

遥感影像的匀色处理及其在地形分析中的应用

杨柯楠

中煤航测遥感集团有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i5.1571

[摘要] 随着遥感技术的发展,遥感影像已成为地理、环境和城市规划等领域的重要数据来源。然而,由于多种原因,这些影像可能存在色彩不均的问题,从而影响其在后续应用中的表现。本文主要探讨了遥感影像中的匀色处理技术及其在地形分析中的应用。

[关键词] 遥感影像; 匀色处理; 地形分析; 影像增强; 特征识别

中图分类号: TP7 文献标识码: A

Uniform Color Treatment in Remote Sensing Image and Its Application in Topographic Analysis

Kenan Yang

Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Group Co., Ltd

[Abstract] With the development of remote sensing technology, remote sensing image has become an important source of data in the fields of geography, environment and urban planning. However, due to various reasons, these images may have a problem of color imbalance, thus affecting their performance in subsequent applications. This paper mainly discusses the uniform color treatment technology in remote sensing image and its application in topographic analysis.

[Key words] remote sensing image; uniform color treatment; topographic analysis; image enhancement; feature recognition

引言

遥感影像作为地理信息科学的核心数据来源,在环境监测、土地利用、城市规划等领域中具有广泛应用。随着卫星和遥感技术的不断进步,所获得的遥感数据的分辨率和质量也在逐步提高。但是,由于遥感数据采集过程中的各种因素,如大气散射、地面反射特性和传感器特性等,遥感影像经常表现出色彩分布的不均匀性。这不仅影响了遥感影像的视觉效果,更重要的是可能会导致在后续处理和分析中产生误差。因此,如何通过技术手段对遥感影像进行匀色处理,以提高其在地形分析和其他应用中的效果,已成为遥感领域研究的热点之一。

1 遥感影像的匀色处理技术概述

1.1 影像的色彩不均问题及其成因

在遥感影像领域,影像的色彩不均问题常常是由多种因素引发的。首先,不同的地面物质反射太阳光的能力不同,导致在影像中呈现出的色彩差异。其次,大气散射和吸收效应也会对遥感传感器捕获的光线造成干扰,使得原本均匀的地物在影像中展现出色彩的不均匀性。此外,传感器自身的特性,如其光谱响应函数和辐射定标不准确,也可能导致影像的色彩偏差。还有,由于太阳角度、观测角度以及地形等因素的变化,影像中同一类

型地物在不同地点和时间的反射特性可能会存在差异,这也是产生色彩不均问题的原因之一。总之,遥感影像的色彩不均是一个复杂的现象,涉及多种自然和仪器因素的交互作用。

1.2 基于直方图均衡化的匀色处理

基于直方图均衡化的匀色处理是对遥感影像进行色彩调整和增强的核心技术,它通过对影像直方图的累积分布函数进行重新映射来改善像素值的分布,从而增强图像对比度。具体来说,首先会计算影像每个像素值的频率,形成直方图。接着,根据这一直方图,计算像素值的累积分布函数(CDF)。最后,基于此CDF将原始像素值映射到新的亮度值,使得新影像的直方图接近于均匀分布。这种技术的关键在于通过均衡化调整,能够使得原本在直方图中集中的像素值分散开来,从而显著提高遥感影像的对比度和清晰度。不过,直方图均衡化可能会导致一些细节过度增强,因此在应用时需要结合其他技术进行微调,以确保地物特征的真实性。

1.3 基于波段归一化的匀色处理

基于波段归一化的匀色处理方法针对遥感影像中的多个波段进行操作,主要目的是将不同波段的数据进行统一标准化,以消除因传感器、太阳高度或大气条件等外部因素造成的波段间

差异。具体实施过程如下:首先,对每个波段独立地计算其均值和标准差;接着,利用这些统计参数,将每个波段的数据值减去其均值并除以其标准差,从而得到标准化后的数据。这种处理方法的核心思想是将所有波段的数据分布标准化到均值为0,标准差为1的状态,确保每个波段在后续分析中的权重是均匀的。此外,波段归一化也有助于消除影像在不同时间、地点或传感器间由于环境或设备差异造成的非系统性差异,从而使得遥感影像的解译和分析更加客观和准确。

1.4 其他匀色处理方法

除了直方图均衡化和波段归一化之外,遥感影像匀色处理还涉及其他先进的方法。其中,波段配准技术是针对多时间或多源影像的色彩不均,通过对齐不同波段来提高匀色度,确保各波段之间的空间一致性。此外,Retinex算法基于人类视觉系统的亮度和颜色适应性原理,能够提升影像的局部对比度和整体色彩平衡。另一种被广泛应用的是多尺度变换方法,例如小波变换,其能够在不同空间尺度上调整影像的亮度和对比度,有助于保持影像的细节信息同时进行匀色处理。最后,深度学习方法,特别是卷积神经网络,近年来也在匀色处理中得到应用,能够自动学习和调整影像的色彩分布,达到更自然、更均匀的效果。这些方法各具特点,可根据遥感影像的具体情况和应用需求进行选择 and 组合,以达到最佳的匀色效果。

