

# 基于 Java3D 的城市三维景观的网络可视化

陈健 高井祥

(中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008)

[摘要] 在网络环境下实现城市三维景观可视化, 具有重要的研究意义和广泛的应用价值。本文利用 Java3D 技术实现基于 Web 的城市三维景观可视化技术方案, 并成功实现了原型系统。实验表明, 在三层 B/S 结构下采用 Java3D 进行场景建模和交互, 是在网络环境下实现城市三维景观可视化的有效途径。

[关键词] WEB; Java3D; 城市三维景观; 网络可视化

测绘信息网 <http://www.othermap.com> 网友测绘人提供

## WEB-BASED VISUALIZATION OF 3D SCENE OF CITY BASED ON JAVA3D

CHEN Jian GAO Jin-Xiang

(School of Environment and Spatial Informatics of CUMT, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

**Abstract:** Web-based visualization of 3D scene of city has significance and application evaluation. In this paper, the author not only raised a technique scheme of using Java3D to realize visualization of 3D scene of city on web, but also successfully developed an experimental system based on B/S structure. Experiment shows that this technical scheme is feasible.

**Key Words:** WEB; Java3D; 3D Scene of city; web-based visualization

### 1 引言

作为数字地球建设中的一个信息节点, 数字城市的建设将为数字地球的全面展开奠定基础。数字城市综合运用 GIS、网络、多媒体和虚拟仿真等技术, 将城市信息管理与服务融合到基于 Internet 网络的数字化系统中, 具有三维、多重分辨率空间信息的特点。

城市三维景观是城市数字化信息的一个重要组成部分, 它将城市地理信息和其他城市信息结合发布到网络上, 并能供远程用户访问。三维场景的构建及其网络可视化是建立数字城市的基础。

Web 3D 技术在基于互联网展示三维世界领域获得了广泛的应用。目前已经出现一些技术(规范)如 VRML、View Point、Java3D、Cult3D 等, 实现基于互联网展示房屋、工业产品等三维模型, 大大丰富了互联网应用, 展现出网络三维可视化技术广阔的应用前景。

在目前的 Web 3D 技术中, Java3D 以其动态建模、高效渲染、交互灵活、安全性高、扩展性强等优势, 尤其适合互联网环境下的三维景观生成与交互。本文将探讨利用 Java3D 在三层 B/S 结构下实现城市三维景观可视化的方法。

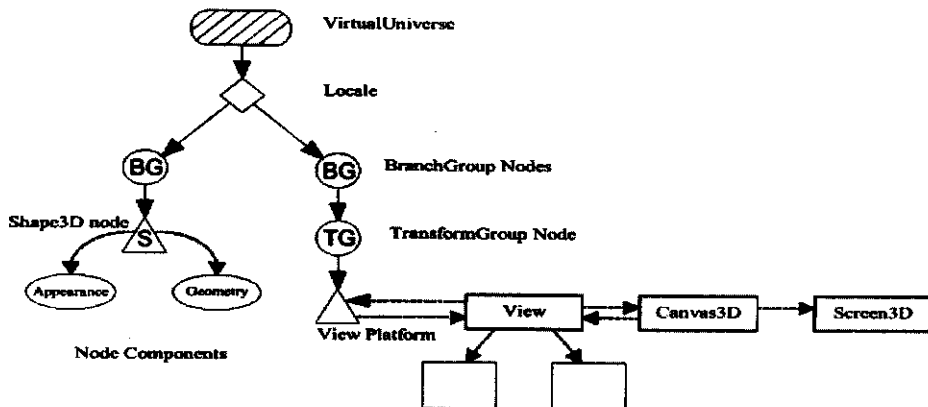


图 1 Java3D 场景图示例

## 2 Java3D 的场景图数据结构

Java3D 采用基于场景图(Scene Graph)的编程模型。Java3D 提供了大量 Java3D 类, 开发者可以通过实例化这些类创建各种 Java3D 对象。这些对象包括几何体, 外观(Geometry)、灯光(Light)、变换(Transform)、声音(Sound)以及行为(Behavior)等。

Java3D 的场景图中, 最底层的节点是 Virtual Universe, Virtual Universe 对象定义了一个虚拟的三维空间。

Virtual Universe 对象维持了一系列 Locale 对象的列表, 一个 Locale 对象可以理解为一个原始的坐标系, 这个坐标系中的所有对象, 也就是这个 Locale 对象的子节点, 其相对位置都是相对于该 Locale 对象的引用点(局部坐标系的原点)。每一个 Java 3D 程序可以有一个或多个 Locale 节点, 但同一个时刻只能有一个 Locale 节点处于激活状态。一个简单 Java3D 场景图如图 1。

