

# 三维 GIS 建模与道路实体模型及地形模型匹配方法研究

陈园园

易智瑞信息技术有限公司, 四川 成都 610000

[摘要] 在三维 GIS 平台中构建地形模型、道路模型、建筑物模型等, 采用三维数字方法呈现客观世界环境, 需要集成处理模型, 使模型要素形成模型系统。文中针对建筑物、道路等地物模型与地形模型的连接匹配方法进行研究, 分析三维 GIS 特点与地物要素应用重点, 分析匹配地物与地形模型的主要方法。

[关键词] 三维 GIS; 模型匹配; 地物模型; 地形模型; 技术方法

DOI: 10.33142/ec.v4i11.4772

中图分类号: P208

文献标识码: A

## Research on Matching Method of 3D GIS Modeling with Road Solid Model and Terrain Model

CHEN Yuanyuan

Yizhirui Information Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

**Abstract:** In 3D GIS platform, terrain models, road models, building models and so on are constructed. 3D digital method is used to present the objective world environment. The integrated processing model is needed to make the model elements form a model system. This paper studies the connection and matching methods between building, road and other ground feature models and terrain models, analyzes the characteristics of 3D GIS and the application focus of ground feature elements, and analyzes the main methods of matching ground feature and terrain models.

**Keywords:** 3D GIS; model matching; feature model; terrain model; technical method

### 引言

三维 GIS 为可视化信息, 具有立体和直观的视觉效果。通过此种技术方法, 有效转化抽象空间信息, 使其成为可视化效果更显著的模型系统, 通过视觉效果和经验信息, 读图人员可迅速获取所需信息, 对地形、地物相对关系、客观环境做出判断, 了解目标信息。

### 1 研究背景

模型系统构建中, 为提高三维模型精细度和真实度, 需要有效匹配地形要素与建筑物、道路等地物要素, 促进要素有效融合, 避免产生与客观实际空间逻辑违和的三维影像。当地物模型未有效匹配地形模型时, 可能出现建筑物深陷地表以下或悬空情形, 降低视觉效果, 对地理空间环境分析具有不利影响。在模型匹配处理中, 技术关键点是加强人机交互, 通过人工技术性调整合理编辑系统中各要素。针对此问题, 部分技术人员设置约束条件时选取地物边界构建地形模型, 通过此种处理, 地形模型视觉效果比较还原, 然而采用此方法的局限性在于地形、地物模型匹配度问题并未被彻底解决。基于上述背景, 本文作此研究, 探讨通过技术手段科学匹配地形模型、地物模型的方法, 以期构建高质量三维 GIS 集成模型系统, 优质展示空间环境<sup>[1]</sup>。

### 2 三维 GIS 构建要点

三维 GIS 即立体化地理信息系统, 该系统主要应用于展示分析地理环境、资源等信息, 是应用价值较高的空间信息系统。该系统应用时, 针对表层地理空间采集、处理目标地理信息, 技术化表述相关信息, 展示局部或全部地理空间环境。使用该系统可科学分析空间信息, 其前身为二维 GIS。与二维 GIS 相比, 三维 GIS 分析功能更强大。三维 GIS 在城市空间管理、交通路线规划等工作中应用价值显著。以三维 GIS 和相关数据库为基础构建目标模型系统, 可指导土地规划设计等。在模型系统构建中, 道路模型、建筑物模型、地形模型均为重要模型要素。构建过程中, 进行上述要素模型匹配是技术关键点。三维 GIS 是先进技术, 可用于构建逼真地理空间环境。通过三维 GIS 技术应用, 合理搭建地物模型与地形模型, 协调模型相互关系, 从而获得比较接近客观世界的三维空间环境。此种信息展示方法具有较好的直观性。该技术的应用基础是空间信息, 在该技术出现前, 传统技术手段是二维 GIS 技术, 综合空间信息构建抽象的图形界面, 想要解读此类信息必须掌握一定专业知识, 对读图人员专业素质要求较高, 适用面较窄。与之相比,

三维 GIS 具有显著应用优势。构建该类模型系统时, 要求采用高级计算机硬件, 对图形技术也有较高要求, 从而顺利实现动态交互。当前相关工作站、图形卡、投影设备等逐渐完善, 可视化实现难度显著降低, 应用体验有效提升。

