

孔晓萌. 基于虚拟显示技术的测绘地理信息系统设计[J]. 智能计算机与应用, 2025, 15(3): 96-99. DOI: 10. 20169/j. issn. 2095-2163. 250313

基于虚拟显示技术的测绘地理信息系统设计

孔晓萌

(枣庄科技职业学院 建筑工程学院, 山东 枣庄 277000)

摘要: 为降低测绘地理信息系统中异常数据检测误差, 提高数据异常区分的准确率, 提出设计一种基于虚拟显示技术的测绘地理信息系统。系统采用 B/S 架构(Browser/Server)模式, 将 Access 数据库和 C/S 架构结合起来构建系统的整体结构, 建立三维可视化模型, 利用基于最小二乘法的多边形插值算法和基于拟牛顿法的曲面插值算法进行模型变换, 实现测绘地理信息的虚拟显示。系统测试结果表明: 本文方法所设计的系统异常数据检测误差更低、数据异常区分正确率更高, 表明本文方法系统具有较好的有效性。

关键词: 虚拟显示技术; 测绘; 地理信息系统; 三维建模; 可视化

中图分类号: P208

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2025)03-0096-04

Design of Surveying and Mapping Geographic Information System based on virtual display technology

KONG Xiaomeng

(College of Civil Engineering and Architecture, Zaozhuang Vocational College of Science and Technology,
Zaozhuang 277000, Shandong, China)

Abstract: In order to reduce the detection error of abnormal data in Surveying and Mapping Geographic Information System and improve the accuracy of data anomaly discrimination, a Surveying and Mapping Geographic Information System based on virtual display technology is proposed. The system adopts B/S architecture (Browser/Server) mode, realizes the overall structure of the system through the combination of Access database and C/S architecture, establishes a three-dimensional visual model, and uses polygon interpolation algorithm based on least square method and surface interpolation algorithm based on quasi-Newton method to transform the model to realize the virtual display of Surveying and Mapping Geographic Information. The system test results show that the system designed by this method has lower detection error of abnormal data and higher accuracy of data anomaly discrimination, which demonstrates that the system designed by this method has better effectiveness.

Key words: virtual display technology; surveying and mapping; Geographic Information System; three-dimensional modeling; visualization

0 引言

测绘地理信息系统是国土资源管理部门利用现代计算机技术、地理信息系统技术和 3S 技术, 对土地管理、规划、利用及保护等进行统一管理的信息系统, 是实现国土资源信息化的重要组成部分^[1]。随着地理信息系统理论与技术的发展, 传统的测绘地理信息系统已经不能满足社会和经济发展的需求。基于地理信息系统的数字城市、数字国土等概念提出后, 数字城市作为一个新的应用领域在全国范围内得到了快速发展^[2]。而基于虚拟现实技术建立的测绘地理信息系统作为其中重要一环, 也被认为

是数字城市和数字国土等概念在测绘领域中的延伸。该系统能实现地图显示、虚拟漫游等功能, 使用户能从不同角度观察所提供的对象, 并根据用户要求选择不同的可视化方式和可视化效果。

国内大量学者对测绘地理信息系统与其他方法的结合进行了研究, 如匡庆^[3]提出一种基于 WebGIS 的智慧型测绘地理信息共享服务系统。王新建^[4]提出一种基于 Arcgis Server 的测绘地理信息系统设计。以上方法对于测绘地理系统的功能扩展有一定的作用, 但是对于测绘图像和数据异常检测的精度不高。

为解决以上方法中存在的问题, 研究设计了一

作者简介: 孔晓萌(1988—), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 测绘工程研究。Email: numcaps30@163.com。

收稿日期: 2024-01-26

哈尔滨工业大学主办 ◆ 系统开发与应用

种基于虚拟显示技术的测绘地理信息系统,采用基于地理信息系统(GIS)的空间信息数据库和虚拟显示技术相结合的方法,对测绘地理信息数据进行统一的管理和存储。

1 系统设计

1.1 系统架构设计

系统设计采用 Browser/Server(B/S) 架构模式,通过 Access 数据库和 C/S 架构结合实现系统的整体结构^[5-6]。系统采用 C/S 架构可以充分发挥客户端和服务器性能,缩短开发周期;采用 B/S 架构可以提高系统开发效率,同时服务器端和客户端都可以通过浏览器来进行数据交互。所设计系统的框架如图 1 所示。

