

三维视景仿真系统中仿真过程管理的研究

王志伙,张新家,毛 晋

(西北工业大学 自动化学院,陕西 西安 710129)

摘 要:三维视景仿真系统的仿真过程管理一直是计算机图形学领域的热点之一。三维视景仿真系统的研究主要集中在虚拟环境的真实性方面,仿真过程管理的研究还没有被很好地解决。文中按照功能将三维虚拟视景仿真系统分为七个模块:数据输入、键盘输入、配置文件、消息映射、场景控制、仿真环境显示、数据记录;又从用户角度划分出三个模块:输入模块、处理模块和输出模块。同时,文中提出了配置文件和三维模型 XML 描述两种关键方法,分别用来存储仿真环境相关数据和简化模型调用方式,提高了虚拟仿真系统的通用性。此方法在三维视景仿真系统的开发过程中成功地进行了应用。

关键词:OpenGL;视景仿真;模型管理;仿真过程管理

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)01-0021-04

Research on Simulation Process Management of a Three-Dimensional Visual Simulation System

WANG Zhi-huo, ZHANG Xin-jia, MAO Jin

(School of Automation, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: The simulation process management of the three-dimensional visual simulation system has been a hot research field in computer graphics. The research of three-dimensional visual simulation systems mainly focuses on the authenticity of the virtual environment, however, the research on the simulation process management has not been well addressed. According to the functions, the three-dimensional virtual visual simulation system is divided into seven modules: data input, keyboard input, configuration files, message mapping, scene control, simulation environment display, data recording; And from the user's points of view, it's divided into three modules: input module, processing module and output module. At the same time, proposed two key methods, the configuration files and the XML descriptions of the three-dimensional models; They are used to store the simulation environment-related data and to simplify the calling of the models respectively, which improves the versatility of the system. This method has been applied successfully in the developing process of the three-dimensional visual simulation system.

Key words: OpenGL; visual simulation; model management; simulation process management

0 引言

三维视景仿真分仿真环境和仿真驱动两部分。

仿真环境主要构成有:模型、场景效果、纹理设计、特效演示等,它要求构造出逼真的三维模型以及生动的纹理和特效;仿真过程驱动主要有:模型调用、场景驱动、大地形处理、分布式交互等,要求逼真地显示仿真环境,实时交互响应等^[1,2]。

大多数虚拟视景仿真系统的研究主要集中在提高仿真场景和仿真结果的真实性方面,忽略了仿真过程管理的研究和提高。在基于 OpenGL 的虚拟视景仿真

过程中,需要多次调用三维模型和调用多种不同的模型,并对这些模型进行可视化的处理。这对系统的框架结构提出更高要求,既要达到真实的仿真效果,又要优化系统的工作流程。在仿真环境复杂到一定程度的时候,不至于系统运转出错。

文中针对具体需求,阐述了三维视景仿真系统中仿真过程管理的思路和具体方法。

1 三维视景仿真系统总体分析

1.1 开发工具的选择

开发工具选用 Microsoft 的 Visual C++ 6.0,图形接口选用 SGI 公司的 OpenGL。OpenGL 即 Open Graphic Library,是 SGI 公司开发的具有高性能的图形处理系统,是图形硬件的软件界面。OpenGL 作为一个性能优越的图形应用程序设计界面(API),适用于广泛的计算机环境^[3]。

收稿日期:2011-05-31;修回日期:2011-09-04

基金项目:国家自然科学基金(60803158)

作者简介:王志伙(1984-),男,硕士研究生,研究方向为计算机控制、智能控制、网络控制、容错控制;张新家,副教授,研究方向为计算机网络、图形图像、软件重构等。

1.2 三维视景仿真系统功能和模块化框架结构

虚拟视景仿真系统主要功能包括三维物体的真实感显示、三维场景管理、地形调度、对象交互及实时对象维护等。根据系统功能需求,将系统分为三层:界面层、系统管理层和数据层^[4]。层次结构如图 1 所示:

