

新型基础测绘体系下多源数据融合的关键技术研究

童海雄

湖北省国土测绘院

DOI:10.32629/gmsm.v9i2.2431

[摘要] 本文以新型基础测绘体系为研究背景,系统探究多源数据融合的关键技术、应用场景、现存挑战与发展趋势,梳理了数据预处理、空间匹配、融合算法、精度优化及大数据处理等核心技术,分析了其在数据整合、空间信息获取、动态更新中的应用价值,指出数据质量控制、算法精度与效率平衡等现实难题,展望了智能化、大规模数据处理、实时动态融合的发展方向,为新型基础测绘中多源数据融合技术的应用与完善提供理论参考。

[关键词] 新型基础测绘; 多源数据融合; 空间配准

中图分类号: P2 文献标识码: A

Research on Key Technologies for Multi-Source Data Fusion in the New Fundamental Surveying and Mapping System

Haixiong Tong

Hubei Provincial Land Surveying and Mapping Institute

[Abstract] Against the backdrop of the new foundational surveying and mapping system, this paper systematically explores the key technologies, application scenarios, existing challenges, and development trends of multi-source data fusion. It reviews core technologies such as data preprocessing, spatial matching, fusion algorithms, accuracy optimization, and big data processing, analyzes their application value in data integration, spatial information acquisition, and dynamic updates, identifies practical challenges like data quality control and the balance between algorithm accuracy and efficiency, and envisions future directions in intelligent, large-scale data processing, and real-time dynamic fusion, providing theoretical references for the application and refinement of multi-source data fusion technologies in the new foundational surveying and mapping system.

[Key words] New Basic Surveying and Mapping; Multi-source Data Fusion; Spatial Registration

引言

新型基础测绘朝着高精度、智能化、一体化方向转型升级,对多源异构空间数据的整合与应用提出更高要求,多源数据融合技术成为突破传统测绘局限、提升测绘成果质量的核心手段。为适配新型基础测绘的发展需求,本文对此展开系统研究,以支撑测绘体系升级。

1 多源数据融合的关键技术

1.1 数据预处理与标准化

数据预处理与标准化是多源数据融合的基础前提,核心在于解决多源数据异构性问题。新型基础测绘涉及遥感影像、GNSS数据、激光点云、地理国情监测数据等,不同数据的格式、坐标系、精度存在显著差异。因此需要通过专业的格式转换技术实现各类数据统一兼容,借助坐标系统一技术消除空间基准偏差;同时,针对数据采集过程中因设备误差、环境干扰等产生的噪声、异常值或缺失值,运用针对性的数据清洗、去噪算法

剔除无效信息,通过缺失值补充技术保障数据完整性,确保预处理后的多源数据具备统一格式和可靠的质量,为后续融合工作奠定基础^[1]。

1.2 空间匹配与配准技术

空间匹配与配准技术的核心目标是使不同来源、时段、分辨率的空间数据在空间位置上精准对齐,确保融合后数据的空间一致性。传统精确配准方法包括基于特征匹配和图像匹配的技术,通过提取数据中的特征点、纹理信息、轮廓特征等建立对应关系,适用于数据量较小、特征明显的场景;随着人工智能的发展,基于深度学习的自动化配准技术逐渐广泛应用,通过构建深度神经网络模型自动学习空间关联特征,无需人工干预,大幅提升配准效率和精度,有效适配新型基础测绘海量数据的高效处理需求^[2]。

1.3 数据融合算法与模型

数据融合算法与模型是多源数据融合的核心,直接决定融

合结果质量和实用性,分为传统方法与人工智能模型。传统方法如加权平均法、Kalman滤波、最小二乘法等,原理简单、计算高效,适用于精度要求适中、数据类型单一的融合场景,可实现初步融合与信息互补,满足基础测绘的基本需求;基于人工智能的融合模型,如深度学习、神经网络等,通过模拟人类认知过程,挖掘隐藏关联信息与深层特征,有效解决复杂数据融合问题,提升融合结果的准确性、综合性与智能化水平,适配新型基础测绘核心需求。

