

基于航测数据的三维景观生成方法^①

张凯选¹ 张大伟² 闫野¹ 郭阳¹

(1. 辽宁工程技术大学 测绘与地理科学学院 辽宁 阜新 123000; 2. 鸿远烟塔有限公司 辽宁 阜新 123000)

摘要: 三维景观模型的生成是近年来 GIS 领域研究的一个热点问题, 它可将航测数据库数据转换成可视化的三维视觉显示图像, 能逼真呈现线路所经区域的地形环境, 有着广泛的应用前景。基于航片利用 microstation 软件和 ImageStation SSK 获取城市三维景观建模所需的基础空间数据, 并对数据进行了研究与处理, 使采集的数据得到优化, 发现采集中出现的错误和误差并进行改正。利用 IMAGIS 三维地理信息系统软件对城市已有建筑物进行建模, 且应用真实照片对其进行贴面, 使得效果更贴近现实。最终生成城市三维景观图像, 并用 3Dbrows 生成 AVI 视频。

关键词: 航测数据; Microstation; 三维景观; Imagis

Methods of Generating 3D Landscape Based on Aerial Survey Data

ZHANG Kai-Xuan¹, ZHANG Da-Wei², YAN Ye¹, GUO Yang¹

(1. School of Geomatics, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China; 2. The Corporation of Hongyuan Building Cooling Tower, Fuxin 123000, China)

Abstract: Generating three-dimensional landscape model is a hot topic in the field of GIS in recent years. It can convert aerial survey data into three-dimensional visual maps, which can show the terrain of the route vividly, and have broad application prospects. In this paper, basic spatial data that three-dimensional landscape modeling needed are obtained by the microstation software and ImageStation SSK based on aerial image, and the data are analysed and processed. The collected data are optimized so that the errors can be found and revised. Existing buildings in the city are modeled by using the IMAGIS 3D geographic information system software, and the application of real photos veneer them made the results closer to the reality. Finally the three-dimensional urban landscape maps are generated, and AVI video is created with 3Dbrows.

Keywords: aerial survey data; microstation; 3D landscape; images

1 引言

摄影测量是研究影像的获取、理解、加工、处理的科学和技术, 使人们更容易直观地理解与应用有关信息。随着摄影测量与遥感的发展, 它可以为与地学有关的产业、计算机信息产业以及直接为建立数字地球提供各种地学的空间三维信息, 即数字高程模型、正射影像、GIS 的矢量与栅格数据、三维景观、城市三维建模与纹理信息及非地学的三维信息^[1]。

由于城市是人们生活工作的集聚地, 同时也是信息最密集的地方。所以城市三维景观的构建及其应用是当前国内外相关领域学者研究的热点。城市三维景观是以直观的三维地形、地物代替了抽象的地图符号, 这就使得地图超出了传统的地理信息符号化、空间信息水平化和地图内容凝固化、静止化的状态, 进入了动态、时空变换、多维的可交互的地图时代, 从而为进行各种空间分析创造了良好的条件。现代测量技术

①基金项目: 辽宁省教育厅创新团队项目 08-327(2007T073); 辽宁工程技术大学地理空间信息技术与应用实验室基金 08-155; 辽宁省教育厅科研项目(2008826); 辽宁省高等学校科研项目计划 08-224(2008S117)

收稿时间: 2009-11-09; 收到修改稿时间: 2009-12-20

的发展尤其是数字摄影测量遥感技术,影像处理技术的发展,为三维数据的获取及设计提供了手段上的可行性^[2]。

2 相关软件和设备

2.1 ImageStation

ImageStation 立体显示模块 (ISSD) 提供在 MicroStation 环境中的立体像对的显示和操作,如高精度三维测标跟踪,矢量数据立体叠加显示,立体漫游,影像对比度和亮度的调整等。在数字化等高线时可以设定高程值,支持多种窗口类型 (MicroStation 窗口、立体窗口 stereo view、左片单片窗口、右片单片窗口、单片影像窗口),可以选择 DGN 文件的部分内容做漫游以加快速度。所有的命令可以键入,这样能定义热键,提高生产力。

