层之间的接口。对象表现的方法可以是一组功能函数或者是一组命令。利用这些功能函数和命令,描述实体的各个对象,以时空编排形式表现给用户。而描述实体间联系的对象,如链,除用于导航和表示信息关联之外,还可以执行指定的动作(操作),执行某些条件运算和推理,把信息迁移到动态的目的地。

根据以上叙述,HDB 宏文献、文献、节点、链和媒体对象的一种形式化描述如下:

```

HDBMarcoDoc ::= (DocAttr, (<HDBDoc>, ...), (<Link>, ...), (<Method>, ...));
HDBDoc ::= (DocAttr, (<Node>, ...), (<Link>, ...), (<Method>, ...));
DocAttr ::= (<NetAddr>, (<Path>, <AccessAttr>, <Version>, <Keywords>, ...));
Method ::= (<Browsing>, <Query By Examples>,

```

```

<Content-Based Retrieving>, ...);
Node ::= (<NodeAttr>, (<MediaObject>, ...));
NodeAttr ::= (<Type>, <Background>, <Version>, <Keywords>, <AccessAttr>, <DataBaseReference>, (<TemporalSequence>, ...));
Type ::= DataBaseType | Media Type;
Background ::= (<MediaObject>, ...);
TemporalSequence ::= (<StartTime>, <Duration>);
Link ::= (<LinkType>, <LinkSource>, <LinkDestination>, <LinkAttr>);
LinkType ::= AnnotationLink | BasicLink | ReferenceLink;
LinkSource ::= DocObject | NodeObject | MediaObject | <Hotspot>;
Hotspot ::= Hotwords | Hotpoint | Hotarea | Hotelement;
LinkDestination ::= NodeObject | MediaObject | DocObject;
LinkAttr ::= (<Version>, <AccessAttr>, <Conditions>);
MediaObject ::= (<MediaType>, <PresentAttr>, <Contents>);
MediaAttr ::= (<MediaType>, (<PresentAttr>, <Contents>));

```

```

Media Type ::= < SysDef > | < UserDef >;
SysDef ::= < BasicType > | Image | Graphics | Sound |
Video | Animation | Action | < Data >;
BasicType ::= Int | Long | Float | Double | ...;
Data ::= FieldObject | RecordObject | ResultedObject;
UserDef ::= (( < DerivedDataType >, < DefDataType > ),
( < DerivedMethod >, < DefMethod > ));
PresentAttr ::= ( < SpatialDesc >, < TemporalDesc >,
( < PresentStyle >, ... ));

```

4 HDB 的系统组成

从系统功能方面划分, HDB 可分为系统创建和描述、运行与操纵、媒体描述和处理以及系统管理 4 大部分。

4.1 系统创建和描述

(1) 超媒体数据库编辑器 HDB。这是 HDB 的主系统, 其功能是创建超媒体数据库(文献的宏文献), 建立实体(节点)和实体之间的联系(链), 定义媒体对象、节点、链和文献的特征和访问属性等。具有浏览功能, 以便使用户立即看到系统运行的实际效果。

(2) 超媒体时空描述器 HDB. Descriptor。描述多媒体形式的实体, 定义多媒体数据元素的时空关系和媒体间的联系(注释链)。

(3) 脚本语言编辑器 HDB. Scripter。用脚本语言形式描述和定义多媒体数据及其联系, 脚本语言经过编译形成 HDB 的库(文献或宏文献)。

(4) 脚本语言解释器 HDB. Trans。把 HDB 的文献或宏文献编译为脚本语言形式。

4.2 运行与操纵

(1) 超媒体表现与查询 HDB. P&Q。对超媒体数据库进行各种浏览和查询, 它是一个单独的表现和查询执行模块, 用户通过 P&Q 运行和操纵生成的具体应用。

(2) 宏文献服务器 HDB. MacroServer。为宏文献的创建和运行提供目录服务和分布服务。

(3) 图象服务器 HDB. ImgServer。实时获取现场的图象, 经网络传送到用户的操作界面。

(4) 声音服务器 HDB. SndServer。实时获取现场的连续声音, 经网络传送到用户的操作界面。实时获取的数据作为 HDB 的实时媒体对象处理。

4.3 媒体描述和处理

(1) 数据库扩展工具 HDB. DBExt。扩展现有关

系数据库的结构, 使其具有超媒体和多媒体字段, 并向 HDB 提供可操纵的表对象、域(字段)对象和统计、结果对象。

(2) 超文本编辑器 HDB. Htext。对文本进行超媒体化编辑, 使其具有多种热字和丰富的表现形式。

(3) 数字交互视频特征编辑器 HDB. DVIFEdit 和 HDB. AVIFEdit。对 DVI 和 AVI 数字视频数据进行节段的特征编辑并存入特征库中。数字视频媒体作为长媒体对象引入到 HDB 中。

