

飞机模拟驾驶仿真系统的研究

Research on Simulation System of Aircraft Driving

沈阳航空航天大学航空航天学部 万良辉 贺平

[摘要] 关于飞机驾驶模拟仿真技术的研究在现实中有很重要的应用,可用于飞机驾驶培训从而最大限度减少危险程度和经济损失。本文对模拟驾驶系统的总体设计的思路进行了阐述,并给出了其中场景部分的实现原理和实现的主要思路,开发工具采用 VEGA 平台和 Creator 建模技术。

关键词: 虚拟现实 VEGA Creator 视景仿真

[ABSTRACT] The research on the technology of simulation of aircraft driving is very important in our life. The training of driving can use it, it can decrease the danger, and decrease the money to use. The collectivity design of the system of driving and how to achieve the scene are presented and the development tools is the platform Vega and the software are presented Creator.

Keywords: Visual reality VEGA Creator Visual simulating display

视景仿真技术实际上是一种图形模拟技术,它是数值仿真技术与计算机图形学最新成果结合的产物。它在数值仿真的基础上,以图形和动画来表达数值仿真的过程或结果。视景仿真技术强调实时性和真实感。目前,三维模型的实时真实感动画显示技术已广泛应用于模拟训练、虚拟现实以及其他实时动态仿真系统的图形显示中^[1]。三维模型动态显示技术的基本原理是,根据观察点及观察方向对场景进行实时计算和显示,并做到对三维复杂环境中物体运动的实时交互控制,并将最终图像显示给观察者。运用专业的交互式三维建模工具和视景仿真开发软件,可以增强视景仿真系统的功能,改善视景仿真的效果。飞机驾驶模拟器便应用了这种真实感视景仿真技术。

虚拟现实视景仿真系统是在传统的视景仿真技术的基础上,进一步运用虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术,实时生成计算机立体图形,使产生的场景具有三维立体(3D Stereo)的效果,即产生的图形具有深度感、远近感^[2]。虚拟现实视景仿真系统可以使飞行员获得景物在高度、宽度和深度三维空间上的信息。因而,虚拟现实技术对于飞机驾驶模拟器视景仿真系统无疑具有

十分重要的应用意义^[3]。三维立体图形可以帮助飞行员获取空间三维场景景物的距离远近信息,有助于飞行员提前做出正确的判断。有研究表明,立体盲(立体视觉缺乏)是引发飞行事故的重要隐患之一。立体视觉对于飞行员能否正常判断前方空域状况是至关重要的。

1 系统的目标和研究内容

1.1 系统的目标

- (1) 可以选择机型。
- (2) 选择各种天气情况包括晴天、阴天、雾天、黎明/黄昏能见度状况。
- (3) 进行各种组合程序训练。
- (4) 进行交互式仿真的驾驶模拟:人在回路中与驾驶模拟器视觉、听觉、触觉的交互。
- (5) 进行交互式仿真的驾驶模拟:飞行员在同一驾驶场景中与其他飞行员及智能物体(人、随机的运动物体)的交互。
- (6) 这些工作以 B/S 方式,通过 HTML 在网上发布、运行。
- (7) 完成模拟训练最终评估。

1.2 系统的研究内容

(1) 信号采集及处理子系统。

信号采集与处理子系统主要负责采集飞行员操作信号,并对信号进行相应的处理。飞行员操作的部件有驾驶杆、脚踏方向舵、油门、发动机点火开关等。在驾驶舱内部,操作部件与传感器相连。

(2) 飞机动力学模型子系统。

驾驶模拟器飞机动力学模型的好坏紧密关系到模拟过程是否接近真实。采用面向对象技术编程,从飞机的真实组成结构中抽象出飞机动力学模型对象间的关系。对象与对象之间的关系是力和扭矩传递的关系,各模块相互独立,只要保证对象间的接口——即力和扭矩的传递不变,就可以方便地进行升级和替换。模型对象包括:发动机模型、传动系模型、转向系模型、机身模型。

(3) 图形子系统。

图形系统为模拟器的最关键部分之一,飞行员的主要信息都是通过眼睛来获取的,因而虚拟场景的真实程

度将影响到飞行员是否能够较好地沉浸其中。为了达到训练需求,系统要利用尽可能少的资源实现逼真的虚拟场景,选取尽可能重要的景物,主要包括:机场跑道、机场两旁的基础设施,如隔离栏、绿化带及建筑物等、其他景物(如山、天空等)、其他飞机。