ImageStation DTM 采集模块 (ISDC) 以交互方式在立体模型上采集数字地形模型数据,高程点、断裂线及其它地形信息。

2.2 MicroStation

MicroStation 是美商宾特利系统 (Bentley Systems) 用以做为建筑、土木工程、交通运输、厂房设计、各式的生产设备管理、政府部门、公用事业和电讯网路等解决方案的核心。使用者可利用 MicroStation 建立固定资产的 3D 模型;这些模型以及组成模型的所有元件都是现实世界里真实物体的数位分身。

2.3 IMAGIS

IMAGIS 三维可视地理信息系统是一套以数字正射影像 (DOM)、数字地面模型 (DEM)、数字线划图 (DLG) 和数字栅格图 (DRG) 作为处理对象的 GIS 系统^[3]。该系统结合了三维可视化技术 (visual reality) 与虚拟现实技术 (virtual reality), 完全再现管理环境下的真实情况,把所有管理对象都置于一个真实的三维世界中,真正做到了管理意义上的“所见即所得”。

3 Microstation 航测数据的采集

地形图符号按其形状一般分为点、线、面三大类,同一类符号建立方式基本相同。其中点状符号数量最多,在地形图的 10 个大类中,测量控制点、独立地物、居民地、以及植被地貌的符号都是以点状符号表示,并且有些面状符号也可以看做是由点状符号均匀排列而成的^[4]。

(1) 点状符号在 Microstation 中以符号单元 (cell) 的形式出现,建立单元库就是按相应的图式要求将各种点状符号做成单元,存入一个后缀为 .cel 的单元库。

(2) 线状符号保存在扩展名为 .rsc 的线型库文件中, Microstation 的线型设计功能是其成为优秀的 CAD 软件的主要原因。各种复杂的线型都可以通过线划组件 (stroke)、点符组件 (point symbol) 和复合组件 (compound) 进行设置,复杂线型 (如坎、围墙等线型) 的各组件也可直接生成。

3.1 线状要素

(1) 交通要素采集道路的基本规范:采集时遵循右手法则,车道和道路的关系是三位捕捉打断关系;采集时要求接边,道路可以与建筑物共边,即建筑物边界可以作为道路边界,2D 捕捉。采集的要素主要有:铺面道路、未铺面道路、铺面车道、未铺面车道。

道路的采集采集要求:

① 双线准确,圆滑采集达欧铺面的。

② 要遵循右手法则。

③ 铺面道路上出现桥时道路需要 3D 捕捉,同时自己闭合。

铁路采集要求:

① 采集铁路中心线,双轨采集两条中心线。

② 铁路上出现桥时,需要 3D 捕捉在桥上,断在桥上,铁路在与周围其他要素平面相交时,3D 捕捉。

(2) 水系要素采集规范:河流的采集要按照从高处到低处的采集,并且要相交打断,河流不可以倒流。要采集连通性的河流,不能让河流无处可流。采集的主要要素有:单线水、双线水、隐藏水。

采集要求:从高到低采集,不能倒流,河流两岸高程必须一致,采集要圆滑。

(3) 栅栏围墙:除了挡土墙采集在地面上,其他的采集在实际高程处,2D、3D 捕捉联合运用,断裂线不能相交。采集在山脊、山谷、山脚及有地形变化的位置。要满足生成等高线的要求。线要采集准确,要贴准地面不能有悬浮,不能有深入^[5]。如果房子、围墙、栅栏、篱笆、道路和高速公路等的边界一致,要求只采集房子、围墙、栅栏、篱笆和高速路等代替道路。

