

# 基于 OSG 的虚拟校园漫游系统的设计与实现

温转萍, 申闫春

(北京信息科技大学, 北京 100192)

**摘要:**基于 OSG 实现了北京信息科技大学北京机械工业学院的校园漫游系统, 可以以多种方式和路径漫游实现自动和手动漫游, 并且可以设定背景特效, 具有场景定位功能。结合 OSG 技术阐述了其系统功能结构及关键技术, 提出了针对漫游系统在建模中容易犯的错误, 并且讨论了 OSG 编程过程中出现的内存泄漏问题的解决方法等。

**关键词:**OSG; 虚拟校园; 校园漫游; 系统仿真; 虚拟现实

**中图分类号:**TP391.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2009)01-0217-04

## Design and Implementation of Visual Campus Ramble System Based on OSG

WEN Zhuan-ping, SHEN Yan-chun

(Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192, China)

**Abstract:** The visual campus ramble system for Beijing Information Science & Technology University's Beijing Institute of Machinery is implemented based OSG in this paper. It can ramble by kinds of ways and paths that you can operate by yourself or by system itself. It also can set background and effects, and it has the function of scene location. Introduces the function and structure of the system and the key technologies with OSG. It proposes the errors that may be ignored in the course of model building. Then it discusses the problem and the solution of memory leak, and so on.

**Key words:** open scene graph; virtual campus; campus ramble; system simulation; visual reality

## 0 引言

虚拟现实技术被认为是一项神奇的技术, 对于现在很多人来说已经不是一个陌生的名词, 它已经广泛应用于科学计算可视化、广告宣传、建筑设计、军事模拟、视景仿真等领域。虚拟场景实时漫游是虚拟现实技术的一个重要应用, 因为它具有实时交互的特点, 而且没有制定具体的路线, 人们可以在虚拟的环境中自由地行走, 不受时间、空间的限制, 达到真正意义上的交互。该技术被各个行业单位作为对外宣传与交流的重要手段, 尤其是大学校园虚拟漫游系统的应用越来越广泛, 通过虚拟漫游系统可以足不出户而身临其境地畅游校园, 并且在浏览过程中可以随心所欲地从不同角度、不同方向看到整个校区的面貌<sup>[1]</sup>。

很多高校已经通过 VRML、Vega 等实现开发了虚

拟校园漫游系统, 本系统以北京信息科技大学机械工业学院校区作为实例, 通过 Open Scene Graph (简称 OSG) 及其三维仿真平台<sup>[1]</sup>来实现校园的实时漫游, 北京信息科技大学是原北京机械工业学院和原北京信息工程学院经过多年筹建合并而成, 该校园的虚拟漫游便于对于新学校的建设、评估和宣传, 该系统仿真度高、细节丰富、操作简便, 能够给人们以最直观的展示<sup>[2,3]</sup>。

## 1 系统设计

本系统是对北京机械工业学院进行数字化采集, 得到其数据, 然后通过三维建模构建大型场景, 最终实现虚拟场景的实时漫游。

(1) 系统主要分为漫游路径选择、校园场景定位、特效背景设置三个功能模块。

漫游路径选择模块: 可以通过该模块选择漫游方式及各种漫游路径, 比如以某路径自动漫游校园, 或者以开车模式或飞行模式手动漫游校园等等;

校园场景定位模块: 可以通过该模块对学校的各种建筑场景进行定位浏览或生成鸟瞰图, 比如选择定

收稿日期: 2008-04-15

基金项目: 科技部科技型中小企业技术创新基金项目 (bt2006-50)

作者简介: 温转萍 (1982-), 女, 山西平遥人, 硕士研究生, 研究方向为流媒体技术, 虚拟现实及仿真技术; 申闫春, 博士后, 副教授, 研究方向为虚拟现实与系统仿真技术, 网络多媒体信息技术, 流媒体技术, 计算机动画与模拟仿真技术。

位图书馆,系统便会自动定位到图书馆的位置,可以以此处为起点自由漫游或定位浏览;

特效背景设置模块:可以通过该模块添加关闭背景音乐,或添加雾效、阳光等环境天气特效,令漫游有更完美的视听效果。

(2)系统开发具体主要包含如下几个部分。

场景建模与优化:利用 Google Earth 工具进行卫星航拍,以学校门口的地图为参考依据,收集相关实体的结构数据以及大量的照片,对校园实体进行实体建模。同时兼顾光照、纹理、材质等多方因素。建模通过使用 3ds Max 以及 SkrtchUp 软件完成。在建立场景数据的基础上,对大场景进行优化<sup>[4]</sup>。

建立三维场景模型:利用基于 OSG 技术开发的软件三维仿真软件进行编辑并导出三维场景模型。当将场景模型导入 3dvri 软件中进行编辑,主要是进行摄影机的路线校正,以及天空盒的创建还有镜头光斑的设置等,最后将场景文件保存为 ive 格式的文件<sup>[1,5]</sup>。

