

# 基于 Creator 和 Vega Prime 的导弹飞行视景仿真系统设计与实现

孔中武, 石林锁, 王涛

(第二炮兵工程大学 五系, 西安 710025)

**摘要:** 基于 Vega Primer/Multigen Creator 软件开发了导弹飞行视景仿真系统。围绕实体建模、特效设计、模型驱动、视点切换、碰撞检测等关键技术, 实现了导弹拦截来袭飞机的攻防对抗过程可视化仿真。实际效果表明, 本系统界面友好, 仿真效果逼真, 交互性良好。

**关键词:** Creator; Vega Prime; 实体建模; 视点切换; 碰撞检测

**本文引用格式:** 孔中武, 石林锁, 王涛. 基于 Creator 和 Vega Prime 的导弹飞行视景仿真系统设计与实现[J]. 四川兵工学报, 2014(10): 111 - 113.

中图分类号: TP319

文献标识码: A

文章编号: 1006 - 0707(2014)10 - 0111 - 04

## Design and Implementation of Missile Flight Scene Simulation Based on Creator and Vega Prime

KONG Zhong-wu, SHI Lin-suo, WANG Tao

(The 5th Department, Second Artillery Engineering University, Xi'an 710025, China)

**Abstract:** This missile flight visual simulation was developed based on Vega Primer and Multigen Creator. Around the key techniques of solid modeling, collision detection, special effects design, model driven, viewpoint switch and collision detection, this paper realizes the attack-defense process visualization simulation of missile to intercept aircraft. Practical results prove that the system is friendly and interactive with life-like simulation effect.

**Key words:** Creator; Vega Prime; solid modeling; view point transformation; collision detection

**Citation format:** KONG Zhong-wu, SHI Lin-suo, WANG Tao. Design and Implementation of Missile Flight Scene Simulation Based on Creator and Vega Prime[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014(10): 111 - 113.

导弹飞行视景仿真技术能够方便地研究导弹各种飞行姿态, 可对导弹各种运动信息算法的进行检验, 达到降低试验成本, 减少试验次数的目的。导弹飞行视景仿真在国内外已有相关研究。国防科技大学的邓辉宇<sup>[1]</sup>运用 OpenGL 图形库, 研究并实现了导弹攻击过程的可视化仿真, 但利用 OpenGL 实现的系统沉浸感不强且系统实时仿真效果差。西安电子科技大学的张斌<sup>[2]</sup>基于 Vega 软件, 对导弹作战系统

的视景仿真进行了研究, 实现了导弹的发射、飞行与击中目标。但 Vega 软件不支持 C++ 编程接口和多线程操作, 程序的扩展性、交互性和运行速度较差。为了解决仿真实时效果差、沉浸感不强、系统交互性与运行速度差的问题, 本文基于 Vega Primer/Multigen-Creator 软件开发了导弹飞行视景仿真系统, 将导弹拦截来袭目标的仿真结果以虚拟现实的方式实时、逼真地再现出来, 让用户能直观观察导弹从发射到拦截

收稿日期: 2014 - 05 - 21

作者简介: 孔中武(1989—), 男, 硕士研究生, 主要从事阵地末端防御武器系统的视景仿真技术研究。

目标的全过程。

## 1 系统总体设计

### 1.1 软件开发环境

目前流行的三维建模软件有 3DSMAX、AutoCAD、Creator 等,视景仿真软件有 OpenGL、Vega、Vega Primer 等。实时性和交互性是视景仿真系统的基本条件,运用 3DSMAX、AutoCAD、OpenGL、Vega 虽然能够建立数据模型并进行仿真,但仿真实时性、交互性差,沉浸感不强,仿真功能简单<sup>[3]</sup>。

Creator 具有强大的实体建模、广域地形生成技术,能够建立逼真的导弹、飞机,发射车等实体模型以及大地模型。Creator 具有强大的兼容性,它能够和许多虚拟环境兼容,可以转换多种格式数据,最大限度提升系统开发效率。Vega Prime 采用了先进的生成仿真场景加速技术,如细节层次技术、可见性判定技术等,这为导弹视景仿真系统底层开发节省了时间。通过 Lynx Prime 可以让设计者对导弹、飞机、发射车参数进行快速配置,通过底层场景图形 API 函数可以完成导弹和飞机的运动路径规划,提高研发效率的同时又不影响系统的仿真性。

Vega Prime 中可以通过鼠标及键盘来对场景进行特定的控制,但其交互性,灵活性较差,所以使用一个窗口交互功能强的工具显得尤为重要。应用 Visual C++ 8.0 中的 MFC 类库的视景仿真系统具有良好图形用户界面,交互性良好。

