

无人直升机大屏幕多通道视景飞行仿真技术

宣昊, 甄子洋, 王新华, 龚华军, 陈琦

(南京航空航天大学自动化学院, 南京 210016)

摘要:为了更好地演示无人直升机飞行控制的仿真效果,开发了无人直升机飞行控制多通道视景仿真平台,该平台使用3个通道在弧形大屏幕上演示仿真效果。软件部分使用 Visual C++6.0 编程,利用 Creator 软件建立无人直升机三维模型和飞行场景,采用 Vega 软件实现动画显示效果。硬件部分由3台计算机、3台投影仪和2个控制杆组成,实现多通道视景仿真数据的传输及同步,以及三通道视锥配置,并实现三通道渲染场景的无缝拼接。通过无人直升机在此平台上的飞行仿真证明,该多通道视景仿真系统比传统视景系统的显示效果更为突出。

关键词:视景仿真; 无人直升机; Vega; 多通道

中图分类号: V279

文献标志码: A

文章编号: 1671-637X(2013)03-0057-04

Big Screen Multi-Channel Visual Flight Simulation Technique for Unmanned Helicopters

XUAN Hao, ZHEN Ziyang, WANG Xinhua, GONG Huajun, CHEN Qi

(College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: In order to better demonstrate the simulation results of the unmanned helicopter flight control, a multi-channel visual simulation platform was developed for unmanned helicopter flight control. This platform used three channels to demonstrate the simulation results on a big screen. Visual C++6.0 was used for programming of the software, Creator was used to establish unmanned helicopter models and flight scenes, and Vega was used to display the visual effect. The system consisted of three computers, three projectors and two joysticks, which could realize the transmitting and synchronizing of multi-channel visual simulation data. Unmanned helicopter flight on this platform proved that the multi-channel visual simulation system is better than the traditional display of the visual system on visual effect.

Key words: visual simulation; unmanned helicopter; Vega; multi-channel

0 引言

在人机交互、医学可视化工程、交互式机械设计等虚拟现实应用领域中,对显示的清晰程度和尺寸大小提出了越来越高的要求。丰富的三维数据细节只有在高清晰度和大尺寸的显示下才能得到可视化^[1]。现在虚拟现实系统大多是基于单台计算机或工作站。单台计算机或工作站处理数据的主要问题在于图像处理能力弱和显示分辨率有限,无法为用户提供高质量、高

分辨率和宽视场角的显示观看环境^[2-3]。

近年来,随着计算机技术在各领域内的飞速发展,一种提供高清晰度、大尺寸显示的技术正在逐步受到重视。这项技术的主要特点是利用一台或者多台 PC 机,将多个显示通道输出合成大尺寸高清晰度的图像。自 20 世纪 90 年代以来,国内外一些研究机构和学术组织展开了许多研究工作。现有的研究成果有 Scalable Display Wall 系统^[3]、PCCAVE 系统^[4-5]、多通道列车视景仿真系统^[6-7]、大型船舶操纵模拟系统^[8]、战斗机近距离空战仿真系统^[9]等等。在多通道的基础上使用 Vega^[10-12]的视景仿真技术可以使仿真过程中的场景、物体和特效的显示效果^[13-15]更加凸显。因此,开发一套高性能、高品质并能够满足试飞实验各个条件的多通道视景系统,具有特殊的意义和重要性。

本文讨论了一种基于 PC 机群分布式仿真系统的

收稿日期:2012-07-02

修回日期:2012-09-07

基金项目:南京航空航天大学引进人才科研启动基金资助项目(56Y AH10029);南京航空航天大学基本科研业务费专项科研资助项目(NS2013029,NP2011049)

作者简介:宣昊(1988—),男,安徽滁州人,硕士生,研究方向为无人直升机视景仿真技术。

多通道视景仿真系统;叙述了系统输出的三通道图像合成渲染方案以及基于 Vega 的模型建模及驱动过程;最后设计了此视景仿真平台上一个飞行演示程序,可以实现我方飞机在空中拦截敌机并将其击落的任务。

