

三维城市建模过程中的质量控制

卞玉霞 谢刚生

(华南农业大学 信息学院, 广东 广州 510642)

Quality Control of Three-dimensional Urban Modeling

BIAN Yuxia, XIE Gangsheng

摘要: 通过分析三维城市建模的流程及误差来源, 归纳三维城市建模过程中质量控制的指标体系, 并通过分析“数字合肥”项目实施的成效来验证三维城市建模过程中质量控制的有效性, 为即将大规模展开的数字城市建设的三维城市建模的质量控制提供参考。

关键词: 三维城市建模; 质量控制; 数字合肥

一、引言

数据是GIS系统中最基本、最重要的组成部分。据统计, 在一个完整的GIS系统中用于数据建设的费用大约占总投资的80%。数据的质量是决定数据价值的核心因素之一, 高质量的数据能够确保正确的分析和决策, 低质量的数据往往会产生错误的决策。

三维仿真系统在城市规划、城市管理辅助决策中得到越来越广泛的应用。但是三维模型数据的采集、制作、更新和维护缺乏统一的标准和规范, 而且在三维城市建模中缺乏可适用于城市多尺度复杂对象的模型标准, 对真实对象的三维模拟较多地依赖于人的经验和技巧, 这在一定程度上制约着三维仿真更加深入的应用。本文针对三维城市建模的流程, 分析误差来源, 结合《城市测量规范》(GJJ8—99)和《城市基础地理信息系统技术规范》(CJJ100—2004)标准的相关内容, 总结归纳三维城市建模过程中质量控制体系, 并通过分析“数字合肥”项目的实施过程及成效, 验证三维城市建模过程中质量控制体系的可靠性。

二、三维城市建模的生产流程

“数字城市”是以计算机技术、多媒体技术和大规模存储技术为基础, 以宽带网络为纽带, 运用3S技术、遥测、仿真-虚拟技术等对城市进行多分辨、多尺寸、多时空和多种类的三维描述, 利用信息技术手段把城市的过去、现状和未来全部在网络上进行数字化虚拟现实。现阶段, 三维城市模型的建模主要是基于图像处理软件和建模软件制作三维模型的基础上, 结

合数字地形图, 依靠VRP虚拟现实软件平台或ArcGIS等二次开发平台实现模型的管理和可视化。

通过大量分析已试运行的三维城市模型的实施过程, 目前三维城市建模的生产流程大体如图1所示。

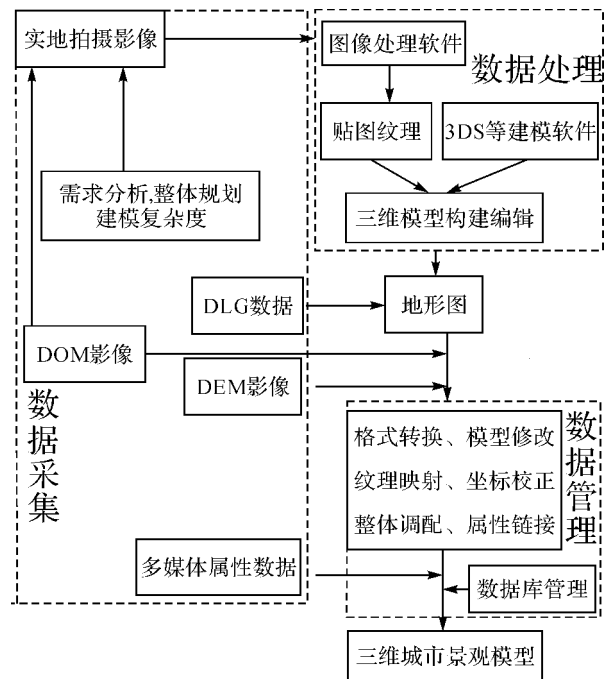


图1 三维城市建模的生产流程

三、三维城市建模过程中的误差分析

1. 数据采集过程中的误差

数字高程模型(DEM)是三维城市建模的基础数据, 在三维城市建模过程中, DEM的质量直接影响地物模型与地面是否正确匹配与相切, DEM的分辨率直接影响三维城市建模的质量。

收稿日期: 2011-05-04

作者简介: 卞玉霞(1987—), 女, 河南新乡人, 硕士生, 研究方向为GIS应用。

城市正射影像(DOM)是三维建模的重要数据,DOM结合DEM能够形象地展示城市地貌。所以DOM的分辨率也是影响三维城市建模质量的因素。除此之外,DOM影像的接边效果也会对三维城市建模质量产生较大的影响。

