

基于 MAPGIS 的安泽县三维地形可视化研究

樊彦国,侯春玲,张 磊

(中国石油大学 地球资源与信息学院,山东 青岛 266555)

摘 要:三维地形可视化是目前众多领域的研究热点,可广泛应用于地形漫游、土地规划、三维地理信息系统等众多领域。在 MAPGIS 软件平台的基础上,以山西省安泽县为例,提出三维地形可视化的技术流程,详细介绍数字高程模型的构建、纹理生成以及三维场景的制作等关键技术,实现安泽县的三维场景漫游浏览、录制播放和相关的地学分析。

关键词:三维地形可视化;MAPGIS;数字高程模型;地学分析

中图分类号:P208

文献标识码:A

文章编号:1006-7949(2010)01-0028-04

The research on three dimension terrain of Anze County based on the platform of MAPGIS

FAN Yan-guo, HOU Chun-ling, ZHANG Lei

(College of Geo-Resource and Information, China University of Petroleum, Qingdao 266555, China)

Abstract: Three dimension terrain is one of the hot research subjects at present. It can be used widely in many domains, such as terrain walkthrough, land use planning and 3D geographic information system. This paper is based on the platform of MAPGIS and takes Anze County in Shanxi Province as the example. The technical process of three dimension terrain is proposed. The construction of DEM, texture generation and the production of three-dimensional scene are introduced in detail. The system has realized roaming, recording, palying and geo-science analysis.

Key words: three dimension terrain; MAPGIS; DEM; geo-science analysis

三维地形可视化技术是指在计算机上对数字地形模型中的地形数据进行逼真的三维显示、模拟仿真、简化、多分辨率表达和网络传输等内容的一种技术^[1],它可用直观、可视、形象、多视角、多层次的方法,快速逼真地模拟出三维地形的二维图像,使地形模型和用户有很好的交互性,使用户有身临其境的感觉。三维地形逼真模拟在山地、丘陵、沙漠等领域的各种工程规划和优化设计中有着广泛的应用。结合 MAPGIS 平台,制作了山西省安泽县三维地形场景并生成了研究区域的虚拟三维影像动画,为有关部门进行宏观规划和决策提供了依据。

1 三维地形可视化系统的技术流程

数字高程模型与高分辨率的遥感影像图是建立地表形态逼真模拟的数据来源。将这两种数据源按照一定的原则导入到三维可视化平台中,完成数据

源的叠加显示,便可以真实再现研究区三维地形特征与地理要素^[2]。将 DEM 数据、数字遥感影像数据以及其他数据进行三维可视化的步骤包括:①数字高程模型的建立;②数字遥感影像数据的准备与处理(几何纠正、融合、裁剪等);③其他道路数据、行政区划数据、景观数据等的准备;④DEM 数据、数字遥感影像数据和其他数据的叠加,场景编辑整理;⑤三维可视化分析:漫游、录制和地学分析等。设计流程如图 1 所示。

2 数据的获取与处理

2.1 数字高程模型(DEM)的建立

数字高程模型(DEM)是一组表示地面高程的有序数值阵列,并将这一组数值阵列以可视化的方式表示,以缩微的形式再现了地表形态起伏变化特征,具有形象、直观、精确等特点。常用的 DEM 数

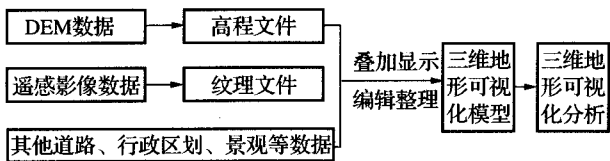


图 1 三维可视化设计流程

据有地面高程数据(如等高线数据、高程点数据),各种物理场数据(如重力场数据、地磁场数据)。等高线数据根据等高线地形图比较容易获得。本项目是对安泽县 1:10 000 的等高线地形图(基本等高距为 5 m)进行矢量化和编辑处理得到。DEM 构建流程如图 2 所示。

