

数码城市与三维可视化地理信息系统建设研究^①

赵俊三¹, 周云², 赵耀龙¹

(1. 昆明理工大学, 云南昆明 650093; 2. 云南省个旧市城市建设局, 云南个旧 6500)

摘要 介绍了三维可视化 GIS(3D GIS)和数码城市的基本概念,结合两种最具代表性的优秀国产数码城市 GIS 软件,探讨了建立数码城市和三维可视化地理信息系统的方法,并就一些关键技术问题进行了探讨。

关键词: 数码城市(CyberCity); 三维 GIS; 数字地面模型; GIS

中图分类号: P23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2001)03-052-05

0 前言

传统的二维 GIS 由于数据模型的限制,为用户提供的分析和查询功能始终没有突破平面图形与数据表的操作和显示,现在越来越多的用户和行业要求在真实直观的三维空间进行各种空间查询及分析,如在环境仿真、城市规划、市政设施管理、物业管理、条件选址、土地管理、气象学、自然灾害预测预报、地质采矿等领域都需要复杂的模型分析和辅助决策和三维动态交互式系统的支持。

三维可视化地理信息系统和数码城市相关技术是目前国内外 GIS 领域内的热点研究课题,也是“数字地球”关键技术的组成部分,3D GIS 或三维可视化地理信息系统是模拟、表示、管理、分析客观世界中的三维空间实体及其相关信息的计算机系统,能为管理和决策提供更加直接和真实的目标和研究对象。3D GIS 是二维 GIS 技术的延伸和扩展,同时又增加了许多新的内容,同时经历了二维半(X、Y 坐标加高程表示三维实体)到真三维(X、Y、Z 坐标表示三维实体),进一步发展到利用虚拟现实技术和数字影像技术建立真实的数字地面模型与城市模型的发展阶段。

数码城市(CyberCity)是综合利用 GIS 技术、遥感遥测技术、影像处理技术和计算机技术所建立起来的虚拟的城市或模拟的城市^[1]。它是城市地理信息和其他城市信息结合并存储在计算机网络上的能供远程用户访问的一个新的城市空间,具有空间实体特性和明确的空间关系,如空间量算、空间分析、空间拓扑信息等。数码城市除了城市模型以外还包括其他一些信息,比如金融信息、通讯信息、旅游信息和一些常规商品信息等等,他们与用户一起组成了一个新的有用空间。用户通过这个空间,能够方便地进行信息的查询、访问、分析、管理和应用,并有身临其境的感觉。

数码城市(CyberCity)建设中的关键内容是建立三维可视化地理空间模型,包括空间数据的采集、加工、处理,以及三维空间实体的数据结构、数学模型、再现方法等,因此有时也把数码城市称作三维数码城市。在后面的论述中将通过对 CCGIS 和 IMAGIS 的分析,探讨三维可视化地理信息系统(3D GIS)和数码城市(CyberCity)的建设方法。

1 数码城市建设技术方案

1.1 数码城市的建设方法

数码城市是利用 GIS 技术、计算机技术、图形图象处理技术、遥感技术、虚拟现实技术等所建立起来的数字模拟城市,人们可以通过计算机及其网络实现对城市的浏览访问等。利用现有数字地图资料和未来几年内可能获得的数字线划图、数字正射影像图、数字高程模型建立多级比例尺、多数据源的空间数据

① 收稿日期: 2001-02-27;

基金项目: 本文为云南省中青年学术和技术带头人资助项目(2000YP11);

第一作者简介: 赵俊三(1964.10~),男,硕士,副教授,主要研究土地管理信息系统、GIS 理论与软件开发应用、3S 系统集成等。

库^[3]. 与此同时, 通过典型试验, 逐步建立数字城市景观模型(CyberCity), 提供各种输入输出接口, 使空间数据能够易于转入其它 GIS 应用系统. 如能获得比例尺为 1: 8 000 彩色航空影像摄影, 可以制作 1: 2 000 数字正射影像和数字高程模型. 在建立 1: 2 000 数字正射影像数据库和 DEM 数据库时, 再向上抽取 1: 10 000, 1: 50 000, 1: 25 万数字正射影像和数字高程模型数据库, 使之形成金字塔层次. 城市景观模型的影像和 DEM 比例尺基于 1: 2 000, 平面的矢量数据从现有的 1: 1 000 GIS 数据库中导入, 并进行适当编辑. 目前房屋的高度可以通过野外调查房屋的层数, 再乘以每层的高度得到每栋房屋的高度. 目前试验时, 房屋的贴面, 采用模板取样的方式, 根据城市的情况建立贴面材料模板库, 建立景观模型. 正式建库时, 采用解析测图仪或数字摄影测量工作站采集房屋三维形状和高度, 并采用数字摄影测量方法获得每栋房屋的真实贴面纹理. 建立了三库一体的空间数据库之后, 可以在库中进行飞行漫游、量算、查询、空间分析等操作.

