

# 基于 ArcGIS 平台的三维空间数据库的设计与应用

杨 忠

(成都理工大学 工程技术学院, 四川 乐山 614007)

**摘 要:**随着数字城市的发展,传统的二维 GIS 已经无法满足当前的需要,三维 GIS 在可视化、漫游、真实度等方面具有明显的优势,正逐步替代二维 GIS。三维 GIS 的核心就是三维空间数据库的设计,在三维空间数据库设计中面临三维空间的复杂性,三维模型建设周期长,二、三维数据联动性差以及浏览效果差等问题。分析了三维空间数据库特点,对比了多种三维建模方法,深入研究二维三维数据联动技术,采用 SketchUP 批量处理二维 GIS 数据,实现快速三维场景建模,利用 ArcGIS 平台驱动三维模型实现二维三维数据联动。该方法设计的三维空间数据库保证了二、三维数据的无缝连接,实现了三维空间查找和全景浏览。为三维空间数据库的建设提供了一种简单、高效、真实度高的技术方法。

**关键词:**二、三维数据联动;SketchUP;ArcGIS;三维空间数据库

**中图分类号:**TP39

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2018)03-0063-04

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2018.03.013

## Design and Application of 3D Spatial Database Based on ArcGIS

YANG Zhong

(School of Engineering Technology, Chengdu University of Technology, Leshan 614007, China)

**Abstract:** With the development of digital city, the traditional 2D GIS has been unable to meet the current needs, and the 3D GIS has obvious advantages in visualization, roaming, authenticity and so on, which is gradually replacing 2D GIS. The core of 3D GIS is the 3D spatial database design which faces with these problems of the complexity in three-dimensional space, the long cycle of the three-dimensional model construction, the poor linkage between two and three dimensional data and the effect of poor browsing. For this, we analyze the characteristics of the three-dimensional spatial database, compare several kinds of modeling methods, and deeply study the 2D and 3D data linkage technology. The SketchUP batch processing is used for 2D GIS data in order to realize the three-dimensional scene modeling, and the 3D model is driven by ArcGIS platform to realize 2D and 3D data linkage. The three-dimensional space database designed by this method ensures the seamless connection between the two and three dimensional data, and realizes the 3D spatial searching and panoramic browsing. It provides a simple and efficient technology with high fidelity for the construction of 3D spatial database.

**Key words:** 2D-3D data linkage; SketchUP; ArcGIS; 3D spatial database

## 0 引 言

随着数字地球、数字城市的快速发展,三维数字化技术<sup>[1]</sup>的需求也越来越大,三维地理信息系统<sup>[2]</sup>成为了当前主要的发展趋势之一。相比于传统的二维地理信息系统,三维地理信息系统在对客观世界的表达方面能给人以更真实的感受,它以三维立体的造型技术为用户展现更真实的地理空间现象,不仅能表达空间对象间的平面关系,而且能描述和表达它们之间的垂向关系。另外,对空间对象进行三维空间浏览、分析与操作也是三维 GIS<sup>[3]</sup>特有的功能。

三维地理信息系统的关键因素是三维空间数据

库<sup>[4]</sup>,三维空间数据的设计需要考虑多种因素。在三维模型方面,要考虑到美观程度、形状、植被、建筑物特点、水资源、地形、模型大小等;在二维数据方面,要考虑到二维空间数据的采集,二维数据与三维数据尺寸的对应以及三维数据<sup>[5]</sup>导入管理等;在二、三数据联动方面,要考虑三维模型位置定位准确,空间信息对应等;在三维预览方面,考虑是否能实现全景浏览<sup>[6]</sup>。三维空间数据库的实现是多方面技术的整合,文中整合了 SketchUP<sup>[7]</sup>和 ArcGIS 技术,研究了二者间的数据无缝结合的技术,实现了三维空间数据库。

收稿日期:2017-03-26

修回日期:2017-07-27

网络出版时间:2017-11-15

基金项目:2015 年度四川省教育科研项目(15ZB0366)

作者简介:杨 忠(1980-),男,讲师,硕士,研究方向为人工神经网络、数据仓库、数据挖掘、Web 应用技术。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20171115.1438.074.html>

1 三维空间数据库设计原则

(1) 遵循简单化和形象化原则。二维空间数据的表达<sup>[8]</sup>是抽象性,三维空间数据的表达则是通过简单与形象的三维重建,使人们在虚拟世界中感知到现实世界的三维场景。目前由于计算机处理能力不够高和成本的局限,计算机处理图像速度变慢,而且当模型过多时会变得格外迟钝,因此设计三维模型往往不能实现其所有细节。应该保持对象的主要特征,简化甚至忽略不重要的细节,保留甚至夸大对象的主要特征部分,以达到模型简单化和形象化的目的。

