

基于HLA/RTI分布式协同虚拟实验室设计*

Design of Distributed Collaborative Virtual Laboratory Based on HLA/RTI

黄玲,陈元琰,林士敏

Huang Ling, Chen Yuanyan, Lin Shimin

(广西师范大学数学与计算机科学学院, 广西桂林 541004)

(Coll. of Math. and Comp. Sci., Guangxi Normal Univ., Guilin, Guangxi, 541004, China)

摘要:基于HLA/RTI、建模语言RVML、JAVA语言和外部创作接口EAI等分布式协同虚拟实验室的相关技术,提出分布式协同虚拟实验室的结构设计、学生成员设计、虚拟场景设计和成员间协同控制设计等方案。分布式协同虚拟实验室的设计采用HLA/RTI的技术框架支持,降低了系统的开发难度。

关键词:虚拟实验室 分布式协同 HLA/RTI VRML

中图分类号:TP391.9 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2005)04-0252-03

Abstract: Based on technologies of HLA/RTI, VRML, JAVA and EAI, the design of Distributed Collaborative Virtual Laboratory is revealed, which includes the design of architecture, student federate, virtual scene and collaborative control. With the support of HLA/RTI, the development of Distributed Collaborative Virtual Laboratory is not so difficult.

Key words: virtual laboratory, distributed collaboration, HLA/RTI, VRML

利用分布式协同虚拟现实技术,结合实验教学,在Internet上为学生提供低廉、安全、逼真的远程协同虚拟实验,是发展网上教育的一个方向^[1]。分布式协同虚拟实验室支持多个学生通过互联网协同实验,完成实验教学任务。目前国内研究分布式协同虚拟实验室者不多,并且均采用VRML-JAVA相结合的方案来进行研究^[2]。这种方案的缺点是涉及较多的网络应用层编程,采用流式Socket从底层开始编写代码,工作量大,开发周期长,软件质量不能保证。本文作者提出一种新的分布式协同虚拟实验室的HLA/RTI-VRML设计方案,该方案在网络仿真软件HLA/RTI的支持下用VRML实现分布式协同虚拟实验,可以减低系统开发难度。

1 分布式协同虚拟实验室的相关技术

1.1 HLA/RTI

高层体系结构HLA(High Level Architecture)是新一代分布式交互仿真体系的标准,2000年9月,

HLA已被正式接收为IEEE标准^[3]。HLA由规则、对象模型模板、接口规范构成。运行时支撑系统RTI(Run-Time Infrastructure)是实现基于HLA框架的核心,所提供的功能类似于分布式操作系统是一种支撑联邦成员运行的软总线。RTI实现了HLA接口规范中规定的全部六种服务:联邦管理、声明管理、对象管理、所有权管理、时间管理、数据分发管理^[3]。

HLA/RTI支持教师学生间的协同操作和数据交换,具体的支持有^[3]:(1)支持实验室场景设备共享。HLA/RTI的对象所有权管理实现对共享设备的并发控制,不会发生共享冲突;(2)支持分布式协同虚拟实验室场景的事件一致。HLA/RTI提供的时间管理功能,可以保证教师学生不会收到过去发生的事件;(3)支持分布式协同虚拟实验室的实时性。HLA/RTI的声明管理、数据分发管理可以尽最大努力减少网络流量,缩短传输时间;(4)支持教师学生间的协同感知和协同交互。HLA/RTI采用对象-属性-事件的处理机制,协调成员间的同步和数据交互,使联邦合乎逻辑地运行。HLA/RTI对分布式协同虚拟实验室的实现提供较好的支持,因此开发者可以较少考虑底层问题,把精力集中于应用,可

