

程勘察与地下空间规划提供高精度空间依据。

5.2 灾害监测预警中融合结果的动态响应

地质灾害监测需依赖时空分布广泛、更新频率高的数据体系,融合遥感影像变形信息、InSAR 时序结果、地面 GNSS 位移数据与地震测线信息,可实现多尺度灾害因子的联动分析。动态响应机制通过时间序列分析、阈值预警模型与突变检测算法实现对异常数据的实时捕捉与事件识别。不同数据源之间的互相验证可提升预警的准确率与响应速度。融合结果可用于构建滑坡、塌陷、地裂缝等灾害的风险等级图,为地质防灾减灾工程提供量化、可追踪的数据支持。

5.3 地质构造解析中的数据补偿与信息增益

地质构造识别依赖多维信息综合判断,单一数据源难以充分揭示地下构造的完整轮廓。融合遥感影像纹理、LiDAR 起伏变化、钻孔地层变化趋势与物探异常分布,可实现构造边界、断层位置与褶皱形式的多维校验。在数据缺失区域,通过空间插值与模型拟合补偿缺失值,提升分析连续性与精度。信息增益机制基于融合后各类数据的互补性,形成更具解释力的地质解译体系,增强地质剖面构建、构造形态重建与构造演化路径推断的科学性与可靠性。

6 多源数据融合处理的系统平台与技术集成

6.1 融合处理平台的体系架构设计

地质工程中多源数据融合平台需具备高兼容性、高扩展性与模块化特征,通常由数据接入层、预处理模块、融合算法核心、成果输出与管理界面组成。数据接入层支持多格式、多坐标系数据的快速导入与标准解析,预处理模块完成投影转换、异常剔除与属性规范。融合算法核心集成多种模型接口,包括几何配准、属性增强与误差控制等功能,实现动态调度与算法切换。成果输出支持多维格式导出与图形化展示,管理界面实现用户权限分级、数据调用审计与任务批处理,为地质测量应用构建高效协同的一体化系统支撑环境^[1]。

6.2 数据流转与处理流程的自动化集成

多源融合系统需实现数据从采集到分析的高效闭环,避免人工操作造成的误差与时效滞后。自动化集成依托任务流管理系统与数据中台设计,构建以流程节点驱动的数据处

理链条,涵盖数据入库、预处理、融合计算与成果输出四大阶段。系统内嵌规则引擎根据数据属性自动分配处理策略,并依据任务需求自动加载算法模块,实现条件触发与逻辑分支运转。通过 API 服务与数据库联动,保证数据实时传递与状态更新,并支持任务日志追踪与异常告警,构建多源数据在地质测量中的全流程闭环运行机制。

6.3 高性能计算与可视化展示的融合支持

多源数据融合涉及大体量、高维度的信息处理,对计算效率与图形渲染能力提出更高要求。融合平台部署高性能计算模块,基于多核并行、GPU 加速与分布式计算框架,提升大规模数据处理速度与融合模型迭代效率。系统集成三维建模工具与可视化引擎,支持点云、剖面、体积模型等多类型数据的实时渲染与交互操作,用户可通过图层控制、剖切浏览与动画播放方式获取地质结构的动态演化过程。可视化界面与数据分析模块联动,实现地质信息从数据到知识的直观转化,提升结果的理解度与工程决策效率^[4]。

7 结语

多源数据融合作为地质工程测量发展的关键技术路径,已逐步成为提升测量精度、增强信息完整性与支撑工程决策的重要手段。通过对异构数据类型的深度挖掘与处理流程的标准化重构,融合技术实现了地表与地下信息的协同表达,显著扩展了地质信息服务的深度与广度。融合平台的系统集成与可视化展示能力,为复杂地质问题的识别与模型构建提供了可靠工具支撑。未来,随着测量手段的持续演进与数据处理能力的不断提升,多源融合将在地质工程领域发挥更加核心的战略价值。

参考文献

- [1] 秦磊.数字化测绘技术在地质工程测量中的应用[J].石化技术,2024,31(08):150-152.
- [2] 秦奎,高昕琦,周艳菊.地质工程测量中数字化测绘技术的应用分析[J].科技与创新,2024,(12):121-123+126.
- [3] 文英.矿山地质工程测量中的三维数据采集与处理[J].世界有色金属,2024,(04):60-62.
- [4] 董吴锦.数字化测绘技术在地质工程测量中的应用[J].科技创新与应用,2022,12(13):185-188.