(2) 比例尺原则。与二维空间数据有共同点,三维空间数据的比例尺是三维模型设计中遵循数据精度的一个指标。三维空间数据的比例尺是数据质量高低的一个凭证,决定了三维空间表达的精简化程度。目前,由于城市三维地理信息系统在三维数据方面没有

固定划分的比例尺,所以数据采集和模型制作的精度就没有明确规定,只能根据实际的应用需求确定。

(3) 应用导向原则。当前,很多不同的行业 and 部门已经开始使用城市三维地理信息系统。由于各自的需求不同,对于三维空间数据表达的精细程度也各不相同。而应用导向原则重点突出与使用目的有关系的内容,可以根据使用需求的不同,去掉冗余细节,确定出对应的种类、细节以及水平和高程方向上的精度要求。

2 三维建模方式比较

在制作三维空间数据库中,主流的三维建模方式有 3D MAX<sup>[9]</sup>、SketchUP、实景建模和倾斜摄影建模。这些三维建模方式在不同领域中有着自己独特的特征,具体比较如表 1 所示。

表 1 三维建模方式比较

建模方式		制作工艺	优点	缺点
3D MAX 建模		用影像或规划图作为底图,贴图采用现场拍照加工,建筑高度依赖已有数据或估算	效果绚丽,色彩美;模型是独立的单体	周期长,模型高度若缺少已有数据,则不准确;与真实世界反差大,构建地形复杂,模型文件较大
		用影像或规划图作为底图,贴图采用现场拍照加工,建筑高度依赖已有数据或估算	效果绚丽,色彩美;模型是独立的单体;建模速度快,生成地形方便。文件格式灵活,模型文件占空间小	需要进行格式转换
实景三维		通过激光点云来获取地物的准确位置和轮廓,构建出模型框架;再为模型贴图	模型高度和位置都非常准确;贴图与真实世界最接近	显示效果较差,点云文件数据量大,周期长。激光扫描建筑物时间较长
		通过在同一飞行平台上搭载多台传感器,同时从一个垂直、四个倾斜等五个不同的角度采集影像。有了倾斜摄影拍摄的照片后,后续是全自动处理,不需要手工参与	省时省力 高度位置准确,贴图色彩符合实际	模型是成片区且连接的,非独立的单体;效果较 3D MAX、SketchUP 方式逊色些,离近看是有明显的凸凹不平。使用的仪器和处理软件费用较高,需要专业的航飞人员

通过表 1 的比较,采用 SketchUP 建模相对经济、周期短、显示效果好,唯一不足的是模型需要转换为 3DS 文件,才能导入 GIS 软件平台<sup>[10]</sup>,可以采用 3D MAX 软件进行批量化处理。

3 三维数据库设计

三维空间数据主要包括二维空间数据库设计、高程数据和三维模型。二维矢量数据的获取主要是通过矢量化,是实现三维空间数据最重要的步骤,高程数据是实现三维地形的基础数据,三维模型是三维展示的重要数据<sup>[11]</sup>。

具体的设计流程如图 1 所示。

(1) 二维空间数据库设计。

二维空间数据处理包括二维图矢量化和二维空间数据设计,二维图矢量化就是二维地图的绘制,在绘制

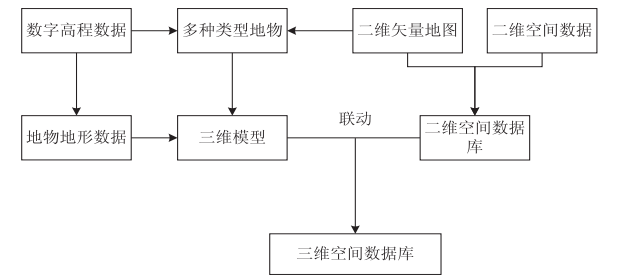


图 1 三维空间数据库设计流程

过程中,要考虑地形、地物等地貌要素,建立各种需要的点、线、面格式数据,比如道路用线表示,绿地、房屋、地面用面数据表示,树木、路灯等用点表示。二维空间数据设计根据实际的需求,建立各个图层特征要素的详细属性信息,二维空间数据设计也是二维空间数据库的核心内容,为二、三维空间数据的定位、查找以及空间分析<sup>[12]</sup>提供了基础保障。

## (2) 高程数据处理。

数字高程模型数据获取方法一般有两种:一种是矢量化等高线,获取高程数据生成 DEM 数据;另一种是通过航天、航空遥感影像立体图像对其提取 DEM 数据。后者数据更新快、更接近实际,但费用较高,前者费用低,但是繁琐,花费的时间不少,仅对精度要求不高的区域适用。可以根据不同的高程精度选择不同的获取方法,高程数据的处理主要是体现地形的特点,为三维空间数据增强了真实感。