3.2 面状要素

不同点面状要素区分开,同时标记符号。

(1)交通要素

道路可以与建筑物共边，即建筑物边界可以作为道路边界，2D 捕捉。

桥：采集的时候要成闭合的多边形，采集桥梁实际高程和位置，要求闭合，桥与两侧道路要素 3D 捕捉，桥下道路直接传过，水隐藏。

停车场：采集所有由水泥或者沥青构成的有硬化路面的停车场。

(2)水系要素(湖泊、池塘)

采集要求：遵循右手法则，采集封闭的面状水，采集的时候锁定高程^[6]。

3.3 点状要素

所有的独立地物只采集符号形式，采在地面。

散点：采集的是规则的高程点。散点落在房子、道路、房屋内的时候要移出或者不打散点。

4 数据处理

(1)脏点的查询

①把 DGN 数据的 10、11、20、24、31、39 层(所有线型层)转到一层；

②打开 Geo 加载 DGN 数据；

③计算长度，查出线段长度(Length)小于固定值的线段，然后到 Microstation 里进行处理；

④参考脏点把错误的改正^[7]。

(2)运行 Building3D_QC

在 MicroStation 中在出现错误的地方用明显的标志标示出，并寻找且改正。如果没有连接错误，参看图 1：

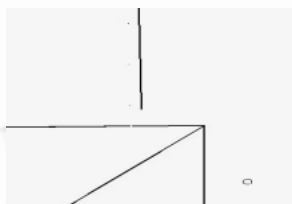


图 1 没有连接的错误

(3) CAD 下数据处理

①在 Microstation 修正后的房屋数据。将.dgn 文件另存为.dxf 文件。在 CAD 中再次对房屋数据进行处理，使房屋成为比较正规的闭合图形。

②在 CAD 中用 explode 命令将图中的块炸开。这样在接下来的导入 imagis 中进行操作时才不至于

图中的线偏移位置。

5 城市建模与景观可视化

5.1 建模的基本原理与方案

城市建模应该分为几何建模 (geometrical modeling)与纹理建模 (texture map2ping)两部分组成^[8]，它由：

(1)正射影像+DEM 构成三维地形表面；

(2)由房屋的几何模型+纹理构成三维建筑物；

(3)以及三维的植被(森林)与其它地物所组成。

其中第三部分的纹理一般用虚拟建模来实现。对于第一、二两部分，根据要求、原始资料的不同，进行城市建模的方案也不相同。例如，有的城市建模对地面的纹理要求不高，正射影像可以采用 TM 图像+DEM 构成；反之，应采用航空影像+DEM 构成。由于无论是航空影像还是卫星影像均是由空中对地观测的结果，不能清晰地反应房屋的墙面纹理，当前解决墙面纹理的方法多是以地面摄影的方法获取^[9]。建模方案流程图如图 2 所示：

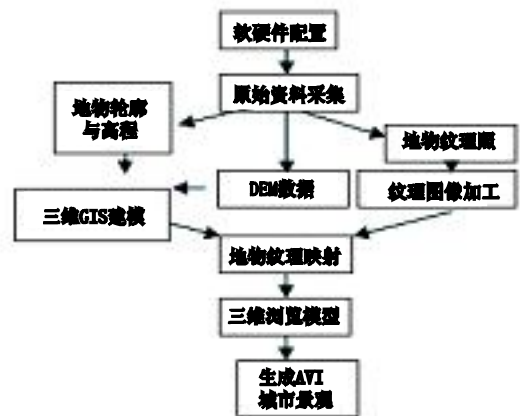


图 2 建模方案流程图

5.2 三维建模

首先，用 VirtuoZo 基于房屋地面点生成一个 DEM。有了 DEM 之后，然后将 DEM 输入到 imagis 里面。Imagis 环境下的三维建模然后导入房屋数据，接下来，对从二维数字地图导入的各建筑物添加高度、颜色属性，然后统一进行自动创建建筑物^[10]。如个别建筑物须调整则先进行属性修改，再人工创建建筑物。建模时需先在 Imagis 中选取基元，如果选择人工选取基元，用鼠标右键在图形窗口里面依次选择，系统会自动记住所选的基元；选择时无须遵循先后顺序，

