

山地作物植被三维地形可视化技术的实现

张卫东 (安徽省环境信息中心, 安徽合肥 230001)

摘要 三维地形可视化是目前众多领域的研究热点。以鹞落坪自然保护区的土地利用为例,介绍了基于 ArcScene 平台的三维地形可视化的技术流程和三维飞行的应用。

关键词 三维地形可视化;DEM;三维飞行

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)27-13401-03

Achievement of Three-dimensional Terrain Visualization Technology of Mountain Vegetation and Crop

ZHANG Wei-dong (Environmental Information Center of Anhui Province, Hefei, Anhui 230001)

Abstract 3D terrain visualization is a research hot spot in present multitudinous domain. Taking the land use of Yaoluoping Nature Reserve as an example, the 3D terrain visualization technical process and 3D flight application based on ArcScene platform were introduced.

Key words 3D terrain visualization;DEM;3D flight

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,它可用直观、可视、形象、多时角、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^[1]。三维地形逼真模拟在地形漫游、土地利用、生态规划等众多领域都有着广泛的应用。结合安徽省鹞落坪自然保护区调查与评估项目的实际需求,笔者将高程模型与山区的田地、园地、林地等土地利用进行叠加制作三维地形场景,并按照一定比例尺和飞行路线生成了研究区域的虚拟三维影像动画,对山区土地利用的深入研究和管理工作都起到了重要作用。

1 平台软件介绍

大面积的三维地形可视化一直是常规可视化系统如 3DMAX 等难以克服的困难,结合地理信息与遥感技术的 ArcGIS 等地理信息系统在这方面取得了很好的解决办法。ArcGIS 是世界上最大的地理信息系统技术提供商美国 ESRI 公司开发的 GIS 技术平台,它通过 ArcScene 和 ArcGlobal 提供 3D 可视化环境,ArcScene 是一个适合于展示三维透视场景的平台,可以在三维场景中漫游并与三维矢量与栅格数据进行交互。ArcScene 是基于 OpenGL 的,支持 TIN 数据显示。显示场景时,ArcScene 会将所有数据加载到场景中,矢量数据以矢量形式显示,栅格数据默认会降低分辨率来显示以提高效率。用户可以从已经存在的二维 GIS 数据中建立 3D 要素,或通过 ArcMap 中使用表面提供 Z 值来数字化新的 3D 栅格数据和图形,从而更有效地管理 3D GIS 数据、进行 3D 分析、编辑 3D 要素和建立具有 3D 视图属性的图层。ArcGlobe 也能实现以上功能,但 ArcGlobe 是将所有数据投影到球体表面上,使场景显示更接近现实世界。适合于全省,全国甚至全球大范围内的数据展示。ArcScene 将所有数据投影到当前场景所定义的空间参考中,场景表现为平面投影,适合于小范围内精细场景刻画^[2]。该文是在 ArcScene 和 ArcMap 9.2 下进行数据访问和操作的。

2 数据准备

2.1 研究区域 鹞落坪自然保护区位于安徽省西部,属大别山主峰分水岭主段,该区总面积 123 km²,覆盖安徽省岳西县包家乡全境。保护区内第一高峰多枝尖海拔 1 721 m,相对高差 400~1 000 m,区内的地表水主要是包家河,其间沿河谷地带分布有一定面积的水稻土,多为冲垄田、傍田及零星分布的旱地,构成小型河畈与冲拢地貌。

2.2 源数据 影像数据:几何精校正的 IRS-P6 影像(2006 年 5 月),TIFF 格式。地形数据:比例尺为 1:10 万,Auto CAD 格式。其他数据:包括田地、园地、林地、居民地等土地利用数据以及行政区划境界、河流、水库、道路、居民点等基础地理数据。

2.3 软件环境 Windows XP, ArcMap, ArcScene。

3 地形场景的三维可视化

3.1 数字高程及 TIN 模型 数字地形模型(简称 DTM)是以数字形式按一定数据结构组织在一起,用离散数据点相互连接成网络结构,来表示实际地形特征的空间分布,从而建立起相关区域内平面坐标与高程间的映射关系。数字地形模型中地形属性为高程时被称为数字高程模型(简称 DEM),数字高程模型便于存储、更新、分割、合并和计算机自动处理;具有多比例尺特性,更适合定量分析与三维建模。数字高程模型有两种表现形式,即格网 DEM 和不规则三角网(TIN)。格网 DEM 数据简单,适应于规则分布的数据,数据分辨率单一,不能精确地表示复杂地形表面。三角网被视为最基本的一种网络,它既可以适应于规则分布的数据,也可以适应于不规则分布的数据^[3]。该文主要采用 TIN 模型来表现地形场景。

