

王刚, 张远海. 传感网络的滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法[J]. 灾害学, 2020, 35(3): 71–74. [WANG Gang and ZHANG Yuanhai. Feature Extraction Method of Multi-source Remote Sensing Images after Landslide Disaster Based on Sensor Network[J]. Journal of Catastrophology, 2020, 35(3): 71–74. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.03.016.]

传感网络的滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法^{*}

王 刚¹, 张远海²

(1. 桂林旅游学院, 广西 桂林 541006; 2. 中国地质调查局岩溶地质研究所, 广西 桂林 541004)

摘要: 为解决传统遥感图像特征提取过程抗扰性较差的问题, 该文提出基于传感网络的滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法, 通过对滑坡灾害环境因素及特征数值信息的分析, 判断滑坡灾害的影响程度; 根据其影响程度对多源遥感图像进行特征采集和分类, 对特征提取过程中常见的噪音干扰进行去除处理, 实现对滑坡灾后多源遥感图像特征的提取。

关键词: 传感网络; 滑坡; 多源遥感图像; 特征提取; 抗扰性

中图分类号: TP362; X43; X915.5; P642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2020)03-0071-04

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2020.03.016

为了有效减轻滑坡灾害的影响程度, 需对滑坡灾害特征情况及影响因素进行检测和分析, 以便更及时、有效的实现滑坡灾后的救援^[1]。目前, 在滑坡灾后图像特征提取领域, 已有一些相对成熟的方法, 如基于频率波次追踪的滑坡灾后遥感图像特征提取方法和基于深度学习的滑坡灾后遥感图像特征提取方法。然而, 这些传统方法均存在不同程度的抗扰性较差的问题。为此, 本文引入传感网络原理, 设计一种新的滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法, 通过对遥感图像的特征属性进行检查并进行降噪处理, 提取有效的图像特征值, 从而更好的对滑坡灾害进行分析。

1 滑坡灾后多源遥感图像特征提取

1.1 滑坡灾后特点分析

通常情况下, 滑坡灾害的形成是受到地质变化和暴雨影响, 导致山体碳质强度边弱化, 造成山体坡面倾斜从而导致岩石层软化, 形成山体滑坡。具体的山体滑坡灾害的形成过程如图1所示。



图1 滑坡灾害形成过程

若山体上存在较多岩石和建筑, 则滑坡灾害的潜在危险程度会进一步加剧^[2]。基于此, 应对滑坡区域的边坡陡度大小进行规范, 避免山体结构中因出现顺层与切层组合而产生的滑坡灾害问题^[3]。对山体结构层次进行整体交线特征的分析可以发现, 山体地质结构中的碳酸岩和泥质页岩具有一定的特殊性, 因山体体制结构、岩石、土层在降雨后逐渐变得软弱, 会导致岩石矿层具有较高的不稳定行, 导致山体土壤整体倾斜和深度塌陷, 岩体或土体在自身重力作用下产生整体顺坡下滑^[4]。

滑坡的范围等级不同, 导致其影响程度也存在较大差异, 因此需要进一步对不同滑坡进行数值划分, 依据滑动体的厚度, 可将滑坡分为4个等级: 滑动体厚度小于5 m时, 为浅层滑坡, 对建筑几乎无影响; 滑动体厚度为5~20 m, 为中层滑坡, 此时为轻微状态, 对建筑及土质结构等影响程度较小; 滑动体厚度为20~50 m时, 为深层滑坡, 易出现滚石下落等情况, 会对山上建筑结构产生影响, 导致建筑出现裂痕^[5]; 滑动体厚度大于50 m时, 为超深层滑坡, 此时对山体滑坡影响程度极高, 极易导致山体下限、山间建筑倒塌等情况。

为了更好的对滑坡灾害情况进行跟踪检测, 应在汛期在适当范围内设置多个GPS地表位移监测点对可能发生的滑坡灾害进行卫星监测^[6], 并对检测数值进行计算, 获取相应的滑坡灾害图像特征的数值, 在此基础上进行特征提取, 为灾害

* 收稿日期: 2019-12-06 修回日期: 2020-03-03

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(DD20190672)

第一作者简介: 王刚(1968-), 男, 汉族, 湖南新宁人, 高级实验师, 研究方向为计算机应用. E-mail: wanggang765@163.com

通讯作者: 张远海(1967-), 男, 汉族, 湖北天门人, 教授级高级工程师, 研究方向为岩溶地貌与洞穴.

