

·测试、试验与仿真·

基于 HLA 的 Vega 光电场景仿真技术研究

李 阔, 尹庆林, 胡 波

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

摘 要:介绍基于 HLA 的光电场景系统的仿真框架, 采用 Vega 视景仿真技术进行光电场景设计、开发, 针对视景仿真中遇到的一些关键问题, 如模型运动控制、粒子系统运动控制, 给出相关解决方法. 最终将 HLA 和 Vega 2 种仿真循环机制融合到一起, 得出集成后的仿真流程.

关键词:高层体系结构(HLA); Vega; CREATOR

中图分类号: TN971⁺.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)03-0081-04

Vega Photoelectricity Scene Simulation Technology Based On HLA

LI Kuo, YIN Qing-ling, HU Bo

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

Abstract: The simulation frame based on the photoelectricity scene system of HLA is introduced, using the technology of VEGA scene simulation to design and exploit the photoelectricity scene, and aiming at some pivotal technology in the scene simulation such as the control of model motion and granule system motion, the correlative solutions are given. And then, the two simulation circulate mechanism, HLA and Vega, are coalesced together to obtain the integrated simulation process.

Key words: high level architecture (HLA); Vega; CREATOR

随着计算机技术和仿真技术的飞速发展, 分布式仿真技术已经成为当今仿真技术发展的主流, 仿真应用之间的互操作和仿真部件的可重用问题变得越来越突出, 以高层体系结构(High Level Architecture, HLA)为核心的一系列仿真技术也相应的得以发展起来, HLA 具有将仿真功能与通用的支撑系统相分离的体系结构, 具有开放性、灵活性和适应性, 它同时支持对不同仿真应用的重用, 支持用户分布, 协同地开发复杂仿真应用系统, 从而降低新应用系统的开发成本和时间. 光电场景仿真具有演示范围较小、演示时间短、仿真场景环境复杂等技术要求. 采用 Vega 的视景仿真模拟复杂光电的工作环境, Vega 的视景仿真采用了高质量的实时渲染技术, 增加了真实性, 提供了方便、丰富的人机交互手段, 可以使参与者能从虚

拟环境中得到反馈的信息, 了解仿真对象关键部位的位置、状态、变形等数据, 因此它能够满足光电仿真的需求. 结合 HLA 和 Vega 的技术特点, 阐述了如何将这 2 种技术应用到光电仿真中去.

1 光电场景联邦成员设计

高层体系结构 HLA 是美国国防部于 1995 年在美国国防建模与仿真办公室(DMSO)制定的建模与仿真主计划(MSMP)中提出未来建模/仿真的共同技术框架, 其目的是实现各仿真系统的互操作性, 并促进仿真资源的重用, 具体说就是通过计算机网络使得分散分布的各仿真部件能够在统一的仿真时间和仿真环境下协调运行, 并且可以重复使用. 在基于 HLA 的仿真系统中, 联邦是一个重要的

收稿日期: 2010-05-20

基金项目: 国家部委基金项目

作者简介: 李阔(1976-), 男, 辽宁锦州人, 学士, 从事光电系统仿真方面的研究; 尹庆林(1981-), 男, 辽宁锦州人, 助理工程师, 研究方向为通信技术.

概念,它用于达到某一特定仿真目的的分布仿真系统,由若干相互作用的联邦成员构成.所有参与联邦运行的应用程序都可以成为联邦成员.

在光电仿真系统中,其主要联邦成员包括仿真想定、仿真控制、态势监控、仿真运算、效果评估和场景显示等.光电仿真系统支撑运行环境(RTI)是提供一个仿真软件环境,它将各光电系统联邦连接起来,完成各成员间的数据交互,它是仿真平台运行的

核心,提供其他系统共用部分的组件或程序,为仿真系统管理各种仿真子模块,创建、刷新、修改、删除联邦成员,仿真时间的管理,负责数据的发送和接收.各联邦成员间通过运行支撑环境(RTI)提供的 RTI 接口实现信息交互如图 1 所示.因此场景显示联邦成员,它所需要的其他联邦成员的各种数据(如环境信息,模型运动轨迹,设备及平台光电信号等信息)均是通过 RTI 接口实现.