## 3 Java3D 三维场景建模基本方法

现实世界中三维空间实体包含多种对象, 如地形、道路、建筑物、树木、水系等。若将这些地理对象根据其空间分布特性进行划分, 可分为两大类:

一类是以在空间上连续分布为特性的对象, 如地形、土壤等。另一类是以离散实体为特性的对象, 如建筑物、树木等, 这类对象以独立的个体而存在。在所有对象当中, 最重要的两种对象是地形和建筑物。下面就这两种对象的 Java3D 建模及三维可视化技术进行讨论。

### 3.1 利用 Java3D 进行地形建模

在 Java3D 场景图的视模型中, 主要包含了用于构建三维地形模型和进行场景交互的节点元素: 包括 BranchGroup 节点、TransformGroup 节点、Shape3D 节点、Behavior 节点等。Shape3D 节点用于构建三维地形模型, Appearance 和 Geometry 节点对象分别描述地形模型的几何属性和纹理属性。Behavior 节点用于控制用户与三维场景的交互: 通过 Behavior 节点直接作用于 TransformGroup 节点, 用户可以实现对地形场景的控制, 如位置平移、场景缩放、模型切换等功能。

目前描述地形一般通过数字地面模型(DTM)来实现, 利用 DTM 构建三维地形场景的流程如图 2 所示。按照上述思想, 本文模拟了一组 DEM 数据作为实验对象, 试验得到的地形三维可视化线框图如图 3 所示。

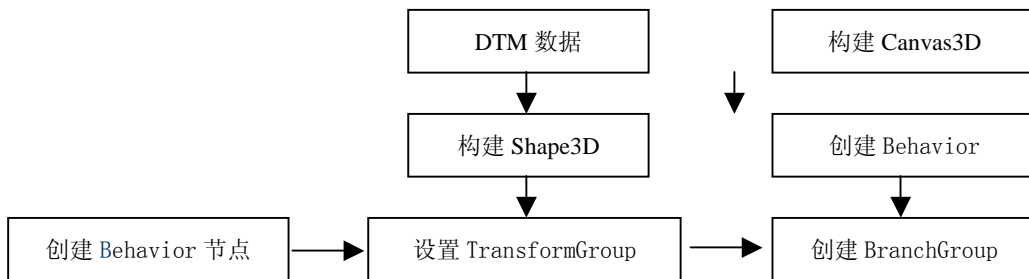


图 2 Java3D 地形建模流程

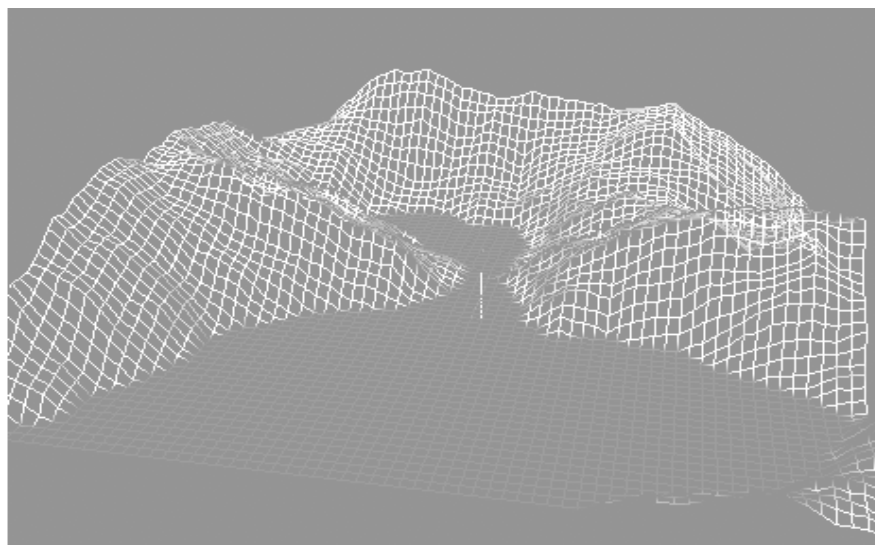


图 3 地形三维可视化

### 3.2 利用 Java3D 进行建筑物建模

城市中绝大部分建筑物为规则形体, 针对其空间分布的特点, 应用面向对象思想给出一种三维建模方法。该方法将形状复杂的建筑物分解为几种简单形状, 简化了数据结构。对于规则的建筑物大多数呈现长方体、柱体、三棱体等的组合外形, 因而可以定义长方体、柱体、三棱体等几何构造体来表达建筑物对象。