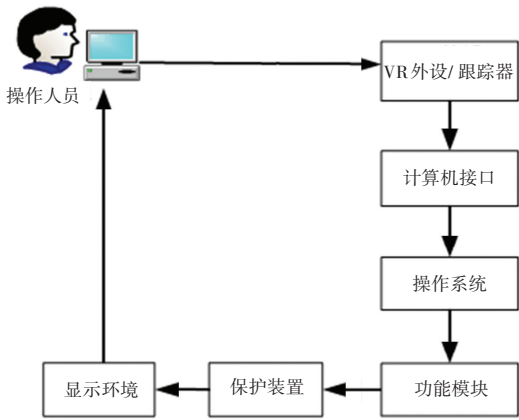


图 1 系统框架图

Fig. 1 System framework diagram

1.2 数据库结构设计

数据库设计的目的是为了建立空间数据和属性数据相结合的统一空间数据库,实现空间数据和属性数据的有效管理、查询和更新^[7-8]。在基于虚拟显示技术的测绘地理信息系统数据库设计时,应包含对象、数据类型和实体属性等内容,同时为了满足系统对数据访问的安全性需求,需要使用独立的存储区来存储空间数据。在数据库结构设计时,采用 SQL Server 2000 数据库管理系统对空间数据库进行操作管理;通过 ODBC 接口实现对属性数据的访问;利用 ADO 组件技术实现对关系型数据的访问。该系统中的空间数据主要包括以下内容:

(1)点数据。包括点坐标、点的属性信息以及一些系统所需的图形属性。

(2)线数据。主要指由图形元素生成的、从一维向二维进行变化的矢量数据。如道路、河流等。线是在二维 GIS 中不可缺少的内容,也是应用最

多、使用最广泛的对象之一。

(3)面数据。表示二维封闭区域的空间对象,包含面状要素的几何信息、属性信息以及与其他空间对象的拓扑关系^[9-10]。

(4)图形数据。包括各种图形、影像对象在不同参照尺寸下的比例尺、大小、类型以及不同图层之间的转换关系。

(5)影像数据。包括经纬度、照片大小、底图类型以及底图上的内容等。

(6)属性数据。包括点、线、面和矢量数据的索引以及各种属性表中包含的元素,如颜色值、文字大小以及符号大小等。

1.3 系统用户登录和个人管理功能模块设计

系统用户登录和个人管理功能主要包括:用户可以在浏览地图时登录系统进行设置,同时能够对地图进行放大、缩小等操作;在进行地图显示时,用户可以通过点击任意一个或多个图层来操控显示效果,同时能够对该图层进行保存;在进行地图数据更新时,能够直接从已有的测绘成果数据中选取相应的数据修改,并将修改结果实时存入到相应的图层中;在影像处理功能中,能够对影像的色彩进行处理并实时将得到的处理结果存入到相应的图层中;在地理信息数据更新功能中,能够及时、有效地对地理信息数据进行更新。

1.4 测绘成果管理模块设计

系统中的测绘成果管理模块采用 ArcGIS Engine 二次开发技术实现,系统管理员可以根据实际需求灵活地设计、更改测绘成果管理模块的功能,如添加、删除、修改、增加等操作;用户登录模块主要用于用户身份验证,从而防止外来用户非法访问本系统^[11]。此外,当用户需要对已经生成或者已有的测绘成果数据进行加工修改时,可以通过该模块对数据进行更改操作。为实现上述功能,需将 GIS 数据经过处理后输出到输入设备中^[12]。本系统中应用了大量的三维建模技术,用于实现对地形的有效管理。在系统中,通过 Vega 来绘制地形可视化效果。

1.5 虚拟显示功能模块设计

虚拟显示功能模块主要是为了建立虚拟场景和实现虚拟环境的实时生成和管理。

1.5.1 虚拟场景的建立

利用 DirectX 技术,将 GIS 数据以 Dynamo 图形格式导入到 DirectX 中,利用 DirectX 强大的图形操作功能实现数据的实时显示。利用 VRML 技术将 GIS

数据以 VRML 格式导入到 DirectX 中,利用 VRML 强大的动态设计和交互式操作,实现空间数据在计算机中的可视化表达。利用 XML 技术,将 GIS 数据以 XML 文件格式导入到 XPath 中,再通过使用 XPath 技术对空间数据进行定位,实现空间数据的可视化。

1.5.2 虚拟环境的实时生成

虚拟场景生成模块能够将数据源导入到三维环境中进行三维建模和模型渲染,对构建好的虚拟环境模型通过虚拟现实技术进行实时动态渲染,实现三维场景仿真和漫游^[13]。虚拟现实技术作为一种新型的技术手段,在虚拟现实测绘地理信息系统中得到了充分发展和应用^[14]。利用该技术能够快速方便地实现对地理空间环境或建筑的虚拟漫游;在虚拟漫游过程中可以通过相应的交互设备实时获得多种有关空间环境或建筑模型的三维信息;在虚拟漫游过程中用户还可以对相应建筑物、道路等实体进行浏览。

