



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114078140 B

(45) 授权公告日 2022.08.26

(21) 申请号 202010836036.9

(22) 申请日 2020.08.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114078140 A

(43) 申请公布日 2022.02.22

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院
地址 518057 广东省深圳市南山区高新园
南区粤兴一道18号香港理工大学产学
研大楼205室

(72) 发明人 史文中 占昭

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所
44237
专利代理师 高星

(51) Int. Cl.
G06T 7/13 (2017.01)
G06T 7/136 (2017.01)

(56) 对比文件

CN 110288602 A, 2019.09.27

CN 108957447 A, 2018.12.07

CN 102314609 A, 2012.01.11

CN 105740807 A, 2016.07.06

CN 108629760 A, 2018.10.09

US 2020150668 A1, 2020.05.14

CN 109783967 A, 2019.05.21

Feng Zhao et al..Preprocessing and
postprocessing for skeleton-based
fingerprint minutiae extraction.《Pattern
Recognition》.2007,

Chalantika Laha Salui.Methodological
Validation for Automated Lineament
Extraction by LINE Method in PCI
Geomatica and MATLAB based Hough
Transformation.《JOURNAL GEOLOGICAL
SOCIETY OF INDIA》.2018,

审查员 任丽娜

权利要求书1页 说明书5页 附图4页

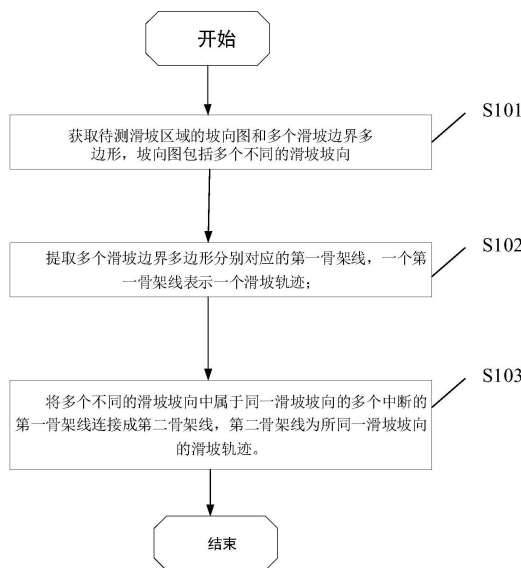
(54) 发明名称

一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡
轨迹提取方法

(57) 摘要

本申请提供了一种滑坡轨迹提取方法,可以
应用于遥感领域。该方法包括:获取待测滑坡区
域的坡向图和多个滑坡边界多边形,坡向图包括
多个不同的滑坡坡向。提取该多个滑坡边界多
边形分别对应的第一骨架线,一个第一骨架线表
示一个滑坡轨迹,将多个不同的滑坡坡向中属
于同一滑坡坡向的多个中断的第一骨架线连接
成第二骨架线,该第二骨架线为同一滑坡坡向
的滑坡轨迹。本申请提供的一种基于滑坡边界
多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法,利用识
别出的待测区域中的多个滑坡坡向,结合滑坡
多边形提取出来的骨架线,将属于同一滑坡坡
向中的不连续轨迹连接起来,从而给出完整、
准确的滑坡轨迹,为滑坡运动的后续研究提供
支撑。

CN 114078140 B



1. 一种滑坡轨迹提取方法,其特征在于,所述方法包括:

获取待测滑坡区域的坡向图和多个滑坡边界多边形,所述坡向图包括多个不同的滑坡坡向;

提取所述多个滑坡边界多边形分别对应的第一骨架线,一个所述第一骨架线表示一个滑坡轨迹;

将所述多个不同的滑坡坡向中属于同一滑坡坡向的多个中断的第一骨架线连接成第二骨架线,所述第二骨架线为所述同一滑坡坡向的滑坡轨迹;

所述多个不同的滑坡坡向中属于同一滑坡坡向中包括n个中断的第一骨架线,将同一滑坡坡向的中n个中断的第一骨架线连接成第二骨架线,包括:

在属于同一滑坡坡向的多个中断的第一骨架线中,确定第i个骨架线分别和剩余未连接的骨架线之间的平面距离;

