



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116309552 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 29

(21) 申请号 202310531036.1

(22) 申请日 2023.05.12

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 116309552 A

(43) 申请公布日 2023.06.23

(73) 专利权人 西南交通大学  
地址 610031 四川省成都市二环路北一段  
111号

(72) 发明人 杨长卫 代明明 潘彝滔 王冠翰  
于佳琪

(74) 专利代理机构 北京集智东方知识产权代理  
有限公司 11578  
专利代理师 刘林

(51) Int. Cl.  
G06T 7/00 (2017.01)  
G06T 7/11 (2017.01)  
G06T 7/136 (2017.01)  
G06T 5/40 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 108974044 A, 2018.12.11
- CN 111829507 A, 2020.10.27
- CN 114841995 A, 2022.08.02
- WO 2021000524 A1, 2021.01.07
- CN 115249263 A, 2022.10.28
- CN 108829936 A, 2018.11.16
- CN 106779326 A, 2017.05.31
- CN 112541887 A, 2021.03.23
- CN 115114706 A, 2022.09.27
- CN 115310767 A, 2022.11.08
- CN 115752400 A, 2023.03.07
- CN 115988445 A, 2023.04.18
- CN 109083162 A, 2018.12.25
- CN 114912181 A, 2022.08.16
- CN 111324146 A, 2020.06.23
- CN 102411776 A, 2012.04.11
- JP 2012197604 A, 2012.10.18

(续)

审查员 张楠霞

权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

既有线老旧挡墙的健康状态评估方法、装置、设备及介质

(57) 摘要

本发明提供了一种既有线老旧挡墙的健康状态评估方法、装置、设备及介质,涉及挡墙评估技术领域,包括采集挡墙的初始图像和机器人在挡墙上的运行轨迹;对运行轨迹进行函数分析,得到缺陷区域;利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域,将挡墙区域转化为HSV图像,从HSV图像与预设的空间阈值对照表进行对比,得到渗水区域;采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数,根据分形维数判断出杂草区域;对缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域进行雷达探测得到空洞的数量;基于缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞的数量评估得到挡墙的健康状态;本发明用于解决现有技术采用人工测量的方式,消耗大量的时间、物力和财力的技术问题。

CN 116309552 B



[接上页]

(56) 对比文件

JP 6210524 B1, 2017.10.11  
WO 2015187952 A1, 2015.12.10

CN 108140218 A, 2018.06.08

赵晓勇 等. 隧道下穿既有线铁路施工对车站安全性影响及最优方案研究. 施工技术. 2015, 第44卷(第24期), 90-93.

1. 一种既有线老旧挡墙的健康状态评估方法,其特征在于,包括:
  - 采集挡墙的初始图像和机器人在挡墙上的运行轨迹,所述挡墙为既有线老旧挡墙,包括:
  - 获取机器人行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数;
  - 根据行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数计算得到单位脉冲的里程;
  - 获取机器人在爬墙过程中每个单位脉冲所对应的里程,得到测点序列;
  - 对所述测点序列进行曲线拟合,得到机器人在挡墙上的运行轨迹;
  - 对所述运行轨迹进行函数分析,得到缺陷区域,包括:
    - 依次遍历运行轨迹,对遍历到的轨迹点进行一次求导和二次求导得到一阶导数和二阶导数;
    - 若轨迹点存在一阶导数、二阶导数为零,且轨迹点的左侧一阶导数不等于右侧一阶导数,则轨迹点所在区域存在裂缝;
    - 若轨迹点存在一阶导数和二阶导数,且二阶导数大于零,则轨迹点所在区域存在下陷;
    - 若轨迹点存在一阶导数和二阶导数,且二阶导数小于零,则轨迹点所在区域存在鼓胀;
    - 将裂缝、下陷和鼓胀所在的区域作为缺陷区域;
    - 利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域,将挡墙区域转化为HSV图像,从所述HSV图像与预设的空间阈值对照表进行对比,得到渗水区域;
    - 采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数,根据分形维数判断出杂草区域;
    - 对缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域进行雷达探测得到空洞的数量;
    - 基于缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞的数量评估得到挡墙的健康状态,包括:
      - 分别统计缺陷区域、杂草区域和渗水区域出现的次数;
      - 根据缺陷区域、杂草区域、渗水区域出现的次数和空洞的数量依次计算缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞的权重;
      - 由缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞的权重计算得到挡墙的评分;
      - 根据所述评分判断挡墙的健康状态为优良、合格或失格。
2. 根据权利要求1所述的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法,其特征在于,利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域,包括:
  - 建立初始图像的灰度直方图;
  - 依次选取灰度直方图中的每一个灰度级作为分割阈值;
  - 利用所选取的分割阈值计算得到灰度直方图的平均灰度值;
  - 由所述平均灰度值计算得到灰度直方图的类方差;
  - 比较每个灰度值作为阈值得到的类方差的大小,将类方差最大值所对应的灰度值作为最佳分割阈值;
  - 由所述最佳分割阈值从灰度直方图中划分出的前景作为挡墙区域。
3. 根据权利要求1所述的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法,其特征在于,采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数,根据分形维数判断出杂草区域,包括:
  - 将挡墙区域划分为若干个方块;
  - 将预设边长的正方体盒子覆盖每个方块,得到将每个方块覆盖完毕时所需的正方体盒

