



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116629809 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 22

(21) 申请号 202310903994.7

G06T 17/20 (2006.01)

(22) 申请日 2023.07.24

G06V 10/80 (2022.01)

(71) 申请人 长春工程学院

地址 130012 吉林省长春市宽平大路395号

(72) 发明人 谷中元 曹妙聪 刘喆

(74) 专利代理机构 北京一诺通成知识产权代理
事务所(普通合伙) 16145

专利代理师 张学府

(51) Int. Cl.

G06Q 10/10 (2023.01)

G06Q 50/02 (2012.01)

G06T 3/00 (2006.01)

G06T 7/246 (2017.01)

G06T 7/62 (2017.01)

G06T 7/70 (2017.01)

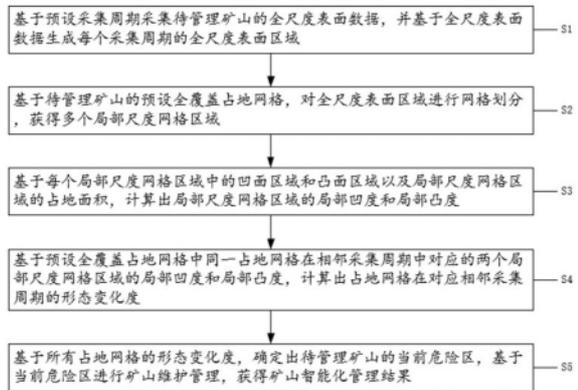
权利要求书3页 说明书12页 附图1页

(54) 发明名称

一种智能化矿山管理方法及系统

(57) 摘要

本发明提供了一种智能化矿山管理方法及系统,其方法包括:生成待管理矿山的全尺度表面区域;基于预设全覆盖占地网格对待管理矿山的全尺度表面区域进行网格划分获得多个局部尺度网格区域;基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度;基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度;基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,并矿山维护管理;用以对矿山表面的形态变化情况的分析和进行针对性维护管理,实现对矿山的智能化维护管理。



1. 一种智能化矿山管理方法,其特征在于,包括:

S1:基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域;

S2:基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度表面区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域;

S3:基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度;

S4:基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度;

S5:基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果。

2. 根据权利要求1所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,S1:基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域,包括:

S101:基于预设采集周期采集待管理矿山的表面图像,将所有表面图像进行融合获得待管理矿山的完整表面图像;

S102:基于完整表面图像生成待管理矿山在对应预设采集周期的表面点云数据,将表面点云数据当作待管理矿山的全尺度表面数据;

S103:基于全尺度表面数据,拟合出待管理矿山在对应采集周期的全尺度表面区域。

3. 根据权利要求1所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,S2:基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域,包括:

确定出待管理矿山的预设全覆盖占地网络中每个占地网络在预设水平面上投影坐标范围;

确定出全尺度区域中每个区域点在预设水平面上的投影坐标,并将投影坐标在投影坐标范围内的所有区域点当作对应占地网格对应的局部尺度网格区域。

4. 根据权利要求1所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,S3:基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,包括:

基于局部尺度网格区域中的边缘线将局部尺度网格区域划分为多个局部子区域,并确定出每个局部子区域的包围轮廓线的点云高度;

将局部子区域中的点云高度都小于对应包围轮廓线的点云高度的局部子区域当作凹面区域,并将局部子区域中的点云高度都大于对应包围轮廓线的点云高度的局部子区域当作凸面区域;

确定出凹面区域在预设水平面上的第一投影区域在对应局部尺度网格区域在预设水平面上的第二投影区域中的第一面积占比,并将1与第一面积占比的差值当作对应局部尺度网格区域的凹度权重,基于凹面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凹度;

确定出凸面区域在预设水平面上的第三投影区域在对应局部尺度网格区域在预设水平面上的第二投影区域中的第二面积占比,并将1与第二面积占比的差值当作对应局部尺

度网格区域的凸度权重,基于凸面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凸度。

5. 根据权利要求1所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,S4:基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,包括:

将预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域中每个局部凹度对应的凹面区域中最小高度值对应的位置点和每个局部凸度对应的凸面区域中最大高度值对应的位置点,都当作对应局部尺度网格区域的形态变化追踪点;

按照点云高度从大到小的顺序,将局部尺度网格区域中所有形态变化追踪点在预设水平面中的投影点排序拟合,获得形态变化追踪轨迹;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度。

6. 根据权利要求5所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,包括:

确定出形态变化追踪轨迹中相邻形态变化追踪点之间的指向向量;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点的点云数据差和指向向量的角度差,计算出每个形态变化追踪点的形变表征值;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点所在的凹面区域的局部凹度或凸面区域的局部凸度,计算出每个形态变化追踪点的凹凸度形变权重;