现有地形图是制作 DEM 的重要数据源,从地形图上采集 DEM 数据,首先是对地形图等高线进行数字化处理,然后再用某种数据建模方法内插 DEM。数字化后的等高线数据通过粗差的剔除、高程点的内插、高程特征的生成等处理生成最终的 DEM 产品。利用等高线数据可以直接生成 TIN,也可以生成格网 DEM;另外,格网 DEM 也可由等高线生成 TIN 再内插而获得。实践证明,由等高线生成 TIN 再内插格网 DEM 的精度和效率最好。

3.2 由等高线生成 TIN 模型 运行 ArcMap,先加载土地利用、高程、公路、水系等要素,图 1 是其二维显示效果。再加

作者简介 张卫东(1968-),男,安徽桐城人,高级工程师,从事地理信息系统、遥感在环境保护方面的工作。

收稿日期 2009-07-29

载场地边界,在 Frame Properties 对话框中将 General 标签里的 Map 和 Display 均改为 Meters。选用菜单 Tools/Extension,加载 3D Analyst 扩展模块。选取菜单 View/Toolbars/3D Analyst,加载 3D Analyst 工具条,并作初始设置,在 General 标签中指定工作路径及参照已使用的坐标系,在 Extent 标签中选择 TIN 的边界,Cell Size 标签指定栅格单元大小。再选择 Create/Modify TIN/Create TIN From Features 出现“从要素生成 TIN”对话框(图 2)。

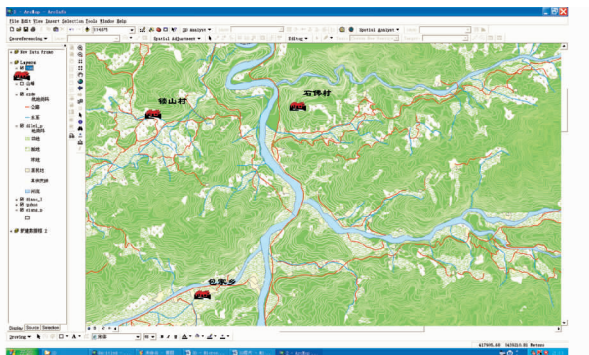


图 1 土地利用等要素的二维显示效果

Fig. 1 The two-dimensional display effect of land use elements

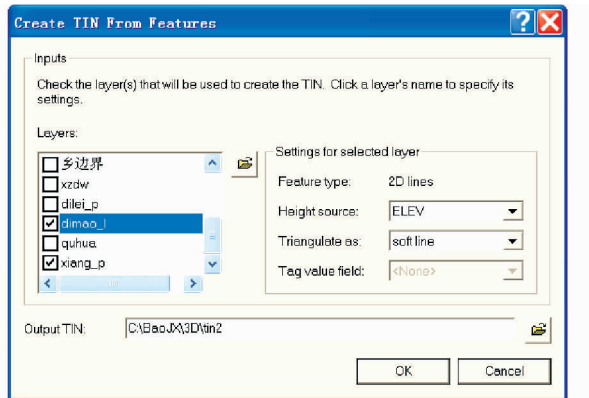


图 2 “从要素生成 TIN”对话框

Fig. 2 The dialog box of generating TIN from elements

选择经处理的等高线图层,选择高程值作为高度源,在 Triangulate as 列表框中选择 soft line,选择 TIN 模型输出的存储路径,最后点 OK 按钮建立 TIN 模型,它是根据高程属性建立的一个颜色集,用不同的颜色表现地形的起伏变化。除了根据高程绘制 TIN 外,还可根据坡向、坡度等来进行分类显示,同时还可通过选择 TIN 属性的 Symbology 标签内容,来调整图层颜色显示。图 3 是由等高线生成的 TIN,按高程分类显示,颜色选用 9 级灰度。

3.3 TIN 模型与地理数据叠加后的三维场景 启动 ArcScene,加入生成的 TIN 表面模型,用鼠标点击 Navigate 按钮,再用鼠标在视图窗口中控制观察地形三维视角,并可通过鼠标左右键进行旋转、平移及缩放视图。再加入土地利用、水系等图层,通过以下设置将 TIN 模型与这些地理数据进行叠加后进行三维场景显示。

双击 TIN 图层后打开属性对话框(图 4),选择 Base Heights 标签,设置三维图层的显示特征。

在 Height 中选择 Obtain height for layer from surface,再选 tin 图层,表明将此 tin 定义成基准面;在 Z unit conversion 中