(4) 图象特征编辑器 HDB. ImgFEdit。对图象(头象)进行特征提取, 存入特征库中。实时的特征提取功能嵌入 HDB 中。

4.4 系统管理

用户管理 HDB. Manager 创建并管理 HDB 用户, 为 HDB 用户赋予口令和权限。

HDB 可以运行在网络或单机环境下(Windows, Unix, TCP/IP, NetBIOS), 目前用户端已在 PC 机上实现, 各种服务器可位于 PC, UCIX 工作站上。HDB 的实现采用模块化可缩放结构, 各模块的组合可以构成从小型到大型的应用系统。媒体描述和处理模块作为工俱集为用户提供多媒体数据的处理, 包括特征抽取、结构化、热标定义等; 在此基础上, 系统创建和描述模块以交互或脚本方法生成用户的多媒体应用; 系统管理模块规划 HDB 用户及其存取权限; 在可剪裁的运行和操纵模块提供的环境中运行用户所建立的应用。

HDB 可以通过嵌入对象的超媒体脚本语言 and 用户自己编写的动态链接库(DLLs)来扩展 HDB 的应用。对于用户的一些特殊的功能和要求, 甚至一些小系统可用 DLLs 来实现的功能, 在 HDB 中, 通过按钮来定义调用这些扩展函数和对象的动作, 或通过链的定义来调用扩展的函数和对象, 从而可以把 HDB 作为一个多媒体界面或多媒体信息管理应用的主体。

5 结束语

分布式超媒体数据库系统 HDB 不仅利用超媒体技术管理多媒体数据, 而且内含存取 XBase 格式化数据的接口, 并且通过 DLLs 扩展或 ODBC 接口可以存取 Oracle, Sybase 等数据库。HDB 的单文献可以支持 1000 个节点以上的大型信息网络, 宏文献中的节点数是无限的。由于 HDB 采用模块化和宏

文献可缩放结构,因此它既可以用于小型系统,也可用于大型系统,如信息咨询、演示、产品指南、CAI、电子出版物等领域的应用。HDB 还可以作为信息组织的基础支持多媒体的其它应用。HDB 已具备某些下一代超媒体系统的特征^[8],现正在完善和发展之中。

参考文献

- 1 胡晓峰等. 多媒体系统原理与应用. 北京:人民邮电出版社,1995.
- 2 Jakob Nielson. Hypertext and Hypermedia. Academic Press, 1990.
- 3 Roy Rada. Hypertext from Text to Expertext. Cambridge,1991.
- 4 Satoshi Goto. Multimedia Researches in Japanese Industries.

- Proceedings of Multimedia Information System and Hypermedia, Tokyo, Japan, 1995. 3:15~20.
- 5 Francis Kretz et al. Standardizing Hypermedia Information Object. IEEE Communications, 1992. 5: 60~70.
- 6 Frank Halasz et al. The Dexter Hypertext Reference. Communications of The ACM, 1994, 37(2): 30~39.
- 7 李国辉等. 多媒体音频视频对象的同步技术研究. 计算机研究与发展, 1995, 32(4): 49~54.
- 8 Peta Hoepner. Synchronizing the Presentation of Multimedia Object. Computer Communications, 1992. 11: 557~564.
- 9 Masao SAKAUCHI. Next Generation Multimedia Database and Conceptual Information Processing. Proceedings of Multimedia Information System and Hypermedia. Tokyo, Japan. 1995. 3.

李国辉, 1986年毕业于国防科技大学, 现为国防科技大学系统工程系副教授, 主要从事多媒体信息系统、计算机通信等方面的研究和开发。

Architecture and Constitution of a Distributed Hypermedia Data Base : HDB

Li Guohui, Hu Xiaofeng, Lao Songyang, Wang wei, Zhang Maojun

(National University of Defense Technology, Changsha 410073)

Abstract In this paper the architecture and Constitution of HDB: a distributed Hypermedia Data Base are described. HDB, which has distributed macro-document structure manages multimedia information using hypermedia nodes and links. It provides functions of filtering browse, content based retrieval and multiple levels navigation. HDB is composed of 14 subsystems, including hypermedia document creating, presenting and querying, marcoserver, mediaserver, scriptware, etc.

Keywords Hypermedia, Multimedia, Distributed system, Hypermedia database