

空空导弹攻击过程视景仿真研究

李保刚^{1,2}

(1. 海军航空工程学院 兵器科学与技术系, 山东 烟台 264001;

2. 海军航空工程学院 研究生管理大队, 山东 烟台 264001)

摘要:为复现空空导弹打靶攻击过程,满足部队训练评估需要,提出了利用虚拟现实技术进行视景仿真的解决方案。采用Creator建模软件建立飞机、导弹、靶标等三维模型,利用Vega Prime视景仿真软件和Microsoft Visual Studio.NET2003软件开发环境,对所建模型进行场景渲染和攻击过程的飞行仿真,仿真程序完整演示了空空导弹从飞机上发射、空中飞行、击中靶弹的全过程,效果逼真,交互性好。仿真结果证明了上述方法的可行性和有效性,为部队打靶训练提供了一种有效的评估分析手段。

关键词:空空导弹;Creator;Vega Prime;视景仿真

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)03-0113-04

Research on Visual Simulation of Process of an Air-to-Air Missile Attacking Target

LI Bao-gang^{1,2}

(1. Department of Ordnance Science and Technology, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China;

2. Brigade of Graduates, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China)

Abstract:For recurring the process of an air-to-air missile attacking the target and meeting the needs of army training and estimating, it gives a plan of going on visual simulation by VR, and uses Creator software to found three-dimensional model, and uses Vega Prime and Microsoft Visual Studio.NET2003 software to complete the virtual scene rendering and flying simulation of the attacking process. The simulation program shows completely the process of an air-to-air missile's launching, flying and attacking the target, and reflects good effect and interaction. The simulation result proves that the scheme is feasible and effective. It is an effective estimating measure for army training.

Key words:air-to-air missile;Creator;Vega Prime;visual scene simulation

0 引言

空空导弹实弹打靶是航空兵部队一项非常重要的训练任务,而对导弹攻击过程的记录与分析是评估打靶效果的重要环节。但部队例行的打靶训练任务通常受监测设备所限,难以复现空空导弹攻击靶标的完整过程。如何实现空空导弹实弹打靶攻击过程的完整复现,成为制约部队评估实弹打靶训练效果的一个现实难题。为了解决这一难题,文中提出了一种利用Creator进行三维建模、Vega Prime进行视景仿真的解决思路,较好地再现了某型空空导弹攻击靶弹的全过程。

视景仿真技术作为虚拟现实的重要支撑技术之一,以计算机图形学为理论基础,通过对仿真对象进行

三维建模和渲染,达到对真实环境的高度模拟,能够实现传统仿真技术所无法实现的逼真效果。凭借其具有的有效性、可重复性、经济性、安全性等特点,视景仿真技术已成为军事领域不可或缺的重要手段^[1]。

1 三维仿真模型的构建

1.1 工具简介

创建三维模型的方法多种多样,市面上可供选择的工具软件也较多,如3DSMAX、MAYA、Softimage、AutoCAD、Creator等,它们都有各自的特点,如3DSMAX等软件可以构建出惟妙惟肖的艺术效果,但渲染效率很低。从视景仿真所要求的实时性、交互性等角度考虑,Creator才是最佳选择。Creator软件综合了多种高级建模功能,如多边形建模、矢量建模、地形生成建模等,在满足视景仿真实时性要求的前提下,能够高效生

收稿日期:2011-07-28;修回日期:2011-11-04

作者简介:李保刚(1978-),男,河北武邑人,讲师,硕士,研究方向为航空兵器工程、计算机仿真、装备综合保障。

成和处理大面积的虚拟场景模型。它区别于传统三维建模软件的主要特点是独创的用于描述三维虚拟场景的层次化数据结构—OpenFlight(.flt 格式)。OpenFlight 格式可以方便地对虚拟场景内的各个元素进行编辑、修改和控制,特别在对场景元素进行实时渲染时更能显现出其独特的优势,它已经成为事实上的业界标准数据格式^[2,3]。

1.2 三维建模

由于实弹打靶一般要经历导弹随机飞行、搜索目标、跟踪目标、攻击目标等过程,因此用到的三维模型主要有三个:载机、空空导弹、目标靶弹。使用 Creator 软件对上述模型进行构建主要是运用了其提供的多边形建模和纹理贴图技术,能够绘制出逼真度很高的物体模型。如上所述,Creator 使用的 OpenFlight 格式,层次化明显,在模型建立与模型在 Vega 中的应用上都提供了方便^[4,5]。通过 Creator 软件创建的模型效果如图 1、图 2 所示。

