维普资讯 http://www.cqvip.com

计算机科学1997 Vol.24№.4

超媒体系统的开放性探析

On the Openness of Hypermedia Systems

李光亚 周学海 龚育昌 赵振西

(中国科技大学计算机系 合肥230027)

摘 要 This paper presents an overall and deep research on the openness of hypermedia systems. First, we list out the requirements of open hypermedia systems and propose some solutions. Second, we make an comprehensive classification and comparision to most of the hypermedia systems appeared so far. Finally, a resonable analysis and predication is given as to the development of open hypermedia systems.

关键词 Hypermedia system, Openness, Link protocol, Data model, Architecture

1. 引言

超媒体系统从一开始就被视为信息集成的工具,为用户在包含各种媒体的信息仓库中进行浏览或信息检索提供了方便的手段,允许用户在小块的信息(结点)之间通过任意的连接(链)来扩充自己的信息空间。超媒体系统已被广泛地应用于如CAD、CASE及电子出版物等许多领域。但是到目前为止,这些应用只能是片面的和局部的,其独立与封闭特性使它们很难与其它系统合并成为一个统一的工作环境。为了利用超媒体系统的功能和数据,用户要么摈弃他们已有的计算环境,利用超媒体系统内特定的工具进行浏览和检索,要么对自己的应用进行数据模型、存储模型等多方面的剪裁,使其与超媒体系统达成完美的结合[16]。可以说这种封闭的、独立的特性已构成超媒体系统发展的一个最重要的障碍。

随着超媒体技术被越来越多的应用领域所采纳,超媒体必将成为未来计算环境中非常重要的概念,因此开放的、分布的、可扩展的超媒体系统结构已成为一个重要的发展方向,超媒体概念将对下一代信息系统产生重要的影响并且将被应用于人们日常事务的每个领域。

本文在通过对大量已有的超媒体系统进行分析的基础上,首先对超媒体系统的开放性作了较全面的讨论,然后对开放式超媒体系统进行了分类与比较,最后展望超媒体系统的发展方向。

2. 超媒体系统的开放性

开放式超媒体系统(OHS)这一概念虽然已经出现多年,但迄今还没有一个统一的定义,因为系统的开放性可以从许多不同的角度加以理解(如体系结构、用户、系统协议等),下面从不同的角度对超媒体系统的开放性进行剖析。从某种意义上说,这些方面在本质上都是相互关联和相互依赖的。

2.1 系统的可伸缩性(Scalability)

超媒体系统的可伸缩性包含三个方面:数据类型,用户数目及信息库的尺寸。超媒体系统不仅应支持各种已经存在的文档和数据格式,并且能够为将来可能出现的文档及数据类型提供一个灵活的可扩展环境;一个超媒体系统的潜在用户可能会从一个到成千上万个,这就要求超媒体系统从实现效率上加以考虑;超媒体信息库的尺寸可能会从几兆到几兆兆不等,因为用户不仅可能在已有的信息中增加链接,还可能将新的媒体数据链入信息库中。开放式

李光亚 博士研究生,主要研究领域为超媒体系统和多媒体数据库。周学海 博士研究生,主要研究领域为多媒体数据库和面向对象程序设计。龚育昌 副教授,主要研究领域为数据库系统。赵振西 教授,博士生导师,主要研究领域为数据库系统,面向对象程序设计和多媒体系统。

维普资讯 http://www.cqvip.com

超媒体系统的一个非常重要的概念就是将内容信息和结构信息分离，这早在 Dexter 参考模型[2]中已经提及，因此有必要分别对超媒体系统的内容库和结构库加以研究，提出相应的有效索引和查询机制以提高存取效率。目前，对于各种媒体的索引和查询正进行着大量的研究（如媒体按内容查询、多媒体数据库技术等），作为多媒体领域的一个分支，超媒体系统可以充分吸收这方面的研究成果[24]。

2.2 与第三方应用的可集成性

超媒体系统的开放性最重要和最困难的一点在于与各种应用系统（包括已经开发的和将要开发的）之间的合并[23]。开放式超媒体系统必须是可扩展的和可剪裁的，必须提供给第三方应用一定的通讯规程和接口协议，即链接协议（Link Protocol），以便使第三方应用能够享受到超媒体系统的链服务功能。

