

一种无缝集成的二三维联动 WebGIS 设计及实现

郑国江, 赵园春, 李成名

(中国测绘科学研究院, 北京 100830)

摘要:传统二维 GIS 具有强大的空间查询、分析功能, 而三维 GIS 具有很好的空间直观显示性。实现二三维 GIS 的联动与互操作, 可以充分发挥二三维 GIS 各自的优点。本文提出了一种有效可行的解决方案, 实现了具有实时联动漫游、缩放和信息标注等功能的 WebGIS 二三维联动系统。

关键词: 二维 GIS; 三维 GIS; 系统联动

doi: 10. 3969/ j. issn. 1000- 3177. 2011. 03. 021

中图分类号: P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000- 3177(2011) 115- 0112- 04

Design and Realization of the Seamless Integrated and 2D/ 3D Combined WebGIS

ZHENG Guo jiang, ZHAO Yuan chun, LI Cheng ming

(Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100830)

Abstract: Traditional two dimension(2D) GIS has powerful function of spatial query and spatial analysis, while three dimension (3D) GIS has outstanding performance of the spatially explicit visualization. The combination and interoperability between 2D GIS and 3D GIS can give full play of their respective advantages. In this paper, an effective and feasible design resolution is introduced, and a 2D/ 3D combined WebGIS application with real time associated roaming, zooming, and symbol plotting has been realized.

Key words: two dimension GIS; three dimension GIS; associated system

1 前言

地理信息系统(GIS)经过几十年的发展,理论和技术已经日趋成熟,其应用已经深入到国土、环保、电力、交通等多种领域。随着应用的不断深入,促使 GIS 在理论和技术上不断发展^[1]。WebGIS 的出现和发展使得 GIS 走入了大众生活当中(如谷歌地图、图吧等),给人们的生活提供了很大的便利。基于网络的二维 WebGIS 在查询、空间分析等方面已经非常成熟,已能满足人们对 GIS 的大多数要求,但在表现上缺乏空间直观性。三维 GIS 在符合客观世界表达性方面具有独特优势,越来越受到人们的关注,然而目前的三维 GIS,其主要功能集中在三维可视化,在分析功能方面还比较薄弱^[3]。为了充

分发挥二维 GIS 和三维 GIS 各自的优点,本文探讨并提出一种无缝集成的二三维联动系统的解决方案,能够兼具二维系统空间查询、分析等强大功能和三维空间表达的真实性、直观性^[4]。由中国测绘科学研究院 GIS 所研发的 New Map GIS 软件的 New-MapServer 和 New Map3DGlobe 模块无缝集成的联动系统,实现了数据、显示、功能上的集成联动,在国家测绘局推广的数字城市中得到广泛应用。(如数字太原、数字潜江、数字佛山等。)

2 联动系统设计

2.1 二三维 GIS 系统体系结构

鉴于 GIS 当前的发展趋势,在系统实现上采用基于服务的 WebGIS 方式构建,而没有采用传统的

收稿日期:2010- 05- 05 修订日期:2010- 08- 07

作者简介:郑国江(1981-),男,主要研究方向为 WebGIS,三维可视化。

E mail: 31835008@ qq. com

桌面 GIS。在二维系统构建上,采用新型服务型 GIS 软件 NewMapServer。NewMapServer 能提供网络地图服务、网络要素服务、地形、地名要素、模型等 8 大类地图服务和 JavaScript API 接口,服务器端采用 NewMapServer+ Oracle 数据库构建,客户端采用 HTML+ JavaScript 构建,基于此可以构建具有地图浏览、空间查询、空间分析、地图标注、缓冲区分析、最短路径分析等功能的 WebGIS 系统。三维系统服务器端采用 NewMapServer 提供的影像、地形、地名要素、模型等三维服务,客户端基于微软 DirectX 渲染引擎实现,具有很好的可视化效果。三维系统能够动态读取影像、地名要素、模型等数据并渲染,具有三维场景渲染、空间量测、基于矢量要素自动快速建模、路径飞行、淹没分析等功能^[2]。二三维系统联动通过 JavaScript 与 ActiveX 组件双向通信来实现,具体系统结构如图 1 所示。联动系统主要包括数据集成、显示集成、功能联动等^[1],其中功能联动是重要环节。

