

基于 OpenGL 的交互式虚拟漫游系统开发研究

李婷婷,余庆军

(大连东软信息学院 数字艺术系,辽宁 大连 116023)

摘要:针对传统虚拟漫游系统存在的沉浸感差、交互差等缺陷,提出了一种基于 OpenGL 技术开发交互式三维虚拟漫游系统的方法。以三维图形理论为基础,基于 OpenGL 技术和编程工具 VC++ 开发了一个交互式虚拟漫游系统,并详细讨论了交互式场景漫游的一些关键技术,如场景的建模,烟雾的模拟,地面天空的绘制,交互控制,视点漫游技术的实现,等等。实验结果表明,交互式虚拟漫游系统实现了三维虚拟场景的漫游交互功能以及部分自然现象及景观的模拟,取得了良好的仿真效果。

关键词:虚拟现实;虚拟漫游;场景交互;OpenGL;三维建模

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2018)01-0131-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.01.028

Research on Interactive Virtual Roaming System Based on OpenGL

LI Ting-ting, YU Qing-jun

(Department of Digital Art, Dalian Neusoft University of Information, Dalian 116023, China)

Abstract: In view of defects of poor immersion and interaction for traditional virtual roaming system, we present a method of developing interactive 3D roaming system based on OpenGL. On the basis of the three-dimensional graphics theory, we develop an interactive virtual roaming system by means of OpenGL technology and programming tools VC++ and discuss some key technologies of interactive scene roaming in detail, such as the modeling of scene, the simulation of smoke, the drawing of the ground sky, the interaction control, the realization of viewpoint roaming and so on. Experiment shows that the system designed can realize the roaming interaction function of 3D virtual scene and some natural phenomena and landscape simulation, with better simulation results.

Key words: virtual reality; virtual roaming; scene interaction; OpenGL; 3D modeling

0 引言

近年来,随着信息技术的迅速发展,计算机处理器能力显著增强,图形绘制技术显著提高,促进了虚拟现实技术的发展。虚拟现实技术(virtual reality, VR)由美国人 Jaron Lanier 提出,可以让用户置身于一个虚幻环境中,产生身临其境的感觉^[1]。虚拟现实技术的应用非常广泛,在建筑、医疗、军事、航天等领域都有涉及,其中虚拟场景漫游作为虚拟现实技术的一个重要应用,近年来已成为研究热点。例如,美国的 Stanford 大学、Washington 大学等主要研究虚拟现实技术的跟踪、识别、运动对象动态跟踪等领域,并取得了突破性的进展^[2-5];浙江大学针对桌面虚拟漫游系统进行研究,开发了一套虚拟建筑环境实时漫游系统^[6];清华大学针对虚拟现实临场感进行研究,取得了较好的真实感效果^[7]。在传统虚拟漫游系统开发的基础上,文中

基于 OpenGL 技术开发交互式虚拟漫游系统,并详细讨论了交互式场景漫游的一些关键技术,为交互式虚拟现实技术发展提供参考。

1 系统概述

1.1 系统开发平台

OpenGL 是由 SGI 公司推出的一种图形与硬件的接口,包括 120 个图形函数,开发者可以用这些函数来建立三维模型和进行三维实时交互。由于其强大的图形可视化功能且易于使用,已被认为是高性能图形和交互式视景处理的标准。

1.2 漫游系统设计

围绕交互式虚拟漫游系统的实现需求,将系统进一步划分为四个模块,其中建模模块是利用 OpenGL 库函数进行场景模型的 3D 建模,并采用 VC++ 语言实

收稿日期:2017-02-18

修回日期:2017-06-27

网络出版时间:2017-10-19

基金项目:辽宁省自然科学基金计划项目(ZX2016KJ008)

作者简介:李婷婷(1985-),女,硕士,讲师,研究方向为虚拟现实技术;余庆军,博士,教授,研究方向为增强现实技术。

网络出版地址: <http://jns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20171019.1625.056.html>