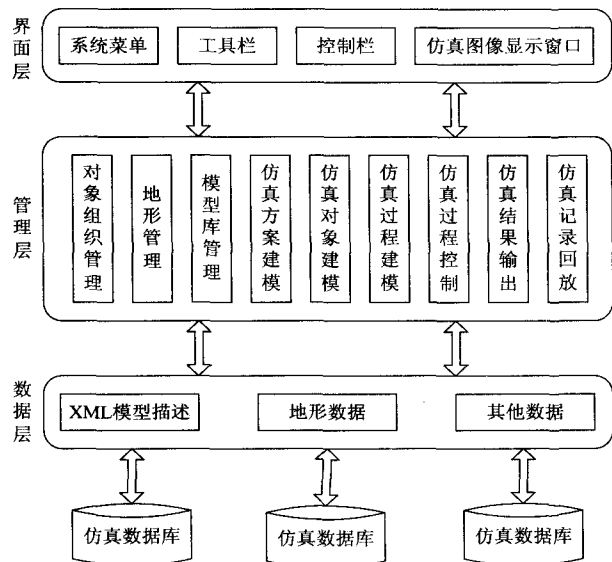


图 1 仿真系统结构图

管理层包括建模管理、仿真管理和系统管理。建模管理包括对象模型的管理(创建、添加和删除)、过程模型的管理(创建、添加和删除);仿真管理包括仿真时间管理等。

数据层主要用于提供数据的存储和读写。包括:仿真模型库和仿真数据库。仿真模型库用于提供仿真的对象模型。仿真模型库通过 COM 接口实现“即插即用”,由系统进行统一的管理。同时,还提供地形数据接口、天气系统等接口,可以方便用户进行自定义场景模型的调用^[5]。

2 基于 VC++和 OpenGL 的视景仿真流程设计

在 OpenGL 中,所有的三维模型都有对应的结构体来表明其位置属性,通过 GetPos() 函数进行访问,通过 CVector3 结构体(3.1.3 节中有说明)进行保存设置。文中在视景驱动程序的人口函数中,对当前的显示帧加入处理响应函数,根据帧率计算结果采用不同的响应保证帧率不低于一个阈值(保证仿真画面流畅),从而实现对视景仿真系统的控制^[2]。流程结构图如图 2 所示。

3 仿真过程管理设计

3.1 模块化设计

根据功能,三维虚拟视景仿真系统管理层可以分

为七个部分:键盘输入、数据输入、配置文件、消息映射、场景控制、仿真显示以及数据存储。根据使用者,又可分为三个模块,分别为:输入模块、处理模块和输出模块^[6]。

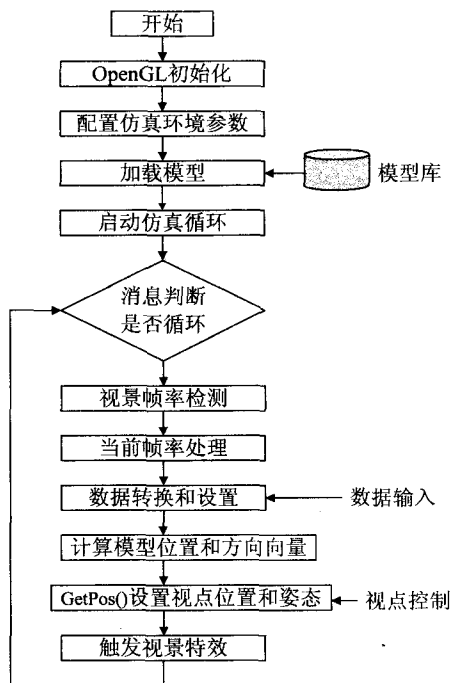


图 2 系统流程结构图

图 3 给出了系统各模块之间的关系:

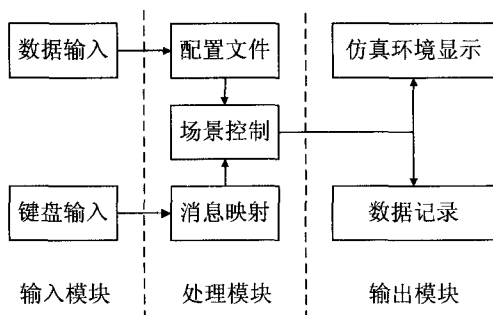


图 3 功能模块关系图

3.1.1 输入模块设计

输入模块可以分为两部分:数据输入和键盘输入。数据输入包括来自外部信息采集系统的数据,例如飞机的飞行航迹数据和飞行姿态数据等。为了方便系统的测试和实现漫游效果,一些相关数据也可以通过键盘手工输入。

3.1.2 处理模块设计

处理模块包括三个部分:配置文件、消息映射以及场景显示。

(1)配置文件在本系统中的主要工作步骤是:

Ⅰ、根据用户输入的配置项名称和配置项数据,初始化环境变量中的全局变量;

Ⅱ、根据用户输入的配置项名称,依次遍历初始配置文件中段及其所属配置项,找到正确的配置项数据

部分,插入相应的配置项数据;

Ⅲ、OpenGL 载入配置文件;

Ⅳ、确认配置数据,如果不需要修改,OpenGL 进行初始化,并且生成新的配置文件。

根据仿真系统的需求,归纳出来配置文件的基本方法有:配置文件的生成、配置文件的读取、配置文件的保存、配置项目的添加、配置项目的格式转化等。配置文件模块主要由节点数据和相关处理函数组成。

节点数据包括节点名称和配置项目数据。本系统所用到的基本方法有:

ConfigureCreate()//在用户保存仿真环境的同时,生成对应的配置文件;

ConfigureLoad()//在需要修改或者重新设定仿真环境时,载入初始配置文件;

ConfigureSave()//在需要修改或者重新设定仿真环境时,将配置信息写入配置文件;

GetData() //获取节点配置项数据;

DataTrans()//将获取的节点配置项数据转化成需要的格式;

DataFree()//释放所有节点数据和数据存储空间。

(2)场景控制部分主要用来实现对场景中模型状态的变换,需要利用的参数包括两类:模型运动相关数据和消息映射部分响应键盘输入传入的部分调整参数。

场景控制部分根据输入的数据和相应指令变换场景中的模型,消息响应部分是在场景控制部分中进行的。系统设计一个定时器用来控制外部数据输入,需要响应定时器消息时,场景会根据输入的数据进行相应变换。详细的完成方式参考了键盘输入响应方式,变换方式都是由场景管理部分来实现。

(3)消息映射主要实现了利用控制键盘的方式进行消息响应,对键盘数据进行准确和及时的响应。消息映射部分的设计思想中包含了面向对象的消息驱动思想。系统搭建了一个消息循环机制,对消息进行分发,对所有消息分类响应。操作系统将所有消息组织成消息队列,本系统连续从消息队列提取消息并对键盘输入指令分类响应。

3.1.3 输出模块设计

输出模块主要任务是仿真画面输出和数据存储。这部分的任务是绘制实时仿真环境,包括地形、天空和飞机等。按功能,该模块可以分为几个子模块:纹理对象、地形、天空、被控对象、特效处理、场景组织合成以及视点切换等(如图4所示)。

(1)地形绘制部分可以分为四个步骤:地形数据的读取,地形分割,地形数据简化,地形的绘制。以上

功能是由 CTerrain 类来完成的。CTerrain 类中几个重要函数功能说明如下:

LoadFile():读取地形数据,进行地形分割;

Render():渲染地形网格,选择相应的纹理;