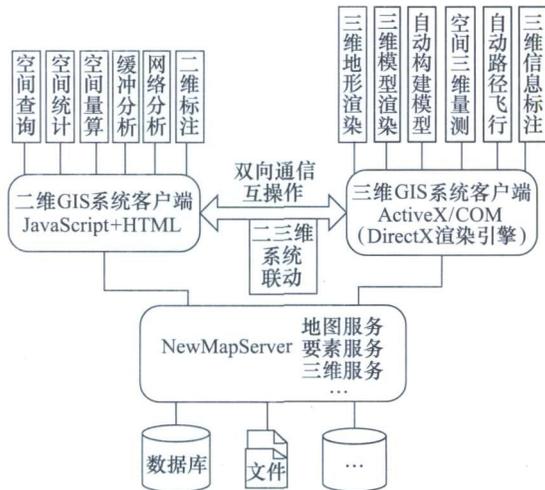


图 1 二三维联动系统整体结构

2.2 二三维系统数据集成

要实现二三维系统联动,首先要保证二者在数据上“无缝集成”。二维系统的数据和三维系统的数据是不一样的,二维GIS的数据主要是点、线、面等矢量线划数据和正射影像等栅格数据,是空间世界的二维表达。三维系统是对现实空间的三维表达,具有空间的连续性,用真三维的数据结构来描述现实世界是最准确,最合理的,然而由于理论技术有限,目前真三维系统还很不成熟,满足不了实际需求,当前三维系统大多是采用二维数据加DEM高程数据模拟三维的方式来实现。由于二三维系统在数据源上的“一致性”,此两套系统可采用共同的数据源,在二维系统中除了集成各种要素矢量数据外,

也集成正射影像数据,而在三维系统中以正射影像+DEM构建三维场景,同时集成地名要素等矢量数据、城市建筑三维模型等数据,以建立对现实世界的模拟。通过此种方式,能够最大程度上保证二三维系统在数据层面的“无缝”集成。

2.3 二三维系统展现集成

除了在数据层面的集成,还要保证二者在展现层面的集成,即二维视图能够跟三维场景达到实时联动,在任何一个系统上操作,另一系统能够自动定位到相对应的场景。要达到此目标,必须保证二维视图中的地理坐标与三维场景的空间位置相对应,并通过交互的事件触发机制保持其变化时的同步。描述二维视图主要通过视图中心点坐标、视图比例尺、视图屏幕范围等,描述三维场景主要通过视点(相机)空间位置、视野屏幕范围等,因此只要建立了二维视图中心坐标、比例尺与三维视点关系就能实现二三维系统场景的一致性。为了便于计算,将三维视点空间位置(X, Y, Z)转换为二维平面上的地理坐标和第三维上的视点高度,即据地面高度。转换后,只需建立二维坐标(X, Y)与三维视点地理坐标(Lon, Lat)、二维比例尺(Scale)与三维视点高度(Altitude)的对应关系即可。三维系统一般采取WGS84地理坐标系,对于二维系统来说,采取的空间坐标参考不一样也决定了二三维系统坐标转换有多种情况。如果二维系统也采取WGS84空间参考,二者不需要做转换,但如果二维系统采取平面投影坐标系或者基于其他椭球的地理坐标系,就必须进行坐标转换。在我国城市中一般采用高斯-克吕格投影,在这些地方应用时,必须进行WGS84地理坐标系和高斯-克吕格投影坐标系的转换。二维比例尺与三维视点高度的转换比较复杂,主要采取如下方式来解决。在三维系统中采取基于四叉树LOD模型^[7]来建立三维场景,根据视点远近,系统动态调取相应层次的影像来渲染场景,视点高度与金字塔瓦片之间存在的关系如下: $h = K * TileSize$, K 为某一比例因子, $TileSize$ 为瓦片大小(单位为 $^\circ$)。如果三维瓦片为 $512 * 512$ 大小,则二维比例尺(scale)与三维视点高度(h)对应关系如下: $h = scale * 0.2445925888 * K$,至此就建立了二维视图与三维场景的空间对应关系。

2.4 二三维系统联动

二三维系统功能联动是实现联动系统的核心环节。由于二三维系统各自独立运行,位于不同的进程上,必须建立同步机制,才能实现二者的实时联动。

建立同步机制一般有如下两种方式:一种是建立同步监控模块,实时跟踪二三维各自系统的状态,一旦任意系统有放大、缩小、漫游等操作时,同步模块将监控到的变动传递给另一系统,以实现同步;另一种是基于事件消息驱动和互操作,当在二维上进行鼠标放大、缩小、漫游等操作时,二维事件响应函数调取三维系统相关接口,进行三维视点变换,达到二三维视图同步,反之,操作三维场景时同步调取二维系统相关接口。

本文中的二三维系统联动是基于事件消息驱动的同步机制,通过 JavaScript 和 COM 间的双向通信和互操作来实现的^[7]。如前所述,本文中的二维系统客户端是由 HTML+ JavaScript 构建,三维系统是基于 COM 的 ActiveX 实现,ActiveX 控件能够与多种语言开发的系统通信,比如脚本语言 JavaScript。通过 JavaScript,能够很容易地调用 ActiveX 控件的接口,控制其操作,而对于三维到二维的通信实现起来较为复杂。如果采用一般的商业化三维 ActiveX 控件(如 Skyline),很难直接通过 ActiveX 控件来交互调用 JavaScript 函数,一般采取绑定事件响应函数的方式实现。