E-mail: zhanghai5225@yahoo.com

影响程度判断和灾后救援提供支持。

1.2 遥感图像特征采集

利用上述滑坡灾害特点的分析结果，对遥感图像特征进行采集、计算和提取。

遥感图像特征的提取主要分为颜色属性提取、纹路属性提取以及形状属性提取和区域空间属性提取这四个类别^[7]。颜色属性是一种全局属性，描述了图像和图像区间所对应的特定景观的表面特点。利用特征提取和 KPCA 信息降低维原理对获取到的滑坡灾后图像进行分析处理，观察图像的纹理分布范围，根据相应的图像特征进行信息的分布识别，再根据 PCA 和神经网络原理进一步对图像特征属性区域空间进行提取。

首先，通过对原始图像进行降维度处理，获取一个新的图像特征维度数值^[8]。由于在对滑坡灾害图像进行采集和特征提取的过程中，不同维度区间中会存在特征信息相对较为繁杂且图像不清的问题，因此，需要将图片按堆处理，直接在图像的二维区间内计算其协方差数值，以便对遥感图像进行降噪计算，提高特征图像的主体准确度。假设采集到的多源遥感图像 x 的范围记为 $m \times n$ ，图像的数据协方差记为 σ^2 ，图像的特征属性数值为 P ，若采集遥感图像的时间为 t ， a 为一个 q 层维度的特征集合向量，则图像特征函数的模拟算法为：

$$f(x) = \sum \frac{\sigma^2 a(t-1) \times q}{2P_{m \times n}}. \quad (1)$$

结合 2D-PCA 软件和 DSP 嵌入式技术对图像的最优特征映射值 z 进行优化，在对图像特征进行模拟后，根据特征数值的样本等级划分及划分密度进行图像特征的甄别^[9]。若图像的特征向量协方差数值为 r ，对图像特征进行投影后，划分其特征等级程度，结果如下：

$$LEVEL = z \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) + r. \quad (2)$$

进一步对图像的特征矩阵进行规范，设 s 为图像的特征属性矢量， k 为遥感图像的协方差， $Range$ 表示滑坡的影响范围。基于上述公式获取不同数据等级规范数值范围，并在不同等级中寻找最优映射方向，以便更好的实现遥感图像特征属性向量的划分程度^[10]。具体划分过程如下：

$$W = \sum \frac{LEVEL}{Range - 1} \times k. \quad (3)$$

在此基础上，对图像的标准特征矩阵进行规范，具体过程如下：

$$L = W \times \sum \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{s}{2f(x)} + z. \quad (4)$$

结合图像颜色区域 H \ S \ V 分布情况进行图像区间特征属性的分布处理，从而得到图像中的区间像素分布数值，记为 u 。进一步对图像中的单个像素特征指标以及对应的光谱数据 i 进行规范，根据规范结果对遥感图像的颜色特征进行量化处理，有针对性的甄选出图像量化特征直方图数值^[11]，

具体过程为：

$$\lambda = \prod \text{HSV} \frac{L \times u}{2W(i+j)}. \quad (5)$$

基于上述过程可有效实现对滑坡灾后特征图像特征的有效采集，从而更有效的保障图像特征提取的有效性。由于特征采集过程中，受到天气影响易导致图像特征提取过程中受到噪声干扰等问题^[12]，因此在进行特征提取过程中需要进一步进行降噪处理。

1.3 遥感图像特征提取

基于上述过程对采集后的特征数据进行降噪处理，以便提升图像特征提取过程的抗扰性。假设 h_n 代表图像特征中第 n 个分量特征数值， d 表示图像分量特征像素节点个数^[13]，进一步定义 c_n 和 c_{n+1} 分别表示视频第 n 个和第 $n+1$ 个图片的颜色量化直方图，那么遥感图像特征的相似程度 S 可以近似用余弦距离 \cos 表示，余弦距离的取值区间是 0 到 1，值越小，则表示遥感图像特征的相似程度越高，值越大，则表示二者的差异度越大。