基于同一占地网格对应的两个形态变化追踪轨迹中所有形态变化追踪点的形变表征值和凹凸度形变权重,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度。

7. 根据权利要求1所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,S5:基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果,包括:

基于所有占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度,确定出每个占地网格的综合形态变化度;

将综合形态变化度超出综合形态变化度阈值的占地网格在最新预设采集周期中的局部尺度网格区域,当作待管理矿山的当前危险区;

基于当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,生成矿山维护管理计划,将矿山维护管理计划当作矿山智能化管理结果。

8. 根据权利要求7所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,基于所有占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度,确定出每个占地网格的综合形态变化度,包括:

按照时序将每个占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度进行排序,获得形态变化度序列,并将形态变化度序列当作对应占地网格的综合形态变化度。

9. 根据权利要求8所述的智能化矿山管理方法,其特征在于,基于当前危险区中包含的

所有占地网格的综合形态变化度,生成矿山维护管理计划,包括:

将当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,输入至预先训练好的矿山维护管理矿山维护管理计划生成模型,获得矿山维护管理计划;

其中,矿山维护管理矿山维护管理计划生成模型为经过大量包含危险区在矿山表面中的相对位置和危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度以及对应的维护管理操作训练获得的模型。

10. 一种智能化矿山管理系统,其特征在于,包括:

区域生成模块,用于基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域;

网格划分模块,用于基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度表面区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域;

凹凸度计算模块,用于基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度;

变化度计算模块,用于基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度;

维护管理模块,用于基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果。

一种智能化矿山管理方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及智能化管理技术领域,特别涉及一种智能化矿山管理方法及系统。

背景技术

[0002] 目前,基于物联网技术的发展,将矿山管理与物联网结合,实现矿山状况的数字化、信息化、虚拟化、智能化、集成化,并运用计算机、网络、通信、虚拟仿真、自动控制及监测等技术实现对矿山各类信息进行全面、高效、有序管理,实现了矿山信息的集成化,提高了矿山管理的智能化程度。又因为矿产资源开采强度的不断加强,长期的矿产资源开发对矿山原有的地形地貌、地质构造、生态环境等造成较大影响,使矿山的地质生态环境日趋恶化,主要表现为:矿山地质灾害、水层破坏、土地资源破坏、地形地貌景观破坏等。以上矿山的地质生态环境的变化都需要被实时监测以防出现危险情况。

[0003] 但是,现有智能化矿山管理方法仅可实现对矿山信息的智能采集和集成管理,并未实现对其信息的深层次整合分析,更为实现对矿山表面情况的分析以及更深层次的地质生态环境的管理维护,例如公开号为“CN115953137A”、专利名称为“一种矿山智能化管理方法及系统”,其方法包括以下步骤:实时获取由摄像机拍摄的进入矿山监测区域的人员的视频图像;基于所述视频图像进行人员身份识别,所述人员身份包括采矿人员和非采矿人员;如果是非采矿人员,发出语音警示信号;如果是采矿人员,对其进行危险动作识别;若其存在危险动作,发出语音警示信号;所述危险动作包括不符合操作规程的违规操作和在监测区域内的异常行走。本发明能够对进入矿山监测区域的人员进行人员身份识别,对采矿人员进行危险动作识别,对非采矿人员和存在危险动作的采矿人员进行语音警示,提高了矿山智能化管理水平。但是该专利无法实现对矿山表面情况的分析,也无法实现对后续针对矿山表面形变引起的矿山地质生态环境恶化情况的维护管理。

[0004] 因此,本发明提出了一种智能化矿山管理方法及系统。

发明内容

[0005] 本发明提供一种智能化矿山管理方法及系统,用以通过分析矿山表面不同区域的凹凸度变化情况,实现对矿山表面的形态变化情况的分析,并进一步基于表面形变情况确定出危险区,对危险区进行针对性维护管理,进而实现对矿山表面形变可能引起的矿山地质生态环境恶化情况的智能化维护管理。

[0006] 本发明提供一种智能化矿山管理方法,包括:

S1:基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域;

S2:基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度表面区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域;

S3:基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度;

S4:基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度;

S5:基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果。

[0007] 优选的,S1:基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域,包括:

S101:基于预设采集周期采集待管理矿山的表面图像,将所有表面图像进行融合获得待管理矿山的完整表面图像;

S102:基于完整表面图像生成待管理矿山在对应预设采集周期的表面点云数据,将表面点云数据当作待管理矿山的全尺度表面数据;

S103:基于全尺度表面数据,拟合出待管理矿山在对应采集周期的全尺度表面区域。

[0008] 优选的,S2:基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域,包括:

确定出待管理矿山的预设全覆盖占地网络中每个占地网络在预设水平面上投影坐标范围;

确定出全尺度区域中每个区域点在预设水平面上的投影坐标,并将投影坐标在投影坐标范围内的所有区域点当作对应占地网格对应的局部尺度网格区域。

[0009] 优选的,S3:基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,包括:

基于局部尺度网格区域中的边缘线将局部尺度网格区域划分为多个局部子区域,并确定出每个局部子区域的包围轮廓线的点云高度;

将局部子区域中的点云高度都小于对应包围轮廓线的点云高度的局部子区域当作凹面区域,并将局部子区域中的点云高度都大于对应包围轮廓线的点云高度的局部子区域当作凸面区域;

确定出凹面区域在预设水平面上的第一投影区域在对应局部尺度网格区域在预设水平面上的第二投影区域中的第一面积占比,并将1与第一面积占比的差值当作对应局部尺度网格区域的凹度权重,基于凹面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凹度;

确定出凸面区域在预设水平面上的第三投影区域在对应局部尺度网格区域在预设水平面上的第二投影区域中的第二面积占比,并将1与第二面积占比的差值当作对应局部尺度网格区域的凸度权重,基于凸面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凸度。

[0010] 优选的,S4:基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,包括:

将预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域中每个局部凹度对应的凹面区域中最小高度值对应的位置点和每个局部凸度对

应的凸面区域中最大高度值对应的位置点,都当作对应局部尺度网格区域的形态变化追踪点;

按照点云高度从大到小的顺序,将局部尺度网格区域中所有形态变化追踪点在预设水平面中的投影点排序拟合,获得形态变化追踪轨迹;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度。

[0011] 优选的,基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,包括:

确定出形态变化追踪轨迹中相邻形态变化追踪点之间的指向向量;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点的点云数据差和指向向量的角度差,计算出每个形态变化追踪点的形变表征值;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点所在的凹面区域的局部凹度或凸面区域的局部凸度,计算出每个形态变化追踪点的凹凸度形变权重;

基于同一占地网格对应的两个形态变化追踪轨迹中所有形态变化追踪点的形变表征值和凹凸度形变权重,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度。

[0012] 优选的,S5:基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果,包括:

基于所有占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度,确定出每个占地网格的综合形态变化度;

将综合形态变化度超出综合形态变化度阈值的占地网格在最新预设采集周期中的局部尺度网格区域,当作待管理矿山的当前危险区;

基于当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,生成矿山维护管理计划,将矿山维护管理计划当作矿山智能化管理结果。

[0013] 优选的,基于所有占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度,确定出每个占地网格的综合形态变化度,包括:

按照时序将每个占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度进行排序,获得形态变化度序列,并将形态变化度序列当作对应占地网格的综合形态变化度。

[0014] 优选的,基于当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,生成矿山维护管理计划,包括:

将当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,输入至预先训练好的矿山维护管理矿山维护管理计划生成模型,获得矿山维护管理计划;

其中,矿山维护管理矿山维护管理计划生成模型为经过大量包含危险区在矿山表面中的相对位置和危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度以及对应的维护管理操作训练获得的模型。

[0015] 本发明提供一种智能化矿山管理系统,包括:

区域生成模块,用于基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基

于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域；

网格划分模块,用于基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度表面区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域；

凹凸度计算模块,用于基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度；

变化度计算模块,用于基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度；

维护管理模块,用于基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果。

[0016] 本发明区别于现有技术的有益效果为:通过分析矿山表面不同区域的凹凸度变化情况,实现对矿山表面的形态变化情况的分析,并进一步基于表面形变情况确定出危险区,对危险区进行针对性维护管理,进而实现对矿山表面形变可能引起的矿山地质生态环境恶化情况的智能化维护管理。

[0017] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0018] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0019] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

图1为本发明实施例中的一种智能化矿山管理方法流程图；

图2为本发明实施例中的一种智能化矿山管理方法流程图。

具体实施方式

[0020] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 实施例1:本发明提供了一种智能化矿山管理方法,参考图1,包括:

S1:基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域；

S2:基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度表面区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域；

S3:基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度；

S4:基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度；

S5:基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前

危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果。

[0022] 该实施例中,预设采集周期即为预设的采集待管理矿山的全尺度表面数据地周期。

[0023] 该实施例中,全尺度表面数据即为即为表征待管理矿山的外表面的三维尺寸(或三维点云)的数据。

[0024] 该实施例中,全尺度表面区域即为即为被确定出三维尺寸(或三维点云的)待管理矿山的外表面区域。

[0025] 该实施例中,预设全覆盖占地网格即为即为待管理矿山的覆盖占地地面划分获得的网格,例如以小于1千米乘以一千米的单位面积对待管理矿山的覆盖占地地面进行划分获得的网格。