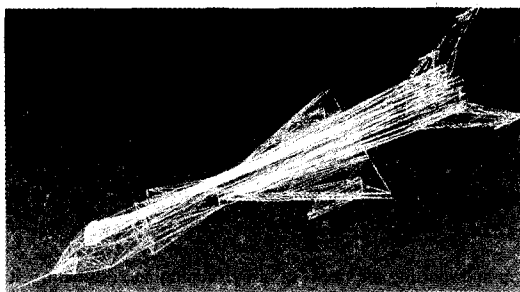


图 1 飞机模型线框图

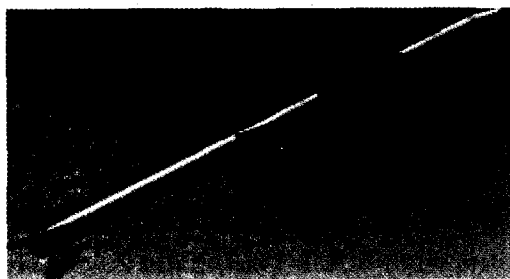


图 2 空空导弹模型图

在上述模型的构建过程中,需要进行一系列的优化处理才能取得令人满意的效果。主要体现在以下六个方面^[6,7]:

1) 使用 LOD(多层次细节)技术,使系统根据当前视点位置距模型对象的距离选择其中一个 LOD 来显示模型对象。这样,在不同的距离上,模型对象所具有的精细程度是不同的,视点距物体模型越近,系统会用越来越复杂的 LOD 代替,反之亦然。因此,使用 LOD(多层次细节)技术能够大幅度提高模型数据库中多边形的利用率,在资源一定的条件下,使模型达到较为满意的视觉效果。

2) 使用 DOF(自由度控制)技术,它可以设置在模

型中任何可以移动的物体上。它包含了与旋转伸缩和位移相关联的参数变量,利用它便可控制附加在有 DOF 模式的组上。文中飞机和导弹舵面的偏转效果即采用了该技术。

3) 使用 Switch(切换)技术,当需要多种效果时,可建立多个模型,通过 Switch 技术控制选择,从而达到逼真的显示效果。

4) 使用实例化技术,内存中只放入一个实例,其它的则通过平移、旋转、缩放之后得到。这样做的目的是通过牺牲部分时间来换取有限的内存空间。

5) 模型的各个部分在创作时要特别注意相对位置和坐标系。如果模型的中心不在坐标系的原点,则需要通过平移坐标的方法,将模型的中心移动到坐标系的原点。这样处理的目的是考虑到将实体模型加载到 Vega Prime 时定位计算方便,防止发生位移。

6) 由于模型所用的纹理是 RGB 格式,因此可以用 Creator 自带的面板进行转换,也可以将 Creator 中自带的插件 RGBFormat.8BI 导入 Adobe Photoshop 软件,利用它来实现格式的转化。所用纹理的大小以像素为单位,长和宽都应该是 2 的 N 次方,否则,在 Vega Prime 中纹理将被扭曲或无法显示。获得纹理后,使用纹理映射工具在纹理调板中,将纹理一片一片地附着到模型的表面上,需要注意的是为了让模型能够平滑地显示,在贴图时要将三维模型的面片分割成三角形,只有这样在实时渲染中才不会出现模型抖动的现象。

2 基于 Vega Prime 的仿真环境创建

2.1 Vega Prime 简介

Vega Prime 是 Multigen-Paradigm 公司新近开发的新一代仿真应用环境平台,但并不是 Vega 的简单升级,而是一种全新的软件环境。它不是基于 SGI Performer 平台,而是直接建立在该公司自己的跨平台场景渲染引擎—VSG 之上,并集成了全新的应用程序设置图形界面—Lynx Prime。此外,该软件还集成了众多的可加载模块,结合不同的编程环境可开发出众多特殊用途的仿真程序^[8,9]。

2.2 视景的生成与设置

文中所描述的空空导弹攻击过程是在海洋上空的大背景下完成的,因此,在利用 Vega Prime 软件进行场景创建时,除了表现飞机、导弹飞行时的状态外,还应着重表现海洋、天空、云朵等景象,以求达到逼真的效果。具体的创建过程如下:

1) 向 Lynx Prime 面板中加入创建的三维模型。

由于所建模型均为动态模型,位置可以改变,因此,需用动态坐标系,各个模型的最佳位置须经反复测试才能确定。

2) 把模型加入到场景 scene 中。

3) 创建两个通道和两个观察者, 分别对应某型空空导弹和某型靶弹, 以实现同时观察空空导弹飞行和靶弹飞行效果的目的, 如图 3 所示。

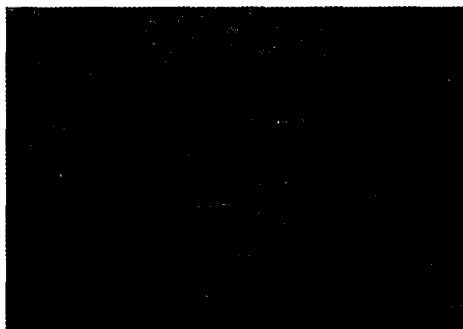


图3 通道创建效果图

4) 向各观察者中加入环境效果, 比如太阳 (myEnvSun)、月亮 (myEnvMoon)、风 (myEnvWind)、云 (myEnvCloudlayer) 等, 以最大程度模拟真实的自然环境。