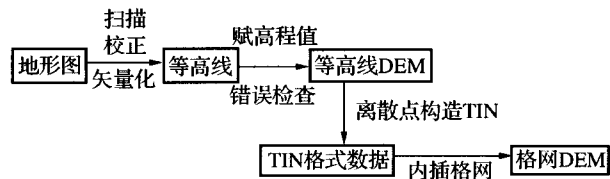


图 2 DEM 构建流程

2.1.1 原始数据获取

首先,对经过扫描和校正的地形图进行分图幅矢量化,等高线的数据量比较大,兼顾工作效率和做图精度,采用交互式矢量化。但是,这种方法在底图质量较差的情况下,往往会产生大量毛刺和坐标重叠现象。经过试验验证,选择一个合适的阈值,将栅格灰度图像转换为二值图像,以二值图像为底图进行矢量化,这样不仅有效降低了毛刺和坐标重叠现象的发生,而且大大提高了矢量化工作的效率^[3]。

对矢量化后的等高线赋高程值,首先编辑等高线属性结构,添加高程字段,采用 MAPGIS 图形编辑子系统中“高程自动赋值”功能完成等高线快速赋值。赋值后,系统会根据高程值色谱设置,自动将等高线进行染色,染色规则是以每组等高线为单位依次染色^[4]。该方法速度快、出错率低。在 MAPGIS 的 DTM 分析子模块中有“等高线错误检查”功能,选择“高程跳跃值检查”和“高程赋值检查”,输入基本等高距,则所有遗漏赋值或具有可疑错误的等高线都将被检查出来。

2.1.2 DEM 生成

DEM 的主要表示模型有:规则格网模型、等高线模型、不规则三角网模型和层次模型。MAPGIS 平台提供了 GRD 模型和 TIN 模型操作。

GRD 模型是一种 XY 平面等间距排列地面点的 XYZ 三维坐标的数据形式,优点是组织结构简单,算法处理速度快,适用于表现起伏变化平滑的地形;缺点是遇到平缓地形时会产生大量冗余数据,表

现起伏变化剧烈的地形时要靠缩小网格间隔才能达到精度,但会成倍增加数据量^[5]。MAPGIS 下的 GRD 模型专门针对以栅格为基础的高程网格数据,对离散数据需要网格化。与 GRD 模型相比,TIN 模型可以不必对原始离散数据进行网格化处理,而是直接对这些非网格化数据直接建立三角剖分,TIN 模型实质上是原始离散数据点,按一定规则连接成 Delaunay 三角形,三角形的形状和大小取决于不规则分布的测点,或节点的位置和密度。不规则三角网与规则格网不同之处是随地形起伏变化的复杂性而改变采样点的密度和决定采样点的位置,因而,它能够避免地形平坦时的数据冗余,又能按地形特征点如山脊、山谷线、地形变化线等表示数字高程特征^[2,6]。

安泽县地形复杂,山岭起伏,构建的 DEM 要能很好地反映地形特征,因此,采用 TIN 模型构建数字高程模型。在 MAPGIS 数字地面模型子系统中。打开等高线文件,在“处理点线”菜单下,进行“线数据高程点提取”,然后使用“Tin 模型”下的“快速生成三角剖分网”,然后“整理三角剖分网”,得到不规则三角网文件。快速生成三角剖分网是将“生成三角剖分网”和“优化三角剖分网”两个功能结合起来,直接生成优化过的三角剖分网,以简化用户操作步骤。整理三角剖分网是删除三角网边缘的一些满足条件的狭长的三角形。最后使用“三角网内插网格化”功能实现从三角网数据到规则网 GRD 数据的转换。另外,可以使用“格网加密或稀疏化”功能调整格网间距。试验中先把各图幅等高线数据合并到一起再生成 DEM(格网间距 12.5 m),也可以分图幅生成 GRD 数据,然后指定重合部分合并方式进行规则网拼接。在 DTM 分析模块的三维窗口中可以浏览安泽县 DEM(见图 3)。



图 3 安泽县 DEM

2.2 遥感影像处理

遥感数字图像是地面景观在成像平面上的投

影,它具有丰富的地表信息,用做三维显示时的地表纹理效果很好^[7]。对遥感影像数据进行彩色合成、几何校正、图像增强、图像裁剪等处理后与上述DEM高程模型叠加显示,最终实现在计算机屏幕上重现地表景观的目的。

研究中采用低空间分辨率的多波段数据 TM 影像(30 m 分辨率)和高空间分辨率的资源二号卫星全色光谱数据(3 m 分辨率)进行融合运算,获得既具有细致纹理又保持丰富光谱信息的融合影像,使不同遥感数据源的优势互补,提高图像的应用精度。影像之间的结合是简单的,困难在于信息的融合,要求用于融合的影像必须具有相同的空间分辨率(以高分辨率为参考),并且是完全配准的^[8]。试验中将 TM 影像和全色影像在 ERDAS 下进行处理,具体处理内容如下:

对全色影像先进行拼接,然后进行去条带和降噪处理。购买的全色影像是经过粗校正的,须进行精校正。对应 1:10 000 地形图,选取 8 个地面控制点(GCP),主要为道路交叉点、桥、铁路等明显地物点,对全色影像进行几何精校正。

分析 TM 影像各波段的特征,由一个可见光波段、一个中红外波段及第 4 波段组合而成的彩色合成图像一般具有最丰富的地物信息,因此,研究中选择 4、5、3 为最佳波段。把 4、5 两波段的赋色对调一下,即 5、4、3 分别赋予红、绿、蓝色,则获得近似自然彩色合成图像,然后以经过校正的 SPOT 影像为参考影像,对合成后的 TM 图像进行校正。

对两种不同分辨率的影像数据采用主成分变换法进行图像融合,双线性插值法进行重采样。融合后的影像不仅类似自然色彩,较为符合人们的视觉习惯,而且分辨率最大为资源二号卫星全色波段分辨率(3 m),信息量丰富,能充分显示各种地物的影像特征。

ERDAS 下融合的影像经过数据格式转换,在 MAPGIS 下根据项目区边界文件做裁剪。得到整个研究区的遥感影像。

2.3 其他数据

根据研究和项目需要,有时需要用到其他数据,比如:道路、河流、行政区划、景观以及其他专题数据,将这些数据在 DEM 上叠加显示,达到突出显示的效果。这部分数据是在已建好的安泽地图库系统中按类别分离出来得到的。

3 三维场景的制作

三维场景的制作主要是完成 DEM 高程数据、MSI 影像纹理数据的处理以及数据的叠加显示。

在 MAPGIS 下,可以通过 DTM 分析模块的数字地面模型子系统的三维窗口或者电子沙盘子系统来实现,两个模块的功能类似。下面以电子沙盘子系统为例来进行三维场景的制作。

1) 高程文件:DEM 高程数据是三维显示的基础,高程数据可以通过两种方式来装入,一种是“装入高程文件”,直接装入 GRD 数据;一种是支持高程库文件装入,这种方式方便了通过高程库系统存放的多个高程数据的导入。

2) 纹理文件。系统提供外挂的转换程序,完成 MSI 影像文件或 MSD 影像库文件到 TEX 纹理库文件的转换功能。输出纹理文件的数据范围由已知的 GRD 数据或高程库数据确定,用户可以选择重采样方式以及输出的纹理像素格式。当高程文件和纹理文件的分辨率不同时,通过对纹理数据的重采样操作,来保证实时绘制的效率,这样生成的纹理文件和高程文件具有相同的采样间隔(12.5 m)。

这里需要注意一点的是,要尽可能使影像数据范围等于或稍大于 DEM 数据,而且 DEM 的范围小数点位数不要过多(DEM 范围可以通过高程库修改),否则可能给软件计算带来较大负担,影响显示效果。试验中出现了模糊的条带,经过大量试验,解决了上述问题,三维场景正常显示。

3) 数据叠加显示。电子沙盘子系统下的文件操作,实现了高程数据、纹理数据和其他数据的叠加显示,叠加之后还要对注记和线要素的参数、属性和可视控制加以调整,以更符合人的视觉习惯。

对场景进行显示方式、显示效果以及灯光、材质等显示参数的设置和调整,以增强三维场景的绘制速度和逼真程度。

至此,构建地形三维场景的工作流程基本结束,调整场景参数,设置行政边界和景观边界线宽为 5,乡镇注记字体高度偏移为 1,可视控制程度为中,得到研究区三维场景(见图 4 和图 5)。

4 三维地形可视化系统功能分析

电子沙盘系统以数字高程模型(DEM)为基础,提供了强大的三维交互地形可视化环境,利用 DEM 模型与遥感图像相结合,可生成二维和三维透视景观。包括以下功能:

1) 漫游浏览。通过交互地调整飞行方向、观察方向、飞行观察位置、飞行高度等参数,就可生成近实时的飞行鸟瞰景观。系统提供的交互工具,可实时地调节各三维透视参数和三维飞行参数;此外,系统也允许预先精确的编辑飞行路径,然后沿飞行路径进行三维场景飞行浏览。



