

文章编号:1007-9432(2010)01-0024-04

基于 Arc GIS 的三维地景动态生成方法

侯欢欢¹, 姚宏伟², 杨方廷²

(1. 太原理工大学 计算机与软件学院, 太原 030024; 2. 北京仿真中心, 北京 100854)

摘 要:基于 DEM 数据和遥感影像结合实现三维地形可视化的技术, 阐述了所用 GIS 数据的处理方法与过程, 提出了一种实时动态生成小范围地区三维地景的轻量级算法。模拟了山西省太原市某点周围的三维地形景观, 在此基础上探讨了 ArcGlobe 平台下优化显示性能的几个措施, 最后指出这种算法的应用场合。

关键词:三维可视化; GIS; DEM; 遥感影像

中图分类号: TP751.1; TP311.11

文献标识码: A

GIS 及三维可视化技术作为创建、管理、发布和传播地理空间数据的工具和平台, 已经成为人类了解和观察现实世界的一种新的载体, 在国民经济和社会发展中得到了越来越广泛应用。

在目前的利用 DEM 和遥感影像生成三维地形景观的技术中, 通常是预先加载大范围的三维 GIS 数据, 然后查找想要查看的地理位置。这种方法由于要加载的数据量大所以对计算机平台的要求较高, 同时数据加载的速度慢, 查找位置需要手动漫游, 应用不够灵活。因此研究在一般配置的计算机平台上快速动态地生成所需地点周边的三维景观至关重要。

笔者以山西水利信息监控与管理系统建设中的电子沙盘子系统为研究背景, 介绍了在 ArcGIS 中用 Modelbuilder 对三维地景可视化中 GIS 数据的处理过程, 提出了以数据图幅为单位的动态加载 GIS 数据的算法, 演示了利用此算法动态生成三维地景的效果。

1 电子沙盘子系统概述

山西水利信息监控与管理系统建设中的电子沙盘子系统的建设是为了能够快速展现山西省境内真实地形地貌及全省重点水利工程, 具有查询、漫游及与二维地图的交互功能, 为水利工程的实施和管理提供全方位地理信息为基础的技术服务。

当前主流的 GIS 软件和遥感软件都含有三维

可视化的功能模块, ArcGIS 中的三维扩展模块 ArcGlobe 可以多视窗从全球视图放大到特定的位置, 允许加载大数据集到球体中并方便查询和交互; 不仅如此, ArcGIS 提供在标准计算机硬件上快速对栅格、适量数据集进行实时漫游和缩放, 而且 ArcGIS 中的 ArcToolbox 分析处理栅格数据的功能十分强大, 因此选择在 ArcGlobe 平台下, 利用 ArcToolbox 中的工具对 GIS 数据进行处理后, 将 DEM 数据作为高程图层, 遥感影像作为纹理图层添加到应用程序中, 将两种数据按相同的投影坐标叠加后即可显示出三维地形景观。

电子沙盘子系统中所用空间数据包括山西省境内 15.6 万 km² 的高程数据和高分辨率遥感影像数据, 约 320 GB, 其地理坐标跨度大约为: 经度 114°8' ~ 110°32', 纬度 34°49' ~ 40°21', 近 6 400 个分幅的 DEM 数据。数据有两种类型:

- 1) *.asc 的文本文件, 记录高程信息 1 10 000 的 DEM;
- 2) *.tif 的图片文件, 单波段记录图像信息, 分辨率为 1 m。

2 数据准备及处理

要合理地应用现有的数据, 首先要了解源数据的分幅原理。我国基本比例尺地形图分幅与编号是以国际标准 1 100 万地形图为基础, 按规定的经差和纬差划分图幅。每幅 1 100 万地形图范围是经

收稿日期: 2009-06-09

基金项目: 山西省水利厅重大资助项目 (LZC08-003)

作者简介: 侯欢欢 (1985-), 女, 山西忻州人, 在读硕士, 主要从事计算机应用研究, (Tel) 15001370733

差 6° ,纬差 4° 。1:100万地图编号采用国际1:100万地图编号标准。从赤道起算,每纬差 4° 为一行,至 88° ,南北半球各分为22行,依次编号A,B,...,V;由经度 180° 自西向东每 6° 一列,全球60列,以1~60表示,每幅1:100万地形图划分为96行96列,按经差 $3'45''$ 纬差 $2'30''$ 分成9216幅1:1万地形图。