首先涉及的问题是应用的开发者对第三方应用的剪裁程度，换个角度说，就是第三方应用对超媒体系统的感知（aware）程度[5]或超媒体系统对第三方应用所提供的链服务功能的强弱。这可以区分为全感知、部分感知和无感知三个层次。实现全感知最直接的方法是针对超媒体系统的特点而开发专门的应用系统，这一般是由超媒体系统的开发者本身所提供的；其二是对于一个已开发的应用，如果其原代码是可得到的话，可以直接针对第三方的应用进行源代码级的修改；第三种方法是利用面向对象系统的代码可重用性，即超媒体系统建立好一个基本的类层次，浏览器可以在此基础之上对特定的类进行扩充。对于部分感知的实现，可以利用应用系统本身所具有的扩展功能（如 Word 的宏命令语言、AutoCAD 的 AutoLisp 或其它一些系统的灵活的扩充界面）对应用系统进行扩充，或者在超媒体系统与应用系统之间建立一个中间层（如图1中的通讯协议垫层和超媒体协议垫层），这个中间层将一方的命令集转换为另一方可以理解的命令集，即中间层实现了链接协议的功能，当前绝大多数开放式超媒体系统都采用了这种方法，如 Microcosm 的 Universal Viewer[5]。无感知的应用是最坏的一种情况，这些系统只能由超媒体系统唤醒而显示某个类型的数据，这些数据只能作为链的终点（且只能是整个文档）存在，而不能从这些数据出发建立指向别处的链。所以开放式超媒体系统应该提供各种灵活的机制供第三方应用根据其自身的特点进行选择，以便能最大限度地利用超媒体功能，且只需对第三方应用进行最小限度的修改。

对于大多数第三方应用来说，链接协议是它们获得超媒体功能的基础，因此对此协议的研究是一个重要的问题。链接协议可以有多种形式，如进程间通讯、消息的传递、函数调用等，系统必须对此进行选择。如何定义一个功能完备的协议内容则是关键所在。典型的链接协议的内容可以划分为四个部分：①链的激发，当一个链被应用激发后，应用以某种形式将锚的信息告知超媒体系统，而超媒体系统根据此信息对链及链的端点进行定位；②浏览信息的初始化，一个应用文档被展示前，超媒体系统必须将有关此文档的链网络信息告知应用，以便让文档对其外观进行改变等；③结构信息的产生和维护，这需要应用和超媒体系统双方交换信息以便维护超媒体网络，例如当用户删除或增加一条链时，相应的超媒体网络库中的信息被删除或增加；④合作消息的通知，这牵涉到同一超媒体网络的各个浏览器之间的数据一致性问题。对于超媒体系统的开放性来说，链接协议的标准化[18]已成为一个亟待解决的问题，链接协议的标准化不仅可支持超媒体系统与第三方应用的合并，而且可支持超媒体与超媒体系统之间相互开放。如图1所示超媒体协议垫 以将标准端链接协议转换为特定超媒体系统组支持的链接协议。

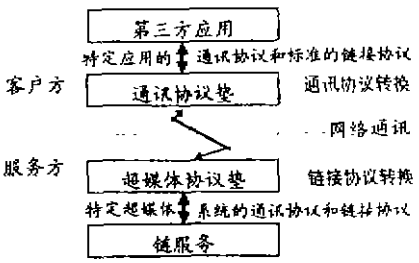

图1 开放式超媒体系统协议转换结构图

另一个比较关键的问题是对链（Link）和锚（Anchor）的处理，可以有两种维护方法：一是将链的端点即锚嵌入超媒体对象，另一种是维持一个分离的链服务器。采用嵌入的方法时，只有当应用是全感知的情况才知道如何显示和操纵包含链信息的数据，而对于部分感知的情形，采用中间层（如图1中的通讯协议垫层和超媒体协议垫层）是一种解决办法；采用分离的链服务器方法时，一个全感知的应用必须将任何有关链信息的改变消息通知给链服务器，而对于部分感知的应用来说，这些都需由中间层完

维普资讯 http://www.cqvip.com

成。链服务器对于链数据的存放也可能有多种方案：可以是一个专用的集中的或分布的数据仓库，也可以利用别的系统（如面向对象数据库、文件管理系统等）来存储数据，后者可以利用底层存储系统的特点来提高超媒体系统本身的性能，如利用面向对象系统的可扩充性或数据库系统已有的并发控制，事务管理及版本管理等功能。