1 系统结构及配置

1.1 系统硬件组成

系统主体结构由 3 台计算机、3 台数据转接器和 3 台巴可投影仪组成,如图 1 所示。

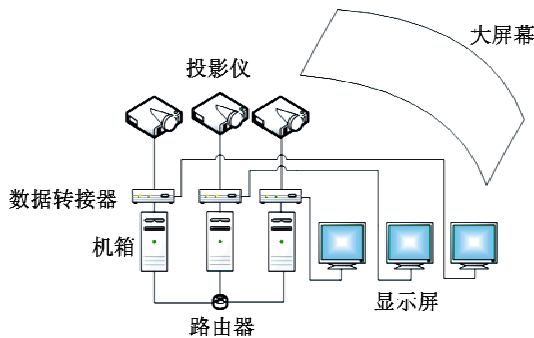


图1 系统主体结构图

Fig.1 Main system structure

其中计算机分别为 1 台主机和 2 台从机,它们通过 1 台路由器建立 1 个小型局域网,每台计算机分别控制 1 个通道的场景显示渲染工作。仿真程序放置于主机中,从机通过通讯软件和主机进行实时同步通讯。每台计算机的视频数据首先通过模拟 DVI-A 数据接口送至数据转接器,再将信号分为两路,一路信号送给电脑自身显示屏,另一路信号送给投影仪。为方便起见,把产生主机视景的投影仪称为主投影仪,产生从机视景的投影仪称为分投影仪。采用的屏幕为 150° 角的弧形屏幕。主投影仪和分投影仪分别投影 50° 夹角范围内的画面。

1.2 多通道视景仿真数据传输及同步

多通道视景仿真系统需要具备多个显示界面,其画面和数据必须同步实时更新和显示。主机将场景数据向每个从机传送,并且实现主机和从机数据的同步。主要实现机制是:主机将需要传输的场景数据传给从机,各从机接收到数据后进行相应运算,随后将“接收到,已准备刷新”的信息返回给主机,待主机接收到所有从机信息后,发送同步绘制信息,开始同步刷新。

1.3 三通道视锥配置实现

为了实现三通道渲染场景的无缝拼接,要正确地设置观察者和通道的参数以及投影仪和幕布的安装位置。通道代表的是观察者观察场景的特定视角。视锥配置一般有两种方式,分别为旋转方式和平移方式,如图 2 和图 3 所示。

因为多通道视景的目的是为仿真中的观察者提供大视场,所以,各个视域的四棱锥顶点必须满足视点相交于一点,而该交点就是场景中观察者的位置,各个投影仪的安装必须满足投影矢量相交于一点,这里称之为视点,观察者的位置实际上就是视点位置(如图所示,3 条虚线的交点 O)。旋转方式适合不固定视点位置,需要设置 3 个观察者,3 个观察者之间的夹角为 3 个视域四棱锥法向夹角(即虚线之间的夹角)。平移方式适合固定视点位置,可以设置 1 个观察者,也可以设置 3 个观察者,3 个观察者之间没有夹角。本系统采用的是平移方式,其计算原理如图 4 所示。

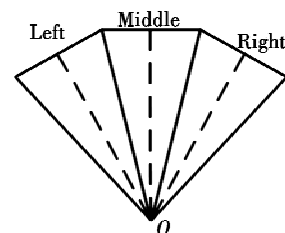


图2 视锥旋转配置方式

Fig.2 Cone rotation configuration mode

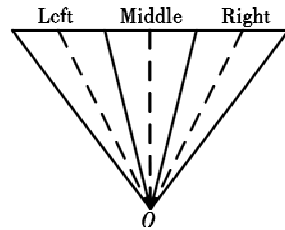


图3 视锥平移配置方式

Fig.3 Cone pan configuration mode

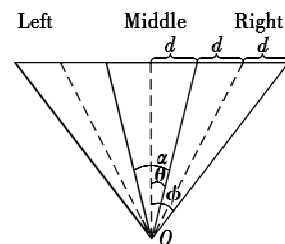


图4 平移视锥计算原理

Fig.4 Calculation principle of conc pan configuration mode

整个大屏幕的视角 α_T 为观察者在观察位置所获取屏幕的最大角度,中间主机的视景通道角度为 α_M 。右边从机的视景通道角度计算式为

$$\alpha_R = \arctan\left(3 \tan\left(\frac{1}{2} \alpha_M\right)\right) - \frac{1}{2} \alpha_M \quad (1)$$

通过 Vega 程序可以实现视锥的平移配置,并计算出主机和从机的视角大小。通过视锥的平移配置,主投影仪和分投影仪的投影可以都处于一个等宽度的平面上,从而保证了画面的无缝连接。