为了在 ArcGlobe 下较快加载指定的数据达到较好的可视化效果,需要对表示 DEM 数据的栅格文件进行合并,即把 1:1 万地图中每 16 个数据图幅按 4×4 依次拼接成一个大的栅格数据块,而遥感数据精度高容量大,不需要进行合并处理。

2.1 DEM 数据处理

高程数据的处理过程主要包括:文件转换,裁剪,拼接,加投影四个过程。

2.1.1 文件格式转换

目前的已有 DEM 数据是 *.asc 文件,是用文本信息存储高程数据的记录格式,但是 ArcGIS 不支持这种格式的文件,所以要将其转换为软件可识别的格式 *.grid 文件。

2.1.2 裁剪

数据采集作业中存在由某些原因导致数据质量的降低,加入到 ArcGlobe 中会出现裂缝或断层,因此需要对有问题的部分数据进行裁剪,这些质量较差的 DEM 数据比较少,可以手工单独进行裁切也可以放在流程处理工具中进行。

2.1.3 拼接

将需要裁切的 DEM 数据裁剪好后,就可以按照 1:1 万地形图的分幅顺次地将 4×4 的 DEM 数据顺次拼接起来形成一幅较大范围的灰阶图。

2.1.4 投影

将数据显示到正确的位置需要对三维 GIS 数据加以合适的投影。进行完上述步骤之后对每个拼接起来的 DEM 数据块给予投影坐标。在我国大于 1:50 万比例尺的地形图都采用高斯-克吕格投影,山西省境内数据的经度跨带为 $110^{\circ}32' \sim 114^{\circ}8'$,选用 GCS_Xian_1980 为大地基准面,按照高斯-克吕格投影 3 分带法,落在东经 $109.5^{\circ} \sim 112.5^{\circ}$ 的数据加以 Xian_1980_3_Degree_GK_Zone_37 投影坐标系,在东经 $112.5^{\circ} \sim 115.5^{\circ}$ 的数据用 Xian_1980_3_Degree_GK_Zone_38 投影坐标系。

由于全省范围内的 GIS 数据量大,人工处理上述每个步骤必然浪费大量时间精力,而且容易出错。因此数据处理流程用 ArcGIS Toolbox 中的 Model-

builder 建立,文件格式转换、裁剪、拼接分别用 Toolbox 中的 ASCII to Raster, Clip, Mosaic To New Raster 三个工具,加投影坐标可以合并并在拼接过程中也可以单独用 Define Project 工具来实现。设计好流程模型然后按图中的流程自动运行即可,这样处理数据效率高同时可以减少人为处理不可避免的错误,大大缩减了处理海量数据的时间。

在 Modelbuilder 中,矩形方块表示要执行任务需要的工具,椭圆表示输入数据或输出的数据流,也可以作为下一个工具的输入流。在运行模型时工具变成红色,运行完后,工具和数据的输出流变为阴影的效果。图 1 为用 Modelbuilder 建立的数据处理流程图。

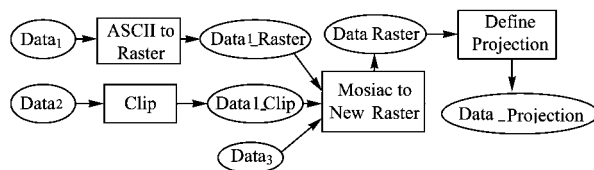


图1 DEM 数据处理流程

2.2 高分辨率遥感影像数据处理

遥感影像数据在购买时已经校正处理为数字正射影像模型(DOM),因此只需给其加以正确的投影。可以用 DefineProjection 工具的 Batch 命令来一次性处理大量的 DOM 数据,也可以单独的为每一个 DOM 数据定义投影坐标系统。图 2 为用 Modelbuilder 建立的处理 DOM 的流程模型图。

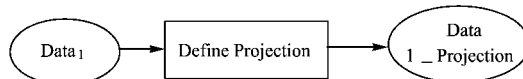


图2 DOM 数据处理流程

3 算法实现

电子沙盘子系统在 ArcGlobe 应用程序的 VBA 环境下基于 ArcObjects 定制实现动态加载算法,并且用到 ArcGIS Engine 中的 MapControl, toolbarControl 等控件来作为二维地图的入口。动态加载思路是在 ArcGlobe 应用程序中,通过不同的方式得到一个地理坐标,以此地理坐标为中心将其周边的 GIS 数据加载到球体中生成三维地形景观,并实现三维场景的旋转,漫游,多视窗查看,与二维地图的互动,集成多媒体信息查询等功能。图 3 为程序所用的 AO 的核心接口和方法。