### 1.2 系统开发流程

根据导弹飞行视景仿真系统的要求,确定仿真系统的开发流程如图 1 所示。建立导弹、飞机等三维实体模型,形成 Flt 文件,将 Flt 文件导入到 Lynx Prime 图形界面,在图形界面中进行初始化设置:配置战场环境,添加尾焰、爆炸等特殊效果;导出 ACF 文件并转换为 APP 文件,对导弹和飞机运动学信息进行解算;编制 MFC 和 Vega Prime 主程序。

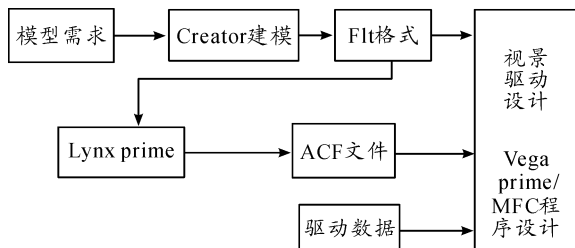


图 1 仿真系统整体流程

## 2 三维建模

在导弹飞行视景仿真系统中,建模工作主要包括 2 大部分:一是实体的几何建模,包括导弹、发射车、飞机、树木、各种建筑等。二是作战地形建模,由于导弹的作战半径可达几十公里,因此需要建立广域地形模型。

### 2.1 实体建模

使用 Creator 对导弹、导弹发射车、飞机等实体建模进行

三维建模时,在保证模型逼真度的前提下,系统采用纹理映射技术<sup>[4]</sup>降低实体建模的复杂度,减少了模型面的数量,达到了简化模型构建过程的效果。系统以实体模型的尺寸和结构为依据,根据物体几何结构及运动特点建立模型,提高了模型渲染速度,保证了系统刷新频率。基于以上技术对导弹车与飞机模型建模如图 2 所示。

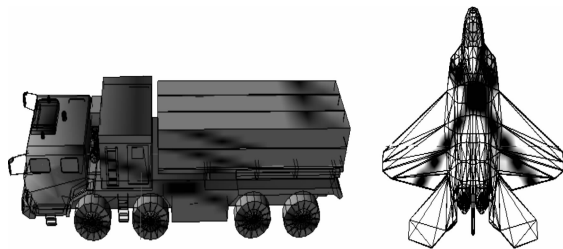


图 2 导弹车与飞机模型

### 2.2 地形建模

对于导弹飞行视景仿真系统的大地形建模,主要难点在于处理复杂的广域地形数据。本系统充分利用细节层次技术 LOD<sup>[5]</sup>降低大地建模的复杂度以提高系统的运行效率,在不影响用户沉浸感的前提下,通过分析模型相对于观察点的远近关系及方位,逐次简化模型细节来减少场景的复杂性,从而提高渲染绘制的效率。当导弹、飞机飞行高度低于 3 000 m 时系统使用较高精度的地形模型,而高于 3 000 m 时则调用精度较低的地形模型。本系统采用变形(Morphing)方法,提高模型切换时的平滑度,采用调节(Switch)距离方法,增加模型切换时人眼与模型的距离,解决了不同层次模型切换产生视觉跳跃感的问题。基于以上技术生成的地形模型如图 3 所示。

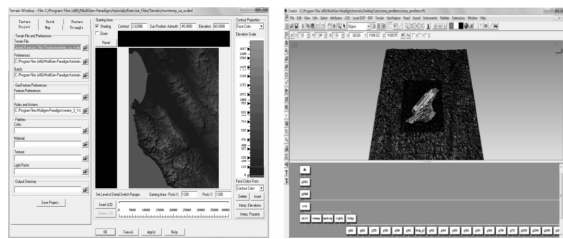


图 3 地形模型

## 3 驱动程序设计

导弹飞行视景仿真系统驱动程序主要包括 2 个部分,第一个部分是进行系统配置,包括内存分配、参数设置、Vega Prime 类的定义。本阶段中,VP 首先调用 `vp::initialize(argc, argv)` 函数初始化系统;然后调用 `define()` 函数载入 ACF 文件,并创建各种 Vega Prime 类的实例;最后调用 `configure()` 函数完成系统配置。第二个部分是导弹攻击飞机视景仿真过程主循环。下面分别列出驱动程序主函数和导弹攻击飞机视景仿真过程主循环的主要过程:

驱动程序主函数:

```

void main( int argc, char * argv[ ] )
{
    vp::initialize( argc, argv );
    vpApp * app = new vpApp;
    define();
    app -> configure();
    app -> run();
    vp::shutdown();
}

```

导弹拦截来袭飞机的攻防对抗过程可视化仿真过程主循环:

```

//获取用户输入键值,启用相应事件(包括导弹发射、视点变换等)
GetInputKey();
//更新飞机的位置和状态(包括飞行、失控和坠地等)
AircraftUpdate();
//更新导弹的位置和状态(包括发射、飞行和攻击过程、爆炸等)
MissileUpdate();
//爆破仿真
ShowFragment();

```

## 4 场景特效设计与视点变换

### 4.1 场景特效设计

本系统运用粒子系统<sup>[6]</sup>对战场环境和特殊效果进行真实性模拟。战场环境因素主要是对特殊天气的模拟,特殊效果包括对飞机、导弹在飞行过程中的尾焰效果,导弹在攻击目标后产生的爆炸、烟雾效果。

本系统中用于特效显示的粒子系统不断随时间进化,其进化过程分成4步:第一步,粒子源产生新的粒子,随机粒子初始属性。第二步,更新粒子的属性。第三步,检查粒子的生命周期,若不为0则绘制粒子,若为0则将删除。第四步,显示所有粒子。其基本工作流程如图4所示。基于粒子系统,本系统实现的带有尾焰的导弹如图5所示。

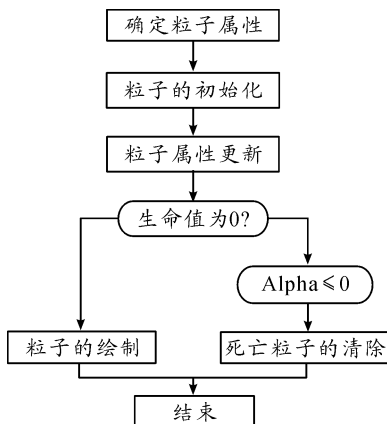


图4 粒子基本工作流程

### 4.2 视点变换和多通道显示

视点位置变换和多通道显示<sup>[7]</sup>是导弹飞行视景仿真系统的重要部分,能够灵活地变换视点位置和跟踪方式是增强仿真效果的沉浸感、真实性和多角度观察导弹飞行姿态的重要手段。本系统通过底层场景图形 API 函数可以实现仿真过程的视点位置变换和多通道显示,用户可以通过鼠标和键盘按键选择导弹拦截目标过程的视点位置。图5是从不同的视点位置观测的导弹攻击飞机的过程,界面为双通道显示。

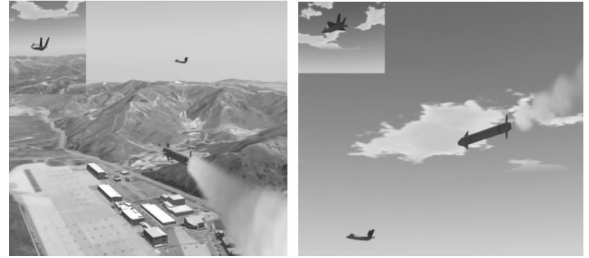


图5 导弹拦截飞机瞬间与多通道显示

## 5 碰撞检测的实现

为了增加战场环境的真实性和沉浸感,需要对导弹、飞机与地面的接触和接触趋势做出判断,否则将会出现物体穿透现象。Vega Prime 定义了多种碰撞检测模式<sup>[8]</sup>,本系统使用 vpSectorZ 碰撞检测法计算飞机与导弹距离地面的海拔高度,检测计算并记载碰撞点的 z 坐标值。使用 vpSectorLOS 碰撞检测法检测导弹与飞机的碰撞。基于以上技术,导弹击毁飞机和飞机坠地的碰撞检测如图6所示。



图6 导弹击毁飞机和飞机坠地的碰撞检测

## 6 结论

本系统基于 Vega Primer/Multigen Creator 视景仿真软件,建立了导弹、发射车、飞机、广域地形模型,设计了导弹拦截来袭飞机的视景驱动程序,充分利用细节层次、纹理映射、粒子系统、碰撞检测等关键技术,解决了当前导弹拦截来袭飞机攻防对抗过程可视化仿真存在的实时性、交互性、沉浸感较差的问题。

(下转第 117 页)

