

高分辨率遥感影像在城市 三维景观建立中的应用

廖圣东 ,廖其芳 ,曾文华 ,王 娟 ,雷 磊
(广州地理研究所 ,广州 510070)

摘要 :高分辨率遥感影像具有高空间分辨率、高清晰度、信息量丰富及数据时效性强等优点 ,是建立城市三维景观的良好数据源。本文对高分辨率遥感影像在城市三维景观建立中的相关技术与方法进行了初步探讨 ,对其应用的优势及存在问题进行了简单分析。研究表明 ,基于高分辨率遥感影像能够快速、便捷、经济地建立高时效性的城市三维景观。

关键词 :高分辨率遥感影像 ;城市三维景观 ;数字城市

中图分类号 :TP 79 :P 237 文献标识码 :A 文章编号 :1001 - 070X(2006)04 - 0040 - 03

0 引言

城市三维景观是辅助城市空间决策的基础 ,它将城市现有的地形地物进行三维数字采集与量算 ,获取三维结构信息和纹理信息 ,并将信息进行筛选、分类和有效管理 ,最终将这些信息进行可视化 ,形成一个具有高度真实感的虚拟景观模型 ,从而达到信息展示的目的 ,满足用户的需求^[1 2]。城市三维景观的建立 ,需要真三维的空间数据 ,如平面位置数据、高程或高度数据以及真实的纹理影像数据等。高分辨率遥感影像具有高空间分辨率、高清晰度、信息量丰富及数据时效性强等优点^[3] ,它保证了地面的资源、环境、社会与经济的主要内容清晰可见 ,可以为城市建模提供详细、丰富的几何和语义信息数据 ,加上数据获取的动态性 ,使得高分辨率遥感影像成为未来最具有发展前途的城市三维景观模型数据源^[4]。

本文通过对高分辨率影像(QuickBird)建立城市三维景观的一次实验 ,对高分辨率遥感影像在城市三维景观建立时的相关技术与方法进行了初步探讨 ,并以此对高分辨率遥感影像的应用优势及存在问题进行了简单分析。

1 基本方法

当前 ,城市三维景观的建立主要采用以下几种方式^[5] :

- (1)根据数字地面模型(DEM) ,叠加正射影像(DOM) ,生成虚拟景观 ;
- (2)使用 CAD 系统的设计数据 ,借助相应建模工具 ,生成景观模型 ;
- (3)利用摄影测量、激光扫描或其它地面测量手段 ,采集三维编码数据和实际影像纹理 ,逼真地表示城市景观 ;
- (4)根据建筑物的底部边界线和相应的高度属性进行三维重建。

高分辨率遥感影像通过几何校正 ,并与数字地面模型(DEM)叠加后 ,可以生成地面虚拟景观 ,此外 ,由于该遥感影像所具有的高空间分辨率 ,从影像上可以清晰地获取各种地物的分界线以及轮廓 ,包括建筑物的顶部边界线以及部分建筑物的高度。因此 ,本文拟用以上(1)、(4)相结合方式建立城市三维景观。

2 实验区域

实验位于广州市某小区。该小区地势平缓 ,植被覆盖良好 ,建筑物相对密集且外型较简单 ,比较适合开展实验研究。高分辨率影像(QuickBird)的成像是 2003 年 10 月 6 日 ,空间分辨率为 0.62 m ,卫星倾角为 26° ,影像有一定阴影存在 ,从影像上可以清晰地辨认各种地物(如插页彩片 10 所示)。

3 实验步骤

城市三维景观的建立需要将各种三维景观模型(如建筑物、植被等)的三维数据精确地叠加在虚拟的地形景观上,并对环境背景进行修饰整理。

3.1 虚拟地形景观的建立

虚拟地形景观是建立具有真实感的城市三维景观的基础,它通过高分辨率数字正射影像叠加数字地面模型(DEM)来完成。

DEM采用1:1万地形图数字化获取,等高线、高程点通过TIN构造生成。DEM不仅提供了对城市地表的描述,同时也是其它城市景观的高程起点。

影像正射校正的目的是改正影像的投影变形,消除地形对影像的影响。地形起伏过大时,应依据卫星的姿态参数、控制点以及DEM建立正射纠正模型进行正射纠正。本文所选实验区范围较小且地势平坦,地形对影像的影响很小,因此,采用多项式法进行几何精校正,以改正影像的投影变形。