1.4 控制杆控制程序设计

仿真任务中敌机采用 Fighter Simulator Motion Mod-

el,输入设备采用 flybox 数据。控制杆通过 COM 串口与计算机相连接,在控制台上可以通过控制杆及辅助按钮控制飞机的飞行姿态。进行配置的步骤如下:

- 1) 使用 vgNewlDev() 建立新的 vglDev 对象;
- 2) 使用 vgIDevsetDeviceFile() 设置设备文件端口;
- 3) 使用 vgProp() 对 vglDev 进行配置;
- 4) 使用 vglDevOpen() 打开设备并开始读操作。

2 基于 Vega 的建模与驱动

2.1 Vega 三维视景建模

Vega 主要用于实时视觉模拟、虚拟现实和普通视觉应用,它可以方便地创建、编辑、运行复杂的仿真应用。视景模型的建立通常分为两个部分:一个是无人直升机三维物理建模,无人直升机物理建模主要包括飞机的多边形面、表面纹理的映射以及建立 LOD 节点;另一个是空间三维场景建模,在计算机程序中按实际尺寸将环境中的机场及建筑物进行建模,构成一个虚拟环境,主要包括跑道、建筑物、树木、路灯、山坡模型等。其中无人直升机的三维模型如图 5 所示。



图 5 无人直升机三维模型

Fig. 5 The three-dimensional model of unmanned helicopter

由于在飞行过程中无人直升机旋翼及尾翼是处于旋转状态的,所以需要使用自由度节点(DOF)技术使其保持转动。可以设置 DOF 的节点按照预定的目的进行移动和旋转,从而使旋翼和尾翼保持转动。

2.2 Vega 模型的驱动

Vega 提供的 Lynx 图形用户工具箱可较容易地完成一般的视景仿真要求,但是如果需要通过人机交互完成仿真任务,就必须借助 Vega 的 C++API 函数库。利用 Vega 软件开发视景仿真平台的过程,主要包括两个步骤:首先利用 Lynx 建立底层模型生成 adf 文件;其次编写 Vega 应用程序,驱动场景完成视景平台。其结构如图 6 所示。

在使用 Lynx 完成底层文件配置之后,可以通过 Vega 程序将设计的仿真系统按照流程展现出来。具体的 Vega 程序流程如图 7 所示。

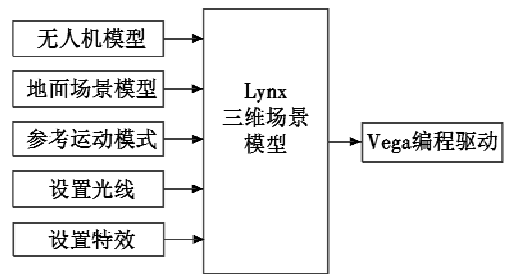


图 6 视景仿真平台驱动结构

Fig. 6 Driver structure of the visual simulation platform

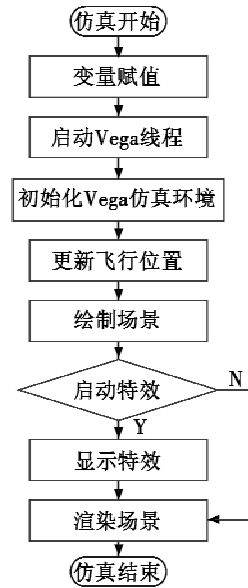


图 7 Vega 驱动程序流程图

Fig. 7 Vega driver flowchart

3 实验结果分析

为了验证所构建的多通道视景仿真平台的实用性,在此平台上设计了一个无人直升机拦截敌机的演示程序。它可以实现的主要任务是无人机在我方基地机场起飞后接近敌机方位,当锁定目标后,无人直升机发射导弹,导弹追踪敌机并将其击毁,最后无人直升机成功返回机场。

图 8 为构建的三通道视景仿真平台实物的渲染截图。从显示效果可以看出,每个通道显示与主通道都能实现无缝拼接。

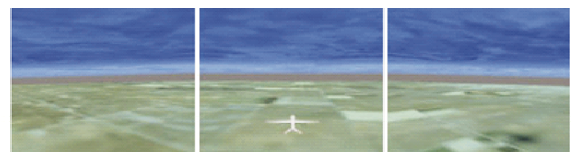


图 8 三通道视景截图

Fig. 8 Three-channel visual screenshots

场景中的三维模型和地形模型共包含约 20 MB 数据,视景的显示速率为每秒 35 ~ 40 帧,可以满足用户

的交互要求。

经测试,网络中点对点的通信时间最长为 0.5 ms。设场景渲染速率为 V ,主节点与从节点之间通信时间为 T_1 ,从节点的场景渲染时间为 T_2 ,从节点个数为 n ,则

