

doi: 10.7690/bgzd.2016.06.020

基于 Vega Prime 的飞行碰撞检测仿真系统设计

王一博, 谢玉龙, 陈 侠, 张 凯

(沈阳航空航天大学自动化学院, 沈阳 110136)

摘要: 为了解决飞行碰撞检测仿真系统问题, 提出了一种飞机碰撞检测航母的仿真系统设计。将飞机模型和飞行场景模型相结合, 采用三维建模工具 Multigen Creator, 构建飞机、海洋和航空母舰等模型。将模型导入 Vega Prime 平台中的 ACF 文件, 进行虚拟场景开发, 采用 C++ 语言, 应用程序接口 API 调用 Vega Prime 的 ACF 文件, 解决飞机实时飞行碰撞检测的问题, 设计一个基于 Vega Prime 的环境飞行视景仿真系统, 并进行测试验证。测试结果表明: 该系统能快速、准确地对飞机碰撞航母进行实时检测, 具有良好的实用性和可行性。

关键词: 飞机模型; 碰撞检测; Vega Prime; Multigen Creator

中图分类号: TP391.97 **文献标志码:** A

Design of Airplane Flight Collision Detection Simulation System Based on Vega Prime

Wang Yibo, Xie Yulong, Chen Xia, Zhang Kai

(School of Automation, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: For solving the problem of flight collision detection simulation system, put forward visual simulation system design of flight carrier collision detection. Combine aircraft models and scene models by three-dimensional modeling tool Multigen Creator, build models of aircraft, ocean, aircraft carriers and so on. Leading models into ACF file of Vega Prime platform, and on development platform of Vega Prime for developing virtual scenes, using C++ language and calling Vega Prime's ACF file by application program interface API, solve problem of the real-time flight aircraft collision detection. Design a flight visual simulation system based on Vega Prime's environment, then carry out test verifying. The results show that the system can quickly and accurately realize the aircraft carrier real-time collision detection, has good practicability and feasibility.

Keywords: aircraft model; collision detection; Vega Prime; Multigen Creator

0 引言

随着飞行训练的成本越来越高, 世界各国急需能够部分替代实际飞行训练的飞行模拟器, 进行飞行模拟训练, 以有效地减少飞行训练的成本, 提高飞行训练的效果。据资料统计表明^[1]: 我军某型战机的实装训练每小时需要 23 万余元, 飞行模拟器训练只需 1 500 元, 成本相差非常大; 而美国空军早在 1969 年就开始使用飞行仿真系统部分代替实际飞行训练, 使用飞行仿真系统训练费用下降幅度达 66%~95%; 同时, 制造飞机的成本也日益增加, 例如, 美国 F22 战斗机造价达几亿美金等等。在目前国际军事形势下, 一些国家的军费逐年减少, 在军费和飞机造价这 2 个矛盾下, 各国正在寻求更为经济的训练方式。飞行模拟器可以极大地解决这 2 个矛盾。飞行视景仿真系统是飞行模拟器的一个重要组成部分, 建立飞行视景仿真系统不仅可以降低其研制和开发的费用与周期, 还可以向培训人员模

拟出逼真度非常高的三维场景及一些重要的飞行信息, 提供逼真的飞行姿态, 使得培训人员可以更安全、更熟练地进行各种飞行姿态的操作, 顺利完成各种飞行任务, 达到其培训目的。

近年来, 关于飞机飞行碰撞检测研究已经成为飞行视景仿真系统中一个研究热点, 也取得了一些有价值的研究成果。碰撞检测的算法主要分空间剖分法、距离跟踪法和包围盒法 3 类: 空间剖分法是将空间剖分成均匀的单元, 每个物体对应到一个或多个单元中, 只对处在同一个单元中的物体进行碰撞检测^[2]; 距离跟踪法是通过寻找和跟踪 2 个多面体之间的最近点来计算他们之间的距离, 当距离 ≤ 0 时, 两者就发生碰撞^[3]; 包围盒法是用一个简单的包围盒将复杂的几何形体围住, 当对 2 个物体运动时, 通过判断两者的包围盒是否相交来决策是否发生碰撞检测^[4]。包围盒法实现简单, 因此被广泛应用。到目前为止, 关于飞机在航空母舰上的飞行碰

