

# 基于HLA的OGRE引擎的实现及应用研究

张 民

(电子科技大学信息中心 成都 610054)

**【摘要】**简述了当前可视化仿真技术的应用,并分析了其中存在的一些问题。利用HLA架构在分布式系统设计中可扩展、可重用的特点,结合流行的场景渲染技术,构建了基于网络训练的协同仿真原型系统,有效地解决了仿真系统中存在的场景同步、资料发布和三维场景重构问题,对构建大型仿真系统大有裨益。

**关键词** HLA; 可视化仿真技术; 分布式系统; 适配器

中图分类号 TP391.9

文献标识码 A

## Research on Implementation and Application of OGRE Engine Based on HLA

ZHANG Min

(Information Center, Univ. of Electron. Sci. & Tech. of China Chengdu 610054)

**Abstract** The application for the technology of current visualized simulation is introduced in this paper. Then the problems in the simulation are analyzed. Concerning the weak real-time ability and extendibility in current simulation, the prototype system for cooperation simulation based on network training is built by virtue of flexibility and reusability of HLA in the designing of distributed system. The system combined with fashionable scene rendering technology solves the problems of scene synchronization, data publishing and 3D scene rebuilding successfully in the simulation system. Some referencing value is expected for the system design of large-scaled visualized simulation.

**Key words** HLA; visualization simulation technology; distributed system; adaptor

HLA是美国国防部推出的高级分布仿真领域最新的通用集成框架,它较好地解决了以往的仿真架构尤其是DIS的可伸缩性问题,从而能够在更高层次上获得仿真应用间的互操作能力,以及建立的模型与仿真部件的可重用性。

目前,国内采用的可视化仿真技术<sup>[1-3]</sup>,控制响应周期较长,交互功能薄弱,且不易编程实现。因此,在实际应用中,对于一些计算量大的视景仿真系统,不能满足实时仿真的要求。

最近出现的面向对象的图形渲染引擎(OGRE)是用C++开发的面向对象且使用灵活的3D引擎。引擎中的类库对更底层的系统库如Direct3D和OpenGL的全部使用细节进行抽象,并提供基于现实世界对象的接口和其他类,能与现有的仿真系统进行无缝连接,具备开发大规模仿真系统的条件。采用高效的网格资料格式能够将动作信息与网络、皮肤信息分割成两种数据结构,分别进行处理,从而比其他的动画技术效率更高。OGRE采用可扩展的

程序框架(Framework),提高了系统的开发效率,并增强了系统的可移植性<sup>[4-6]</sup>。

## 1 HLA的OGRE引擎的仿真体系设计

### 1.1 OGRE技术的特点

OGRE场景组织原理是将现实世界中的场景划分成抽象的不同区域,而且这些区域还可以划分成不同的小空间,每个空间由一个场景节点SceneNode对象来管理,SceneNode处理移动、旋转和缩放等与空间相关的行为。在每个SceneNode上可以挂接各种场景元素如Entity、Light、Camera等。场景元素本身并不负责与空间位置相关的行为,全部交给SceneNode来做。OGRE将大量SceneNode按照空间的划分层次组织成树状结构,从而完成对整个场景的有序组织。

### 1.2 三维场景重构

在协同仿真中,各个仿真终端需要“共享”一

个场景,即不但要对本地场景对象进行组织和管理,还要把其他仿真终端对场景的有效操作反映到本地来,涉及场景同步问题。由于资料量的庞大和网络带宽的限制,不可能把整个三维场景的资料发布并更新。因此,本文对三维场景的元素进行分析,尽可能地把一些不变的元素在本地进行图形渲染,而对活动或变化的元素提取它们的三维重构所需的关键元素进行发布和更新,以便协同仿真的其他终端进行三维场景重构<sup>[7]</sup>。

