

# 三维仿真场景构建及漫游系统实现

刘巧红<sup>1</sup>, 单 贵<sup>1</sup>, 钱家乐<sup>2</sup>

(1. 上海电子信息职业技术学院计算机应用系, 上海 200411; 2. 武汉理工大学资源与环境工程学院, 湖北 武汉 430070)

**摘 要:** 采用视景仿真工具 MultGen Creator 和 Vega 设计并开发了以武汉理工大学为原型的虚拟校园三维仿真漫游系统。三维仿真漫游系统的视觉效果及运动速度与虚拟校园三维场景构建中的多种关键技术相关, 在建模中采用了纹理映射技术、LOD 技术、布告板技术、减少多边形数量等等相关技术, 在实时驱动漫游的过程中, 采取了多种人机交互方式以及碰撞检测等等, 由此最终实现了三维仿真漫游系统。

**关键词:** 仿真系统; 虚拟校园; 关键技术; 场景建模; 实时驱动

**中图分类号:** TP391.9

**文献标识码:** A

## The Construction of 3D Simulation Scene and Implementation of Roam System

LIU Qiao-hong<sup>1</sup>, SHAN Gui<sup>1</sup>, QIAN Jia-le<sup>2</sup>

(1. Dept of Computer Shanghai Technical Institute of Electronics & Information Shanghai 201411 China;

2. School of Resource and Environmental Engineering Wuhan University of Technology Wuhan 430070 China)

**Abstract:** With the application of the development tools MultGen creator and Vega, a virtual campus 3D simulation system for WUHAN University of Technology is created. The system's vision effect and motion velocity are related with the key technologies of virtual campus's 3D scene modeling. The relevant techniques such as texture mapping, LOD, Billboards and the reduction of polygon's number are used in modeling while the man-machine interaction and collision detection are employed in real-time driving. At last, a 3D simulation system is developed.

**Key words:** simulation system; virtual campus; key technology; scene modeling; real-time driving

虚拟现实 (Virtual Reality, 简称 VR) 技术于 20 世纪后期发展起来, 近年来得到了飞速的发展。它是集计算机技术、传感与测量技术、计算机仿真技术、语音处理与音像技术及微电子技术于一体的多学科综合技术。虚拟现实技术以虚拟环境作为载体, 由计算机生成虚拟环境, 用户可以通过视、听、触等感觉与之交互, 产生身临其境般的视景仿真系统。

自美国副总戈尔在 1998 年提出了数字地球这一概念后, 数字校园作为数字地球建立的基本层次也越来越受到研究者的关注。而虚拟校园是利用虚拟现实与可视化技术而构建的三维仿真漫游系统, 正是数字校园构建的基础和平台。虚拟校园三维仿真漫游系统的开发及研究顺应了信息社会的发

展趋势, 它不仅能为数字校园的建设提供一个基础的三维平台, 而且能够应用到相关的数字化系统的研究中。本文采用视景仿真工具 MultGen Creator 和 Vega 构建了以武汉理工大学南湖校区为原型的虚拟校园三维仿真漫游系统, 并且深入探讨了三维场景建模和实时驱动漫游中的关键技术。

### 1 系统开发的流程与设计

虚拟校园三维仿真漫游系统的实现主要分为三大步骤, 首先通过高清晰度的数码设备对校区景物进行采样, 获取校区整体风貌及具体建筑实体, 以及相关的图像纹理; 进而完成三维场景建模, 主要包括地形、地貌 (植被、水文、交通道路等)、地物 (建筑物、景观等)、实体 (汽车、行人等)、气象条件 (日光、