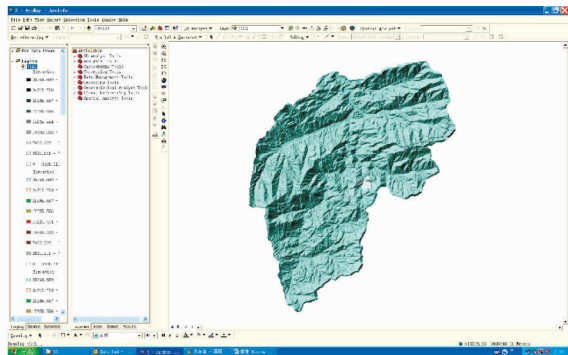


图 3 由等高线生成的 TIN 按高程分类显示

Fig. 3 The classification display of TIN generated from contour according to elevation

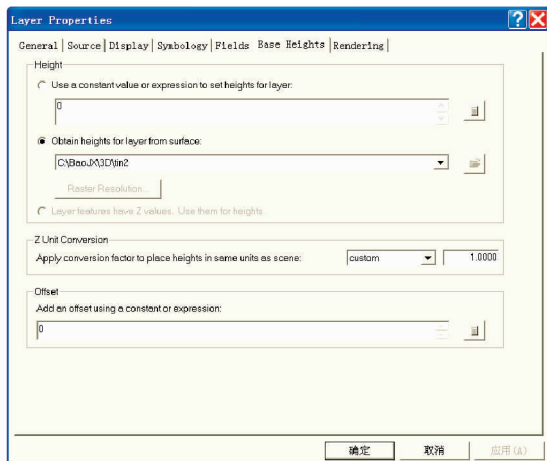


图 4 TIN 图层的属性对话框

Fig. 4 The attribute dialog box of TIN layer

输入地表模型的纵向比例,选 1.000 0 则比例不夸张;在 offset 的值表示和基准地表间的间距。

对叠加的地理数据也按上述方法作三维定义。但在 Extrusion 标签下选择 add it to each feature's minimum height。完成后可观察到地形的起伏以及水系、土地利用和地表组合在一起的三维显示效果,可以点击有关按钮,实现旋转、放大、缩小三维图形(图 5)。

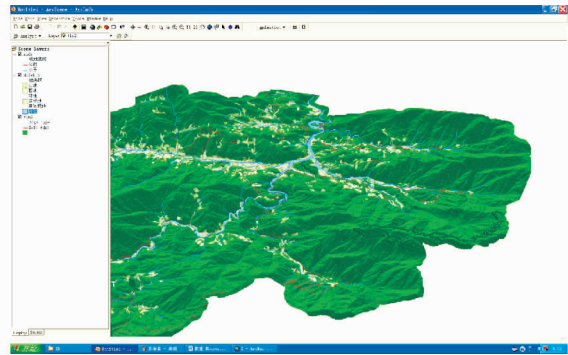


图 5 TIN 模型与地理数据叠加后的三维场景

Fig. 5 The three-dimensional scene after overlapping TIN model and geographic data

3.4 虚拟三维现实场景的制作 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,先按叠加地理数据的方式同样叠加遥感影像图,再进行虚拟场景制作。

虚拟场景的制作主要是采用虚拟显示技术,利用三维地

形图来直观地动态观察地形的起伏变化以及各种地类的分布情况,可以在真实的模拟地理环境中执行显示、查询和分析操作,实现漫游功能。在 ArcScene 中有 5 种基本方式生成三维动画,分别为:①通过创建一系列帧组成轨迹来创建动画。②通过录制导航动作或飞行创建动画。③通过捕捉不同视角,并自动平滑视角间过程创建动画。④通过改变一组图层的可视化形成动画。⑤通过导入飞行路径的方法生成动画。

这几种方法可单独使用,也可组合搭配。该文采用最后一种方式,首先在 ArcScene 中预先先生成一个 3D 线,然后导入到本工程中,作为飞行路径(也可通过要素选择工具在道路、河流等线型要素集上选择)。选中此线,在 Animation 工具条中打开“Create Flyby from Path”对话框,此时可以设置飞行时的一些参数来控制飞行的视觉效果,见图 6,在 vertical offset 栏中键入视高(视点距离地面的垂直距离),建议视高选择 3~10,在 Path destination 选项栏中设置路径目的地。

