

# 一个事件驱动的超媒体模型\*

史元春 裴云彰 徐光佑

(清华大学计算机科学与技术系 北京 100084)

E-mail: shiyc@mail.tsinghua.edu.cn

**摘要** 本文提出一个事件驱动的超媒体模型,较好地解决了超媒体链、对象同步和用户交互3个关键问题。该模型在结构上分为数据层、容器层和表现层3层,采用直观的时间轴定义各种对象同步关系,通过交互对象和内置的描述语言定义复杂动作,兼顾了直观性、灵活性和交互性;采用完善高效的超媒体链定位方法,支持多人同时工作。以 EDHM(event-driven hypermedia model)为基础研制的多媒体著作工具 Ark 已在国家大型应用系统的开发中得到很好的应用。

**关键词** 超媒体,交互,同步,事件驱动,著作工具。

**中图法分类号** TP391

超媒体(Hypermedia)的概念是超文本(Hypertext)和多媒体(Multimedia)结合产生的,受到日益广泛的关注。这是由于:一方面其超链接结构能够直接反映人类联想式思维的特点,另一方面多媒体信息具有生动直观的表现力。超媒体的概念成功地引导了包括 WWW<sup>[1]</sup>在内的许多超文本/超媒体系统的问世以及相关一些开放标准的讨论和定义,如 MHEG<sup>[2]</sup>,同时也产生了象 Dexter 和 Amsterdam<sup>[3]</sup>这样的以学术研究为目的建立的通用参考模型。尽管目前这些系统都支持多种媒体,但真正的多媒体特性,如集成的同步模型、视频或音频的锚以及对同步的分布式通信的支持,仍仅限于少数学术探讨。<sup>[4]</sup>

我们提出的事件驱动的超媒体模型 EDHM(event-driven hypermedia model)是一个面向多媒体著作的模型<sup>[5]</sup>,该模型通过把超媒体的结点概念扩展到同步的多媒体,将分布式的与多媒体的著作协调一致。我们在 EDHM 的基础上开发了大型多媒体演示系统著作工具 Ark,并在著作工具的开发过程中不断完善 EDHM 的定义,使之能够较好地解决多媒体系统中的超媒体链、对象同步和用户交互3个关键问题。

## 1 EDHM 的体系结构

EDHM 的体系结构可以大致分为3层,从下往上分别是数据层(Data Layer)、容器层(Container Layer)、表现层(Presentation Layer)。如图1所示。

### 1.1 数据层

数据层位于模型的底端,表示超媒体系统中的多媒体数据,以文件形式存储。其特点是:  
①数据类型是没有限制的,比如现在常用的文本、图形、图象、声音、视频、动画等,还可以是将来出现的各种类型的数据。每类数据可以有几种文件格式,比如图象文件格式有 BMP,PCX,GIF,TGA, TIFF, JPEG 等,视频文件格式有

AVI,MPEG 等,音频文件格式有 WAV,MIDI 等。②数据文件可以存储在一台计算机上,也可以存储在网络上,形成分布式演示系统。③一个数据文件可以由多个演示系统共享。

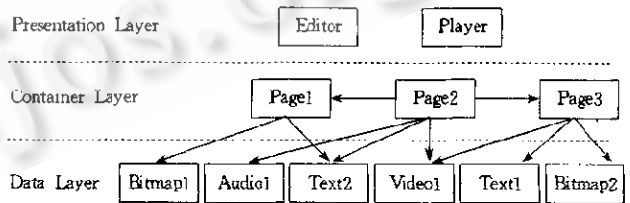


图1 EDHM的体系结构

\* 本文研究得到“211工程”学科建设项目基金资助。作者史元春,女,1967年生,在职博士生,副教授,主要研究领域为分布式多媒体信息模型,CSCW。裴云彰,1973年生,硕士生,主要研究领域为分布式多媒体信息处理。徐光佑,1940年生,教授,博士生导师,主要研究领域为人机交互,计算机视觉。

本文通讯联系人:史元春,北京100084,清华大学计算机科学与技术系

本文1996-12-09收到原稿,1997-04-09收到修改稿

### 1.2 容器层

容器层定义了超媒体概念中的结点,在 EDHM 中称为“页”.链接在一起的“页”的集合构成网(Web),也就是超媒体文档.一页存成一个文件.页文件也可以象数据文件一样分布式存储.