实现实时漫游:基于 OSG 技术,在 Microsoft Visual Studio .NET 2003 平台下开发的一个基于 MFC 的演示窗口,实现虚拟校园的漫游功能。

### 1.1 建立场景模型

实体建模通过数据采集、确定模型的层次结构、进行可视建模、去除冗余、使用纹理等步骤完成,但对于实现漫游这一特定目的要注意建模中常出现的问题:

#### (1)过分强调细节。

一般来说,模型的细节程度是影响其逼真的重要因素之一,细节程度越高,模型越逼真。但是,建立模型的目的是为了给虚拟现实系统创造一个虚拟环境,并在其中实现漫游等特定任务。因此在建模时还需要考虑到整个系统的综合性能。如果在建模时过分强调细节,对于所有结构和表面特征都采用多边形来实现,而忽略了场景数据库整体结构的优化设计,不仅会使工作量骤然增大,而且可能导致整个漫游系统的运行速度下降,性能降低。因此,在建模过程中一定要有整体观念,意识到模型细节和系统性能之间的相互制约性,不可盲目追求真实而无限细化模型。在系统构建中,可将实体进行细致建模,其余采用纹理映射技术。

#### (2)实体拼接组合的位置关系不正确。

许多物体不是用一个简单的几何形状就可以描述,它们常常是由多个实体拼接而成的。但是并不是简单的搭积木,如果拼接组合的位置关系不正确,在漫游时会产生模型的局部闪烁的现象,严重影响漫游视觉效果。

#### 1.1.1 校园场景层次结构

北京机械工业学院校园面积约 15.7 万平方米,校

舍占地面积约 13.6 万平方米。主要建筑有 15 处,整个校园的结构如图 1 所示。

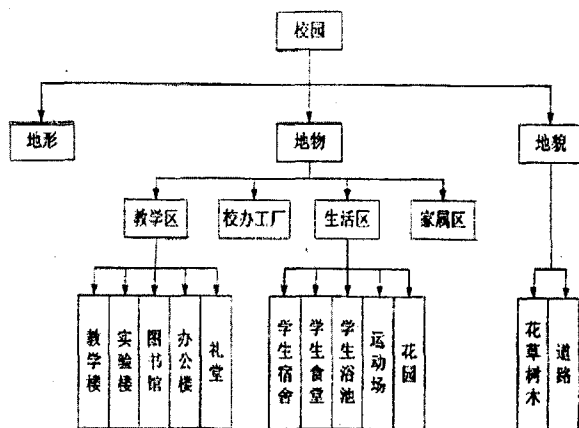


图 1 校园场景层次图

#### 1.1.2 场景模型的优化

对于初次接触可视化仿真建模者来说,最大的愿望就是创建初惟妙惟肖、以假乱真的三维模型,总是试图追求场景真实可信、使人身临其境,而很少考虑为此可能要付出的各种代价。当然,这种要求和动机都是无可厚非的,但是对于可视化仿真应用而言,最关心的并不是模型的本身在建模软件环境中的“离线视觉效果”(即非实时的可视效果),而是所创建的模型数据库对实时系统的有效程度。需要指出的是,场景模型数据库越大并不意味着会取得越好的仿真效果,然而模型数据库拥有优良的实时性能却常常意味着可以运用更多的建模技巧,添加更多的模型对象来创建更加丰富、逼真的可视化虚拟场景<sup>[6,7]</sup>。

因为模型数据库最终还要通过实时系统进行调用和检验,实时仿真系统会以每秒 30 次的频率对模型数据库进行各种计算、遍历和渲染,在对虚拟场景中所有的物体进行准确重绘的同时还要时时响应各种外部输入的信息,所以必须象重视构建模型本身一样重视对模型数据库的调用和优化<sup>[8]</sup>。

### 1.2 实时漫游实现

#### 1.2.1 内核功能实现

对三维模型浏览,要设计自主风格的浏览器,必须定义自己的类,来继承 OSG 中提供的接口中的许多方法,主要为 osgProducer 接口中的类。其中 osgProducer::Viewer 是一个普通功能的浏览器,只实现了 DOS 下的几个操作。需在 MFC 中用到它,就得将它继承下来,然后重载其成员函数来实现。在该系统中,重载了它的 setUpViewer 函数,该函数设置浏览器的初始状态,以实现不同漫游方式。

对于漫游,在 OSG 中主要是利用摄像机控制类来实现,主要控制摄像机的各种拍摄操作,包括前进后退

左右移动等等,不同的摄像机,对应不同的摄像机控制类。摄像机的各种运动主要是通过它的矩阵变换实现的。方法为:

