

融合无人机多源遥感数据的自然灾害应急测绘应用研究

林盛昆

广西工业设计集团有限公司 广西南宁 530200

摘要: 随着自然灾害频发,快速、准确地获取灾害现场信息对于应急响应和救援行动至关重要。本文旨在探讨融合无人机多源遥感数据在自然灾害应急测绘中的应用。无人机作为一种高效、灵活的遥感平台,能够迅速抵达灾害现场,获取高分辨率的影像和数据。通过融合来自不同传感器(如光学、红外、雷达等)的多源数据,可以实现对灾害现场的全面、立体监测。本文将详细阐述多源遥感数据融合的原理,包括数据预处理、特征提取、匹配与融合等关键步骤,并探讨其在自然灾害应急测绘中的具体应用,如灾害范围划定、损失评估、救援路径规划等。通过本研究,期望为自然灾害应急响应提供更加科学、高效的技术支持。

关键词: 无人机;多源遥感数据;自然灾害;应急测绘;应用

引言

多源遥感数据融合技术是当前遥感领域的研究热点,尤其在自然灾害应急测绘中展现出巨大的应用潜力。传统单一遥感数据源往往受限于观测条件、分辨率等因素,难以满足复杂多变的灾害现场监测需求。而多源遥感数据融合则通过整合来自不同传感器、不同时间、不同空间分辨率的数据,实现信息的互补与增强,从而提高灾害监测的准确性和时效性。本文将从多源遥感数据融合的原理出发,探讨其在自然灾害应急测绘中的应用,以期对灾害应急响应提供更加科学、全面的技术支持。

一、多源遥感数据融合原理

多源遥感数据融合原理是现代灾害应急测绘技术中的关键环节,它涉及到将来自不同传感器、不同平台、不同时间或不同空间分辨率的遥感数据有效地集成,以提高灾害监测的精度和效率。这一原理的应用旨在克服单一数据源的局限性,如数据的不完整性、异质性或噪声干扰。例如,通过融合无人机的光学影像和雷达数据,可以实现对灾害现场的全天候、全天时观测,即使在恶劣天气或视线受阻的情况下也能获取准确的灾害信息。数据融合策略通常包括特征级融合、像素级融合和决策级融合等多种方法。特征级融合是在数据被转换为高级抽象特征后进行集成,如提取出灾害区域的边缘特征和

纹理信息^[1]。像素级融合则是在原始数据层面进行操作,通过数学模型将不同数据源的像素值进行加权组合,以增强图像的细节和对比度。而决策级融合则更侧重于利用多源信息的互补性,通过建立灾害响应的决策支持系统,为救援决策提供综合的分析结果。

二、数据获取与处理

1. 无人机系统在灾害测绘中的应用

无人机系统在灾害测绘中的应用是现代灾害应急响应中的关键技术之一。无人机配备有高分辨率传感器,如光学相机、红外传感器和激光雷达,能够在灾害发生后迅速获取受灾区域的实时图像和三维数据。例如,在地震发生后,无人机可以迅速飞抵灾区,通过光学相机捕捉地面裂缝、建筑物倒塌等灾害迹象,为救援队伍提供直观的灾害现场信息。红外传感器则能够检测到地表温度异常,帮助识别潜在的火灾风险或人员被困区域。而激光雷达则能够生成高精度的三维地形模型,揭示灾害导致的地形变化,如地面沉降或滑坡范围,为灾害评估和救援决策提供科学依据。

2. 不同传感器数据的集成方法

在灾害应急测绘中,不同传感器数据的集成方法是提升灾害响应效率和精度的关键环节。这些传感器可能包括光学成像、红外热成像、激光雷达(LiDAR)以及多光谱和高光谱传感器等,每种传感器都有其独特的数据获取能力和应用场景。例如,光学成像在可见光谱范围内提供地表的高分辨率图像,而红外热成像则能揭示灾害事件中的温度异常,对于火灾或热源的检测至关重要。数据集成

作者简介: 林盛昆(1999.06-),男,汉族,广西岑溪人,本科,研究方向:测绘与地理信息。

首先需要进行传感器校准，确保来自不同源的数据具有可比性。接着，可以采用数据融合算法，如主成分分析（PCA）、多层感知器（MLP）或基于深度学习的方法，来提取和融合不同传感器的特征^[2]。例如，LiDAR数据可以与光学图像结合，通过三维点云重建来增强地表特征的识别，尤其是在植被茂密或地形复杂的区域。

