

AI 在摄影测量与遥感中的应用研究探索

张月珍

山东省国土测绘院

DOI:10.32629/gmsm.v9i3.2484

[摘要] 本文系统研究AI在摄影测量与遥感中的应用,梳理其在影像预处理、智能解译、摄影测量解算、时序数据分析及成果优化五大领域的应用,阐述深度学习特征提取、智能立体匹配等关键技术,剖析数据、算法、技术融合与行业标准层面的瓶颈,并提出算法优化、技术融合、标准建设、轻量化研发四项发展策略,为AI与测绘遥感领域深度融合提供理论参考。

[关键词] AI; 摄影测量; 遥感; 智能解译

中图分类号: P283.8 **文献标识码:** A

Research and Exploration on the Application of AI in Photogrammetry and Remote Sensing

Yuezhen Zhang

Shandong Provincial Institute of Land Survey and Mapping

[Abstract] This paper systematically examines the application of AI in photogrammetry and remote sensing, summarizing its use in five key areas: image preprocessing, intelligent interpretation, photogrammetric computation, time-series data analysis, and outcome optimization. It elaborates on critical technologies such as deep learning feature extraction and intelligent stereo matching, analyzes bottlenecks at the levels of data, algorithms, technology integration, and industry standards, and proposes four development strategies—algorithm optimization, technology integration, standard development, and lightweight R&D—to provide theoretical references for the deep integration of AI with photogrammetry and remote sensing.

[Key words] AI; photogrammetry; remote sensing; intelligent interpretation

引言

传统摄影测量与遥感作业效率低、适配性差、人工依赖度高,难以满足海量数据处理与高精度作业需求。人工智能以自适应学习、智能解析等优势,为行业智能化转型提供核心支撑。本文围绕AI的应用场景、技术体系、现存问题与优化路径展开研究,为智能测绘遥感技术发展提供思路。

1 AI在摄影测量与遥感中的核心应用领域

1.1 遥感影像智能预处理

AI技术有效革新了摄影测量与遥感影像的预处理模式,打破了传统预处理算法参数固定、适配性弱、人工干预量大的局限。在遥感影像辐射校正、几何校正、去噪、影像增强及数据降维等预处理环节中,AI依托深度学习的自适应特征学习能力,可适配不同传感器类与拍摄环境,自主修正辐射畸变与几何偏差,智能滤除噪声干扰,针对性强化影像有效细节信息,同时通过智能降维剔除海量数据中的冗余信息,在保障影像原始地理信息完整的前提下,显著提升预处理精度与效率,为后续遥感数据分析和解译提供高质量数据支撑^[1]。

1.2 遥感影像智能解译与信息提取

遥感影像解译与信息提取是遥感应用的核心环节,AI技术构建起全方位、智能化的影像解译应用体系,彻底改善了传统人工解译效率低下、主观性强、精度受限的问题。基于深度学习的地物分类、目标识别、语义分割算法,可精准区分植被、水体、建筑、耕地等地表地物,自动识别特定目标要素,完成像素级影像语义分割。同时,AI技术能高效开展跨时段变化检测,精准捕捉地表要素的细微变动,挖掘传统技术难以识别的弱信息、隐蔽信息,实现遥感影像信息的精细化、全面化提取,大幅拓宽了遥感数据的信息挖掘维度。

1.3 摄影测量智能解算技术应用

AI技术全面应用于摄影测量全过程重要的作业环节,使传统摄影测量从半自动解算到智能化全自动解算跨越。传统摄影测量的影像特征匹配、点云形成、三维建模等步骤易受影像的角度、地形的复杂性影响,存在匹配准确率低、点云密度稀疏、模型逼真度差等缺点;而智能解算可实现高度鲁棒性的影像自动特征匹配,快速产生高密度、高质量地面点云,通过智能算法实现自动空中三角测量,同时对三维建模、立体测绘进行细节优化以及整体质量的提升,大幅减少了人工修改工作量,提高摄影

测量成果质量和工作效率。

1.4多时相遥感数据智能分析

针对多时相遥感图像信息海量、时序性强、相关性复杂的情况, AI为时序遥感图像的数据挖掘开辟了新途径。传统数据分析方法只能做简单时序图像比较, 难以发现细微的、长期的地物变化。AI的时序特征学习、动态建模等手段能对不同时期的遥感图像进行全面的、连贯性的变化监测分析, 准确把握土地开发、生态保护、植被覆盖变化等时序性特征, 正确分析预测地区的土地利用变化趋势, 深层探索地理环境变化、自然灾害蔓延、自然资源循环等规律, 挖掘多时相遥感数据的最大潜力^[2]。

1.5测绘遥感成果智能优化与生成

AI技术构建了测绘遥感成果全流程智能化质量检测及输出体系, 弥补了遥感摄影测量作业闭环应用的缺陷。在成果生产中, AI利用智能制图算法快速完成全自动化、标准化制图, 大幅缩短制图周期; 对三维重建场景中的纹理不清、结构不完整等问题进行智能化细节优化及修复, 使三维场景更逼真完整, 并且AI智能质检系统可独立完成数据准确性检查、错误排查以及缺失判断, 代替传统人工质检, 最后根据行业标准自动分类整理输出各类测绘遥感数据, 减少人为失误, 提高测绘遥感成果的规范性、可靠性以及生产速度。