雾、云等)等,其中建模重点为地物建模;最后设计漫游引擎,完成对三维场景的漫游控制,同时在场景中设置多种环境效果,增添场景真实感。系统实现流程图如图 1 所示。

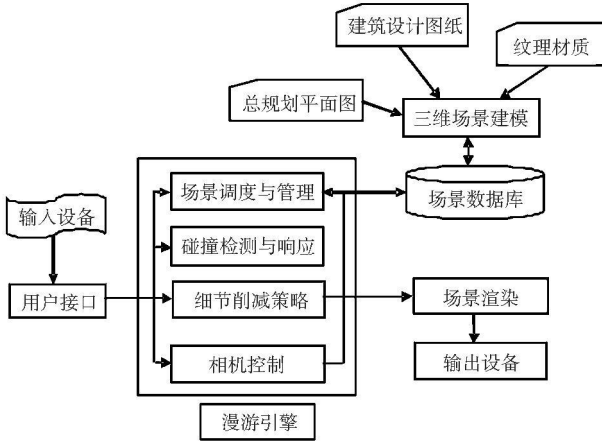


图 1 三维仿真漫游系统实现流程图

三维仿真漫游系统的主要功能是实现观察者与三维仿真场景的交互,系统主要包含 6 个模块:系统控制模块、漫游模式模块、导航控制模块、碰撞检测模块、声效控制模块和粒子系统模块。其中漫游模式模块和碰撞检测模块是三维仿真漫游系统实现的关键,系统中有多种漫游模式供观察者使用,使用鼠标键盘甚至外接方向盘等输入设备控制观察者的视点运动方向,在漫游的过程中,一旦遇到了地面、建筑物、树木等物体时,将进行碰撞测试,当发生碰撞时运动立即停止。声效控制模块和粒子系统模块为了增强系统的真实效果,模拟了自然界中的各种声音和不同的天气状况,例如下雨天、下雪天或者是打雷闪电的特效。利用多通道模式,在系统的右上角显示校园场景地图的示意图,应用在导航控制模块中便于跟踪观察者的位置。系统控制模块,控制系统的启动退出、最大化最小化以及选择观察者视点的起始位置等功能,还包括其它一些辅助功能。如图 2 所示。

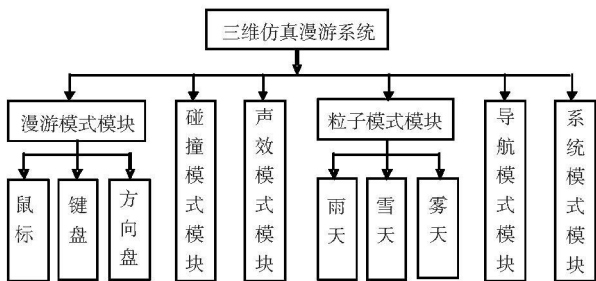


图 2 三维仿真漫游系统的功能模块结构图

系统的设计与实现:在 Windows XP Professional 操作系统平台上,安装 MultGen Creator<sup>3.0</sup>进行三维场景建模,Vega<sup>3.7</sup>驱动场景漫游实现视景仿真,Visual C++编程实现多种人机交互。另外三维场景中所需的图像纹理采用 PhotoShop<sup>7.0</sup>处理转换成 Vega中能正常显示的格式。硬件上要求必须配备独立显卡,以处理图像在 Creator无法正常显示的情况。

## 2 数据采集及处理

三维场景来源于现实世界真实环境,实际上就是对客观世界的一个数字化过程,在建模前需采集相关的数据,以便建模使用。主要有三类数据需要进行采集:地形数据,用来存储地形高度数据,按照等距网格的形式存储;数字化地图数据,主要指地貌特征为数据,包括道路、水文、植被等向量数据,本系统的地图数据来自航拍图及校区规划总平面图;纹理数据,本系统的纹理数据主要来源于数码相机拍摄的实物,部分来自于常用材质图片库,用来表征地形地貌及建筑物的几何模型。

以上采集得到的数据,还需进行进一步的加工才可以应用到系统的开发中。通常通过数据采集得到的数据采用 JPG、TIFF等格式存储,但由于在 Creator中应用时将其它的格式存储的图像中抽取其中的颜色通道并以 INT、INTA、RGB、RGBA 格式表示,在使用时增加了一次格式的转换工作,降低了三维场景运行的实时性。在本系统中,所有图像格式均转换成 RGB,这样既不会造成颜色信息的丢失因而失真,也不用在系统运行过程中进行格式转换。

## 3 三维场景建模中的关键技术及示例

MultGen Creator是在图形工作站上知名的实时三维模型建模工具软件系统,其定义的数据库格式为 OpenFlight 数据库采用树状层次结构进行组织,支持许多场景仿真中的概念,如光源、纹理映射、层次细节、3D 声音、自由度、模型实例化等。由 Creator生成的 .flt文件可以直接导入 Vega中以供漫游场景的开发。

