

# MultiGen Creator 构建城市交通场景及其在 C++ 下重建方法

喻细辉,熊坚,陈泽林

(昆明理工大学 交通工程学院,云南 昆明 650224)

**摘要:** 分析了用虚拟现实建模软件 MultiGen Creator 构建城市交通虚拟场景的建模方法;分别剖析了 MultiGen Creator 模型的数据组织形式和 OpenFlight API 组织数据的方式;结合 OpenFlight API 和 OpenGL API 编程,在 C++/VC 中重建复杂虚拟场景。

**关键词:** MultiGen Creator;OpenFlight API;OpenGL API;数据结构

**中图分类号:** TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)04-0113-04

## MultiGen Creator Construct Town Traffic Scene and Its Reconstruction in C++

YU Xi-hui, XIONG Jian, CHEN Ze-lin

(Faculty Transportation Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

**Abstract:** The basic modeling method of constructing town traffic scene using virtual reality software, MultiGen Creator, is analyzed. The data structure of MultiGen Creator's model and the method of organizing data of OpenFlight API are discussed. The complex virtual reality scene is reconstructed by using both OpenFlight API and OpenGL API in C++ programming.

**Key words:** MultiGen Creator;OpenFlight API;OpenGL API;data structure

### 0 引言

虚拟现实技术是 20 世纪 90 年代以来兴起的一种新型信息技术。Virtual Reality 的概念由美国人加隆·兰里尔(Jaron Lanier)在 20 世纪 80 年代初正式提出来,中文译作“虚拟现实”。一般认为,虚拟现实是利用计算机生成一种模拟环境(如飞机驾驶舱、分子结构世界等),通过多种传感设备使用户“投入”到该环境中,实现用户与该环境直接自然交互的技术。这里所谓的“模拟环境”一般是指用计算机生成的有立体感的图形,它可以是某一特定实现环境的表现,也可以是纯粹构想的世界。在模拟环境中,实现人机交互、互相交流的操作环境极其身临其境的感觉,使人产生强烈的参与感、操作感,使人成为“景中人”,实现人境一体化<sup>[1]</sup>。总之,虚拟现实系统就是利用各种先进的硬件技术及软件工具,设计出合理的硬件、软件及交互手段,使参与者能交互式地观察和操纵系统生成地虚拟世界<sup>[2]</sup>。建立虚拟城市交通场景就是利用虚拟现实技术,通过适当的开发工具构建一个“人-车-环境”的虚拟城市交通系统。

一个成功的虚拟现实应用系统极其复杂,必需具有灵活性,可移植性与实时交互性,这对软件开发环境提出了非常高的要求。从基本的代码行(如 C/C++ 与 OpenGL)开始开发一个全新的虚拟现实应用系统,其工作量非常大,且软件的可靠性也大受质疑。因此有必要提供某种框架或平台使新的应用可以在已有的虚拟现实开发工具的基础上运行<sup>[2]</sup>。

本文论述如何利用专业虚拟现实软件 MultiGen Creator 构建城市交通虚拟场景,并通过其支持的开发工具 OpenFlight API 读写 MultiGen Creator 软件构建的模型信息,获取模型数据;再通过 OpenGL API 编程

收稿日期:2002-12-10;基金项目:昆明市科技重点项目(项目编号:昆科工字 2002-03)。

第一作者简介:喻细辉(1975~),男,硕士研究生;主要研究方向:交通仿真。E-mail:yuxihui@sina.com

构建诸如汽车、公交站台、道路等复杂三维模型的高层命令或函数<sup>[3]</sup>。用户可以通过这些高层命令,在 VC/C++ 编译环境下较容易、快速地构建城市交通复杂虚拟场景。