此外,为了更加逼真地表现城市景观现状,改善影像的视觉效果,还必须对影像进行增强处理(如消除高大建筑在地面的阴影)。处理方法主要是对影像灰度信息进行拉伸、调整反差与亮度等。

3.2 建筑物三维景观模型的建立

建筑物三维景观模型的建立是城市三维景观重建的关键^[6],它需要采集建筑物的几何外形特征、高度及纹理。

(1)建筑物几何外形特征获取。由于建筑物分为规则建筑物和复杂建筑物,三维建模的方式和复杂程度有所不同。对于规则建筑物,可依据建筑物的顶部轮廓与建筑物的高度进行重建,即在影像上,通过人机交互或图像处理的相应算法自动或半自动检测建筑物的顶部轮廓,提取建筑物的几何外形数据。

对于一些不规则的复杂建筑物,如大型的露天体育馆、雕塑等,需要借助专业的建模工具,如3DMAX、MultiGen等对它们进行建模^[5,7]。插页彩片11中红色实线为本次实验所采集的建筑物外形数据。

(2)建筑物高度数据获取。建筑物高度数据获取是城市三维景观建立的一个难点。主要通过高分辨率影像上的阴影长度,结合太阳高度角、卫星参数推算出建筑物的高度^[8]。如果是垂直摄影方式或建筑物在影像上没有阴影,建筑物的高度数据在影像上无法确定时,则需要到实地调查。

(3)建筑物纹理数据获取。建筑物三维模型的纹理分为顶部纹理和侧面纹理。顶部纹理可从高分辨率遥感影像上快速获取,或采用计算机作简单模拟进行纹理贴合。侧面纹理在非垂直摄影的情况下可以根据影像提取;如果是垂直摄影或建筑物侧面被遮挡时,需要采用地面摄影的方式进行提取,该方式虽然在一定程度上加大了工作量,但所获取的纹理是最真实的,表达的细节也更细腻。

插页彩片12表示了对建筑物的几何外形与高度重建后,再进行建筑物纹理贴合的过程。

3.3 其它三维景观模型的建立

为了增强城市三维景观的真实感,还需要建立成片树木、花草以及喷池等相关环境背景模型。在遥感影像上,可以很直观地进行相关环境背景数据的识别与获取,再由计算机做简单的模拟绘制,或采用花草树木的纹理代替实际模型,以减少构造真实树木模型所需要的庞大数据量。另外,还有各种景观中必要的修饰对象数据,如天空云雾、太阳光照等可以由计算机进行模拟。

4 实验结果与讨论

上述实验得到的最终实验结果如插页彩片13所示。从实验结果看,QuickBird高分辨率遥感影像对实验区三维景观的模拟基本成功。

通过高分辨率遥感影像不仅可以部分地获取建筑物的高度和顶面纹理信息,而且在一定程度上减少了工作量。同时,基于影像上的真实城市地表数据可以很好地表达出该地区的城市景观细节,克服了其它方式对城市地表数据模拟的不足。因此,该方法所具有的特点是处理步骤简洁、高效、工作量小且真实感较强。

鉴于目前建立城市三维景观的主要目的是提供可视化功能,对数据的精度要求较低,因此,在大范围使用时,复杂建筑物模型的建立往往可以简化或忽略。

高分辨率遥感影像在大范围城市三维景观建立时优势突出,但实验发现,该方法也存在一些问题:

(1)遥感数据源要求。卫星影像的倾角需要保证影像有一定的阴影(落影),不宜选择垂直摄影的影像。建筑物高度、建筑物侧面纹理在有一定倾角的影像上基本上可以获得,但在接近垂直摄影的情况下,要获取这些数据是不太可能的。当然,如果卫星倾角过大,会造成大片阴影,影响虚拟地形

