

基于人工智能的测绘数据自动处理研究

王松文 360281198707285212

摘要

随着测绘技术的快速发展，无人机 LiDAR、卫星遥感、地面移动测量等新型测绘手段的普及，使得测绘数据呈现出海量性、多源性、非线性特征，传统人工处理方式效率低、误差大，已经难以满足当前测绘工程对数据处理时效性与精度的要求。人工智能技术凭借强大的特征提取与非线性拟合能力，为测绘数据自动处理提供了新的解决方案。本文围绕人工智能技术在测绘数据处理中的应用展开研究，分析当前测绘数据处理面临的主要困境，梳理卷积神经网络、随机森林、生成对抗网络等主流人工智能技术在测绘数据预处理、特征提取、信息分类、成果输出环节的应用路径，总结当前应用存在的问题，并对未来发展方向进行展望，为推动测绘数据处理自动化、智能化发展提供参考。

关键词

人工智能；测绘数据；自动处理；智能化测绘

一、引言

测绘工程是国民经济建设与国防工程布局的基础支撑，其核心目标是通过对地理空间信息的采集、处理与分析，输出精度可靠的地形测绘成果、工程测量数据与地理信息产品。进入数字化测绘时代以来，数据采集设备的革新彻底改变了测绘行业的生产模式：无人机航测单日可采集上百平方公里的高分辨率影像数据，机载 LiDAR 一秒钟可获取数十万点的三维点云信息，高分辨率商业卫星的重访周期已经缩短至 1 天以内，测绘数据的产出规模呈现出几何级数增长的态势。与此同时，智慧城市建设、自动驾驶、国土空间规划等新兴领域对测绘成果的更新频率与精度要求不断提升，传统以人工交互处理为主的测绘数据生产模式，不仅需要投入大量的人力成本，还容易因人工误差降低成果精度，已经无法适配当前行业发展的需求。

人工智能技术的发展为解决这一矛盾提供了可行路径。人工智能通过机器学习算法对海量测绘样本数据进行训练，能够自动识别测绘数据中的特征信息，完成从原始数据到成果输出的全流程自动化处理，相较于传统处理方法，在处理效率、精度稳定性方面都具有明显优势。近年来，国内外众多学者已经围绕人工智

能在测绘领域的应用开展了大量研究，在点云分类、影像分割、灾害监测等领域取得了一系列成果，但针对全流程测绘数据自动处理的系统性研究仍相对不足。基于此，本文对基于人工智能的测绘数据自动处理体系展开研究，梳理应用逻辑，分析现存问题，明确发展方向，具有一定的理论与实践价值。

二、测绘数据处理的传统困境与人工智能应用优势

2.1 传统测绘数据处理面临的主要困境

传统测绘数据处理模式以人工交互处理结合规则化算法为主，面临的核心困境主要体现在三个方面。第一，海量数据处理效率低下。传统处理模式中，对于无人机航测影像的匹配拼接、点云数据的去噪分类、地形图要素的人工矢量化等环节，都需要技术人员逐片、逐区域进行交互处理，一平方公里 1:1000 地形图的测图工作，数据处理环节往往需要耗费数天时间，面对几百甚至上千平方公里的测绘任务，整体处理周期长达数月，无法满足应急测绘、快速成果更新的需求。第二，多源数据融合难度大。当前测绘成果往往需要整合卫星遥感影像、机载点云、地面实测数据等多种来源的数据，不同来源数据的分辨率、坐标系、格式存在差异，传统规则化融合算法对非线性差异的适配能力差，需要人工反复调整参数，融合成果的精度稳定性不足。第三，复杂场景信息提取准确率低。在植被覆盖度较高的山区、建筑密度较大的城市区域，原始测绘数据存在大量遮挡、噪声干扰问题，传统算法难以准确区分地形点与地物点，也无法准确识别不同类型的地理要素，往往需要进行大量的人工编辑修正，进一步增加了处理成本。