$$S = \frac{\cos a - d \times h_n}{2\lambda |c_{n+1} - c_n| + h}. \quad (6)$$

具体的图像特征相似性判断流程如图 2 所示。

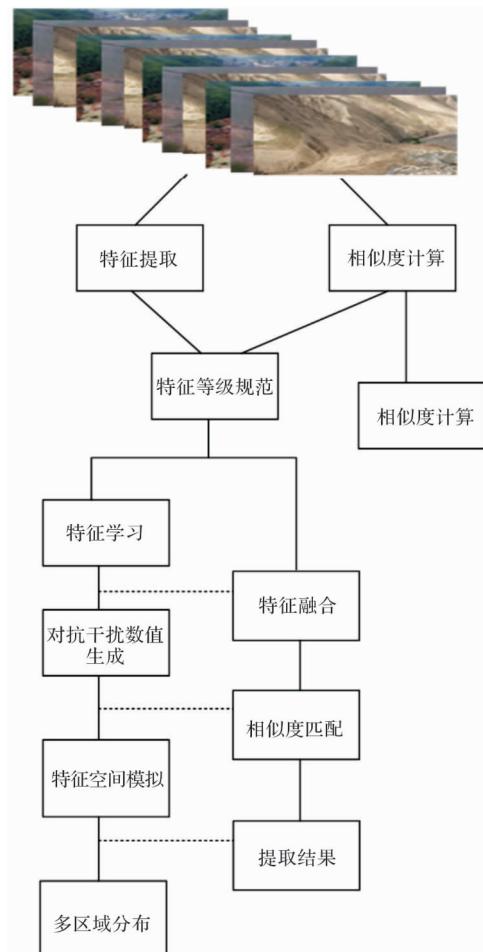


图 2 图像特征相似性判断流程

在完成特征采集后, 进一步对采集后的结果进行降噪处理。结合数值增加和灰度直方算法建立相应的抗噪因子, 以便对关键特征图像进行有效甄别, 从而更好的确定相应的滑坡区域目标特征进行检测和提取。首先对检测到的特征图像主体的直线变化中特殊点影像数值进行删除^[14], 并对序列影像直线运动过程中产生的数据点密集的局域空间通过更深的树体来进行空间切割表述, 从而完成图像局部特征降噪和寻优跟踪处理。若 Q 表示特征图像的结构点影响元素, 图像干扰噪声数值为 v , 则可将数学形态架构的特征变化元素描述为 β , 图像区域特征结构的最高干扰元素记为 v^+ , 图像最大关联点为的集合为 A , 则图像特征提取过程中的噪声滤波数值算法可记为:

$$\theta = S \frac{Q\beta - 1}{v^+ - v} - A. \quad (7)$$

在此基础上, 结合平均值过滤声波原理进行噪音的去除, 引入图像特征检测数值中的闭合噪声形态初始数值进行过滤, 从而有效去除混合图像的噪音^[15]。为了更好的节省遥感图像特征属性提取时间, 同时有效对图像结构特征信息进行精确处理, 对采集到的多源遥感图像的颜色量化直方图属性和方向梯度量化直方数值进行规范, 以便更好的对图像的深层次特征属性进行提取和降噪, 计算其相似性图像特征。根据计算结果进行特征数据的迭代加权处理, 获取图像的综合相似度数值, 则滑坡灾后多源遥感图像特征提取过程如下:

$$G = \frac{\lambda\theta \times d}{S}. \quad (8)$$

综上, 实现了对滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法的设计。

2 实验结果分析

为了验证本研究所提出的传感网络的滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法的实际效果, 进行如下对比检测。

2.1 实验环境

实验采用 Python - 3.7.4 系统, 同时配置 Notepad++ 运行 Python 文本。实验运行环境为: CPU i7 - 6800, 主频 1.64 GHz, 内存 48GB, CPU 分辨率 1920×1280 。从 200 个多维度图像当中选择一个初始特征图像, 对多维度彩色图片隐瞒属性进行挖掘提取, 计算出图像属性预先分析后的子模块的出现频率, 以判断其特征提取过程中的抗噪数值。

对采集到的三组滑坡灾害图像特征参数进行分析, 具体参数如表 1 所示。

表 1 实验参数

图像	图像特征
	原始噪声较多 图像轮廓清晰
	部分噪声未去除 图像轮廓清晰
	噪声全部去掉 图像轮廓清晰

2.2 实验结果

在对多源遥感图像进行特征提取的过程中, 噪声干扰将会对图像特征提取效果产生直接的影响, 因此在实验过程中, 多源遥感图像的降噪度越高, 则特征提取效果越好。基于上述实验环境进行对比检测, 将本文方法作为实验组, 传统的基于频率波次追踪的滑坡灾后遥感图像特征提取方法作为对照组, 记录检测结果如图 3 所示。

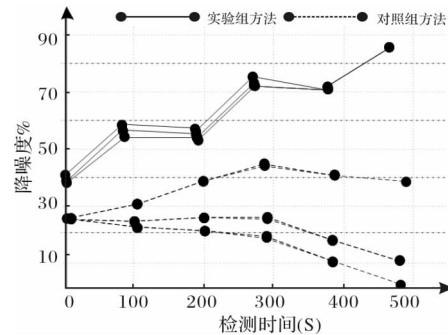


图 3 对比实验检测结果

2.3 实验结论

分析图 3 可知, 相对于传统方法而言, 本研究提出的传感网络的滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法的降噪率相对更高, 且多次降噪度曲线也更加贴合。因此可以说明本研究所提的传感网络的滑坡灾后多源遥感图像特征提取方法有更高的有效性, 且特征提取结果更加稳定, 充分满足研究要求。