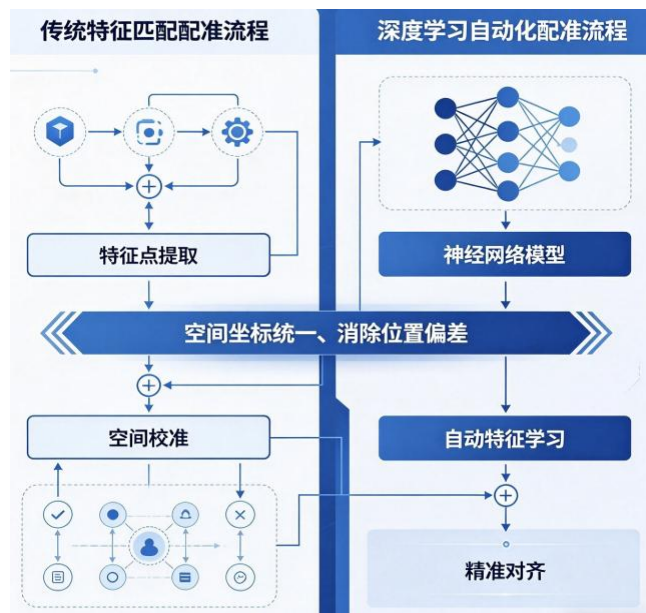


图1 多源空间数据配准原理示意图

1.4 精度分析与优化

精度分析与优化是保障多源数据融合质量的重要环节,直接决定融合结果能否满足新型基础测绘的应用要求,是融合技术落地应用的关键保障。采用科学评价方法,对比融合结果与真实值、分析误差分布、计算均方根误差、绝对误差等指标,客观评估精度水平;针对不达标情况,可采用多分辨率融合技术优化细节,通过构建误差传播模型追溯来源,结合算法参数调整、优质数据筛选、多轮融合迭代等策略实现精度提升,确保能有效支撑新型基础测绘的地形测绘、国土监测、应急保障等各项应用场景^[3]。

1.5 大数据处理与计算方法

大数据处理与计算方法是适配新型基础测绘海量多源数据融合的重要支撑,核心在于解决海量数据的高效存储、快速处理与高效计算难题,打破传统单机性能瓶颈。面对新型基础测绘工作中产生的PB级甚至EB级多源数据,需依托云计算、分布式计算架构,实现数据分布式存储、并行处理与弹性扩展,保障安全性与效率;通过并行计算优化、算法轻量化设计、硬件加速等手段,进一步提升处理速度,确保海量多源数据能够快速、高效地完成融合处理,满足新型基础测绘实时化、规模化、智能化的工作需求。

2 数据融合在新型基础测绘体系中的应用

2.1 新型测绘体系下的多源数据整合

新型基础测绘以“一体化、高精度、智能化”为核心需求,多源数据融合的首要应用是实现各类异构数据的有效整合,破解传统测绘数据单一、兼容性差的局限。新型基础测绘涵盖遥感影像、GNSS观测数据、激光点云、地理国情监测数据等,单一数据在覆盖范围、精度、时效性上存在短板,而多源数据融合通过筛选与协同整合实现优势互补,精准匹配“全覆盖、高精度、高效化”需求;融合后数据形成统一标准化结构,明确编码、格式与存储标准,解决异构性带来的共享难题,确保数据可复用、可交换,推动新型基础测绘体系一体化建设^[4]。

2.2 融合数据在空间信息获取中的应用

融合数据显著提升测绘工作质量与效率,推动地理信息系统(GIS)深度应用,成为新型基础测绘成果落地的关键抓手。在空间信息获取中,多源数据融合可有效规避单一数据采集误差,减少外业测绘工作量,无需详细案例即可体现其在提升精度、缩短周期上的显著优势,尤其适用于复杂地形、大范围测绘场景;在GIS应用中,融合数据为地理信息可视化、空间分析、决策支持提供高质量支撑,实现地形地貌精准还原,助力GIS在国土空间规划、资源调查、生态保护等领域的深度应用。具体应用场景及效果如下表所示:

表1 多源数据融合在空间信息获取中的典型应用及效果

应用场景	融合数据类型	应用效果
地形测绘	激光点云+遥感影像	弥补单一数据细节缺失,提升地形轮廓精度,降低外业测量成本
GIS空间分析	GNSS数据+地理国情数据	丰富空间分析维度,提升分析结果的可靠性,支撑科学决策
国土初步监测	遥感影像+地形数据	拓宽监测范围,提升数据时效性,助力快速捕捉地表基础变化

2.3 多源数据融合的实时性与动态更新

多源数据融合的实时性与动态更新能力适配“动态监测、实时响应”的应用需求。依托实时数据采集技术,多源数据融合可实现动态测绘,通过整合实时获取的遥感、GNSS等数据快速生成最新测绘成果,打破传统“静态更新”局限,满足新型基础测绘对数据时效性的高要求;在实时监测与变化检测中,能融合不同时段、来源的监测数据,快速识别地表覆盖、地形地貌的细微变化,及时捕捉异常,为应急保障、灾害防控、国土动态监测等工作提供实时数据支撑,充分发挥新型基础测绘体系的服务价值与应用效能。

3 多源数据融合技术的挑战

3.1 数据质量与精度控制

在新型基础测绘体系下,多源数据融合面临数据质量与精度控制的突出挑战,是制约其适配新型基础测绘高精度需求的核心因素。多源数据来源于不同设备与场景,质量差异明显,部分数据因设备精度不足、环境干扰、操作不规范等存在噪声、异常值、缺失或精度不达标,这些质量短板不仅增加数据预处理的难度,还在融合过程中被放大,直接影响结果准确性,甚至导致