2 匀色处理对地形分析的影响

2.1 地形分析的基本过程与方法

地形分析是遥感科学中的核心环节,其主要目的是从遥感影像中提取地表的地形信息。地形分析的基本过程首先涉及对原始遥感影像的预处理,包括匀色、辐射矫正和大气矫正等,以确保获取的地形信息准确无误。接下来是地形特征提取,通常采用数字地形模型(DTM)或数字高程模型(DEM)来表示地面的高程信息。这些模型可通过立体成像、合成孔径雷达干涉或光学遥感技术构建。在得到DEM后,可采用梯度、斜率、方向等算法计算地形参数,并进一步进行地形分类、地形形态学分析或流域分析。对于复杂地形区域,可能还需要采用先进的地形分割和对对象识别技术来细化地形单元。这个过程要求高精度的遥感影像输入,因此影像的匀色处理对地形分析的结果起着决定性作用,可以显著影响地形特征的准确识别和参数计算。

2.2 匀色处理对地形特征识别的影响

匀色处理在遥感影像中是对图像进行色彩平衡的关键步骤,其对地形特征识别的影响是深远的。在没有经过匀色处理的原始遥感影像中,由于光照条件、大气效应以及传感器的非均匀响应,图像常常会呈现出色彩偏差和色彩不一致的问题。这些色彩问题不仅可能影响到视觉上的解译,而且在自动或半自动的地形特征识别中,颜色的一致性和色彩偏差会导致算法误判或不能准确捕获到目标特征。

通过匀色处理,可以确保遥感影像在整个场景中保持一致的色彩分布,从而使得地物的光谱响应更为真实和一致。这种一致性对于地形特征识别至关重要。例如,在辨识山脉、沟壑或其

他地形结构时,一个经过匀色处理的图像能够为算法提供更加清晰、一致的色彩信息,有助于提高识别的准确性和可靠性。

此外,匀色处理还可以增强地形特征的对比度,使得在图像中原本不易区分的地形细节变得更加明显。这种对比度的增强对于一些细微地形特征,如小沟壑、微型丘陵等,其识别效果尤为明显。

2.3 匀色处理对地形参数计算的准确性影响

匀色处理在遥感影像中起到平衡色彩分布和提高图像质量的作用,这对于地形参数的计算具有直接和深远的影响。在地形分析中,参数如坡度、坡向、地形阴影和地形粗糙度等都与影像的光谱响应紧密相关。任何在影像中的色彩偏差或不一致性都可能导致这些参数计算的误差。

首先,未经匀色处理的影像可能在不同区域存在光照、大气散射和传感器响应等因素引起的色彩不均。这种不均匀性在计算坡度和坡向时,可能会被误识别为地形起伏,导致计算结果的偏高或偏低。例如,由于光照变化导致的色彩明暗交替可能被误认为是地形的高低变化。

其次,地形阴影和地形粗糙度等参数的计算很大程度上依赖于影像的对比度和清晰度。经过匀色处理的影像能够增强地物之间的对比度,使得地形的细节更加明显。这为计算这些参数提供了更为准确和细致的信息。

最后,地形参数计算通常会涉及到多个波段和多个时间点的数据。在不同时间采集的影像中,如果存在色彩不一致性,将直接影响到时间序列分析的准确性。匀色处理确保了不同时间点的影像具有一致的色彩特性,从而为地形参数的时序分析提供了坚实的基础。

3 结合匀色处理的遥感影像增强技术

3.1 影像锐化技术

影像锐化技术在遥感影像处理中扮演着核心角色,其主要目标是提高影像的空间分辨率,使地物边缘更加明显和细节更加丰富。当结合匀色处理后,锐化技术能够更加有效地强调和突出影像中的细节信息。

常用的影像锐化方法包括卷积锐化、拉普拉斯锐化和高通滤波器等。这些方法通过增强高频信息来改进影像的空间细节。例如,卷积锐化是通过将特定的卷积核与原始影像进行卷积操作,从而提高其对比度和锐度。拉普拉斯锐化则是通过检测影像的二阶导数来增强边缘,使其变得更加明显。

在遥感影像中,常常需要将高分辨率的全色影像与低分辨率的多光谱影像进行融合,以获得高分辨率的多光谱影像。这种融合过程也涉及到锐化技术,如经典的Brovey变换、PCA(主成分分析)融合和IHS(强度-色调-饱和度)变换等。