## 1 MultiGen Creator 简介

MultiGen Creator 系列软件是美国 MultiGen - Paradigm 公司开发的新一代实时仿真建模软件,是世界领先的适时三维数据库生成系统,为客户提供了一整套的视景仿真解决方案。MultiGen Creator 在满足实时性的前提下生成面向仿真的、逼真性好的大面积场景;它可为 25 种不同类型的图像发生器提供建模系统及工具,它的 OpenFlight 格式已成为实时三维领域最流行的图像格式及仿真领域的行业标准。MultiGen Creator 可以用来对城市仿真、战场仿真、娱乐和计算可视化等领域的视景数据库进行产生、编辑和查看。

OpenFlight 是 MultiGen 数据库的格式,OpenFlight 数据格式是 MultiGen Creator 的根基,它的逻辑化的有层次的景观描述数据库,用来通知图像生成器何时及如何渲染实时三维景观,非常精确可靠。OpenFlight 使用几何层次结构和属性来描述三维物体,它采用层次结构对物体进行描述,可保证对物体顶点和面的控制。MultiGen Creator 先进的实时功能如等级细节、多边形删减、逻辑删减、绘制优先级、分离平面等是 OpenFlight 成为最受欢迎的实时三维图像格式的几个原因。许多重要的虚拟现实开发环境都与它兼容。

MultiGen Creator 的 OpenFlight API 允许增加自定义的数据库实体、扩展功能、延伸、生成工具和算法。结合 MultiGen Creator 通用的输入/输出 API,能为数据库增加更高的使用价值。OpenFlight API 是用户进一步开发 MultiGen Creator 所构建虚拟场景的基础,利用 OpenFlight API 可以把 MultiGen Creator 的模型信息读取出来,通过 OpenGL API 编程,高效地构建复杂虚拟场景。

## 2 MultiGen Creator 虚拟场景建模方法

建立城市交通虚拟场景的基础工作就是对各种虚拟场景建模。在具体建模过程中,应依据不同的对象区别对待。城市虚拟场景建模具体实施起来,可按以下几个方面来进行<sup>[1]</sup>:

1) 天空建模:在做传统三维动画时,往往用背景贴图来表现天空,但这只适应于视角固定的静态场景,而在实时交互场景中会导致严重失真。虚拟环境中的天空应采用半球面或圆柱面模型,并在天空模型的内表面,用纹理映射产生全天候天空背景。

2) 地表状况建模:地面模型应根据城市遥感照片、城市地图、地形图来建模,以便正确表现城市地形、地貌、路网、水域和街区。

3) 建筑物、构筑物建模:在虚拟场景中,建筑物、构筑物作为主体,应采用三维模型。

当然对于那些外形轮廓接近矩形的陪衬建筑物,则可用事先拍摄的该建筑物各个立面的照片制作材质贴图,贴在矩形简易模型的各个对应外表面。这样做可以大大减少具体模型的数据量,但效果肯定不如真正的三维模型。所以对于主体的和不规则的建筑物、构筑物应尽可能作到真三维。

4) 运动物体(人、车等)的建模:在静态的建筑效果图中用人物和车辆作为配景已广为使用。在虚拟城市交通环境中,人物和车辆应当具有运动的能力。所以在中,人物、车辆等就不应采用简单的贴图,而应该是可运动的。

5) 其他物体的建模:虚拟场景中还有许多其他物体,如树木、花草、路灯等,这些物体如均采用三维模型,将大大增加数据量,而最终影响虚拟环境的实时性。在这里这就必须使用贴图,把树木、路灯等材质以透明贴图的方式,贴在相互垂直的两个二维表面上,这样在虚拟环境中,二维的物体就具有根据摄影机位置自动调整法线方向的能力了。

## 3 剖析 MultiGen Creator 模型层次结构<sup>[5]</sup>

MultiGen Creator 的模型是通过几何图元(geometry)、继承(hierarchy)和属性(attributes)三种元素定义的,Creator 模型文件使用 OpenFlight 格式描述场景时,需要使用这些组成元素。OpenFlight 数据由几何图元、继承和属性三种元素组成,这三种元素可用来构建模型、地形等。下面分别介绍这三种组成元素:

⑧ 几何图元(geometry):从图形学的观点看,几何图元把一个三维造型看作一系列有序坐标点.几何图元包含多边形、边和顶点,通过几何图元可构建出平面.