现整个虚拟场景的搭建,交互模块主要通过键盘交互方式向用户发送并接收交互指令,比如前进、后退、转向、开灯等功能。系统功能模块如图 1 所示。

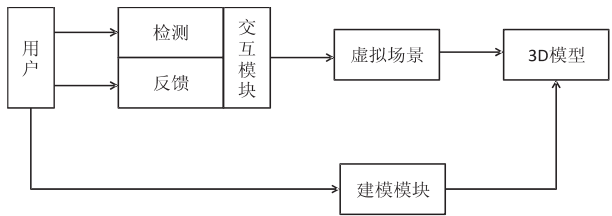


图 1 系统架构

2 基于几何建模的虚拟场景构建

基于几何方式构建虚拟场景,首先需要根据场景模型进行数学建模,构造虚拟的三维景观中的模型结构;然后按照场景显示的需求,再采取纹理映射、光照等数学模型加以渲染;最后加入交互控制,实现虚拟漫游效果。

2.1 绘制地面

场景中地面绘制采用纹理映射方式实现^[8-9],通过将纹理贴图映射到地面上实现地面真实感绘制需求,地面纹理贴图效果如图 2 所示。具体实现时,首先采用一个二维数组来定义纹理,然后将二维纹理表面到三维景物表面做一个映射,实现纹理贴图效果。



图 2 地面纹理贴图

2.2 绘制天空盒子

为虚拟场景增加天空盒子,能够极大地增加整个场景的真实感程度^[10]。考虑到真实感和渲染速度,系统选用了盒子方法生成天空。首先在场景中构建一个六面体,然后制作天空盒纹理,最后进行纹理贴图。天空盒纹理图片如图 3 所示。

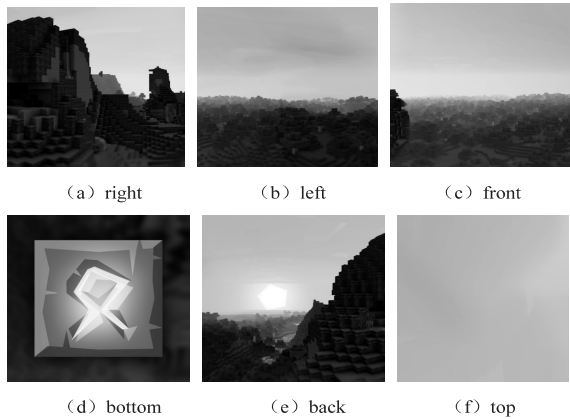


图 3 天空盒纹理图片

2.3 绘制建筑模型

虚拟现实场景中的模型绘制是虚拟场景的基础^[11],也是系统最为复杂的一部分,因为模型构造的质量直接影响虚拟场景的真实感和沉浸感。文中构建的交互式虚拟漫游系统包括室外场景和室内场景。为了提高场景真实感,在系统中加入了很多细节模型,比如蛋糕、小狗、仙人掌、炉子等。另外考虑到系统开销,在构建模型时尽量采用多边形构建加纹理贴图方式实现,部分代码如下所示:

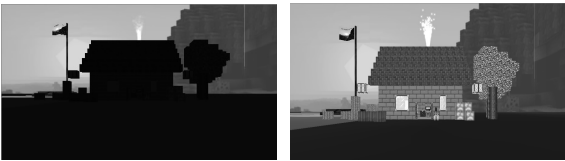
```
void DrawScene(void)
{
    glPushMatrix();
    drawObject(50.0,5.0,50.0,0.0,-5.647,-10.0,0.0,0.0,0.0,0.0,78,78,78,78,78,78);
    drawObject(9.2,5.0,25.0,-11.0,-5.646,-10.1,0.0,0.0,0.0,0.0,80,80,80,80,80,80);
    drawObject(1.0,0.01,0.8,-0.4,-0.646,-0.4,0.0,0.0,0.0,0.0,77,77,77,77,77,77);
    glPopMatrix();
}
```