空间数据是分幅存储的,而某一特定研究区域通常会跨越几个图幅。算法的核心是先按地理坐标找这点所在的 1:100 万中图幅的图号,然后再找到

96 ×96 矩阵中 1 1 万的数据图幅,找到后调用此数据分幅所在的 DEM 数据,然后调用以此数据为中心的周边 8 块 DOM 数据和相关 DEM 数据。在

ArcGlobe 中将 DEM 数据添加到高程图层,遥感影像添加到纹理图层,经过透视法叠加后即可实现三维 GIS 可视化。

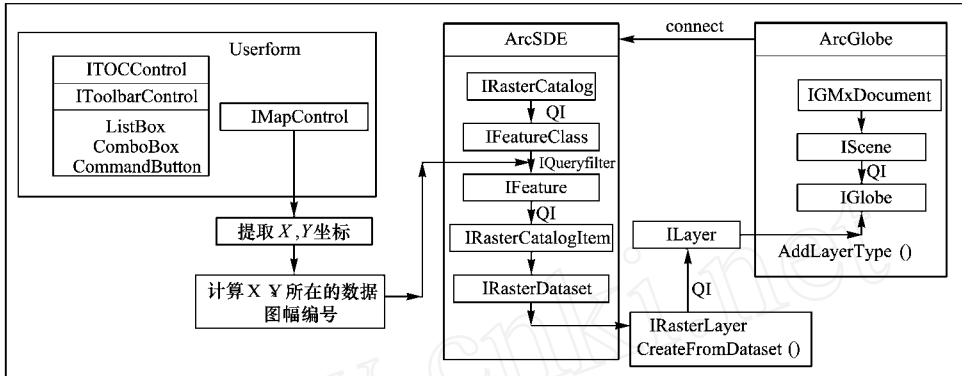


图 3 程序所用 AO 核心接口图

由于数据是按国际标准的 1 1 万分幅编号的,为了计算机能够方便快捷地找到系统所请求的数据,需要定义一个标示数据分幅的变量,若用:Longit 表示某点的经度;Latit 表示某点的纬度;LargeCellLongit 表示点所在的 1 100 万地图的行号,用两位阿拉伯数字表示;LargeCellLatit 表示点所在的 1 100 万地图的列号,用英文字母 A, B, C..., V 中的一位表示;SmallCellLongit 表示点所在的 1 1 万地图的行号,用 3 位阿拉伯数字形式表示,不足 3 位的在其前补 0;SmallCellLatit 表示点所在的 1 1 万地图的列号,用 3 位阿拉伯数字形式表示,不足 3 位的在其前补 0。

查找点所在数据分幅的核心代码如下:

Longit 和 latit 是接受到的点的经纬度坐标,为已知变量
 $LargeCellLongit = 30 + \text{Int}(\text{longi}/6) + 1$
 $LargeCellLatit = \text{Int}(\text{latit}/4) + 1$

首先根据经纬度计算出所在 1 100 万地图中的行列号, LargeCellLatit 计算得到的数值可以用 select case 语句对应到相应的字母编号

$\text{longimod} = \text{longi} - 6 * \text{Int}(\text{longi}/6)$
 $\text{latitmod} = \text{latit} - 4 * \text{Int}(\text{latit}/4)$

两个中间变量

$\text{SmallCellLongit} = \text{Int}(\text{longimod}/(3.75/60)) + 1$
 $\text{SmallCellLatit} = 96 - \text{Int}(\text{latitmod}/(2.5/60))$

计算出所在的 1 1 万地图的行号和列号, 3.75 为 1 1 万地形图的经差, 2.5 为纬差, 96 为 1 1 万地图的行列,根据地图的不同比例尺改变。

对经纬度用上面的计算表达式计算后得到一个单位图幅的数据,用字符串 LargeCellLatit & "G" & LargeCellLongit & SmallCellLongit & SmallCellLatit (G 是 1 1 万地形图代码) 来表示其命名。图 4 为根据经纬度加载 GIS 数据的流程图。