系统将自动判断并生成三维体。对于已有高程的房屋可以直接用房屋顶和 DEM 创建建筑物。另外,自动生成这个过程比较耗内存,所以如果电脑性能不是很高,可以把那个.dxf 文件分成几个小的.dxf 文件,分别进行处理继续进行添加.dxf 文件。对于已有高程的房屋可以直接用房屋顶和 DEM 创建建筑物,如图 3。

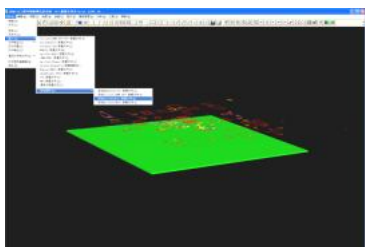


图 3 导入房屋数据和 DEM 数据

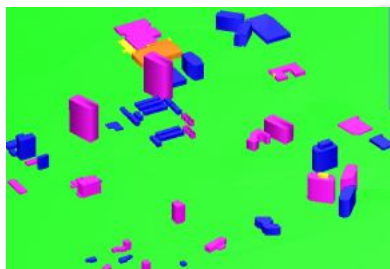


图 4 模型初成

5.3 不规则建筑物的三维建模

(1)平檐楼顶的处理

建模思路:在楼房主体模型的顶面之上,再添加一个水平尺寸稍大而厚度较小的新模型。技术要点:先构建主体模型;然后选中模型顶面,利用 IMAGIS 的手工建模方法新建一个厚度较小的层面模型;最后修改新模型的属性,使其沿 X, Y 水平方向适当放大,从而生成平顶楼檐^[11]。

(2)人字型屋(楼)顶的处理

建模思路:在建筑物主体模型的顶面上,再添加一个下大上小的“人字顶”。

5.4 建筑物纹理粘贴

在三维地理信息系统中,对建筑物 3D 几何模型进行纹理映射是建好三维景观图的关键,它将直接关系到所建模型的视觉效果和逼真程度。因为利用影像纹理,不仅可以真实、直观地表达现实世界,还可以弥补 3D 几何模型里所表达不出的详细信息,丰富几何图形的细节和材质。但是在纹理的提取过程中,由于受建筑物的高度的影响,数码相机拍摄的照片往往是比例失调,所以必须对取回的每张图用平面图形处

理软件 photoshop 进行处理,使之正立并成矩形。在提取纹理的过程中根据一般规则建筑物外观构型的对称性和规律性,可对提取的建筑物立面像片进行分割,在建立 3D 模型时,调用这些处理过的图像并对其定位和拼接,即可完成对建筑物 3D 几何模型的整个表面的纹理贴加。

5.4.1 纹理的采集

采集方法是用数码相机去实地拍摄建筑物,拍摄时注意建筑物各个面的纹理方向都应标明,应与相片序号一一对应,最好当时做记录,便于查找、编辑、粘贴。当建筑物的整体性和影像的清晰度发生矛盾时,应该首先保证影像清晰,分段摄影,然后再进行内业拼接。纹理的采集和编辑是相辅相成的,采集合理有序,会大大降低编辑量;相反,编辑能力的提高,也可以降低采集的工作量。

5.4.2 纹理的编辑

纹理的采集和编辑是相辅相成的。采集合理有序,会大大降低编辑量;相反,编辑能力的提高,也可以降低采集的工作量。采集来的纹理图像信息输入计算机进行编辑。纹理编辑一般使 PhotoShop 软件。编辑过程包括格式转换、选取编辑区、变换、扭曲、拼接等,得到建筑物得正面像。应注意:纹理的亮度、对比度、色彩平衡的调整以使建筑物纹理各个侧面在明暗、色调和对比度等方面有所区别。这个过程中可能涉及到橡皮图章、模糊、锐化、涂抹、羽化等功能的简单应用。注意纹理密度的统一,图像大小,图像太大占用过多内存会影响链接速度。

