

文章编号 1000-5013(2005)03-0317-04

虚拟可视化城市研究

郭葆锋 肖大威

(华南理工大学建筑系,广东 广州 510641)

摘要 对 Multi Gen Creator 和 Vega 等软件进行二次开发,综合利用虚拟现实(VR)技术、全数字摄影测量系统、地理信息系统(GIS),制作具有真实三维环境的虚拟城市系统.论述基于图像的建模与绘制(Image-Based Modeling and Rendering,IBMR)等获取虚拟模型的技术,把 CAD、3DSMAX 和 Imagis 软件的模型,转换到 Multi Gen 以及处理纹理的技术.

关键词 虚拟现实, IBMR, Multi Gen Creator, Vega, 虚拟城市

中图分类号 TP 391.9; TP 317.4

文献标识码 A

当前,虚拟现实技术已在欧美等地区广泛应用于城市规划、旅游、产品、房地产、展览等领域,但在国内规划领域却应用不多.这是因为规划项目涉及用地范围大,三维模型与环境绘制工作量大,周期长,三维海量数据的管理难度过高,软硬件投资大.国内三维可视化软件主要擅长对城市规划与现状建筑、环境三维模型的建立,对三维成果的虚拟现实表现与海量三维数据管理尚无合适产品.这就造成所生成的规划模型很难做到与周边环境的融合,大大降低规划模型的三维表现效果.为解决这一问题,我们采用 20 世纪 90 年代初产生的一种技术——基于图像的建模与绘制(Image-Based Modeling and Rendering, IBMR),直接利用实际中拍摄到的实景图像来构造虚拟场景,实现对城市现状与规划三维模型的快速建立.综合使用虚拟现实技术、全数字摄影测量系统和地理信息系统(GIS),建立虚拟现实系统.

1 系统的软件环境

(1) 仿真建模软件.仿真建模软件是用来定义虚拟环境的软件.采用 Multi Gen-Paradigm 公司的虚拟建模软件 Multi Gen Creator Pro,它能高效生成实时三维数据库,并与后续的实时仿真软件紧密结合.(2) 漫游软件.实时漫游软件是对虚拟环境作实时渲染的软件.采用有图形界面的 Vega 软件,它提供快速方便的建立、编辑和驱动工具,可从任意视点和视角观看整个建筑群乃至某个细小结构,按指定路线或用操纵杆以多种运动方式实时漫游,并将漫游过程记录、回放.(3) 声音模拟软件.声音是任何实际模拟和虚拟现实应用的重要成分,能够动态地增强沉浸感,使用 Paradigm Audio Works 2 模块提供高性能的综合三维声音模拟.(4) 三维建模软件.采用 AutoCAD 及 3D SMAX.(5) 地理信息系统软件.采用适普公司生产的 Virtuozo,IMA GIS 软件. Virtuozo 是一个高度自动化和集成化的空间数据采集系统,可完成从自动空中三角测量,到测绘数字线划地形图(DLG)、数字高程模型(DEM)、数字正射影像图 DOM、数字三维景观模型等数字产品的全套生产作业流程.(6) 图像处理软件. Photoshop 软件、Envi 和 ER- Mapper 等遥感图像处理软件,处理卫星遥感图像或航空相片.

2 系统技术路线和方法

2.1 数据预处理

2.1.1 地表景观建模 虚拟场景的实时建模与动态显示技术分为两类,一是基于三维几何模型的建模

收稿日期 2004-11-16

作者简介 郭葆锋(1974-),女,讲师,主要从事数字城市和虚拟现实的研究. E-mail: ggracess@sina.com

基金项目 国家自然科学基金资助项目(50378037)

与绘制 (Geometry-Based Modeling and Rendering, GBMR), 二是基于图像的建模与绘制 IBMR. GBMR 技术是利用 AutoCAD 和 3DS Max 等软件, 根据真实环境建立其三维几何模型, 在实时漫游过程中根据观察者的位置、光照、消隐信息由计算机绘制相应的视景. 主要优点是观察点和观察方向可以随意改变, 不受限制; 缺点是复杂模型的造型过程比较繁琐, 工作量大, 对硬件要求高. IBMR 是直接利用实际中拍摄得到的实景图像来构造虚拟场景, 具有快速、简单的优点; 缺点是观察点及观察方向受到了严格的限制, 不能实现完全的交互性操作. 我们在实际建模时结合上述两个方法的优缺点综合运用, 先用 IBMR 构造虚拟场景的环境来获得逼真的视觉效果, 同时对虚拟环境中需要与之交互的对象使用 GBMR 来进行实体的构建. 采用三维地理信息系统软件 Imagis, 它使用 IBMR 生成城市三维景观图. 该软件首先利用神经网络影像匹配得出城市的密集视差表面, 再利用基于模板匹配的半自动建筑提取方法获得建筑物的矢量数据和高程, 进而得出数字高程模型, 从而获得真实的三维景观图^[1]. 采用野外测量、地形图数字化、全数字摄影测量等方法, 获取研究区域的地理数据. 通过 Imagis 3.0 影像匹配自动生成 DEM、建筑外表结构与纹理数据等. 当得不到立体影像, 仅有地形图时, 可以对现有地图进行扫描, 删除多余的图层, 赋予建筑物高程属性, 提取和修改地面高程点, 获得矢量化等高线, 再由等高线内插成数字高程模型 (图 1). 当然, 我们也可以通过野外测量的方法, 获得大量高程点三维坐标, 再内插成数字高程模型. 最后根据 Imagis 中获得的三维模型, 3D, 导出为 VRML 的造型文件 (.wrl).