子数量；

根据正方体盒子数量和正方体盒子的预设边长计算得到每个方块对应的分形维数；

比较每个方块的分形维数与第一预设值的大小；

若方块的分形维数大于第一预设值，则方块为杂草区域；

否则，方块为非杂草区域。

4. 一种既有线老旧挡墙的健康状态评估装置，其特征在于，包括：

采集模块：用于采集挡墙的初始图像和机器人在挡墙上的运行轨迹，所述挡墙为既有线老旧挡墙，包括：

获取机器人行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数；

根据行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数计算得到单位脉冲的里程；

获取机器人在爬墙过程中每个单位脉冲所对应的里程，得到测点序列；

对所述测点序列进行曲线拟合，得到机器人在挡墙上的运行轨迹；

分析模块：用于对所述运行轨迹进行函数分析，得到缺陷区域，包括：

依次遍历运行轨迹，对遍历到的轨迹点进行一次求导和二次求导得到一阶导数和二阶导数；

若轨迹点存在一阶导数、二阶导数为零，且轨迹点的左侧一阶导数不等于右侧一阶导数，则轨迹点所在区域存在裂缝；

若轨迹点存在一阶导数和二阶导数，且二阶导数大于零，则轨迹点所在区域存在下陷；

若轨迹点存在一阶导数和二阶导数，且二阶导数小于零，则轨迹点所在区域存在鼓胀；

将裂缝、下陷和鼓胀所在的区域作为缺陷区域；

第一判断模块：用于利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域，将挡墙区域转化为HSV图像，从所述HSV图像与预设的空间阈值对照表进行对比，得到渗水区域；

第二判断模块：用于采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数，根据分形维数判断出杂草区域；

探测模块：用于对缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域进行雷达探测得到空洞的数量；

评估模块：用于基于缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞的数量评估得到挡墙的健康状态，包括：

分别统计缺陷区域、杂草区域和渗水区域出现的次数；

根据缺陷区域、杂草区域、渗水区域出现的次数和空洞的数量依次计算缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞的权重；

由缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞的权重计算得到挡墙的评分；

根据所述评分判断挡墙的健康状态为优良、合格或失格。

5. 根据权利要求4所述的既有线老旧挡墙的健康状态评估装置，其特征在于，所述第一判断模块包括：

建立单元：用于建立初始图像的灰度直方图；

选取单元：用于依次选取灰度直方图中的每一个灰度级作为分割阈值；

利用所选取的分割阈值计算得到灰度直方图的平均灰度值；

第二计算单元：用于由所述平均灰度值计算得到灰度直方图的类方差；

第一比较单元:用于比较每个灰度值作为阈值得到的类方差的大小,将类方差最大值所对应的灰度值作为最佳分割阈值;

第一划分单元:用于由所述最佳分割阈值从灰度直方图中划分出的前景作为挡墙区域。

6. 根据权利要求4所述的既有线老旧挡墙的健康状态评估装置,其特征在于,所述第二判断模块包括:

第二划分单元:用于将挡墙区域划分为若干个方块;

覆盖单元:用于将预设边长的正方体盒子覆盖每个方块,得到将每个方块覆盖完毕时所需的正方体盒子数量;

第三计算单元:用于根据正方体盒子数量和正方体盒子的预设边长计算得到每个方块对应的分形维数;

第二比较单元:用于比较每个方块的分形维数与第一预设值的大小;

若方块的分形维数大于第一预设值,则方块为杂草区域;

否则,方块为非杂草区域。

7. 一种既有线老旧挡墙的健康状态评估设备,其特征在于,包括:

存储器,用于存储计算机程序;

处理器,用于执行所述计算机程序时实现如权利要求1至3任一项所述既有线老旧挡墙的健康状态评估方法的步骤。

8. 一种可读存储介质,其特征在于,所述可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至3任一项所述既有线老旧挡墙的健康状态评估方法的步骤。

## 既有线老旧挡墙的健康状态评估方法、装置、设备及介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及挡墙评估技术领域,具体而言,涉及既有线老旧挡墙的健康状态评估方法、装置、设备及介质。

### 背景技术

[0002] 目前,现有的评估既有线老旧挡墙健康状态的方法是铁路工作人员进行人工测量:首先针对既有线老旧挡墙进行图纸搜集,确定挡墙设计参数(坡度、尺寸、挡墙周围环境等);然后分别测出每一个挡墙的长、高以及坡度,接着用雷达对挡墙进行探测以及用无人机进行全景拍照,通过综合计算和分析,确定缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞等情况;最后对挡墙进行综合评估,确定挡墙的质量状态。采用人工测量的方式,不仅消耗工作人员的时间和精力,还耗费较高的物力和财力。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种既有线老旧挡墙的健康状态评估方法、装置、设备及介质,以改善上述问题。为了实现上述目的,本发明采取的技术方案如下:

[0004] 第一方面,本申请提供了一种既有线老旧挡墙的健康状态评估方法,包括:

[0005] 采集挡墙的初始图像和机器人在挡墙上的运行轨迹,所述挡墙为既有线老旧挡墙;

[0006] 对所述运行轨迹进行函数分析,得到缺陷区域;

[0007] 利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域,将挡墙区域转化为HSV图像,从所述HSV图像与预设的空间阈值对照表进行对比,得到渗水区域;

[0008] 采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数,根据分形维数判断出杂草区域;

[0009] 对缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域进行雷达探测得到空洞的数量;

[0010] 基于缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞的数量评估得到挡墙的健康状态。

[0011] 第二方面,本申请还提供了一种既有线老旧挡墙的健康状态评估装置,包括:

[0012] 采集模块:用于采集挡墙的初始图像和机器人在挡墙上的运行轨迹,所述挡墙为既有线老旧挡墙;

[0013] 分析模块:用于对所述运行轨迹进行函数分析,得到缺陷区域;

[0014] 第一判断模块:用于利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域,将挡墙区域转化为HSV图像,从所述HSV图像与预设的空间阈值对照表进行对比,得到渗水区域;

[0015] 第二判断模块:用于采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数,根据分形维数判断出杂草区域;

[0016] 探测模块:用于对缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域进行雷达探测得到空洞的数量;

[0017] 评估模块:用于基于缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞的数量评估得到挡墙的健康状态。

[0018] 第三方面,本申请还提供了一种既有线老旧挡墙的健康状态评估设备,包括:

[0019] 存储器,用于存储计算机程序;

[0020] 处理器,用于执行所述计算机程序时实现所述既有线老旧挡墙的健康状态评估方法的步骤。

[0021] 第四方面,本申请还提供了一种可读存储介质,所述可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述基于既有线老旧挡墙的健康状态评估方法的步骤。

[0022] 本发明的有益效果为:

[0023] 本发明以智能爬坡机器人和无人机作为勘测载体,并将其勘测到的数据导入到挡墙健康状态评估装置,挡墙健康状态评估装置通过雷达、图像、颜色、以及维度算法对勘测的数据进行分析和评估,判断出挡墙的缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞,从而分析得到挡墙的健康状态和健康等级,最后根据健康等级做出相对应的处理方式。本发明采用自动化勘测和自动化算法替代人工,节约了评估过程中的时间成本和人力成本,极大的推进了工作进度。

[0024] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书阐述,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实施例了解。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。

## 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0026] 图1为本发明实施例中所述的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法流程示意图;

[0027] 图2为本发明实施例中所述的既有线老旧挡墙的健康状态评估装置结构示意图;

[0028] 图3为本发明实施例中所述的既有线老旧挡墙的健康状态评估设备结构示意图。

[0029] 图中标记:

[0030] 800、既有线老旧挡墙的健康状态评估设备;801、处理器;802、存储器;803、多媒体组件;804、I/O接口;805、通信组件。

## 具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。同时,在本发明的

描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0033] 实施例1:

[0034] 本实施例提供了一种既有线老旧挡墙的健康状态评估方法。

[0035] 参见图1,图中示出了本方法包括:

[0036] S1.采集挡墙的初始图像和机器人在挡墙上的运行轨迹,所述挡墙为既有线老旧挡墙,所述初始图像可采用无人机拍摄,所述机器人为爬墙机器人;

[0037] 首先,获取挡墙的设计图纸和设计参数;然后建立三维坐标系,将挡墙的设计图纸和设计参数输入至所述三维坐标系中;在挡墙上选择起点和测量点,在三维坐标系中确定机器人的起点坐标和测量点的坐标。

[0038] 具体的,所述步骤S1包括:

[0039] S11.获取机器人行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数,本实施例中,行走轮转动一圈所对应的脉冲数为256,机器人行走轮的周长  $L$  为:

$$[0040] \quad L = 2\pi r; (1)$$

[0041] 式中, $r$ 表示行走轮的半径。

[0042] S12.根据行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数计算得到单位脉冲的里程  $\Delta s$  :

$$[0043] \quad \Delta s = \frac{L}{256}; (2)$$

[0044] S13.获取机器人在爬墙过程中每个单位脉冲所对应的里程,得到测点序列;

$$[0045] \quad S = S_0 + \Delta s * n; (3)$$

[0046] 式中, $S_0$ 表示初始位置里程, $n$ 表示脉冲计数个数, $S$ 表示实际里程值。

[0047] S14.对所述测点序列进行曲线拟合,得到机器人在挡墙上的运行轨迹;

[0048] 由于测点序列为离散点,为了更好的对数据进行分析,需要对数据点的轨迹进行建模,即曲线拟合。

[0049] 基于以上实施例,本方法还包括:

[0050] S2.对所述运行轨迹进行函数分析,得到缺陷区域;

[0051] 具体的,所述步骤S2包括:

[0052] 依次遍历运行轨迹,对遍历到的轨迹点进行一阶求导和二次求导得到一阶导数和二阶导数;

$$[0053] \quad y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{y(x+\Delta x) - y_x}{\Delta x}; (4)$$