在对场景关键元素进行发布和更新时,如果只把所需的场景元素逐个发布到RTI上<sup>[8]</sup>,对于其他的仿真终端,接收到的是一堆无组织的节点、实体元素、灯光位置等,无法在本地按照发布终端的场景组织结构重构整个场景。而OGRE没有提供API进行场景同步,为了解决这个问题,本文结合OGRE的场景组织原理,设计了场景元素的命名空间。本地场景中的物体是按层次组织的,在场景中对所有的场景元素命名时,根据它们的上下级关系进行命名,以便在RTI上进行发布订阅和接收解析,从而进行场景的重构和更新。由于OGRE要求场景内的场景元素的名字是唯一的,场景元素的名字按层次及父子关系的规则命名可以体现场景的组织结构。在本文中,所有场景节点发布属性是在本节点name属性前面加上父节点的name属性,并以“/”分割。通过这种方式,可有效地把无序的场景元素有序地组织起来。仿真终端接收到场景节点时,根据其name定位其在本地名字空间中的位置,并进而定位其在三维场景中的层次关系。

### 1.3 OGRE中节点元素对应的FOM表

当场景在各个仿真终端的同步策略确定后,在多人协同仿真的情况下,为了支持网络协同训练,需要将场景中的更新及时传播出去,以实现各个训练场景的同步。HLA的资料订阅和发布机制实际是一种选择组播机制。OGRE\_RTI适配器需要将OGRE场景中的物体的属性资料和组织结构映像到RTI的运行资料(FOM和SOM)模板。对OGRE的场景结构进行分析可知,场景中的元素分为如下四类:(1)场景元素Light,即现实世界的光在场景中的实例;(2)场景元素Camera,即现实世界的观察者在场景中的实例;(3)场景元素Entity,即Mesh(模型)在场景中的实例。(4)抽象的场景管理单元SceneNode。

为了建模的简单,对FOM中的各个属性的描述只涉及数据类型、传输方式、传递顺序、属性所有权、属性更新与反射。基于以上考虑,以场景节点

Node的FOM表为例,作如表1所示的设计。

场景中的实体(Entity)的属性表和场景中的灯光(Light)的属性表与此类似,在这里不作详细说明。

表1 场景节点Node的FOM表

英文名	中文名	数据类型	传输方式	传递顺序	属性所有权	属性更新与反射
name	名称	char*	R	RO	N	UR
x	坐标x	Double	R	RO	N	UR
y	坐标y	Double	R	RO	N	UR
z	坐标z	Double	R	RO	N	UR
Dir_X	方向度x	Double	R	RO	N	UR
Dir_Y	方向度y	Double	R	RO	N	UR
Dir_Z	方向度z	Double	R	RO	N	UR

### 1.4 OGRE\_RTI适配器结构

本文基于HLA,结合3D场景渲染技术OGRE,提出了一种可以为网络协同训练提供场景同步的OGRE-RTI适配器,如图1所示。OGRE\_RTI适配器由用户接口部件、消息打包和解包部件、消息发送部件、消息接收部件四个组件组成。(1)用户接口部件获取OGRE场景中的用户操作命令。(2)消息打包部件完成对改变的OGRE场景元素向HLA结构体的封装;消息解包部件映像RTI反射的HLA结构体、定位到场景元素。(3)消息发送部件实现打包后的HLA结构体向RTI的发布。(4)消息接收部件实现从RTI接收打包后的HLA结构体。OGRE\_RTI适配器担当了OGRE和RTI之间桥梁的角色。

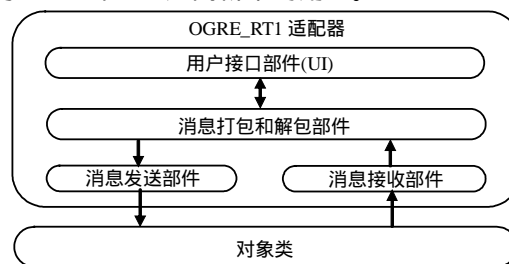


图1 OGRE\_RTI适配器体系结构

### 1.5 OGRE\_RTI消息队列的设计

在RTI服务器不稳定或网络阻塞的情况下,远程场景节点到达的顺序不一致,会导致场景重建异常,扰乱整个场景的组织结构。OGRE\_RTI适配器内部维护一个消息队列,负责处理从RTI上反射的消息,保证场景建立和更新的逻辑。当网络阻塞,RTI反射的节点不能按照3D场景的层次依次到达时,RTI反射节点按照命名空间检索场景数据结构中的父节点。如果不存在则进入消息队列,等待所有父节点的到达和建立。反之,检索到它的父节点已经存在,