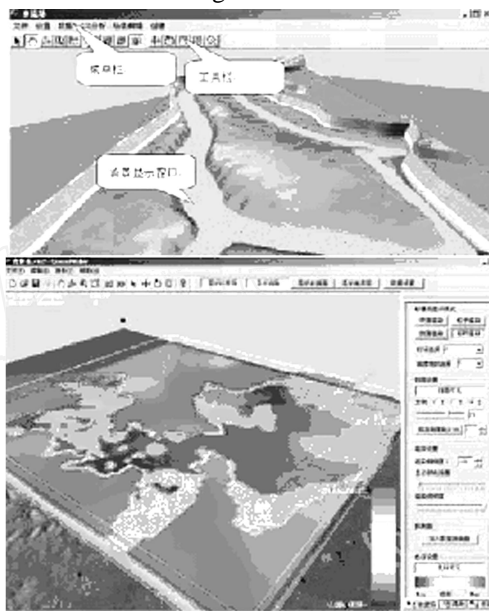


图 1 利用 GIS 数据自动生成三维地形地貌

2.1.2 建筑实体建模 使用摄影测量与遥感方法, 虽然可以快速地建立城市中大部分建筑物的三维模型, 但是对于一些边界模糊或者由于遮挡等因素而无法建立模型的特殊地物. 例如, 复杂建筑物、树木、街道、花坛、雕塑、电话亭、电线杆、广告牌等, 只能根据原始相片和野外测绘记录, 采用 3 种方法来建立其模型. (1) 使用 GBMR 技术的三维建模软件 AutoCAD, 3DS Max, MAYA, MultiGen Creator 来建立模型. MultiGen Creator 的优势在于大场景地理环境的生成以及浏览, 对于单体建筑物的建模并不是这个软件的长处^[2]. 因此我们使用 CAD 建模, 将特殊建筑分别放在不同的层里面, 以保证层次结构的有序, 将数据输出为 DXF 格式, 然后把 DXF 模型转到 MultiGen. 在 CAD 中, 模型是以 Block 的方式进行组织的, 三维几何结构模型的数据组织形式不同于 MultiGen. 因此, 转入 MultiGen 后, 要对可视化数据库进行编辑和整理, 重新构建数据组织形式. 天空建模. 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 (Texture Mapping) 产生天空背景. 为了增加动态效果, 采用纹理变换来实现动态移动的天空云彩. 树木建模. 作为场景中数目最多的树木, 树木的逼真程度影响到场景的真实感. 使用 Billboard 多边形面插件绘制树木. Billboard 插件提供了一个垂直于当前面的透明贴图工具, 可以同时绘制 1~19 个交叉的面. 用这个工具建立的树木模型在漫游时, 根据视线的变化而旋转, 保证观众看到的始终是树木正面 (图 2). (2) 从相关的商业数据库 (如 ViewPort Catalog) 中购买现有的三维模型, 但用户不一定能从商业数据库中找到

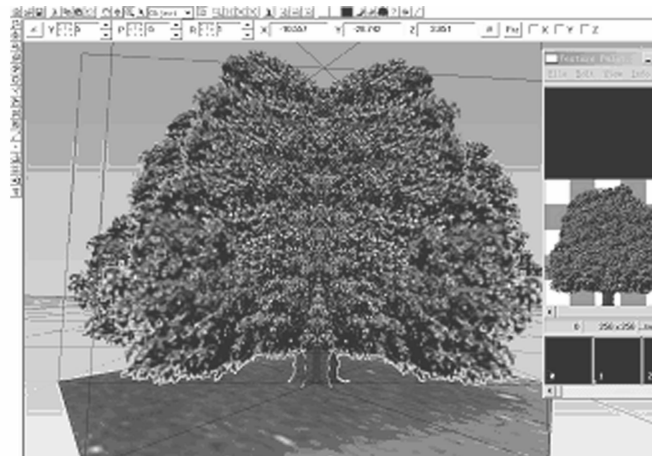


图 2 Billboard 插件建立的树木模型

合适的三维模型。(3) 使用特殊的硬件或软件实现自动三维建模。如使用 Polhemus 公司推出的 3D 数字化仪 HyperSpace Model 100 能得到点的 3 维信息的 Polhemus 探针。通过探针在物体表面的运动,可以得到物体表面的三维模型。也可采用激光扫描技术,通过激光束在物体表面的扫描得到物体的三维模型。这方面的研究在逐步深入,但还没有达到实用的程度。

