



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118149727 B

(45) 授权公告日 2024.07.19

(21) 申请号 202410565155.3

B61K 9/08 (2006.01)

(22) 申请日 2024.05.09

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

AT 5911 U2,2003.01.27

申请公布号 CN 118149727 A

CN 110411361 A,2019.11.05

(43) 申请公布日 2024.06.07

审查员 陶峰

(73) 专利权人 北京小明智铁科技有限公司

地址 100071 北京市丰台区南四环西路186

号四区11号楼6层04室

(72) 发明人 刘畅 王瑞峰 王晓康 明暄晖

马红超

(74) 专利代理机构 北京德崇智捷知识产权代理

有限公司 11467

专利代理师 贺晨笛

(51) Int. Cl.

G01B 11/24 (2006.01)

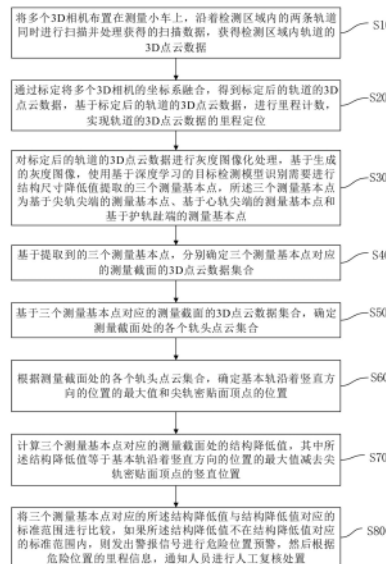
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法和系统

(57) 摘要

本发明提供了一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法和系统,通过利用3D线激光轮廓传感器采集到的轨道的3D点云数据并结合轨道的特征以及铁轨要求,利用3D点云数据实现对于轨道结构的降低值的自动计算。本发明相比于传统的人工测量,大大减少了因人为因素造成的测量误差。



1. 一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法,包括:

将多个3D线激光轮廓传感器布置在测量小车上,沿着检测区域内的两条轨道同时进行扫描并处理获得的扫描数据,所述扫描数据为检测区域内轨道的3D点云数据;

通过标定将所述多个3D线激光轮廓传感器的坐标系融合,得到标定后的轨道的3D点云数据,基于所述标定后的轨道的3D点云数据,进行里程计数,对所述轨道的3D点云数据进行里程定位;

对所述标定后的轨道的3D点云数据进行灰度图像化处理,基于生成的灰度图像,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个测量基本点,其中,所述三个测量基本点为基于尖轨尖端的测量基本点、基于心轨尖端的测量基本点和基于护轨趾端的测量基本点;

基于提取到的三个测量基本点,分别确定所述三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合;

基于所述三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定所述测量截面处的各个轨头点云集合;

根据所述测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置;

计算所述三个测量基本点对应的所述测量截面处的结构降低值,其中所述结构降低值等于基本轨沿着竖直方向的位置的最大值减去尖轨密贴面顶点的竖直位置;

将所述三个测量基本点对应的所述结构降低值与结构降低值对应的标准范围进行比较,如果所述结构降低值不在所述结构降低值对应的标准范围内,则发出警报信号进行危险位置预警,然后根据所述危险位置的里程信息,通知人员进行人工复核处置。

2. 根据权利要求1所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法,其特征在于,对于所述多个3D线激光轮廓传感器扫描获取的数据进行处理包括:

建立所述3D线激光轮廓传感器数据接收线程池,其中每个所述3D线激光轮廓传感器对应一个接收线程,在线程内将接收的数据立刻存储到公用数据队列中;

数据存储线程池轮询读取公用数据队列,队列为先进先出,当发现有新数据时立刻将其存储到文件系统中。

3. 根据权利要求1所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法,其特征在于,所述基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定所述测量截面处的各个轨头点云集合,包括,

将测量截面处的整个点云截面数据分割为不同的数据段;

分别确定每个数据段的最小x值和最大x值;

分别确定每个数据段的y轴最高点;

根据轨型特点,将数据段按照相邻交叉规则进行合并,得到测量截面的各轨头点云集合。

4. 根据权利要求1所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法,其特征在于,所述根据测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置,包括:

在确定的各轨头点云集合中从最高点向左或向右遍历,定位密贴衔接处,所述密贴衔

接处的点云数据的y轴数值随着x轴的减小呈现先变小再变大的变化；

基于定位到的密贴衔接处,继续沿x轴遍历截面数据,找到y轴顶点并结合其周围的点,形成尖轨顶面。

5. 一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的系统,其特征在于,所述系统,包括,扫描模块、里程定位模块、识别模块、第一提取模块、第二提取模块、第一计算模块、第二计算模块和判断模块,其中,

所述扫描模块:用于利用布置在测量小车上的多个3D线激光轮廓传感器,沿着检测区域内对两条轨道同时进行扫描并处理获得的扫描数据,获得检测区域内轨道的3D点云数据;

