

城区建筑物 3D 景观模型建立

常 歌^{1),2)} 钱曾波¹⁾ 黄 野¹⁾

¹⁾(郑州测绘学院, 郑州 450052) ²⁾(浙江大学 CAD&CG 国家实验室, 杭州 310017)

摘 要 为了在 2D GIS 基础上实现城市建筑物的 3D 显示,提出了一种建立建筑物 3D 模型的方法,该方法首先采用最大包围盒法将建筑物 3D 模型与 2.5D DEM 集成在一起,然后采用了 Meier 关系数据结构表示城区建筑物几何模型中的拓扑信息和属性信息,并通过 VRML 浏览器来实现城市景观的交互显示,从而实现了利用常规 2D GIS 数据建立建筑物 3D 景观虚拟模型.实验结果表明,该方法能在 VRML 浏览器中以各种视角,在各个位置和按各种缩放比例,对建筑物模型进行动态观察,并在计算机屏幕上实现立体显示.根据实验结果和分析可见,随着 2D GIS 的发展成熟,利用常规 2D GIS 数据来建立建筑物 3D 景观模型的条件已经具备.

关键词 建筑物 三维景观模型 VRML 城市 GIS

中图法分类号: P209 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2001)06-0590-04

3D Building Modeling in City Area

CHANG Ge^{1),2)}, QIAN Zeng-bo¹⁾ HUANG Ye¹⁾

¹⁾(Zhengzhou Institute of Surveying and Mapping, Zhengzhou 450052)

²⁾(State key Laboratory of CAD&CG, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract The traditional two dimensions express method of geographic information system can't meet the need of people, especially for city planer. The 3D building models can recover city construction environment, and finish querying, measuring, cruising et al jobs. It is signify in city geography information system. VRML technology can building dynamic, reality, senseful virtual environment and it don't limit to the bound of field, is an efficient tool for analysis city scene. In this paper we use maximum bound box method to merge 3D building model and 2.5D DEM at first, then use Meier relate data structural to represent topology and semantic information in geometry model and realized dynamic display through the VRML browser to finish the job of using regular 2D GIS data to construct 3D building virtual reality model. The last experiment results show that our method can dynamic display 3D building model at different viewpoint, scale and view angle in VRML browser and realized stereoscopic viewing on the computer screen. Based on experiment and analyzing, we can draw the conclusion that the condition of building 3D building model is provided with the mature development of 2D GIS.

Keywords Building, 3D Scene models, VRML, City GIS

生动、逼真的建筑模型,而且可以进行查询、量测、漫游等一系列操作,因此在城市 GIS 中有重要意义.

1 物体 3D 几何表示

由于 3D 几何表示能提供物体的几何描述^[1],使空间物体可用计算机来存贮、处理、显示.物体 3D 表示可以有多种方法,大致分为基于体表示和基于

随着计算机技术的发展,人们对地理信息系统(GIS)的需求越来越高,特别是对城市规划部门而言,其传统的 2D 符号表现形式已不能满足人们需要.由于城区建筑物三维景观模型能够再现城市建筑环境,用户不仅可以在计算机屏幕上看到一幅幅

面表示两大类,其中,具有代表性的是结构实体表示(Constructed Solid Geometry, CSG)和边界表示(Boundary representation, B-rep)方法。

CSG 方法在计算机辅助设计(CAD)中应用广泛,它通过预定义的模型单元来表示空间物体,这些单元具有规则的形状,如:立方体、圆柱体、圆锥体等,单元间的关系主要是布尔操作。CSG 方法的优点是模型关系简单,便于显示和数据更新,缺点是空间分析难以进行;而 B-rep 表示方法可以通过对构成物体边界的点、线、面和体 4 种类型元素的精确描述,即能够精确表示物体几何位置以及元素间的拓扑关系,虽然 B-rep 方法适于空间操作和分析,但存储空间占用多,计算速度较慢。本文采用 CSG 方法来表示城区建筑物的实体模型^[2],而在必要时,又将其转化为 B-rep 表示,从而兼顾了二者优点。

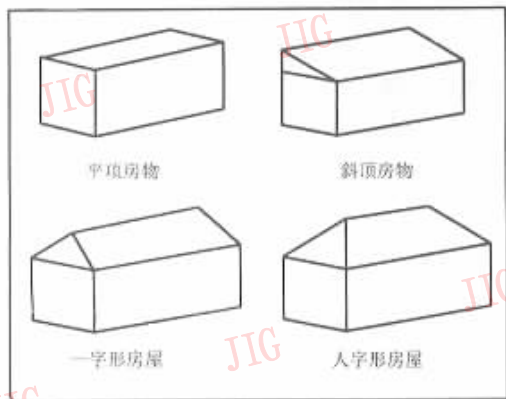


图 1 城区建筑物 CSG 表示的模型单元

2 建筑物实体模型的建立

一方面由于城市 2D GIS 已基本具有大部分建筑物实体建模所需的数据,另一方面由于 2D GIS 本身具有较完整的数据库和操作功能,因此利用 2D GIS 数据是建立建筑物实体模型的捷径^[3]。

