

多源遥感数据融合技术及其在地形测绘中的应用

宋晓蕾

中国地质调查局军民融合地质调查中心

DOI:10.12238/etd.v5i6.10935

[摘要] 本文探讨了多源遥感数据融合技术的基本原理、方法及其在地形测绘中的应用。多源遥感数据融合通过整合不同传感器、不同时间和不同波段的数据,提高了遥感信息的精度和可靠性。在地形测绘领域,这一技术能够显著提升地形图的绘制精度和效率,为城乡规划、土地管理和工程建设提供可靠的基础数据支持。本文详细介绍了多源遥感数据融合的各种方法,并对其在地形测绘中的应用进行了深入分析和探讨。

[关键词] 多源遥感数据融合; 地形测绘; 遥感技术; 数据预处理; 融合方法
中图分类号: TP7 文献标识码: A

Multi source remote sensing data fusion technology and its application in terrain mapping

Xiaolei Song

Civil-Military Integration Center of China Geological Survey Chengdu City

[Abstract] This article explores the basic principles, methods, and applications of multi-source remote sensing data fusion technology in terrain mapping. Multi source remote sensing data fusion improves the accuracy and reliability of remote sensing information by integrating data from different sensors, different times and different bands. In the field of topographic mapping, this technology can significantly improve the accuracy and efficiency of topographic map drawing, providing reliable basic data support for urban and rural planning, land management, and engineering construction. This article provides a detailed introduction to various methods of multi-source remote sensing data fusion, and conducts in-depth analysis and exploration of their application in terrain mapping.

[Key words] Multi source remote sensing data fusion; Topographic mapping; remote sensing technique; Data preprocessing; Fusion method

引言

随着遥感技术、计算机技术和信息处理技术的不断发展,多源遥感数据融合技术逐渐成为遥感应用领域的研究热点。多源遥感数据融合技术通过将来自不同传感器、不同时间和不同波段的遥感数据进行有效整合,提高了遥感信息的精度和可靠性,为多个领域提供了更为精确的数据支持。在地形测绘领域,多源遥感数据融合技术的应用显著提升了地形图的绘制精度和效率,为城乡规划、土地管理和工程建设提供了重要基础数据。

1 多源遥感数据融合的基本原理

多源遥感数据融合是将来自不同遥感传感器的多个数据源结合起来,以形成更完整、准确、可靠的信息的过程。这一技术通过整合不同波段、不同时间、不同传感器获取的遥感数据,提高遥感数据的信息量和精度,获得更高质量的遥感信息。其基本原理主要包括以下几个方面:

(1) 数据互补性: 不同传感器获取的遥感数据具有各自的特点和优势,通过融合可以实现数据之间的优势互补,提高信息的全面性和准确性。(2) 冗余信息处理: 多源数据融合可以消除不同数据源之间的冗余信息,避免数据重复,提高数据处理的效率。(3) 信息提取和增强: 通过融合不同波段和分辨率的数据,可以增强目标信息的提取能力,提高遥感信息的利用率和精度。

2 多源遥感数据融合的方法

多源遥感数据融合的方法多种多样,根据融合层次的不同,可以分为像元级融合、特征级融合和决策级融合。

2.1 像元级融合

像元级融合是最低层次的融合方法,直接在原始数据的像元级别上进行操作。常见的方法包括加权平均法、主成分分析法(PCA)、IHS变换法和小波变换法等。

加权平均法:通过对不同传感器的数据进行加权平均,得到

融合后的图像。这种方法简单易行,但容易受到传感器噪声和数据质量的影响。

主成分分析法(PCA):通过计算不同波段数据的主成分,提取主要信息,实现数据降维和融合。PCA方法能够去除数据之间的冗余,提高信息提取的效率。

IHS变换法:将RGB颜色空间转换为IHS(亮度、色度、饱和度)空间,然后在IHS空间进行融合处理,最后再转换回RGB空间。这种方法能够保持图像的色调和饱和度,适用于彩色图像的融合。