则构建RTI反射的节点并挂接至场景树上,每一次的成功挂接会触发对消息队列的递归检索:检索所有它的孩子节点,并把它们拉出队列,挂接到场景树上。这种树状结构设计保证了场景中的节点建立按照层次关系的逻辑顺序进行,避免了干扰正确的场景组织结构。

## 2 协同操作流程

### 2.1 基于HLA的初始化场景同步

(1) 首先由主控台建立一次任务,并创建一个联邦。(2) 然后联邦成员1加入联邦,在构建整个3D场景之前主动请求人物信息的更新,RTI回调主控台联邦成员的函数,在函数内更新任务配置信息,联邦成员1反射配置信息对象,解包并根据配置信息初始化场景。

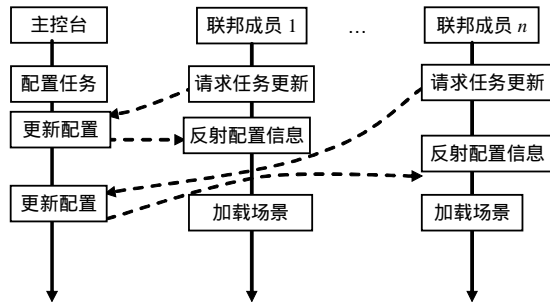


图2 联邦成员初始化场景

### 2.2 基于HLA的协同操作的同步

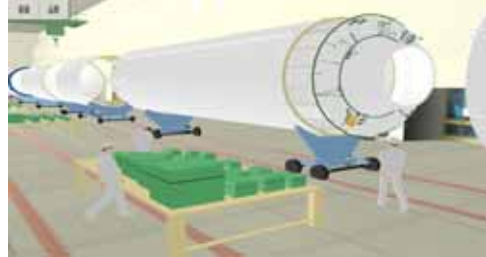
在协同训练中,联邦成员对设备的操作的逻辑顺序是一致的。例如,如果在一个联邦成员内对一个设备进行了安装插头的工作,再在其他联邦成员内进行安装插头的工作就会报错。联邦成员1进行一次对设备的有效操作后,会把该次操作的事件记录到数据库中,以便以后对操作手的评分和恢复一次协作训练。之后,联邦成员将操作的设备的状态打包发布到HLA上。在其他联邦成员段,会反射此设备对象,在回调函数内解包成为本地的对象,在场景中找到对应的人员3D节点,并更新它。

另外,在基于HLA的协同操作的同步设计中实现了联邦成员提前退出的功能。由于联邦成员的提前退出会引起对象所有权无人管理形成野对象,所以退出前必须完成对对象所有权的托管工作。以联邦成员1为例,在其退出后,会向其他联邦成员管理拥有权属于自己的所有设备对象发送交互类请求,相应的RTI会回调其他订购了人员交互类的联邦成员函数,所有这些联邦成员会主动请求该设备的所有权。同样地,RTI会回调联邦成员1的请求所有权释放的函数。联邦成员1采用先到的先响应的策略,对

所有权进行释放,从而保证所有权的托管。

## 3 基于HLA的OGRE引擎的实验及应用

实验所需硬件环境是联想计算机(NVIDIA显卡、P4 2.6GHz CPU、512MB内存);软件环境是WindowsNT平台,MarkRTI,DirectX9.0,虚拟仿真平台。在系统实验中,有四个仿真终端参与协同仿真训练,仿真终端的视点为第一视点,如图3所示。



a. 客户端1初始设置



b. 客户端2加入训练

图3 基于HLA的OGRE引擎的应用

图3a为客户端1以第一视点进行网络系统训练时的3D场景。图3b为客户端2的仿真平台接口。3D初始场景由客户端1完成设置,客户端2作为另外一个联邦成员加入客户端1完成的初始场景训练时,通过RTI反射客户端1场景中的所有场景元素,进行三维场景重构。在协同训练中,客户端2所进行的任何操作,都能在客户端1上实时地体现出来,反之亦然。本实验的3D渲染场景采用OGRE渲染引擎。在网络协作中为了保证场景的一致性,采用OGRE\_RTl适配器来实现场景同步。仿真中,分组训练减少了网络中的数据传输量,减少了网络拥塞,提高了仿真效率。实验中各个客户端的3D场景是一致的,画面比较流畅,实验的效果达到了预期的目的。