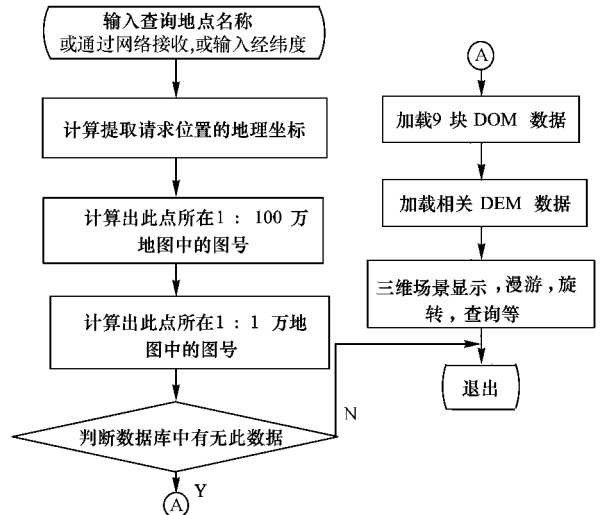


图 4 动态加载 GIS 数据的算法流程图

系统供 5 种不同的定位方式来进行二维到三维的映射,图 5 是二维地图的主界面。

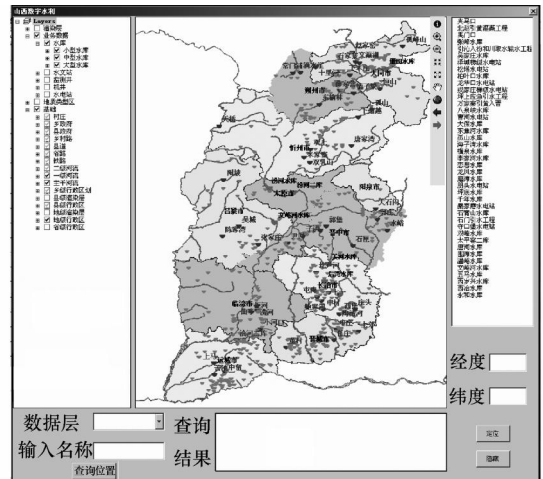


图 5 电子沙盘系统二维主界面

- 1) 在山西省地图中直接双击。
- 2) 单击右边列表框中的重大水利工程的名称

来查看其三维景观。

3) 通过输入经纬度来直接定位。

4) 在不同的基础空间数据层中,按名称来查找地点(业务数据层和基础数据层)。

5) 接受网络中其他子系统发来的地理坐标,便于远程控制。

图 6 为点击二维地图中山西省太原市迎泽大桥上的一点,图 7 为某一视角下相应位置的三维地形效果。图中的白色亮点为双击点。



图 6 直接点击进行三维定位

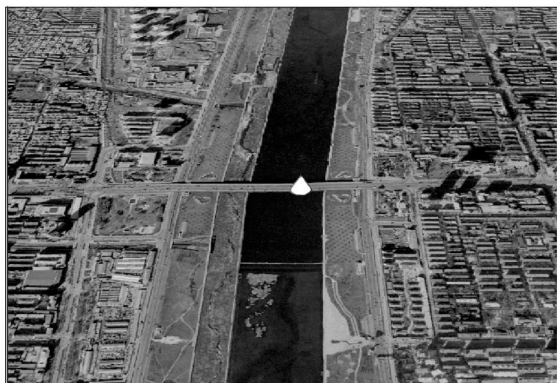


图 7 三维景观显示

4 优化显示性能的措施

经实验证明,将 DEM 数据和航空影像数据存放在 ArcSDE 为数据引擎的数据库中会比在本地以文件管理的方式存储的速度快。因为 ArcSDE 以数据库为后台存储中心,可以为前端的 GIS 应用提供海量空间数据的快速读取和安全高效的数据存储。

另一个影响显示性能的重要因素是缓存机制。

参考文献:

- [1] 夏晓飞. 利用 GIS 数据生成 3D 建筑模型[D]. 武汉:华中科技大学, 2006.
- [2] 侯波. 卫星遥感影像三维可视化处理[J]. 中国体视学与图像分析, 2001, 6(1): 29-32.
- [3] 李金山, 张建民, 赵欢. 高逼真度三维地理信息系统研究[J]. 计算机仿真, 2005, 22(4): 280-282.
- [4] 刘丽娟, 徐爱功. 遥感图像和矢量图的叠加[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2005, 24(增刊): 59-61.