### 3 模型匹配技术方法

#### 3.1 匹配建筑物、地形模型

二者匹配过程中需要调整一方模型使其适配于另一方模型。调整地形模型时可将建筑物作为中心元素, 调整被建筑物覆盖的地表部分, 使其呈现水平平面。即定位建筑物覆盖区域, 将该多边形区域中高程处于水平状态, 采用网格划分方法剖分多边形。在操作时, 影像矢量化处理采集可用地形数据, 叠加相关数据, 包括高程数据、地形数据、试验区影像数据等。分析失真建筑物底面各区域数据, 从中提取高程数据点, 统计平均值, 建筑物地面高程数据标记为 H, H 代表上述高程平均值数据。在构建区域内地形网络时需要使用 H 数据。

另一种方法是调整建筑模型, 使其与地形模型适配。定位建筑覆盖区域定点, 在该部位置入建筑模型, 在建筑物基准下方搭建模型, 从而实现地形与建筑物模型匹配。合成地形时, 应以建筑物覆盖地表区域高差为依据, 朝下方延伸建筑物实体至模型覆盖范围内最低点。

例如, 明确处理目标, 构建地形模型和建筑物模型, 综合处理高程信息、目标影像信息与建筑相关地形信息, 叠加处理上述数据。从建筑物底面信息中提取高程数据信息, 通过应用公式计算得出平均高程数据, 对建筑底面高程赋值, 此时建筑物底面具有高程属性, 建筑物底面此时可作为地形网络的一部分, 得出模型匹配结果图像。

#### 3.2 匹配道路、地形模型

三维实体道路模型的构建依据是地形格网, 为匹配地形与道路模型, 应改造地形模型。常用方法是根据约束 Delaunay 三角网理论, 拼合处理道路模型。设定特征线时选择边界线, 在地形模型中嵌入边界线, 重构模型系统中局部网络。应用此种模型匹配方法可有效衔接地形与道路模型, 然而此种处理方法存在局限性, 即无法通过模型系统清晰显示道路起伏情况。在模型系统中, 道路起伏情况可通过道路坡度属性进行描述。针对性采集目标区域数据, 获取地形、高程和影像等方面数据, 以此划分失真道路范围。地形起伏影响道路中心纵截面轴线变化, 根据起伏转折点, 划分为不同路段, 获取路段横截面中心轴线, 采集起始端与路段尾端高程点数据, 计算路段坡度数据。设定路段起始端为 A, 尾端为 B, A、B 点高差描述为 h, A、B 点平距为 D, 则计算公式应为<sup>[2]</sup>:

$$\tan i = \frac{h}{D} = \frac{H_B - H_A}{D} \quad (1)$$

间隔式提取路段边界点, 结合上述公式, 则边界点高程计算方法为<sup>[3]</sup>:

$$H_B = D \tan i + H_A \quad (2)$$

在原始高程点信息中融合计算得出的路段边界高程点信息, 根据这些信息构建网络, 从而三维道路模型, 该模型中建筑物匹配地形模型。

在此处理过程中, 主要流程为: (1) 构建地形图, 并且对地形图进行分层格式转换。(2) 处理地形和地物图形数据, 划定失真区域边界。在边界界定时矢量化处理影像数据。(3) 通过调整道路模型或者建筑物模型, 使两种模型匹配。(4) 地形模型、地物模型完成匹配, 形成三维数字环境。

例如, 假设对某道路构建三维模型, 根据道路模型完善地形模型。分析道路高程起伏转折点, 划分目标道路, 获取不同路段。结合路段横截面中轴两端高程点信息通过 VB 编程确定路段坡度, 得出边界点高程数据。全部边界点高程信息整合, 汇总地形高程信息, 然后使用上述信息构建地形网络模型, 不同情况下该图像映射纹理存在较大差异。

#### 3.3 常用技术方法

匹配地形模型与地物模型时, 可选择点匹配、线匹配和面匹配方法。点匹配方法应用时, 从三维模型中提取关键点, 以该点为依据匹配模型。线匹配是指从模型空间中选择 2 个关键点, 在地形表面垂直投影上述 2 点, 是点匹配方法的升级应用。所谓面匹配, 即选取 (3~4) 个关键点, 使用这 3 个关键点代替模型姿态, 在地形模型中构建旋转矩阵, 进行关键点投影, 以此确定法线走向, 控制平面向量, 构建模型坐标系, 从而实现模型匹配。