(4) 网络控制子系统。

进行网络互联训练时需要通过网络控制子系统控制整个系统的运行。网络控制子系统实现单机驾驶舱的互联,从而使得多台驾驶舱在同一场景中进行训练,并在训练场景中可以“看见”其他飞机,即网络控制子系统要实时交互各台模拟器的信息。另外,系统可以单独监视某一台模拟器,查看被监视模拟器的驾驶、操作等情况,从而教练在主控制计算机上就可以自由地监视学员驾驶的情况而不会影响学员训练,训练完毕后教练可以提出具体的指导意见。另外网络控制子系统可以打印各学员的详细驾驶记录,包括成绩、训练时间以及学员训练中所有错误操作的明细表等。

(5) 声音模拟子系统。

在驾驶过程中,声音起着非常重要的作用。风声和发动机声音会使飞行员更加疲劳,鸣号及警报声会分散飞行员的注意力,影响飞行员的状态及判断力,所以模拟器必须尽可能真实地模拟驾驶过程中的各种声音,从而使得驾驶模拟训练更加接近真实情况。

声音模拟子系统需要模拟的声音有:发动机声音、飞机行驶的噪音等。另外在起降训练中要模拟机场环境的声音。

(6) 驾驶评价子系统。

驾驶培训的目的是让学员学习正确的操作方法和驾驶技术,并能遵守飞行规则。学员通常会犯两种错误:操作错误及违反飞行规则,因而本系统中包含两个知识库:飞行规则知识库和操作规则知识库。系统在每一个绘制周期根据学员的操作情况、飞机的当前状态及当前的空域状况,对知识库中的规则进行匹配,一旦匹配成功,就调用相应的错误处理模块,包括扣分、语音提示等。

2 仿真系统的整体设计

系统的开发环境为:开发语言;C++;开发平台:VEGA;硬件设备:飞行操作台,系统结构见图1。实时场景系统主要包括:三维模型实体和空域环境数据库(包含地形和景物几何信息和物理属性)、虚拟现实视景仿真管理程序、视景仿真地形数据查询模块(配合飞机动力学模型完成飞行起降动力学仿真)、立体显示驱动程序以及3D立体显示硬件^[4]。

系统的工作原理:首先,视景仿真系统初始化,视

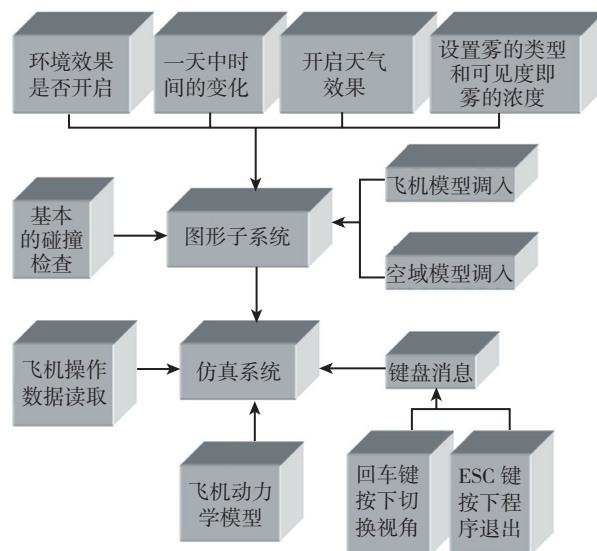


图1 系统结构

Fig.1 System structure

景仿真管理程序和视景仿真地形数据查询模块从三维模型实体和地形环境数据库加载仿真的三维图形数据。然后,进行模拟器仿真,视景仿真管理程序从动力学模型得到飞机当前的运动状态(当前的坐标位置、欧拉角等),用于实时控制飞机的运动姿态。动力学模型实时计算当前飞机的运动状态,动态的刷新图形生成动画^[5]。在3D立体显示和观察硬件的配合下,可以观察到真正三维立体的计算机图形。