[0026] 该实施例中,局部尺度网格区域即为对全尺度表面区域进行网格划分后获得的网格区域。

[0027] 该实施例中,凹面区域即为即为局部尺度网格区域中相对于水平面向下凹陷的区域。

[0028] 该实施例中,凸面区域即为局部尺度网格区域中相对于水平面向上凸出的区域。

[0029] 该实施例中,局部凹度即为表征凹面区域的凹陷程度的数值。

[0030] 该实施例中,局部凸度即为表征凸面区域的凸出程度的数值。

[0031] 该实施例中,占地网格即为预设全覆盖占地网格中的单个区域网格。

[0032] 该实施例中,形态变化度即为表征待管理矿山表面中在预设水平面上的投影在对应占地网格的部分表面区域的形态,在对应相邻采集周期之间产生的变化程度。

[0033] 该实施例中,当前危险区即为待管理矿山表面中确定出的危险区域,例如可能存在过度塌陷或结构应力不稳定的区域。

[0034] 该实施例中,矿山维护管理即为生成针对待表面矿山的当前危险区的维护管理计划的过程。

[0035] 该实施例中,矿山智能化管理结果即为生成的矿山维护管理计划。

[0036] 以上技术的有益效果为:通过分析矿山表面不同区域的凹凸度变化情况,实现对矿山表面的形态变化情况的分析,并进一步基于表面形变情况确定出危险区,对危险区进行针对性维护管理,进而实现对矿山表面形变可能引起的矿山地质生态环境恶化情况的智能化维护管理。

[0037] 实施例2:在实施例1的基础上,S1:基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域,参考图2,包括:

S101:基于预设采集周期采集待管理矿山的表面图像,将所有表面图像进行融合获得待管理矿山的完整表面图像;

S102:基于完整表面图像生成待管理矿山在对应预设采集周期的表面点云数据,将表面点云数据当作待管理矿山的全尺度表面数据;

S103:基于全尺度表面数据(中的表面点云数据),拟合出待管理矿山在对应采集周期的全尺度表面区域(用三维模型表示)。

[0038] 该实施例中,表面图像即为利用装载有摄像装置的无人机获取的包含待管理表面形态的图像。

[0039] 该实施例中,完整表面图像将所有表面图像进行融合获得包含待管理矿山表面的完整形态的图像。

[0040] 该实施例中,将所有表面图像进行融合获得待管理矿山的完整表面图像,即为:按照表面图像中包含的矿山局部表面形态在完整表面形态中的相对位置,确定表面图像的相对拼接位置,并基于相对拼接位置进行拼接后获得待管理矿山的完整表面图像。

[0041] 该实施例中,表面点云数据即为即为包含待管理矿山在对应预设采集周期的表面所有位置点的三维点云数据。

[0042] 该实施例中,基于完整表面图像生成待管理矿山在对应预设采集周期的表面点云数据即为:

基于GAN(生成对抗网络)和待管理矿山的完整表面图像,确定出待管理矿山在对应预设采集周期的全尺度表面点云数据。

[0043] 以上技术的有益效果为:通过对按照预设采集周期获得的待管理矿山的表面图像进行融合获得包含待管理矿山表面的完整形态的完整表面图像,并进一步的基于完整表面图像生成待管理矿山的表面的三维点云数据,并将三维点云数据当作待管理矿山的全尺度表面数据拟合出表征待管理矿山在对应采集周期的表面形态的三维模型的全尺度表面区域。

[0044] 实施例3:在实施例1的基础上,S2:基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域,包括:

确定出待管理矿山的预设全覆盖占地网络中每个占地网络在预设水平面上投影坐标范围;

确定出全尺度区域中每个区域点在预设水平面上的投影坐标,并将投影坐标在投影坐标范围内的所有区域点当作对应占地网格对应的局部尺度网格区域。

[0045] 该实施例中,预设水平面即为预设坐标系中的xOy平面,该xOy平面与待管理矿山的占地平面大致平行。

[0046] 该实施例中,投影坐标范围即为占地网络中每个位置点在预设水平面上投影坐标汇总后获得的坐标范围。

[0047] 该实施例中,区域点即为全尺度区域中包含的位置点。

[0048] 以上技术的有益效果为:基于占地网格和全尺度区域中每个区域点在预设水平面上的投影坐标,使得划分获得的局部尺度网格区域与对应的占地网格在预设水平面上具有相同的投影区域,使得后续分析出的局部尺度网格区域的局部凸度和局部凹度在待管理矿山表面的分布均匀。