3 结束语

针对传统的遥感图像特征采集过程存在的抗扰性较差的问题, 本研究对滑坡灾害的影响范围和程度进行分析, 并结合灰度直方原理对图像特

征提取方法进行设计，规范图像特征属性范畴并进行归类划分，以特征集合为初始参照点，设计降噪处理过程，并根据图像颜色深度、纹路特征以及区域空间等数值进行全局的分析和部署，从而实现根据遥感图像特征的有效提取，为滑坡灾害的有效救援和处理提供支持。

参考文献：

- [1] 王晓波, 鲁恒, 刘雪梅, 等. 基于 SHALSTAB 模型与面向对象遥感影像分析的地震滑坡信息快速检测[J]. 地震研究, 2019, 42(2): 273–279, 306.
- [2] 熊志勇, 张国丰, 王江晴. 基于多尺度特征提取的图像语义分割[J]. 中南民族大学学报(自然科学版), 2017, 25(3): 118–124.
- [3] 陈龙, 蔡勇. 基于多判别参数混合方法的散乱点云特征提取[J]. 计算机应用研究, 2017, 32(9): 2867–2870.
- [4] 张斌. 一种基于边缘轮廓信息的多源遥感图象子象素匹配定位方法[J]. 中国图象图形学报, 2018, 5(10): 830–835.
- [5] 刘云, 陈倩. 无线传感网中分布式信号检测的多维特征值算法优化研究[J]. 计算机工程与科学, 2018, 40(9): 1585–1590.
- [6] 李瑞霖. 基于改进 SIFT 算法的多源遥感影像特征匹配[J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(8): 23–26, 29.
- [7] 武兴杰, 曾令李, 李明, 等. 多个空间高斯源信号情况下成组三维图像特征提取方法[J]. 海军航空工程学院学报, 2017, 32(3): 261–264.
- [8] 刘杨圣彦, 潘翔, 刘复昌, 等. 面向三维模型视图特征提取的残差卷积网络优化[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2019, 54(6): 936–942.
- [9] 李钦, 游雄, 李科, 等. 图像深度层次特征提取算法[J]. 模式识别与人工智能, 2017, 30(2): 127–136.
- [10] 宋海峰, 杨巍巍. 基于 Multi-CNN 空间特征提取的高光谱遥感影像分类[J]. 测绘工程, 2019(6): 10–16.
- [11] 陈金勇, 王敏, 高峰, 等. 基于图像流的近实时遥感图像在线目标检测方法[J]. 国外电子测量技术, 2018, 37(8): 72–76.
- [12] 蒋留兵, 杨中丽, 车俐. 时分 MIMO 滑坡雷达稀疏成像算法[J]. 雷达科学与技术, 2019, 17(1): 1–7.
- [13] 杨高伟, 贾艳茹. 气象卫星遥感图像特征目标准确提取仿真[J]. 计算机仿真, 2018, 35(7): 372–376.
- [14] 徐乔, 孟凡利, 余绍淮. 基于面向对象随机森林分类模型的滑坡遥感解译[J]. 中外公路, 2019(3): 30–34.
- [15] 薛开平, 柳彬, 李威, 等. 一种面向未知链路帧的格式特征提取与分类算法[J]. 中国科学院大学学报, 2018, 35(4): 521–528.

Feature Extraction Method of Multi-source Remote Sensing Images after Landslide Disaster Based on Sensor Network

WANG Gang¹ and ZHANG Yuanhai²

(1. *Guilin Tourism University, Guilin 541006, China*; 2. *Institute of Karst Geology, Guilin 541004, China*)

Abstract: In order to solve the problem of poor disturbance immunity in traditional remote sensing image feature extraction process, a multi-source remote sensing image feature extraction method based on sensing network is proposed. By analyzing the environmental factors and characteristic numerical information of landslide disaster, the influence degree of landslide disaster is judged. The multi-source remote sensing images were collected and classified according to their influence degree, and the common noise interference in the feature extraction process was removed to realize the feature extraction of multi-source remote sensing images after landslide disaster. The experimental results show that this method has strong immunity to disturbance in the feature extraction process of multi-source remote sensing images and has higher application advantages.

Key words: sensor network; landslide; multi-source remote sensing images; feature extraction; the perturbation resistance