将第i骨架线与最小的平面距离对应的第i+1个骨架线连接;

其中, $i=1,2,3,\dots,n$;

所述平面距离为第一端点和第二端点的距离,所述第一端点和所述第二端点属于不同的第一骨架线;

所述平面距离包括平面欧式距离和平面坡向距离,所述最小的平面距离为:

所述平面欧式距离小于或等于第一阈值,且,所述平面坡向距离小于或者等于第二阈值,所述平面欧式距离是指最短的直线距离,所述坡向距离是端点在坡向图对应位置的坡向值之差的绝对值。

2. 根据权利要求1所述的滑坡轨迹提取方法,其特征在于,所述方法还包括:

利用平滑算法处理所述第二骨架线,得到最终的滑坡轨迹。

3. 根据权利要求1所述的滑坡轨迹提取方法,其特征在于,所述获取待测滑坡区域的多个滑坡边界多边形,包括:

根据自动化算法、半自动算法或者人工从遥感影像从待测滑坡区域中获取所述多个滑坡边界多边形,所述多个滑坡边界多边形为反映滑坡范围和边界的多边形栅格数据。

4. 根据权利要求1所述的滑坡轨迹提取方法,其特征在于,所述获取待测滑坡区域的坡向图,包括:

在所述获取待测滑坡区域内,根据数字高程模型确定所述坡向图。

5. 一种滑坡轨迹提取装置,其特征在于,所述装置包括至少一个处理器,所述至少一个处理器与至少一个存储器耦合;

所述至少一个处理器,用于执行所述至少一个存储器中存储的计算机程序或指令,以使得所述装置执行如权利要求1至4中任一项所述滑坡轨迹提取的法。

6. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1-4任一项所述方法的步骤。

7. 一种芯片,其特征在于,包括:处理器,用于从存储器中调用并运行计算机程序,使得安装有所述芯片的通信设备执行如权利要求1至4中任一项所述的方法。

一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法

技术领域

[0001] 本发明属于遥感领域,尤其涉及一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法。

背景技术

[0002] 滑坡是一种严重的地质灾害,尤其是地震次生的滑坡影响范围大且发生突然,其持续发生甚至会阻断救援路线及现场勘察,此时对滑坡快速定位和评估十分重要。利用光学遥感影像进行滑坡制图是滑坡灾害分析的一种有效手段。滑坡编录图中常常需要统计滑坡面积、体积等属性,以便后续估算滑坡致灾面积,推测出滑坡的规模,对抗震救灾的快速应急响应提供了有效的数据支持。因此需要标识出滑坡的边界。

[0003] 从遥感影像中提取滑坡特征目前已经有很多研究,基于遥感影像的自动化滑坡制图一般通过计算机技术自动绘制滑坡形状,得到滑坡多边形,并依据滑坡多边形生成滑坡轨迹。

[0004] 在光学遥感影像识别中,由于滑坡区域植被恢复、阴影遮挡等原因,滑坡难以被完整识别,所绘制的滑坡多边形无法完整勾绘出整个滑坡区域。即一个滑坡区对应着多个滑坡多边形。然而,每一个滑坡多边形都对应一条滑坡轨迹,于是导致一个滑坡对应多条不连续轨迹,这种轨迹不能真实反映坡体滑动的起点和终点,限制了对这种滑坡轨迹图的进一步研究及应用。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法,将属于同一滑坡区域的不连续轨迹连接起来,给出完整、准确的滑坡轨迹,为滑坡运动的后续研究提供支撑。

[0006] 第一方面,提供了一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法,包括:获取待测滑坡区域的坡向图和多个滑坡边界多边形,该坡向图包括多个不同的滑坡坡向。根据多个滑坡边界多边形提取分别对应的第一骨架线,一个第一骨架线表示一个滑坡轨迹。将多个不同的滑坡坡向中属于同一滑坡坡向中的多个中断的第一骨架线连接成第二骨架线,该第二骨架线为同一滑坡坡向的滑坡轨迹。其中,第一骨架线包括同一坡向范围中的中断的骨架线。第二骨架线是指由中断骨架线连接成的完整骨架线。