[0049] 实施例4:在实施例1的基础上,S3:基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,包括:

基于局部尺度网格区域中的边缘线将局部尺度网格区域划分为多个局部子区域,并确定出每个局部子区域的包围轮廓线的点云高度;

将局部子区域中的点云高度都小于对应包围轮廓线的点云高度的局部子区域当作凹面区域,并将局部子区域中的点云高度都大于对应包围轮廓线的点云高度的局部子区域当作凸面区域;

确定出凹面区域在预设水平面上的第一投影区域在对应局部尺度网格区域在预设水平面上的第二投影区域中的第一面积占比,并将1与第一面积占比的差值当作对应局部尺度网格区域的凹度权重,基于凹面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凹度;

确定出凸面区域在预设水平面上的第三投影区域在对应局部尺度网格区域在预设水平面上的第二投影区域中的第二面积占比,并将1与第二面积占比的差值当作对应局部尺度网格区域的凸度权重,基于凸面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凸度。

[0050] 该实施例中,边缘线即为基于Canny边缘检测器等边缘检测算法对包含局部尺度网格区域的完整表面图像进行边缘检测后,获得的局部尺度网格区域中包含的边缘线段。

[0051] 该实施例中,局部子区域即为由局部尺度网格区域中包含的边缘线对局部尺度网格区域进行划分后获得的区域。

[0052] 该实施例中,包围轮廓线即为包围局部子区域的边缘线。

[0053] 该实施例中,点云高度即为包围轮廓线中每个点在待管理矿山表面对应的位置点的三维点云数据中在预设坐标系中的竖坐标值。

[0054] 该实施例中,局部子区域中的点云高度都小于(或都大于)对应包围轮廓线的点云高度即为:局部子区域中的所有位置点的三维点云数据中的竖坐标值都小于(或都大于)对应包围轮廓线中的所有位置点的三维点云数据中的竖坐标值。

[0055] 该实施例中,第一投影区域即为凹面区域在预设水平面上的投影区域。

[0056] 该实施例中,第二投影区域即为局部尺度网格区域在预设水平面上的投影区域。

[0057] 该实施例中,第一面积占比即为第一投影区域的面积和第二投影区域的面积的比值。

[0058] 该实施例中,凹度权重即为表征计算对应凹面区域的局部凹度时,凹面区域的最大高度差的计算权重。

[0059] 该实施例中,基于凹面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凹度,即为:将凹面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重的乘积当作对应凹面区域的局部凹度,将局部尺度网格区域中所有凹面区域的局部凹度当作对应局部尺度网格区域的局部凹度。

[0060] 该实施例中,不同点云的最大高度差即为凹面区域中不同位置点的三维点云数据中的竖坐标值的差值中的最大值。

[0061] 该实施例中,第三投影区域即为凸面区域在预设水平面上的投影区域。

[0062] 该实施例中,第二面积占比即为第三投影区域的面积和第二投影区域的面积的比值。

[0063] 该实施例中,凸度权重即为表征计算对应凸面区域的局部凹度时,凸面区域的最大高度差的计算权重。

[0064] 该实施例中,基于凸面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重计算出局部尺度网格区域的局部凸度,即为:

将凸面区域中不同点云的最大高度差和凹面区域的凹度权重的乘积当作局部尺度网格区域的局部凸度,将局部尺度网格区域中所有凸面区域的局部凸度当作对应局部尺

度网格群矛的局部凸度。

[0065] 以上技术的有益效果为:基于边缘线对局部尺度网格区域进行划分,获得多个局部子区域,并基于子区域中的点云高度和包围其的包围轮廓线的点云高度判断其为凹面区域还是凸面区域,并以面积越大,凹度(或凸度)权重的数值越小的原则,基于凹面区域或凸面区域在预设水平面上的投影面积在局部尺度网格区域在预设水平面上的投影面积中的占比,计算出凹度(或凸度)权重,并结合凹面(或凸面)区域中的最大高度差,准确地计算出了局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度。

[0066] 实施例5:在实施例1的基础上,S4:基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,包括:

将预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域中每个局部凹度对应的凹面区域中最小高度值对应的位置点和每个局部凸度对应的凸面区域中最大高度值对应的位置点,都当作对应局部尺度网格区域的形态变化追踪点;

按照点云高度从大到小的顺序,将局部尺度网格区域中所有形态变化追踪点在预设水平面中的投影点排序拟合,获得形态变化追踪轨迹;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度。

[0067] 该实施例中,形态变化追踪点包括:预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域中每个局部凹度对应的凹面区域中最小高度值对应的位置点和每个局部凸度对应的凸面区域中最大高度值对应的位置点。