3 虚拟场景交互功能实现

3.1 光源添加

物体表面向空间给定方向辐射的光强可应用光照模型进行计算^[12]。场景光源添加时除了要考虑光源照射在物体表面产生的反射光外,还要考虑周围环境的光对物体表面的影响^[13]。因此,系统在场景建模时为其加入了环境光、漫射光这两种光源,光源开启前后对比如图 4 所示。具体实现时,首先要创建、选择光源,并为光源定位;然后根据 glLight (GLenum pname, GLfloat param) 定义光照的类型和参数;最后调用函数 glEnable() 启动各个光源。光源部分代码如下所示:

```
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_AMBIENT, LightAmbient);
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_DIFFUSE, LightDiffuse);
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_POSITION, LightPosition);
glEnable(GL_LIGHT1);
```



(a) 光源开启前 (b) 光源开启后

图 4 光源开启前后对比图

3.2 粒子特效

为了增加系统真实感,在构建房屋场景时加入虚拟烟雾粒子。粒子系统是 Reves 在 1983 年提出的不规则物体建模方法,几何特征简单,可以采用多边形来表示,非常适合模拟自然界中云、雨、雾等特效^[14]。

3.2.1 定义粒子的数据结构

粒子结构中包含的粒子属性主要有粒子的生命数

值、初始速度、初始坐标等多项特性。系统中定义的粒子数据结构如下:

```
typedef struct//粒子结构
{
    float life;//粒子生命周期
    float fade;//粒子衰减速度
    float r;//粒子颜色
    float g;//粒子颜色
    float b;//粒子颜色
    float x;//粒子 x 方向位置
    float y;//粒子 y 方向位置
    float z;//粒子 z 方向位置
    float xi;//粒子 x 方向加速度
    float yi;//粒子 y 方向加速度
    float zi;//粒子 z 方向加速度
    float xg;//粒子 x 方向重力加速度
    float yg;//粒子 y 方向重力加速度
    float zg;//粒子 z 方向重力加速度
}
particles;
```

3.2.2 粒子出生

粒子出生过程即根据设计好的喷泉粒子属性让粒子出生,为每一个喷泉粒子进行属性赋值,这个过程需要在初始化函数中用循环实现。

3.2.3 粒子的运动

系统中烟雾粒子的运动近似于斜上抛运动,具体粒子属性更新如下所示:

位置: $P(f_i) = P(f_{i-1}) + S(f_{i-1}) * (f_i - f_{i-1})$ 。

速度: $S(f_i) = MS + RAND() * VS + A * (f_i - f_0)$ 。

颜色: $C(f_i) = MC + RAND() * VC + \Delta C * (f_i - f_0)$ 。

透明度: $T(f_i) = MT + RAND() * VT + \Delta T * (f_i - f_0)$ 。

生存期: $L(f_i) = L(f_{i-1}) - 1$ 。

其中, f_i 为帧号; ΔC 和 ΔT 分别为粒子的颜色变化率和透明变化率。

3.2.4 粒子的绘制

主要是对粒子的属性初值进行设定。每个周期都要对粒子的属性进行更新,对粒子进行添加、删除和移动操作,然后对粒子进行绘制,主要代码如下:

```
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D,texture[0]);
AddParticles(); //添加新的粒子
MoveParticles(); //粒子运动函数
DeleteParticles(); //删除粒子
```

3.2.5 粒子死亡

每一个粒子在初始化时都被赋予了生命值,随着时间的流逝,粒子的生命值在逐渐衰减,当衰减到 0 时,系统认为该粒子死亡,将其从系统中删除。为了保证

烟雾粒子的持续性,系统在定义一波粒子死亡的同时又产生一批新的粒子。

3.3 键盘交互

在三维场景漫游中,观察者可以通过键盘来控制视点的位置、视向和参考方向^[15]。视线方向可以由参考点位置确定,漫游的过程就是不断移动视点或改变视线方向^[16]。系统采用键盘上 w、s、a、d 键实现前后左右移动;采用 j、l、k、i 键实现旋转操作,进而实现控制用户漫游。