Lightweight processing technology scheme of 3d geographic information model data

Rui Gao¹ Wenjing Zhang²

1. China Sciences MapUniverse Technology Co.,Ltd., Beijing, 100010, China

2. CIGIS, Beijing, 100007, China

Abstract

As 3D GIS technology continues to evolve, efficiently constructing and processing large-scale 3D geographic information models, especially when dealing with vast amounts of data, has become a significant challenge for the industry. Data lightweight processing technology, as a core solution to this challenge, is gaining increasing attention. This paper analyzes the data lightweight requirements in the construction of 3D geographic information models, discusses the challenges in data storage, computational resources, and precision control, and proposes several data lightweighting techniques, including data compression, dimensionality reduction, and simplification. Through an in-depth analysis of these technical approaches, the article provides a set of specific implementation strategies aimed at helping the industry better address the practical issues of data lightweighting in 3D geographic information model construction, thereby achieving the optimal balance between accuracy and efficiency.

Keywords

3D geographic information model, data lightweighting technology, solutions, compression technology

三维地理信息模型数据轻量化处理技术方案

高蕊¹ 张文婧²

1. 中科宇图科技股份有限公司, 中国·北京 100010

2. 建设综合勘察研究设计院有限公司, 中国·北京 100007

摘要

随着三维地理信息系统(3D GIS)技术的不断发展,如何高效地构建和处理大规模三维地理信息模型,尤其是在数据量庞大时,成为了行业面临的重要挑战。数据轻量化处理技术作为应对这一挑战的核心方案,日益受到关注。本文分析了三维地理信息模型构建中的数据轻量化需求,探讨了数据存储、计算资源、精度控制等方面的难点,重点提出了几种数据轻量化的技术方案,包括数据压缩、降维与简化处理等方法。通过对技术路径的深入分析,文章提供了一套具体的实施策略,旨在帮助行业更好地解决三维地理信息模型构建中数据轻量化的实际问题,从而在精度与效率之间找到最佳平衡。

关键词

三维地理信息模型;数据轻量化;技术方案;压缩技术

1 引言

三维地理信息模型(3D GIS)已经逐步成为城市规划、环境监测、智慧交通等领域的基础工具。然而,随着数据量的激增,如何在保证模型精度的前提下,确保数据处理的高效性,成为了各类应用场景中的核心问题。数据轻量化作为这一问题的解决方向,逐渐崭露头角。然而,实际操作中,轻量化处理面临着复杂的数据冗余、计算资源压力以及高精度与数据简化之间的矛盾等多重挑战。对此,本文通过分析当前技术困境,提出了一些切实可行的处理方案,并探讨了其在实际应用中的可行性与优化方向。通过这些技术路径的

不断优化,数据轻量化将成为推进三维地理信息系统进一步发展的关键。

2 三维地理信息模型构建中的数据轻量化处理技术介绍

2.1 三维地理信息模型的构建应用背景

3D GIS(三维地理信息服务系统)为社会发展和交通、环境保护等应急规划管理等领域提供了立体的硬件资源基础。由于三维建模的过程越来越趋向于采集多源、多对象的地学要素,整个数据系统也逐渐出现多层次、多元化的功能综合^[1]。然而伴随着数据源增多和信息容量扩大,传统的处理方式也出现饱和现象。如何在无损精度和信息功能的条件下提高模型数据存储和传输效率是实现3D GIS深入发展的关键技术环节。

【作者简介】高蕊(1995-),女,中国天津人,本科,工程师,从事地理信息系统研究。



2.2 数据轻量化处理的背景必要性

由于基于三维地理信息系统的运用,使得数据数量上的膨胀对计算、存储设备和计算速度提出了极高的要求。大量数据的存储以及实时处理已经成为极为棘手的问题,同时影响了整个系统的实时响应性和正确性。轻量化技术就是在数据存储与处理、数据量巨增情况下的数据压缩,通过轻量化实现减少数据冗余量,降低数据的复杂程度,并尽可能地保持数据信息的精度,提高系统的性能和整体的运行。在很多实时的系统中,例如智慧城市、自动智能驾驶以及应急指挥领域内,都可以利用系统数据的轻量化实现更加精准的数据处理,缩小数据冗余,并在巨量数据进行高效的处理。