[0007] 第一方面提供的一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法,利用识别出的待测区域中多个滑坡坡向,结合多个滑坡多边形提取出来的多个中断骨架线,将属于同一滑坡坡向中的不连续轨迹连接起来,从而给出完整、准确的滑坡轨迹,为滑坡运动的后续研究提供支撑。

[0008] 在第一方面一种可能的实现方式中,该多个不同的滑坡坡向中属于同一滑坡坡向中包括 n 个中断的第一骨架线,将同一滑坡坡向的中 n 个中断的第一骨架线连接成第二骨架线,包括:在属于同一滑坡坡向的多个中断的第一骨架线中,确定第 i 个骨架线分别和剩余

未连接的骨架线之间的平面距离,将第*i*骨架线与最小的平面距离对应的第*i*+1个骨架线连接。其中, $i=1,2,3,\dots,n$ 。该平面距离为第一端点和第二端点的距离,第一端点和第二端点属于不同的第一骨架线。在该实现方式中,通过识别同一坡向中中断的轨迹线,将轨迹线连接起来,得到完整准确的滑坡轨迹。

[0009] 在第一方面一种可能的实现方式中,该平面距离包括平面欧式距离和平面坡向距离。最小的平面距离是指:平面欧式距离小于或者等于第一阈值,且,平面坡向距离小于或者等于第二阈值。其中,该第一阈值和第二阈值根据具体情况设定,此处不做限定。因此,当两个端点同时满足第一阈值和第二阈值时,将相应的两个端点用直线或者曲线连接起来,即不中断的线连接起来,构成完整的第二骨架线,得到完整的滑坡轨迹。在该实现方式中,通过识别两端点的距离和角度进行准确计算,可以精准识别同一坡向的中断轨迹。

[0010] 在第一方面一种可能的实现方式中,利用平滑算法处理第二骨架线,得到最终的滑坡轨迹。在该实现方式中,平滑第二骨架线得到的滑坡轨迹可消除其余干扰因素。

[0011] 在第一方面一种可能的实现方式中,获取待测滑坡区域的多个滑坡边界多边形,包括:根据自动化算法、半自动算法或者人工从遥感影像从待测滑坡区域中获取多个滑坡边界多边形,该多个滑坡边界多边形为反映滑坡范围和边界的多边形栅格数据。在该实现方式中,通过多种形式可以获得滑坡多边形,利于后续研究。

[0012] 在第一方面一种可能的实现方式中,根据数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)确定待测区域的坡向图。在该实现方式中,利用DEM获得的数据,精度高,数据质量好,可满足用户的特定需求。

[0013] 第二方面,提供了一种滑坡轨迹提取装置,该装置包括至少一个处理器和存储器,该至少一个处理器用于执行以上第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。

[0014] 第三方面,提供了一种滑坡轨迹提取设备,该设备包括如第二方面的装置,该装置用于执行以上第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。

[0015] 第四方面,提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括计算机程序,该计算机程序在被处理器执行时,用于执行第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。

[0016] 第五方面,提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有计算机程序,当该计算机程序被执行时,用于执行第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。

[0017] 第六方面,提供了一种芯片或者集成电路,该芯片或者集成电路包括:处理器,用于从存储器中调用并运行计算机程序,使得安装有该芯片或者集成电路的设备执行第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。

[0018] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0019] 本申请提供了一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法。利用高程模型识别待测区域中多个滑坡坡向,结合滑坡多边形提取出来的骨架线,利用在同一滑动路径上距离相近的各点所处斜坡的坡向大体一致的原理,将属于同一滑坡坡向中的不连续轨迹连接起来,从而给出完整、准确的滑坡轨迹,为滑坡运动的后续研究提供支撑。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1是本发明实施例提供的滑坡轨迹线提取方法的实现流程示意图;

[0022] 图2是本发明实施例提供的遥感影像中滑坡轨迹中断现象的示意图;

[0023] 图3是本发明实施例提供的骨架线算法根据滑坡多边形影像得到的初步滑坡轨迹图;