2 基于三维的可视化建模

三维可视化建模是对系统中数据进行处理的关键技术,是本文系统开发的重点。

2.1 三维建模内容

三维建模主要包括数据建模和模型建模两方面工作。在数据建模方面,系统提供了矢量、栅格两种数据格式,但都是在一个平面上对三维实体进行二维显示。对于三维场景中的物体,由于其形状比较复杂、形状不规则,很难用二维的方法来做到精准表达^[15-16]。因此,研究采用了基于三维模型的可视化技术进行对其进行建模,采用多分辨率模型来逼近物体表面,利用纹理映射技术,将二维矢量图形转化为计算机可以识别的纹理图像^[17]。

在模型建模方面,系统提供了多种平面拟合方法,如:三角网、二次多项式拟合法、双线性拟合法、高斯拟合法。由于平面拟合方法比较简单,对目标对象的描述比较直观,而且三角网模型能够根据目标对象的三维坐标进行变形,因此在模型构建时优先使用平面拟合方法^[18]。但如果目标对象是不规则形状的、如不规则三角形,则需要进行多边形建模,而多边形建模算法是对其进行多分辨率变换的关键技术。另外,系统提供了正、反两种坐标系用于对物体进行定位和量测。正交坐标系是一种表示二维坐标值的坐标系统。其优点是表达图形的空间位置关系和测量数据的精度高、数据量小等。一般采用由直角坐标系(x 方向)和极坐标系(y 方向)构成的直角三角形来

描述正交坐标系中的三维立体空间点与三维空间点之间的位置关系。将三维空间点映射到直角三角形上,得到了该空间点的平面投影坐标。

2.2 模型变换

在模型变换方面,系统提供了基于最小二乘法的多边形插值算法和基于拟牛顿法的曲面插值算法。

(1)最小二乘法插值算法。该方法在原始数据矩阵中插值 n 个点,并对每个插值点求出一个其与原数据矩阵中相应点的距离矩阵,进而将所得到的距离矩阵与原数据矩阵相乘即可得到插值后的结果^[19]。该方法在插值时可以消除非凸多边形区域,而且也减少了多边形求交计算时间。

(2)拟牛顿法曲面插值算法。该算法首先用二次多项式函数对原始数据进行一次多项式拟合,然后求出二次多项式函数的系数向量,再求出二次多项式函数与各点的距离矩阵,进而通过坐标变换得到所求点的数据^[20]。该方法充分利用了拟牛顿法在求取任意点向量时仅需遍历原数据矩阵,无需将所有数据放入内存的特点,因而有效缩短运算时间。

3 测绘地理信息虚拟显示实现

在虚拟显示过程中,每一帧的画面都是通过显卡和 CPU 计算,模型的面数会直接对显示效率产生影响。考虑到测绘的地理信息较为密集,因此在虚拟三维场景中,将材质相同的模型进行合并处理,就能提高场景的显示速度^[21]。在构建过程中,将 Optimize 修改器应用到模型内部中,将场景浏览中看不到的面片做清除处理,这样就大幅节省了系统资源。同时,通过地理编码的方法,叠加地理信息资源,达到地理信息资源整合的目的。另外,利用三维建模和模型变换进行三维可视化建模。基于以上功能,实现测绘地理信息虚拟显示。

4 系统测试及分析

本文设计的基于虚拟显示技术的测绘地理信息系统采用了 PC 硬件和软件。以 Windows7 为核心的 3.6 GHz CPU,磁盘空间为 2 GB,软件采用 C++ 设计实现。采用基于 WebGIS 方法^[3]、基于 Arcgis Server 方法^[4]和 GIS 数据库构建测绘地理信息系统,与本文方法进行对比测试。不同方法下异常数据检测误差如图 2 所示。

由图 2 可知,本文方法在不同测试组序号中,异常数据检测误差明显低于文献[3]和文献[4]方法,

未能检测出的异常数据量较少,说明本文系统的检测能力更强。同时由于本文所提系统方法对原始异常数据进行了修正和标准化处理,主要是由于本文系统在模型转化方面,系统提供了基于最小二乘法的多边形插值算法和基于拟牛顿法的曲面插值算法,使异常数据检测误差更低,从而提高了检测能力。