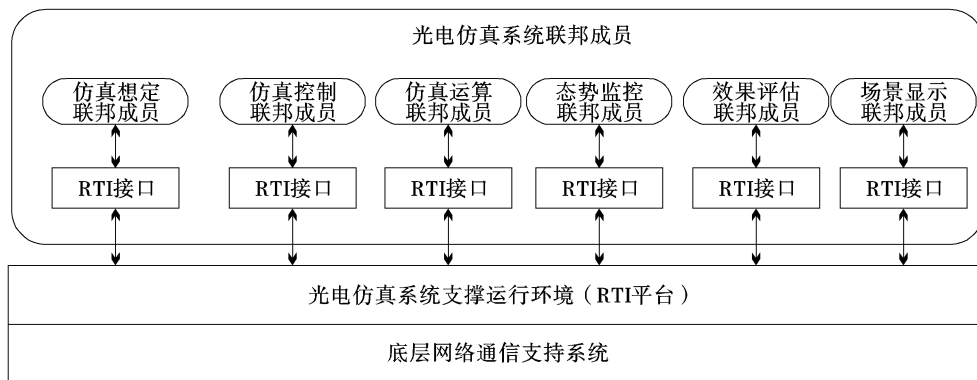


图 1 光电仿真系统联邦组成框图

2 光电仿真场景技术研究

加入光电仿真系统的光电场景联邦成员,可以从 RTI 提供的接口中得到它所需要的数据,但要形象、真实地再现其仿真过程,需要三维视景仿真技术的协助才能实现其功能,在光电场景仿真中选用了 Vega 作为场景仿真的开发平台.

Vega 是一种用于实时仿真及虚拟现实应用的高性能软件环境和工具.它开发过程主要包括 3 个方面内容:Creator 建立所需光电设备和大地仿真模型,利用 Lynx 将光电和大地模型配置到底层模型中,在 VC 环境下编程,驱动场景实现光电场景显示功能.

2.1 Creator 创建光电场景模型

通过收集、查找和实际测量,获得光电场景中各设备外形尺寸,并收集该设备相关的待用图片,根据获取的数据,采用分层结构结合面向对象的数据结构,在 MultiGen Creator 中对该设备实施三维建模,采用节点控制对模型的运动部分和非运动部分进行分组,采用 LOD 方法将模型由远及近划分为不同层次,这样可在显示时使其减少占用的系统资源.在对三维模型实施纹理映射时,先用 Photoshop 对其图片进行处理,再将这些纹理图像加载到模型数据库

的纹理调板中,供贴图使用.需要注意的是,在获取纹理的过程中,为了提高计算机的执行效率和速度,应该把纹理数据处理成 Vega 中所支持的数据格式.此外,为了防止纹理在显示的过程中丢失,提高显示速度,纹理尺寸大小应修改为 Vega 规定的 2 的 n 次幂的大小,并且尽可能地缩小纹理的尺寸.

三维地形的建模方法和其他仿真对象的建模方法存在较大差异.为此 Creator 提供专门用于地形建模的功能模块.首先要获取制作地形所需的高程数据并将其转换为 Creator 能够识别的 DED 格式,然后选择相应的地形转换算法生成网格状地形,最后向该地形添加映射纹理,生成逼真的虚拟三维地形.

2.2 Lynx 初始化构建

利用 Creator 软件对各种运动平台模型及光电设备场景建模后,使用 Vega 配置工具 Lynx 对场景进行初始化构建:将模型文件加入到仿真场景中,设置模型初始位置,设置天气环境初始状态,在各模型与地形模型中加入碰撞检测功能,这样地面模型可能随着地形的起伏而变化,在声音模块中加入运动平台相关设备状态的声音文件等.

2.3 光电场景程序设计

在 Lynx 中建立三维场景模型后,可利用 VC 调

用 Vega 的函数库对 adf 文件进行编程,利用 Vega 和 VC 强大的功能实现对光电模型控制和场景显示.

2.3.1 初始设置

设置一个 Vega 应用程序必须包含 3 个基本步骤:初始化 Vega 系统、定义 Vega 应用系统的实例对象、配置 Vega 应用系统.

对 Vega 应用程序设置完毕后,调用帧同步控制函数,实现依据外部输入信息实时更新仿真场景中光电设备、运动模型、观察者的状态信息,协调输入输出设备的同步,执行用户指定的执行 OpenGL 回调函数.