[0024] 图4是本发明实施例提供的叠加了坡向图的滑坡轨迹图;

[0025] 图5是本发明实施例提供的中断轨迹连接之后的滑坡轨迹图;

[0026] 图6是本发明实施例提供的平滑之后的滑坡轨迹图。

具体实施方式

[0027] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0028] 以下,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请实施例的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0029] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0030] 参照下面的描述和附图,将清楚本发明的实施例的这些和其他方面。在这些描述和附图中,具体公开了本发明的实施例的一些特定实施方式,来表示实施本发明的实施例的原理的一些方式,但是应当理解,本发明的实施例的范围不受此限制。相反,本发明的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

[0031] 滑坡作为山区的主要自然灾害之一,常常给工农业生产以及人民生命及财产造成巨大损失,有的甚至是毁灭性的灾难。地震是滑坡产生的直接诱因之一。滑坡的产生通常会引起人员伤亡和经济损失,较大的地震引起的滑坡常常会使得房屋掩埋,道路损坏以及堰塞湖的形成,特别是道路的损坏直接会使得救援通道的阻塞,影响救援速度。快速提取滑坡边界,估算滑坡致灾面积,推测出滑坡的规模,对抗震救灾的快速应急响应提供了有效的数据支持。

[0032] 目前,对滑坡边界的研究主要基于光学遥感影像,在光学遥感影像识别中,由于滑坡区域植被恢复、阴影遮挡等原因,滑坡难以被完整识别,所绘制的滑坡多边形无法完整勾绘出整个滑坡区域。即一个滑坡区对应着多个滑坡多边形。然而,每一个滑坡多边形都对应一条滑坡轨迹,于是导致一个滑坡对应多条不连续轨迹,这种轨迹不能真实反映坡体滑动的起点和终点,限制了对这种滑坡轨迹图的进一步研究及应用。

[0033] 本申请提供一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法,利用识别出的待测区域中多个滑坡坡向,结合滑坡多边形提取出来的骨架线,将属于同一滑坡坡向中的不连续轨迹连接起来,从而给出完整、准确的滑坡轨迹,为滑坡运动的后续研究提供支撑。

[0034] 下面结合图1详细说明本申请提供一种基于滑坡边界多边形和坡向图的滑坡轨迹提取方法,图1是本申请一个实施例的滑坡轨迹提取方法100的示意性流程图。

[0035] 如图1所示,该方法100包括:

[0036] S101、获取待测滑坡区域的坡向图和多个滑坡边界多边形,该坡向图包括多个不同的滑坡坡向。

[0037] 在步骤S101中,图2给出了叠加在滑坡区域航空影像之上的根据自动滑坡检测算法得出的滑坡多边形,可以看出,由于自动检测的滑坡多边形不完整。待测区域的坡向图可以根据待测地区的机载激光雷达点云(LiDAR)获取DEM数据,或者可以使用通过其他方式得到DEM数据。从而可以得到一个待测区域坡向图对应多个不同的滑坡坡向。

[0038] S102、提取多个滑坡边界多边形分别对应的第一骨架线,一个第一骨架线表示一个滑坡轨迹。

[0039] 在步骤S102中,图3给出了骨架线提取算法得到的初步的滑坡轨迹图。利用获得的滑坡边界多边形,将多个滑坡多边形提取成第一骨架线。骨架线提取方法是涉及形态学运算的遥感领域基础技术,它能够将栅格多边形数据细化成一条线,在这里,用于将滑坡多边形细化为一条骨架线。由于栅格多边形的方向、路径等能够大致反映真实坡体滑动路径,因此,该骨架线可以认为是滑坡轨迹。从图3所示的A区域可以看出,1,2,3为三条中断的骨架线,即滑坡轨迹存在不连续的问题。