常规城市 2D GIS 数据包括多种类别,如矢量线划数据、数字高程数据、正射影象数据、地籍数据、地面测量数据等。其实,只要地籍数据加建筑物高度数据,一种简单的实体模型就可自动形成,在加入城市大比例尺航空影象数据后建筑物高度及顶部情况即可较精确地描述出来,而且数字地面模型的加入还可使地表起伏精确恢复,其中,建筑物侧面情况可通过地面摄影测量数据获取,例如图 2 即是某城区建筑物 3D 线划模型。

将建筑物模型简单视为由屋顶面和各个铅直地面的墙面组成。屋顶信息主要从大比例尺航空航天影象获取,但如何尽可能地准确提取和恢复建筑物屋顶信息是研究的难点之一。从单幅影象只能获得屋顶的部分信息,由于只有从多幅影象来提取建筑物屋顶的结构信息,才能给出精确和完整的描述,因此,研究中在对常见建筑物进行简单分类的基础上,采用了单张像片与多张像片综合分析的方法(如图 1 所示)。在单幅大比例尺航空影象特征提取的基础上,利用屋顶边界线、角点、阴影等信息来发现和识别房屋,并对屋顶结构进行推证,建立屋顶的初始模型,以后序贯地获得相邻影象,并序贯地处理分析,逐步更新屋顶模型,并以累积的方式使建立的 3D 模型变得越来越完整和清晰。



图 2 某地区建筑物 3D 线划模型

为了将建筑物 3D 模型与 2.5D DEM 集成在一起,本文采用了最大包围盒法,即首先求建筑物的最大包围盒,并求得该最大包围盒与地形格网的交点集,该交点集的高程分别由 DEM 从所相邻的 4 个格网点通过双线性内插得到;然后按得到的最小交

点集高度作基准,将落在建筑物与 DEM 交点包围盒投影范围内的地面平整,从而将建筑物模型与地形模型集合在一起,经过对屋顶和墙面的分别构网和合成,即形成完全 2.5D 不完全三角网^[4].

在墙面纹理的恢复过程中,有的墙面是在空中可见的,而有的则被遮挡,为不可见墙面,其中对可见墙面的处理可以通过共线方程将它们投影到大比例尺航空影象上,再从原始遥感影象提取可见墙面的真实纹理;而对于不可见墙面,则需要通过地面数字相机摄影的方法进行补测,并对地面摄影影象通过纠正、配准处理后映射到建筑模型上;对于实在无法获取的纹理信息,可简单地以人工纹理或某一颜色表示.

3 拓扑与属性信息的表示

本文采用了 Meier 关系数据结构^[5],针对图 3 中的某厂区 3D 模型,以 CSG 表示为例,其拓扑和属性数据通过关系数据结构的形式来建立,即首先定义模型中的房屋、车库和操场,然后将房屋与车库通过联合操作联系起来,最后将其结果与棱体表示的操场联合来构成厂区的 CSG 模型.其关系结构如图 4 所示.

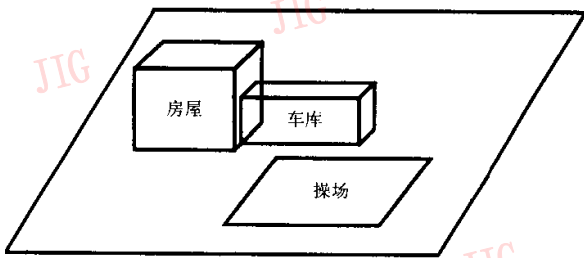


图 3 厂区 3D 模型

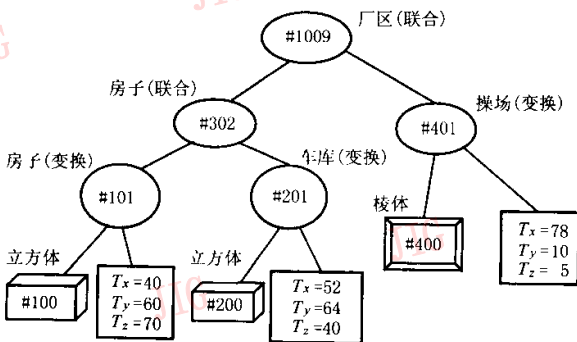


图 4 厂区 3D 模型的 CSG 树

4 利用 VRML 进行景观交互显示

VRML 文件是虚拟空间的文本性描述,它可由任意文本编辑器编写,并以扩展名 .wrl 的格式保存.在 VRML 中,节点是最基本、最重要的语法单位,其定义包括节点名称、域、事件、功能等.VRML 2.0 共有 54 种标准的节点类型,按功能分为 9 大类,其中包括组节点、通用节点、几何体节点、几何体属性等.