收稿日期:2005-06-07

作者简介:黄玲(1963-),女,广西人,硕士,讲师,主要从事虚拟现实研究。

*广西自然科学基金(0447034)资助项目。

以降低开发难度,提高开发效率,提高软件质量。

1.2 建模语言 VRML

要给用户一个真实感的实验室,必须允许用户自然操纵环境中的对象,建立有真实感的实验室。分布式的模型还要求文件较小,以便在网络上传输。VRML 是一种与互联网结合的三维造型和渲染的图形描述语言,可应用于创建虚拟现实的对象、景象和展示模型。VRML 的模型用文本描述,文件小,传输到客户端才用软件实时渲染,非常适合网上三维虚拟现实建模。VRML 在1997年12月被国际化标准组织ISO 批准为国际标准^[4]。利用VRML提供的节点构建虚拟实验室的场景,如实验背景、实验设备、虚拟人、实验现象,用户对场景的感知和交互通过空间感应器节点获得,实验现象通过时间感知器和各种内插节点表现出来。各种节点结合起来就能构建虚拟实验室场景。

1.3 JAVA 语言与外部创作接口 EAI

分布式协同虚拟实验室既可以控制实验室场景,又可以控制与其他成员的通讯^[5]。VRML 是基于文本描述的,缺乏对场景有效控制,并且它不支持多用户环境,难以处理协同环境下的多用户交互及协调。Java 语言与VRML 具有很强的互补性。外部创作接口 EAI(External Authoring Interface) 提供通过Java 存取VRML 场景的接口。Java 程序通过EAI 获取场景数据,根据协同的需要发送到远程场景,或根据远程场景的改变修改本地场景。另一方面,Java 程序调用HLA/RTI 服务与远程成员通讯,实现成员间合乎逻辑的协同工作^[3]。

2 分布式协同虚拟实验室设计方案

2.1 分布式协同虚拟实验室结构

分布式协同虚拟实验室结构如图1所示。

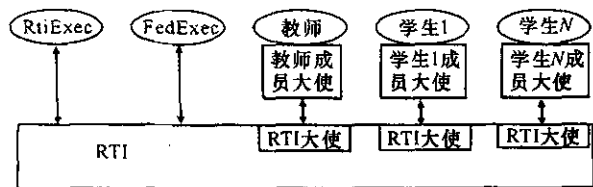


图1 分布式协同虚拟实验室结构

RtiExec 是一个全局进程,其主要功能是管理联邦执行进程 FedExec 的创建和删除。每个联邦成员通过与 FedExec 通讯来初始化其 RTI 组件,并加入到相应的联邦执行中。

FedExec 是联邦执行进程,每一个 FedExec 管理一个联邦执行,负责该联邦执行中联邦成员的加

入和退出,为联邦成员间的数据通信和协调运行提供支持。

RTI 大使为联邦成员的执行提供 RTI 接口规范中定义的各种服务,联邦成员使用 RTI 大使服务来实现与 RtiExec、FedExec 以及其它联邦成员的通信。各个联邦成员大使提供 RTI 回调所需的服务。

教师成员可以不设计虚拟场景,但必须通过数据表监督实验的进展,为学生提供适当的指导;学生成员必须工作在 JAVA3D 构建的虚拟场景下,所有学生一起协同完成工作。他们通过 HLA/RTI 实现协同交互,完成各自的工作,以达到协同完成实验的目的。

2.2 学生成员的设计

分布式协同虚拟实验室的学生成员需要协同完成工作的考虑如下:(1)如果实验参加者被鼓励交流思想、交流知识,这对完成实验有更好的帮助,使协同虚拟实验具有团体特性,因此应该为分布式协同虚拟实验室增加交谈功能;(2)虚拟实验室的所有动态更新、事件源都是用户行为,为了保证各个联邦成员的场景一致,需要共享交互,因此用户在本地虚拟场景的每个一个动作,除了引起本地场景更新外,还要传递给其他成员以更新虚拟场景;(3)当多人共享同一个场景时,场景的物体必须互斥使用,因此需要对共享对象进行并发控制。基于HLA/RTI 分布式协同虚拟实验室利用 HLA/RTI 提供的支持,实现成员交谈、共享用户交互、共享对象并发控制,支持实验室的协同工作。