为开发实时场景系统,使用专业的高层虚拟现实/视景仿真管理软件 Vega,使用 LynX 定义窗口、通道、场景、各个物体、碰撞检测、环境及环境特效、交互设备等,并对它们进行了初始化,以实现实时仿真时所需要的逼真的虚拟环境^[6]。然后,利用 Vega 提供的应用程序接口与视景仿真系统进行交互,改变仿真环境和对象,实现系统的状态更新。为了实现良好的视景仿真效果,必须正确地生成和显示仿真对象和场景,正确处理纹理、雾化、光照和阴影等各种图形效果,生成逼真的视景仿真环境。从而给飞行员一个具有真实感的虚拟驾驶环境。Vega 的视景仿真环境的生成是由视景仿真系统的一个应用定义文件(Application Definition File, ADF)来定义的。而 Vega 的图形用户界面开发环境 Lynx,实际上就是一个 ADF 文件编辑器^[7]。ADF 文件包含了视景仿真程序在初始化时所需要的所以信息,以及视景仿真程序实时运行过程中所需要的一些信息。如果需要改变视景仿真的初始设置和基本内容,只需要重新编辑 ADF 文件,而无需对视景仿真程序进行改动,程序框架见图2。

实时场景系统具有以下特点:

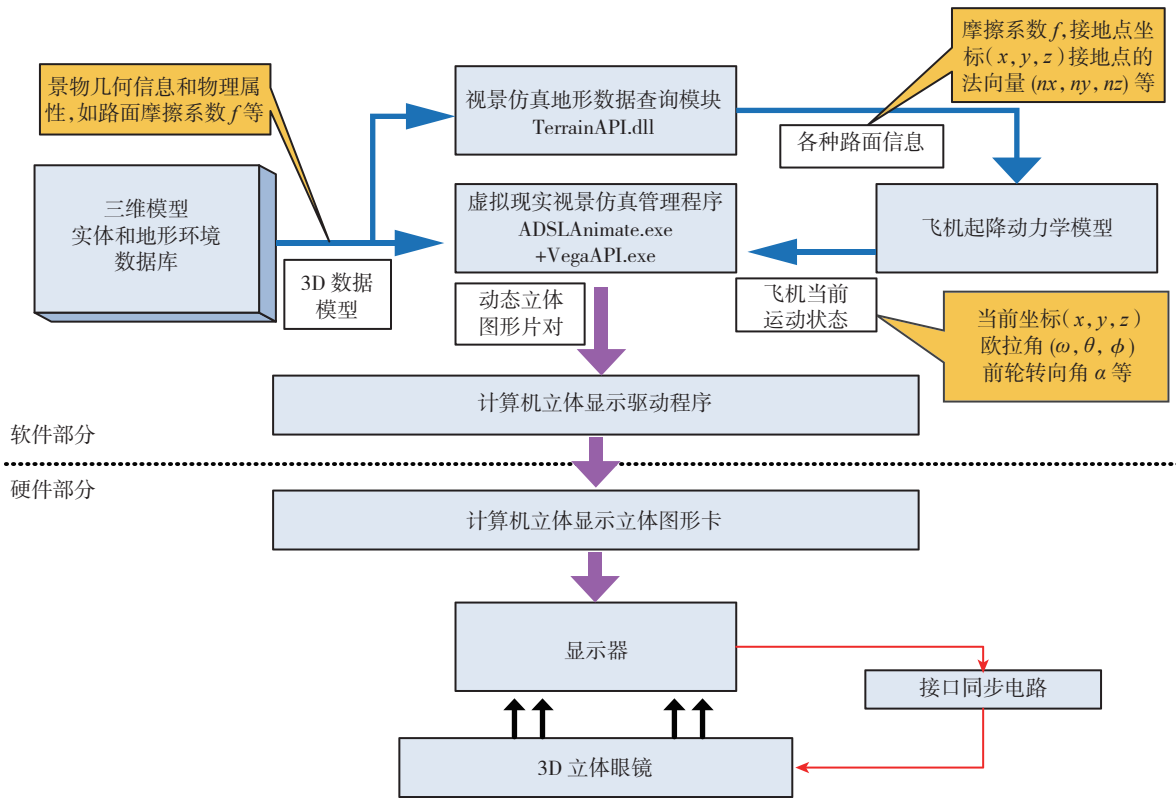


图2 飞机驾驶模拟器模块图
Fig.2 Module about simulator of aircraft driving

(1) 可以生成高质量的图形画面,实现各种特殊图形效果(如天空,太阳光,雾等),增强了运动图像真实感。

(2) 图形生成迅速、稳定,一般的图形加速硬件即可满足使用要求。

(3) 在虚拟现实硬件的支持下可生成立体图形,使虚拟飞行场景具备真正的立体感,使飞行员可以感知景物的远近、深度,从而获得真正三维的驾驶感受,实时场景见图3。

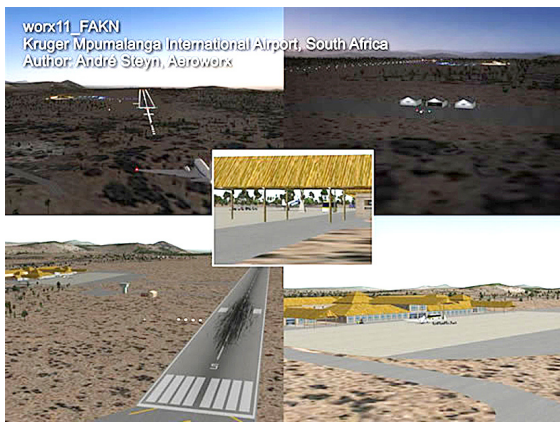