在 ArcGlobe 平台提供两种缓存方法。

1) 内存缓存。即通过增加应用程序运行时可访问的最大物理内存来提高显示的效果。

2) 磁盘缓存。通过 ArcGlobe 中的图层属性中的 Generate data cache 预先生成访问数据的缓存, 有两种缓存方法, 一种是按需缓存, 是缓存需要的数据块; 另一种的全部地区的缓存, 后面的方法可以控制缓存的细节层次(LOD), 生成指定级别的细节层次或者全部级别的细节, 这样系统会按照视图的远近来显示不同精度的场景, 提高数据访问的效率。

除此之外, 还可以用 ArcToolbox 中的 Build Pyramids 工具为栅格数据建立不同级别的金字塔文件, 这样导入数据时会根据比例尺的大小自动加载相应的金字塔文件, 提高显示的速度。

5 结论

根据上述的几种定位的方法可以在不同场合选择不同的途径来获得地理坐标, 通过动态加载数据的方法快速方便且形象直观的生成所需地区地形地貌, 克服了在大范围地形可视化场景中查找相关地区的不便, 不仅降低了海量数据操作对计算机硬件平台的要求, 而且实现了二维地图与三维场景的交互, 做到将空间信息合理组织管理, 多层次多方位直观显示, 为资源的合理配置调度以及水利工程的管理和科学决策提供有利的依据。

本文中提出的算法简单灵活, 只需修改其中的若干参数, 对基于 1:100 万地图分割的任何标准分幅的数据都适用。但是基于 DEM 数据和遥感影像结合生成的三维景观, 不易很好地提取地面三维对象, 难以对地表单个三维对象进行空间查询和分析, 也不能进行相应的删除、移动等规划性操作。该方法适用于要求快速实时查看小范围地区地形、基于 GIS 数据的三维可视化, 且对三维模型的精度要求不高的情况。

(下转第 32 页)

- [3] Oliver R L. A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions[J]. Journal of Marketing Research, 1980, 17(4): 460-469.
- [4] Bhattacharjee A. Understanding Information Systems Continuance: An Expectation Confirmation Model[J]. MIS Quarterly, 2001, 25(3): 351-370.
- [5] Thibaut John W, Harold H Kelley. The Social Psychology of Groups[M]. USA: Transaction Publishers, 1986.
- [6] 陈明亮. 生命周期不同阶段客户重复购买意向决定因素的实证研究[J]. 管理世界, 2002(11): 93-107.
- [7] Davis F D, Bagozzi R P, Warshaw P R. Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace[J]. Journal of Applied Social Psychology, 1992, 22(14): 1111-1132.
- [8] Thong J Y L, Hong S J, Tam K Y. The effects of post-adoption beliefs on the expectation-confirmation model for information technology continuance[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2006, 64(9): 799-810.
- [9] Kaiser H F. An Index of Factorial Simplicity[J]. Psychometrika, 1974, (39): 31-36.
- [10] Nunally J C, Bemstein I H. Psychometric Theory[M]. New York: McGraw Hill, 1994.
- [11] Wixom B H, Todd P A. A theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance[J]. Information Systems Research, 2005, 16(1): 85-102.

Research on the Continued Usage Intention of Mobile Commerce Based on Expanded ECM

ZHANG Xuan, WU Qing-lie

(Management Engineering Research Institute, Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: According to the ECM of IS continued usage intention and the characters of mobile commerce, this paper proposed an expanded ECM, investigated the continued usage intention of mobile commerce using the expanded ECM, and used the structural equation model to verify the model and the hypothesis proposed in the model. The results show that the users' satisfaction of mobile commerce has significant influence on their continued usage intention of mobile commerce, and moreover, confirmation has indirect impact on their continuance usage intention of mobile commerce.

Key words: ECM; mobile commerce; continuance usage intention

(编辑: 贾丽红)

(上接第 27 页)

The Method of Dynamic Creation of 3D Terrain Landscape on Arc GIS

HOU Huan-huan¹, YAO Hong-wei², YANG Fang-ting²

(1. College of Computer and Software of TUT, Taiyuan 030024, China;

2. Beijing Simulation Center, Beijing 100854, China)

Abstract: The methods and processes of processing GIS data were presented firstly, a light-weight algorithm was proposed that creates 3D terrain landscape dynamically in real-time for a small area in terms of technology of 3D terrain visualization combined DEM data with remote sensing imagery. The 3D terrain landscape of a position together with the area around the point of Taiyuan in Shanxi province was simulated. How to optimize the display performance was discussed on the basis of the simulated results, and the applied situation of this algorithm was indicated at the end.

Key words: 3D visualization; GIS; DEM; remote sensing images

(编辑: 贾丽红)