[0068] 该实施例中,形态变化追踪轨迹即为:按照形态变化追踪点的点云高度数值从大到小的顺,将局部尺度网格区域中所有形态变化追踪点在预设水平面中的投影点排序拟合后获得的轨迹。

[0069] 以上技术的有益效果为:利用点云高度,将预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域中每个局部凹度对应的凹面区域中最小高度值对应的位置点和每个局部凸度对应的凸面区域中最大高度值对应的位置点当作形态变化追踪点进行排序拟合,获得形态变化追踪轨迹,基于形态变化追踪轨迹计算占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,实现了从占地网格在对应相邻采集周期的凹面区域中最小高度值对应的位置点和凸面区域中最大高度值对应的位置点之间的差距,准确计算出表征待管理矿山表面中在预设水平面上的投影在对应占地网格的部分表面区域的形态在对应相邻采集周期之间产生的变化程度的形态变化度。

[0070] 实施例6:在实施例5的基础上,基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,包括:

确定出形态变化追踪轨迹中相邻形态变化追踪点之间的指向向量;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点的点云数据差和指向向量的角度差,计算出每个形态变化追踪点的形变表征值;

基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点所在的凹面区域的局部凹度或凸面区域的局部凸度,计算出每个形态变化追踪点的凹凸度形变权重;

基于同一占地网格对应的两个形态变化追踪轨迹中所有形态变化追踪点的形变表征值和凹凸度形变权重,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度。

[0071] 该实施例中,指向向量即为从形态变化追踪轨迹中相邻形态变化追踪点中在前的形态变化追踪点指向在后的形态变化追踪点的向量。

[0072] 该实施例中,点云数据差即为当前计算的两个形态变化追踪点的三维点云数据中的三维坐标值之间的差值,即当前计算的两个形态变化追踪点在预设三维坐标系(即用于表示三维点云数据的三维坐标系)中的距离。

[0073] 该实施例中,指向向量的角度差即为:

计算出当前计算的两个形态变化追踪点分别与对应前一形态变化追踪点之间的指向向量之间的第一角度差,若没有对应的前一形态变化追踪点是,则对应的第一角度差取值为0;

计算出当前计算的两个形态变化追踪点分别与对应后一形态变化追踪点之间的指向向量之间的第二角度差,若没有对应的后一形态变化追踪点时,则对应的第二角度差取值为0;

将上述第一角度差和第二角度差的均值当作当前计算的两个形态变化追踪点的指向向量的角度差。

[0074] 该实施例中,形变表征值即为表征同一占地网格的形态变化追踪点在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的点云数据的变化程度和指向向量的角度的变化程度的表征值。

[0075] 该实施例中,基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点的点云数据差和指向向量的角度差,计算出每个形态变化追踪点的形变表征值,包括

计算出占地网格在预设水平面上的投影坐标范围中不同坐标值之间的差值中的最大值:

将相同序数的形态变化追踪点的点云数据差与上述最大值的比值当作第一形变表征值(即为表征相同序数的形态变化追踪点的点云数据的变化程度的数值);

将角度差与180度的比值当作第二形变表征值(即为表征相同序数的形态变化追踪点的所有指向向量的角度的变化程度的数值);

将第一形变表征值和第二形变表征值的均值当作对应形态变化追踪点的形变表征值。

[0076] 该实施例中,凹凸度形变权重即为相同序数的形态变化追踪点的凹度或凸度之间的变化值。

[0077] 该实施例中,基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点所在的凹面区域的局部凹度或凸面区域的局部凸度,计算出每个形态变化追踪点的凹凸度形变权重,即为:

将同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追

踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点所在的凹面区域的局部凹度或凸面区域的局部凸度的差值,当作对应形态变化追踪点的凹凸度形变权重。

[0078] 该实施例中,基于同一占地网格对应的两个形态变化追踪轨迹中所有形态变化追踪点的形变表征值和凹凸度形变权重,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,即为:

将同一占地网格对应的两个形态变化追踪轨迹中所有形态变化追踪点的形变表征值和凹凸度形变权重的乘积的均值,当作占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度。

[0079] 以上技术的有益效果为:基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点的点云数据差和指向向量的角度差,准确计算出表征同一占地网格的形态变化追踪点在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的点云数据的变化程度和指向向量的角度的变化程度的形变表征值,实现了形态变化追踪点在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的变化程度的准确量化,并基于同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的形态变化追踪轨迹中相同序数的形态变化追踪点所在的凹面区域的局部凹度或凸面区域的局部凸度,准确计算出每个形态变化追踪点的凹凸度形变权重,并进一步地,基于同一占地网格对应的两个形态变化追踪轨迹中所有形态变化追踪点的形变表征值和凹凸度形变权重,准确计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度,实现了表征待管理矿山表面中在预设水平面上的投影在对应占地网格的部分表面区域的形态在对应相邻采集周期之间产生的变化程度的准确量化。