[0054] 式中, $y_x$ 表示轨迹点的y轴坐标, $x$ 表示轨迹点的x轴坐标, $y'$ 表示轨迹点的一阶导数。

[0055] 若轨迹点存在一阶导数、二阶导数为零,且轨迹点的左侧一阶导数不等于右侧一阶导数,则轨迹点所在区域存在裂缝;

[0056] 若轨迹点存在一阶导数和二阶导数,且二阶导数大于零,则轨迹点所在区域存在

下陷;

[0057] 若轨迹点存在一阶导数和二阶导数,且二阶导数小于零,则轨迹点所在区域存在鼓胀;

[0058] 将裂缝、下陷和鼓胀所在的区域作为缺陷区域。

[0059] 基于以上实施例,本方法还包括:

[0060] S3.利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域,将挡墙区域转化为HSV图像,从所述HSV图像与预设的空间阈值对照表进行对比,得到渗水区域;

[0061] 具体的,所述步骤S3包括:

[0062] S31.建立初始图像的灰度直方图;

[0063] 优选的,可根据初始图像的大小将其切分为多个图片,划分标准为:

[0064] 令挡墙的长度为L,当 $L \leq 5\text{m}$ 时,为小挡墙类型,划分成4个图片;当 $5\text{m} < L \leq 10\text{m}$ 时,为中挡墙类型,划分成9个图片;当 $15 < L$ 时,为大挡墙类型,划分成16个图片;

[0065] 对每张图片建立灰度直方图,具体的,通过浮点算法将图片的色彩转为灰度,其中浮点算法为:

$$[0066] \quad \text{Gray} = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B; \quad (5)$$

[0067] 式中,R为红色,G为绿色,B为蓝色,Gray为转化后的灰色;灰度图计算后得到不同的值分为256个等级,0为全黑,255为全白,并将计算得到的灰度Gray转化为x、y轴为图像长宽,z轴为灰度值的三维图;

[0068] S32.依次选取灰度直方图中的每一个灰度级作为分割阈值;

[0069] S33.利用所选取的分割阈值计算得到灰度直方图的平均灰度值;

$$[0070] \quad \omega_{0i} = \sum_{i=0}^{L-1} iP_i; \quad (6)$$

[0071] 式中,i表示第i个灰度级,L表示图像共有L个灰度级, $P_i$ 表示灰度级出现的概率,

$\omega_{0i}$ 表示平均灰度值。

[0072] S34.由所述平均灰度值计算得到灰度直方图的类方差;

$$[0073] \quad \sigma_i^2 = P_B(\omega_{Bi} - \omega_{0i})^2 + P_I(\omega_{Ii} - \omega_{0i})^2; \quad (7)$$

[0074] 式中, $\sigma_i^2$ 表示类方差,I代表前景,B表示背景, $\omega_{Bi}$ 表示背景的平均灰度值,

$\omega_{Ii}$ 表示前景的平均灰度值, $P_B$ 表示背景出现概率, $P_I$ 表示前景出现概率。

[0075] 具体的, $P_B, P_I, \omega_{Ii}, \omega_{Bi}$ 的计算方式为:

$$[0076] \quad P_B = \sum_{i=0}^t P_i; \quad (8)$$

$$[0077] \quad P_I = 1 - P_B; \quad (9)$$

$$[0078] \quad \omega_{Bi} = \frac{\sum_{i=0}^t iP_i}{P_B}; \quad (10)$$

$$[0079] \quad \omega_{Ii} = \frac{\sum_{i=t+1}^{L-1} iP_i}{P_I}; \quad (11)$$

[0080] 式中,  $t$ 表示分割阈值。

[0081] S35.比较每个灰度值作为阈值得到的类方差的大小,将类方差最大值所对应的灰度值作为最佳分割阈值;

$$[0082] \quad \sigma_i^2 = P_B(\omega_{Bi} - \omega_{0i})^2 + P_I(\omega_{1i} - \omega_{0i})^2; \quad (12)$$

[0083] 式中,  $\sigma_i^2$ 表示类方差。

[0084] S36.由所述最佳分割阈值从灰度直方图中划分出的前景作为挡墙区域。

[0085] S37.通过以下方式将挡墙区域转化为HSV图像:首先计算最大通道值  $M_{min} = \min(R, G, B)$ 和最小通道值  $M_{max} = \max(R, G, B)$ 。

[0086] S38.根据最大通道值  $M_{max}$ 和最小通道值  $M_{min}$ 计算得到HSV空间中的(H、S、V)值,得到HSV图像:

$$[0087] \quad H = \begin{cases} \frac{G-B}{M_{max}-M_{min}} \times 60^\circ, (R = M_{max}) \\ \left(2 + \frac{B-R}{M_{max}-M_{min}}\right) \times 60^\circ, (G = M_{max}); \\ \left(4 + \frac{R-G}{M_{max}-M_{min}}\right) \times 60^\circ, (B = M_{max}) \end{cases}; \quad (13)$$

$$[0088] \quad S = \frac{M_{max}-M_{min}}{M_{max}}; \quad (14)$$

$$[0089] \quad V = M_{max}; \quad (15)$$

[0090] 表1

颜色	黑	灰	白	红	橙	黄	绿
$H_{min}$	0	0	0	0	156	11	35
$H_{max}$	180	180	180	10	180	25	77
$S_{min}$	0	0	0	43	43	43	43
$S_{max}$	255	43	30	255	255	255	255
$V_{min}$	0	46	221	46	46	46	46
$V_{max}$	46	220	255	255	255	255	255