收稿日期: 2016-01-22; 修回日期: 2016-03-02

基金项目: 辽宁省教育厅科学研究一般项目(L20140131); 沈阳航空航天大学大学生创新训练计划项目(DCX140703)

作者简介: 王一博(1994—), 男, 辽宁人, 蒙古族, 本科, 从事测控技术与仪器研究。

撞检测研究尚无文献报道。笔者在 Vega Prime 开发平台上,实现了飞机在航空母舰上的飞行碰撞检测,并当飞机碰撞到航空母舰时,则会产生粒子特效并立即停止飞行。

1 飞行视景仿真系统总体设计

飞行视景仿真系统包括飞行视景仿真模型和飞行仿真场景 2 部分。飞行视景仿真模型是指飞机在航空母舰上碰撞检测全过程的所有模型;飞行仿真场景是指为了实现飞机碰撞检测而形成的飞行仿真虚拟场景。

本设计以 Vega Prime 作为视景仿真开发平台进行仿真。图 1 描述了 Vega Prime 结合 Multigen Creator 进行视景仿真系统的总体组成。

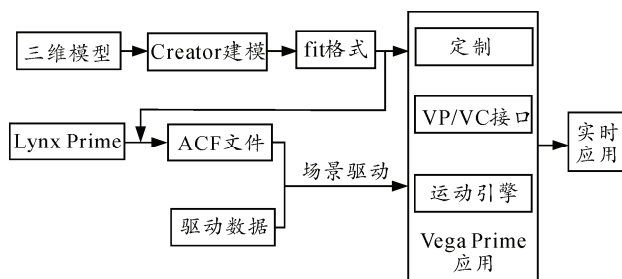


图 1 系统总体组成

本设计首先根据碰撞检测仿真需求构造三维模型,并将建好的三维模型导入到 Vega Prime 平台的 ACF 文件中。然后根据实际的需求配置 ACF 文件,利用 C++ 语言,应用程序接口 API 调用 Vega Prime 的 ACF 文件,根据实际仿真效果添加驱动程序,对碰撞检测实时控制。最后,设计完成后可进行实时应用。

2 飞行视景仿真系统的建模

在飞行视景仿真系统中,飞机模型和飞行场景模型的构造是仿真系统的基础,仿真系统技术的实时性是研究的关键。本设计通过 Multigen Creator 对飞机、飞行场景进行建模,采用了多层次细分技术、数据分块处理技术和纹理技术^[5]等,构建出最优数据库层次结构,并使建模效率得到显著提升,满足系统实时仿真的需求。

2.1 飞机模型建模

根据飞机的结构,首先要采集飞机的数据,包括飞机的图片及尺寸,按照飞机结构数据依次对机身、机翼等主要部件进行构建。然后采用多层次细分技术、数据分块处理技术等对采集数据进行处理,把模型外看不到的多边形删掉。最后制作纹理,改

变纹理贴图,使模拟效果更加真实。图 2 为已经建好的飞机模型。

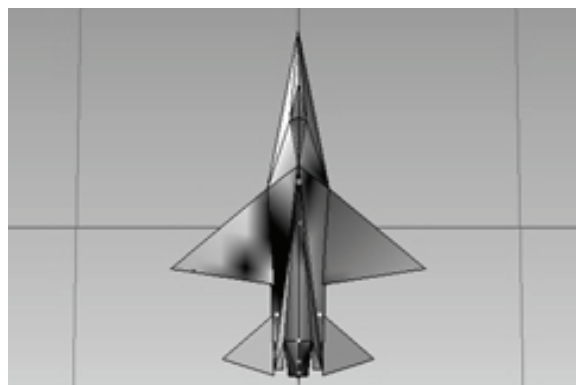


图 2 飞机模型

2.2 飞行场景建模

飞行场景对于飞行视景仿真系统非常重要,本设计主要建立了天空、海洋、航空母舰等模型,他们的逼真度决定整个仿真画面的质量,且飞行场景模型更能体现出仿真的真实性。要建立一个飞行视景仿真系统的飞行场景可归纳为 3 个典型步骤^[6]:

- 1) 搜索有关的材料,包括各种各样模型数据,如表示海洋等的文化特征数据、视景中所需要航空母舰的尺寸以及其纹理等。
- 2) 根据这些素材建立三维模型,包括模型的设计、制作纹理等。
- 3) 为了满足实际仿真需求要对模型进行修改。建立的飞行场景模型如图 3 所示。

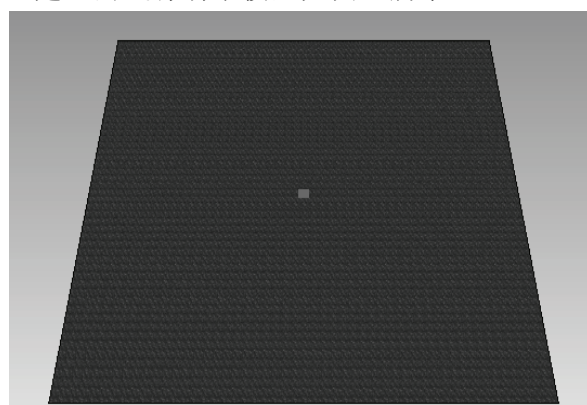


图 3 飞行场景模型

3 碰撞检测仿真系统的实现

本设计主要实现飞机在航空母舰上飞行碰撞检测的全过程。飞机在航空母舰上碰撞检测分为碰撞检测和碰撞响应 2 部分。碰撞检测部分通过 Vega Prime 定义了 8 种碰撞检测方法,分别^[7-8]是 Volume、Tripod、Bump、LOS、HAT、XYZPR、ZPR 和 Z。笔者采用了 Tripod 和 Bump 2 种方法。Tripod 采用

了 3 条聚集数据的直立线段构成一个三角形检测碰撞, 主要用在水平地面上。Bump 碰撞定义了 6 条线段, 分别沿着 X、Y、Z 轴正负方向聚集爆炸。在本设计^[9]中, 碰撞检测通过添加一个 IsectorTripod 来用地线夹将飞机固定在空中, 避免飞机飞到海里, 然后给飞机添加一个 Bump 检测碰撞, 检测飞机碰撞到航空母舰, 并通过 Lynx Prime 添加这 2 个碰撞检测运算。但在 Lynx Prime 界面上碰撞检测的运算不能阻止飞机穿越航空母舰, 要想对碰撞检测实时控制需利用 Vega Prime 的 API 函数。

本设计碰撞响应部分是指当飞机与航空母舰发生碰撞产生粒子特效时, 利用 Vega Prime 的 API 函数进行编程控制飞机立即停止飞行。同时为使实时虚拟仿真更加真实, 又添加了粒子特效, 通过 Vega Prime 模拟爆炸、碎片等效果, Vega Prime 提供了实时的库函数, 笔者通过基于 MFC 对话框的 Vega Prime 应用程序设计, 充分利用了 Vega Prime 的 API 来实时仿真特效。碰撞检测程序除了 vpIsectorBump.h 和 vpIsectorSericeInline.h 头文件, 特别地还有特效头文件 vpFxDebris.h, 代码的主体部分^[9]如下所示:

```
vp::initialize(_argc, _argv); //初始化
vpModule::initializeMoudule("vpFx") //特效模块初始化
PublicMember::CTS_Define(); //定义场景
vpKernel::instance()->configure(); //配置场景
PublicMember::CTS_pObject_observer=vpObject::find("f16cn") //设置观察者
PublicMember::CTS_pObject_observer->ref();
pIsectorBump_bumpIsector->setTarget(pObject_carrier); //设置碰撞检测目标是航空母舰
pIsectorBump_bumpIsector->setPositionReference(pObject_f16cn); //设置碰撞的位置参考为飞机
pIsectorServiceInline_myIsectorService->addIsector(pIsectorBump_bumpIsector); //提供碰撞服务对象
pFxDebris_Debris->setName("Debris"); //设置碎片特效
```