1.2 数码城市的关键技术

建设数码城市所需的关键技术主要包括以下几个方面: 信息高速公路和计算机网络、摄影测量与遥感技术、地理信息系统(GIS)、数据库管理技术、虚拟现实技术、图形图像处理技术等.

2 利用 CCGIS 构建 3D GIS 与数码城市

吉奥之星(GeoStar)系列软件是目前最优秀的国产 GIS 软件平台之一, 而且在产品线的完整性、控件开发、网络功能、航空遥感影像数据采集处理方面远远领先于其它国产 GIS 软件. 在 GeoStart 系列软件中 CCGIS 是吉奥公司推出的专门用于构建数码城市的 GIS 软件, 尽管推出时间不长, 目前已拥有了不少的用户, 在深圳、上海、北京、武汉等地建起了一些局部的数码城市模型和系统.

2.1 GeoStar 系列软件

目前 GeoStar 系列软件主要包括下列模块:

- (1) GeoStar 基础软件(含 GeoScan);
- (2) GeoTIN 数字高程模型生成软件;
- (3) GeoGrid 数字高程模型管理软件;
- (4) GeoImager 遥感图像处理软件;
- (5) GeoImageDB 影像数据管理软件;
- (6) CCGIS 数码城市制作系统;
- (7) VRModel 三维建模工具.

GeoMap 控件型 GIS.

2.2 用 CCGIS 构建数码城市

利用吉奥公司 CCGIS 构建数码城市的数据流程见图 1. 在使用 CCGIS 时应注意下列问题:

(1) 对于一个较小的区域, DEM 可以作为单独的一个文件进行处理. 直接打开文件即可进行浏览或操作, 不同格式的 DEM 通过扩展名予以识别(系统可接受的数据文件后缀名分别为: DEM(系统缺省格式即 GeoTIN 格式), GRD(国家交换格式), .ASC(INTERGRAPH 文本格式或 ARC/INFO 的 GRID 文本格式), .BIL(ARC/INFO 图象格式)和 .OZO(VirtuoZo 文本格式).

(2) 对于影像数据与 DEM 的套合显示有三种方式:

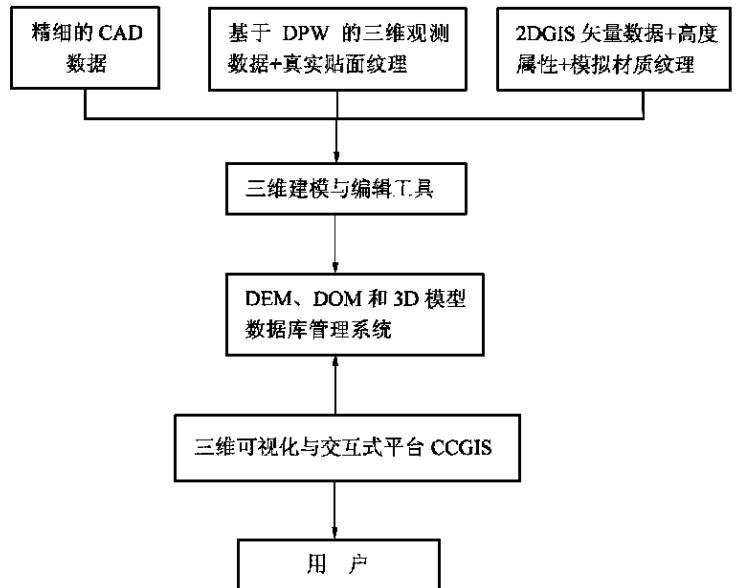


图 1 GeoStar CCGIS 数据流程图

1) 影像文件与 DEM 文件如果同名且范围完全一致, 并且是系统内部格式. RGB 真彩色(而其他格式则须先转为. BMP 格式再通过“数据处理”菜单栏的“转入 BITMAP 影像”命令进行格式转换), 则可直接进行景观图像显示;

2) 对于一个很大的区域, 如一个城市或一个省, 由于巨量的影像数据而用 GEOIMAGEDB 专门建立了大型的多尺度影像数据库, 则可以通过数据库连接一起进行浏览;

3) 如果一个区域只有少量图幅的正射影像, 也可以直接镶嵌成一幅影像(数据处理菜单)而无须建立影像数据库, 再通过文件连接进行浏览.