## (3) 三维建模。

利用 SketchUP 软件建立三维模型<sup>[13]</sup>,具体技术流程:第一,矢量化数据文件导出,转换为 AutoCAD 文件(\*.dwg, \*.dxf)格式;第二,转换的数据导入到 SketchUP 软件;第三,利用 SketchUP 三维建模;第四,进行纹理贴图。

三维建模包括了点类型地物建模、线类型地物建模、面类型地物建模和地形建模。

### (1) 点类型地物建模。

在三维地物中,有一些简单地物可以用点状要素表示。树木、路灯等这些地物的几何形状比较有规律。可以使用外部模型,或者直接建模处理。

### (2) 线类型地物建模。

道路、河流、湖泊等的建模可以用线类型地物的建模表示。在 SketchUP 中线状地物不需要单独建模,普遍把线看成是带有或多或少面积的立体面,比如把道路看作是具有一定宽度的面。利用处理好的纹理材质进行贴图,可以呈现逼真的效果。

### (3) 面类型地物建模。

SketchUP 中的面状地物模型具有大小和长短的特征,像建筑物、运动场、草地等的建模。对于建筑物的建模,其建模过程可以分两步进行,一是几何建模,二是纹理建模。在几何建模过程中,先在 SketchUP 中导入建筑物底图,然后用画笔工具勾勒得到建筑物的外部轮廓,再用拉伸工具得到三维模型。在纹理建模过程中,站在不同角度拍摄建筑物的照片,并在 Photoshop 中进行校正处理,可以作为材质对所画三维模型进行贴图。

### (4) 地形建模。

“沙盒”工具是 SketchUP 软件中专门用来建立或改变处理地形的。在“沙盒”工具中仅仅利用现有的等高线就能简单地创建地形。

通过三维建模具体实现的效果如图 2 所示。

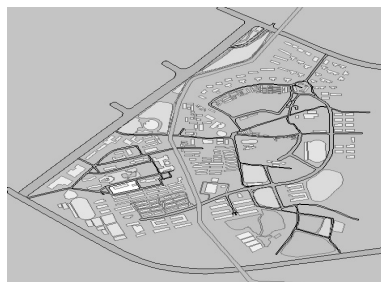


图 2 三维建模效果

规划和设计,保证矢量图形的完整性。由于两个地图数据间都具有相同的比例尺、空间参考、坐标系统、要素符号、空间位置等信息,为二、三维数据联动提供了保障。

三维模型导入。SketchUP 所建立的三维立体模型数据不能直接被 ArcGIS 软件识别,必须进行数据格式的转换。为了更好地管理数据,前期统一将建模数据在 ArcGIS 中制作成 shape 格式文件;然后将数据导入到 ArcGIS 中,选择需要建模的二维 GIS 数据,将所选择的二维数据全部转换为 SketchUP 能识别的格式,再进行三维建模等操作。最后将建立好的三维立体模型进行转换,通常使用 3DS 文件(\*.3ds)格式进行转换。3DS 文件(\*.3ds)数据格式文件导入到 ArcGIS 提供的 ArcScene 中进行三维显示。

三维模型数据的优化<sup>[14]</sup>。为了不影响三维虚拟场景的运行速度,尽量用画龙点睛的方法,减少或者去掉多余的细节,强调或夸大模型特征;在用 3DS 文件(\*.3ds)格式导出 SketchUP 模型数据时,模型的纹理数据出现部分丢失的可能性很大。而解决纹理丢失的办法是删掉不需要的线和面<sup>[15]</sup>,还可以把模型进行分解,逐步导出来。具体实现效果如图 3 所示。



(a) 二维空间数据



(b) 二、三维联动全景浏览

图 3 三维模型与二维数据联动效果

## 4 三维模型与二维数据联动

三维模型与 ArcGIS 能进行数据联动,关键的处理过程是二维矢量数据的过程,在该过程中,要进行详细的

5 结束语

采用 SketchUP 软件与 ArcGIS 平台相结合的方式实现三维空间数据库,利用二者的交互解决二维 GIS 数据批量生成三维模型的方法,解决了以往三维场景中三维模型只能显示,不能查询编辑的问题,实现了数据的查询与编辑,对三维模型进行了优化处理,以最少的系统资源消耗,较好地对三维建筑实景进行显示浏览。三维空间数据库体验效果好,立体感强,给人一种身临其境的感觉,且三维场景浏览速度快。实验结果证明了该方案的可行性,同时为三维空间数据库的建设提供了技术参考。

参考文献:

[1] 万宝林. 3DSMAX 与 SketchUp 的三维城市建模技术实验对比分析[J]. 测绘地理信息, 2015, 40(2): 23-25.

[2] 黄风华, 晏路明. 一种基于 CityGML 的虚拟三维数字城市建模研究[J]. 计算机应用与软件, 2013, 30(5): 104-107.