### 参考文献

- [1] 雷刚,王召福,金士尧. 数据采集对HLA仿真系统伸缩性的影响及其解决方案[J]. 计算机仿真, 2003, 20(1):83-85.
- [2] 杨建国,王乘. 基于MULTIGEN和VEGA的虚拟现实技术[J]. 计算机仿真, 2003, 20(11): 75-77.

- [3] 韩林, 刘步权, 姚益平, 等. 符合IEEE1516规范的HLA/RTI时间管理[J]. 计算机仿真, 2003, 20(6): 14-16.
- [4] 周彦, 戴剑伟. HLA仿真程序设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [5] 刘藻珍, 魏华梁. 系统仿真[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1998.
- [6] 刘晓华. J2EE企业级应用开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [7] 王志勇, 李志猛, 凌云翔, 等. HLA仿真的模型体系和支持工具研究[J]. 计算机仿真, 2005, 22(5): 115-118.
- [8] 史扬, 凌云翔, 刘晓建, 等. 分布交互仿真发展及其底层支撑技术的研究[J]. 计算机工程与应用, 1998, 7(11): 33-36.

编辑 熊思亮

(上接第76页)

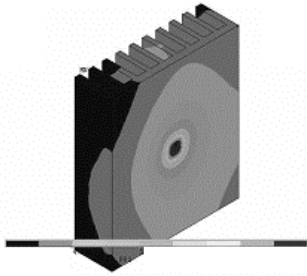


图5 温度分布图

图6所示给出了前风扇进风, 电源风扇和顶风扇出风情况下计算所得的流场矢量图, 图中可清楚地看出空气在机箱内的流动情况和速度分布, 因此可方便地帮助分析影响机箱风冷散热效果的因素, 故可以很好地完成机箱表面辅助散热风扇位置的优化设计。图中可看出, 计算机显卡所处位置恰好阻碍了从前风扇进入机箱的空气向机箱上部的移动, 因此可以通过适当地提高机箱前面板上的进风风扇的位置来获得更好的强迫风冷散热效果。

## 4 结论

通过对微机电脑机箱散热性能的计算机仿真和实验测量, 可得出以下结论: (1) 用ANSYS软件可以方便而经济地完成电脑机箱风冷散热系统的散热性能仿真, 且结果的准确性可以保证; (2) 由仿真结

果不仅可简单快捷地完成电脑机箱风冷散热系统表面辅助散热风扇位置的优化设计, 还可推广到其他电子仪器机箱散热的优化设计中去<sup>[4]</sup>, 故有较好的应用价值和实际意义; (3) 将模拟计算应用到产品设计中可以减少实验次数, 加快研制步伐, 节约大量的人力和物力, 降低产品研制成本。

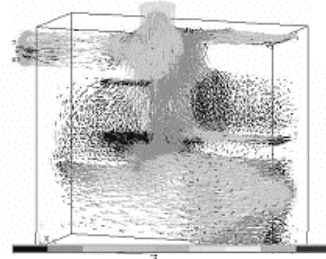


图6 流场矢量图

## 参考文献

- [1] 刘涛, 杨凤鹏. 精通ANSYS[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [2] 赵恒华, 高兴军. ANSYS软件及其使用[J]. 制造业自动化, 2004, 26(5): 20-23.
- [3] 孙森, 姚列明, 霍中生. 机箱风冷系统散热性能的ANSYS仿真[C]//2004 ANSYS中国用户年会, 成都, 2004.
- [4] 周敏, 吴淑泉. 电子设备强迫风冷设计的计算机仿真[J]. 计算机工程, 2003, 29(9): 171-172.

编辑 孙晓丹