学生作为分布式协同虚拟实验室联邦的一个成员,必须加入联邦,同时又必须为用户提供实验室虚拟场景完成协同实验,因此学生成员结构的设计如图2所示。

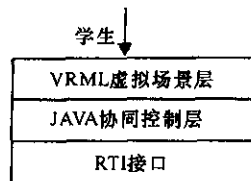


图2 学生成员结构

2.3 VRML 虚拟场景设计

VRML 虚拟场景层为学生提供实验室虚拟场景。采用VRML 的背景节点、光照节点构造虚拟实验室背景;利用VRML 提供的几何体节点及造型编组能力构建较简单的实验设备,并提供适当的材质,使模型看起来更加真实;对于复杂的设备,可以利用 3D MAX 造型软件造型,在输出时选择 VRML 类

型,就可得到复杂模型;对于学生与虚拟场景的交互,可利用事件体系实现,通过路由联系起来的节点形成事件体系,事件可以蔓延传播,从而引起其它节点的变化,增加场景的交互性和动态能力;实验现象可以利用 VRML 提供的动画能力实现,还可以为学生选择视点,以从不同角度观察虚拟实验室。

VRML 虚拟场景层与 JAVA 协同控制层的接口是EAI。JAVA 协同控制层通过EAI 获取从场景来的事件并进行处理,把从其它联邦成员传来的事件作用到 VRML 虚拟场景。具体实现如下:Applet 与 wrl 文件同在一个 HTML 网页,Applet 通过 EAI 接口提供的类 Browser,可以获得同一个页面的 VRML 浏览器实例。利用 Browser 类实例的方法 getNode() 可以直接得到 VRML 世界的具体节点(Node 类)的实例,以后,就可以在 Applet 内对 VRML 的节点的域、入事件、出事件进行读写。向节点发送入事件,可以修改场景图;可以通过接口 EventOutObserver 随时监听 VRML 节点中是否有新的出事件发生,一旦有新事件发生,通过调用该接口提供的 callback (EventOut value, double timeStamp, Object data) 方法获得节点出事件值。

2.4 JAVA 协同控制设计

JAVA 协同控制层实现成员间的协同控制工作。根据协同语义把本地成员信息通过 RTI 接口发送到其他成员,同时接收其他成员的信息,实现与其他成员的通信及交互。JAVA 协同控制层的核心类及其相互的协作关系如图 3 所示。

学生联邦成员在小应用程序通过 EAI 回调函数 callback() 获取场景节点出事件;学生协同控制线程用于处理各种内部和外部事件,协同修改场景;RTIAmbassador、FederateAmbassador 是 RTI 提供的类,学生成员大使提供各种 RTI 回调函数。下面是实现协同控制的方法:(1)利用 HLA 提供的交互类对象实现成员交谈,具体做法是调用 RTIAmbassador 的 sendInteraction() 方法发送交互,远程用户通过 RTI 回调方法 ReceiveInteraction() 接收交互;(2)利用属性更新可以共享用户交互,updateAttributeValue() 方法可以将场景对象属性更新通过 RTI 发送给其他学生的场景,远程用户通过 RTI 回调方法 reflectAttribute() 获取信息,再进一步转换为当地场景变化。为了减少网络流量,可以采用 DR(Dead Reckoning) 推测模型^[6],在每个学生机器上,虚拟对象在某个时间段按照行为函数进行活动,只有当对象实际行为与推测的行为偏离一定

阈值时,才需要发送校正值,这样可以减少数据传输量^[3];在 HLA/RTI 仿真组件的支持下,并发控制可以用对象所有权传递的方式解决。共享设备的属性存在所有权的问题,只有拥有所有权的学生才能对设备属性进行控制和修改。所有权可以进行传递,即欲对共享设备操作者可以首先通过 RTIAmbassador 的 attributeOwnershipAcquisition Available() 方法申请设备属性的所有权,当 RTI 回调 attributeOwnershipAcquisitionNotification() 时,用户获得对象所有权,再对对象实施修改;拥有设备属性所有权的学生调用 RTIAmbassador 的 unconditionalAttributeOwnershipDivestiture() 方法释放设备所有权。这样就可以解决共享对象的并发控制,实现学生间的协作。

