

协同多媒体著作工具中演示文档的同步模型

王国意 史元春 徐光祐

(清华大学计算机系, 北京 100084)

摘要 多媒体演示文档的协同著作对文档本身的结构与同步模型提出了一定的要求。为了便于面向对象的实现以及灵活多粒度的共享, 提出了一个协同多媒体著作工具中分布交互式多媒体文档的同步模型。在此模型中, 文档结构分为三层: 页面层、对象组层及单媒体对象层, 根据各层的特点, 其同步分别采用基于跳转、基于事件及基于时间的策略。

关键词 多媒体文档, 同步模型, 协同著作, 分布式多媒体

1 引言

媒体的时空同步始终是多媒体领域的关键问题。多媒体演示文档的分布性、交互性以及演示过程的复杂性本身就使分布环境下多媒体文档的同步极具挑战性。此外, 由于分布环境下大型多媒体演示文档的构造很难由个人独立完成, 这就向协同多媒体著作工具提出了要求, 随着对计算机支持的协同工作(Computer-Supported Cooperative Work)^[1]研究的逐渐深入, 多个人将可以对同一演示文档进行协同编著, 而文档的协同编著又给其结构及其同步提出了特殊的要求。

考虑到分布式多媒体文档的特点以及协同编著的特殊要求, 本文提出了一个协同多媒体著作工具中分布交互式多媒体文档的同步模型。在此模型中, 文档结构分为三层: 页面层、对象组层及单媒体对象层, 根据各层的特点其同步分别采用基于跳转、基于事件及基于时间的策略。这一分层的模型不仅可以满足文档的分布性、交互性以及演示复杂性的要求而且还能够使文档在协同编著的群体成员间进行灵活多粒度的共享, 使群体成员既可以异步编辑文档的不同部分而且也可以对同一内容进行同步实时的讨论, 从而提高协作的效率, 加快著作过程。至今, 我

们已经研制了一个多媒体著作工具和一个可以编辑页面结构文档的协同编辑系统, 积累了很多经验, 以上分层结构模型的提出就是以这两个系统为基础, 目前正在以此模型为基础, 构造能够供多人协同编著复杂多媒体演示文档的协同多媒体著作工具。

2 协同著作中文档的同步模型要求

为了便于群体成员共同编著多媒体演示文档, 文档结构与同步模型应具有以下特点:

(1) 支持多粒度的共享与多粒度的同步: 共同编著过程中, 群体成员需要对多媒体文档进行多粒度的共享, 他们应该既能够各自独立地准备文档中的不同部分, 又能够就相同部分进行同步实时的讨论, 以确定最终的结果, 这要求文档应该由一些相对独立的部分组成。另一方面, 文档中一般同时存在不同粒度的同步关系, 如以页面为单位, 以对象组为单位以及以对象为单位的同步等等。不同的类型具有不同的要求, 在模型中应该分别处理;

(2) 方便用户的预览: 协同编著中进行共同讨论时, 群体成员往往要求不经过完整的演示就可查看某一时刻, 某段时间或某一条件下文档的演示情况。这在文档的编辑中是非常重要的。同步模型应允许这种预览;

* 本文得到国家自然科学基金重点项目(69233020)资助。

收稿日期: 1996-11-25; 收到修改稿日期: 1997-05-08

(3)便于面向对象的实现:为了便于协作,共享信息一般是以完整的对象表示的,另外面向对象的方法可以解决分布式系统中的一系列问题^[2]。

此外,由于实际应用对多媒体文档本身的交互性、分布性及演示复杂性的要求,文档的同步模型还应该具有以下特点:

(1)支持与用户的交互:用户的参与在文档的演示过程中起着重要的作用,文档应该能够根据用户的输入决定演示的内容和形式,以使用户方便地控制演示过程。

(2)支持媒体间和媒体内的同步:媒体间的同步是各媒体之间的时空关系;媒体内的同步为同一媒体的前后单元间的关系,如视频播放的速度、连续性及时性等。

(3)支持同一对象的不同演示形式:根据具体的系统设置与用户的输入媒体对象,可能会采取不同的演示形式,如对于同一段解说词,可用各种语言的音频表述也可以用文本的方式表示。同步模型应能支持这种多形式的演示。