(1)计算并设置摄像机的位置和方向,位置和方向都是由位置向量和方向向量定义的。要改变它们,就得对它做矩阵变换。

(2)计算摄像机初始位置,在程序初始加载时,都要计算一下摄像机的初始位置,如果不计算初始位置,程序运行时可能就会将场景显出在视口外面,从而在屏幕什么都看不到了。

(3)添加鼠标事件,在漫游中要用到鼠标控制,因此必须计置添加鼠标事件来接收鼠标控制消息并作出响应。

(4)设置摄像机高度。

### 1.2.2 OSG 场景渲染

一个场景图形系统可以允许程序保存几何体并执行循环的绘制工作,此时所保存于场景图形中的几何体信息以 OpenGL 指令的方式发送到硬件设备上。但是,这种执行机制无法实现许多特性<sup>[9]</sup>。为了实现动态的几何体更新、拣选、排序和高效渲染,OSG 场景图形提供的不仅仅是简单的循环绘制,事实上,有三种需要遍历的操作:

(1)更新:更新便利(有时也称作程序遍历)允许程序修改场景图形,以实现动态场景。更新操作由程序或者场景图形中节点的回调函数完成。例如,在飞行模拟系统中,程序可以使用更新遍历来改变一个飞行器的位置,或者通过输入设备来实现与用户的交互。

(2)拣选:在拣选遍历中,场景图形库检查场景里所有节点的边界体积。如果一个叶节点在视口内,场景图形库将在最终渲染列表中添加该节点的标志。此列表按照不透明物体与透明物体的方式排序,透明体还要按照深度再次排序。

(3)绘制:在绘制遍历中(有时也称作渲染遍历),场景图形将遍历由拣选遍历生成的几何列表,并调用底层的 API,实现几何体的渲染<sup>[10]</sup>。

### 1.2.3 OSG 嵌入到 MFC

OSG 不能直接嵌入 MFC 窗口,得需要摄像机类来支持,它使用 Producer 接口来实现 MFC 方面的 GUI。

Producer 接口中有一个叫 Camera 的相机类,摄像机内部有个叫 Render Surface 的渲染面,该渲染面就相当于计算机的屏幕。摄像机所摄影像就投放在该面的投影矩阵中,因此要设置显示窗口大小就可使用 Render Surface 来设置,要将 OSG 窗口嵌入到 MFC 中,也同样用 Render Surface 来设置,Render Surface 是 Cam-

era 的一个成员对象,要获取 Render Surface 对象可以使用 Camera 对象的 getRenderSurface()方法得到,该函数返回一个 RenderSurface \* 的对象指针。

### 1.2.4 内存泄漏问题解决方案

一般用户在面向对象编程中,使用 new 运算符创建对象实例之后,没有及时用 delete 运算符释放对象,而造成部分内存空间被浪费的后果,也就是所谓的内存泄露错误。

由于 OSG 中与场景图形有关的大多数类均派生自 Referenced 类,因此 OSG 大量使用了智能指针来实现场景图形节点的管理。在 OSG 中,智能指针的概念指的是一种类的模板,它针对某一特定类型的对象(即 Referenced 类及其派生类)构建,提供了自己的管理模式,智能指针的使用为用户提供了一种自动内存释放的机制,即,场景图形中的每一个节点均关联一个内存计数器,当计数器的计数减到零时,该对象将被自动释放。而用户如果希望释放整个场景图形的节点的话,则只需要删除根节点,根节点以下的所有分支节点均会因此被自动删除,不用担心内存泄露的问题。

要注意的是使用 OSG 的智能指针,需要满足以下两个条件:

(1)用户的类必须派生自 Referenced 类,这样才能使用与其自身关联的内存计数器;

(2)使用智能指针模板 `osg::ref_ptr<class T>` 来定义类的实例,当用户使用该模板定义实例时,内存计数器即被启用并加一;同理,当 `ref_ptr` 模板超出其生命范围时,类实例的内存计数器将被减一,如果减到零则对象自动被释放。

### 1.2.5 碰撞检测

在虚拟漫游中要使用户具有沉浸感,实现碰撞检测是非常必要的。本系统采用基于视点向前的线段探测<sup>[7]</sup>的碰撞检测算法。

OSG 中提供了 `osg::LineSegment`,一个包含一个起点和一个终点的线段类;`osgUtil::IntersectVisitor` 是一个接受线段的类,用于判别与节点的交集,其中的函数 `addLineSegment(line.get())` 用来添加一条线段到列表当中;`osgUtil::IntersectVisitor::HitList` 可以得到相交点的具体位置,从而计算出距离。

### 1.2.6 文字标注

为方便漫游和快速定位,漫游系统一般会在场景中用特大醒目字体标注各主要建筑,如图 2 所示。

通过控制摄像机方向的方法来标注功能,所标注的文字即 text 必须总是朝向屏幕,可通过 `setAxisAlignment (osgText::Text::SCREEN)` (即摄影机对齐),同时如何将该 text 放置在目标位置上也是一个有