本层被称为容器层是因为一页就相当于一个容器,里面包含对象链表、背景信息和超媒体链.页的内部结构如图2所示.

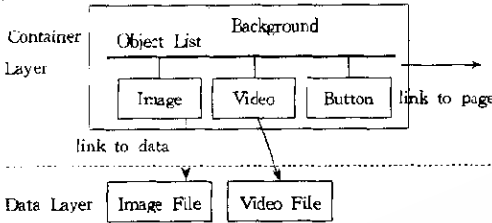


图2 页的内部结构

对象链表是页中最重要的数据结构,上面挂着一些数据对象和交互对象.数据对象代表要表现的数据,比如文本对象代表一段文字,图象对象代表一个位图,视频对象代表一段视频剪辑等等.这里我们很自然地采用面向对象的思想来抽象要表达的事物,对象中定义了它们的时空关系和表现特性.交互对象用来接受用户输入,使用户交互式地观看演示,如“热区”(按钮)就是一种最常用的交互对象,用户点一下按钮就执行一个动作,这个动作可以是发出一个声音、播放一段视频或跳转到其它页等.

页也可以看作一个对象,背景信息就是页对象的一些属性,包括背景的大小、样式、颜色、播放时间以及共享通道定义等等.

超媒体链有两种,一种称为页链,指向页文件,可顺其跳转到其它页.页链把页文件连在一起,形成完整的超媒体系统.另一种称为数据链,包含于数据对象中,指向实际代表的文件.当启动一个数据对象时,就通过数据链找到相应数据文件,打开文件,显示或播放其内容.数据链把数据对象和数据文件联系起来.这种对链的分类是依据对链的不同处理方式而划分,链的定位方法并没有什么不同.

### 1.3 表现层

表现层包含编辑器(Editor)和播放器(Placyr)两个程序.编辑器就是著作工具,它的任务是生成页文件.用户可以利用此编辑器可视化地编辑页文件,用户界面上提供直观而有效的工具定义和编辑容器层中关于对象和页的定义,一般不需要编程,使得非专业人员也可以制作超媒体演示,简化了制作和修改工作,避免了大量重复劳动,提高了工作效率.播放器供读取和显示页文件,解释页文件的内容,把页中对象根据事先规定的同步关系播放出来,和用户进行交互,并处理超媒体链.

## 2 事件驱动

对象同步和交互<sup>[6]</sup>是目前超媒体研究中的两个重要问题.EDHM 采用事件驱动的原理<sup>[7]</sup>,使同步和交互的定义简单明了.

事件驱动是指系统的运行表现为一系列动作的执行,而只有事件才能激发动作.动作包括页面跳转和对页内对象的操作(启动、停止、移动对象等)以及暂停、继续、退出等.事件有定时器事件(Timer Event)、按钮事件(Button-click Event)等.动作即是对事件的响应,下面将分别介绍对各个事件如何定义响应动作以及怎样通过定义动作来解决上面提到的定义同步和交互问题的.

### 2.1 定时器事件

定时器事件是一种周期性事件,在开始播放一页时启动定时器,设定定时器时间间隔为  $\Delta t$ ,则每经过  $\Delta t$  时间,系统就会收到定时器事件.如果对定时器事件作出响应,执行动作,系统就会随着时间的推移产生变化.

我们用时间轴直观地定义超媒体结点中对象之间的同步关系,系统根据时间轴来确定对定时器事件的响应.时间轴是一维的轴,单位是  $\Delta t$ ,一页中所有对象排列在轴上,如图3所示.

在实现方法上保证在时间轴上定义为先执行的操作一定会先执行,同时执行的操作一定会同时执行,从而保证了同步关系的正确性.但是,仅用时间轴能定义的同步关系还是有限,只能是预定义的先后时序,有些复杂的同步关系难以在时间轴上表示出来,必须用其它方式描述.在 EDHM 中我们还定义了一种描述语言(EasyScript),帮助定义同步关系.