绑定事件响应函数虽然能够实现三维控件到二维地图的交互,但是需要开发者自己处理事件的绑定与解除绑定,尤其是当联动事件与其他事件同时触发时,对二次开发者编写的响应处理函数在逻辑性上有很高的要求。为了简化开发者的工作,提高开发效率,本文对基于消息的同步机制进行了改进,改进的解决方案是在 New Map3DGlobe 控件内部增加调用 JavaScript 脚本语言的接口,能够直接调

用联动响应处理函数。当启用交互模式并将联动处理函数传递给控件后,在三维中进行任何缩放、漫游等操作时,三维控件能够自动调用联动处理函数,实现三维到二维系统的交互。由于 New Map3DGlobe 控件是自主开发的,能够根据需要灵活定制开发接口,实现一般商业三维控件所不能实现的功能。

3 联动系统实现与应用

本文所提出的 WebGIS 二三维系统联动解决方案,在数字城市地理信息公共平台中有着很好的应用。数字城市地理信息公共平台在线地图主要有二维模块、三维模块和二三维联动模块组成。二维和三维模块分别实现了地图的放大、缩小、量测、查询、分析等功能,二三维联动模块实现了二维系统和三维系统的分屏显示,集成了二维系统的查询分析优势和三维系统的直观显示优势。

3.1 漫游、缩放的实时联动的实现

如图 2 所示,系统切换到联动模式后,系统分屏显示,在右侧二维视图上进行缩放、漫游操作时,二维模块鼠标、键盘相应事件的响应函数同步调取三维 ActiveX 控件相应的接口,使得三维场景也同步改变,其联动是实时、平滑的;同理,在左侧三维场景中进行缩放、漫游操作时,三维模块中的鼠标、键盘事件响应函数同步调取二维系统接口,使得二维视图同步改变,其联动过程是基于事件驱动的,也就是说只有发生了漫游、缩放等“事件”后,才会触发联动操作,这样可避免在操作“空闲”时不必进行联动消息传递,节省了系统资源。

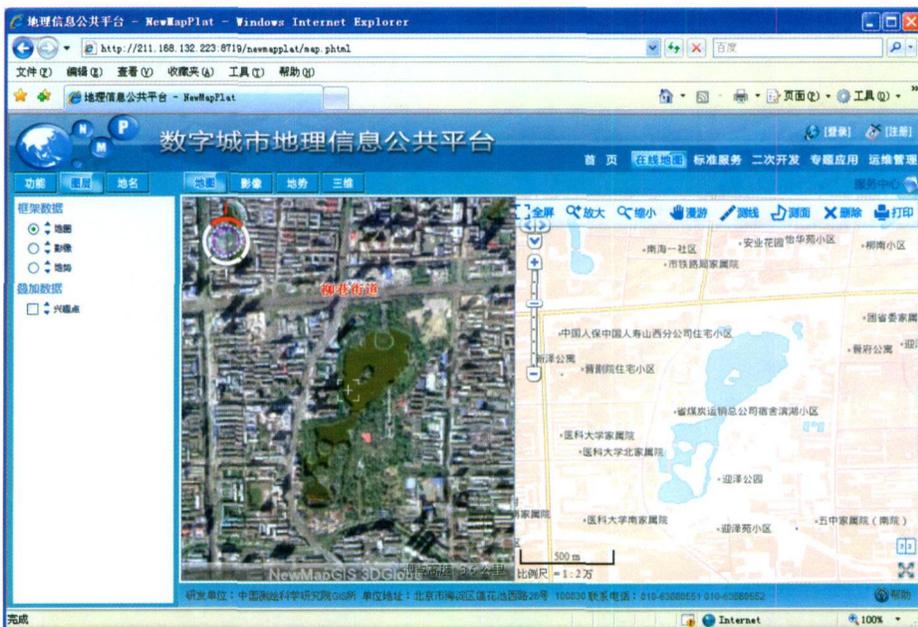


图 2 二三维系统联动显示

3.2 信息标注联动的实现

本系统实现了二三维点、线、面标注的一体化联动标注。为了简化三维立体标注的复杂性和保持数据源的一致性,标注数据统一采用二维矢量数据方

式描述并存放于后台数据库中。在二维系统中进行点、线、面标注时,三维系统中能同步显示此标注,同理,在三维系统进行标注的增加、删除、编辑操作时,二维系统中的标注也能得到同步更新,如图 3 所示。