5) 为飞机和导弹加入特殊效果。

为了表现飞机、导弹飞行时的尾焰, 以及导弹与目标碰撞爆炸后生成的烟雾、火焰、碎片等效果, 在创建过程中使用了特技效果仿真模块, 如爆炸 (FxExplosion)、着火 (FxFire)、闪光 (FxFlash) 和导弹尾焰 (FxMissileTrail) 等。

6) 为避免仿真中出现“穿过”的失真画面, 添加空空导弹和靶弹的碰撞检测效果。

Vega Prime 提供了 LOS、Z、HAT、ZPR、VOLUME、TR IPOD、BUMP、XYZPR 等 8 种相交测试算法, 空空导弹击中目标属于一种典型的碰撞, 在此添加 Bump 型碰撞检测, 以便为后续的爆炸特效处理打下基础。在此需要说明的是, 仅使用 Bump 算法还不能有效地进行碰撞检测。这是由于在具体场景中的模型不完全是实体建模, 比如场景中创建的海面模型实际上是由一个空间曲面构成的, 而曲面又是由离散点连成的曲线构成, 由于在攻击过程中导弹一直在高速飞行, 导弹可能与目标尚未发生接触就已“跃过”, 因而除了使用 Bump 算法, 还需要其它措施加以配合。为此, 加入了距离预判算法, 即通过导弹与目标之间的方位、距离等信息, 解算导弹飞行的下一帧是否“跃过”曲面, 若“跃过”, 则在下一帧画面触发爆炸特效^[10,11]。

此外, 特效触发后的持续时间也是需要考虑的问题。可以通过在特技效果模块中对持续时间和淡入淡出时间两个参数的设置实现对特技效果时间的控制。

7) 海洋环境的仿真。

目前对海洋环境的仿真方法主要有两种: 一种是使用纹理贴图的方式加以实现, 此方法简单易行, 可有效降低计算机的运算量, 但仿真生成的海洋缺乏真实

质感; 另一种是使用软件中的海洋环境特效模块加以实现, 此方法生成的海洋仿真环境较为自然, 真实感强, 同时对波浪还可进行三维动态模拟, 但对计算机性能要求较高, 运算量较大。考虑到目前计算机硬件水平的发展, 对海洋环境的仿真采用了第二种方法。在具体的仿真过程中, 应注意二维海洋和三维海洋的区别。二维海洋在视觉效果上不如三维海洋真实, 其波浪只能沿着平行方向传播; 而三维海洋波浪的模拟则更加逼真, 包括波幅、频率、方向等参数信息, 可实现海浪在三维空间中的传播效果。在此, 对海洋环境的仿真模拟就是采用三维海洋, 从而有效提高了场景的逼真度。另外, 在具体实现时将整个海洋分成动态和静态两个部分, 因为对于远处的海洋, 一般无法分辨出海洋中的某一点是否有海浪, 因此, 在仿真中可以根据具体情况对海洋环境特效模块的参数进行相应设置来实现对海洋的三维模拟效果。

仿真场景创建完成后, 在 Vega Prime 再定制生成 .acf 文件以供编程时调用。

3 基于 .NET2003 的编程控制

要完成对导弹姿态的调整、飞行路径的控制等任务, 还需要在 .NET2003 的开发环境下编程实现。在 VC++ 中进行一些变量的初始化定义, 建立一个 Vega Prime 应用程序框架、一些库函数调用以及 VC++ 语言算法的调用, 加入导弹的必要约束条件, 如设置空空导弹的导引律和靶弹的运动轨迹, 加入重力影响因素等, 使仿真更贴近实际情况。调用 .acf 文件实现场景设置中的部分源程序代码如下:

```
int main(int argc, char * argv[ ])
{
    vuFile * myAcfFile;
    myAcfFile = new vuFile;
    HRSRChRsrc = FindResource ( NULL, MAKEINTRESOURCE ( IDR_MYACFFILE ), "ACF" );
    DWORD len = SizeofResource ( NULL, hRsrc );
    BYTE * lpRsrc = ( BYTE * ) LoadResource ( NULL, hRsrc );
    myAcfFile-> open( ( unsigned char * ) lpRsrc, ( unsigned int ) len, "vp_timer.acf", "rb" );
    bLaunchMissile = bFindTarget = Initial_done_flag =
    Start_Sim_flag = false; // initialize vega prime
    vp::initialize( argc, argv );
    // create my app instance
    myApp * app = new myApp;
    // load the acf file in resource
    vpKernel::instance( )->define( myAcfFile );
```

```
// configure my app
app->configure( );
// execute the main runtime loop
app->run( );
// delete my app instance
app->unref( );
// shutdown vega prime
Vp::shutdown( );
return 0;
}
```

