

数字城市三维城市规划信息系统的实现 ——以“数字潍坊”为例

史 翔, 孙红丽, 孔凡伟
(山东科技大学, 山东 青岛 266510)

摘要:建设数字城市需要解决若干关键技术问题,如海量空间数据管理技术、大规模三维场景可视化技术、基于三维数据分析与运算核心等多项技术。为此,文中以美国 Skyline 公司的 Terra Suite 系列软件产品中的 TerraExplorer Pro 作为三维地理信息制作与建模平台,综合运用三维模型构建技术,建立“数字潍坊”三维城市规划信息系统。

关键词: 数字城市; 三维 GIS; 虚拟现实; 城市规划

中图分类号: P208 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001 - 358X(2008)02 - 0055 - 04

1 系统架构流程

下几部分构成:数据预处理、三维数据集成、系统功能应用。其系统框架流程图 1 所示。

从整体上看,数字潍坊三维地理信息系统有以

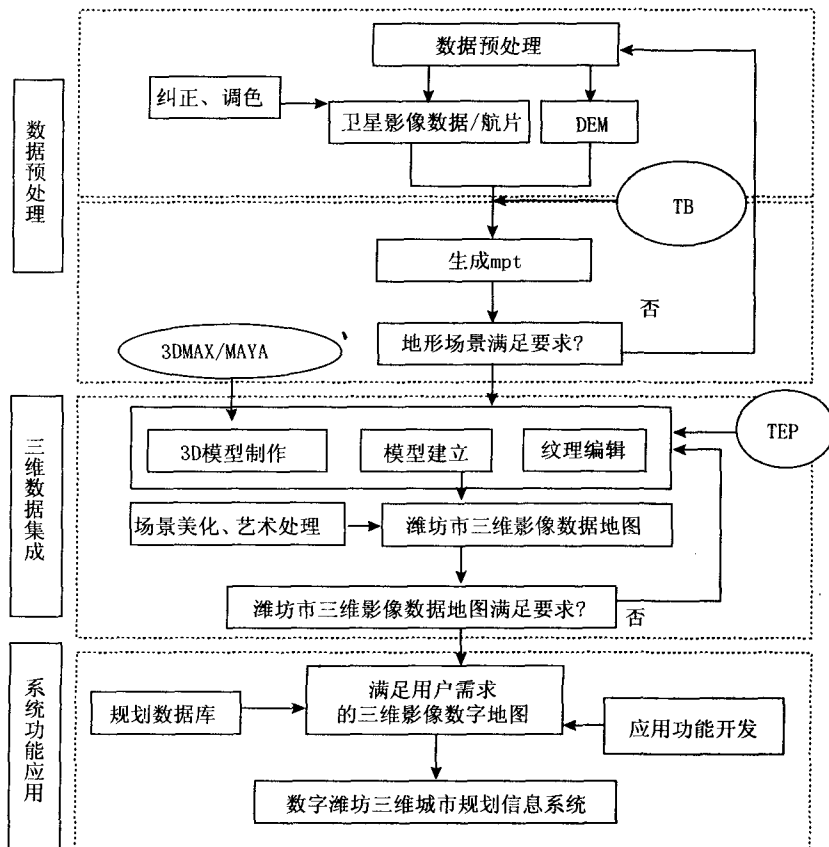


图 1 “数字潍坊”三维城市地理信息系统架构流程图

2 系统数据生产流程

统主要包括前期数据准备、中期数据采集、后期数据处理三大部分。其数据流程示意图如图 2 所示。

从数据的流程上看,数字潍坊三维地理信息系

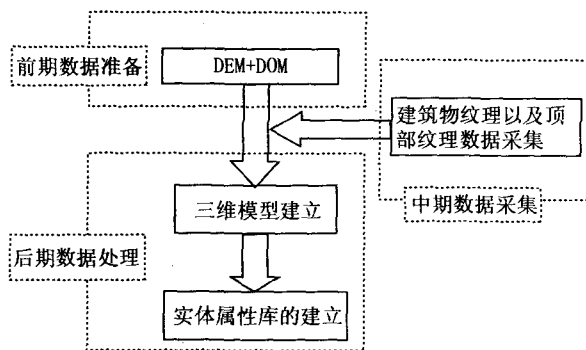


图 2 数据流程

通过前期准备的数字影像和数字高程数据,利用 Terra Builder 软件建立起生产区域的三维场景。对场景中所有需要建立的建筑物和景观进行分类,利用中期野外采集的纹理数据和三维场景的建筑物顶部纹理数据以及已有 1:500 比例尺 CAD 地形图数据和高程数据对建筑物和景观分别进行后期三维模型的建立,最后利用 Terra Explorer 软件将三维场景和三维模型进行集成,并建立三维实体的属性库。

2.1 航测数据采集

受潍坊市勘察测绘研究院委托,潍坊市航摄比例尺 1:8000 真彩色航空摄影由中国人民解放军 61363 部队进行。整个航摄面积约为 525 km²,有 18 条航线,使用 RC-10 航摄相机一部,焦距 152 mm,柯达 2444 真彩色航空胶片。航摄采用“运一五”航摄飞机。

航线按常规设计,航向重叠为 65%,旁向重叠为 25% - 35%,其它符合国家标准地形航摄规范要求。本次航飞影像范围覆盖整个潍坊市 525 km²,影像清晰分辨率 0.2 m。