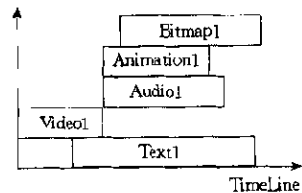


图3 时间轴

## 2.2 按钮事件

按钮或热区是和一系列动作相联系的一定形状(一般是矩形)的屏幕区域,在 EDHM 的定义中有多种风格的按钮。当用户用鼠标点击按钮时系统就收到按钮点击事件,从而引发动作的执行。用户和系统交互最主要的方式就是点击按钮,以此来改变系统的运行状态,达到自由选择观看内容和顺序的目的。

为了描述复杂动作,我们设计了一种描述语言,内嵌在系统中,叫作 EasyScript,用来描述超媒体演示过程中必需的有限的一些动作。因此,只在 EasyScript 中包含了标识符、表达式、分支、循环结构等语言的基本要素,又另外增添了一些函数来描述动作,比如启动对象 Start(),停止对象 Stop(),页跳转 gotoPage(),暂停 pause(),继续 resume(),延迟 delay()等和一些基本的数学函数,页中每个对象还有 left, top, width, height 等显示属性,修改这些属性就可以使对象的位置和大小发生变化,制造简单的动画效果。由于它简洁易用,故称为 EasyScript。使用 EasyScript 就基本可以满足描述动作的需要。

EDHM 用响应按钮事件的方法定义交互。在 EDHM 中,每个按钮对象都有一个字符串类型的属性“ClickScript”用来存储一段 EasyScript 程序,描述按下按钮后应该执行的动作。

## 2.3 其它事件

前面提到的定时器事件和按钮事件是最重要的两个事件,响应它们就基本可以满足定义同步和交互的需要,但有时还显得不够。

延续性对象播放结束事件也需要响应。延续性对象是指声音、视频等可以播放一段时间的对象,它们的播放过程往往受到各种因素,比如机器速度、同时打开设备多少、文件是否已经被调入内存、网络传输速率等的影响,结束时间是不确定的。有时需要在播放结束时立刻执行一个动作,也就是说要定义和播放结束的同步关系,这就需要响应延续性对象播放结束事件。响应动作用 EasyScript 描述。

另外还有响应键盘事件等。事实上,EDHM 可以响应的事件种类是不受限制的。

在 EDHM 中,采用直观的时间轴定义各种对象同步关系,通过交互对象和内置的描述语言定义复杂动作,兼顾了直观性、灵活性和交互性。

# 3 超媒体链的定位

上节解决了超媒体模型的两个关键问题:同步和交互。本节将介绍如何解决另一问题——超媒体链的定位。

## 3.1 数据存储方式

首先讨论一下数据存储方式的问题。一种做法是把所有的数据和页都存储在数据库中。数据库可以是现有的商业数据库,也可以是多见于论文中的对象数据库或多媒体数据库,或者干脆就是一个大“包”文件,把数据和页打进包中。这种做法有很多缺陷:①现有的商业数据库缺乏对多媒体的支持,难以满足存储和管理多媒体信息的要求。②对象数据库和多媒体数据库还处于理论探讨阶段,尚无成熟可用的系统。③数据库查询执行缓慢,严重影响演示效果。④包文件规模受到操作系统限制,如果包太大,存储、管理都有困难,而且降低系统运行速度,加大资源的占用。

在 EDHM 中,数据和页都存成单独的文件,和前面作法相比有很大优越性:①演示系统的规模不受限制,受限制的只是单个文件大小。②可以很自然地存储在网,形成分布式演示系统。③支持多人同时工作,只要他们不同时修改一个文件即可,极大地提高了演示的制作效率,同时方便了文件共享和复用。④修改时只需改动单个的文件,粒度变小,便于维护。⑤减小演示运行时的资源占用,加快运行速度(相对数据库查询而言)。

## 3.2 链的定位

既然文件名可以唯一标识超媒体链,全路径名当然也可以唯一标识。但超媒体链是散布在页文件中的,如果一个文件位置改变了,所有指向该文件的链都需要改动,而这种移动往往是不可避免的,因此给链的维护带来巨大困难。如果只用文件名标识链,位置的移动不会导致链的修改。

有的软件采用数据文件相对于包文件的相对路径来标识链,这会带来一些方便,只要保持相对路径不变,演示可以整体移动而不用修改。但若演示规模大,存储时跨越多个逻辑驱动器或分布在网上,就只能用全路径名,修改还是在所难免。