攻击过程具体实现流程如图 4 所示。

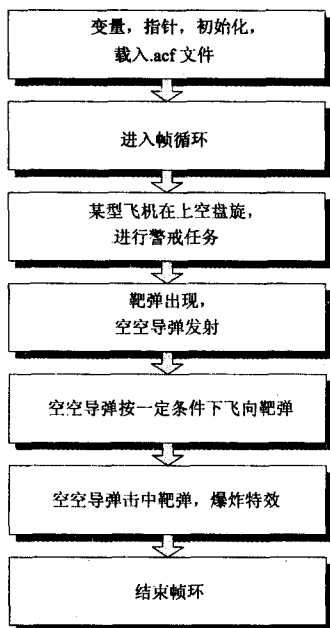


图 4 攻击过程实现流程图

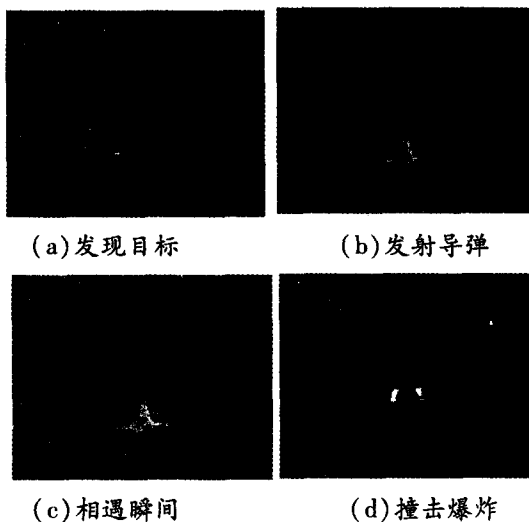


图 5 导弹攻击关键过程截图

在具体的编程实现中,需要注意几点问题:

1) 建模坐标系与 Vega Prime 中的坐标系要统一。

2) 由于 Vega Prime 应用程序编程接口自带了必须的头文件和动态链接库,编译时必须先指定这些文件

的存放目录。

3) 在 Windows 平台上, Vega Prime 函数库是基于多线程动态链接库 (Multithread DLL) 版本的, 所以编译时一定要使用 [/MD] 编译选项^[12]。

4) 在 VC++ 程序中, 需要定义一些控制仿真过程的键盘按键。可以定义开始键 (定义为数字“1”)、发射导弹键 (定义为字母“F”)、调整导弹姿态的按键 (定义为四个方向键)、切换导弹不同视角的按键、控制飞机加速或减速的按键等, 这样就能实时控制仿真的过程, 真正实现交互式仿真的效果。

图 5 是程序运行过程中的部分截图, 描述了导弹攻击的关键过程。

4 结束语

文中针对某型空空导弹实弹打靶的攻击过程进行了视景仿真设计, 利用 Creator、Vega Prime 等三维仿真软件和 NET2003 编译环境实现了对某型飞机和两型导弹的建模和控制, 逼真再现了导弹在海空背景下飞行、击落靶弹的全过程, 为部队实弹打靶后的分析与评估提供了一种有效的可视化仿真手段。

参考文献:

- [1] 陈新庚, 马长生, 孙文涛. 基于 Vega 的导弹防御仿真系统研究[J]. 计算机仿真, 2011, 28(1): 59-62.
- [2] 王 乘, 周均清, 李利军. Creator 可视化仿真建模技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2004: 6-8.
- [3] 易兆平, 卢京潮, 周志久. 基于 Vega 的直升机视景仿真技术与实现[J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(2): 396-398.
- [4] 申海荣, 工新民, 赵凯瑞. 基于 Vega/MFC 的直升机视景仿真设计[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(10): 2385-2390.
- [5] Kleiss J A. Assessing the perceived structure offlight simulator visual scenes using multidimensional scaling[J]. Displays, 1996, 17(1): 37-53.
- [6] 王 乘, 李利军, 周均清. Vega 实时三维视景仿真技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005: 1-6.
- [7] Vega Option Help Document[M]. [s. l.]: Multigen-Paradigma Inc, 2001.
- [8] Sestito S. Virtual Reality Technology and Systems[M]. [s. l.]: Aeronautical Research Lab, 1997.
- [9] 龚卓蓉. Vega 程序设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002: 6-15.
- [10] 万红坡, 席庆彪, 刘慧霞, 等. 基于 Vega 的无人机雷达载荷视景仿真应用研究[J]. 计算机仿真, 2011, 28(1): 63-67.
- [11] 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.
- [12] 胡 峪, 刘 静. VC++ 高级编程技巧与示例[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001: 98-99.