⑨ 继承(hierarchy):几何图元通过继承关系进行组织,可提高它们在适时程序中的绘制速度.三维立体模型用面节点(face node)存储,面节点组织成更高级的对象节点(Object node).对象节点又可以组织成更高级的组节点(Group node).

⑩ 属性(attributes):属性用来提供一些附加特性,包括颜色属性、纹理属性和材质属性,以获得理想效果.

#### 4 MultiGen Creator 的基本节点类型

基本节点类型包括数据头节点,组节点、对象节点、面节点和顶点.在层次关系图中,组节点,对象节点和面节点置于一个默认的头节点(Database header node)下.

数据头节点(Database header node)处于数据层次关系图的顶部,在创建新文件时,头节点就自动地产生了,在层次关系图中标示为“db”.数据头节点存储了关于模型创建和修改的日期、数据单元(database unit)等信息,数据头节点不能被删除,且是唯一的.

组节点(Group node)表示一组对象节点(Object nodes),对象节点按照逻辑关系组成组节点,这将便于操纵模型的数据.在层次关系图中,组节点用红色标示,缺省情况下,组节点的 ID 符起始用“g”标示.

对象节点(Object node)是一组面节点(Face node).面节点按照逻辑关系组成一个对象节点,便于操纵模型的数据.在层次关系图中,对象节点用绿色标示,缺省情况下,对象节点的 ID 符起始用“o”标示.面节点(Face node)由一组有序、共面的顶点(Vertex node)构成,这些顶点描述了一个面.顶点按照逻辑关系组成一个面节点,便于操纵模型的数据.在层次关系图中,面节点用绿色标示,缺省情况下,对象节点的 ID 符起始用“p”标示.

顶点节点(Vertex node)代表一个空间点,每个点有三维空间坐标表示.在数据层次关系图中,顶点节点是不可见的.图 1 描述了 MultiGen Creator 的这种数据结构.

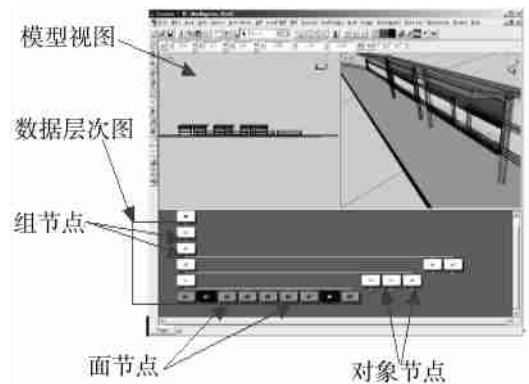


图 1 MultiGen Creator 数据层次关系图

#### 5 OpenFlight API 的数据的组织形式<sup>[6]</sup>

在数据层次关系中,一个 OpenFlight 模型被分成几组,这样模型的各个组成部分就更容易编辑处理.整个模型被安排在一个组节点下,模型的某一部分由一个对象节点表示,一个多边形在对象节点中就是一个面节点,每个面又由边和顶点组成,这种层次关系便于对模型的操纵.图 2 描述了 OpenFlight 的这种数据结构.

#### 6 应用 OpenGL 实现模型重建的方法

利用 OpenGL 重新构建三维视景的过程,也就是利用 OpenFlight API 读取 MultiGen Creator 模型信息,把模型中所包含的信息写入适当的数据结构中,再利用 OpenGL API 实现在 C++/VC 重建三维场景的过程.其中设计合适的数据结构是关键.

可以设计一个链表,利用 OpenFlight API 访问模型的所有面节点,抽取面节点所包含的信息,并把这些信息写入到一个链表接点中.OpenGL 利用该链表的数据,实现模型的重建.这个链表的数据结构是这样设计的.