2.3.2 采用 Vega 技术设计光电场景

经初始设置后,应用程序仅实现了对 ADF 文件的简单调用和显示,根据光电视景仿真的实际需求,还调用了对象、场景、通道、环境、环境效果、观察者、角色、通道、标记、声音和特效等模块以增加仿真的真实感.在程序初始化时调用了场景模块显示三维场景地形,根据仿真场景要求调用环境和环境效果模块确定场景中天气变化情况,利用仿真想定输入数据的输入在场景中添加新的工作设备实例,调用

$$\begin{bmatrix} \frac{X_1 - X_0}{R} & \frac{Y_1 - Y_0}{R} & \frac{Z_1 - Z_0}{R} \\ \sin(h)\sin(p)\sin(r) + \cos(h)\cos(r) & \sin(h)\cos(p) & \sin(h)\sin(p)\cos(r) - \cos(h)\sin(r) \\ \cos(h)\sin(p)\sin(r) - \sin(h)\cos(r) & \cos(h)\cos(p) & \cos(h)\sin(p)\cos(r) + \sin(h)\sin(r) \\ \cos(p)\sin(r) & -\sin(p) & \cos(p)\cos(r) \end{bmatrix} = [1 \quad 0 \quad 0] \cdot \quad (1)$$

其中, $R = \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (Y_1 - Y_0)^2 + (Z_1 - Z_0)^2}$. 得到三维姿态角度后,在 `vgPos()` 函数中输入位置和姿态参数,控制运动模型的位置和姿态.

3.2 特效粒子系统运动控制

场景中包括环境变化和特殊效果处理,利用 Vega 提供的特效模块来实现系统对环境效果的要求.如果需要一些复杂情况的特效,则可采用粒子系统来模拟,具体采用大量具有不同属性的粒子的整体运动来实现,每个粒子都有一组属性:如位置、速度、纹理、颜色和生命周期等,粒子的属性都是时间的函数,粒子系统遵循以下循环:

(1)按一定频率产生新粒子,它们的初始属性是随机的;

(2)更新现存粒子的属性,同时粒子的生命周期递减一个时间步长;

例如可采用等加速运动的方法来实现粒子速度

角色模块控制目标的运动轨迹和三维运动姿态,启动标记模块标记不同类型的光电设备和运动平台,使用声音和特效模块再现运动模型飞行轨迹.采用多通道输出方式从不同视角反映光电仿真各设备的工作过程,根据仿真需要在观察者模块中采用随动和定点观察相结合的方式选定观察视角,全方位了解仿真过程.

3 控制算法

3.1 运动模型姿态控制

在控制模型的运动过程中,除控制模型的三维位置坐标 (X, Y, Z) 外,还应对其三维姿态实施控制,即确定模型的方位 (h) 、俯仰 (p) 、侧倾 (r) 角度值,但其他联邦成员只能提供模型的位置信息,因此必须通过模型的姿态控制算法确定三维姿态角度信息,在程序中,采用了根据模型前一时刻的位置信息 (X_0, Y_0, Z_0) 和当前时刻的位置信息 (X_1, Y_1, Z_1) ,通过姿态控制矩阵,得到姿态角度值.其计算公式如式(1)所示

和位置属性的更新,算法如式(2)所示

$$\begin{cases} V_n = V_{n-1} + a_n \times \Delta t \\ S_n = S_{n-1} + V_n \times \Delta t \end{cases} \quad (2)$$

(3)检查粒子的生命周期,若为 0 则删除该粒子;

(4)绘制和显示粒子系统中所有现存的粒子.

按照粒子系统工作原理在每次循环中对粒子进行操作,改变其属性从而产生不同的特效.

4 Vega 与 HLA 的集成方法

Vega 和 HLA 由许多的相识性:它们都支持 VC++ 的 MFC 类库函数,都可创建基于 Windows 图形用户界面程序,运行时都要启动自身的仿真线程,启动仿真线程都要进行相应的系统设置,都有特定的策略来控制仿真循环等.在集成开发设计中,为了克服 HLA 时间推进和 VEGA 帧同步控制之间的相互影响,在程序运行过程中利用 VC 中的互斥变量