2.2 高程数据采集

在潍坊市航摄区域内布置了 85 个平高控制点,9 个检查点。同时对立交桥也进行了间隔 20 m 的高程测量。

2.3 外业纹理数据采集以及野外调绘记录

纹理数据影响了三维场景中的所有地物,决定了场景的整体效果与纹理细节,并最终决定实际场景的逼真程度。

完成了整个项目区域 25 个分区的重点建筑物以及两个广场(人民广场、风筝广场)、两条河流(虞河、白浪河)及两座立交桥的拍摄及纹理采集工作。外业拍摄的照片、纹理已经按照分区及建筑物编号

进行整理分类,并对复杂建筑加以拍摄说明,方便后期建模。

与野外调绘、纹理数据采集工作同时进行的是测区内各种地物的野外调绘记录。野外调绘记录一方面是建立三维景观的重要依据,另一方面也是成果递交的重要原始资料。野外调绘记录以野外拍摄的纹理相片为基础,需要记录拍摄相片与实际地物对应、相关地物的类型、特性、相互关系等内容。

2.4 内业三维模型数据的建立

项目区域内所有模型分精密建模模型和一般建模模型两类。重点建筑和典型景点模型全部采用 3DMax 建模,精密建模的模型导出成 X 格式的模型文件,通过 TerraExplorer 导入,实现模型与场景的融合。其余通过 Skyline 的 TerraExplorer 直接建模。纹理采用外业拍摄的照片,用 Photoshop 进行处理而成。为了更真实地反映现实模型,房顶采用影像上的建筑物房顶处理而成。模型高度的确定由外业采集的高程数据得到。最后对三维环境下的全部建筑物的高程进行量测,获得了比较精准的建筑物高度,与测量值进行比较,误差控制在 0.5 m 之内。

2.5 影像数据的修改和纠正

通过影像合并出现影像过渡色调差异较大情况,我们进行了优化使之更美观。因为河流上的桥需要通过模型来体现,所以对影像上的桥进行了处理,用河水的颜色覆盖桥的影像。这样整体效果就更加美观。

作正射影像前首先对原始影像进行颜色预处理,使各影像色调尽量一致;做好正射影像后再逐一细调,让各个影像间色调尽量一致,色差均匀,明亮度一致。对水域部分圈出统一进行色彩处理,使水域颜色一致。对处理后的影像进行最后的匀色批处理;对最后的影像进行逐一检查,并进行部分修改。

2.6 DEM 数据的修改

潍坊城区起伏不大,除伏延山外基本为平地。为了能更细致的表达出地形的高低起伏,DEM 制作精度达到 0.3 m。虞河和涨涵河为潍坊市的重点景观,河上的桥均在 3DMax 下精建,这样就需要把凸出的 DEM 摸平至水面。在两处立交桥交叉的高架上全部摸平,便于放置模型,达到最真实的现实反映。