面向对象建模的基本思想是将建筑物划分成几种基本体元, 所谓基本体元就是组成各建筑物的共同的子结构。建筑物常见的基本体元有以下几种: 圆柱、长方体(正方体、正四棱柱可看作是长方体的特殊情况)、圆锥、三棱柱等, 也有一些不常见的体元, 如三棱锥、球、球冠、圆台、三棱台、正六棱锥、正六棱台等。对这些体元进行任意组合, 经过几何变换和布尔操作可以生成许多种建筑物的基本形态和一些常见的建筑部件, 进而可以组建成复杂的单体建筑物, 对于任何一种组合, 都要按照层次结构分类建模。

在 Java3D 的工具包中提供了一些创建基本形体的类如 Box, Cone, Cylinder 等, 利用这些类可很容易的创建构成建筑物的基本体元, 对这些基本几何体进行叠加、组合, 进而组建成复杂的建筑物(如图 4 所示)。



图 4 建筑物三维建模

## 4 城市三维场景网络可视化

### 4.1 三维可视化

三维显示实际上是三维模型在二维平面上的投影。初始化的城市三维模型要经过一系列的变换才能在屏幕上显示三维效果。这些变换包括两种形式。一种是几何变换。由变换矩阵来完成。例如通过平移、缩放、旋转等变换操作, 来改变三维图形在屏幕中的相对位置, 将目标放入观察范围内。Java3D 中使用 TransformGroup, Transform3D 类的实例化对象实现图形的几何变换。另一种变换就是透视变换。透视选择并裁切场景, 形成视景物, 并对其进行透视。

视景物是一个空间区域, 位于视景物之外的场景将被裁切掉, 在屏幕上显示的就是视景物范围内的场景。要把三维场景最终显示在窗口上, 还需要进行视口变换。视口是绘制场景的矩形区域。视口变换决定把场景中的点映射到绘图区的方式。Java3D 通过实例化 View 类, 调用类的相应方法来实现透视变换。

### 4.2 在城市三维场景中漫游

漫游可以简单的理解为在虚拟场景中不断的根据用户的输入而动态的调整观察点位置、观察方向、视角等参数, 调整过程中场景被不断的渲染从而形成连续的观察者画面, 使浏览者产生在虚拟的场景中游览的效果。

在虚拟场景中, 视点处于虚拟的场景中, 观察效果类似视点对虚拟场景中的物体发出的投射光线在一个图像板上的投影效果, Java3D 提供了丰富的 View 相关的类, 很方便实现多种方式漫游的漫游。

1) 使用键盘实现场景漫游: Java3D 提供了 behaviors.keyboard 包用于监听键盘事件产生, KeyNavigatorBehavior 类实现了采用键盘控制视点的移动。

2) 响应鼠标事件的漫游: 要实现复杂的交互行为, 这种情况需要自己编写相应的行为类。Java3D 可以支持鼠标、键盘传统的交互设备以外的多种输入设备。在 Java3D 中, 可以通过 Java 的事件体系捕捉用户的键盘、鼠标等设备, 控制观察点的位置和方向, 实现虚拟漫游。

3) 替身: 在场景中漫游经常提到替身(Avatar)的概念, 替身可以是观察者的化身, 也可以是一个导游, 可以将视点、视方向等对象绑定到替身上, Java3D 提供了 Avatar 类, Avatar 的身高用以指定视点的高度值, 同时, 替身具有自己的方法, 如 Walk(), Fly(), jump(), 以及其它方法, 替身的行为改变, 将会关联到视对象, 从而生成漫游画面。

### 4.3 城市三维场景中属性查询

当用户在一个虚拟的环境中漫游的时候, 或许还会想知道某虚拟形体的其它相关信息, 如某栋建筑物的名称、所有者、层数、面积等。

在三维的场景中实现对象的属性查询涉及几个问题:

- (1) 属性信息组织与存储。
- (2) 在三维场景中对虚拟形体进行拾取, 获得该对象的标识。
- (3) 根据对象标识提取及更新属性数据。

首先根据不同的应用, 建立虚拟城市中各类虚拟形体的属性信息。比如, 建筑物可以包含下列属性信息: 建筑名称、建筑面积, 层数、建成年代等,

将这些信息存储在一个数据库表中以便作其它应用。

数据表的 id 字段定义的是虚拟对象的标识, 当进行属性查询时, 用户拾取 (Pick) 虚拟形体时可以首先获得该节点对象的类型及名称, 然后将其作为查询的标识。在 Java3D 中, 拾取 (Pick) 技术允许用户在 3D 空间拾取一个 3D 对象, 当用户在屏幕上看到一个物体, 然后移动鼠标到目标位置上并按下鼠标键时, Java3D 从视点向投影平面上的鼠标点击点画一条射线, 沿射线的方向检测是否有物体与该射线相交并可返回指定的物体。