景观的效果以及模型的位置精度。

(2) 建筑物模型的位置精度。由于卫星影像需要保证一定的倾角, 这样建筑物将存在一定的倾斜。而在提取建筑物的几何数据时, 由于无法确定建筑物的底部边界线, 只能沿着建筑物的顶部轮廓进行采集, 因此, 对于高大建筑物, 其位置会有所偏移。

(3) 室外实地工作。从高分辨率遥感影像上可以获取大部分的景观模型数据, 大大减少了室外实地工作。但由于遥感影像自身的缺陷, 如信息获取不足(建筑物侧面信息)等, 使得室外实地工作仍不可缺少。

5 结 论

高分辨率遥感影像能应用在城市三维景观建立时的虚拟地形景观建立、建筑物模型建立以及其它模型的建立等中。该方法只需要少量的室外工作来获取一些辅助信息, 因此, 工作量小, 真实感强, 处理步骤简单、高效, 而且范围越大, 优势越明显, 在缺少规划图纸或相关地理底图数据的非重点地区使用时, 具有非常经济和实用的优点。需要注意的是, 该方法在遥感数据选购时要保证有一定的倾角, 不可过大, 也不宜太小; 其次, 高大建筑物存在较大位置偏移时, 必须对其位置进行平移矫正; 另外, 在经费和设备许可的条件下, 应尽量采用立体像对的方式采集模型数据, 以提高位置精度。

总之, 应用高分辨率遥感影像能够快速、便捷、

经济地建立高时效性的城市三维景观。它为城市现代化建设的众多行业提供了新的分析和管理手段, 是未来“数字城市”中各类应用系统的基础。而且, 随着遥感影像空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率的不断提高, 高分辨率遥感影像将是未来“数字城市”建设不可或缺的数据源, 其市场前景将不可限量。

参考文献

- [1] 孙 敏, 马 蕊, 陈 军. 三维城市模型的研究现状评述[J]. 遥感学报, 2002, 6(2): 155 - 159.
- [2] 周 杨, 徐 青, 常 歌, 等. 利用高分辨率航天遥感影像实现城市三维可视化[J]. 测绘学院学报, 2002, 19(2): 102 - 105.
- [3] 刘 越, 章晓一, 范 莉. 高分辨率卫星遥感数据在数字化城市中的应用[A]. 赖明, 王蒙徽. 数字城市的理论与实践(下册)[M]. 广州: 广东世界图书出版公司, 2001.
- [4] 马敬娟. 城市三维景观模型的数据源[J]. 质量天地, 2003, (2): 26.
- [5] 张珊珊, 李长辉. 基于二维地图、DTM 和 CAD 模型的三维城市景观模型建立[J]. 测绘通报, 2003, (8): 58 - 60.
- [6] 孙 敏, 陈 军. 三维城市模型的数据获取方法评述[J]. 测绘通报, 2000, (11): 4 - 6.
- [7] Zubran Solaiman, Dave Horner, Martin Tocher. Geosense Uses ER-DAS Photogrammetry Software for Large Volume, Low Cost Orthorectification and 3D Data Applications[EB/OL]. <http://www.esri-uk.com/services/imaging/applications/geosense.asp>, 2005.
- [8] 谢军飞, 李延明. 利用 IKONOS 卫星图像阴影提取城市建筑物高度信息[J]. 国土资源遥感, 2004, (4): 4 - 6.

THE APPLICATION OF HIGH RESOLUTION REMOTE SENSING IMAGE TO THREE - DIMENSIONAL URBAN LANDSCAPE CREATION

LIAO Sheng - dong, LIAO Qi - fang, ZENG Wen - hua, WANG Juan, LEI Lei
(Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China)

Abstract: This paper deals with some techniques and methods for creation of a three - dimensional urban landscape model based on the high - resolution remote sensing image. As the high - resolution remote sensing images have such characteristics as high definition, rich information and strong real time capacity, they can be used to acquire a great abundance of information concerning urban landscape exactly and rapidly. The results show that the procedure is efficient, rapid and economical in creating the three - dimensional urban landscape model.