虚拟校园三维场景中模型建立的好坏直接关系到整个漫游系统的场景真实性和沉浸感,不仅如此,场景中模型的复杂度也决定了实时漫游时的运动速度,因此在模型建立的过程中,模型的优化显得尤为重要。下面介绍在系统开发过程中用到的关键技术。

为了降低三维场景中模型的复杂度,场景中的实体模型大量采用了纹理映射技术。在建模过程

中,往往可以忽略掉一些实体细节,特别是形状不规则且难以建模的部分。以教学楼为例,如果按照教学楼实体建模的话,墙面上的门、窗、雨檐等等都成为建模的对象,一则建立的模型多边形数量较多,再则细节详细,建模过程过于复杂。采用纹理映射技术不仅不会丢失物体的逼真性,而且由于多边形面的减少,占用少量的系统资源,因而提升运行速度。纹理贴合到实体模型的面上,能很好地模拟出该面上的细节。在贴图中,图像全部采用了 RGB 格式,以像素为单位,长和宽都是 2 的整数倍,消除了图像扭曲或无法正常显示的情况。在图像的存储大小上,尽量将纹理分割成小面积。如草坪贴图,草坪图像内容单一,将其用  $16 \times 16$  的像素存储,比用  $128 \times 128$  像素存储的文件大小减少了 64 倍,不仅节省了大量的存储空间,也不会降低纹理映射的显示效果。如图 3、图 4 所示。



图 3 采用纹理映射技术的楼体 1



图 4 采用纹理映射技术的楼体 2

布告板技术 (Billboards) 是用单个多边形表示不规则形状的对象的一种简单方法,一般可以使用布告板技术表示电线杆、树或人。方法是将要表示的物体的纹理照片贴到多边形表面,然后在运行时让多边形总是面向观察者。使用布告板技术可以显著地减少多边形的数量,提高模型运行的效率。

场景中的树木、路灯、学生宿舍等等模型有着大

量的重复,我们可以将此类对象作成实例,即模型数据库中某个对象的一个参考副本,其它与之属性相同且空间位置不同的对象仅仅只是创建了一个指向模型数据库中的模型对象的指针,并没有完全的复制该对象。因此,可以大大地节省磁盘空间以及减少对内存的占用。

漫游时,视点与模型之间的距离通常是由远及近,可以利用层次细节模型来处理复杂场景显示与计算机运行速度之间的不协调。当视点远离模型时,显示细节度低,多边形数目少的模型;当视点逐渐靠近模型时,显示细节度高,多边形数目多的模型。这样,当模型较远的时候,可全部调用细节度最低的模型,加快渲染和运动速度。

所有的模型都是由点线面构成,由点线可以构成不同的面,而最小的面单元就是三角形,适当的减少三角形的数量,在绘制模型的时候能加快速度,对整个场景的渲染有利。如果场景中多边形数量过多,在许多配置较低的计算机上不能很好地处理,所以在构建场景的时候,尽量创建出效果真实而多边形数量少的模型。例如学院图书馆为圆柱体建筑,在构建时用多面体来替代,从而减少了面数。

利用外部引用,不仅可以将场景实体分人分时构建,也可以减小最终导入 Vega 中的整体场景文件大小。虚拟校园中有教学楼、图书馆、学生宿舍等建筑物,将不同的建筑物分别建模,以地形模型文件为主文件,将建筑物对应的模型通过外部引用的方法导入,放置到合适的位置,生成最后的文件。在主文件中保存的是引用文件的路径和名称,并不保存模型数据库,每个建筑物可以保持相对独立,修改时不影响其它模型。

由以上技术建立的三维模型,能很好地模拟现实校园场景,优化三维场景的复杂性,为漫游的实时性和系统运行的流畅性做好充分的准备,下面是虚拟校园中的部分场景。如图 5、图 6 所示。

