

导弹虚拟战场环境设计与实现

赵海龙, 李佳泽, 郑 重, 李朋飞

(第二炮兵工程学院, 陕西 西安 710025)

摘 要:为给某型导弹部队提供一个全新的演习、训练和战前要素熟悉平台,文中通过 VC++6.0 和该实验室自行开发的软件 Deep Eye 平台设计和实现了导弹虚拟战场环境演示系统。首先根据系统分析对系统整体结构进行了模块化设计,然后从场景生成和效果实现两方面对各模块进行开发,先后建立了天空模型、地形背景模型、战场实体模型,并对地形匹配、航迹规划、特殊效果实现、视点变换、交互接口设计等关键技术做了研究,最后实现了适合于导弹作战的虚拟战场环境模型。结果表明,该设计方案可行,仿真效果良好。

关键词:导弹;虚拟战场环境;演示系统;关键技术

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)01-0087-03

Design and Implementation of A Missile's Virtual Battlefield Environment

ZHAO Hai-long, LI Jia-ze, ZHENG Zhong, LI Peng-fei

(The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025, China)

Abstract: To give a certain type of missile units for a new exercise, training and pre-war elements familiar platform, the missile's virtual battlefield environment demo system is designed and achieved on VC++6.0 and Deep Eye in this paper. The system overall structure is adopted modular design according to the system analysis, and then from two aspects of the modular design scene generation and effect each module is developed, has established a model of the sky, the terrain background model, battlefield solid model and the key technology such as terrain matching, path planning, special effects to achieve, the focus transformation and interactive interface are researched. At last, achieve a suitable model of the virtual battlefield environment for missile combat. The results shows that the design scheme is feasible and the simulation result is good.

Key words: missile; virtual battlefield environment; demo system; key technologies

0 引 言

近十几年来,随着科学技术的发展,特别是计算机网络技术和虚拟现实技术的发展及应用,使得军事演习在概念上和方法上有了一个新的飞跃,即通过建立虚拟战场(即作战仿真系统)来训练军事人员,并对武器系统的性能和作战方案的优劣进行检验与评估^[1]。虚拟战场的提出和应用为解决上述问题提供了新的途径,带来了希望。文中通过构建某型巡航导弹虚拟战场环境演示系统,为相关部队作战推演、实兵或半实兵演习提供与实际演习区域相同的战场仿真环境,同时有效训练指挥员的指挥决策能力、参谋人员的业务能力、装备操作人员的操作能力,并对参训人员战场环境的认知效率提高有一定的作用。

1 系统结构组成

文中的演示系统主要是模拟某型导弹从待机阵地出发,根据作战方案进行地面机动、占领发射阵地直至发射击中目标的全过程。用户可以通过鼠标或键盘操作,显示器实时显示作战进程及环境效果。根据导弹作战的实际进程,应该建立待机阵地、发射阵地、导弹发射车及导弹模型,同时能对运动物体进行有效控制,并具有随发射车行驶自动漫游及多视点、多通道观察功能和良好的人机交互效果。因此,需要从场景生成和功能效果实现两方面来进行研究实现。其系统结构图如图1所示。

其中,天空和地形背景是基本元素,实体建模主要包括实体模型的导弹、发射车、待机阵地、发射阵地等;运动控制主要指发射车的姿态控制;道路信息是指从地形中提取指定道路信息;目标选取指对目标的动态选取;航迹规划指导弹根据目标点及发射点与目标点的战场信息自动规划最优航迹;特殊效果主要包括雨、

收稿日期:2011-06-08;修回日期:2011-09-12

基金项目:全军军事学研究生课题申报项目(2010JY0905-547)