数字线划图(DLG)是矢量空间数据的重要来源,作为空间定位的数据源,DLG影响着三维模型的空间位置。DLG的地物几何精度影响模型的平面精度。此外,DLG的数据质量和DEM的分辨率不统一也会产生地物模型和地表不相切的问题。

纹理数据决定三维城市模型的整体效果和逼真程度。在拍摄建筑物等实体时,拍摄环境和人为因素会影响纹理影像的真实性,从而影响到三维城市模型的视觉效果。

2. 数据处理过程中的误差

纹理影像数据处理是利用图像处理软件进行操作的。影像像素的大小会影响后期纹理数据的可视化和显示速度,软件本身误差和人为操作的误差不可避免地会影响纹理影像处理过程中的质量。

模型的制作是利用3ds Max等建模软件,利用DLG数据的几何大小和元数据信息模拟城市现状的过程。在对复杂建筑物模型顶部进行整合时,在追求逼真性的同时,还需要考虑面片距离对后期模型可视化的影响,由于建模软件和DLG显示平台的差异,会产生模型位置误差。同样,软件本身误差和人为误操作的影响将不可避免地影响模型制作过程中的质量。

3. 数据管理和可视化过程中的误差

数据库管理过程中,数据转换、纹理映射、坐标校正等过程会产生误差。数据格式之间的转换会丢失数据,影响数据的质量;空间纹理像素映射到屏幕的过程会影响纹理数据的质量;由于建模软件与数据管理平台之间坐标的差异,造成模型入库过程中的偏移。

四、三维城市建模过程中的质量控制

1. 数据采集标准

在选取DEM时,需要分析DEM的分辨率,同时还要尽可能地获取地貌中必要的特征点和特征线。

根据《城市基础地理信息系统技术规范》(CJJ8—99)中的相关规定,归纳出在选取DEM时应该参考相关要求,如表1所示。

在选取DOM时,应考虑DOM的地表分辨率和地物的几何精度;相邻DOM影像镶嵌处的接边有相关的规定。根据《城市测量规范》(CJJ8—99)中的相关规定,总结出在选取DOM的过程中应该参

照的要求,如表2所示。

表1

DEM分辨率 /m	空间范围	平地的格网高程精度/m	特征点的高程精度/m
5	5 km × 5 km	±(0.5~1.0)	±(0.5~1.0)
2.5	1 km × 1 km	±(0.35~0.7)	±(0.35~0.7)

表2

比例尺	分辨率	相邻影像接边
1:500	0.05	0.1
1:1000	0.1	0.2
1:2000	0.2	0.4

DLG是城市地形要素的主要表达形式。在《城市基础地理信息系统技术规范》(CJJ100—2004)中对DLG的质量作了要求。

1) 几何精度。根据比例尺的大小,城市DLG的平面精度、基本等高距和高程精度不同;相邻存储单元要素的几何位置应该接边也有规定。

本文结合《城市测量规范》(CJJ8—99)中的相关内容,总结出在选取DLG的过程中应该参照的相关要求,如表3所示。

表3

比例尺	平面精度	平地基本等高距	平地高程精度	平地接边精度
1:500	±0.05	0.5	±0.15	±0.1
1:1000	±0.1	0.5	±0.15	±0.2
1:2000	±0.2	0.5、1.0	±0.15	±0.4

2) 图形质量。DLG的图形表示应正确并符合现行图式的规定;由DLG生成的可视化图形应整洁、清晰、美观,无遗漏、无明显变形。

3) 属性精度。地形要素的分类编码应正确无误;地形要素的属性信息应完整、正确;相邻存储单元同一要素的属性信息应一致。

4) 逻辑一致性。面状区域应闭合,属性应一致;结点匹配应准确,线段相交应无悬挂点或过头现象;要素应具有唯一性,几何类型和空间拓扑关系应正确;相关要素处理应正确。

5) 完整性。地形要素应符合现行行业标准《城市测量规范》(CJJ8—99)规定的取舍要求,无遗漏;地形要素的几何描述应完整;数据的分层与组织应正确,不得有重复或遗漏;注记应完整、正确。

经过长时间的纹理影像采集,总结出在纹理数据的采集过程中需要注意:

1) 选择光线较为柔和均匀的天气,按照正视角

度进行拍摄,应避免逆光拍摄。

2) 拍摄地物所有方向的表面影像。有重复单元的表面,宜拍摄局部;无重复单元的表面,应拍摄完整表面。对于结构复杂或无法正视拍摄的表面,应进行多角度拍摄,并利用图像处理软件进行拼接处理。