融合成功无法满足新型基础测绘在地形测绘、国土监测等场景精度要求。同时,多源数据融合中精度控制面临难题:不同数据的坐标基准、精度等级、误差特征差异显著,难以建立统一控制标准与评价体系,且误差传递与累积机制复杂,难以精准量化控制。如何规避误差影响、实现精准精度调控,成为亟待解决的关键问题^[5]。

3.2 技术瓶颈与实现难题

多源数据融合还面临着技术瓶颈与实现难题,难以平衡融合精度与处理效率的双重需求,无法充分适配新型基础测绘海量数据、高效作业的核心要求。一方面,融合算法尤其是人工智能模型复杂性高,需处理海量异构数据,消耗巨大计算资源,易出现效率低下、周期过长,算法适配性不足,难以灵活应对不同场景需求,对于中小测绘单位而言,过高的计算成本也限制了技术普及的应用。另一方面,新型基础测绘要求高精度与高效率,但当前技术存在明显的现实限制,高精度算法往往计算复杂、效率低,而追求高效率会不可避免地牺牲精度,形成矛盾。此外,如何优化算法结构、降低计算消耗、提升稳定性与适配性,破解技术落地过程中的硬件与成本限制,是当前多源数据融合技术面临的主要技术难题。

4 多源数据融合技术的发展趋势

4.1 智能化融合技术

智能化融合技术是新型基础测绘体系下多源数据融合的核心发展方向,以深度学习与人工智能技术迭代为依托,推动算法向自动化、智能化变革升级。当前多源数据融合仍存在人工干预多、复杂场景适配不足等问题,而基于深度学习和人工智能的融合方法能够自主学习数据深层特征,自动完成筛选、配准、融合全流程,大幅减少人工干预,提升效率与精度。融合算法将进一步突破传统模式,向自适应、自调节优化方向发展,根据不同数据源特点与测绘场景需求自动调整参数,实现智能化融合,匹配新型基础测绘智能化、一体化发展需要。

4.2 大规模数据处理技术突破

该突破是多源数据融合技术符合新型基础测绘海量数据需求的关键方向,着眼于海量数据融合与分析技术升级,以及分布式处理、云计算与并行计算的充分应用。伴随测绘数据量爆发式增长,传统数据处理模式无法满足快速融合需求。未来将优化海量数据融合与分析技术,提高数据处理针对性与高效性;广泛

应用分布式处理、云计算与并行计算,以分布式存储打破单机束缚,利用云计算弹性扩展能力适配不同规模需求,采用并行计算加快融合速率,实现对海量多源数据的高效快速处理。

4.3 实时与动态数据融合

实时与动态数据融合将成为多源数据融合技术重要发展方向之一,体现实时性和动态性,拉动大数据处理与动态测绘深度结合,拓展新型基础测绘服务范畴。随着对数据及时性要求不断提升,实时数据融合技术前景广阔。通过优化实时数据采集、传输与融合流程,实现多源数据实时整合与处理,满足应急保障、动态监测等场景的即时数据需求。大数据处理与动态测绘将更紧密结合,借助大数据高效处理能力,实现测绘成果动态化更新,实时捕捉地表变化、地形调整等信息,消除传统静态测绘局限,驱动新型基础测绘向动态、实时转型,更好服务于国土空间监测、灾害防控等各类应用场景。

5 结语

综上所述,多源数据融合技术是新型基础测绘体系的重要支撑,可有效整合异构测绘数据、提升测绘精度与效率、实现数据动态更新,虽面临数据质量、算法瓶颈等挑战,但随着人工智能、云计算等技术的融入,将不断向智能化、高效化、实时化方向发展,持续为新型基础测绘的高质量发展提供技术保障。

[参考文献]

- [1]陈进景.基于光照强度的建筑立面测绘数据准确度提升方法[J].灯与照明,2026,50(02):115-117.
- [2]陈羣,吕思佳.多源数据融合技术在数字化测绘的应用——以湘潭文庙为例[J].华中建筑,2026,44(02):117-120.
- [3]王俊飞.多源数据融合在不动产统一登记测绘中的实践研究[C]//河南省豫商经济文化交流协会.2026中国城建经济研讨会论文集(上册).呼和浩特市东创测绘有限责任公司,2026:217-218.
- [4]杨兴.工程测绘中多源数据融合与精度提升技术分析[J].中国信息化,2026,(01):114-115.
- [5]李孝亮.多源数据融合在不动产测绘更新中的应用[J].住宅与房地产,2025,(36):126-128.

作者简介:

童海雄(1981--),男,汉族,湖北随州人,本科,工程师,研究方向测绘工程。