2.3 数据模型的可扩展性

链接协议是实现超媒体系统开放性的关键之一，但是链接协议所提供的功能是建立于超媒体系统本身的数据模型之上的，数据模型既包含数据又包含对数据操作的数学抽象，这就产生了一个问题，即超媒体系统的数据模型对于第三方应用的强制性。这种强制性可以从对于第三方应用完全没有数据模型的限制到超媒体系统的数据模型通过链接协议而强加于第三方应用。当前各种超媒体系统的数据模型的内容是多种多样的：Dexter 参考模型是一个著名的超媒体模型，它的存储层是数据模型的具体体现，但它存在着许多缺陷，例如，不支持悬链，从而遭到许多方面的批评[9]；Microcosm 则通过消息在一系列过滤器之间进行传递、修改，从而实现超媒体系统的功能，但是此系统是基于客户/服务器结构的系统，对于分布式（数据和功能分布）情形支持不够；Chimera 则是通过链（该系统中无锚的概念）、属性值对、视图等概念实现链接功能，但它对版本及协同写作等方面缺少数据模型概念及功能上的支持。

要想定义一个包含各种抽象机制的数据模型是不可能的，一种现实的方法是建立一个具有灵活的可扩展性的数据模型，超媒体系统应该提供一个扩展平台[11]，它允许对已有的数据模型进行剪裁，满足特定应用的需求，第三方应用可以在运行时刻动态地加入新的数据模型。所需的基本功能可能包括：并发控制、存取控制、版本控制以及搜索和查询机制等。从接口角度来讲，超媒体系统应该至少提供给用户两个层次[10]：基础层和元对象层，基础层提供给用户在缺省的数据模型下的界面，元对象层则是实现基础层的内部机制，特定应用的数据模型可以通过此层实现。这两个层次都用面向对象的方法实现可以提供给用户很大的灵活性，同时可以明显缩短应用的开发周期。

2.4 分布性

对于超媒体系统的体系结构来讲，分布性是指系统的各个模块以不同的进程运行于不同的平台上；对于链服务器来讲，分布性是指链接数据（链、锚、结点）存储在不同的机器中。

由于各种平台可能运行着不同的操作系统，所以它们所采用的通讯协议也不尽相同，如 DDE、RPC、OLE、Sockets 等，因此在某种平台上的第三方应用很难与另一平台上的超媒体系统通讯。一个可行的解决办法是为每个用户方增加一层通讯协议垫，实现从特定通讯协议到其它协议的转换功能。WWW 是目前分布性实现比较成功的一个超媒体系统，但 WWW 的一个主要的缺点就是对图像的低传输率，随着视频技术融入 WWW，速率问题将会变得更加难以忍受。然而在没有理想的网络通讯情况下，一个可行的折衷办法是在用户和超媒体服务器之间建立一个 QoS 协定，例如 JPEG 图像可以以不同的分辨率传输，而 MPEG 的视频可以以低于30帧/秒的速率进行传送播放。从用户的执行效率上讲[26]，分布式系统还必须考虑超媒体网络的拓扑结构、缓存以及远程激发等问题。

在多个用户的合作写作的分布式超媒体系统中，并发控制[12]是一个十分重要的问题，由于开放式超媒体系统的一个重要功能就是与各种应用系统的合并，因此如何在各种应用系统的各个用户之间建立合作关系并进行并发控制是不可避免的。除了利用传统的数据库技术如完整性检查、数据备份与恢复、用户存取控制及数据共享等技术外，还必须对超媒体系统所特有的一些特性，如大量的数据、长事务、可扩展性、实时性以及内容和结构的版本问题等，进行分析并对原有的数据库技术和软件工程技术等进行改良和扩充，如更加细化的锁机制、事件通知机制、共享锁机制以及合作消息的持久性机制等。

2.5 链的智能性和完整性

链是超媒体系统中最基本的概念，它首先应该支持指向文档内容的任何一个元素，这些元素可能是一个单词、图像的一个区域或视频中一个移动的对象。不同的用户可能会对同一个文档的链网络产生不同的上下文（multi-context），这对用户应该是透明的；对于多媒体数据来讲，还应该支持按照语义消息的超链，也就是说允许超链根据数据的语义或内容对链的终点进行定位而不是通常的根据位置或名称进行定位。这就需要对超媒体系统中的两种查询机制[2]：按内容查询和按结构查询进行深入的研