3 数据轻量化在三维地理信息模型构建中的难点

3.1 数据存储计算资源的挑战

大量三维地理数据模型建立面临数据存储及计算资源能力不足。海量数据就需要大量存储,势必带来巨大的成本——包括硬件设备采购成本,以及需要维护的不断增加的存储能力的成本。三维地理数据的存储和计算需求常常呈指数级地增长,特别是点云数据和高清晰度的模型^[2];另一方面,大量的数据需要计算资源支持,但是在移动/嵌入式的设备上,所需要的计算资源远远无法满足,高效地海量存储及计算海量三维数据是技术上的一个瓶颈。而云等一些方式将资源分布式存储及计算,并不代表成本和效率能达到最佳的平衡。

3.2 高精度轻量化的矛盾

三维地理信息模型的设计和应用方面存在精度和数据轻量化之间的对立关系,由于三维模型中的很多应用都需要有很高的数据精度以确保模型的有效性和真实性,特别是在地质勘探、城市规划等领域数据需要较高精度,但是数据的轻量化过程中就会丢失部分数据信息,由于精度的缺失,则会影响到数据的可靠性与真实性,会使得在后续的应用过程中系统做出错误的判断。

3.3 技术实施中的障碍

虽然数据轻量化技术在三维 GIS 模型构建中具有极大的应用优势,但是在数据轻量化技术应用过程中依然存在一定的困难。目前轻量化技术主要针对的数据类别是有限的,

但是三维 GIS 模型经常会由多种数据形式以及数据来源构成,这就造成对于不同种类数据均采用一致数据轻量化技术的处理方式难以满足。对于轻量化处理来说,会涉及到对于数据的压缩与简化处理,但是对于数据的压缩和简化往往会造成某些细节的丢失情况,数据在处理过程中将会存在一定的缺陷。

4 三维地理信息模型数据轻量化处理技术方案

4.1 数据压缩表达方式优化

数据压缩方法是三维地理信息模型轻量化的关键。三维模型中的数据量是呈指数级增长的,而传统存储、传输技术显然是不能满足需求的,使用数据压缩方法可以减小数据的容量,在精度要求允许的情况下,能最大限度地保持数据的精度。在所有轻量化的方法中,数据压缩是在保证信息质量不大幅下降的前提下,提高数据处理效率的一种方法,但同时也伴随着部分细节的丢失,在不牺牲精度的同时压缩到怎样的程度是该方法的技术难点之一^[3]。由于三维地理信息数据与传统二维图像或视频数据在压缩时有所不同,因此压缩方法需要对数据本身的空间结构进行分析,如空间数据冗余形式、几何结构简化方法、部分区域相关性等,设计数据压缩算法。压缩后解压缩再应用,而且对算法要求合理,能在解压缩后保持最大化的恢复性,从而避免多次压缩、解压造成精度损失,所以压缩表达方式在方法选择上需要对数据有足够的认识,并在算法设计上进行探索,以寻找一个最合理的方案,起到轻量化的效果。

4.2 数据降维简化处理技术

此外,数据降维方法在三维地理信息模型的数据轻量化方面的应用也是很主要的,构建三维地理信息模型过程中原始的海量数据通常有大量冗余的信息,尤其是点云数据、三维表面模型在实际构建过程中高维数据导致计算复杂度过大,影响其模型的实时性处理效果,而数据降维的中心就是要对大量的数据缩减,降低冗余度,提高计算效率。降维不只是对数据维度进行压缩,是在了解数据本身的内部结构以及规律的前提下消除数据不相关的信息^[4],主成分分析方法、多维尺度方法等都是常见的数据降维方法,在三维地理信息模型构建过程中,选择最具代表性数据特点,尽可能简化模型,在缩减模型量的同时减少模型在实际运行过程中所需要的计算量,而在数据降维时如何避免数据的简略过程将决定大量有用的空间数据、地理空间数据流失的问题仍为数据降维技术难题。数据降维一方面是保证模型降维后的整体效果,另一方面又是对模型降维后的应用效果,因此在应用降维方法过程中,需要明白降维所带来的数据精度与功能上的影响,并具体考虑各种数据本身的特征,选择最适合的数据降维方法。

4.3 整体流程的技术路径

数据轻量化处理只是对三维地理信息模型构建这一系