(4)支持多种同步方式:对象间的同步有多种方式,如并行方式、串行方式及其它制约方式等等。同步模型应能支持这些不同的方式。

(5)处理分布式环境中时钟差异对同步的影响:时间关系的处理有时必需与各站点的时钟相联系,在分布式环境下,由于各站点的时钟不一致,因此为媒体的时间同步带来困难,同步模型应该能够处理这些差异。

(6)能够处理分布式环境中网络传输的随机延迟:由于网络的负荷和抖动是随机的,这样其传输数据的延迟也是随机的。为了保持分布式环境下媒体的同步,应该考虑到数据传输的随机延迟。

(7)支持媒体间的空间关系:各对象在屏幕上的布局,直接影响着多媒体文档的演示效果。同步模型应该能够表示对象的空间排列和覆盖关系。

目前已有的同步模型很多,其中最引人注目的是Petri网模型^[3],此模型及其扩展统一地描述了文档中各单媒体对象的动态过程与时间关系,具有很高的理论价值,然而,由于其描述的单位都是单媒体对象或更细^[4],这样较大文档的Petri网将特别复杂而难于理解。除Petri网模型之外,实际的多媒体著作工具中常用的有流程图^[5],时间轴^[6]和超媒体^[7]模型等。程序流程图方式容易实现同步中的循环、跳转、分支及与用户的交互,然而时间关系不明显。时间轴模型清楚的表达了各媒体对象相对于同一绝对

时间轴的同步关系和各自的持续时间,但却很难适应分布式环境。超媒体模型主要是对各媒体对象间跳转关系的描述,而对时间关系和实时性的支持不够。此外,这些统一的模型都不利于文档的分割,从而难于进行文档的协同编著。

为了能够进行多粒度的共享,可将文档的内容分为三层:页面层、对象组层及单媒体对象层,这些层中的元素都在某种意义上相对独立,便于共享。此外,由于同一多媒体文档中有着不同要求的同步类型,如文档各页间的关系可以比较简单,只为跳转关系。在页面内部,同样存在着不同粒度的同步,有些同步关系针对的是具有共性的多个对象形成的对象组,它一般是相对的,组与组间没有绝对的时间关系,而另一些同步必须涉及到对象间绝对的时间关系及各对象的持续时间,这些就是对象间和对象内的同步。鉴于这些特点,我们可用不同的策略分别处理页面同步、对象组同步和对象同步,以灵活地支持多种同步方式和多种演示形式。

3 三层同步模型

多媒体文档的内容可分为页面、媒体对象组和单媒体对象三层,如图1所示。各页面间有逻辑连接关系,而在时间和空间上关系不大;页面包含多个媒体对象组,各组的运行靠事件驱动,对象组间没有绝对的时间关系;对象组由具有绝对时间关系的多个媒体对象组成。以下先介绍一些概念:

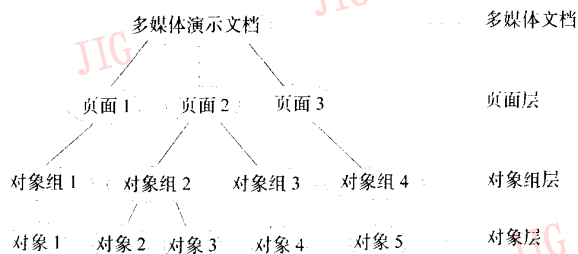


图1 多媒体演示文档的分层结构

Fig. 1 Hierarchical structure of multimedia document

(1)单媒体对象:一段有意义的完整单媒体演示或与用户的一次交互。在此只考虑媒体的动态演示特性,由于不同的演示形式具有不同的时间和空间属性,故将同一对象的各种演示形式分别当作不同的媒体对象对待。