SetTextureCoord():设置纹理坐标。

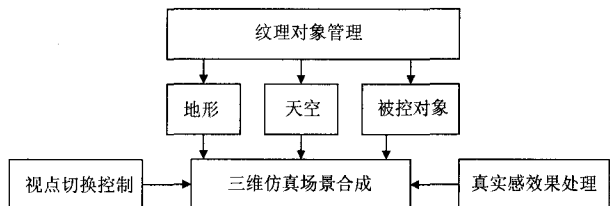


图4 仿真场景显示子系统组成图

(2)天空的绘制的技术主要有三种:平面天空、立方盒天空以及圆顶型天空。

平面天空绘制方法使整个场景看起来比较粗糙,逼真度不高。立方盒天空边缘处会出现明显的棱角;同时,还会出现雾化不均匀的现象。

圆顶型天空绘制方法^[7]虽然比较复杂,但是逼真度很高。由于圆顶型方法绘制的天空具有更多的顶点,雾化效果比较均匀;可以实时改变单个顶点的颜色,这样可以获得一些非常好的效果,如一天不同时刻的太阳光;另外也可以使用多重纹理来添加一个单独的云彩贴图,并使之缓慢地在天空中移动。本系统建立了一个半径为90000的圆顶型天空,如图5所示。

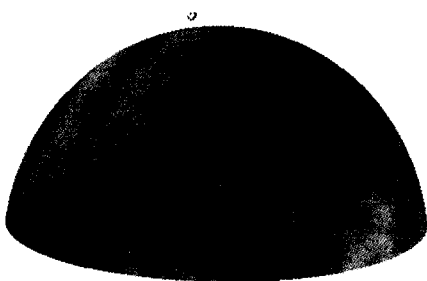


图5 圆顶型天空

(3)文中的被控对象模型为飞机。需要借助专门的建模工具—MilkShape3D 建立无人机模型,并将其建立的模型文件读入到 OpenGL 程序中,实现对飞机模型的构建^[8]。

首先采用 MS3D 构建一个飞机模型,将之存为.ms3d 格式的模型文件。然后将 ms3d 文件载入 VC++ 运行环境中,建立与 ms3d 文件格式相对应的模型数据结构保存文件数据。最后,通过 OpenGL 的点、面绘制函数对 ms3d 文件提供模型数据重新进行绘制,并利用 OpenGL 接口函数实现模型的平移和旋转等变换,完成对象模型的显示与运动。图6是本系统采用的飞机模型。

(4)视点切换控制。系统中存在两个视点,如果视点不同,绘制的角度不同。Render() 函数中完成此

功能。文中定义了一个表示和处理三维坐标的结构体 CVector3, 如下:



图 6 仿真系统飞机三维模型截图

```
struct CVector3
{
    float x,y,z;
    float CVectorLength( void)
    {
        return (float)sqrt(x*x+y*y+z*z);
    };
    CVector3 operator+ (const CVector3 &v)
    {
        return CVector3(v.x+x, v.y+y, v.z+z);
    };
    ... ..
    CVector3(float x, float y, float z)
    {
        this->x = x;this->y = y;this->z = z;
    };
};
```

分别用 m_vPosition 和 m_pos 表示视点和飞机的空间位置坐标。

(5) 真实感效果处理。为了绘制一个真实的场景,系统采用了雾化效果。本系统设计了一种颜色为 (0.7f,0.7f,0.7f,1.0f),浓度为 0.0005f,计算模式为 GL_EXP 的薄雾。可以通过快捷键 F1 来控制雾化效果是否开启。

3.2 关键技术

3.2.1 三维模型的描述

为了保证虚拟场景便于修改、便于重用和通用,需要规范一种描述的格式。采用 XML 文件在这些方面具有以下优点^[2,9]:

(1) 具有较强的阅读性,结合 XML Schema,使用者能够阅读和理解;

(2) 技术支持广,能够在不同的平台之间交换以及共享信息;

(3) 具有合适的 XML 解析工具,能够轻松完成处理程序;