[0080] 实施例7:在实施例1的基础上,S5:基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果,包括:

基于所有占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度,确定出每个占地网格的综合形态变化度;

将综合形态变化度超出综合形态变化度阈值的占地网格在最新预设采集周期中的局部尺度网格区域,当作待管理矿山的当前危险区;

基于当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,生成矿山维护管理计划,将矿山维护管理计划当作矿山智能化管理结果。

[0081] 该实施例中,管理周期即为预设的生成不同矿山维护管理计划的间隔周期。

[0082] 该实施例中,综合形态变化度即为表征占地网格在管理周期内的总形变程度的数值。

[0083] 该实施例中,综合形态变化度阈值即为预设的用于筛选出危险区的形态变化度的筛选阈值。

[0084] 该实施例中,矿山维护管理计划即为包含对危险区的具体维护管理操作的计划;该计划是由预先训练好的矿山维护管理计划生成模型确定出的;

矿山维护管理计划生成模型是由多个包含危险区在矿山表面中的相对位置和危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度以及对应的维护管理操作训练获得的、可用于确定出当前危险区的矿山维护管理计划的模型。

[0085] 以上技术的有益效果为:基于占地网格在管理周期内所有相邻采集周期的形态变

化度计算出其综合形态变化度,并进一步基于综合形态变化度阈值筛选出危险区,将危险区内包含的所有占地网格的综合形态变化度当作预先训练好的矿山维护管理计划生成模型的输入,实现针对当前危险区的矿山维护管理计划的合理确定。

[0086] 实施例8:在实施例7的基础上,基于所有占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度,确定出每个占地网格的综合形态变化度,包括:

按照时序将每个占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度进行排序,获得形态变化度序列,并将形态变化度序列当作对应占地网格的综合形态变化度。

[0087] 该实施例中,形态变化度序列按照时序将每个占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度进行排序后生成的序列。

[0088] 以上技术的有益效果为:将按照时序将每个占地网格在管理周期中包含的所有相邻采集周期的形态变化度进行排序后获得的形态变化度序列当作对应占地网格的综合形态变化度,确定出完整表征待管理矿山表面的占地网格在管理周期中的形变程度的变化过程的数值,保证了确定出的矿山维护管理计划的精度。

[0089] 实施例9:在实施例8的基础上,基于当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,生成矿山维护管理计划,包括:

将当前危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度,输入至预先训练好的矿山维护管理计划生成模型,获得矿山维护管理计划;

其中,矿山维护管理计划生成模型为经过大量包含危险区在矿山表面中的相对位置和危险区中包含的所有占地网格的综合形态变化度以及对应的维护管理操作训练获得的模型。

[0090] 以上技术的有益效果为:基于预先训练好的矿山维护管理计划生成模型,保证了确定出的矿山维护管理计划的科学度。

[0091] 实施例10:本发明提供了一种智能化矿山管理系统,包括:

区域生成模块,用于基于预设采集周期采集待管理矿山的全尺度表面数据,并基于全尺度表面数据生成每个采集周期的全尺度表面区域;

网格划分模块,用于基于待管理矿山的预设全覆盖占地网格,对全尺度表面区域进行网格划分,获得多个局部尺度网格区域;

凹凸度计算模块,用于基于每个局部尺度网格区域中的凹面区域和凸面区域以及局部尺度网格区域的占地面积,计算出局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度;

变化度计算模块,用于基于预设全覆盖占地网格中同一占地网格在相邻采集周期中对应的两个局部尺度网格区域的局部凹度和局部凸度,计算出占地网格在对应相邻采集周期的形态变化度;

维护管理模块,用于基于所有占地网格的形态变化度,确定出待管理矿山的当前危险区,基于当前危险区进行矿山维护管理,获得矿山智能化管理结果。

[0092] 以上技术的有益效果为:通过分析矿山表面不同区域的凹凸度变化情况,实现对矿山表面的形态变化情况的分析,并进一步基于表面形变情况确定出危险区,对危险区进行针对性维护管理,进而实现对矿山表面形变可能引起的矿山地质生态环境恶化情况的智能化维护管理。