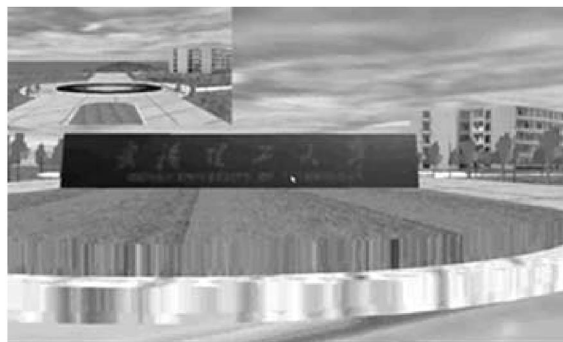


图 5 武汉理工大学大门



图 6 学校道路

## 4 漫游系统的驱动引擎设计

三维场景建立后, 导入到 Vega 中实现漫游系统。Vega 是专门用于虚拟现实、实时视景仿真、声音仿真以及其它可视化领域的世界级领先应用软件。Vega 提供了图形式用户界面 Lynx 和 Vega API。Vega 包括完整的 C 语言应用程序接口, 为软件开发人员提供最大限度的软件控制灵活性, 同时也为使用 C++ 开发的仿真程序驱动虚拟现实实体的运动提供了可能。

系统在 Visual C++ 6.0 环境中开发, 调用 Vega 库函数, 实现了鼠标驱动漫游, 键盘控制漫游, 接入方向盘控制方向漫游等多种人机交互方式。对三维场景的环境效果, 利用 Vega 库函数设置天空色彩, 云朵形态, 雾效果, 光照效果, 时辰调节等, 同时模拟了水声、雨声、人声的各种自然界的声, 增强了漫游系统的真实性。多通道的实现在场景中增加了可以导航的二维地图, 可以确切地掌握观察者的位置所在。

### 4.1 运动模式控制

在虚拟环境中视点位置的改变就是漫游系统中主要的交互方式, 也就是移动, 而移动主要有直接映射和物理控制两种。系统中主要是采用了利用物理设备如鼠标、键盘、方向盘和操纵杆等与虚拟环境交互。如键盘上的向上键模拟汽车驾驶时的加油门。系统在结合鼠标键盘控制漫游路径时, 实现了鸟瞰和步行漫游模式。在 MFC 中建立的交互式的 Vega 应用程序, 程序中调用 Vega 库函数, 在鸟瞰模式下, 通过鼠标的左右键、滑轮, 键盘的上、下、左、右键控制观察者移动, 改变视角。下面是实现该模式的部分代码。

```
vgPosition * pos=vgNewPos();
float CurrentX, CurrentY, CurrentZ, CurrentH,
CurrentP, CurrentR;
```

```
vgGetPos(obs pos);
vgGetPosVec ( pos &CurrentX, &CurrentY,
&CurrentZ, &CurrentH, &CurrentP,
&CurrentR );
if(m_bRighButtonMove==true) //鼠标右键
被按下, 物体绕 Z 轴旋转
{
float dH = 0.03 * (( point.x m -
RStartPoint.x) /3);
CurrentH=CurrentH+dH;
vgPosVec ( pos CurrentX, CurrentY, Cur
renZ, CurrentH, CurrentP, CurrentR);
vgPos(object pos);
}
```

### 4.2 碰撞检测的实现

在三维仿真漫游系统中最重要就是碰撞检测, 它是实现仿真系统真实性的一个关键环节。碰撞检测既要保证观察者的视点不会降落到地面以下, 又要确保观察者不会破墙而入, 直接穿过建筑物、树木、路灯等实体对象。与地面的碰撞检测, 要求观察者的视点高度始终随着地面高度的变化而变化。而于建筑物等实体的碰撞检测中, 当即将碰到实体, 观察者就要改变视点方向。

在 Vega 中利用 Isector 模块与场景中的 observer 绑定, Isector 实例随着 observer 在场景中定位、运动并实时进行各种类型的相交测试计算, 系统再根据相交测试做出相应反应, 如改变视点位置等, 从而减少了不必要的碰撞, 提高系统性能。针对地面碰撞和实体碰撞分别编写代码, 下面是控制观察者视点总是在地面 2.5m 之上, 当地形出现变化时, 观察者的视点随之作出相应的变化的代码部分。

```
vgIsector * motion_eye //创建名为 motion_
eye 的 Isector 实例
motion_eye=vgNewIset();
vgIsectfTarget(motion_eye vgGetScene(0));
//设置目标 Isector 掩码为 Terrain All
vgIsectClass(motion_eye VG_IS_TERRALL);
vgProp(motion_eye VG_IS_METHOD, VG_IS_Z);
//设置 Z 偏移量为 2.5f
vgProp(motion_eye VG_IS_ZOFFSET, 2.5f);
```