- of a novel helical COIL electromagnetic launcher[J]. Plasma Science, IEEE Transactions on, 2013, 41(5): 1100 - 1103.
- [4] 侯炎馨,刘振祥,杨丽佳,等.线圈型电磁发射器换向过程分析[J].四川兵工学报,2013,34(6):61-64.
- [5] Gallant J,Lehmann P. Experiments with brush projectiles in a parallel augmented railgun[J]. Magnetics, IEEE Transactions on, 2005, 41(1): 188 - 193.
- [6] Lehmann P, Peter H, Wey J. First experimental results with the ISL 10 MJ DES railgun Pegasus[J]. Magnetics, IEEE Transactions on, 2001, 37(1): 435 - 439.
- [7] Lehmann P, Reck B, Vo M D, et al. Acceleration of a suborbital payload using an electromagnetic railgun[J]. Magnetics, IEEE Transactions on, 2007, 43(1): 480 - 485.
- [8] Lehmann P. Overview of the electric launch activities at the French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL) [J]. Magnetics, IEEE Transactions on, 2003, 39(1): 24 - 28.
- [9] Musolino A, Rizzo R. Numerical analysis of brush commutation in helical coil electromagnetic launchers[J]. Science, Measurement & Technology, IET, 2011, 5(4): 147 - 154.
- [10] King-jet T, Yaoming W, Vilathgamuwa D M. An experimentally verified hybrid Cassie-Mayr electric arc model for power electronics simulations [J]. Power Electronics, IEEE Transactions on, 1997, 12(3): 429 - 436.
- [11] Johns A T, Aggarwal R K, Song Y H. Improved techniques for modelling fault arcs on faulted EHV transmission systems [J]. Generation, Transmission and Distribution, IEE PRO, 1994, 141(2): 148 - 154.
- [12] Huenefeldt S M, Engel T G, Nunnally W C. A 750 KJ computer controlled Sequentially-Fired pulse forming network for a helical COIL electromagnetic launcher [C]//Pulsed Power Conference, 2005 IEEE. [S. l.]: [s. n.], 2005: 237 - 240.
- [13] Fair H D. Electromagnetic launch science and technology in the United States enters a new era [J]. Magnetics, IEEE Transactions on, 2005, 41(1): 158 - 164.

(责任编辑 杨继森)

(上接第 102 页)

## 参考文献:

- [1] 郑淑贤,李佳,孙庆丰.基于特征映射的义齿表面三维变形设计方法[J].机械工程学报,2011,47(3):129-134.
- [2] 潘伟,赵毅.提高光栅投影测量精度的相移精确测量法[J].上海交通大学学报,2003(7):1068-1071.
- [3] Kinell L, Sjodahl M. Robustness of reduced temporal Phase unwrapping in the measurement of shape, APPI. Opt. 2001, 40(14): 2297 - 2303.
- [4] Huntley J M, Saldner H O. Error-reduction methods for shape measurement by temporal phase unwrapping algorithms[J]. Meas Sci Technol (S0957-0233), 1997, 8(9): 986 - 992.
- [5] 徐珍华,苏显渝.一种时间相位展开算法[J].四川大学学报:自然科学版,2008,45(3):537-540.
- [6] 郭进,袁建英,陈小宁.基于多视几何的重叠点云删除算法[J].计算机工程与设计,2014,35(3):958-962.
- [7] 袁建英,郭进.基于多视图约束的结构光扫描系统冗余点去除算法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2013, 25(12): 1901 - 1909.

(责任编辑 周江川)

(上接第 113 页)

## 参考文献:

- [1] 邓辉宇.导弹突防的三维视景仿真研究与实现[D].长沙:国防科学技术大学,2006.
- [2] 张斌.导弹作战系统视景仿真技术研究[D].西安:西安电子科技大学,2007.
- [3] 李军华.弹道导弹视景仿真技术的研究[D].成都:电子科技大学,2012.
- [4] 卢卫平.基于 Vega Prime/Multigen Creator 的飞行复现视景仿真系统设计[D].南京:南京航空航天大学,2011.
- [5] 沈巍巍.导弹数字化设计平台视景仿真系统[D].西安:西安电子科技大学,2010.
- [6] 王琪,邓会亨,马璐.基于粒子系统的海洋环境仿真[J].计算机系统应用,2013,22(2):230-232.
- [7] 刘喜作,周晶,毛建周.航海模拟器中靠离码头训练的特殊设计[J].兵工自动化,2014,33(1):25-28.
- [8] 王祎.虚拟现实碰撞检测关键技术研究[D].长春:吉林大学,2011.
- [9] 白彬,李文生,王国民.基于 Vega 的光电制导武器电子对抗视景仿真技术[J].四川兵工学报,2013(5):35 - 37.

(责任编辑 杨继森)