图4 局部三维场景显示

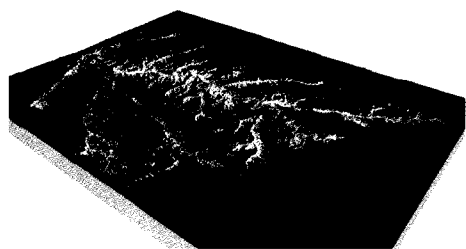


图5 三维场景全局显示

2)场景录制和播放。通过对飞行参数、飞行路径的设置,可以将动态的三维飞行场景录制为 AVI 的格式,以便事后的回放操作。研究中设置视张角 45° ,倾角 20° ,Z 值 4 000 m,飞行速度 200 m/s,同时根据兴趣设置了研究区的飞行路径,使用场景录制功能,对研究区进行了虚拟场景的录制。

3)地形分析。可以进行地形因子的计算(包括高程、坡度、坡向)、地形剖面分析、距离量算和通视性分析等功能,方便进行地形分析。

MAPGIS 下三维可视化的实现对硬件的要求很高,硬件配置对显示的速度和效果有非常重要的影响。

5 结束语

本文是在 MAPGIS 平台下建立了安泽县地形三维可视化系统,数字高程模型表现出的地形起伏特征加上遥感影像数据丰富的信息量,逼真地展现了安泽县的地形地貌,并提供了一些分析功能。同时提出了基于 MAPGIS 进行三维可视化操作经常出现的问题及解决方法。生成的三维可视化系统在三维显示操作方面还不是很灵活,相关功能还需要进一步完善。

参考文献

- [1]王永明.地形可视化[J].中国图像图形学报,2000,5(6):449-456.
- [2]肖海红.基于 ArcScene 的三维地形可视化及其应用[J].工程地质计算机应用,2007(3):12-16.
- [3]张淑芹,樊彦国.基于 MAPGIS 的山西省安泽县 1:10000 地形图数据库构建[J].测绘科学,2009,34(1):188-189.
- [4]中地数码. MAPGIS 地理信息系统使用手册空间分析篇[M].武汉:武汉中地数码科技有限公司,2003:81-82.
- [5]据丽君.地形三维可视化研究[J].安徽农学通报,2007,13(12):187-188.
- [6]边雪清,曹金莲,杨燕.用 MAPGIS 开发电子沙盘的方法[J].测绘技术装备,2006,8(2):43-44.
- [7]陈海汉,刘因.台海西岸电子沙盘系统的设计与实现[J].产业与科技论坛,2008,7(7):126-128.
- [8]陆宇红,马林波,韩嘉福.遥感影像的融合——SPOT 全色波段和多光谱影像的融合[J].测绘与空间地理信息,2004,27(6):10-12.

[责任编辑:刘文霞]

(上接第 27 页)

3 结束语

Cyra 三维激光扫描系统是空间点阵扫描技术和激光无反射棱镜长距离快速测距技术的发展而产生的一项新测绘技术。它可以快速高效地获取测量目标的三维影像数据,使得测绘技术人员突破传统测量数据处理方法,进行新的数据挖掘和开发研究。它是继 GPS 空间定位技术后的又一项测绘技术革新,将使测绘数据的研究内容、研究方法进入新的发展阶段。因此,Cyra 三维激光扫描系统在测绘领域具有广泛的应用前景。三维激光扫描测量成果的后处理及与 AutoCAD 的结合已形成新的研究方向。

参考文献

- [1]郑德华.点云数据直接缩减方法及缩减效果研究[J].测绘工程,2006,15(4):27-30.
- [2]范海英,杨伦,邢志辉,等. Cyra 三维激光扫描系统的工程应用研究[J].矿山测量,2004(3):16-18.
- [3]黄承亮,吴侃,向娟.三维激光扫描点云数据压缩方法[J].测绘科学,2009,34(2):142-144.
- [4]张远智,胡广洋,刘玉彤,等.基于工程应用的 3 维激光扫描系统[J].测绘通报,2002(1):34-36.
- [5]郑德华,雷伟刚.地面三维激光影像扫描测量技术[J].铁路勘测,2003(3).

[责任编辑:刘文霞]