3) 根据不同细节层次的模型确定拍照需要表现的细节。

4) 拍摄有代表性的表面影像,制作材质库。

属性数据采集应该符合下列规定:

1) 各类地物模型数据的属性字段根据地方使用习惯与应用特点进行补充和调整。

2) 属性数据采集宜与框架数据、纹理数据的采集同步进行,而且应保证数据的一致性。

3) 实地调查采集数据应进行内业校核检查,保证建模地物的属性信息完整。

2. 数据处理与制作标准

在处理纹理影像时,应该做到:

1) 纹理影像整体色调均匀,真实美观。

2) 对影像的变形部分作纠正处理,减少视角或镜头畸变引起的变形。

3) 对影像进行图像处理,使纹理数据不含有建模影像以外的其他影像。

4) 对影像进行比例变换,使同一细节层次模型的纹理具有相近的分辨率。

5) 作纹理拼接时,应保证图像细节表现清晰,无拼接镶嵌缝隙。

模型制作过程中应符合下列要求^[2]:

1) 模型建造单元分区。在模型建设前,应根据城市现状对建模区域进行分区,作为模型建造的基本单元;在建设过程中,先对典型区域进行试点,然后逐步铺开。

2) 模型坐标系要统一。为使三维模型能够顺利、正确地导入数据库,所有坐标都应基于统一的坐标系。

3) 模型的基本单位为米。城市大比例尺地形图通常采用平面坐标系,以米为单位,因此模型建造应以米为单位,按实际地物的实际尺寸建模。在建模的过程中,应该保证三维模型底部的平面精度和模型的高程精度。中华人民共和国测绘行业标准已对三维模型的精度进行了规范,具体如表4所示。

4) 模型制作必须使用捕捉工具。禁止产生漏缝模型或重叠闪烁现象。

5) 禁止使用镜像工具,如有镜像物体必须使用XFORM工具,再使用NORMAL翻转法线,避免导入

平台后模型偏移、飞出或轴心点错误。

表4 m

比例尺	平面精度	高程精度
1:500(外业调绘)	±0.2	±0.2
1:500(非外业调绘)	±0.5	±0.8
1:1000	±0.8	±1
1:2000	±1.4	±2

6) 一般圆柱用6段或8段表示,复杂的或直径较大的圆柱用12段表示。

7) 模型的制作要尽量减少面片的数量。考虑到模型数据量的问题,在保持地物形状和特征的基础上,应尽量减少面片的数量,同时还要注意模型中重面的现象。

3. 数据的管理与可视化标准

为了保证三维城市模型数据的管理和可视化,应注意:

1) 尽量优化模型,在保证模型符合现实的前提下,尽量减少模型的面数。

2) 应保证纹理图贴的图像大小为2",保证三维模型的可视化。

3) 在模型坐标归位过程中,考虑建模软件和数据可视化平台之间坐标差异,减少模型和地形图之间的误差。

4) 数据格式也影响数据之间的精度,应分析研究建模软件导出的各种模型的格式。选择合格的模型保存,保证模型入库的位置精度。

五、实例分析

为了验证三维城市建模中质量控制体系的有效性,本文以数字合肥项目的实施为例,分析评价三维城市建模中质量控制体系的成效。

从2005年提出“数字城市”建设以来,国家测绘局已分批在全国29个省、自治区、直辖市选定了130多个试点和推广城市,开展了“数字城市”的建设。2008年,国家测绘局下发了《关于批准列入2008年数字城市地理空间框架建设试点的通知》,将合肥市列入国家数字城市试点城市。在“数字合肥”项目的实施过程中,根据该项目的目标和内容,采用下列实施流程,如图2所示。

“数字合肥”的建设是结合项目要求,运用本文提到的三维城市建模标准,制定适合合肥市三维建模工作的标准和规范,并结合项目生产流程实施。同时,“数字合肥”项目还成立了专门的质检小组,

(下转第53页)