4 仿真结果验证

根据以上的飞行视景仿真系统, 对飞机在航空母舰上的碰撞检测情况试验验证。实验效果如图 4。图中展示了飞机飞行的碰撞检测, 实现了飞机在航

空母舰上飞行的碰撞检测, 当飞机飞行接触到航空母舰时, 则会产生粒子特效并立即停止飞行。

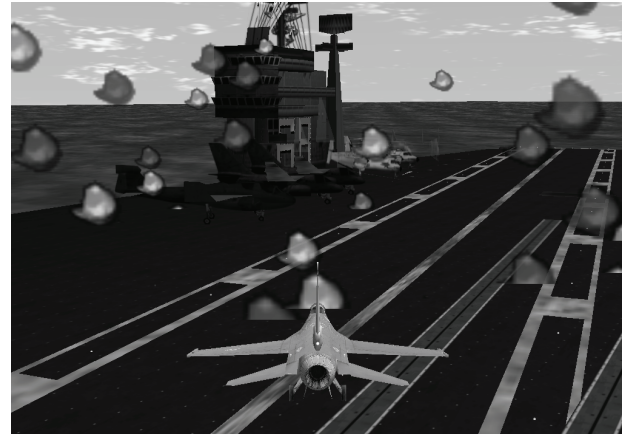


图 4 飞机在航空母舰上碰撞检测

5 结束语

笔者采用 Multigen-Creator 和 Vega Prime 软件, 实现了对飞机模型的构造、飞行场景的建模和模型控制, 研究了飞机起飞及着陆阶段的视景仿真技术, 并在 Vega Prime 开发平台上, 进行虚拟场景开发, 利用 C++ 语言, 应用程序接口 API 调用 Vega Prime 的 ACF 文件, 实现了飞机实时飞行碰撞检测的全过程。仿真结果表明: 笔者设计的飞行视景仿真系统可以快速、准确地对飞机碰撞航母进行实时检测, 为飞行碰撞检测提供有效的仿真技术。

参考文献:

- [1] 胡越野, 王晓冬. 虚拟现实技术及模拟训练在飞行教学中的应用[J]. 科技创新导报, 2009, 9(3): 158-159.
- [2] 石教英. 虚拟现实基础及实用算法[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 175-179.
- [3] 宋伟. 基于 Vega Prime 的 BUMP 碰撞检测球心距跟踪加速算法[J]. 南昌航空大学学报, 2009, 23(4): 10-13.
- [4] 马登武. 基于包围盒的碰撞检测算法综述[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(4): 1058-1064.
- [5] 付杰. 大规模场景实时渲染若干技术问题研究[D]. 西安: 西北大学, 2009: 33-35.
- [6] 舒娱琴, 唐丽立, 彭国均. 采用 Creator 生成三维地形[J]. 测绘信息与工程, 2003, 28(5): 9-11.
- [7] 何树有. Vega 中的碰撞检测的几种方法探究[J]. 软件导刊, 2011, 10(7): 35-37.
- [8] 牛铁, 巴力登, 孙萌阳. 基于 Multigen Vega 的碰撞检测技术[J]. 工业控制计算机, 2010, 23(1): 59-60.
- [9] 王孝平, 董秀成, 郑海春等. Vega Prime 实时三维虚拟现实开发技术[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2012: 172-176.