(2)事件:媒体对象及系统状态的改变,或者是特定的相对时刻。单个对象状态的一次改变称为原子事件,事件的组合还是事件。事件的引入是为了解决与用户的交互、对象间的依赖关系以及分布性带来的相对性问题。

(3)媒体对象组:由相同事件控制的具有绝对时间关系的单个或多个媒体对象的集合。

(4)页面:相对独立的完整多媒体演示,包含多个媒体对象组。各页间无时间和空间关系。一般只允许有简单的跳转关系。

(5)多媒体文档:具有逻辑关系的一组页面的集合,用以系统地表现某一主题。文档中各页可根据其内容以章节的形式组织,为了便于实现,在此,章节不作为独立的结构层,只是文档内容上的组织关系。

根据多媒体文档中各层的特点,页面同步、对象组同步与单媒体对象同步分别采用基于跳转、基于事件与基于时间的策略。

3.1 页面同步

页面同步的单元为页面。其同步关系为页面间基于事件的跳转,这种跳转往往是退出当前页,而进入其它页,页与页之间没有绝对的时间约束。页面间的跳转形成了文档的动态结构。

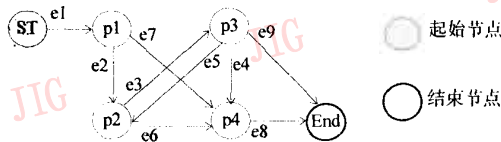


图2 基于跳转的页面关系

Fig. 2 Jump-based relation among pages

图2为一个包含4页的多媒体文档的页面同步关系。其中的ST与End节点为虚节点,表示演示文档的开始与结束,其它节点表示文档中的页面,有向边表示页面间基于事件的跳转。此文档的演示过程如下:在演示开始后,e1发生时进入p1,此后e2发生时将退出p1进入p2,e3发生时从p2跳到p3,e4发生时从p3跳到p4,e5发生时从p3跳到p2,e6发生时从p2跳到p4,e7发生时从p1跳到p4,在e8和e9发

生时,演示结束。

3.2 对象组同步

对象组同步的单元为媒体对象组。其同步关系表现为事件驱动的对象组间的关系,其核心为事件,对象组基于事件而运行,其运行又产生另一些事件去影响和启动其它的对象组,这样就形成了页面内的演示过程。对象组间只有基于事件的相对时间关系无绝对的时间联系。对象组间的同步关系可表示为事件与对象组的关系,其基本关系如图3所示,其中短竖线表示事件,圆圈表示对象组;1)表示某对象组的运行必然产生两个事件;2)表示某对象组的运行将至少产生两个事件之一;3)表示某对象组的运行将产生一个事件,此外还将至少产生其它两个事件之一;4)表示某事件将激活两个对象组;5)表示两个特定的事件都发生时,某对象组将运行;6)表示两个特定的事件之一发生时,某对象组将运行;7)表示某事件及另外两个事件之一都发生时,一个对象组将运行;8)表示两个事件都发生时,某对象组将结束运行;9)表示两个事件之一发生时,某对象组将结束运行;10)表示某事件及另外两个事件之一都发生时,一个对象组将结束运行;11)表示某对象组的运行将产生一个事件,而该事件又激活另一个对象组,这两个对象组之间为顺序关系;12)表示某事件将激活一个对象组,而该对象组的运行将产生另一个事件,而此事件又激活该对象组,在这种情况下该对象组将可能循环运行;13)表示某事件将激活两个对象组,其中一个对象组的运行产生一特定的事件,而该事件将结束另一个对象组的运行,在这种情况下,这两个对象组并行,并且其中一个对象组的结束依赖于另一个对象组的运行情况;14)表示某事件将激活两个对象组,这两个对象组的运行又分别产生其它