[0092] S39.将HSV图像中的每个像素点与空间阈值对照表进行比较,所述空间阈值对照表中包括黑、灰、白、红、橙、黄、绿的阈值范围;若像素点的HSV值位于黄色的阈值范围内,

则表示该像素点为渗水区域,空间阈值对照表如表1所示。

[0093] 基于以上实施例,本方法还包括:

[0094] S4.采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数,根据分形维数判断出杂草区域;

[0095] 具体的,所述步骤S4包括:

[0096] S41.将挡墙区域划分为若干个方块,本实施例中,划分得到n个方块;

[0097] S42.将预设边长的正方体盒子覆盖每个方块,得到将每个方块覆盖完毕时所需的正方体盒子数量;

[0098] 本实施例中,利用边长为 $\varepsilon$ 的正方体盒子覆盖每个方块,第j个方块得到 $N_j$ 个正方体盒子;

[0099] S43.根据正方体盒子数量和正方体盒子的预设边长计算得到每个方块对应的分形维数;

$$[0100] \quad D_j = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} [\log N_j / \log (\frac{1}{\varepsilon})]; \quad (16)$$

[0101] 式中, $D_j$ 表示第j个方块对应的分形维数, $N_j$ 表示第j个方块的正方体盒子数量, $\varepsilon$ 正方体盒子的边长。

[0102] 利用公式(16)依次计算n个方块对应的分形维数,得到 $D_1、D_2、D_j \dots D_n$ 。

[0103] S44.比较每个方块的分形维数与第一预设值的大小:

[0104] 若方块的分形维数大于第一预设值,则方块为杂草区域;

[0105] 否则,方块为非杂草区域。

[0106] 本实施例中,所述第一预设值为1,依次将n个方块对应的分形维数与第一预设值进行比较,若 $D_j > 1$ ,则表示方块所在的区域为杂草区域。

[0107] 基于以上实施例,本方法还包括:

[0108] S5.对缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域进行雷达探测得到空洞的数量;

[0109] 具体的,所述步骤S5包括:

[0110] S51.将缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域划分为若干个探测区域;

[0111] S52.获取雷达探测每个探测区域所需的行程时间;

[0112] 具体的,通过不断向探测区域发射探地雷达,其发射装置以宽频短脉冲形式向下介质发送高频电磁波,遇到不同界面时,部分电磁波发生反射返回,由天线中的另一接收装置接收探测信号;

[0113] 雷达探测的行程时间为:

$$[0114] \quad t = \sqrt{4Z^2 + X^2} / v; \quad (17)$$

[0115] 式中: $v$ 电磁波传播波速, $X$ 为天线距, $Z$ 为目的层深度;

[0116] 其中:

$$[0117] \quad v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_{\gamma}}}; (18)$$

[0118] 式中  $\varepsilon_{\gamma}$  表示介电常数,  $c$  表示光的传播速度。

[0119] 由于空气的介电常数比墙体的介电常数要小, 所以电磁波在空气中的传播速度比墙体中的传播速度要快, 即在雷达探测空气比探测固态物质所需的行程时间更短, 因此, 通过行程时间可判断出探测区域中是否有空洞。

[0120] S53. 比较每个探测区域所需的行程时间与第二预设值的大小:

[0121] 具体的, 所述第二预设值可以为所有探测区域的探测时间的加权平均值;

[0122] S54. 若探测区域所需的行程时间大于第二预设值, 则探测区域存在空洞;

[0123] 否则, 探测区域没有空洞;

[0124] S55. 统计所有探测区域中空洞的数量。

[0125] 基于以上实施例, 本方法还包括:

[0126] S6. 基于缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞的数量评估得到挡墙的健康状态。

[0127] 具体的, 所述步骤S6包括:

[0128] S61. 分别统计缺陷区域、杂草区域和渗水区域出现的次数, 分别记为  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ , 空洞的数量记为  $n_4$ ;

[0129] S62. 根据缺陷区域、杂草区域、渗水区域出现的次数和空洞的数量依次计算缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞的权重;

[0130] S63. 由缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞的权重计算得到挡墙的评分F;

$$[0131] \quad F = 100 - 8 * n_1 - 2 * n_2 - 4 * n_3 - 8 * n_4; (19)$$

[0132] S64. 根据所述评分判断挡墙的健康状态为优良、合格或失格:

[0133] 1) 当  $85 \leq F \leq 100$  时, 挡墙健康状态为优良;

[0134] 2) 当  $60 \leq F \leq 85$  时, 挡墙健康状态为合格;

[0135] 3) 当  $F < 60$  时, 挡墙健康状态为失格。

[0136] 实施例2:

[0137] 如图2所示, 本实施例提供了一种既有线老旧挡墙的健康状态评估装置, 所述装置包括:

[0138] 采集模块: 用于采集挡墙的初始图像和机器人在挡墙上的运行轨迹, 所述挡墙为既有线老旧挡墙;

[0139] 分析模块: 用于对所述运行轨迹进行函数分析, 得到缺陷区域;

[0140] 第一判断模块: 用于利用二值化法从初始图像中分离出挡墙区域, 将挡墙区域转化为HSV图像, 从所述HSV图像与预设的空间阈值对照表进行对比, 得到渗水区域;

[0141] 第二判断模块: 用于采用差分盒维数法得到挡墙区域的分形维数, 根据分形维数判断出杂草区域;

[0142] 探测模块: 用于对缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域进行雷达探测得到空洞的数量;

[0143] 评估模块: 用于基于缺陷区域、杂草区域、渗水区域和空洞的数量评估得到挡墙的

健康状态。

[0144] 基于以上实施例,所述采集模块包括:

[0145] 第一获取单元:用于获取机器人行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数;

[0146] 第一计算单元:用于根据行走轮的周长和行走轮转动一圈所对应的脉冲数个数计算得到单位脉冲的里程;

[0147] 第二获取单元:用于获取机器人在爬墙过程中每个单位脉冲所对应的里程,得到测点序列;

[0148] 拟合单元:用于对所述测点序列进行曲线拟合,得到机器人在挡墙上的运行轨迹。

[0149] 基于以上实施例,所述第一判断模块包括:

[0150] 建立单元:用于建立初始图像的灰度直方图;

[0151] 选取单元:用于依次选取灰度直方图中的每一个灰度级作为分割阈值;

[0152] 第二计算单元:利用所选取的分割阈值计算得到灰度直方图的平均灰度值;

[0153] 第三计算单元:用于由所述平均灰度值计算得到灰度直方图的类方差;

[0154] 第一比较单元:用于比较每个灰度值作为阈值得到的类方差的大小,将类方差最大值所对应的灰度值作为最佳分割阈值;

[0155] 第一划分单元:用于由所述最佳分割阈值从灰度直方图中划分出的前景作为挡墙区域。

[0156] 基于以上实施例,所述第二判断模块包括:

[0157] 第二划分单元:用于将挡墙区域划分为若干个方块;

[0158] 覆盖单元:用于将预设边长的正方体盒子覆盖每个方块,得到将每个方块覆盖完毕时所需的正方体盒子数量;

[0159] 第四计算单元:用于根据正方体盒子数量和正方体盒子的预设边长计算得到每个方块对应的分形维数;

[0160] 第二比较单元:用于比较每个方块的分形维数与第一预设值的大小;

[0161] 若方块的分形维数大于第一预设值,则方块为杂草区域;

[0162] 否则,方块为非杂草区域。

[0163] 基于以上实施例,所述探测模块包括:

[0164] 第三划分单元:用于将缺陷区域、渗水缺陷和杂草区域划分为若干个探测区域;

[0165] 第三获取单元:用于获取雷达探测每个探测区域所需的行程时间;

[0166] 第三比较单元:用于比较每个探测区域所需的行程时间与第二预设值的大小;

[0167] 若探测区域所需的行程时间大于第二预设值,则探测区域存在空洞;

[0168] 否则,探测区域没有空洞;

[0169] 统计所有探测区域中空洞的数量。

[0170] 基于以上实施例,所述评估模块包括:

[0171] 统计单元:用于分别统计缺陷区域、杂草区域和渗水区域出现的次数;

[0172] 第五计算单元:用于根据缺陷区域、杂草区域、渗水区域出现的次数和空洞的数量依次计算缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞的权重;

[0173] 第六计算单元:用于由缺陷区域的权重、杂草区域的权重、渗水区域的权重和空洞

的权重计算得到挡墙的评分；

[0174] 评估单元：用于根据所述评分判断挡墙的健康状态为优良、合格或失格。

[0175] 需要说明的是，关于上述实施例中的装置，其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述，此处将不做详细阐述说明。

[0176] 实施例3：

[0177] 相应于上面的方法实施例，本实施例中还提供了一种既有线老旧挡墙的健康状态评估设备，下文描述的一种既有线老旧挡墙的健康状态评估设备与上文描述的一种既有线老旧挡墙的健康状态评估方法可相互对应参照。

[0178] 图3是根据示例性实施例示出的一种既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800的框图。如图3所示，该既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800可以包括：处理器801，存储器802。该既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800还可以包括多媒体组件803，I/O接口804，以及通信组件805中的一者或更多者。