首先,定义一个结构体,用来存储一个平面上的信息,这些信息包括顶点坐标,平面的法向量,颜色属

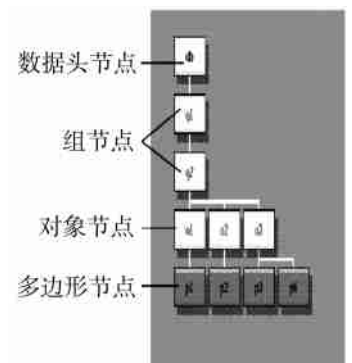


图 2 OpenFlight 层次数据结构

性,多边形的在模型中的名称,顶点在模型中的名称,是否有纹理,纹理坐标,纹理图形的文件名,纹理映射方式,纹理索引号等信息.

```
typedef struct tagInfoPolygon
{
    VERTEX        vertex ;
    VECTOR        vector ;
    COLOR         rgb ;
    UVVERTEX     uvvertex ;
    char *       nameOfPolygon ;
    char *       nameOfVertex ;
    bool         IsHasTexture ;
    char *       nameOfTexture ;
    int          typeOfTexture ;
    short        indexOfTexture ;
} InfoPolygon ;
```

其中自定义 VERTEX 结构体用来存储定点坐标,自定义 VECTOR 结构体用来存储平面的法向量,自定义 COLOR 结构体用来存储平面的颜色属性,自定义 UVVERTEX 结构体用来存储纹理坐标.然后再定义一个链表<sup>[4]</sup>,用来存储一个 MultiGen Creator 模型中所有面节点的信息,每一个面接点的信息存储在链表的一个节点上.

```
typedef struct PolygonList
{
    InfoPolygon        OnePolygon ;
    struct PolygonList * next ;
} PolygonList ;
```

在 C++/VC 编译环境下,利用 OpenGL API,获取 PolygonList 链表所存储模型的几何信息,纹理映射等信息,可以重建复杂的虚拟场景.图 3 是用 C++ 程序重建的昆明市公交专用站台模型.

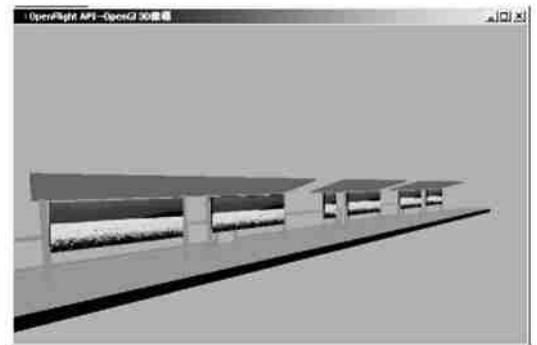


图 3 昆明市公交专用倒站台模型

在获取了模型地数据后,可以通过建立链接库文件和动态链接文件,为不同类型的城市交通场景(如公交站台,信号灯等)构建高层命令.

## 7 结论

目前,我们已用虚拟现实建模工具 MultiGen Creator,为城市交通的各种场景建立三维模型库;通过读写各种虚拟场景的模型,构建自己的基于 OpenGL API 高层命令(函数).有了这些高层命令,使得构造像城市交通这样复杂的大场景成为可能.

### 参考文献:

- [1] 郑皓,蓝运超,范凌云.浅谈虚拟现实技术及其在城市规划中的应用[J].武汉:武汉大学学报,2001,34(6):100~113.
- [2] 张茂军.虚拟显示现实系统[M].北京:科学出版社,2001.10~100.
- [3] 李颖,薛海斌,朱伯立,朱仲立. OpenGL 技术应用实例精粹[M].北京:国防工业出版社,2001.45~70.
- [4] 严蔚敏,吴伟民.数据结构(C语言版)[M].北京:清华大学出版社,1999.50~150.
- [5] MultiGen - Paradigm, Inc. The MultiGen Creator Desktop Tutor, 2000.1~70.
- [6] MultiGen - Paradigm, Inc. OpenFlight API User's Guide (Volume 1), 2000.1~50.