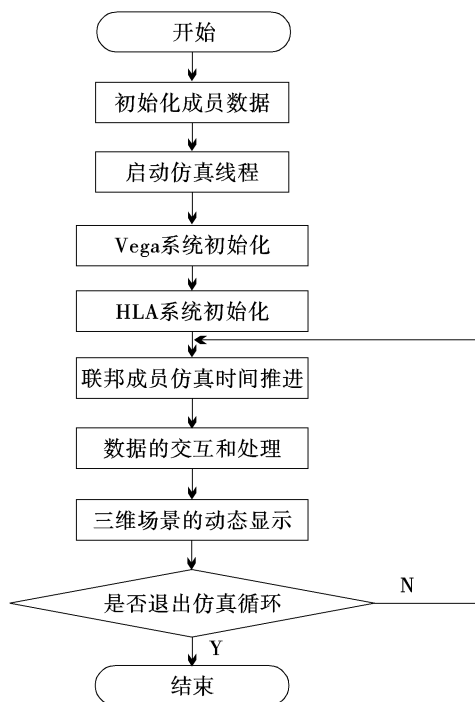


图 2 HLA 和 Vega 集成设计流程图

实现多线程同步控制,实现时间推进与帧同步刷新功能.图 2 给出了一个完整的基于 HLA 仿真框架的

光电视景仿真联邦成员的程序设计流程图.

5 结 束 语

结合 HLA 和 Vega 2 种不同的仿真开发平台,介绍了光电场景仿真的开发过程,提出了视景仿真开放中遇到一些关键问题的解决办法,较好地满足了光电仿真的实时性和直观性要求,在实际应用中取得了良好的仿真效果,为类似的视景仿真系统提供了相应参考.

参考文献

- [1] 龚卓蓉. Vega 程序设计[M]. 北京:国防工业出版社, 2002:28-52.
- [2] 周彦,戴剑伟. HLA 仿真程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,2002:30-37,175-177,222.
- [3] 宋海松,张威. 基于 HLA 技术框架和 Vega 的程序设计方法研究[J]. 计算机仿真,2005(6):237-240.
- [4] 张开胜,曹之新,张建伟. 基于 HLA 的水面舰艇战术训练模拟系统仿真设计[J]. 舰船电子工程,2008(3).
- [5] 查荣,周希辰,唐霜天,等. 基于 HLA 的仿真程序设计研究[J]. 雷达与对抗,2008(3).
- [6] 王琳,孟晓风,钟波,等. 交互式飞行视景仿真系统的设计与实现[J]. 系统仿真学报,2008,20(1).

(上接第 77 页)

所以灰色理论方法从少量的数据入手,通过灰生成的手段来对装备的作战效能进行评估,是一种新型的有效手段.

(4)而灰色理论方法与模糊数学的主要区别在于研究对象的内涵和外延的性质上.模糊数学着重研究“认知不确定”问题,其研究对象具有“内涵明确、外延不明确”的特点;灰色理论方法着重研究“内涵不明确、外延明确”的对象,重点解决模糊数学不能解决的“小样本、信息不确定”问题,其特点是少数数据建模.

实践中往往采用几种方法混合使用,如模糊层次法、灰色模糊法、灰色层次法等,各取其长,以期得到客观全面、准确定量的效能值,为评估电子战系统提供准确的数据.

参考文献

- [1] 郭齐胜,鄧志刚. 装备评估概论[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [2] 邵国培. 电子对抗作战效能分析[M]. 北京:解放军出

版社,1998.

- [3] 陈永光,柯宏发. 电子信息装备试验灰色系统理论运用技术[M]. 北京:国防工业出版社,2008.
- [4] 时俊红. 武器系统效能评估方法浅论[J]. 火控雷达技术,2003(12):47-50.
- [5] 唐宏,陈少卿. 指挥控制系统的效能评估[J]. 系统仿真学报,2001(13):392-394.
- [6] 李宗吉,王树宗. 武器装备系统效能评估的几种方法[J]. 海军工程大学学报,2000(1):97-101.
- [7] 刘琳,陈云翔. 综合电子战系统作战效能评估[J]. 火力与指挥控制,2008,33(3):97-99.
- [8] 高晓滨. 电子战系统效能的模糊评估方法[J]. 火力与指挥控制,2005,30(1):69-72.
- [9] 刘普寅,吴孟达. 模糊理论及其应用[M]. 长沙:国防科技大学出版社,20001.
- [10] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉:华中工学院出版社,1990.
- [11] 刘思峰,郭天榜,党耀国. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [12] 柯宏发,陈永光. 基于灰关联理论的电子装备作战效能评估[C]//中国运筹学会第八届学术交流会议论文集:681-686.