[0179] 其中，处理器801用于控制该既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800的整体操作，以完成上述的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法中的全部或部分步骤。存储器802用于存储各种类型的数据以支持在该既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800的操作，这些数据例如可以包括用于在该既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800上操作的任何应用程序或方法的指令，以及应用程序相关的数据，例如联系人数据、收发的消息、图片、音频、视频等等。该存储器802可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现，例如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, 简称SRAM)，电可擦除可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, 简称EEPROM)，可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read-Only Memory, 简称EPROM)，可编程只读存储器(Programmable Read-Only Memory, 简称PROM)，只读存储器(Read-Only Memory, 简称ROM)，磁存储器，快闪存储器，磁盘或光盘。多媒体组件803可以包括屏幕和音频组件。其中屏幕例如可以是触摸屏，音频组件用于输出和/或输入音频信号。例如，音频组件可以包括一个麦克风，麦克风用于接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器802或通过通信组件805发送。音频组件还包括至少一个扬声器，用于输出音频信号。I/O接口804为处理器801和其他接口模块之间提供接口，上述其他接口模块可以是键盘，鼠标，按钮等。这些按钮可以是虚拟按钮或者实体按钮。通信组件805用于该既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800与其他设备之间进行有线或无线通信。无线通信，例如Wi-Fi，蓝牙，近场通信(Near Field Communication, 简称NFC)，2G、3G或4G，或它们中的一种或几种的组合，因此相应的该通信组件805可以包括：Wi-Fi模块，蓝牙模块，NFC模块。

[0180] 在一示例性实施例中，既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800可以被一个或多个应用专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, 简称ASIC)、数字信号处理器(Digital Signal Processor, 简称DSP)、数字信号处理设备(Digital Signal Processing Device, 简称DSPD)、可编程逻辑器件(Programmable Logic Device, 简称PLD)、现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array, 简称FPGA)、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现，用于执行上述的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法。

[0181] 在另一示例性实施例中，还提供了一种包括程序指令的计算机可读存储介质，该程序指令被处理器执行时实现上述的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法的步骤。例如，

该计算机可读存储介质可以为上述包括程序指令的存储器802,上述程序指令可由既有线老旧挡墙的健康状态评估设备800的处理器801执行以完成上述的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法。

[0182] 实施例4:

[0183] 相应于上面的方法实施例,本实施例中还提供了一种可读存储介质,下文描述的一种可读存储介质与上文描述的一种既有线老旧挡墙的健康状态评估方法可相互对应参照。

[0184] 一种可读存储介质,可读存储介质上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现上述方法实施例的既有线老旧挡墙的健康状态评估方法的步骤。

[0185] 该可读存储介质具体可以为U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可存储程序代码的可读存储介质。

[0186] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0187] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