2 AI赋能摄影测量遥感的关键技术体系

2.1基于深度学习的遥感影像特征提取技术

深度学习驱动的遥感影像特征提取技术, 是AI赋能摄影测量与遥感领域的基础性关键技术, 彻底革新了传统人工设计特征的提取模式。传统影像特征提取算法依赖人工设定规则, 仅能识别边缘、纹理等浅层固定特征, 对复杂地表、大气干扰、光影变化下的隐性地理特征提取能力薄弱, 泛化性差。基于深度学习的智能提取技术, 可通过模型自主学习海量遥感影像样本, 自动挖掘影像浅层视觉特征与深层地理语义特征, 无需人工干预即可适配不同传感器与地形地貌, 精准捕捉细微、隐蔽的地物特征, 为后续影像匹配、解译、三维重建等作业筑牢技术根基^[3]。

2.2智能立体匹配与摄影测量高精度定位技术

智能立体匹配与摄影测量高精度定位技术, 是实现摄影测量智能化、高精度化作业的核心支撑技术。传统立体匹配算法受弱纹理、重复纹理、地形起伏等因素影响, 易产生匹配歧义、点位错配、空洞缺失等问题, 直接制约影像定向、空三解算和地理定位精度。AI技术通过优化立体匹配模型的判别逻辑与约束条件, 有效规避传统算法的匹配缺陷, 大幅提升跨视角影像的匹配稳定性与精准度, 同时结合智能迭代解算机制优化影像外方位元素求解效果, 有效降低定位误差, 实现全域、高精度的摄影测量点位定位与立体空间解算, 满足高精度测绘作业的技术要求。

2.3遥感影像语义分割与智能分类技术

遥感影像语义分割与智能分类技术, 是实现遥感数据自动化、精细化解译的关键核心技术, 推动遥感解译从传统粗粒度识别迈向像素级智能解析。传统遥感分类方式多依托固定阈值和

基础纹理特征划分地物, 难以区分外观相似、语义不同的复杂地物, 普遍存在地物混分、漏分、边界模糊等问题。基于深度语义分割网络的智能技术, 可融合影像空间结构特征与地理语义信息, 逐像素完成地表地物的精准划分与类别判定, 精准甄别各类细分地物要素, 清晰界定地物边界, 实现大范围地表覆盖信息的自动化、精细化分类, 有效提升遥感影像信息提取的完整性与准确性。

2.4多源遥感数据融合的智能处理技术

多源遥感数据融合智能处理技术, 是破解单一遥感数据应用局限、挖掘遥感数据深度价值的重要核心技术。现阶段摄影测量与遥感数据源日趋多元, 光学影像、雷达影像、高光谱影像等多源数据具备各自成像优势, 但也存在单一数据信息片面、抗干扰能力弱的问题, 传统固定规则融合算法无法适配多源异构数据的特征差异, 数据融合利用率低、信息损耗大。AI智能融合技术可自适应适配不同数据源的维度、光谱与空间特征, 深度整合各类数据的优势信息, 弥补单一数据的成像短板, 最大限度保留有效地理信息, 生成信息维度更丰富、稳定性更强的融合数据集, 为各类遥感智能分析与测绘应用提供高质量数据支撑^[4]。

3 当前AI在摄影测量遥感应用中的问题与瓶颈

数据层面的诸多短板, 是制约AI在摄影测量与遥感领域深度落地应用的基础性问题。当前遥感智能应用高度依赖高质量标注数据集, 但遥感影像场景复杂、地物细节繁杂, 专业标注门槛高、工作量大, 造成行业精准标注数据储备稀缺, 难以满足高精度模型的训练需求。同时现有遥感数据集普遍存在样本不均问题, 常规地表地物样本充足, 而特殊地形、灾害场景、小众人工设施等稀缺样本匮乏, 易造成模型训练偏向性误差。此外, 光学、雷达、高光谱等多源遥感数据成像机理、分辨率、数据维度差异大, 异构数据兼容性不足, 难以高效融合, 且野外复杂环境下获取的原始影像普遍存在噪声干扰, 进一步降低数据质量, 制约AI模型的训练精度与实际应用效果。

算法缺陷、技术融合壁垒与行业标准缺失, 共同构成AI赋能摄影测量遥感发展的核心瓶颈。现阶段主流遥感AI算法泛化能力不足, 多适配固定场景, 在复杂山地、高密度城区、云雾遮挡等特殊场景中适配性大幅下降, 同时高精度摄影测量解算效率偏低, 难以平衡高精度作业与大规模批量处理需求, 且深度学习模型可解释性弱, 不利于成果的核查与溯源。技术融合层面, AI智能算法与传统摄影测量几何解算、遥感定量反演的经典理论体系适配性不足, 智能化作业效率与三维重建、立体测绘的精度难以兼顾。从行业落地来看, 国内智能测绘遥感领域尚未形成统一的技术规范、模型应用标准与成果评价体系, 多数AI模型场景专用性强、通用适配性差, 无法适配多样化测绘业务场景, 严重限制了AI技术在行业内的规模化、规范化落地应用。