维普资讯 http://www.cqvip.com

究。

由于开放式超媒体系统中最重要的一个功能是与第三方应用的合并，这种合并会产生一个问题，即当链数据是由超媒体系统中的链库来管理而结点数据是由第三方应用来管理时，第三方应用能够在超媒体系统之外对结点的内容进行修改，于是会导致文档的内容发生变化（文档内所包含的锚的位置与超媒体系统链库中存放的锚的位置会产生不一致），或者文档的物理存放位置发生变化乃至文档被删除。这两种情况均会导致悬链的产生。对此可有几种解决方案[21]：一是完全忽略锚的存在，即文档的修改或移动即认为是链的丢失，这是 WWW 所采取的方法；二是当一个对象的内容改变之后，从第三方应用广播一个消息给所有相关的链库，用以修改与此对象相关的链信息，这就要求通过链协议接口来完成。这种方法给第三方应用带来很大的负担；第三种方案是链被激活时动态地生成链端点的地址，这就需要在原始的链库中提供足够的关于链端点的额外消息，如查询语句、别名或是从文档尾部的偏移等。对于外部应用来说，这是最为可行的方法，Microcosm 和 HyperTED 就使用这种方法。此外在某些情况下，为保持文档的干净性（Document Scantity）而将文档存于只读介质上，或者限制用户对目标文档写的权限，但却需要生成关联此文档的链。这再一次体现了超媒体系统中内容数据与结构数据分离的要求。

3. 开放式超媒体系统的层次结构与分类

80年代中期以来，已涌现出一些不同用途、不同性能的开放式超媒体系统如：Sun's Link Service[10]、Proxhy、Microcosm、DHM[1]、HyperDisco、SP3、Chimera、SEPIA[27]、HyperTED[21]、WWW[7]等，由于没有统一的标准，这些系统在数据模型、体系结构、链协议、与第三方应用的合并能力上都各不相同，很难对这些系统进行综合性的比较。此外已知的一些参考模型如 Dexter 参考模型、Trellis 模型[28]、HAM 模型[22]等都是超媒体发展初期提出的一些模型，它们还没有对开放式超媒体系统应有的一些特性作出相应的描述，因而不适合用作比较的参照物。

纵观已有的 OHS 都已实现了链服务层（有些系统称之为超库层或超文本层），它实现了对链和锚的存取和控制机制，是超媒体数据模型的体现。这些 OHS 都还有一层应用层（运行时刻层或展示层），此层包含了用户所需的浏览器、编辑器等。此外，在上述两层之间都定义了一定的链接协议，通过这个协议使得应用层得以利用链服务层的超媒体服务。链接协议的形式目前是各种各样的，如脚本语句或标定的消息格式。从上述分层结构出发，我们可以将开放式超媒体系统分成四类：基于 Dexter 参考模型的系统、嵌入链系统、链服务器系统和开放式超库系统。

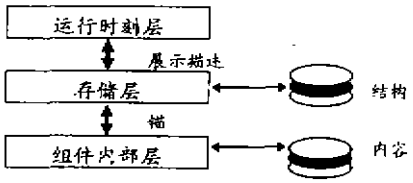

图2 Dexter 参考模型系统

基于 Dexter 参考模型的系统（如图2所示）代表了80年代出现的一代系统如 CWI[20]、DHM[1]等，这类系统都继承了 Dexter 参考模型的三层体系结构（运行时刻层、存储层、组件内部层），这个模型为合并第三方应用提供了一定的可能性。它的一个特点是由应用本身为每个锚分配一个对于当前结点唯一的锚标识符（anchorID）（这在很大程度上限制了超媒体系统的开放性），应用负责静态地维护锚标识符与具体位置之间的对应关系，而存储层可以通过结点名和锚标识符来唯一地定位锚。由于 Dexter 参考模型本身并没有严格区分哪些组件内容由超媒体系统管理，哪些组件内容由第三方应用管理，也没有具体定义如何用复合组件来描述拥有内部结构的应用文档，而将这些决策留给了具体的超媒体系统[14]，这使得基于 Dexter 参考模型的超媒体系统之间的互交换性和互操作性受到一定的限制。

图3 嵌入链系统

嵌入链系统（如图3所示）的一个最典型的代表就是 WWW，它的一个主要特征是将锚的数据嵌入结点数据，进而将所有的链信息嵌入到相应结点上（如 html 文件中 URL 以 HREF 的形式被嵌入），这种方法强调使用一些特殊的数据类型（如 HTML 所