2.7 三维场景数据的合成

影像及 DEM 调整完毕后需要合成场景。我们使用美国 Skyline 公司的 TerraExplorer Builder 软件进行合成。

2.8 属性数据的录入

根据外业拍摄时的记录和现有资料的参考,我们对项目范围内重点建筑物赋予名称及信息提示等属性,方便系统进行检索和查询。

3 城市景观三维模型的建模方法及界面定制

3.1 建模范围分区划分

对区域范围进行区域划分和编号,共划分为 25 个城市建筑区、2 个河流区、2 个广场区和 2 个立交桥区。

3.2 纹理数据的制作

当纹理拍摄完毕,需要采用 Photoshop 等工具对其进行基本的图像处理并正确裁剪。对于材质贴图,因为纹理文件需要大量的显卡资源,因此图片格式定义为 JPEG 格式,纹理的像素尺寸设置为 2 的 N 次幂。有镂空效果的贴图制作成 tga 格式的图片。在 TEPro 中导入转换的 X 模型时,也要根据模型当中使用的材质贴图的不同格式,对贴图的转换格式进行设定。

3.3 建筑物及其附属物三维模型的建立。

建筑物是三维场景所要表达的主要内容,在总体上需要正确、完整地表达,其表达要素包括主体部分、屋顶部分以及附属设施部分。建筑物附属设施包括阳台、门廊、车库、台阶、围墙、烟囱、空气调节设备等,对重要建筑、主要街道与主要道路两侧的建筑物的附属设施表达必须完整。对结构没有完整表达的建筑,如果使用 TEPro 的建模功能能够建立其模型,比如简单的悬空结构,则使用 TEPro 的建模功能建立完整模型,否则以 3DS 模型表达。对于具有特殊意义和重要作用的建筑物,以及仿古和具有历史价值的建筑物均使用 3DMax 精确建模。

3.4 植被三维模型的建立

植被的三维模型,需要表达独立树、行道树以及成片的树林和草坪、花坛等要素。植被地物的具体类型,按照野外调绘记录,以表达植被主要特征的原则确定。原则上,高度高于 8 m 的树木与面积大于 20 m² 的草坪和花坛需要表达。植被三维模型在 TEPro 中的建立,对树木类植物是以点模型的方

式在场景中插入二维图片;对草坪是按地形图或者野外的调绘范围建立面模型;对花坛按照其实际高度与形状建立立体模型。

3.5 道路、河流附属物三维模型的建立

道路、河流的附属设施的三维模型,如单层或多层立交桥、人行天桥、交通信号灯、路灯、道路、河流两边绿化带等要素。尤其是潍坊市针对两河流域进行了专门的治理,两河景观包括休息长廊、亭子、河上桥等。对这类附属设施的纹理表达,以实际拍摄的纹理及真实影像为材质,进行精确建模。

3.6 旅游景点及广场三维模型的建立

根据实际调绘,可归纳出旅游景点和广场除一般建筑物外,还包括特征复杂的建筑、大型的仿真模型、微缩模型、悬崖雕刻、雕塑等 5 类需要表达的景观地物,一般以 3DS 点模型的方式建立。

3.7 界面定制

为了更好的符合中文用户习惯,使其更佳、更方便的操作,同时突出常用和实用功能,对 TerraExplorer Pro 进行了全新界面的开发定制。新的三维操作系统采用中文语言,界面友好直观,操作简便。

4 系统功能

4.1 信息栏窗口的编辑

信息栏窗口提供了访问三维对象的快捷方式。它列出了工程创建地形上的所有对象的列表,并且能够根据它们的属性、位置和信息类型进行自由分组,随意定制自己需要的信息列表。信息栏中包括八种基本对象标识,分别是组、锁定组、位置、路线、标签、静态对象、动态对象和信息。另外还有分析工具的四图标,分别代表等高线轮廓图、空域威胁、视线分析和最佳路径。