在利用上述步骤初步生成建筑物模型后,本文基于 VRML 技术又将所生成的建筑物模型 VRML 节点表示化,从而使所生成的建筑物景观真正实现了面向对象、跨平台、分布式的网络浏览.

5 实验环境及结果

5.1 硬件环境

(1) 主机配置:

芯片: Pentium III 450; 内存: 256MB; 硬盘: 27GB; 光驱: 24 倍速 CD-ROM; 显卡: Diamond FireGL 1000 Pro

(2) NuVision 60GX 无线立体眼镜

5.2 软件环境

(1) 操作系统: WINDOWS NT4.0

(2) 基本开发语言环境: Visual C++ 6.0

(3) 基本图形软件开发平台: OpenGL 3D 图形库

5.3 实验情况

本文以某街区为实验对象,在获取其 2D GIS 数据的基础上,首先根据矢量线划数据来确定建筑物平面位置,然后根据属性数据确定建筑物高度,建筑物侧面纹理由数字相机获得,而建筑物顶面纹理由航空遥感数据获得.在生成景观模型(如图 5、图 6 所示)后,又在 Diamond FireGL 1000 Pro 显示卡上实现了视频立体显示(如图 7 所示),最后在 VRML 浏览器中实现了交互显示,这样人们就能够以各种视角,在各个位置和按各种缩放比例城市建筑物进行动态观察和研究,并可通过 NuVision 60GX 无线立体眼镜观察到真正的建筑物 3D 立体景观(如图 8 所示).

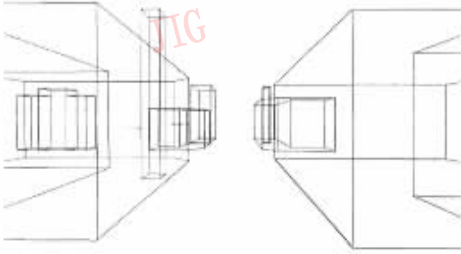


图 5 街区线划景观模型



图 6 街区景观实景模型

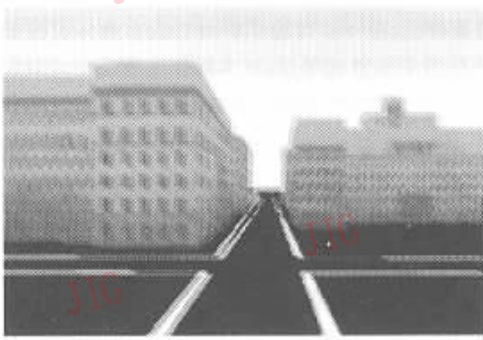


图 7 街区视频立体显示



图 8 街区景观 VRML 模型

6 结 论

根据实验结果和分析,可得出如下结论:

- (1) 随着 2D GIS 的发展成熟,利用常规 2D GIS 数据来建立建筑物 3D 景观模型的条件已经具备;
- (2) 在普通图形卡环境下,城市景观视频立体显示的实现,使该研究具有广阔的应用前景;
- (3) VRML 技术能够在 Internet 上创建动态、真实、感觉丰富的虚拟环境,且不受地域限制,是模拟分析城市景观的有力工具;
- (4) 海量景观数据的存储管理及多尺度显示,并能较好地解决真实性与交互性的矛盾是进一步努力方向。

致 谢 朱彩英副教授提供了部分实验数据,在此深表感谢。

参 考 文 献

1 Mortenson M E. Geomtric modeling. NewYork, John Wiley&Sons. 1997:523~527.

2 Norbert Haala, Claus Brenner. Vitual city models from laster altimeter and 2D map data. PE&RS,1999,65(7):787~795.

3 许晓明,许渡生.用全自动的方法将常规的 GIS 数据转换成 3 维

形式.测绘通报,1999,(8):87~90.

4 张剑清,张祖勋,徐芳等.城区大比例尺影象三维景观重建.武汉测绘科技大学学报,1998,24(4):355~358.

5 Li Rong-xing. 三维地理信息系统的的数据结构与应用问题. 武测译文,1995,(3):1~6.

6 Carey R, Bell G. The annotated VRML 2.0 reference manual. Bethesda. U. S. A: Addison Wesley Developers Press. 1997.

常 歌 1974 年生,1995 年、1998 年先后获解放军测绘学院摄影测量遥感系学士、硕士学位,现在解放军信息工程大学测绘学院攻读博士学位.主要从事地理信息系统、图形图象处理等方面研究。

钱曾波 1931 年生,教授,博士生导师,原解放军测绘学院专家组成员.主要研究方向为数字摄影测量、图象信息系统、遥感应用等方面研究。

黄 野 1965 年生,1988 年获解放军测绘学院摄影测量遥感系学士学位,现在解放军信息工程大学测绘学院攻读硕士学位.主要从事数字摄影测量、计算机视觉等方面研究。