作者简介:赵海龙(1984-),男,湖南衡阳人,硕士研究生,研究方向为作战建模与仿真。

雪、雾天气及导弹尾焰与爆炸效果等;视点变换指根据观察者需要确定观察视角;交互设计指用户通过鼠标或键盘操作演示系统。

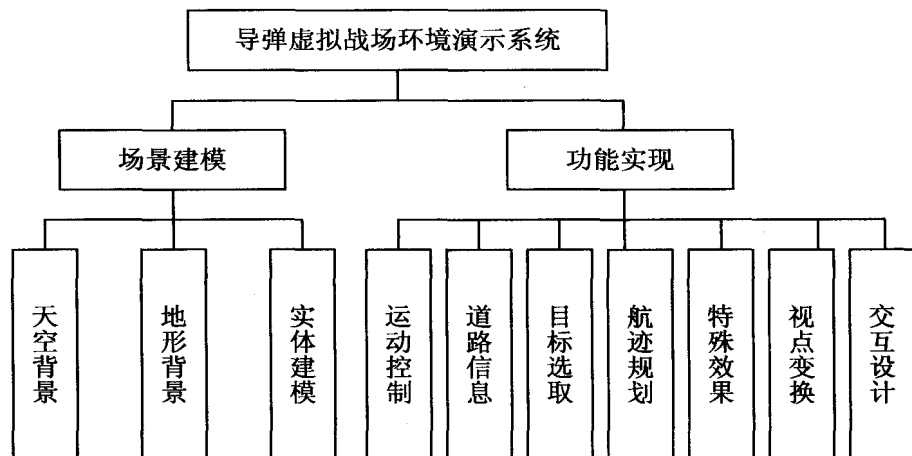


图 1 系统框架结构图

2 实现子模块功能的关键技术分析

在 Windows 平台上,该演示系统基于 VC++6.0 和该实验室自行开发软件 Deep Eye,并结合 3DS. MAX 建模软件综合进行。软件 Deep Eye 基于 DirectX 9 开发,主要由 KERNAL 子系统、APP-SERVICE 子系统 INTERFACE 子系统三部分组成。具体包括导弹模块、地景转换模块等。

2.1 场景建模

场景建模主要展现虚拟战场环境背景,文中充分利用 Deep Eye 引擎中已有的地景处理模块实现对地形背景的建模,利用 3DS. MAX 建模软件分别实现天空背景和实体要素建模,即生成 *.3ds 文件。然后通过 Direct3D 中的 Conv3ds. exe 工具把 *.3ds 文件转换成 .x 文件,实现文件格式兼容。

2.1.1 天空背景

通常有以下三种方法绘制天空背景:一是用一种接近天空的淡蓝色清除背景;二是绘制一个立方体并对其进行纹理贴图,即“天空盒”方法;三是半球形天空模型^[2]。显然,对广域的天空背景,前两者方法欠妥,所构建的模型缺乏足够的逼真感。用半球形天空模型,基本能符合形状表现,可以得到较好的仿真效果。因此文中采用半球形天空模型,数学表达式^[3]:

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2 = r^2 \quad (1)$$

式中, (a, b, c) 表示球心坐标, r 为球半径。然后,利用 3DS. MAX 中 Sphere 按钮中 Keyboard Entry 菜单,绘制出球体,选择 Chop 定义球体改变球体的方式,最后通过材质和纹理技术实现天空的 3D 模型。

2.1.2 地形背景

地形背景的生成包括两个方面,一是地形的生成,

二是地貌的生成^[4]。文中地形背景主要由 Deep Eye 引擎中的地景生成模块,先采用基于规则网格模型的 DEM 数据,并对相关卫星图片做好预处理;然后通过

地景转换工具生成由三角形网构成的地形框架;最后实现纹理合成,完成整个地形背景的构建。其中,纹理映射技术对地形的精确匹配及多分辨率纹理技术对导弹作战的广域地形实时显示起到了关键作用。

2.1.3 实体建模

实体建模包括实体模型的建立以及模型的部署两部分。首先,通过 3DS.

MAX 建模软件^[5]完成导弹战场环境的实体模型构建,生成 *.3ds 文件;然后,通过 Direct3D 中的 Conv3ds. exe 工具把 *.3ds 文件转换成标准 mesh 物体文件,即 .x 格式文件;再通过坐标转换将实体置于世界坐标系中。至此,已完成了模型的构建工作。

对模型的部署,文中采取了模型预放置办法,即根据导弹作战要素部署的实际情况,先预放置各模型,然后通过启发式算法得出最接近方案。

2.2 功能实现

2.2.1 地形匹配

地形匹配包括战场道路信息的获取和地面车辆运动控制两部分内容,其目的是保证车辆的逼真运行。文中道路信息获取方法主要是基于贝塞尔大地问题解算^[6,7]和道路控制点技术而产生,建立以下两种模型:一是道路数据提取模型;二是道路分段模型。前者是一种在三维仿真环境中提取表示道路的连续等距离点的方法;后者是一种针对道路网如何进行分段划分和形成网络而提出的一种方案。对地面车辆运动控制,文中通过实时测算运动车辆的俯仰角、偏航角、滚动角^[8]来及时调整车体姿态,保证车体平稳运行。从仿真实验可以看出,以上方法的运用能实现车辆与地形的有效匹配。