(3) 如果涉及一个较大区域的数据管理与浏览, 则应先建立数据库再行使用. 其基本步骤是:

1) 新建工程(工作区管理菜单): 确定存放地址、名称和范围等;

2) 连续递交多个 DEM 入库(数据处理菜单): 可以选择多个 DEM 文件向选定的数据库进行递交;

3) 建立金字塔数据库(工作区管理菜单): 根据范围大小确定合适的比例尺变化序列, 因为最底层和最上层的比例尺由系统自动确定, 用户只要决定中间的两层;

4) 建立了多比例尺的数据库, 即可直接打开工程进行浏览; 否则, 只能根据索引图(改变显示维数)打开指定图幅或范围的数据;

5) 浏览数据库有三种不同的方式: 打开金字塔工程. inf 文件可以一览全貌; 打开. inf 文件显示索引图, 双击任意蓝色区域直接调出相应位置的整图幅数据;

选择三维显示菜单栏的“显示任意范围的数据”命令, 用鼠标拉框选择蓝色区域中的数据(可以跨图幅).

(4) 建库相当于对若干 DEM 进行拼接处理. 如果只对两幅 DEM 进行拼接, 可以直接选择数据处理菜单栏的“DEM 镶嵌”命令.

(5) 三维城市模型数据和其它点、线、面矢量数据均采用 GIS 一致的数据模型和数据库管理系统. 通过与 DEM 数据的连接, 即可进行各种复合分析和集成显示. 三维模型数据库专门由 CCGIS 的建模与编辑模块 VRModel 进行建设, 完成从三维编码数据如 JX-4A 的观测数据到三维模型的自动建立、属性结构设计及属性编辑、纹理映射等处理.

3 利用 ImaGIS 建立三维数码城市

3.1 适普软件系列

适普公司目前主要软件产品如下:

(1) VirtuoZo NT 数字摄影测量系统;

(2) CyberCity 三维重建数字化系统;

(3) IMAGIS 三维可视地理信息系统.

ImaGIS 分为两大部分: 三维地理信息系统和平面图形编辑系统. 一般地, 二维图形在平面编辑系统中经过编辑整形后, 即可输出到三维系统中进行三维实体的重建和管理、查询分析、属性定义、各种可视化操作、图形输出等.

ImaGIS 将常规的二维数据模型推广到三维空间, 提出了集成以数字正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、数字线划图(DLG)和数字栅格图(DRG)作为综合处理对象的 GIS 系统模型. 基于 4D 的三维可视化地理信息系统, 不仅能实现三维数据的可视化, 而且为用户提供了强大的交互操作工具. 在这个三维动态环境里, 用户便可以真实地重现或创建各种复杂的三维形体如地貌、地物等, 并为进一步的空间决策服务. ImaGIS 的空间查询与分析功能突破了二维和 2.5 维的概念, 可以直接从三维模型上选择目标进行分析和查询, 如面积、周长、距离、体积、剖面等, 可以直接在透视图空间进行各种空间查询与决策分析.

3.2 利用 IMAGIS 建立数码城市

利用适普软件构建数码城市和 3D GIS 的数据流程及步骤如图 2 所示(见下页). 从图 2 可以看出, 利用适普软件构建数码城市或 3D GIS 是一个比较复杂的过程, 其主要内容包括数据采集处理和三维客观世界的重建, 同时还要开发出相应的查询、空间分析、空间量测和统计分析功能.

4 3D GIS 与数码城市建立的一般过程

4.1 建立数码城市所需的基本资料

建立数码城市所需的基本资料如下:

- (1) 航空影象及相关参数(如果没有航空影象可以采用其它技术手段处理);
- (2) 数字化地形图与地籍图;
- (3) 房屋建筑的属性(栋号、高度、结构、户主名称、权属等);
- (4) 建筑物的外观数字影像图及纹理;
- (5) 宗地属性信息;
- (6) 为建立 DEM 所需的数据资料;
- (7) 其它相关数据资料。

4.2 建立数码城市的一般过程

建立数码城市的一般过程主要包括三项内容: 即数据采集与整理、软件开发和系统集成。数据采集与整理包括: 整个实验区的基本地形数据、正射影象数据和建筑物三维编码数据的采集; 实地调绘与拍照: 调查每一个建筑的名称、楼层、建筑时间、功能和业主等基本信息, 并调用相关的房产测绘信息, 以完整详细地描述测区内的主要建筑物; 同时, 为了逼真地重建城市景观, 还利用数码相机

根据规定对每一个建筑屋的侧面进行拍照, 所得图像将作为纹理贴到建筑物的三维几何表面上; 地籍信息系统所需的全部图形、属性信息; DEM 数据; 其它社会、经济等信息收集。软件开发内容需根据用户的要求来确定, 但其中应包括如下基本内容: 空间索引、数据分段处理、动态装载、多线程技术应用和实时动画等方面的深层开发, 三维电子地图的快速浏览和多媒体信息查询功能开发, 根据采集的城市三维编码数据或 GIS 数据、影像数据、CAD 数据等自动建立三维城市模型, 使其具有大范围海量城市数据三库(DEM + DOM + DLG) 一体化管理和无缝三维实时漫游功能, 并包容和拓展常规 GIS 独具特色的空间多媒体信息查询、表示、分析和决策等功能, 能对任意三维目标进行编辑操作, 包括改变几何形状、关联不同的属性与纹理、增加和删除不同类型(点、线、面、体)的模型等。建模与编辑结果最终以指定的模型和结构存入数据库。系统集成工作包括软件与数据的连接、硬件环境的配置、系统运行调试等内容。