EDHM 采取的策略是用文件名唯一标识链,采用集中查找的办法完成从文件名到全路径名的映射。在 EDHM 中,每个演示称为一个项目,每个项目用一个项目文件进行管理。项目文件包含一个查找表,记录各种文件所在路径,多个路径之间用分号隔开。下面是一个查找表的例子。

表 1 查找表的例子

页文件所在路径	\\demo\001\page
图象文件所在路径	\\demo\001\image;c:\win95
音频文件所在路径	\\demo\001\audio;c:\win95\media
视频文件所在路径	\\demo\001\video;c:\clips\video
文本文件所在路径	\\demo\001\text;c:\doc

例如,当需要得到一个图象文件的全路径名时,就依次在\\demo\001\image和c:\win95目录中查找,如果找到了,就可以得出其全路径名,否则报告出错.当移动这个图象文件时,只要修改查找表中图象文件所在路径即可,而不用修改链本身.这样使修改集中于项目文件中,系统维护得到极大简化,同时保持了最大限度的灵活性,非常有利于分布式演示系统的制作.此外,文件查找的速度经过实验证明是非常快的,不会影响运行速度.

#### 4 结 论

下面把 EDHM 的特点总结一下:①数据和页文件分开存储,粒度变小,便于分布、共享和复用.②集中式的项目管理,极大地减轻了维护的负担.③事件驱动模型反映了超媒体演示过程的本质,易于实现.④用时间轴和 Script 语言相结合的方法,可以简单明了地定义同步和交互.

事件驱动的超媒体模型 EDHM 把超媒体、时间轴、描述语言等手段很好地结合起来,有效地解决了超媒体链接、同步和交互 3 个超媒体模型的关键问题,是一个功能强大且简明高效的模型.我们以 EDHM 为基础开发的中文 Windows95 环境下的分布式多媒体著作工具 Ark,已于 1996 年在“国家八五科技攻关成果多媒体演示网络数据库系统”这一大型超媒体应用系统的开发中得到很好的应用.

#### 参 考 文 献

- 1 Michael Bieber, Fabio Vitali. Toward support for hypermedia on the world wide web. *Computer*, 1997, 1:62~70
- 2 Thomas Meyer-Boudnik, Wolfgang Effelsberg. MHEG explained. *IEEE Multimedia*, Spring 1995, 2(4):26~33
- 3 Frank Helasz, Mayer Schwartz, Kaj Gronbaek *et al.* Hypermedia special section for “Dexter Hypertext Reference Model” and “Amsterdam Hypermedia Model”. *Communications of the ACM*, 1994, 37(2):28~86
- 4 Max Muhlhauser, Jan Gecsei. Services, frameworks, and paradigms for distributed multimedia applications. *IEEE Multimedia*, 1996, 3(3):48~61
- 5 Pei Yun-zhang, Shi Yuan-chun, Xu Guang-you. An interactive hypermedia model. In: *Proceedings of the 5th National Workshop on Multimedia Technology*. Wuhan, 1996. 240~246
- 6 Shi Yuan-chun, Xu Guang-you. A multimedia information model supporting user interaction. In: *Proceedings of the 4th National Workshop on Multimedia Technology*. Guangzhou, 1995. 156~160
- 7 Shi Yuan-chun, Xu Guang-you. Distributed multimedia information model. *Journal of Tsinghua University*, 1996, 36(5):42~47

### An Event-driven Hypermedia Model

SHI Yuan-chun PEI Yun-zhang XU Guang-you

(Department of Computer Science and Technology Tsinghua University Beijing 100084)

**Abstract** This paper proposes an EDHM (event-driven hypermedia model), which focuses on the task of defining and realizing hypermedia link, object synchronization and user interaction involved in a multimedia presentation. EDHM can be divided into three layers, which are data layer, container layer and presentation layer. Based on an event-driven scheme, timeline is applied to instinctively specify temporal and synchronous relationships between objects, and interactive objects together with an embedded simple script language——EasyScript handle the synchronization and action of objects. With an efficient hypermedia link solution, EDHM is able to support very large scale distributed demonstration system. Multiple authors can work simultaneously on a large project, and EDHM is suitable for inconstant authoring environment. An authoring tool called “Ark” based on EDHM has been used successfully.

**Key words** Hypermedia, interaction, synchronization, event-driven, authoring tool.

**Class number** TP391