要实现属性的查询, Java 需要访问一个存储属性的数据库文件。Java 的数据库连接 (Java DataBase Connectivity, JDBC) 提供了 Java 程序跨平台、跨数据库的访问的能力。

### 5 实例分析

本文以某一个小区的数据为实验, 采用上述三维建模方法, 利用 Java3D 构建了该小区的三维场景。以一建筑物为例, 所采用的数据格式如下:

Building\_Profile //建筑物侧面信息

```

Building_1.gif //纹理图像
312541.21 435643.41 23.45
//顶点坐标
312542.52 435651.21 23.45
312542.52 435651.21 0
312541.21 435642.41 0
END_Profile //侧面信息结束
Building_Roof //建筑物房顶信息
6 //顶点个数
4 //分解成三角形的个数
312542.52 435651.21 23.45
//顶点坐标
.....
1 2 6 //构成三角形的顶点号
.....
END_Roof //顶面信息结束
    
```

图5是基于B/S三层结构、利用Java3D实现的三维场景的前台 (Web浏览器) 运行界面, 在这个系统中运用Java通信功能完成数据请求和数据接收功能, 采用Java3D技术开发三维场景的建模、显示和交互功能。

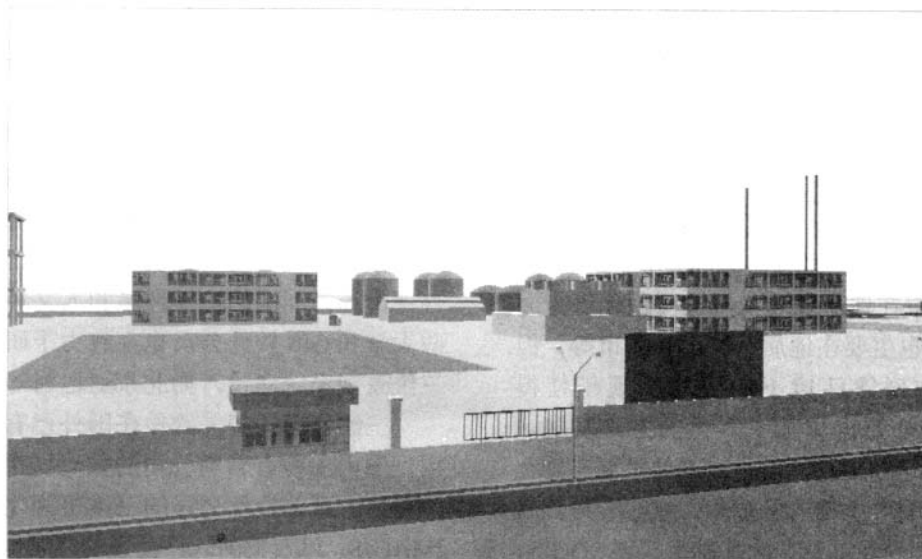


图 5 Java3D 在网络环境下进行城市三维景观建模和显示

实验表明, 采用 Java3D 技术, 基于三层 B/S 计算模式, 可在英特网环境下实现三维场景可视化。Java3D 的动态建模、高效渲染、交互灵活、扩展性强等特点, 保证了在浏览器中实现较为理想的三维显示效果和响应速度。

### 6 结论

随着“数字地球”、“数字城市”提出和建议, 以及计算机软硬件、英特网的迅猛发展, 促使传统二维 GIS 服务走向网络化, 表现形式向三维立体方向发展。以三维景观模型为主要内容的数字虚拟系统

越来越引起人们的关注, 在此背景下, 探讨在互联网环境下的三维城市景观可视化技术, 具有重要的意义和广阔的应用前景。

本文介绍了利用 Java3D 技术实现三维城市景观可视化。Java3D 是基于 OpenGL 等底层的 API, 同时结合了 Java 语言的网路功能, 很好的解决了网路、跨平台环境的三维可视化问题。

#### 参考文献

[1] 任明, 韩子良. 基于WEB的城市三维建模与可视化方法探 (下转第164页)

- 计研究[J]. 贵州工业大学学报, 2003, 32(4):55-58.
- [3] 朱庆. 三维地理信息系统技术综述[J]. 地理信息世界, 2004, (3).
- [4] 段学军, 顾朝林, 于涛方. “数字城市”的初步研究[J]. 地理学与国土研究, 2001, 7(2).
- [5] 适普公司网站 <http://www.supresoft.com.cn/>
- [6] 孙敏, 陈军. 3维城市模型的数据获取方法评述[J]. 测绘通报, 2000, (11).
- [7] 林卉, 赵长胜, 孙建文. 数字校园 3 维建模与仿真的实现

- 与设计[J]. 测绘通报, 2004, (9).
- [8] 李德仁. 数码城市: 概念、技术支撑和典型应用[J]. 武汉 测绘科技大学学报, 2000, (4).
- [9] 孙敏, 马嵩乃, 陈军. 三维城市模型的研究现状评述[J]. 遥感学报, 2002, 6(2).