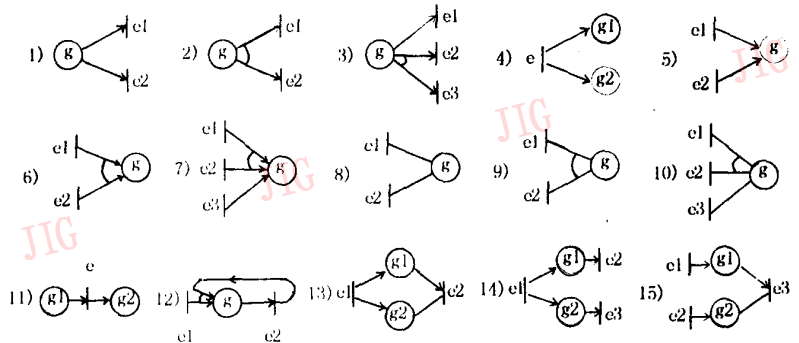


图3 对象组与事件的基本关系

Fig. 3 Basic relations between object groups and events

两个事件;15)表示两个事件分别激活两个对象组,其中一个对象组的运行产生一特定的事件,而该事件将结束另一个对象组的运行。

基本上所有的事件与对象组的关系都可表示为以上基本关系的组合,这样页面中各对象组之间的关系就可以通过事件建立起来。

3.3 单媒体对象同步

单媒体对象同步的单元为媒体对象,它表现了对象的准确时间关系。这一层的同步表现为对象组内的各对象针对同一相对时间轴的运行和持续时间。每个对象组都有一个与之对应的相对时间轴,在该对象组所基于的事件(可为复合事件)发生后,以组内各对象均准备好的时刻为时间轴的零点。对象的运行就基于此时间轴,其结束时间可为时间轴上的时刻也可为事件。对象的启动和结束可产生事件。对象同步关系的保持通过各单媒体对象按时间轴的运行控制而进行,而单媒体对象的运行就可利用其时间属性,网络特性及服务质量进行控制。对象间的空间关系反映在它的一组空间属性上。

图 4 为一个包含五个单媒体对象的对象组情形,图中反映的是各单媒体对象在时间轴上的起始,终止时刻或相关事件,以及各对象空间上的层次关系。在事件 e 发生后,组内对象均准备好时,此时间轴开始计时,1.5 秒后 o1 被激活,o1 的运行持续 3.75 秒,到 5.25 时终止,并产生事件 e1;o2 的运行从 6 秒处开始,一直运行到 e3 发生时终止;o3 的运行从 2 秒处开始,在 e5 发生后结束,同时产生 e2;o4 从 0 秒处运行到 5.25 秒处,其开始和结束不产生事件;o5 从 1.5 秒处开始运行,在其运行开始时产生 e6,并且 e4 发生后结束。

单个对象的运行基于本地、本对象组的相对时间轴,按照对该对象服务质量的定义,根据实际的网络性能进行控制。在分布式环境下,虽然各站点的绝

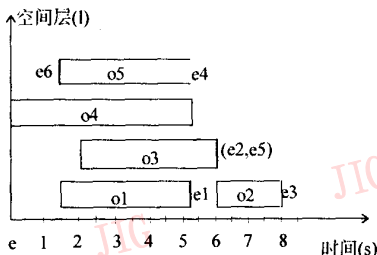


图 4 基于时间的单媒体对象关系

Fig. 4 Time-based relation among media objects

对时钟可能不同,但是只要控制单媒体对象在相对时间轴上的关系,其同步就可达到。

上述模型较好地满足了协同著作对多媒体文档同步模型的要求。它通过将复杂的多媒体演示文档分成页面层、对象组层及单媒体对象层使文档可看成由不同粒度的实体组成,此外通过在每层采用不同的同步策略,使其可支持文档的多粒度共享与多粒度同步;文档中各页面、对象组以及单媒体对象本身的行为都可相对独立,从而可方便用户对它们单独的预览;当然页面、对象组及单媒体对象本身就具有对象的特点,因此可以用面向对象的方法实现;模型中对象组层的同步关系主要表现为基于事件的各对象组间的关系,这使得演示文档与用户的交互成为可能,演示时用户的操作可用事件进行表示,而不同的事件将使文档的演示以不同的方式进行,同样,事件概念也可使模型支持同一对象的不同演示形式;在时间轴中,时间原点是某事件的产生,是相对时间,因此可以处理分布式环境中的时钟差异以及传输的随机延迟对同步的影响。