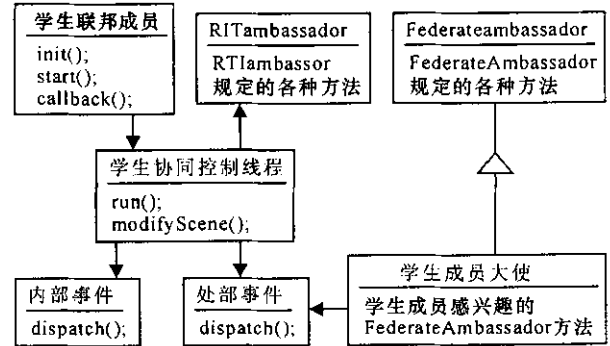


图 3 相互的协作关系

为了保证分布式虚拟实验室的实时性,必须尽量减少网络流量。借助 HLA/RTI 提供的声明管理方法 publishObjectClass() 和 subscribeObjectClassAttributes(), 可以根据学生的操作需要和对别人产生的影响公布及订购一些设备的属性,也可以调用方法 publishInteractionClass() 和 subscribeInteractionClass() 进行公布和订购交互,这样可以大大减少冗余信息的传输;对于较大的实验室,还可以采用数据分发管理,通过区域分割,只处理那些落在兴趣范围内的信息,减少网络流量。

3 结束语

基于 HLA/RTI 的分布式交互仿真系统具有互操作性好、可重用性高等优点,代表了仿真技术的发展方向。VRML 是以虚拟现实为特征的 3D Web 技术的核心,允许描绘虚拟三维场景,为用户提供真实体验。Java 作为软/硬件中立的程序设计语言,与 VRML 结合可创建复杂的、交互式的三维场景。分

(下转第 257 页)

3 网络的管理

柳钢网络 VLAN 的划分是按照单位的结构和网络所处的地理位置结构来划分,把地理位置相近的节点划分在同一虚拟网中,便于管理,同时也避免跨越多条主干网。具体划分是按照4台s5516和1台Cisco3550来划分虚拟网,一共划分为5个虚拟网,用32位虚网信息位来识别。这样既可以增强网络的安全性,又可以达到共享文件等网上资源。

为了实现对全网数据设备的管理,在中心机房配置了一套Quidview网管系统,通过一个公有的IP地址可以对所有的华为交换机进行有效的管理。

4 结束语

柳钢光纤主干网采用多种先进的网络技术:(1)利用千兆以太网技术实现了主干网的高速互联;(2)利用子网及VLAN技术实现了同一单位的异地连接;(3)利用层交换技术实现各VLAN间的高速路由。网络的建成,将为柳钢信息化的建设提供物理基础,现阶段保证了柳钢检斤计量系统、质量系统、人力资源系统、办公自动化系统、经销系统、财务系统等信息网络的正常运行。

(责任编辑:邓大玉)

(上接第254页)

布式虚拟协同实验室利用VRML为用户提供三维逼真的虚拟实验环境,利用HLA/RTI实现分布多用户的交互与协作。本文提供了一个设计分布式协同虚拟实验室的方案HLA/RTI-VRML,该方案利用HLA/RTI的技术框架支持,可以降低系统的开发难度。

参考文献:

- [1] 王润云,石春和.基于VP的网络协同虚拟实验室的研究开发[J].计算机工程与应用,2003,(18):142-144.
- [2] 郝宁.远程教学系统中分布式虚拟实验室的设计与

实现[D].太原:太原理工大学,2003.46-49.

- [3] 周彦,戴剑伟.HLA仿真程序设计[M].北京:电子工业出版社,2002.7-400.
- [4] 沈春龙,张友良.基于VRML的多用户共享虚拟环境框架研究[J].系统仿真学报,2001,13(4):459-461.
- [5] 鞠震宇,孙亚民.基于VRML的多用户环境通信机制[J].现代计算机,2004,(2):84-86.
- [6] 赵沁平.DVENET分布式虚拟环境[M].北京:科学出版社,2002.237-240.

(责任编辑:黎贞崇)