2.1.3 纹理数据 (1) 获取地面纹理影像。地面纹理影像可以从现有航空影像或航天遥感影像获得,也可从地面近景拍摄获得。(2) 建筑物模型表面纹理。纹理资源包括 Multi Gen、3DS max 等软件带的一些素材库,市场上可得到的素材库 CDROM、数码相机得到的数字化相片及普通相机实拍的照片通过扫描设备生成图像数据。

2.2 模型的转换及简化

2.2.1 模型的转换 将数据采集阶段获取的数据通过数据转换,分别按地形数据、文化数据 DFD(Digital Feature Data)和建筑数据等方式转入虚拟现实建模软件 Multi Gen 中。(1) 地形数据。Multi Gen 可以接受 USGS(美国地质勘查局)的 DEM 格式以及 NIMA(美国国家图像/地图局)的 DTED 格式的网格高程数据,进而转化为 Multi Gen 专用的 DED(Digital Elevation Data)标准格式。Multi Gen 提供多种地图投射方式(Flat Earth, UTM 等)及多种三角化方法,将高程网格数据 DED 转化为 OpenFlight 格式的三角网模型。在转化过程中,Multi Gen 能自动探测山峰、山谷、海岸线;用户可以控制生成的三角面片数或 OpenFlight 文件与源数据的误差。(2) 文化数据。利用 Multi Gen 提供的行命令将文化景观数据 DLG 转换为 Multi Gen 的文化数据格式 DFD;或者在 Multi Gen 的图形用户界面下,输入 DFAD,将其转换为 Multi Gen 的文化数据格式 DFD。(3) 建筑数据。通过三维模型转换工具 PolyTrans 将从 Imagis 中获得的建筑数据(VRML 文件)转换成 Multi Gen 的建筑模型数据 OpenFlight 文件格式(该文件名后缀为 .flt)。由于场景数据极为庞大,无法同时转换,首先将场景划分为多个独立的物体,将这些物体分别进行格式转换,生成单独的场景文件,最后在 Vega 中综合形成完整的虚拟场景。

2.2.2 模型的优化 考虑到本系统仿真的场景具有复杂度高、规模大、实时性要求严等特点,在模型的建造和场景数据的管理方面必须进行优化。使用 Multi Gen 软件的细节层次模型算法 LOD,自动生成不同细节的模型。对于远处的或者是不重要的物体,用较少的多边形表示;对于近处的或较重要的物体用较多的多边形表示,从而在保证图像质量的基础上减少多边形的数目。另外,还可以采用其他模型简化的规则。(1) 删除不可见的多边形并进行多边形合并。(2) 用轮廓简单的模型代替轮廓复杂的模型。(3) 使用 Instance 实例应用技术建立场景中的重复物体模型(例如树、道路等),不仅大大减少场景中的多边形数量,节省内存资源,还可以大大加快显示速度。(4) 纹理映射技术。在一些复杂模型中,利用逼真的纹理既可以提高模型的细节水平和真实感,又不增加三维几何造型的复杂度,从而减少了模型的多边形数量。Multi Gen 的纹理选项通过纹理调色板将纹理模式与给定的数据库联系起来。纹理映射可通过指定方式将各多边形顶点的三维空间坐标与其二维纹理坐标相对应即可。