4 协同多媒体著作工具

目前,我们已经在中文 Windows 下研制了一个能够编辑复杂多媒体演示文档的著作工具^[8],其界面如图 5 所示。该系统中多媒体演示文档的结构以上述分层模型为基础,整个多媒体文档由多个页面组成,页面间存在着基于事件的跳转关系;每个页面包含多个对象组,对象组间没有绝对的时间关系,只存在着一些依赖关系,这些依赖关系以事件为纽带进行建立,对象组的运行产生事件,而事件的产生又激活另外的对象组,这样就可以定义对象组间的各

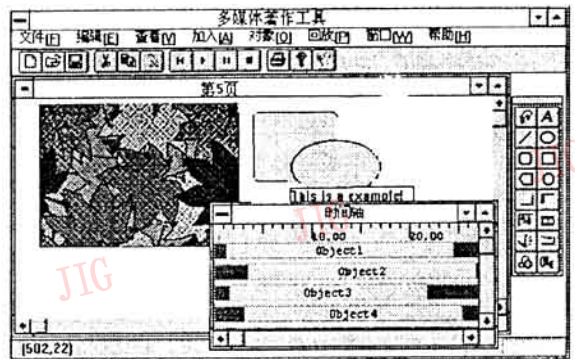


图 5 多媒体著作工具

Fig. 5 Multimedia authoring tool

种依赖关系。对象组内的各单媒体对象间的关系为绝对的时间关系。图5所示为编辑一页的情形,页面窗口为该页的版面,用户可以在其中增加、删除与修改单媒体对象,也可以通过移动改变对象的位置,此外还可以改变对象的大小以及覆盖关系。在页面窗口中可直观地设计各页的空间布局,以达到良好的演示效果。对象组中各媒体对象的时间关系可在时间轴窗口中进行编辑。图中最左边的小窗口为工具箱,它提供各种单媒体对象,其中包括文字、图形、图象、音频、视频、MIDI、OLE 以及一些交互对象。

除了上述多媒体著作工具之外,我们还研制了一个分布式多媒体协同编著系统^[9],积累了很多协同编著的经验。通过该系统,一组用户可共同编辑同一个多媒体文档。在协同编辑过程中,为了便于协调,各用户被赋予不同的身份,如主编、编辑及读者等,其中编辑可以讨论文档的设计,主编决定文档的最终结果,而读者只能查看文档的内容。该系统中文档为页面结构,文档的各页都保存在一个集中的文档库中。系统中有两类编辑窗口:私有窗口和共享讨论窗口。各编辑可以独立地在私有窗口中准备文档各页的初稿,而不受其他人的干扰,准备好之后,将其提交给主编,这时主编就可以在共享窗口中打开此页,在共享窗口中打开的页面被所有用户共享,这样各用户就可以通过各种工具在该页上进行批注,发表自己的意见。此外也可以通过实时的语音及视频进行面对面的讨论。在讨论完之后,由主编确定该页的最终结果。通过这种异步与同步相结合的方式,群体成员可以方便地对同一多媒体文档进行协同编辑。

目前,协同编辑系统中的多媒体文档还基本上还是静态的,类似与多媒体图书,各对象间没有时间关系,这限制了它的应用,为了能够使多个用户协同编著具有分布性、交互性与演示复杂性的多媒体演示

文档,我们正在将以上两个系统相结合,构造一个协同多媒体著作工具。

5 小结

为了便于协同著作中群体成员对多媒体文档的多粒度共享,并考虑到分布式环境下交互多媒体的同步要求,本文提出了一个包括页面同步、对象组同步以及对对象同步的三层文档同步模型,模型的三层分别处理三种粒度,三种不同要求的同步关系。通过这三层的划分,文档的结构变得清晰,有利于群体的协同著作。此外用不同的策略解决不同粒度的同步,充分利用了各种策略的优点,使问题的解决具有针对性,便于实现,具有一定的实践价值。