3. 遥感数据的预处理与质量控制

预处理步骤通常包括数据的校正、去噪和增强，以确保从不同传感器和平台收集的数据具有一致的精度和可比性。例如，遥感图像可能受到大气散射、地形遮挡或传感器噪声的影响，需要通过辐射校正和几何校正来修正这些误差。在实际操作中，可能采用像SAR-Optical数据融合技术这样的方法，将光学图像与雷达图像的数据特性结合，以提高在复杂气象条件下的灾害识别能力。此外，数据增强技术如主成分分析（PCA）或使用深度学习模型可以揭示隐藏的特征，增强对灾害特征的识别。质量控制是确保数据质量的关键步骤，包括检查数据的完整性、一致性和准确性。这可能涉及到建立严格的数据质量指标，如信噪比评估、空间分辨率验证和时间一致性检查。一旦发现质量问题，需要重新处理相关数据或通过插值、近似或其他统计方法进行修复。

三、数据融合技术

1. 基于云计算的数据融合平台

随着云计算技术的快速发展，基于云计算的数据融合平台在自然灾害应急测绘中扮演着越来越重要的角色。这样的平台能够整合来自不同来源、不同类型的遥感数据，如光学影像、雷达数据、无人机航拍图像等，实现大规模、实时的数据处理和分析。通过云计算的弹性计算资源，可以快速处理海量灾害数据，极大地提高了灾害响应的速度和效率。例如，在地震灾害中，基于云计算的数据融合平台在震后短时间内，整合多颗遥感卫星的数据和多架无人机采集的高分辨率图像。通过自动化处理流程，快速生成了灾害影响的高精度地图，为救援决策提供关键信息支持。此外，通过深度学习和人工智能算法，平台还能自动识别出受损建筑、滑坡等灾害特征，进一步提升了灾害评估的精度^[3]。在数据融合过程中，云计算平台还支持多模态数据的协同分析，如将光学影像的高空间分辨率与雷达数据的穿透能力相结合，可以突破云雾遮挡，实现全天候的灾害监测。这种融合不仅提高了数据的综合利用率，也为灾后重建的长期规划提供了可靠依据。

2. 多模态遥感数据的融合策略

多模态遥感数据融合策略是提升灾害应急测绘效率和精度的关键。这一策略涉及到将来自不同传感器（如光学、雷达、热红外等）的数据集成，以克服单一数据源的局限性。例如，光学图像在晴朗天气下能提供高分辨率的地面信息，但在云雾遮挡时无法穿透，而雷达数据则具备穿透云雾和夜间观测的能力。通过融合这些数据，可以构建更完整、更可靠的灾害场景模型，即使在复杂气象条件下也能确保灾害监测的连续性和实时性。在融合过程中，可以采用基于云计算的数据融合平台，利用其强大的计算能力和弹性扩展性，快速处理和分析海量遥感数据。通过深度学习和计算机视觉技术，可以自动提取和比对不同模态数据中的特征，实现空间、时间和信息维度的无缝对接。例如，可以利用卷积神经网络（CNN）对多源图像进行对齐和一致性校正，确保融合后数据的一致性和真实性。

3. 空间-时间-信息维度的融合方法

在灾害应急测绘中，空间-时间-信息维度的融合方法是提升灾害响应效率和决策支持的关键技术。空间维度融合主要涉及将来自不同传感器的地理空间数据，如高分辨率影像和LiDAR点云数据，进行集成，以获得更精确的灾害影响区域，如塌方、洪水覆盖范围。时间维度融合则关注于历史数据与实时数据的对比分析，通过时间序列变化的监测，快速识别灾害的发展趋势。而信息维度的融合则涵盖了多源信息，如社交媒体数据、公众报告、官方公告的整合，以提供更全面的灾害情境理解。此外，基于云计算的数据融合平台可以处理和海量分析海量的遥感数据，提供近乎实时的决策支持。这种平台通常采用先进的机器学习和深度学习算法，如时空卷积神经网络，来自动检测和分析灾害特征，实现信息的快速解译和知识提取^[4]。通过这种方式，融合后的信息能够为政府部门和救援机构提供更准确、更快速的决策依据，以应对如地震、洪水等自然灾害的挑战。

四、灾害应急测绘应用

1. 实时灾害监测与快速评估

实时灾害监测与快速评估是灾害应急测绘技术的关键应用之一，旨在通过整合多源遥感数据，提高灾害响应的时效性和准确性。在灾害发生时，无人机装备的多种传感器（如光学相机、红外热像仪和LiDAR）能够迅速获取灾区的实时信息，数据包括灾情图像、温度分布以及地形地貌的三维重建。遥感数据经过预处理和融合