[3] 王星捷, 李春花. 基于 Unity3D 平台的三维虚拟城市研究与应用[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(4): 241-244.

[4] 邓德标, 方源敏, 高晋宁. 数字城市三维景观模型的批量添加及管理研究[J]. 测绘通报, 2012(S1): 249-252.

[5] 方光辉, 胡金星, 周廷刚, 等. 基于 GIS 的三维数字城市基础平台原型系统设计与实现[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(12): 139-144.

[6] 冯梅. 基于 LiDAR 和航空影像的三维建模方法探讨[J]. 测绘通报, 2011(12): 12-14.

[7] 许捍卫, 房晓亮, 任家勇, 等. 基于 SketchUp 的城市三维建模技术[J]. 测绘科学, 2011, 36(1): 213-214.

(上接第 62 页)

CPU0 控制系统和启动 CPU1, 实现了两个 CPU 同时运行裸机程序, 并通过 OCM 实现了两个 CPU 的通信, 经过 24 小时不间断测试, 双核运行稳定, 解决了该处理器双核同时运行的问题。

参考文献:

[1] 何宾. Xilinx all programmable Zynq-7000 SoC 设计指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013: 384-391.

[2] 陆佳华, 江舟, 马岷. 嵌入式系统软硬件协同设计实战指南: 基于 Xilinx Zynq[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013: 17-18.

[3] 陆启帅, 陆彦婷, 王地. Xilinx Zynq SoC 与嵌入式 Linux 设计实战指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014: 138-152.

[4] 叶琴, 谢捷如. 基于 SoC 和嵌入式 Linux 的数据采集系统设计[J]. 计算机技术与发展, 2015, 25(8): 203-207.

[5] 肖灵芝, 蒲林, 韩俊刚, 等. 异构多核图形处理器存储系统设计与实现[J]. 电子技术应用, 2013, 39(5): 38-40.

[8] 吴书金, 叶华平, 唐洋洋. 基于二维 GIS 数据和三维模型库快速构建营房土地三维模型的研究[J]. 后勤工程学院学报, 2014, 30(6): 83-89.

[9] 肖坤, 闫浩文, 王中辉. 基于 3ds MAX 的三维数字城市可视化模型构建方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(10): 68-70.

[10] 曹兆峰, 何燕兰, 李胜才. 基于 Sketchup 和 ArcGIS 的数字城市三维建模技术[J]. 地理空间信息, 2014, 12(5): 46-47.

[11] GRABE V, STRUTZ A, BASCHWITZ A, et al. Digital in vivo 3D atlas of the antennal lobe of Drosophila melanogaster[J]. Journal of Comparative Neurology, 2015, 523(3): 530-544.

[12] BETTAMER A, ALLAOUI S, HAMBLI R. Using 3D digital image correlation to visualise the progress of failure of human proximal femur[J]. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization, 2015, 5(4): 233-240.

[13] GELFGAT A Y. Visualization of three-dimensional incompressible flows by quasi-two-dimensional divergence-free projections in arbitrary flow regions[J]. Theoretical and Computational Fluid Dynamics, 2016, 97(4): 143-155.

[14] ZHAO Zhongyuan. Research on modeling precision and standard of 3D digital city[J]. Procedia Environmental Sciences, 2012, 12: 521-527.

[15] YANG X, WENG J N, XIA Y B, et al. 3D building modeling, organization and application in digital city system[J]. Science China Technological Sciences, 2010, 53(1): 134-142.

[6] 李金泉, 王东, 胡文振, 等. 基于 ZYNQ 异构多核处理器的人体动作识别系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2016, 16(8): 27-29.

[7] 邢艳芳, 张延冬. 基于 Zynq 的 OLED 驱动设计[J]. 液晶与显示, 2014, 29(2): 224-228.

[8] 张龙, 冯帅. 基于 ZYNQ 的视频图像处理平台的设计[J]. 计算机与数字工程, 2016, 44(12): 2519-2523.

[9] WANG Jiannong, WANG Wei. The common data acquisition system based on Arm9[C]//Proceedings of international conference on electronic measurement & instruments. [s.l.]: IEEE, 2011: 324-327.

[10] STEVENS W R, RAGO S A. Advanced programming in the UNIX environment[M]. [s.l.]: Addison-Wesley, 2014.

[11] JONES M T. GNU/LINUX application programming[M]. [s.l.]: Charles River Media, 2008.

[12] 孟繁星. 基于 ZYNQ-7000 的视频图像处理系统设计[J]. 信息通信, 2015(8): 60-62.

[13] Solomon-Systech Instruments. The datasheet of the SSD1322 Solo-mon-Systech Instrument[R]. Hong Kong: Solomon Systech Limit-ed, 2008.