参考文献

- 1 Eills C A, Gibbs S J, Rein G L. Groupware: some issues and experiences. *communications of the ACM*, 1991, 34(1).
- 2 Nicol J R, Thomas Wilkes, Manola F A. Object Orientation in Heterogeneous Distributed Computing Systems. *Computer*, 1993, 6.
- 3 Peterson J L. *Petri Net Theory and The Modeling of Systems*. Prentice-Hall Inc. 1981.
- 4 Qazi N U, Miae Woo, Arif Ghafoor. A Synchronization and Communication Model for Distributed Multimedia Objects. *Proceedings of ACM Multimedia 93 (Anaheim, California, August 1-6, 1993)*. ACM, New York, 1993.
- 5 Authorware product sheet, Authorware Corp.
- 6 Action! 使用手册.
- 7 Halasz F G. Reflections on NoteCards, Seven Issues for the Next Generation of Hypermedia Systems. *Communication of the ACM*, 1988, 7, 31(7).
- 8 张国光. 著作工具中多媒体编辑器的设计与实现. [学士学位论文]. 北京:清华大学, 1995. 6
- 9 张利. 分布式多媒体协同编著系统 DMCW 的设计与实现. [硕士学位论文]. 北京:清华大学, 1995. 6.



王国意, 博士生, 清华大学计算机系。主要研究方向有计算机支持的协同工作, 分布式多媒体技术。

Synchronization Mode for Multimedia Document in Collaborative Authoring Tools

Wang Guoyi, Shi Yuanchun, Xu Guangyou

(Dept. of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract The collaborative authoring of multimedia documents poses some special requirements of the structure and synchronization of documents. In order to make the object-oriented implement of these documents easy and multiple granularity sharing of them flexible, we propose here a synchronization model for complex distributed interactive multimedia document in collaborative authoring tools. This hierarchical mode consists of three layers: page, object group, and medium object layer. Considering the characteristics of these layer, the synchronization of them are of jump-based, event-based, and time-based mode respectively.

Keywords Multimedia document, Synchronization model, Collaborative authoring, Distributed multimedia

CLI 举办四川会议电视培训班

为了提高四川会议电视网的实际应用水平,美国视讯公司(CLI)北京办事处从1997年5月5日至5月12日,5月26日至6月3日分在其技术培训中心为四川省会议电视网的工程技术人员举办了会议电视技术提高培训班。来自四川省23个地州,包括重庆电信管理局的工程技术人员在内的53名学员参加了培训。

此次培训的目的在于交流四川省会议电视网运行维护经验,提高会议电视系统的理论水平和对该系统的实际操作水平。四川省邮电管理局和重庆电信管理局对此次培训非常重视,两次发通知给各个地州要求大家接受培训,并派邮电管理局局长办公室的罗蓉小姐和成都市电信局的唐建中科长带队参加培训,各地州邮电局的领导也对此表现出极大的支持。CLI北京办事处为培训做了精心的准备,编写了详细的培训资料,抽调了经验丰富的工程师作讲师,安排了实际操作环境,并邀请了邮电部传输所的

从事会议电视研究10多年的黄东霖老师做了学术报告。在培训其间,学员们表现出了高度的求知欲和进取精神,听课非常专注。此次技术提高班的培训不同于一般的初级培训,除了由CLI的工程技术人员就会议电视系统的原理、会议电视的国际标准、会议电视网的使用与维护等给予详尽的讲解之外,有相当一部分时间采用了学员与讲师互相交流,有问有答的方式。学员们非常喜欢这种培训方式,并普遍反映这样的培训更注重实际,也更有实效。来自CLI美国总部的技术工程师Ron Olker先生和成都市电信局的费楠小姐也参与了对学员问题的回答。CLI的合作伙伴,北京贝尔也派出了5名工程师参加了培训。

此次培训达到了预期的目的,学员们也为能在北京欢聚而感到非常高兴,纷纷表示回去以后会以更高的工作热情和责任心来保证省会议电视网的高效运行。培训取得了圆满的成功。