(4) XML 的元素标记和属性标记可用于表示场景数据的树形结构;

(5) 结合 XML Schema,能够建立描述三维场景的 XML 文档,便于应用程序处理。

这里给出一个虚拟仿真场景模型的 XML 描述文件示例。

```
<project name="仿真项目">
```

```
<viewport name="视口 1">//一个项目可以存在多视口
<environment> //包含仿真环境一些基本的三维模型
    <sky name="天空">
        <height>20000</height> //天空盒的高度
    </sky>
    <rain name="降雨">
        <number>5000</number> //降雨强度
        <area>20</area> //降雨范围
    </rain>
</environment>
<scene> //仿真对象,如飞机、舰船等
    <object name="飞机">...</object>
</scene>
</viewport>
</project>
```

3.2.2 配置文件的设计

用户配置文件就是用户在使用软件的过程中,软件系统为用户加载的环境设置和文件的集合^[10]。配置文件的内容就是视景仿真系统即将演示给用户的内容,用户拥有修改、增加、删除配置项等权限^[11]。

配置文件是整个场景的描述文件,但是格式非常简单清晰。每一行都包括一个关键词,以及一个或多个参数。实际上,绝大多数行都只包括一个参数。

文中使用的配置文件格式是:

[段名 1]

配置项 a=数据 a

配置项 b=数据 b

.....

[段名 2]

配置项 g=数据 g

配置项 h=数据 h

.....

程序调用配置文件的时候,依次对段名和配置项名称进行遍历,获取相应数据,然后对数据进行修改、移除、增加等操作。

4 结束语

在对虚拟视景仿真系统进行研究时,仿真过程管理的实现方法对虚拟视景仿真系统的通用性和可靠性有重要意义。文中按照功能将三维虚拟视景仿真系统分为七个模块:数据输入、键盘输入、配置文件、消息映射、场景控制、仿真环境显示、数据记录;又从用户角度将这些模块划分出三个子系统:输入子系统、处理子系统和输出子系统。分别实现数据输入、数据处理、结果显示。同时,提出了两种关键方法:三维模型 XML 描述方法和配置文件方法,这使得虚拟视景仿真系统更

(下转第 28 页)

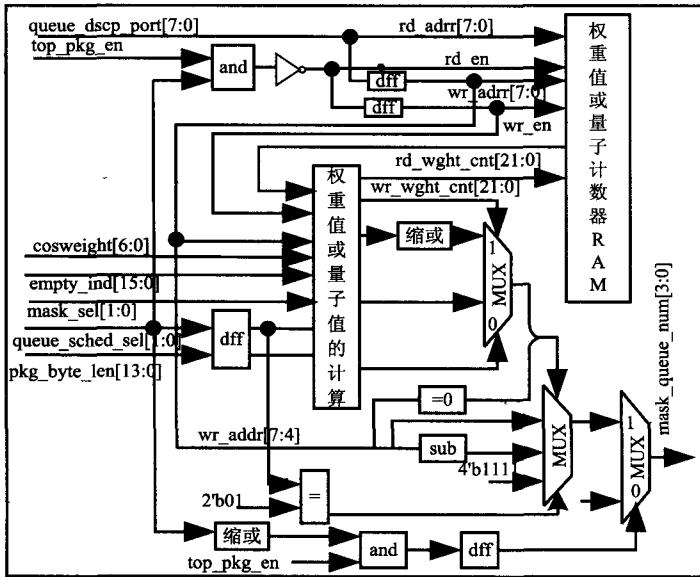


图 4 权值更新模块的电路实现结构

4 结束语

文中针对高速分组交换网络中不同业务流所需求的服务质量,优化设计和实现了一个基于高速分组交换网络的队列调度器。该队列调度器采用四种调度算法和四种调度级别可实现对 16 个队列的调度,且电路实现简单。在实际应用中,各种调度算法和调度优先级可通过微机接口进行灵活配置。仿真验证结果表明该调度器可以满足不同用户对服务质量的需求,综合结果该调度器工作速度可达到 215MHz。