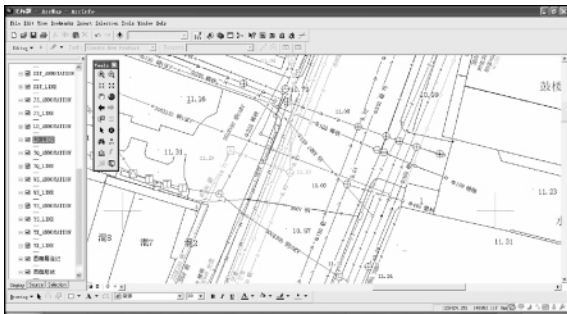


图8 GIS数据库符号化效果

EPS2008 平台的数据更新模块建立了良好的数据库增量更新机制。更新模块通过记录要素如下信息达到对 GIS 数据库增量更新的目的, 这些信息是^[4]: ① 全球唯一标志 GUID; ② 有效时间 T_v ; ③ 消亡时间 T_d ; ④ 版本信息 V_n ; ⑤ 操作事件 E_v ; ⑥ 工程编号 P_n 。管线数据在建库、下载、更新操作过程中记录上述信息, 在更新 GIS 数据库时通过对比这些信息即可判断出要素的 4 种状态: 未动、增加、删除、修改, 将发生变化的数据按照对应操作反映到 GIS 数据库中即可实现 GIS 数据库的增量更新, 同时将 GIS 数据库中删除的数据放入历史库。

六、结束语

地下管线探测是一个涉及多学科、多专业的综合性和技术性很强的系统工程。笔者根据所在单位管线作业、管理的实际需求, 提出了管线数据内外业建库、更新一体化的作业流程, 并基于清华山维平台进行实现, 该流程可以减少管线作业中间环节和人工介入, 降低错误发生概率, 提高工作效率, 保证数据库的现势性, 方便数据共享, 提高城市规划、管理、建设的科学性, 避免城市建设中地面与地下的矛盾以及地下工程相互间的交叉, 避免盲目施工造成的重大事故, 具有十分重要的意义。

参考文献:

- [1] 陈小航, 张亦工. 地下管线普查、建库、管理系统一体化构想[J]. 现代测绘, 2003, 26(2): 41-44.
- [2] 王清泉, 王磊. 基于 EPS 地下管线测量内外业一体化技术的研究[J]. 测绘通报, 2008(5): 54-57.
- [3] 王明权, 余成江, 张平. 内外业一体化技术在地下管线探测中的应用[J]. 城市勘测, 2008(2): 100-101.
- [4] 王磊. 面向城市规划的空间数据库动态更新模型研究[J]. 测绘科学, 2009, 34(6): 215-217.

(上接第 23 页)

运用 Deep Exploration 软件对三维建模过程中可能存在的质量问题进行检查和评定, 对纹理影像的收集和处理、模型的制作和管理过程进行质量控制, 保证项目的最终成果。

六、结束语

本文通过分析三维城市建模的流程及误差来源, 归纳了三维城市建模过程中质量控制的指标体系, 并通过分析“数字合肥”项目实施的成效来验证三维城市建模过程中质量控制的有效性。为即将大规模展开的数字城市建设的质量控制提供了一个参考。三维城市建模过程中质量控制还没有一个完整的指标体系, 所以还需要进一步深化和研究三维城市建模中的质量控制体系。

参考文献:

- [1] 赵中元, 高山, 林苏靖. 三维数字城市建模精度与制作标准研究[J]. 数字城市, 2010(8): 17-19.
- [2] 北京市测绘设计研究院. GJJ8—99 城市测量规范[S]. 北京: 中华人民共和国建设部, 1999.
- [3] 中国建筑工业出版社. CJJ100—2004 城市基础地理信息系统技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [4] 李华玮, 朱宜萱, 朱庆. 3 维城市模型数据生产的全面质量控制[J]. 测绘通报, 2004(2): 57-59.

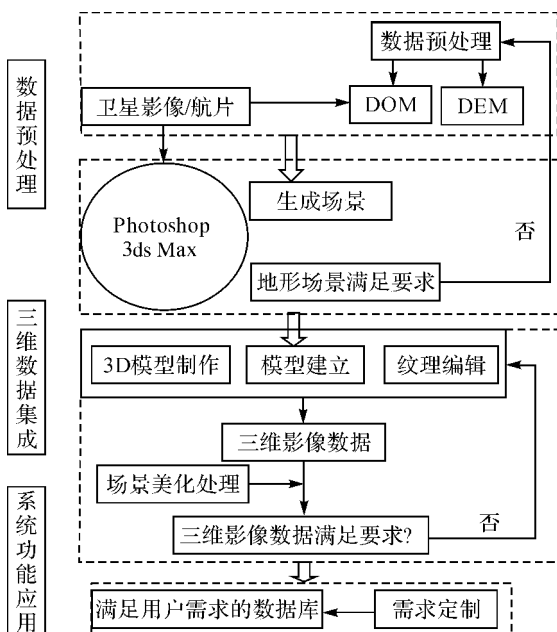


图2 数字合肥项目的实施流程