[0040] S103、将多个不同的滑坡坡向中属于同一滑坡坡向的多个中断的第一骨架线连接成第二骨架线,该第二骨架线为同一滑坡坡向的滑坡轨迹。

[0041] 在步骤S103中,第一骨架线是指同一坡向范围中的中断的骨架线,第二骨架线是指由中断骨架线连接成的完整骨架线。将平面距离最近的两个端点视为中断的滑坡轨迹,并用线段连接中断的滑坡轨迹。该两个端点处于同一坡向范围内的两个不同的骨架线上。具体步骤包括:根据DEM数据生成坡向图,如图4给出了叠加了坡向图的滑坡轨迹图,这里将坡向图中不同坡向范围按照不同的灰度给出,由DEM生成的坡向图可以看出该坡向图中包含多个滑坡坡向。且可以看出位于同一滑坡区域内的不同骨架线所处的坡向相同或者相近。从图4所示的A区域可以看出,1,2,3三条中断的骨架线位于同一滑坡区域。在属于同一坡向范围内,计算不同第一骨架线端点之间的平面欧式距离和坡向距离。

[0042] 可选的,作为一种可能的实现方式,这里的平面欧式距离是指根据坐标计算的最短的直线距离,坡向距离即端点在坡向图对应位置的坡向值之差的绝对值。将平面欧式距离小于第一阈值且坡向距离小于第二阈值的两条骨架线视为中断的滑坡轨迹;其中,该第一阈值和第二阈值根据具体情况设定,此处不做限定。因此,当两个端点同时满足第一阈值和第二阈值时,将相应的两个端点用直线连接起来,构成完整的第二骨架线,即得到完整的滑坡轨迹。如图5所示的A区域为1,2,3三条中断轨迹连接之后的滑坡轨迹图,可以看出,属于同一滑坡区域的中断轨迹线被连接了起来,构成完成的滑坡轨迹。

[0043] 可选的,作为一种可能的实现方式,利用平滑算法平滑第二骨架线,得到最终的滑

坡轨迹。在该实现方式中,平滑第二骨架线得到的滑坡轨迹可消除其余干扰因素。其中,平滑算法是遥感领域的基础技术。如图6所示的A区域为1,2,3三条中断轨迹线连接之后采用平滑算法得到的平滑后的滑坡轨迹图,即最终的滑坡轨迹提取结果。

[0044] 可选的,作为一种可能的实现方式,滑坡边界多边形包括由自动化、半自动算法或者人工从遥感影像中提取的反映滑坡范围、边界的多边形栅格数据。在该实现方式中,通过多种形式可以获得滑坡多边形,利于后续研究。

[0045] 可选的,作为一种可能的实现方式,根据DEM数据确定待测区域的坡向图。在该实现方式中,利用DEM获得的数据,精度高,数据质量好,可满足用户的特定需求。

[0046] 本申请实施例还提供了一种滑坡提取的装置,该装置包括至少一个处理器和存储器,该至少一个处理器用于执行上述方法100中的滑坡轨迹提取的方法。

[0047] 本申请实施例还提供了一种滑坡提取的设备,该设备包括如上装置,该装置用于执行上述方法100中的滑坡轨迹提取的方法。

[0048] 本申请实施例还提供了一种计算机可读介质,用于存储计算机程序代码,该计算机程序包括用于执行上述方法100中本申请实施例的滑坡轨迹提取的方法的指令。该可读介质可以是只读存储器(read-only memory,ROM)或随机存取存储器(random access memory,RAM),本申请实施例对此不做限制。

[0049] 本申请还提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括指令,当该指令被执行时,使得该目标识别的装置分别执行对应于上述方法100中的滑坡轨迹提取的操作。

[0050] 本申请实施例还提供了一种芯片或者集成电路,该芯片或者集成电路包括:处理器,用于从存储器中调用并运行计算机程序,使得安装有该芯片或者集成电路的设备执行上述方法100中的滑坡轨迹提取的方法。