参考文献:

[1] Gurin R,Peris V. Quality-of-service in packet networks basic

(上接第 24 页)

具有层次性。这种仿真过程管理的研究有利于视景仿真系统整体性能的提高,在虚拟视景仿真系统的研究和开发中具有很好的应用价值。

参考文献:

[1] 黄 权,徐学军. 基于 OpenGL 的卫星跟踪仿真[J]. 计算机技术与发展,2007,17(2):131-134.
[2] 刘 良,黄路炜. 基于 OpenGL Performer 的视景优化研究[J]. 计算机技术与发展,2007,17(8):77-79.
[3] 张大强,翟素兰,程家兴. OpenGL 在视频游戏中的应用[J]. 计算机技术与发展,2006,16(2):73-75.
[4] John S,Carson I I. Introduction to modeling and simulation [C]//Proc of the Winter Simulation Conference. Orlando, Florida:[s. n.],2005:16-23.
[5] Burdea G,Coiffet P. Virtual reality technology[J]. Presence:

mechanisms and directions [J]. Computer Networks,1999,31(3):169-179.

[2] 林 闯,李 寅,万剑雄. 计算机网络服务质量优化方法研究综述[J]. 计算机学报,2011,34(1):1-14.
[3] 林 闯,单志广. 计算机网络的服务质量 [M]. 北京:清华大学出版社,2004.
[4] 杨永斌,唐亮贵. 队列调度算法在网络中的应用研究[J]. 计算机科学,2005,32(7):56-58.
[5] 钱光明. 基于业务的多优先级队列区别服务方案[J]. 计算机工程与应用,2006,42(10):118-120.
[6] 王重钢,隆克平,龚向阳,等. 分组交换网络中队列调度算法的研究及其展望[J]. 电子学报,2001,29(4):553-559.
[7] Shimonishi H,Yoshida M. An improvement of weighted round robin cell scheduling in ATM networks [C]//IEEE GLOBECOM' 97. [s. l.]:[s. n.],1997:1119-1123.
[8] 尹德斌,谢剑英. 一种新的加权公平队列调度算法[J]. 计算机工程,2008,34(4):28-30.
[9] Shreedhar M,Varghese G. Efficient fair queueing using deficit round robin [J]. IEEE/ACM Transaction on Networking,1996,4(3):375-385.
[10] 谢希仁. 计算机网络[M]. 北京:电子工业出版社,2008:18-22.
[11] 张登银,许扬扬,蒋 娟. 基于时延的动态优先级调度算法[J]. 计算机技术与发展,2011,21(2):162-165.
[12] 刘化君,刘 斌. 支持多优先级分组交换调度算法研究及其调度器设计[J]. 计算机工程与应用,2002(14):92-94.

Teleoperators & Virtual Environments, 2003, 12(6):663-664.

[6] 董 敏. 基于 OpenGL 的飞行环境虚拟仿真技术研究[D]. 西安:西北工业大学,2003.
[7] 常 鑫. 三维图形引擎中场景管理的研究与实现[D]. 成都:电子科技大学,2006.
[8] 陈金水,颜伟琼. 基于 OpenGL 的三维建模在水利行业中的应用[J]. 计算机技术与发展,2006,16(3):197-199.
[9] Li Ruixian. Flight Environment Virtual Simulation Based on OpenGL [C]//2009 Second International Conference on Information and Computing Science. [s. l.]:[s. n.],2009.
[10] 潘李亮. 基于 LOD 的大规模真实室外场景实时渲染技术的初步研究[D]. 西安:西北工业大学,2003.
[11] 普建涛,查红彬. 大规模复杂场景的可见性问题研究[J]. 计算机研究与发展,2005(2):236-246.