$$V = \frac{1}{2nT_1 + T_2} \quad (2)$$

由式(2)可以看出,从机场景的渲染速率与从节点的个数大致呈反比例关系,主要取决于网络传输速度及从机节点个数。由于主控节点任务较重,应采用性能好一些的 PC 机。在实际应用中,主节点可采用高档图形机,网络采用千兆以太网以使系统性能进一步提高。

如果 $V=40$ 帧/s,经计算可得 T_2 为 24.8 ms,如果节点数增加至 8 个,则 $V \approx 30.5$ 帧/s。所以设计的系统只要满足节点数小于 8 个,就能够满足交互要求。

4 结束语

本文在 Vega 和 Creator 仿真软件基础上结合 VC++6.0 编程环境设计了三通道的视景仿真系统并实现了整个系统中的多种功能。在今后的系统开发过程中,可同时提供更多的用户交互设备的支持,如数据手套、定位传感器等,进一步增强系统的实用性。实验结果表明,该方法实用且实现简单,具有一定的通用性和工程意义。将多通道视景技术合理应用,不仅能够增强视景仿真的真实感,而且在教学及展览中都具有实用前景。

参 考 文 献

- [1] 马天,黄建国,胡方.基于 PC 机群的多通道视景仿真系统的研究[J].系统仿真学报,2009,21(19):6053-6054.
- [2] PARK C H, KO H D, KIM T Y. NAVER: A PC-cluster based VR system[C]//Virtual Reality and its Application in Industry(VRAI 2002)2002, 4756;doi:10.1117/12.497776.
- [3] CHEN Y Q, CHEN H, CLARK D W, et al. Software environments for cluster 2 based display systems[C]//IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid, May 15-18, Brisbane, Australia, 2001;202-211.
- [4] 林柏伟,潘志庚,杨建,等.基于 PC 架构的高性能 CAVE 系统[J].计算机辅助设计与图形学学报,2003,15(6):724-729.
- [5] 杨建,石教英,林柏伟,等.PCCAVE:基于连网 PC 的廉价 CAVE 系统[J].计算机研究与发展,2001,38(5):513-518.
- [6] 苏虎,周美玉.高速列车模拟器的视景建模与仿真[J].系统仿真学报,2001,13(5):588-591.
- [7] 苏虎,周美玉.分布式列车仿真系统的视景生成[J].西南交通大学学报,2002,37(6):669-672.
- [8] 尹勇,金一丞,李志华.分布式航海仿真系统中的网络通讯[J].系统仿真学报,2000,12(6):621-624.
- [9] 王蒙,夏青.基于 PC 网络的多通道视景仿真技术[J].测绘学院学报,2005,22(1):54-57.
- [10] 王娇艳,康凤举,由延军.MFC 框架下的多通道视景仿真技术[J].火力与指挥控制,2010,35(7):130-132.
- [11] 余洋,傅忠谦.基于 Vega Prime 的多通道视景[J].仿真技术,2008,19:70-73.
- [12] 李杰,朱华勇,吴应中.基于分布式 Vega 的多通道投影视景仿真方法[J].仿真技术,2009,25(5):208-210.
- [13] 赵蔚,段红.基于 Vega 的虚拟小镇漫游系统设计[J].计算机技术与发展,2012,12(4):199-203.
- [14] 李明,汪峥.基于 Creator/Vega Prime 的单元生产系统虚拟现实仿真[J].计算机技术与发展,2011,21(1):197-201.
- [15] 申海荣,王新民,赵凯瑞.基于 Vega/MFC 的直升机视景仿真设计[J].设计与应用,2010,18(10):2385-2390.

下 期 要 目

对雷艇信息融合的几点认识

用二维局部敏感判别分析法对雷达目标识别

最小方差控制中的参数递推辨识

最大互信息在模版匹配中的应用

基于径向速度的机载预警雷达航迹起始

改进的 NAS-RIF 图像盲复原算法

大气数据对空空导弹武器系统的影响研究

基于快速鲁棒性特征匹配的目标识别

隐身飞机中光电系统及光窗无线电隐身性能分析

高速 PCB 板的信号完整性研究