2.3 数据处理

(1) 地形数据处理。将建立起的 3 维地表模型按照与其相对应的经纬度坐标,使用基于地理坐标(Geo-Specific)的纹理映射贴上正射影像图作为地表纹理。(2) 建筑数据处理。将建筑模型数据 FLT 在 Multi Gen 中打开,贴上真实的纹理,然后叠加到真实地理环境中,并在其中栽上树木、花草等。(3) 纹理数据处理。过多使用纹理或者采用高分辨率纹理图像,均会给系统带来沉重负担。解决此问题的策略。(a) 纹理拼接。将大纹理拆分为若干小纹理,然后寻找具有代表性的纹理图像作为拼接因子。这样,可用若干小图像拼接出一幅大图像的效果。(b) 尽量使用同样的纹理。尽可能减少纹理个数,提倡各个模型间共用纹理和贴图并减小纹理的分辨率。(c) 纹理 LOD。纹理的 LOD(Level of detail)是和模型、地形的 LOD 相对应的,Multi Gen 设置了自动 LOD,能完成细节等级平滑过渡。纹理分辨率,取决于用户要求在多远距离范围分辨物体。为防止 Creator 的贴图在 Vega 中浏览时丢失或变形,从 Creator 输出图形纹理的格式应保存为 Vega 可以接受的 RGB 或者 RGBA 格式的图形文件。处理纹理文件长宽比例为 2 的幂次单位。(4) 属性数据处理。将数字文化数据(如道路、湖泊等)按照不同的地物属性分层输入 Multi-Gen,选择或重新建立对应的特征码(FeatureID)和表面材质码(SMC),赋予其适当的纹理。选择合适的投影方式,按照与地表模型对应的经纬度坐标投影到地貌景观上,得到真实的地貌景观。

2.4 建立虚拟现实系统

上述数据转入到视景仿真软件 Vega 中,配置合适的驱动环境,设置显示方式为头盔或立体眼镜,输入方式为鼠标或操纵杆(三维鼠标),在计算机上建立起了对区域进行真实环境仿真模拟的虚拟环境.利用头盔(或立体眼镜)、操纵杆,用户就可以沉浸在这个虚拟现实环境中.然后利用 Vega 提供的函数与接口进行二次开发,实现虚拟环境中的交互操作,体验身临其境的感觉.

2.4.1 碰撞检测的实现 为避免漫游过程出现穿墙而过的情况,在场景中需要加碰撞检测(Collision Detection)检查.碰撞检测主要工作,检测是否发生碰撞,并计算出碰撞的位置.碰撞检测的结果作为漫游者进一步行为的依据. Vega 提供 8 种碰撞检测模式为 Z, HAT, TRIPOD, LOS, BUMP, ZPR, XYZ-PR, VOLUME^[3]. 这些模式可检测到地面高度,碰撞点位置等.碰撞检测是件非常耗费系统资源的过程,在场景真实性和系统资源耗费方面必须做出折中的选择.利用 Z 的思想是易于实现的且无需将场景中的多边形进行排序,因为每个像素点都有自己的深度值.对于庞大的多边形数目,这种算法的速度较快. Z 碰撞检测设定在当前的二维坐标平面内, Z 的最大值和最小值.当视点超过最大值和小于最小值时定义为碰撞,这时漫游不能继续,以确保漫游的真实性.

2.4.2 设置环境效果 Vega 的环境效果模块可以仿真和控制场景环境效果,如云、雾、光等.同时场景的光线还能随着时间的变化自动匹配,实现白天和夜晚的实时仿真.还可以调用 Vega API 交互控制环境效果,如改变云的颜色、类型、飘动速度,雾的颜色和浓度等.

3 结束语

本文在微机环境下,综合利用了虚拟现实技术、全数字摄影测量系统和地理信息系统等技术,制作具有真实感的虚拟城市系统.采用全数字摄影测量等技术获取研究区域的基础数据,创建地理数据库.通过 Creator 的开发接口实现 GIS 软件与 Creator 建立的三维场景的结合,处理多重细节、纹理材质、阴影、结构树分组命名等操作.在视景仿真软件 Vega 中,实现交互操作、实时修改控制.当然,虚拟可视化城市领域中很多关键技术还需要深入研究,如海量数据的处理,真实感数据的处理、显示等等.我们仍在继续研究,愿与同行们商榷.

参 考 文 献

- 1 胡志贵.在真实三维环境中实现虚拟城市规划的技术关键和解决方案[J].测绘信息工程,2003,28(4):36~37
- 2 王裕俭.基于 Multigen Creator 和 Vega 的虚拟现实探讨[J].测绘信息工程,2003,28(4):14~16
- 3 陈立伟,张翔,李晓燕.基于 Vega 的数字城市漫游系统设计[J].计算机工程,2003,29(20):31~32

A Study on Virtual and Visualizing City

Guo Baofeng Xiao Dawei

(Department of Architecture, South China University of Technology, 510632, Guangzhou, China)

Abstract The softwares including MultiGen Creator and vega were developed here secondarily. By comprehensive utilization of virtual reality technique, all-number photography and measurement system, and geographic information system, the authors made a virtual city system with true 3D environment. They also discussed the techniques for obtaining virtual model such as image-based modeling and rendering; the technique for transforming the models of CAD, 3DSMAX and images software into MultiGen, and the technique for processing texture.

Keywords virtual reality, image-based modeling and rendering, MultiGen Creator, vega, virtual city