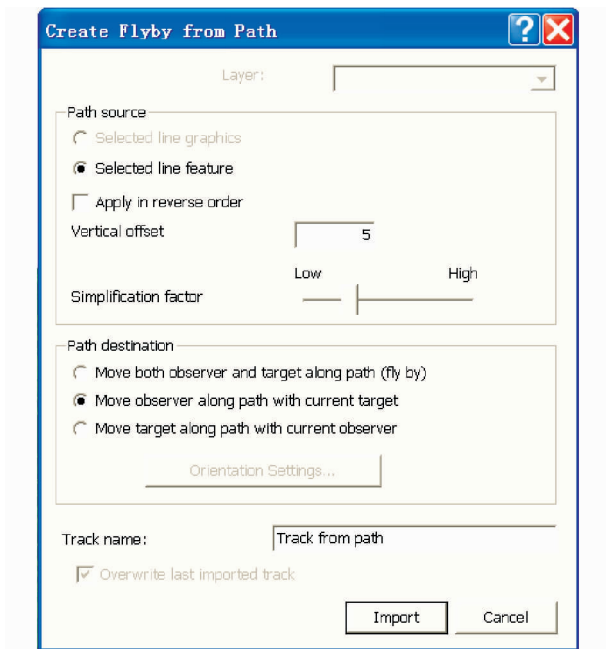


图 6 建立飞行路径对话框

Fig. 6 The dialog box for establishing the flight path

动画制作完成后,可以通过动画控制器中的播放按钮演播动画,也可以把动画存储在当前的场景文档中,即动画可

(上接第 13386 页)

的评价是否保护了学生的自尊心等。

4 结语

在信息技术与课程整合的“主体性”教学模式中,重点关注教师的主体性与学生的主体性的发挥,教师在施教大量教学信息与内容的同时,需要营造民主平等的课堂气氛和宽松愉悦的成长环境,使学生获得更多自我表现的机会和发展的主动权,并通过信息技术的促进,以实现教学中的主体(教师

以保存在 SXD 文档中,也可以存储为独立的动画文件(*.asa),用来与其他的场景文档共享;同时也可把动画导出成一个 AVI 影音文件,用播放器播放,见图 7。

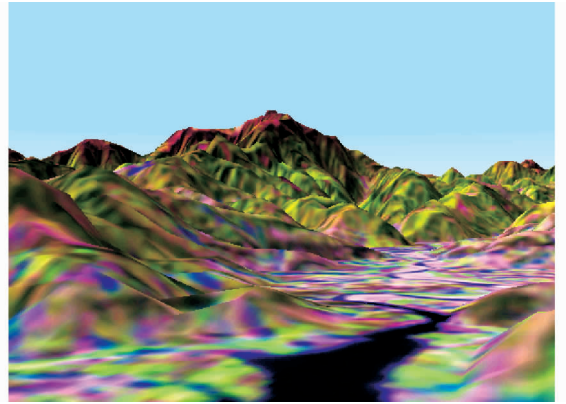


图 7 三维飞行界面

Fig. 7 The three-dimensional flight interface

此外,ArcScene 工具条提供的飞行(fly)工具,通过鼠标的移动控制飞行的方向与速度实现对场景的飞行浏览。

4 结论

三维地形可视化在地球科学研究中具有重要的应用价值,它对于动态、形象、多视角、全方位、多层次描述客观现实,对虚拟化研究、再现预测地学现象等都有突出的方法论意义。高精度的三维影像动画对于宏观观察者而言,其实际效果相当于乘坐一定高度的飞行器上进行航空路线观察;对于遥感图像工作者而言,高精度的三维影像动画提供了可供反复使用的真实、客观、信息连续的宏观分析地面景观影像^[4]。

笔者以鹞落坪自然保护区为例,详细介绍了地形三维可视化的方法,通过导入土地利用成果三维模型,更加丰富了地形三维景观,有助于调查和监测研究区域的现状及其对作物植被的影响,为保护区规划提供可视化载体和决策依据。

参考文献

- [1] GIS by ESRI. ArcGIS 3D Guide [Z]. 2004
- [2] 汤国安,杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京:科学出版社,2006:308-362.
- [3] 邹伦,刘瑜,张晶,等. 地理信息系统原理、方法和应用[M]. 北京:科学出版社,2000:195-216.
- [4] 胡海风,杨波. 基于 MAPGIS 平台的三维虚拟飞行技术实现[J]. 安徽地质,2009,19(1):42-45.

与学生)、技术与课程的有机整合。

参考文献

- [1] 王策三. 教育主体哲学刍议 [J]. 北京师范大学学报:社会科学版,1994(4):17-20.
- [2] 和学新. 主体性教学论 [M]. 兰州:甘肃教育出版社,2001:79-93.
- [3] 余胜泉,吴娟. 信息技术与课程整合——网络时代的教学模式与方法 [M]. 上海:上海教育出版社,2005:65.
- [4] 何克抗. 教学系统设计 [M]. 北京:北京师范大学出版社,2002:150.
- [5] 闫寒冰. 信息化教学的学习支架研究 [J]. 中国电化教育,2003(11):18-21.