4 实验与分析

为了验证系统运行效果,文中进行了大量仿真实验。仿真配置为 Pentium(R) G4400、CPU 3.3 GHz、DDR4 4 G 内存及 Intel HD Graphics 510(128M)核心显卡的 PC 机,编译环境为 Visual VC++6.0,结合三维图形开发接口 OpenGL 作为软件开发平台。系统运行实验结果如图 5 和图 6 所示。

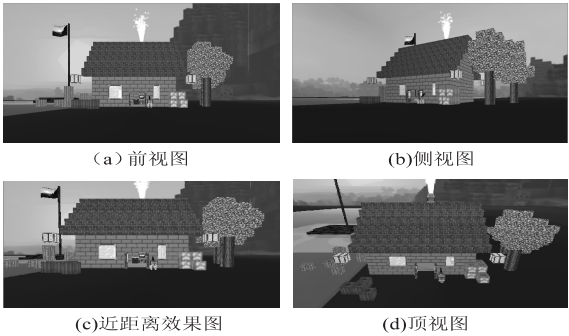


图 5 虚拟场景室外测试图

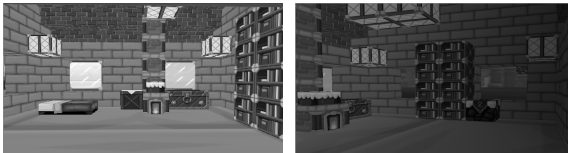


图 6 虚拟场景室内测试图

5 结束语

基于 OpenGL 技术开发交互式虚拟漫游场景并对一些关键技术进行了研究与分析,包括场景的建模、烟雾的模拟、地面天空的绘制、交互控制、视点漫游技术的实现等,可以给人以身临其境的感觉。系统运行流畅,画面真实感强,人机交互效果良好,拥有广阔的应用前景。未来,随着虚拟现实技术的不断成熟,下一步将继续考虑采用物理建模方式并利用 GPU 加速处理,得到更为真实、流畅的交互式虚拟漫游效果。

参考文献:

[1] 周 忠,周 颐,肖江剑. 虚拟现实增强技术综述[J]. 中国

(下转第 149 页)

HTTP 请求,PHP 语言则可以利用 CURL 扩展实现^[15]。

(3)QQ 消息发送模块的实现。

QQ 消息的发送可以通过 Mojo-Webqq 实现,Mojo-Webqq 是基于 Perl 语言实现的开源项目,它默认运行在本机的 5000 端口,支持 HTTP 调用方式,使用方法与短信发送类似。微信消息告警可基于 Mojo-Weixin 开源项目实现,使用方法与 QQ 消息告警类似。

4 结束语

随着服务器数量的不断增多和应用程序复杂度的增加,传统的人工管理方式已不再适用,网络监控系统则成为一种新的趋势。文中设计的基于 Zabbix 的网络监控系统,高效、稳定、自动化运行,有效解决了服务器故障和应用程序错误监控的问题,具有很好的普遍性。该系统通过 Zabbix Server 的自检程序和远程监测程序一定程度上保障了系统的稳定性,但还是存在单点故障的隐患。在未来的工作中,将致力于系统监控平台的负载均衡和系统灾备等工作,以更好地保障监控系统的稳定性^[16]。

参考文献:

[1] 吴夫丹. 基于云平台的服务器监控系统设计[D]. 西安:西安工业大学,2014.

[2] 董 波,沈 青,肖德宝. 云计算集群服务器系统监控方法的研究[J]. 计算机工程与科学,2012,34(10):68-72.

[3] 朱瑞斌. 服务器集群监控系统的设计与实现[D]. 北京:北京交通大学,2015.

[4] 张俊杰. 服务器状态监控系统设计[D]. 西安:西安电子科

技大学,2014.

[5] TADER P. Server monitoring with Zabbix[J]. Linux Journal,2010,2010(195):7.

[6] 王 帆. 基于 Nagios 的服务器监控平台构建与实现[J]. 实验室研究与探索,2010,29(12):51-57.