后,可以利用机器学习和深度学习算法建立灾害评估模型,快速估算受灾面积、损失程度以及人员伤亡情况。例如,通过对比灾前后的高分辨率卫星图像,可以自动识别出建筑物的破坏程度,辅助评估工作。此外,结合GIS平台,可以生成灾害影响地图,为救援力量的部署提供直观依据。

2. 灾害影响范围的精确测绘

灾害影响范围的精确测绘是应急响应和有效救援的关键步骤。通过无人机搭载的高分辨率传感器,可以实时获取受灾地区的影像数据,为评估灾害损失提供详实的地理信息。例如,在2018年加州的森林火灾中,无人机系统被广泛用于绘制火线边界,精确到米级的测绘结果帮助消防部门迅速调整灭火策略。此外,通过数据融合技术,可以将无人机数据与卫星遥感数据相结合,增强对烟雾、热源等灾害特征的识别,进一步细化影响范围的识别。在测绘过程中,深度学习和计算机视觉算法被用于自动化分析,例如,通过训练的CNN模型自动检测倒塌的建筑物或受损的道路,提高灾害影响评估的效率和准确性。这种技术在2015年尼泊尔地震后的救援工作中发挥了重要作用,大大缩短了从数据收集到生成灾害地图的时间。结合GIS平台,这些信息可以迅速转化为救援行动的决策支持,指导救援队伍快速进入受灾最严重的区域。然而,精确测绘也面临挑战,如数据的实时处理能力、云遮挡下的信息获取以及复杂地形条件下的数据质量^[5]。因此,未来的研究应着重于提升无人机在极端环境下的作业能力,发展更高效的云计算融合平台,以及建立更适应复杂灾害场景的融合模型,以实现灾害影响范围的无缝隙、高精度监测。

3. 救援路径规划与灾后重建支持

在灾害应急测绘中,救援路径规划是关键的一环,它直接影响到救援效率和受灾人员的生命安全。通过无人机搭载的高分辨率传感器,可以实时获取灾区道路状况、建筑物破坏情况等信息,结合GIS(地理信息系统)技术,快速生成动态的灾害影响图层。例如,在2018年日本北海道地震中,无人机在震后数小时内就完成了灾区测绘,为救援队伍提供了精确的路径规划依据,大大缩短了救援响应时间。灾后重建支持则需要更深入的数据分析和长期规划。遥感数据可以评估灾损程度,通过

比较灾前后的土地覆盖变化,量化损失的基础设施和居住区。例如,利用多源遥感数据融合技术,可以分析洪水退去后的土地沉降情况,为重建选址提供科学依据。同时,结合社会经济数据,可以制定出兼顾环境恢复、社区再生和经济复苏的综合重建策略。未来,随着人工智能和物联网技术的进一步发展,救援路径规划将更加智能化,考虑的因素将更加多元化,包括交通流量预测、潜在次生灾害风险等。同时,灾后重建也将实现更加精细化的管理,确保资源的合理分配和利用,以实现“建设更安全,恢复更快”的目标。

结束语

综上所述,融合无人机多源遥感数据的自然灾害应急测绘应用研究具有极其重要的现实意义和应用价值。通过无人机系统的高效数据采集,结合不同传感器的集成与预处理技术,能够实现多模态遥感数据的深度融合。这种融合不仅提升了数据的精度与可靠性,还为灾害应急测绘提供了强有力的技术支持。在实时灾害监测、快速评估、精确测绘以及救援路径规划与灾后重建等多个环节,融合后的数据均展现出显著的优势,为灾害应对与管理带来了前所未有的便利与效率。未来,随着技术的不断进步与应用场景的持续拓展,融合无人机多源遥感数据的自然灾害应急测绘应用研究必将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 张伟,董世元,张明杰.多源遥感数据在洪涝灾害分析中的应用[J].北京测绘,2024,38(11):1593-1598.
- [2] 王江.多源遥感数据在森林资源监测中的应用现状与发展建议[J].林业科技情报,2024,56(04):105-107.
- [3] 安全,李亮,邢愿,黄广才,韦瑾.基于多源遥感数据的区域地质灾害风险评价——以贵州省纳雍鬃岭煤矿区为例[J].贵州地质,2024,41(01):80-91.
- [4] 王丝丝,刘志春,张景,张连翀.灾害应急响应中多源遥感数据国际共享服务研究[J].遥感技术与应用,2024,39(01):198-208.
- [5] 王山.矿区多源遥感数据测绘应用关键技术研究[J].世界有色金属,2023,(08):26-28.