小波变换法:利用小波变换的多尺度分析能力,将不同波段的数据进行分解和重构,实现数据融合。小波变换法在提高图像空间分辨率的同时,能够保持色调和饱和度不变。

2.2 特征级融合

特征级融合在提取图像特征的基础上进行融合,常用的方法包括特征变换法、特征提取法和神经网络法等。

特征变换法:通过对不同传感器的数据进行特征变换,提取特征信息,然后进行融合处理。这种方法能够去除冗余信息,提高融合效率。

特征提取法:利用目标检测、图像分割等技术提取图像中的特征信息,然后进行融合。这种方法能够保留重要的目标信息,提高融合结果的准确性。

神经网络法:利用神经网络对特征信息进行学习和融合,得到融合后的特征向量。神经网络法能够自适应地处理非线性问题,提高融合结果的鲁棒性。

2.3 决策级融合

决策级融合在最高层次上进行,先对各个传感器的数据进行分类和识别,然后根据结果进行融合。常见的方法包括逻辑运算法、贝叶斯网络法和模糊集理论法等。

逻辑运算法:通过逻辑运算对各个传感器的数据进行融合,得到最终的决策结果。这种方法简单直观,但容易受到数据不一致性的影响。

贝叶斯网络法:利用贝叶斯网络对各个传感器的数据进行建模和融合,得到融合后的概率分布。贝叶斯网络法能够处理不确定性问题,提高融合结果的可靠性。

模糊集理论法:利用模糊集理论对各个传感器的数据进行模糊化处理,然后进行融合。这种方法能够处理模糊性问题,提高融合结果的准确性。

3 多源遥感数据融合在地形测绘中的应用

地形测绘是通过记录地表自然形态和社会经济要素的空间分布,为城乡规划、土地管理、工程建设等提供基础数据支持的重要技术。多源遥感数据融合技术在地形测绘中具有广泛的应用前景,能够显著提升地形图的绘制精度和效率。

3.1 数据采集与处理

在地形测绘中,多源遥感数据融合技术首先需要采集来自不同传感器、不同时间和不同波段的数据。这些数据包括卫星遥感数据、航空遥感数据、激光雷达数据等。采集后的数据需

要进行预处理,包括大气校正、几何校正、辐射校正等,以消除各种因素对成像结果的影响。

3.2 数据融合与制图

经过预处理后的数据需要进行融合处理,以提高数据的精度和可靠性。根据地形测绘的需求,可以选择不同的融合方法,如像元级融合、特征级融合和决策级融合。融合后的数据可以用于地形图的绘制和更新。

地形图绘制:融合后的数据可以提供丰富的地表信息,包括地形、地貌、植被等。利用这些数据,可以绘制出高精度的地形图,为城乡规划、土地管理等提供基础数据支持。例如,在地质矿产调查中,多源数据融合技术能够准确提取构造信息和矿化蚀变信息,为找矿提供科学依据。

地形图更新:随着地表形态的不断变化,地形图需要及时更新。多源遥感数据融合技术能够快速获取地表变化信息,实现地形图的及时更新。

3.3 应用案例分析

以下是多源遥感数据融合技术在地形测绘中的几个具体案例:

案例一:矿产资源勘探 在某矿产资源勘探项目中,研究人员利用多源遥感数据融合技术,将遥感数据与非遥感数据进行融合处理,有效提取了蚀变信息。通过结合已有的矿产分布规律、成矿条件及控矿因素,研究人员成功圈定了找矿靶区。这一应用不仅提高了矿产资源勘探的效率和精度,还为后续的矿产开发提供了重要依据。

案例二:城市规划与管理 某城市规划部门利用多源遥感数据融合技术,将遥感数据与GIS相结合,用于城市规划和管理。通过构建高时间序列、高空间分辨率的遥感影像数据集,该部门能够准确监测和分析城市扩展趋势、评估城市生态环境,并为交通设施规划提供数据支持。这一应用不仅提升了城市规划的科学性和准确性,还提高了城市管理的效率和效果。

案例三:农作物识别与监测 国家统计局某调查总队利用多源遥感数据融合技术,提高了农作物识别精度。通过构建基于UNet模型和多源遥感数据的稀疏时间序列农作物提取框架,该总队成功实现了对冬小麦种植范围的精确提取。与传统方法相比,这一应用不仅提高了识别精度,还降低了数据处理成本和人为误差。

案例四:生态系统研究 某生态系统研究团队利用多源遥感数据融合技术,分析了生态系统的结构、功能和动态变化。通过结合遥感数据和GIS技术,该团队能够实时监测生态系统的健康状况,为生态保护和可持续发展提供决策支持。这一应用不仅提升了生态系统研究的科学性和准确性,还为生态保护措施的制定和实施提供了重要依据。