4 AI赋能摄影测量遥感的优化策略与发展路径

4.1优化适配测绘遥感场景的AI算法模型

针对当前AI算法在摄影测量遥感场景中泛化性不足、复杂场景适配能力弱的核心瓶颈, 优化适配测绘遥感专属场景的AI

算法模型是首要发展策略。通用人工智能算法多基于普通视觉数据集训练,缺乏地理空间约束与测绘专业逻辑,无法适配遥感影像大范围、地形复杂、地物多样、成像干扰多的特性。对此,可结合测绘遥感的几何原理、地理先验知识对深度学习模型进行专项改造,优化模型的特征提取逻辑,强化算法对弱纹理区域、遮挡场景、复杂山地与城区地貌的适配能力,同时优化模型训练策略,改善数据样本不均衡带来的模型偏差问题,打造适配高精度测绘、遥感解译、三维重建等专业场景的定制化AI算法体系。

4.2 深化AI与传统测绘遥感技术的深度融合

深化AI技术与传统测绘遥感技术的深度融合,是破解技术适配矛盾、实现行业提质增效的核心路径。传统摄影测量与遥感技术经过长期发展,形成了成熟的几何解算、立体测绘、定量反演理论体系,具备精度可控、成果可溯源、专业性强的优势,但存在作业流程繁琐、人工依赖度高、海量数据处理效率低的短板。AI技术可弥补传统技术的效率短板,而传统测绘理论可弥补纯数据驱动AI算法物理逻辑缺失、稳定性不足的缺陷。通过将AI智能特征提取、自动解译、快速建模能力,与传统空三加密、几何校正、遥感定量分析技术深度结合,构建人机协同、数理结合的新型技术模式,有效解决智能作业效率与测绘精度失衡的融合痛点。

4.3 建立智能测绘遥感行业技术标准体系

建立统一完善的智能测绘遥感行业技术标准体系,是推动AI技术规模化、规范化落地的重要保障。当前智能遥感测绘领域处于技术快速迭代阶段,行业尚未形成统一的数据处理、模型应用、成果核验、作业流程规范,各类AI模型针对性强、通用性弱,不同设备、不同算法产出的测绘成果格式、精度、标准不统一,极大影响了行业成果共享与工程落地。行业需结合传统测绘规范与人工智能技术特性,搭建覆盖数据预处理、模型训练标定、智能解算作业、成果质量检测、标准化输出的全流程标准体系,统一技术应用口径与质量评价指标,规范智能测绘作业流程,提升AI技术落地的通用性、规范性与实用性。

4.4 推动轻量化、实时化智能遥感技术研发

推动轻量化、实时化智能遥感技术研发,是拓展AI测绘遥感应用场景、贴合行业实际作业需求的重要发展方向。现阶段高精度遥感AI模型普遍存在参数体量庞大、算力消耗高、运行延迟久的问题,高度依赖大型服务器设备,难以适配无人机动态测绘、野外移动作业、应急遥感监测、实时地表动态监测等轻量化、实时性应用场景。行业需聚焦专用轻量化遥感AI模型的研发与迭代,在保障测绘解译、三维重建核心精度的前提下,精简模型结构、优化运算逻辑、降低算力需求,实现模型的小型化、高效化部署,推动智能遥感技术从离线批量处理向实时动态分析、移动端快速作业升级,进一步拓宽AI在摄影测量遥感领域的落地应用场景。

5 结语

综上所述,AI已全面赋能摄影测量与遥感全流程,显著提升作业效率与成果精度,但仍面临数据、算法、融合及标准等问题。通过优化算法、深化技术融合、完善行业标准、研发轻量化技术,可有效突破现有瓶颈。未来AI将持续推动行业向全自动、高精度、智能化、标准化方向发展。

[参考文献]

- [1]张亚丽,白小梅,鲁娟.“人工智能+”背景下摄影测量与遥感课程创新应用阶梯教学模式探索[J].内江科技,2026,47(1):156-158.
- [2]王密,程响,潘俊,等.大模型赋能智能摄影测量:现状、挑战与前景[J].测绘学报,2024,53(10):1955-1966.
- [3]秦勇智,孙晓英,董艳云,等.摄影测量与遥感在智慧城市建设中的应用研究[J].中国高新科技,2025,(24):91-93.
- [4]张锐,胡敏,黄飞耀,等.“星群+AI”赋能的航天遥感服务保障方法研究[J].航天返回与遥感,2026,47(2):205-217.

作者简介:

张月珍(1971--),女,汉族,山东阳谷县人,本科,高级工程师,研究方向:遥感与测绘地理信息。