图3 实时场景
Fig.3 Real-time scene

(4) 场景的实现方法。

3 虚拟场景建模

3.1 建模

建模就是建立虚拟场景中地形及各种物体的三维数字模型,这些模型经过渲染后在计算机屏幕上就可形成逼真的地形和物体。建模的任务由 Creator 软件来完成。

使用 Creator 的地形工具,通过把原始数据,如卫星图象和数字高程数据,导入 Creator 软件中建立三维地形模型。原始数据也包括特征数据。特征数据是指诸如道路、湖泊、桥梁、建筑物等数据信息。这些特征数据也可以转换为 Creator 数据格式并导入 Creator 中增加地形的文化特征。

使用 Creator 建模工具,建立虚拟场景中物体的三维数字模型。应用各种属性,如颜色、材料和纹理增加模型的真实感。地形、文化特征、模型和属性一起构成了由 OpenGL 应用程序编程接口支持的视图数据库。视图数据库保存为 Open-Flight (.flt) 格式^[8]。目前 OpenFlight 格式已成为大多数实时系统的标准文件格式。

3.2 用 Lynx 建立应用程序定义文件

在建立了地形和场景中物体的三维数字模型后,使用 Lynx 实用程序建立应用程序定义文件(ADF)。ADF 文件描述了用于虚拟现实应用程序中的模型文件、运动模型及其路径、特殊效果、环境效果以及其他的一些功能设置信息。使用 Lynx 程序可大大节省编程人员的工作量。其流程图如图 4 所示。

景仿真系统。视景仿真系统利用计算机生成飞机运动时虚拟的动态场景,进行飞行员视觉的仿真。应用视景仿真系统开发软件 Vega 提供的交叉检测功能设计开发地形数据查询程序。利用这个程序可以访问三维模型数据库,实现基本的碰撞检测,读取飞行操作台的数据,传数据于动力学模型,实现粒子系统,添加天气效果,加