4 多源遥感数据融合技术及其在地形测绘中的应用技术要点

多源遥感数据融合技术及其在地形测绘中的应用,数据预处理是一个至关重要的环节。这一环节的主要目标是确保来自不同传感器、不同平台、不同时间和不同空间分辨率的遥感数

据在融合前具有一致性和可比性,从而提高融合结果的精度和可靠性。以下是对数据预处理内容的详细阐述数据预处理技术要点:(1)数据采集与筛选 多源遥感数据的采集通常涉及卫星遥感、航空遥感、激光雷达等多种技术手段。在数据采集阶段,需要确保数据的完整性、准确性和时效性。同时,根据地形测绘的具体需求,筛选出最相关、最可靠的数据源进行后续处理。(2)数据格式转换与统一不同传感器和平台产生的遥感数据往往具有不同的格式和标准。为了确保数据的一致性和可比性,需要对这些数据进行格式转换和统一。这包括将不同格式的数据转换为统一的格式,如GeoTIFF、ENVI等,以及将不同坐标系转换为统一的地理坐标系,如WGS84、UTM等。(3)辐射校正辐射校正正是为了消除遥感数据在采集过程中由于大气吸收、散射、传感器响应等因素引起的辐射失真。这通常包括大气校正、传感器校正和辐射定标等步骤。通过辐射校正,可以确保遥感数据的辐射信息与实际地物的辐射特性相一致。(4)几何校正几何校正正是为了消除遥感数据在采集过程中由于传感器姿态、地球曲率、地形起伏等因素引起的几何失真。这通常包括图像配准、投影变换、重采样等步骤。通过几何校正,可以确保遥感数据的几何信息与实际地物的几何特性相一致。(5)噪声去除与增强 遥感数据在采集和传输过程中往往会受到各种噪声的干扰,如高斯噪声、椒盐噪声等。这些噪声会降低数据的信噪比,影响后续处理和分析的精度。因此,在数据预处理阶段,需要采用适当的滤波和增强方法去除噪声,提高数据的信噪比和清晰度。(6)特征提取与选择特征提取是从遥感数据中提取出有用的地物信息,如边缘、纹理、形状等。这些特征对于后续的数据融合和地形测绘至关重要。同时,由于不同数据源的特征信息可能存在冗余和矛盾,因此需要在特征提取阶段进行特征选择,筛选出最相关、最可靠的特征进行后续处理。

4.1 数据预处理在地形测绘中的应用技术要点

在地形测绘中,数据预处理是确保融合结果精度和可靠性的关键步骤。以下是一些具体的应用实例:数字高程模型(DEM)生成:通过融合多源遥感数据,如卫星遥感影像、激光雷达数据等,可以生成高精度的DEM。在数据预处理阶段,需要对这些数据进行辐射校正、几何校正和噪声去除等处理,以确保DEM的精度和可靠性。地形变化监测:利用多时相的遥感数据进行变化监测,可以动态监测地表的变化情况。在数据预处理阶段,需要对不同时相的数据进行配准和辐射校正,以确保变化检测的精度和准确性。土地资源调查:通过融合多源遥感数据,可以实现对土地资源的全面调查。在数据预处理阶段,需要对不同数据源的数据进行格式转换、统一和特征提取等处理,以提取出有用的土

地资源信息。灾害监测与评估:在灾害监测与评估中,多源遥感数据融合技术可以提供实时的灾害信息。在数据预处理阶段,需要对遥感数据进行快速处理和校正,以确保灾害信息的准确性和及时性。通过确保数据的一致性、可比性和精度,可以提高融合结果的可靠性和实用性,为地形测绘提供准确的基础数据和分析依据。

5 多源遥感数据融合技术的挑战与展望

尽管多源遥感数据融合技术在地形测绘中取得了显著的应用效果,但仍面临一些挑战。

数据质量问题:不同传感器获取的数据在质量上存在差异,需要进行数据质量控制和预处理,以提高融合结果的准确性。

算法复杂性:多源遥感数据融合算法通常较为复杂,需要较高的计算资源和时间成本。如何降低算法复杂度,提高计算效率,是未来的研究方向之一。

融合层次的选择:不同层次的融合方法具有各自的优缺点,需要根据具体应用需求选择合适的融合层次。如何根据实际需求进行融合层次的选择和优化,也是未来的研究重点。

展望未来,随着遥感技术、计算机技术和信息处理技术的不断发展,多源遥感数据融合技术将在地形测绘领域发挥更加重要的作用。未来的研究将更加注重算法的优化和创新,提高数据融合的精度和效率;同时,也将探索更多新的应用领域,为社会发展提供更多有力的数据支持。

6 结论

多源遥感数据融合技术通过整合不同传感器、不同时间和不同波段的数据,提高了遥感信息的精度和可靠性。在地形测绘领域,这一技术能够显著提升地形图的绘制精度和效率,为城乡规划、土地管理和工程建设提供可靠的基础数据支持。本文通过详细介绍多源遥感数据融合的基本原理和方法,并通过具体案例对其在地形测绘中的应用进行了深入分析和探讨。通过不断优化和创新,多源遥感数据融合技术将在地形测绘领域发挥更加重要的作用,为经济社会发展提供更多有力的数据支持。

[参考文献]

[1]曹广真.《多源遥感数据融合方法与应用研究》[J].《遥感技术与应用》,2020,37(5):123-130.

[2]陶发达.《多源遥感数据融合处理研究与实现》[J].《地理信息科学》,2021,33(4):78-85.

作者简介:

宋晓蕾(1989--),男,汉族,四川成都人,2018年至今,工作于四川省成都市中国地质调查局军民融合地质调查中心,主要从事信息化技术工作、遥感影像处理与应用等方面的研究工作。