维普资讯 http://www.cqvip.com

支持的)和链接协议(HTTP),它需要应用层(如mosaic或netscape)完成所有的超媒体功能,而链服务层(如WWW Server)则负责结点数据和链数据的存储。这种方法的主要缺点是对数据类型的支持不够,对于那些不适合作链嵌入的数据类型只能作为链的终点,而不能作为链的起点,而且分析链的完整性的唯一方法是进行实际遍历。它的主要优点是具有很强的伸缩性,允许独立地存取一个子网而不必注意别的部分的存在。此外,广泛的分布性是这种方案的另一优点。

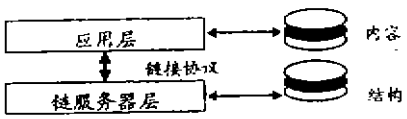

图4 链服务器系统

链服务器系统(如图4所示)的主要特点是允许第三方应用在应用层展示和存取超媒体网络的内容部分(包括结点内容的文档)。链服务器包含一个链库,负责存取超媒体链网的结构信息。应用层通过链服务器来分配锚标识符(它对于整个链服务器来说是唯一的),而链的信息通过锚ID保存在链库中。应用层与链服务器之间通过一定的链接协议(如OHP[10])和通信协议(如Sockets)进行信息交换,从而完成超媒体功能(如followlink, startlink, deletelink)。这种方法的一个优点是当应用层不需要超媒体系统功能时可以脱离链服务层而单独存在。第三方应用所支持的数据类型都可以并入链库中,因为具体的从锚标识符到锚在结点中具体位置的映射是由第三方应用在运行时刻完成的,这样极大地增强了可扩展性。Sun's linkService、Proxhy、Microcosm、Chimera、HyperTed等都属于这种类型。

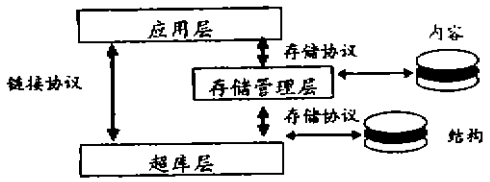

图5 开放式超库系统

开放式超库系统(如图5所示)则具有更大的灵活性,综合了超库(存放结点和链信息)和链服务器两种方法的优点,它与链服务器方法的最大差别即在于超库不仅存取链结构信息,还可以存取内容信息(也可以由第三方应用来存取)。这种系统在应用层和超库层之间也存在一个链接协议,负责双方的通讯约定。此外还有一层存储管理层,第三方应用可以直接与存储管理层通过存储协议而进行内容信息的存取,也可以通过链接协议由超库层对超媒体内容信息进行存取。SP3、HyperDisco、Sepia都属于这种类型。当内容信息由超库统一管理时,可以避免链服务器方法中可能产生的链的完整性问题。

从以上分析中可以看出,后两种方法是真正地将内容信息和结构信息分开存放,真正满足了开放式超媒体系统的标准,嵌入链的方法将一个特定超媒体数据模型(结构模型和内容模型)强加于第三方应用,而链服务器方法和开放式超库方法仅仅将结构数据模型强加于第三方应用,而它的内容数据模型则由第三方应用独立于超媒体系统而自己管理,这一点更加符合开放性的要求。当系统的数据模型(结构部分)以面向对象的形式提供给应用方时,应用方可根据自己的需求来对此进行剪裁,在这个平台上开发出各种层次的超媒体系统。在以上各类系统中,链接协议的实现方法均需根据第三方应用对超媒体系统的感知程度而定,例如对应用进行源代码级的修改(全感知)或者建立一个中间层(部分感知和无感知)等。

结束语 自从第一个超文本应用系统出现以来,许多专家都预测超文本然后是超媒体的时代已经到来,然而时至今日,超媒体技术的发展及应用并没有象专家们预测得那样快。这在很大程度上是受到超媒体系统封闭性的限制,需要使用超媒体功能的用户或应用必须摈弃已有的计算环境才能真正使用到超媒体系统的强大的信息浏览和数据集成功能,因此对超媒体系统的开放性研究已成为一个迫切需求。新一代的开放式超媒体系统既应提供一个方便的交互平台,让第三方应用能够无缝地与超媒体系统合并,又应使不同的超媒体系统之间通过一个标准的链接协议相互交换消息,只有这样才能实现完全意义上的环球信息仓库。当然,对于开放式超媒体系统的研究必须充分借鉴已有的技术标准(如OLE、CORBA、ODA、Hytime)、相关领域的研究成果(数据库领域、软件工程领域、面向对象领域、人工智能领域、多媒体领域)以及现成的产品(Java、WWW),以取得更快的发展。

(参考文献共28篇略)