## 5 结束语

本文中详细阐述了在 Creator 和 Vega 的基础上, 构建出的虚拟校园三维仿真漫游 (下转 69 页)

通过服务器端在客户端的代理异步发送到服务器端, NET 方法进行处理, 然后以 XML 结果形式返回到客户端, 由客户端程序对 XML-DOM 模型进行数据处理, 然后更新局部区域。

### 3 应用效果

Web2.0 标准中典型的应用呈现模式是样式表与网页内容相分离, 即采用 CSS 控制网页样式, 可以很方便地将样式信息与网页内容相分离。系统前台页面布局采用了现在流行的 Div+Css 布局技术<sup>[7]</sup>。

这样, 管理者可以根据直播主题的不同, 设置页面呈现风格。我们以四川广播电视大学三十周年校庆图文直播系统为例, 呈现了系统应用效果, 如图 3 所示。



图 3 系统呈现效果

### 4 结束语

本文从 AJAX 的核心概念和原理出发, 主要讨论了采用了以 XML 为通信交换的数据形式, 并运用 TEA 加密算法进行数据加密, 构建了一个基于 AJAX 引擎的数据异步传输模型。并以四川广播电视大学三十周年校庆图文直播系统为背景, 将 AJAX 引擎应用于直播开发的异步通信中。实践表明, 采用 AJAX 引擎方式使得整个过程中只把有效的数据传至服务端被处理, 处理完又只把有效的结果数据传输过来。大大节省了对原有页面的重画而需要的重复表示数据, 从而大大提高了数据传输率。

### 参 考 文 献

- [1] 陈峰敏, 罗田, 李颖智. Ajax 原理与系统开发 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 130-145.
- [2] 崔 瑶. Ajax 和数据交换平台在管理信息系统中的应用 [D]. 上海: 上海海事大学, 2007.
- [3] 游丽贞, 郭宇春, 李纯喜. AJAX 引擎的原理和应用 [J]. 微机计算机信息, 2006, 2(3): 205-207.
- [4] 赵定远. 基于 AJAX 的异步 WEB 开发模式 [J]. 现代电子技术, 2008, 15(10): 79-81.
- [5] 胡振华, 周斌. Ajax 在 J2EE 中数据交互的应用研究 [J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(12): 102-105.
- [6] Florin Bota, Laura Farinetti, Anca Ramau. An Educational-oriented Framework for Building Online Courses Using XML [C] // IEEE International Conference on MultiMedia and Expo Romania, Cluj-Napoca 2000.

(编校: 叶 超)

(上接 65 页)

系统的技术路线, 以及在数据采集阶段, 三维场景建模及漫游引擎设计阶段过程中的众多关键技术。针对运动模式的交互方式和碰撞检测的具体实现, 作了详细的阐述。在今后的系统开发中, 将进一步实现观察者进入建筑物内部继续浏览室内环境的效果, 更加真实地模拟现实生活中的行为。整个三维仿真漫游系统效果逼真、实时性好, 系统作为一个信息传递的平台, 对校园建设的展示及未来的发展有着良好的宣传作用。

### 参 考 文 献

- [1] 王乘, 李利军, 周均清, 等. Vega 实时三维视景仿真技术 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005.

- [2] 王乘, 周均清, 李利军. Creator 可视化仿真建模技术 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005.
- [3] 方小峰. 基于虚拟现实的城市规划三维仿真设计系统 [J]. 计算机仿真, 2007, 24(3): 230-234.
- [4] 杨评利, 仇小鹏, 黄少华, 等. 在 Vega 环境下开发虚拟现实应用程序 [J]. 计算机仿真, 2005, 22(5): 165-168.
- [5] 刘航, 王积忠, 王春水. 虚拟校园三维仿真漫游系统关键技术研究 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(12): 33-35.
- [6] 叶叠, 仲梁维, 罗云. 基于 Vega/MultGen 的三维仿真漫游系统的研究与实现 [J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(2): 362-364.
- [7] 官勇, 蒲小琼, 张翔. 虚拟场景漫游技术及其系统实现 [J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(15): 89-91.
- [8] 曹彤. 虚拟博物馆的三维场景构造及交互漫游实现 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(24): 6006-6007, 6011.

(编校: 叶 超)