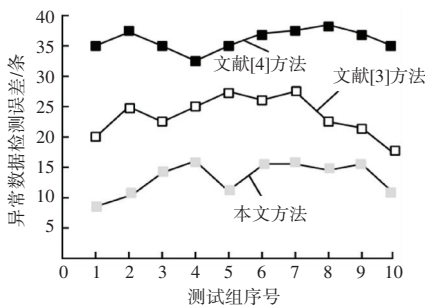


图2 不同方法下异常数据检测误差

Fig. 2 Detection error of abnormal data under different methods

为进一步研究本文所提系统方法对于行为异常分区的正确率,接下来又进行了测试,得出不同方法下的测绘显示数据异常区分正确率测试结果如图3所示。

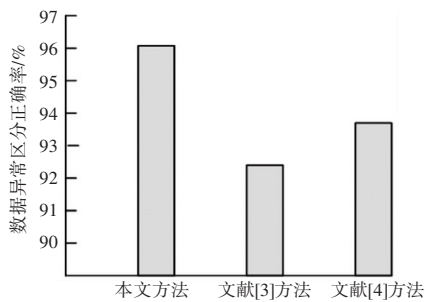


图3 数据异常区分正确率测试结果

Fig. 3 Test results of data anomaly discrimination accuracy rate

由图3可知,在对测绘显示数据异常区分正确率方面,文献[3]和文献[4]方法所构建系统的正确率明显低于本文方法。本文方法所构建系统可划分96%以上的异常数据,再据此提取出异常信息,文献[3]和文献[4]方法所构建系统仅可对94%左右的测试显示异常数据进行提取与分析。说明本文方法的测绘显示数据异常区分正确率更高,主要是由于本文系统利用 VRML 技术将 GIS 数据以 VRML 格式导入到 DirectX 中,利用 VRML 强大的动态设计和交互式操作,实现空间数据在计算机中的可视化表达,使得测绘显示数据异常区分正确率更高。

5 结束语

本文所提出系统在基于虚拟现实技术的基础上

实现了地图与三维场景的结合,在浏览地图时用户可以通过点击任意一个或多个图层来控制地图显示效果。此外,系统管理员可以根据实际需求灵活设计和更改系统的功能模块,从而满足用户对系统功能个性化、多样化的需求,并且,所提系统还表现出了异常数据检测误差低、数据异常区分正确率高等特征,表明所提系统具有良好的有效性。在以后的研究中,还可以采用面向对象思想对系统进行了二次开发,进一步提高系统的可扩展性。

参考文献

[1] 王嘉路. 测绘地理信息系统与空间规划融合发展的思考[J]. 内蒙古煤炭经济,2021(7):200-201.

[2] 王子赫,屈怡宏. 基于地理信息系统的矿山地形图测绘模式分析[J]. 世界有色金属,2022(18):18-20.

[3] 匡庆. 基于 WebGIS 的智慧型测绘地理信息共享服务系统设计[J]. 经纬天地,2022(5):64-68.

[4] 王新建. 基于 Arcgis Server 的测绘地理信息系统设计与实现[J]. 软件,2016,37(9):122-125.

[5] 于波,陈威昊. 基于 GIS 模型的区域地理信息实时测绘系统设计[J]. 城市勘测,2022(2):71-75.

[6] 陈潘潘. 地理信息系统(GIS)在城市测绘中的运用刍议[J]. 科技与创新,2022(2):54-56.

[7] 湛长才. 低空遥感下大数据测绘地理信息系统的构建及实践[J]. 世界有色金属,2021(22):40-41.

[8] 翟永,刘磊,刘津,等. 国家级测绘地理信息系统数据成果备份设计与建设[J]. 地理信息世界,2020,27(4):57-61.

[9] 李冰,吴迪,古一鸣. 南极测绘地理信息数据库与管理系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2018,41(1):135-138.

[10] 梅伟长. 长春市测绘地理信息成果管理系统设计与实现[J]. 城市勘测,2023(6):60-64.

[11] 蔡为,王均浩,孟晓赞,等. “多测合一”信息管理系统设计与实践:以鄂州为例[J]. 地理空间信息,2023,21(12):107-110.

[12] 刘姚,李奕诺. 测绘地理信息系统在智慧城市测绘工程中的运用初探[J]. 产品可靠性报告,2024(8):127-129.

[13] 魏东方. 测绘地理信息系统在智慧城市测绘工程中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市,2022(8):38-40.

[14] 赵永雨,陈立,潘娜娜. 测绘地理信息系统在智慧城市测绘工程中的应用[J]. 智慧中国,2023(10):73-74.

[15] 张挺有. 地理信息系统在房产测绘行业的应用[J]. 青海国土经略,2023(5):51-54.

[16] 鲍佩. 试析地理信息系统在矿山测绘中的价值及应用要点[J]. 中国金属通报,2023(9):185-187.

[17] 姚玉萍. 地理信息系统在工程测绘中的应用研究[J]. 工程技术研究,2023,8(13):216-218.

[18] 管晓燕. 智能城市测绘中地理信息系统的应用[J]. 华东科技,2023(7):54-56.

[19] 党攀峰. 集成测绘地理信息系统数据的地图制图技术分析[J]. 中国高新技术,2023(11):82-83.

[20] 姜文谦. 地理信息系统在城市规划测绘中的应用[J]. 电子技术,2023,52(4):212-213.

[21] 李原驰,吴宇宁. 地理信息系统在城市规划测绘中的应用探讨[J]. 工程与建设,2023,37(1):60-63.