[7] 岑锐坚. 使用 Cacti 监测系统与网络性能[J]. 开放系统世界,2006(7):68-72.

[8] 徐 叶,袁 敏,李国军. 嵌入式 Web 服务器远程监控系统的设计与实现[J]. 计算机与现代化,2013(2):94-98.

[9] 郭晓慧,李润知,张 茜,等. 基于 Zabbix 的分布式服务器监控应用研究[J]. 通信学报,2013,34:94-98.

[10] 李朝阳. 利用 Zabbix 进行系统和网络管理[J]. 计算机时代,2008(10):19-22.

[11] VLADISHEV A. Open source enterprise monitoring with Zabbix[C]//OpenSource data center conference. [s. l.]:[s. n.],2009.

[12] 杜 鹏. 飞信机器人系统的设计与实现[D]. 北京:北京邮电大学,2010.

[13] 周 萌,林国策,杨厚云. CENTOS 下 ZABBIX 的配置与使用[J]. 北京信息科技大学学报:自然科学版,2015,30(1):90-94.

[14] 李艳霞,刘乃嘉,王 鑫. 高校信息系统自动监控报警平台的研发与应用[J]. 实验技术与管理,2011,28(3):101-103.

[15] 杨 磊. 基于 Linux 系统的监控工具与其自动化测试的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2012.

[16] ANDREOLINI M, COLAJANNI M, PIETRI M. A scalable architecture for real-time monitoring of large information systems[C]//Second symposium on network cloud computing and applications. [s. l.]:IEEE,2012:143-150.

(上接第 133 页)

科学:信息科学,2015,45(2):157-180.

[2] HAVIG P, MCINTIRE J, GEISELMAN E. Virtual reality in a cave:limitations and the need for HMDs[C]//Proceedings of SPIE. [s. l.]:[s. n.],2011.

[3] GAO C, LIN Y, HUA H. Optical see-through head-mounted display with occlusion capability[C]//Proceedings of SPIE. [s. l.]:[s. n.],2013.

[4] CHEN Y J, THALMANN N M, ALLEN B F. Physical simulation of wet clothing for virtual humans[J]. Visual Computer,2012,28(6-8):765-774.

[5] PATKAR S, GHAUDHURI P. Wetting of porous solids[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2013,19(9):1592-1604.

[6] 安 兴,李 刚,徐林伟,等. 虚拟现实技术在美军模拟训练中的应用现状及发展[J]. 电光与控制,2011,18(10):42-46.

[7] 主福洋. 虚拟现实技术的现状及发展趋势[J]. 中国新通信,2012(20):37.

[8] 王相海,李婷婷,庞 新. 基于重复纹理映射的动态云实时模拟研究[J]. 计算机科学,2011,38(2):257-259.

[9] 王相海,李婷婷. 基于几何建模的海浪模拟[J]. 计算机科学,2011,38(10):259-262.

[10] 何晓波. 火箭测试发射过程可视化虚拟训练系统的研究与实现[D]. 西安:西安电子科技大学,2014.

[11] 方 沁. 基于 Unity 和 3dmax 的虚拟实验室三维建模设计与实现[D]. 北京:北京邮电大学,2015.

[12] 董 梁,刘 海,韩俊刚. 图形处理器中光照和纹理映射的设计与仿真实现[J]. 计算机科学,2011,38(2):284-287.

[13] 陈海鹏,申铨京,吕颖达,等. 基于 Lambert 光照模型的图像真伪盲鉴别算法[J]. 计算机研究与发展,2011,48(7):1237-1245.

[14] 袁雪霞,尹新富. 烟雾的快速模拟[J]. 计算机工程与设计, 2008,29(9):2392-2393.

[15] 吴艳繁. 基于视线追踪的人机交互系统[D]. 长春:吉林大学,2014.

[16] 朱惠娟. 基于 Unity3D 的虚拟漫游系统[J]. 计算机系统应用,2012,21(10):36-39.