2.2.2 航迹规划

当作战方案提供打击目标以后,系统应能根据目标坐标迅速计算出导弹最佳飞行路线,即航迹规划。导弹飞行划分为三个阶段^[9]:爬升段、巡航段和末制导段,航迹规划通常是指对巡航段的导弹航路规划。影响航迹的因素^[10]包括很多方面,比如:航迹长度,导弹飞行过程中的机动次数,航迹的优化精度,导弹的突防概率等。其中,在一定的优化精度前提下,航迹长度和安全突防概率是最重要的两个方面^[11]。为使这两

项指标能在同一次优化搜索过程出现,文中研究了一种基于将积最大化形式的优化目标函数转化为和最小化形式的方法。最后通过改进的蚁群算法^[12]实现了对三维航迹的最优规划。

2.2.3 特殊效果

特殊效果既包括战场环境云、雨、雾等气象条件的实现,也包括导弹发射尾焰及命中目标时爆炸效果的实现。对特殊效果的处理,目前普遍采用的是基于粒子系统的方法。其基本原理是通过产生若干形状简单且赋予了一定生命周期的微小粒子作为基本元素,把需要绘制的物体看成是若干上述随机分布粒子的构成,随着时间的推移,旧的粒子不断消失,新的粒子不断产生,并且通过赋予相关的粒子纹理,来达到模拟效果。从试验情况看,处理效果良好。

2.2.4 视点变换

对广域战场环境,整个场景不可能同时处于观察者视点范围,因此,必须通过视点选取和变换使观察者对感兴趣区域能有效观察。通常有以下模式:一

是绝对模式,即视点不跟随任何实体,但可通过 API 函数在程序中改变;二是随动模式,视点为限定方式跟随在场景运动体之后;三是旋转模式,与随动模式类似,主要差别是视点不跟随在场景运动体之后,而是在场景运动体当前位置周围的一个圆形轨迹上运动;四是束缚模式,通过一组固定的偏移量设置视点与一个场景运动体的相对位置^[13]。该系统采用了多视点、多通道技术,并根据不同的情况灵活运用了多种模式,其中,对局部视图采用了绝对模式,对全屏视图采用了随动模式。

2.2.5 交互设计

该系统所设计的交互技术包括键盘交互和鼠标交互。其中,键盘交互可以实现全屏视点的移动与快捷切换、场景的拉大与缩小等功能;鼠标交互可以实现作战时间的确定、战场环境天气的变化、机动路线的输入与调整、多通道视点切换、场景的拉大与缩小、物体的拾取与反馈等功能,按住右键还可进行场景三维立体观察。



图2 演示系统程序主界面



图4 观察导弹的视场



图3 发射车准备发射导弹

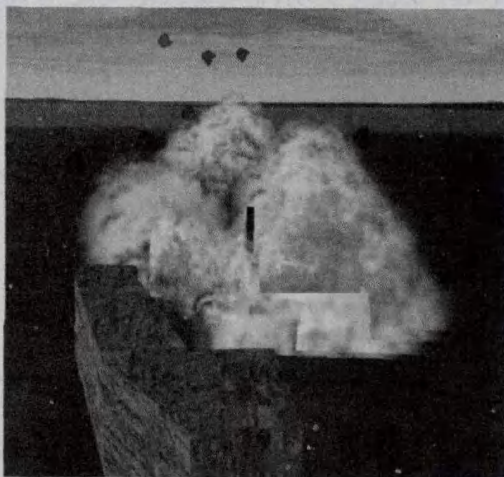


图5 攻击目标爆炸效果

(下转第93页)

端程序,数据采集时间段分别为9点至11点和19点至21点,每小时取20个测量点,分别在10点和20点开始运行流量控制系统,得到系统运行前后一个小时的流量变化如图4所示。

由实验可知,FTP和P2P的流量有效控制在200kbps和100kbps左右,与系统HTB设置一致。实验证明,此流量控制系统可以准确识别各种应用层协议并有效地进行流量控制。

3 结束语

文中基于Linux强大的Netfilter防火墙和流量控制器TC,设计并实现了一个应用层协议流量控制系统。L7-filter工具能够对数据包进行高效而准确的应用层协议识别与分类,TC能对每类数据包进行灵活的流量控制。该系统安全、稳定、简单、高效并且价格低廉,对中小型网络来说是一个很好的解决方案。

参考文献:

- [1] 吴国庆. 对等网络技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 100-104.
- [2] 吴 敏, 王汝传. 基于主机的P2P流量检测与控制方案[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(10): 26-29.