### 4 地物模型要素应用重点分析

在构建高质量三维 GIS 模型中, 需要重点解决的问题是地物模型要素应用。本研究主要研究两种地物模型, 即道路模型和建筑物模型。创建三维数字场景时, 小比例尺地图构建难度较低, 但是当地图比例尺较大时, 此种构建难度

也相应提高。在构建此类系统时,要求精细化处理视点要素,精准应用要素。应构建精细化地形模型,同时还应保证地物模型和地形模型优质融合。在实际操作中,地形模型不仅描述地表形状信息,而且具有多元化文化特征信息,要素构成复杂,覆盖范围较广。受此影响,集成地物与地形模型时,两者匹配度受到多维度干扰,造成地物模型视觉效果异常。

在构建系统时,空间环境中建筑物是重要的地物要素,在真实空间环境中具有复杂的建筑物分类,不同建筑物在功能、结构、外形方面差异显著。真实空间环境内建筑物受到地球引力约束,建筑物要素和地形要素紧密连接,在地理空间层面相连。建设三维模型时,地形模型并非单一平面,而是存在起伏变化。但是建筑物的建设基础是水平基准面。在三维模型系统中,建筑物模型同时处于多个地形模型构造平面的情况比较常见,但是此种空间关系未经处理时,较易发生三维环境中地面“掩埋”建筑物,或者建筑物处于凌空状态(见图1)。为此,在三维环境创设中,应科学处理不同类型模型的空间相对关系,通过合理调节模型呈现相对真实的模型系统,即真实还原地形地物关系,显示逼真的地理空间环境。



图1 地形模型、建筑物模型未有效匹配

道路模型不匹配地形模型时,会造成道路模型显著偏离现实情况。道路要素和地形要素具有高度相关性。在创建数字三维环境时,道路纵截面中心线受到地形要素影响呈现起伏状态,同时路面横截面具有一致性高程,改造道路周围地形,道路与相接地形环境密切连接。在现实世界中,道路应为平面状态,具有不同宽度,道路两侧各有边界线,两条边界线为平行关系,并且具有一定间距(即道路宽度)。但是在建模环境中,道路为三维实体模型形态,以地形格网为建设基础。在构建地形网络时直接使用道路高程点信息会导致道路周边环境对地形要素产生影响,造成道路模型失真。尤其是道路附近地形环境起伏较大时,例如山区道路,两侧山坡在构建地形网络时掺杂山坡高程点,导致视图异常。在构建系统模型时,虽然可以选取道路边界进行地形网络构建约束,从而避免山坡高程点信息影响,但是采用该约束方法会导致模型中无法有效描述道路起伏情况,降低系统模型完整性。

## 5 结语

综上所述,采用三维GIS技术构建系统化地理模型时,为有效匹配地形与建筑物或道路模型,应通过技术化方法调整一方模型,使两种模型实现有效匹配,构建模型系统,形成三维数字环境。模型匹配完成后,具有良好的可视化效果。通过此种处理,可实施大比例尺地图中模型有效匹配,辅助创建三维地形场景。

### [参考文献]

- [1]符钟壬.基于倾斜摄影测量与激光雷达点云匹配的建筑物三维模型研究[D].云南:云南大学,2020.
- [2]王旭科.基于三维地理信息数据和SuperMapGIS的消防救援路径规划应用研究[D].甘肃:兰州大学,2020.
- [3]汪彬.面向城市精细化规划管理的三维地理信息系统构建及应用[D].陕西:长安大学,2019.

作者简介:陈园园(1984-)男,单位:易智瑞信息技术有限公司,本科:成都理工大学、电子科技大学,主修专业:地理信息系统,第二专业:计算机科学与技术(电子科技大学),硕士:成都理工大学,专业:3S技术与数字国土,方向:地图制图学与地理信息工程,单位职务:大客户经理,3年,已获取证书:取得测绘工程师中级职称。取得PMP项目管理证书。获得国家计算机等级四级证书,从事地理信息政府行业应用方向。