待解决的问题,其在屏幕中位置用  $\text{makeTranslate}(x, y, z)$  来设置,其中参数为  $x, y, z$ ,分别为三个坐标轴上的坐标,即  $\text{text}$  在空间的具体位置。这是一个十分繁琐的过程,因为现在不能得到场景中模型的原点位置的坐标函数,所以只能通过不停的试验来逐步逼近目标位置。



图 2 视景效果

## 2 结束语

对基于虚拟现实技术的虚拟场景漫游系统的设计、实现进行了研究,总结了漫游系统的开发方法和流程,并在通过 OSG 及其三维仿真平台实现了场景较为复杂的北京机械工业学院虚拟校园漫游系统,讨论了针对漫游系统在建模中容易犯的错误,并且解决了

OSG 编程过程中出现的内存泄漏问题等,使漫游系统无论从界面还是底层都很完善,方便操作,仿真度高,令虚拟现实技术在实际应用中获得了较好的效果。

### 参考文献:

- [1] 申国春,朱幼虹,曹莉,等.基于 OSG 的三维仿真平台的设计与实现[J].计算机仿真,2007,24(6):207-211.
- [2] 龚建华,林辉,谭倩.虚拟香港中文大学校园的设计与初步试验[J].测绘学报,2002,31(1):39-43.
- [3] 李辛沐.基于 VRML 的五邑大学虚拟校园漫游系统[J].五邑大学学报:自然科学版,2004,18(2):57-60.
- [4] 李小青.基于 MAX 脚本和 OSG 的树木可视化算法研究与实现[D].北京:北京林业大学,2006.
- [5] Bowman D A, Kruijff E, LaViola J, et al. 3D user interfaces: theory and practice[M]. Boston: Addison Wesley, 2004.
- [6] Hubbard P M. Collision Detection for Interactive Graphics Application[J]. IEEE Transaction Visualization and Computer Graphics(S1077-2626), 1995, 1(3): 218-230.
- [7] 桂琳,殷宏,王金虎.虚拟校园环境的构造及漫游系统的实现[J].计算机与信息技术,2006(7):28-30.
- [8] 丁建浩,王毅刚,潘志庚.采用大屏幕投影系统的虚拟河坊街漫游[J].杭州电子科技大学学报,2005,25(1):56-59.
- [9] 陈勇,马纯永,陈戈.基于 VC/OpenGL 的虚拟海大校园导航系统[J].计算机辅助设计与图形学学报,2007,19(2):263-267.
- [10] 施仁奈. OpenGL 编程指[M]. 第 5 版. 徐波等译. 北京:机械工业出版社,2006.

(上接第 216 页)

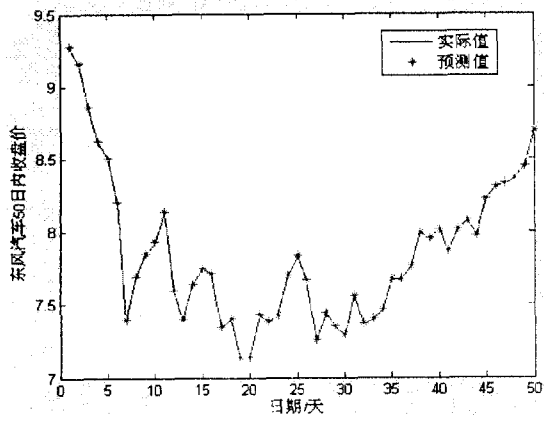


图 3 东风汽车 50 日内收盘价预测结果图

的波动性和不确定性,建立了一种基于改进型 Elman 神经网络的股价预测模型,并利用 GA 的寻优能力对网络结构和权值进行优化。应用该模型对东风汽车价

格变化趋势进行模拟预测,取得了较好的效果。与利用静态 BP 网络进行预测相比,有更高的精度和收敛速度。实验证明,利用 Elman 网络实现股票价格预测是可行的,是一种具有发展前景的预测方法。

### 参考文献:

- [1] 高钦和,王孙安.基于 Elman 神经网络的非线性动态系统辨识[J].计算机工程与应用,2007,43(31):87-89.
- [2] 司凤琪,洪军,徐治皋.基于改进 Elman 网络的动态系统测量数据检验方法[J].东南大学学报:自然科学版,2005,35(1):50-54.
- [3] 宣昆,刘祖望.遗传算法与神经网络在照明系统中的应用[J].光源与照明,2007(2):34-37.
- [4] 张桂玲,孙济洲.基于改进的动态神经网络的网络入侵检测模型[J].计算机工程,2006,32(11):10-12.
- [5] 吴贻鼎,朱翔,黄继瑜,等.基于神经网络的证券市场预测[J].计算机应用,2002,22(5):31-33.