5.4.3 纹理的粘贴

纹理粘贴亦称纹理映射,主要应用了图形学中的“图案填充”方法。其原理和步骤是:先选定建筑物的某一个矩形面,然后以与之对应的纹理影像为“图案”对象,采用拉伸填充方式,将“图案”粘贴到建筑物立面模型之上,从而生成“皮肤”。



图 5 三维模型

三维景观图的基本模型建成之后,通过实地采集

的建筑物纹理,利用 Imagis 的纹理映射功能对所有的物体贴纹理,使生成的三维景观更加逼真和生动。如图 5 所示。

6 利用3Dbrows中生成景观

在 3DBrowser 中利用正射影像和 DEM 数据,重构真实的地形地貌,并引入建物信息的工程文件,生成城市景观^[12]。在 3Dbrows 中导入 DEM 和生成的模型,和建筑物模型文件。其中由于对于模型地面的其他景观要求不是很严格所以只需要房屋数据即可,导入地面影像的时候可以导入一张自制的图片并且附上已有的对应的 DEM 即可,这样获得真实的地面高程数据。

另外,Imagis 环境中,通过选取一定的漫游路线(如图 6 所示),可以对三维景观图进行浏览,在浏览的过程中实时导出三维景观图。可以看生成的三维模型,应指定一条合理的路径输出三维景观图;录制 AVI 视频应注意路径的平滑性^[13]。



图 6 设置浏览路线



图 7 导出 AVI 视频文件进行浏览

7 结论

航测数据库数据转换成可视化的三维视觉显示图

像,能逼真呈现线路所经区域的地形环境。借助这一技术,可以给决策者、设计师以直观的三维立体印象,为道路设计方案评审及优化设计提供决策的依据。在铁(公)路选线、道路空间几何线形评价、行车安全评估、环境影响评估和桥、隧、站位选择等方面具有广阔的应用前景。

参考文献

- 1 马东岭,丁宁,蔡菲.用全数字摄影测量系统高效获取 4D 数字产品的方法.地理空间信息, 2009,(4):69-71.
- 2 王佐成,薛丽霞,张喜平.遥感影像中边界云的匹配研究.重庆邮电大学学报(自然科学版), 2008,(6):733-736.
- 3 张宁.数字化三维城市设计建模技术分析.电脑知识与技术, 2009,(17):4555-4556.
- 4 刘曦灿,杨学锋,武丰雷.数字摄影测量数据获取的新发展.山东理工大学学报(自然科学版),2006(11):21-25.
- 5 宁津生,陈俊勇,李德仁等.测绘学概论.武汉:武汉大学出版社, 2004.
- 6 向浩,喻鸣,刘波.基于 CCGIS 的三维城市模型数据.生产地理空间信息, 2009,(2):42-44.
- 7 王展旭,杨眉.基于 X3D 的三维地形可视化研究.软件导刊, 2009,(4):187-188.
- 8 葛磊,武芳,朱强.三维建筑综合基本方法的探讨.测绘信息与工程, 2009,(2):15-17.
- 9 郭玲,王建宇,黄炎炎.真实感 3D 重建中的纹理映射技术.中国图像图形学报, 2007,12(10):1881-1884.
- 10 贺全兵.地形三维可视化方案.重庆工学院学报(自然科学版), 2008,(3):39-42.
- 11 姜宏岸.基于格网模型的三维地形可视化.信息技术, 2008,(12):55-57.
- 12 翟初明,张晶,官云兰,徐跃武,罗启,谢妍芳.基于 IMAGIS 的城市三维建模.南方国土资源, 2008,(2):40-43.
- 13 熊祖强.工程地质三维建模及可视化技术研究[博士学位论文].武汉:中国科学院汉岩土力学研究所, 2007.