[收稿日期] 2005-05-12

[作者简介] 余军(1977—), 男, 硕士研究生, 专业方向为地图制图学与地理信息工程.

## (上接第155页)

2) 在二级存储器(硬盘)上的存储满足这样的设计, 使数据的存储与数据的输入输出操作相一致.

## 6 结束语

本文中, 作者阐述了基于规则格网大规模地形实时绘制的途径和相关技术问题; 介绍了地形的数字表达方式和连续层次细节模型的基本概念及其研究现状和热点问题; 讨论和总结了几何过渡的基本思想和方法、T-连接的概念和裂缝消除的方法、基于视点的地形网格的简化方法; 最后讨论了基于外存的数据格式设计的概念, 介绍了一种成熟的基于外存的数据模式.

## 参考文献

- [1] 何斌, 马天予, 王运坚等. Visual C++数字图像处理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [2] P. Lindstrom, D. Koller. Real-Time, Continuous Level of Detail Rendering of Height Field. Proceedings of SIGGRAPH 96, 109-118. Aug, 1996.
- [3] Mark A. Duchaineau, Murray Wolinsky, etc. ROAMING Terrain: Real-time Optimally Adapting Meshes. *IEEE Visualization '97*, 81-88. Nov, 1997
- [4] H. Hoppe. View-Dependent Refinement of Progressive Meshes. Proceedings of SIGGRAPH 97, 189-198. Aug, 1996
- [5] William Evans, David Kirkpatrick, etc. Right Triangulated Irregular Networks. Technical Report 97-09, University of Arizona, May
- [6] Willem H. de Boer. Fast Terrain Rendering Using

Geometrical MipMapping. <http://www.connectrii.net/emersion>. 2000

- [7] Bent Dalgaard Larsen, Niels Jorgen Christensen. Real-time Terrain Rendering using Smooth Hardware Optimized Level of Detail. <http://www.connectrii.net/emersion>. 2000
- [8] 马小虎. 虚拟现实多细节层次模型的研究[D]. 浙江大学博士学位论文, 1997.
- [9] 赵友兵, 石教英等. 一种大规模地形的快速漫游算法. <http://www.cad.zju.edu.cn/chinagraph/chinese/chinese.htm>. 2000
- [10] 陆艳青. 海量地形数据实时绘制的技术研究[D]. 浙江大学博士学位论文, 2003.
- [11] 金宝轩, 边馥苓. 大规模地形漫游中的实时 LOD 算法研究[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(1):51-54.
- [12] 苏虎, 周美玉. 一种大规模地形的实时绘制算法[J]. 武汉大学学报(工学版), 2003, 36(3):81-85.
- [13] Peter Lindstrom and V. Pascucci. Visualization of large terrains made easy. *IEEE Visualization 2001*, 363-370, Oct. 2001
- [14] M. Griebel and G. W. Zumbusch. Parallel multigrid in an adaptive PDE solver based on hashing and space-filling curves *Parallel Computing*, vol. 25, no. 7, pp. 827-843, July 1999

[收稿日期] 2005-11-03

[作者简介] 曹振宇(1978—), 男, 湖南岳阳人, 工学硕士, 主要从事地理信息系统开发与三维 GIS 研究工作.

## (上接第159页)

- 讨[J]. 计算机应用与软件, 2003, (12).
- [2] 彭青松. Java3D在三维建筑建模中的研究[J]. 矿业科学技术, 2000, (1), (2).
- [3] 崔庆生, 裴继红. GIS中面向对象建筑物三维数据模型研究. 深圳大学学报, 2003, (3).
- [4] 李翔, 李成名, 王继周. 基于Java3D的地形3维可视化技术[J]. 测绘通报, 2003, (10).

- [5] 方敏. Web3d技术发展与应用[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2002, (2).
- [6] 张杰. JAVA 3D交互式三维图形编程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.

[收稿日期] 2005-09-06

[作者简介] 陈健(1980—), 男, 江苏盐城市人, 硕士研究生, 研究方向为实现网络三维 GIS 的关键技术.