[0093] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

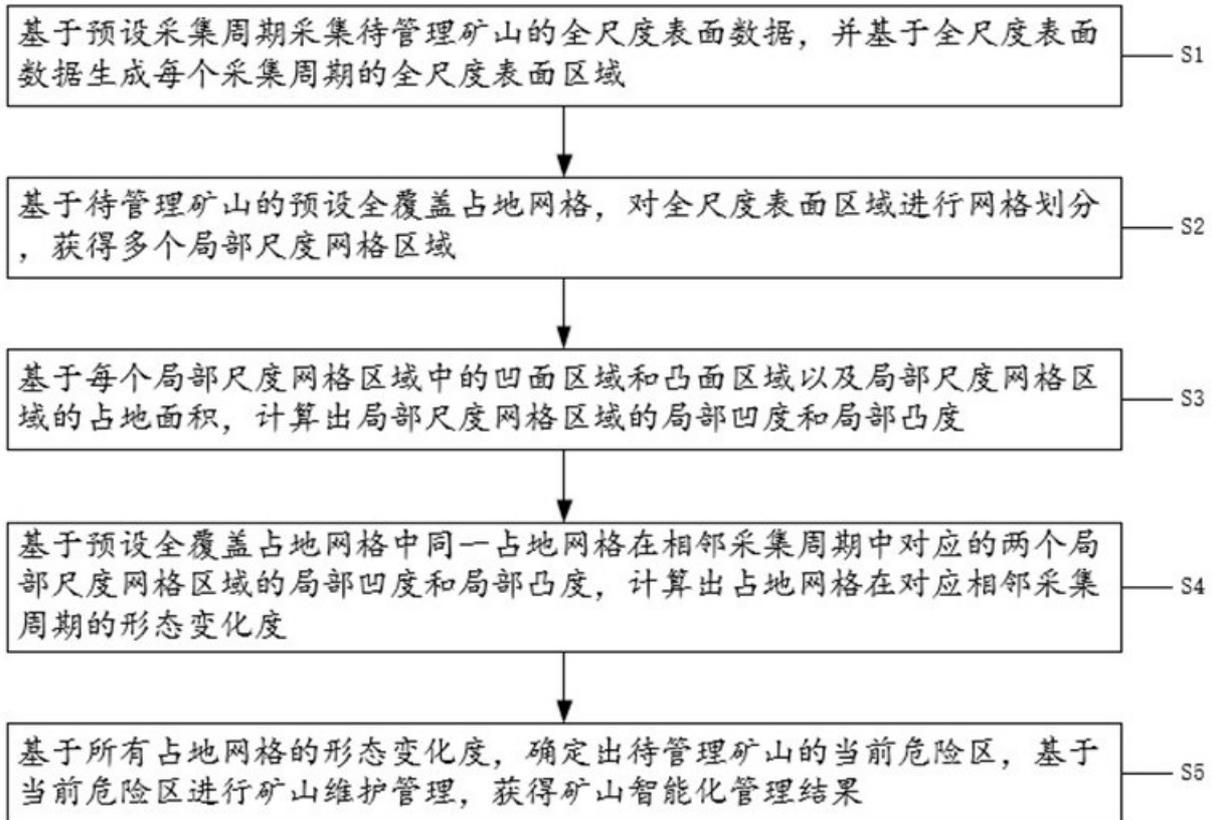


图 1

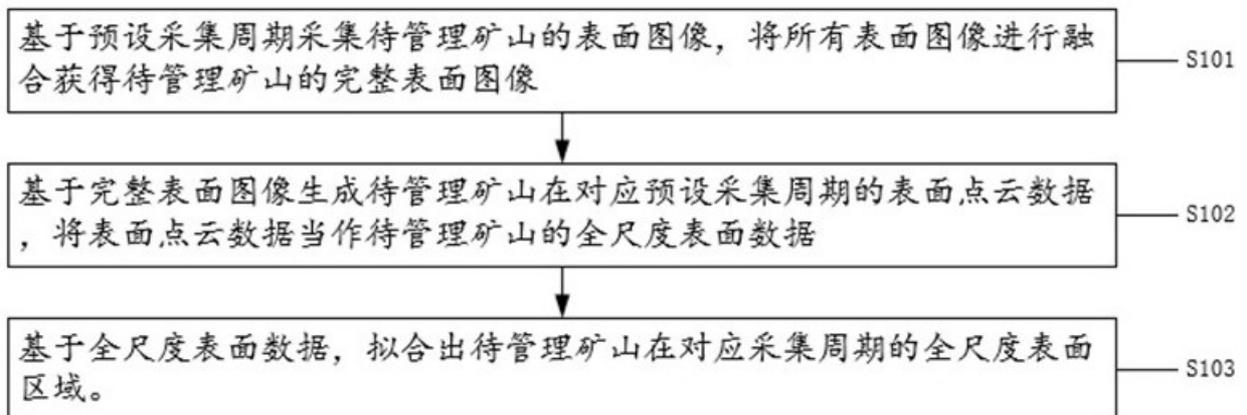


图 2