Key words: High resolution remote sensing image; 3D urban landscape; Cybercity

第一作者简介: 廖圣东(1975 -)男, 助理研究员, 主要从事遥感图像处理分析与应用研究工作。

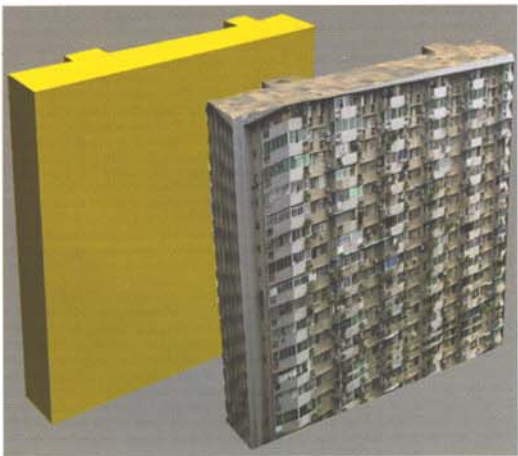
(责任编辑: 肖继春)



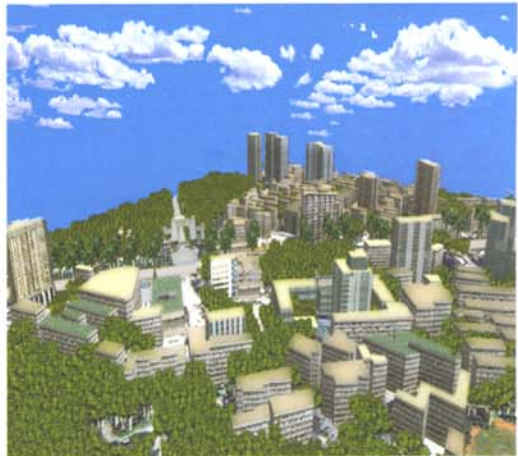
彩片10 高分辨率的QuickBird影像



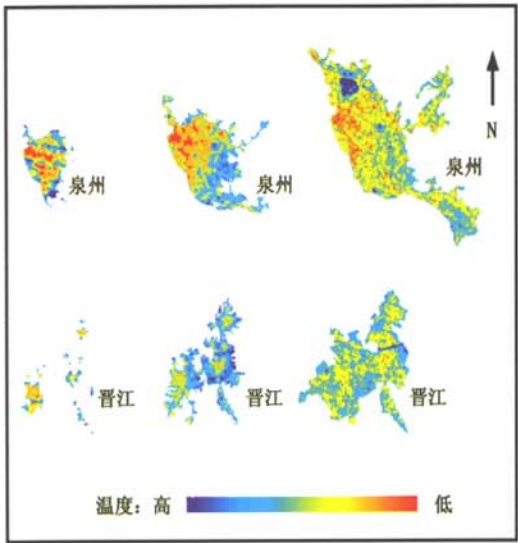
彩片11 红色实线为实验所采集的建筑物外型数据示意图



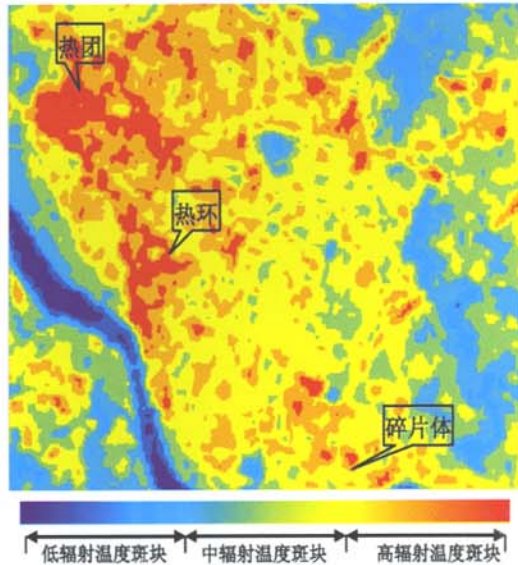
彩片12 建筑物三维模型的建立



彩片13 基于QuickBird影像建立的城市三维景观



彩片14 泉州、晋江3个时相的城市热岛分布
(从左到右:1989年、1996年、2000年)



彩片15 泉州市区的热力场格局分布图

(彩片14、15见潘卫华一文)