5 结束语

GIS 技术从二维到三维甚至 4D GIS 的发展是一个必然的趋势, 数码城市是 3D GIS 最直接和具体的应用。当然 GIS 从二维到三维并不是一种空间实体上的简单的延伸, 由此会带来一系列的技术上的难题。如三维空间实体的数据结构与空间算法、海量数据的存储与管理、客观世界的真实再现、网上传输等; 同时, 在目前由于软件平台和技术水平的限制, 3D GIS 还不可能象二维 GIS 那样方便的对空间数据和属性数据

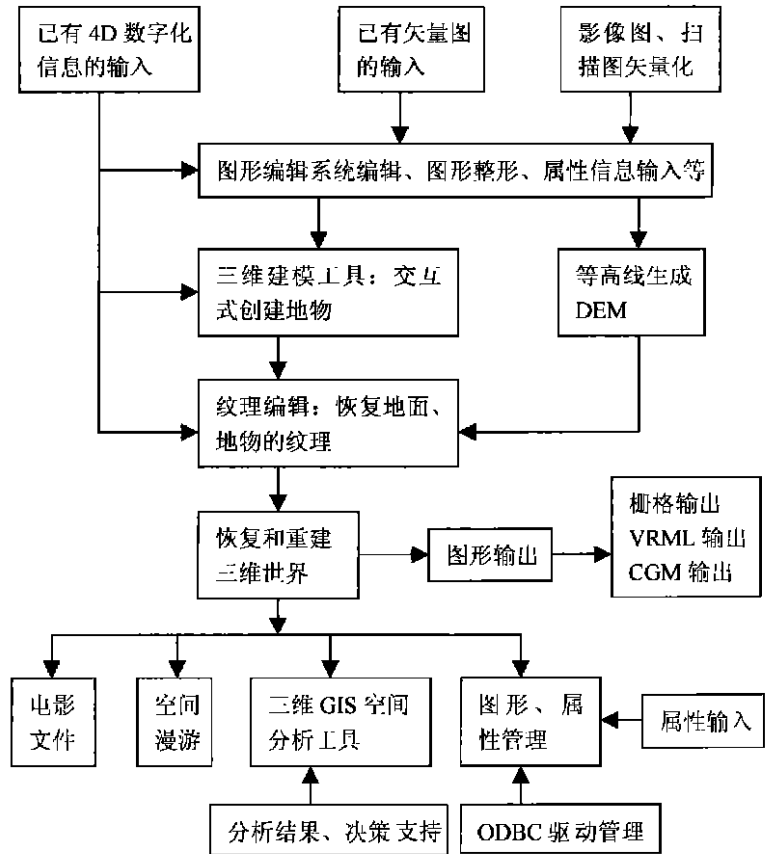


图 2 利用 ImaGIS 建立数码城市

进行复杂的空间分析、图数互访和统计计算等^[2];另外数码城市和 3D GIS 的投资远远大于二维 GIS. 上述因素限制了 3D GIS 的推广应用,但随着技术的进步和空间基础设施(SDI)以及数字地球等大型社会化工程的开展,数码城市和 3D GIS 技术的发展必将走向成熟和社会化应用阶段.

参考文献:

- [1] 李德仁. 数字地球与“3S”技术[C]. 中国地理信息系统协会 1999 年论文集, 1999, 1~ 6.
- [2] 赵俊三, 赵耀龙. GIS 发展的最新趋势及其应用前景[M]. 测绘工程, 2000, 9(2), 21~ 25.
- [3] Manfred Wolf, Weinstadt, Stuttgart. 47th Photogrammetric Week[J], Photogrammetric Data Capture and Calculation for 3D City Model, 1999, 256~ 232.

Research of the Construction of Cyber City and 3D Visual GIS

ZHAO Jun-san¹, ZHOU Yun², ZHAO Yao-long¹

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. Urban Construction Bureau of Gejiu, Yunnan Province, Gejiu 6500, China)

Abstract The theory of the 3D GIS and Cyber City is described in this paper. Then two kinds of typical software that are used for the construction of cyber city are introduced. The methods of the establishment of cyber city and visual 3D GIS are studied. Finally the key technologies of the implementation of the cyber city are summarized.

Key words: Cyber City, 3D GIS, DTM, GIS