[0051] 以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本申请的保护范围之内。

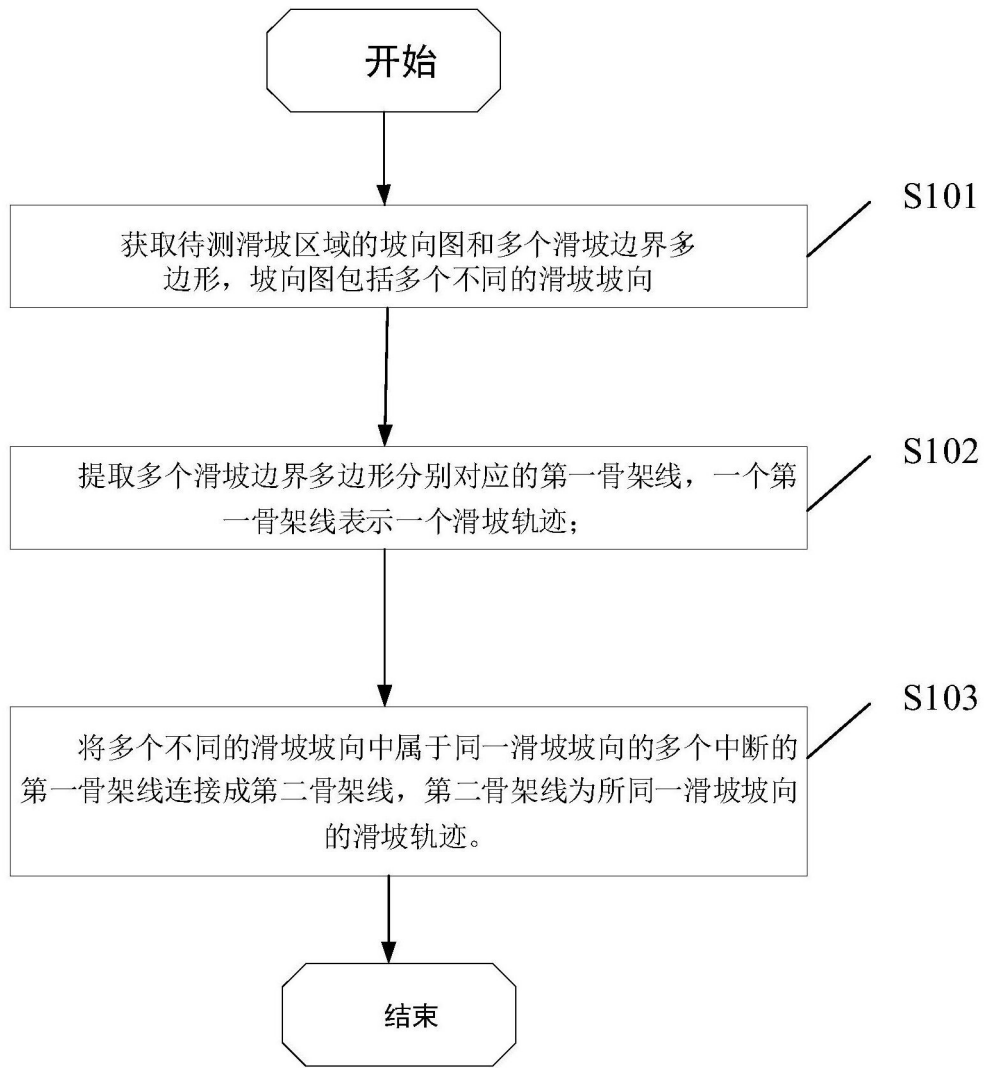