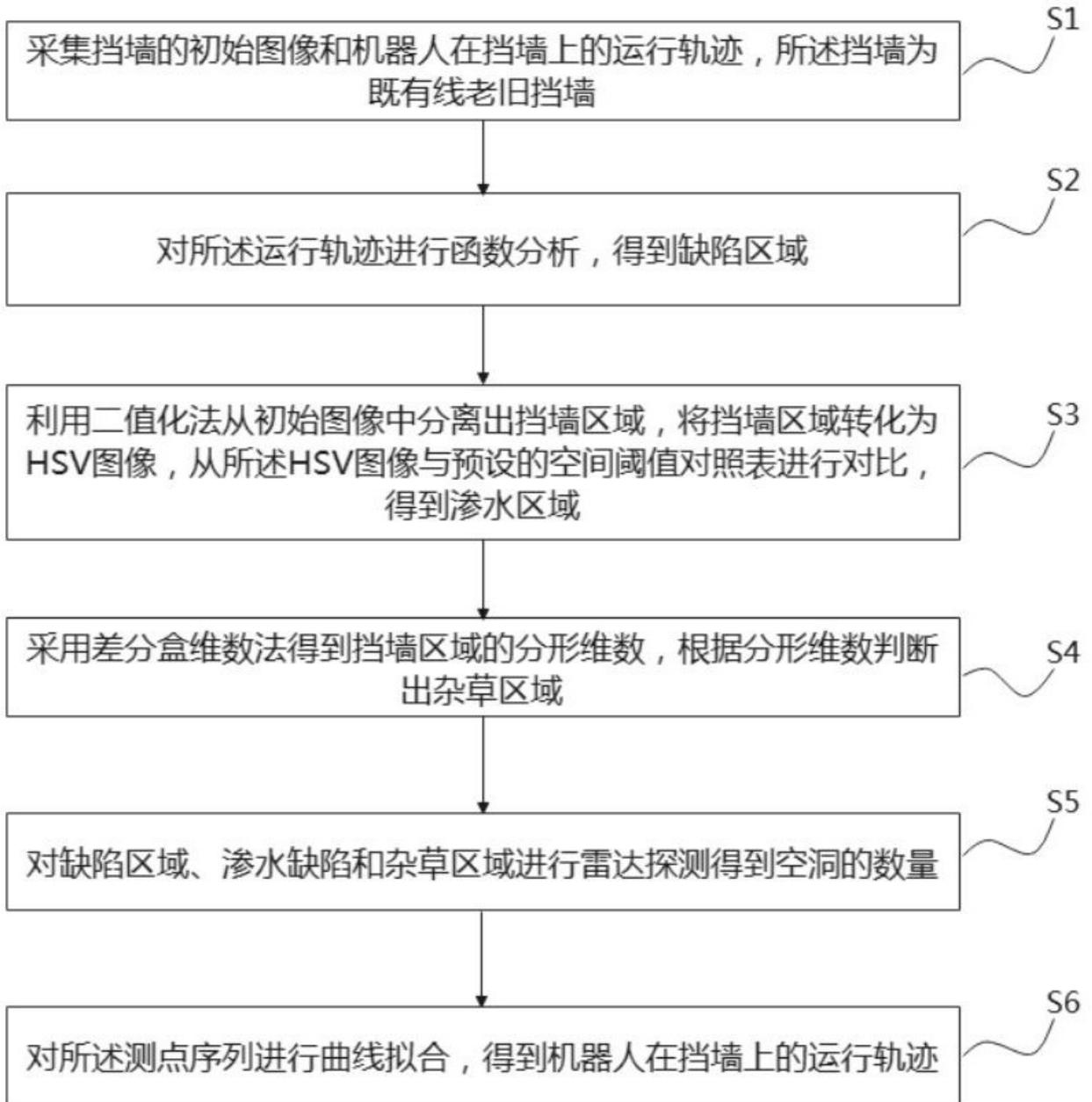


图 1



图 2

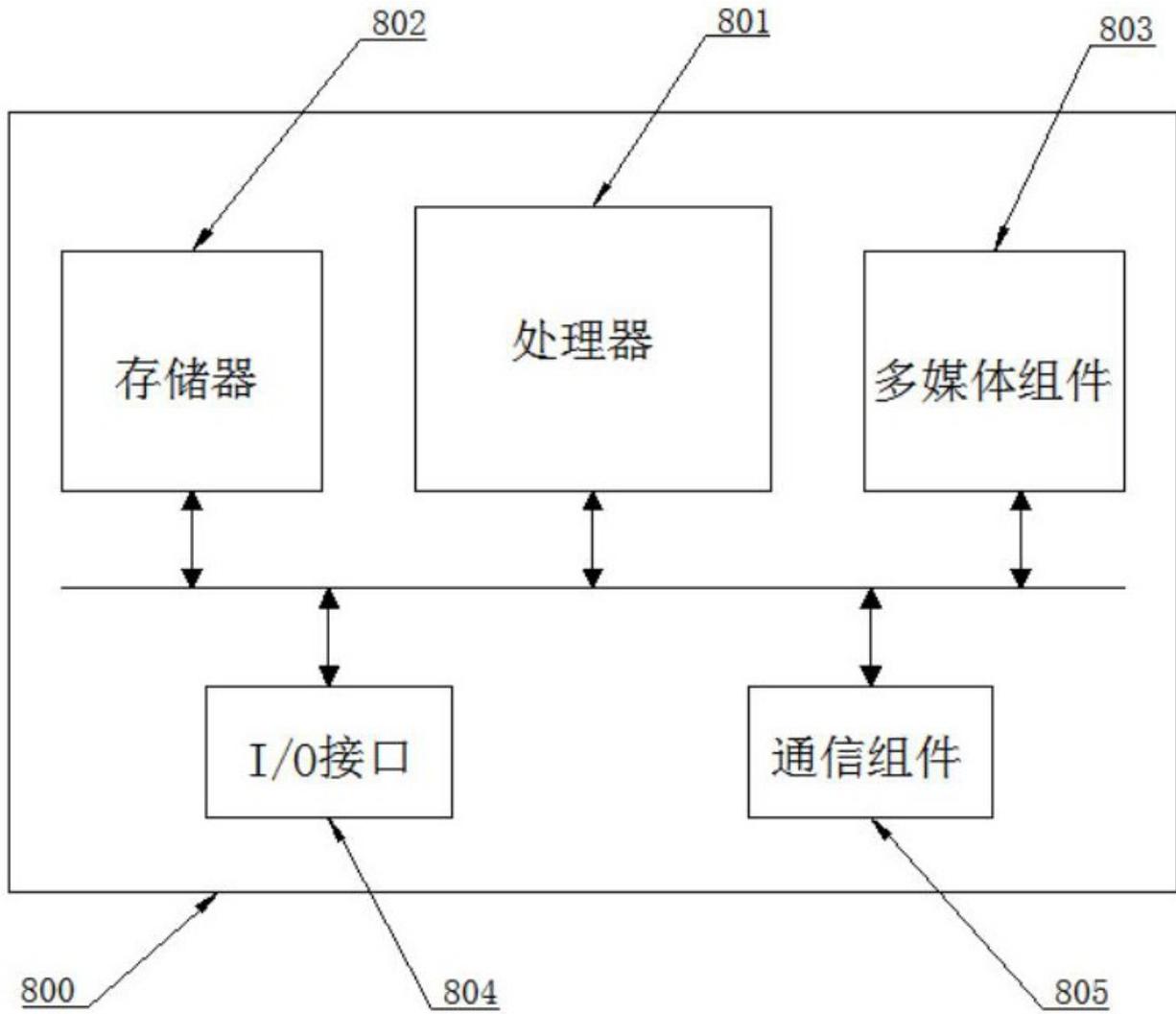


图 3