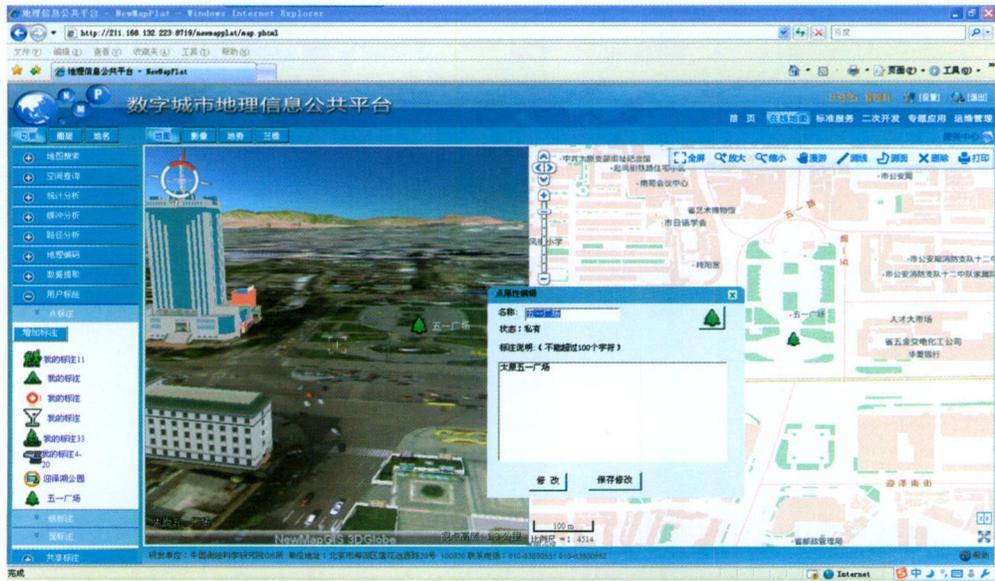


图 3 二三维系统标注联动

4 结束语

本文实现了一种无缝集成的 WebGIS 二三维联动系统解决方案,对目前应用需求有了初步的实

现,在人们的日常生产生活中发挥着切实的作用。目前此系统还只是对二三维联动系统的一种探索,更深层次的功能比如三维空间分析、同步编辑更新等,还需进一步扩展。

参考文献

[1] 万幼川,边馥苓.二三维联动的 GIS 系统体系结构构建技术[J].地理信息世界,2008,(2).

[2] 李海洋,范文义,李明泽.二维地图与三维虚拟场景交互技术的研究与应用[J].东北林业大学,2008,36(11).

[3] 王继周,李成名,林宗坚.三维 GIS 的基本问题与研究进展[J].计算机工程与应用,2003,(24).

[4] 王宏武,董卜海.一个与视点相关的动态多分辨率地形模型[J].计算机辅助设计与图形学学报,2000,12(8):575-579.

[5] 周新耿,刘芬.二维、三维空间信息系统的结合和应用[J].计算机与数字工程,2005(3).

[6] 刘东琴,徐文中,林宗坚.城市空间二维信息系统与三维虚拟场景一体化研究与应用——BDA 城市三维信息系统的设计与实现[J].测绘科学,2007(1).

[7] 张剑波,刘修国.线性四叉树在基于 LOD 的地表模型绘制中的应用[J].计算机工程与应用,2002,(8).

(上接第 111 页)

参考文献

[1] 武晓波,王世新,肖春生.一种生成 Delaunay 三角网的合成算法[J].遥感学报,2000,4(1):32-35.

[2] 胡金星,潘懋,马照亭,吴焕萍.高效构建 Delaunay 三角网数字地形模型算法研究[J].北京大学学报(自然科学版),2003,39(5):736-741.

[3] Lee DT. Generalized delaunay triangulation for planar graphs[J]. Discrete and Computational Geometry, 1986, 1(1): 201-217.

[4] 周晓云,刘慎权.实现约束 Delaunay 三角剖分的健壮算法[J].计算机学报,1996,19(8):615-624.

[5] 蒲浩,宋占峰,詹振炎.基于约束 Delaunay 三角剖分的道路三维建模方法[J].华中科技大学学报(自然科学版),2005,33(6):111-113.

[6] 刘学军,龚健雅.约束数据域的 Delaunay 三角剖分与修改算法[J].测绘学报,2001,30(1):82-88.

[7] 刘少华,吴东胜,罗小龙,陈华军.Delaunay 三角网中点目标快速定位算法研究[J].测绘科学,2007,32(2):69-70,113.

[8] 贾晓林,吴立新,王彦兵.一种带岛屿数据域的三角网剖分算法研究[J].地理与地理信息科学,2004,20(5):28-31.