2.2 人工智能应用于测绘数据自动处理的核心优势

相较于传统处理方法，人工智能技术在测绘数据处理中的优势主要体现在三个方面。第一，处理效率显著提升。人工智能模型完成训练后，能够自动批量处理测绘数据，仅需要少量人工进行成果质检，相较于传统人工处理模式，处理效率可以提升数倍甚至数十倍，大幅缩短测绘项目的生产周期。第二，精度稳定性更强。人工智能模型通过对大量标注样本的学习，能够精准识别不同场景下的测绘特征，避免了人工处理过程中因经验差异、疲劳产生的误差，成果精度的一致性更好。第三，对复杂场景的适配能力更强。深度学习模型具有多层级特征提取能力，能够从原始测绘数据中提取到人工与传统算法难以捕捉的深层特征，对于遮挡、噪声干扰严重的复杂场景，信息提取的准确率明显高于传统算法。

三、人工智能在测绘数据自动处理中的主要应用场景

3.1 测绘数据预处理环节

预处理是测绘数据处理的第一个环节，核心任务包括去噪、配准、拼接等基础处理，直接影响后续信息提取的精度。在去噪处理环节，针对点云数据中存在的离群噪声、冗余点，基于人工智能的聚类算法能够自动区分有效点与噪声点，相较于传统基于距离阈值的去噪方法，能够更好保留地形起伏区域的有效细节信息；针对航测影像中存在的云影、噪声干扰，卷积神经网络能够自动识别并修复噪声区域，提升影像质量。在影像配准环节，基于深度学习的特征匹配算法能够在存在较大角度、光照差异的影像中精准提取匹配点，配准精度与成功率都明显高于传统的 SIFT 等算法，能够有效解决多源影像自动配准的难题。

3.2 地理信息特征提取与分类环节

特征提取与分类是测绘数据处理的核心环节，目标是从原始数据中识别出不同类型的地理要素，为后续测图成果制作提供基础。在点云数据处理中，基于卷积神经网络、PointNet 等深度学习模型的点云自动分类算法，能够自动将点云分为地形点、建筑点、植被点、道路点等不同类型，对于城市区域点云的分类准确率已经可以达到 95% 以上，在此基础上可以自动生成数字高程模型（DEM），不需要人工进行大面积的点云编辑。在影像处理中，基于语义分割的人工智能模型能够自动提取影像中的建筑物、道路、河流、植被等地理要素的轮廓信息，实现矢量化成果的自动生成，大幅降低人工矢量化的工作量。

四、当前应用存在的主要问题

尽管人工智能技术在测绘数据自动处理领域已经取得了大量应用成果，但仍存在一些问题需要解决。第一，标注样本数据不足。深度学习模型的性能高度依赖大规模标注样本，而测绘数据的标注需要专业的测绘技术人员完成，标注成本高、难度大，针对特殊场景（如山区、荒漠、水下测绘）的标注样本十分匮乏，导致模型在特殊场景的泛化能力不足，分类与提取准确率下降。第二，模型可解释性较差。当前主流的深度学习模型属于黑箱模型，模型完成特征提取与分类的逻辑无法清晰解释，当模型出现错误时，难以定位问题产生的原因，也不利于模型的针对性优化，同时在对精度要求极高的测绘工程领域，可解释性不足也会影响技术人员对成果的信任度。第三，对硬件设备要求较高。大规模深度学习模型的训练与推理需要高性能的 GPU 算力支持，中小测绘企业难以承担相关的硬件

成本，一定程度上限制了人工智能技术的普及应用。

参考文献

[1] 李德仁, 王树良, 李德毅. 人工智能与位置服务[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2017, 42(11): 1533-1539.

[2] 龚健雅. 人工智能时代测绘遥感技术的发展机遇与挑战[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2018, 43(12): 1788-1796.

[3] 张军, 刘建军. 深度学习在点云分类中的研究进展[J]. 测绘学报, 2020, 49(6): 772-782.