当锐化技术与匀色处理相结合时,可以确保在增强影像细节的同时,维持影像中的色彩一致性和平衡。匀色处理可以纠正遥感影像中由于大气、地面反射和传感器特性等因素引起的色彩偏差,而锐化技术则强化这些校正后的影像中的地物细节和结构。

3.2 影像对比度增强

影像对比度增强是遥感影像处理中的关键步骤,旨在改进图像的可视效果,强化目标特征,使其在背景中更为突出。对于遥感数据,特别是在复杂的地理环境中获取的数据,对比度增强可以明显提升数据的解译效果。

在遥感影像处理中,最常用的对比度增强方法是直方图均衡化,这种方法重新分配了像素强度值,使整个范围内的强度值都得到均匀的表示。而基于S型曲线的增强法则通过非线性变换,强化了中间强度值,同时压缩了高低强度值,从而达到对比度增强的目的。

然而,直接的对比度增强可能会导致遥感影像中的色彩失真。为了避免这种失真,可以先进行匀色处理,再进行对比度增强。匀色处理确保了在增强过程中,各个波段的统计特性得到了恢复,使得在后续的对对比度增强过程中,整个图像的色彩平衡得到了维护。

近年来,结合深度学习技术的对比度增强方法也逐渐受到关注。通过使用预训练的卷积神经网络模型,可以在保持遥感影像色彩真实性的同时,实现更高质量的对比度增强。

3.3 基于深度学习的遥感影像增强技术

基于深度学习的遥感影像增强技术在近年来逐渐崭露头角,主要利用深度卷积神经网络(DCNN)为遥感影像提供更为精细、自适应的增强效果。传统的影像增强方法往往基于固定的数学模型和算法来操作,而深度学习方法通过训练数据学习遥感影像的复杂模式和特征。

首先,大量的遥感影像数据被用于预训练模型,这些数据包括不同地理、气象和光照条件下获取的影像。通过这些数据,网络学习到了如何从低对比、低分辨率或其他质量低下的影像中提取有价值的信息。其中,U-Net、ResNet等网络结构被广泛应用于此任务中。

接下来,在增强过程中,原始遥感影像首先经过匀色处理,确保其不同波段之间具有一致性。然后,这些匀色后的影像被送入预训练好的深度网络中,网络根据其在训练数据上学到的知识,自动调整影像的对比度、亮度和其他视觉特性。

值得注意的是,深度学习方法不仅可以对单一的影像进行增强,还能够处理多模态、多时间序列的遥感数据,从而获得更为完整和详细的地表信息。此外,随着转移学习和域自适应技术

的发展,模型能够在在一个地区训练后,被迅速地应用于其他地区或不同条件的遥感影像增强,极大地提高了其应用范围和效率。

4 匀色处理在地形分析中的实际应用案例分析

匀色处理在地理信息系统中具有显著的地位,尤其在地形分析的实际应用中,它起到了不可忽视的作用。例如在对某城市进行地形分析时,通过遥感影像获得的高程数据图出现了色彩不均的情况,因此需要借助匀色处理技术对原始的高程数据进行优化。这种处理主要是为了消除数据采集时可能出现的误差、自然地形的突变或其他可能影响分析准确性的因素。经过这样的平滑处理,不仅呈现出了城市的主要地形特征,还能够为规划者提供一个清晰、准确的地貌基础。

进一步地,当这种技术被应用到道路设计领域时,它同样展现出了其价值。道路工程师可以通过对路线旁的高程数据进行匀色处理,以获得更合理的道路设计方案。这不仅有助于确保道路的安全性和舒适性,还能有效控制建设成本,避免因地形原因导致的额外开支。综上所述,匀色处理技术在地形分析的实际应用中,已经成为了决策者和规划者的得力工具,为其提供了准确、科学的数据支撑。

5 结语

遥感影像在地理和地球科学领域中的应用日益增多,它为地形分析提供了前所未有的细节和准确性。然而,影像的色彩不均问题经常成为遥感数据处理的一大难点。本文深入探讨了匀色处理技术的原理和应用,突显了其在地形分析中的重要性。通过直方图均衡化、波段归一化以及其他高级处理技术,遥感影像得以优化,使地形特征更加突出,为后续的分析提供了准确的数据支持。此外,影像的锐化、对比度增强及深度学习等增强技术进一步加强了遥感影像在地形研究中的应用。随着技术的不断进步,遥感影像处理方法也将持续创新,为地形和其他地理分析提供更加丰富和准确的信息。

[参考文献]

- [1]吴海平,邵妍,倪建光.多源多尺度遥感影像色彩平衡方法研究及工程应用[J].测绘与空间地理信息,2021,44(6):148-150.
- [2]张莽,张艳梅,蒙印.基于直方图匹配的多源遥感影像匀色研究[J].地理空间信息,2020,18(12):54-57+7.
- [3]卢其剑.基于区域网平差的遥感影像色彩均衡算法研究[D].东华理工大学,2020.