4.2 对象编辑

系统的工具箱提供了一系列的二维简单图形和可以放置到三维场景中的标签。其中包括:文本标签、图像标签、折线、多边形、矩形、规则多边形、箭头、圆、椭圆、弧段、图层。在工具栏上选择相应的图标可以在三维场景中绘制相应的二维图形。

4.3 量测分析工具

系统工具箱提供了一系列 GIS 基本分析工具,如图 3。其中包括水平距离测量、斜线距离测量、垂直距离测量、面积量算、等高线、剖面分析、最佳路径分析、视线分析、视域分析、空间分析。

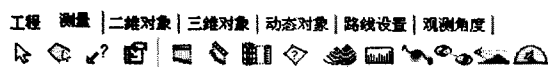


图 3 量测分析工具条

4.4 动态对象编辑

动态对象编辑工具提供了一个易于应用的方法使用户可以给三维对象设计移动路线,这个工具同样适用于文本标签和图像标签。也可以创建一个虚拟动态对象,只要指定它的运动路线而不需要给它依附一个实体对象。还可以将虚拟动态对象和一个实体对象进行联接,使其连动,或者将摄像机同虚拟动态对象进行联接。



图 4 动态对象编辑工具条

4.5 漫游路线设置

根据漫游的要求进行漫游路线的设置,提供三种设置方法,分别是画面点记录、跟踪漫游路线记录、模板参数设置记录。其中画面点记录比较常用,模板参数设置一般用来对制定好的漫游路线进行速度、加速度、转向速度、高度等参数值的设置。使用定制好的漫游路径可以生成多媒体文件,其格式为 avi。

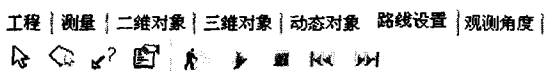


图 5 路线设置工具条

4.6 观测设置

系统提供了多种对目标对象的观看方式。包括环绕模式、后上方观测、后视、俯视、驾驶员视角、右方观测、左方观测、仰视和地面点观测。使用这些观看方式用户可以对目标对象进行多视角的观看,非常方便实用。

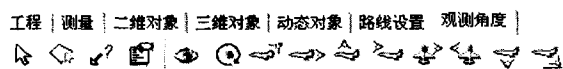


图 6 观测工具条

4.7 系统工具应用

系统工具是一组和 TerraExplorer 的 API 相关的

扩展工具,它提供给用户很多的扩展特性。系统工具包括:对象查找、对象复制、画图、生成电力线、地图制作、自助导航、坐标系设置、数据包、快照。

5 结束语

数字城市建设是一项复杂的技术、社会系统工程,不仅要有先进的技术为支撑,更需要管理体制、机制和政策法规来护航,以及市民信息素质的普遍提高。要从全球战略的高度加深对数字地球的认识。有国家的积极推动、城市政府的高度重视和积极建设,在不久的将来数字深圳、数字北京、数字上海等一批数字化城市将展现在我们的眼前。

参考文献:

- [1] 顾朝林,段学军,于涛方,孙毅中,陈启宁.论“数字城市”关键技术及其实现[J].城市规划,2002,26(1):16-20.
- [2] 郭汝,徐肇忠,胡建国.从数字深圳看三维城市模型数据生产流程及技术[J].测绘信息与工程,2003,28(4):39-41.
- [3] 李德仁,关泽群.空间信息系统的集成与实现[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,2000.
- [4] 杨建思,杜志强,彭正洪,黄经南,陈永喜.数字城市三维景观模型的建模技术[J].武汉大学学报(工学版),2003(6):37-40.
- [5] 顾朝林,段学军,于涛方,孙毅中,陈启宁.论“数字城市”及其三维再现关键技术[J].地理研究,21,(1):14-24.
- [6] 数字城市导论编委会.数字城市导论[M].北京:中国建筑工业出版社,2001:107-127.
- [7] Wolf M. Photogrammetric Data Capture and Calculation for 3D City Model. 47th Photogrammetric Week, Stuttgart, 1999.

作者简介:史翔,硕士,在读。专业:地图制图学与地理信息工程。

(收稿日期:2007-12-17)