图1

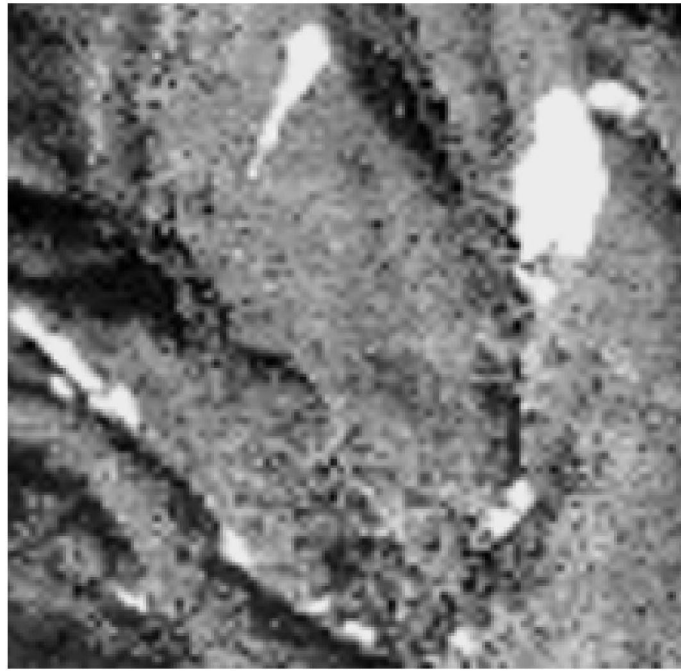


图2

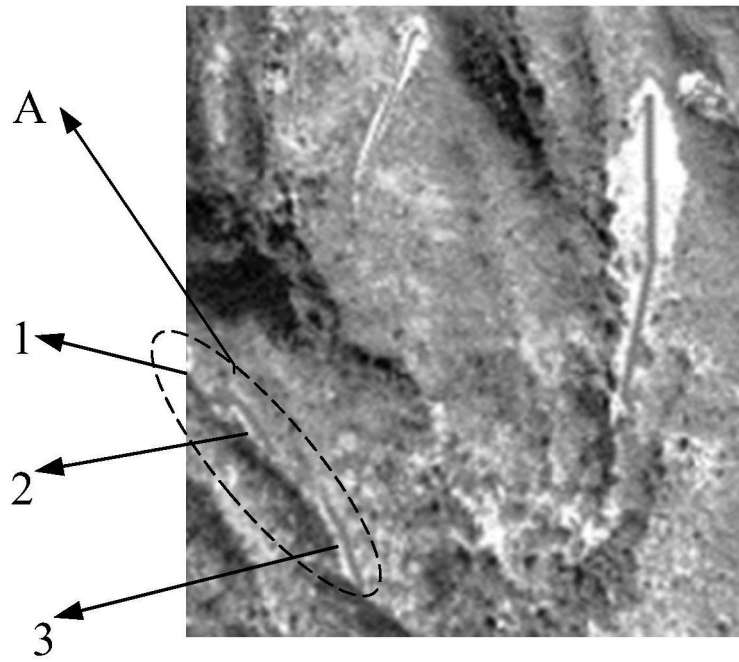


图3

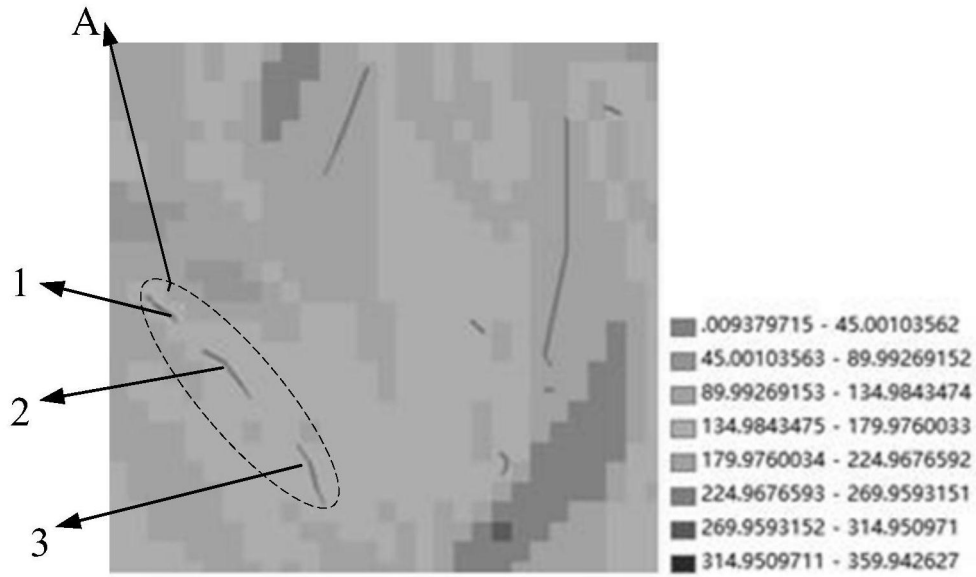