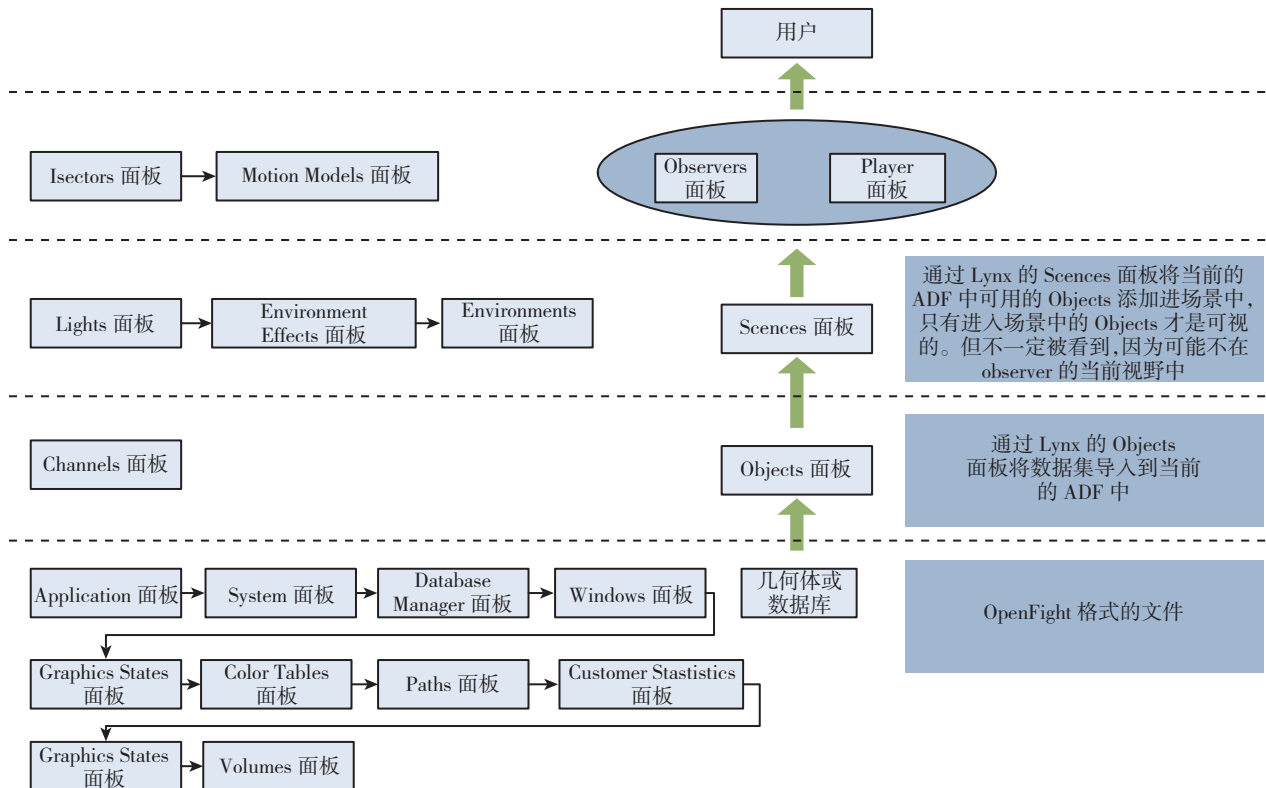


图4 流程图
Fig.4 Flow chart

3.3 编程

在 C、C++ 或 VC++ 语言平台上利用 Vega 的 API 和软件库调入已建立的 ADF 文件及三维模型对程序进行初始化,编制代码响应用户输入并动态的改变程序的运行,完成虚拟现实应用程序编程^[9]。

4 结束语

飞机驾驶模拟器实时场景系统是飞机驾驶模拟器的重要组成部分,是一个全新的视景仿真和场景管理系统。它应用了先进的三维实体建模技术,视景仿真技术和虚拟现实技术,大大提高了视景仿真的质量。为建立飞机驾驶模拟仿真系统,完成以下几个方面的工作:

调用三维建模软件 MultiGen Creator 建造的三维模型数据库。在建立静态对象、动态对象和地域场景的三维模型。应用视景仿真系统开发软件 Vega 开发实时视

景仿真系统。

参考文献

- [1] 和平鸽工作室. OpenGL 高级编程与可视化系统开发. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [2] 程军, 高发廷, 高跃奎. 用于车辆模拟的计算机多媒体系统. 计算机仿真, 2001(5): 67-69.
- [3] 蔡忠法, 刘大健, 章安元. 基于虚拟现实的汽车驾驶模拟训练系统方案研究. 系统仿真学报, 2002(6): 771-774.
- [4] Simo R J. Windows 2000 API 超级宝典. 北京: 人民邮电出版社, 2002.
- [5] 孟晓梅, 刘文庆. MultiGenCreator 教程. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [6] 龚卓蓉. Vega 程序设计. 北京: 国防工业出版社. 2002.
- [7] 龚卓蓉. LynX 图形界面. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [8] Wright R S, Sweet M. OpenGL 超级宝典(第 2 版). 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [9] 董笑菊, 刘竞宇, 顾国昌. 基于 OpenGL 的运动视景仿真的实现. 计算机工程, 1999(12): 25-26.

(责编 小城)