(上接第89页)

3 结束语

在3DS MAX中建立基本实体模型,并在VC++和DirectX开发环境中实现事件流程的仿真控制,开发周期短、效率高,可以取得较好的仿真效果。根据以上方法生成的某型导弹虚拟战场演示系统(见图2~5),场面逼真,交互性好,沉浸感强,为相关导弹部队加快战斗力的生成提供了新的平台。为进一步完善该系统,仍有许多工作要做,比如对具体地图地形数据及对应纹理的快速获取技术、道路数据采集及作战要素部署简化技术、导弹战场环境完整作战过程展现技术等,这些都是以后要重点研究的内容。

参考文献:

- [1] 黄安祥. 空战虚拟战场设计[M]. 北京:国防工业出版社, 2007.
- [2] 胡 令, 关正西. 导弹武器发射环境视景仿真研究[J]. 信息化纵横, 2009(5): 66-68.
- [3] 郭齐胜, 董志明. 战场环境仿真[M]. 北京:国防工业出版社, 2005.
- [4] 许建中. 虚拟战场环境的三维地形构建技术研究[D]. 上海:上海交通大学, 2007.

- [3] 蒋海明, 张剑英, 王青青, 等. P2P流量检测与分析[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 74-76.
- [4] 杨 勇, 王雪晶, 陈良臣. QoS在IP中的研究与应用[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(5): 33-36.
- [5] The netfilter. org project [EB/OL]. 2010. <http://netfilter.org/>.
- [6] 徐苏磊, 梁 伟. 基于Netfilter/Iptables内核扩展的P2P流量管理[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(6): 101-104.
- [7] Ayuso P N. Netfilter's Connection Tracking System[J]. LOG-IN: The USENIX Magazine, 2006, 32(3): 34-39.
- [8] Application Layer Packet Classifier for Linux [EB/OL]. 2009. <http://l7-filter.sourceforge.net/>.
- [9] Othman M, Kermanian M N. Detecting and preventing peer-to-peer connections by Linux iptables [C]//International Symposium on Information Technology. Kuala Lumpur, Malaysia: [s. n.], 2008: 1-6.
- [10] 张五生, 郑灵翔. 基于Linux的流量控制系统研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2010, 49(1): 38-42.
- [11] Hubert B. Linux advanced routing & traffic control HOWTO [EB/OL]. 2004-03-31. <http://lartc.org/>.
- [12] Devera M. Hierarchical token bucket theory [EB/OL]. 2002-05-05. <http://luxik.cdi.cz/~devik/qos/htb/manual/theory.htm>.

- [5] 王克伟, 杨 帆. 3ds max8完全自学手册[M]. 北京:中国林业出版社, 2006.
- [6] 左小清. 公路三维模型建立与数据组织[J]. 武汉大学学报:信息科学版, 2004, 29(2): 179-183.
- [7] Thomas C M, Featherstone V J E. Validation of vincenty's formulas for the geodesic using a new fourth-or-order extension of kiviojas formula [J]. Journal of Surveying Engineering, 2005, 131(1): 20-26.
- [8] 朱 庆. 道路网络模型研究综述[J]. 中国学术期刊文摘, 2007(20): 4-4.
- [9] 张 毅. 弹道导弹弹道学[M]. 长沙:国防科技大学出版社, 1999.
- [10] Chiou Y C, Kou C Y. Geometric approach to three dimensional missile guidance problem [J]. Journal of Guidance, Control and Dynamics, 1998, 21(2): 199-205.
- [11] 刘 月, 刘文杰, 刘 敏. 突发威胁下的航迹规划问题研究[J]. 飞行力学, 2009, 27(5): 89-92.
- [12] Dorigo M, Gambardella L M, Middendorff M, et al. Guest editorial: special section on ant colony optimization [J]. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 2002, 6(4): 317-319.
- [13] 管 华, 王双亭, 王 净. 飞行物体虚拟环境仿真系统的研究[J]. 测绘学院学报, 2003, 20(1): 29-31.