图4

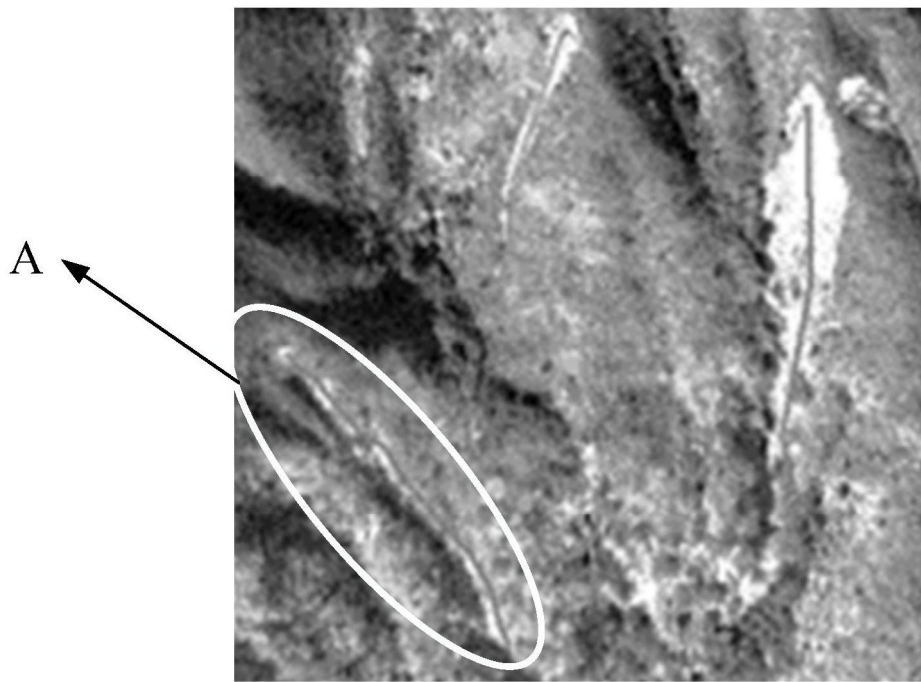


图5

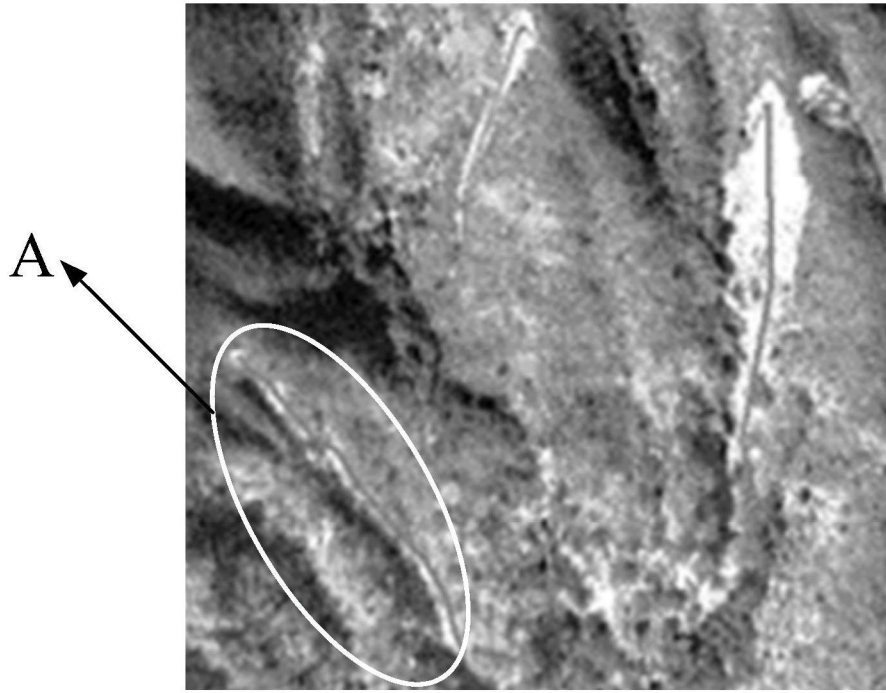


图6