所述里程定位模块:用于通过标定将多个3D线激光轮廓传感器的坐标系融合,得到标定后的轨道的3D点云数据,基于标定后的轨道的3D点云数据,进行里程计数,实现轨道的3D点云数据的里程定位;

所述识别模块,用于对标定后的轨道的3D点云数据进行灰度图像化处理,基于生成的灰度图像,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个测量基本点,所述三个测量基本点为基于尖轨尖端的测量基本点、基于心轨尖端的测量基本点和基于护轨趾端的测量基本点;

所述第一提取模块,用于基于提取到的三个测量基本点,分别确定三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合;

所述第二提取模块,用于基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定测量截面处的各个轨头点云集合;

所述第一计算模块,用于根据测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置;

所述第二计算模块,用于利用基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的竖直位置,计算三个测量基本点对应的测量截面处的结构降低值;

所述判断模块,用于将三个测量基本点对应的所述结构降低值与结构降低值对应的标准范围进行比较,如果所述结构降低值不在结构降低值对应的标准范围内,则发出警报信号进行危险位置预警,然后根据危险位置的点云坐标,通知人员进行人工复核处置。

6. 根据权利要求5所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的系统,其特征在于,所述扫描模块,包括,扫描数据接收模块和数据轮询模块,其中,

所述扫描数据接收模块:用于建立3D线激光轮廓传感器数据接收线程池,每个3D线激光轮廓传感器对应一个接收线程,在线程内将接收的数据立刻存储到公用数据队列中;

所述数据轮询模块:用于利用数据存储线程池轮询读取公用数据队列,队列为先进先出,当发现有新数据时立刻将其存储到文件系统中。

7. 根据权利要求5所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的系统,其特征在于,所述第二提取模块,包括,分割单元、第一计算单元、第二计算单元和合并单元,其中,

所述分割单元:用于将测量截面处的整个点云截面数据分割为不同的数据段;

所述第一计算单元:用于分别确定每个数据段的最小x值和最大x值;

所述第二计算单元:用于分别确定每个数据段的y轴最高点;

所述合并单元:用于根据轨型特点,将数据段按照相邻交叉规则进行合并,得到测量截

面的各轨头点云集合。

8. 根据权利要求5所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的系统,其特征在于,所述第一计算模块包括,定位单元和尖轨顶面形成单元,其中,

所述定位单元:用于在确定的各轨头点云集合中从最高点向左或向右遍历,定位密贴衔接处,所述密贴衔接处的点云数据的y轴数值随着x轴的减小呈现先变小再变大的变化;

所述尖轨顶面形成单元:用于基于定位到的密贴衔接处,继续沿x轴遍历截面数据,找到y轴顶点并结合其周围的点,形成尖轨顶面。

9. 一种电子设备,其特征在于,包括存储器和处理器,所述存储器上储存有在所述处理器上运行的程序,所述处理器运行所述程序时执行权利要求1-4任一项所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机指令,其特征在于,所述计算机指令运行时执行权利要求1-4任一项所述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法的步骤。

## 一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通检测技术领域,特别涉及一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 高速铁路经过了近20年的爆发式发展建设,随之而来的是,铁路工务也进入了运维需求的爆发期。道岔本身作为重要的铁路基础设施,检测繁琐且易出现安全隐患。

[0003] 目前铁路工务的运维工人在进行道岔检测时仍采用传统的手动测量方式,例如,使用角尺、量角器、各类标尺测量轨道交汇处的结构参数,然后手动记录测量结果,将手动记录测量结构与制造道岔时的设计规范进行核对。

[0004] 但是,传统的人工手动测量方式有一些明显的不足,这些不足例如包括精度方面、人为错误方面、测量效率方面和劳动强度方面,具体地,在精度方面:人工测量往往受到工具精度和使用技能的限制,可能导致测量结果出现较大的误差;在人为错误方面:测量过程中容易受到操作者的主观判断影响,从而产生错误,例如,读数错误、记录错误或对测量工具的不正确使用;在测量效率方面:相比于自动化或半自动化的测量工具,人工测量通常需要更多的时间,特别是在需要大量重复测量的情况下;劳动强度方面:人工测量往往需要大量的体力劳动,尤其是在恶劣的环境条件下,这可能会导致工作效率降低。

[0005] 一些自动化的测量手段已应用于轨道正线的运维工作中,可实现测量包括铁路正线的轨道结构尺寸等参数。但面对结构更复杂的道岔部分,还无法实现自动化测量。

[0006] 因此,期望能够有自动化手段来有效检测道岔结构尺寸、尤其是降低值,来有效提高铁路工务运维的质量与效率作业质量。

### 发明内容

[0007] 为了解决现有技术存在的不足,本发明的目的在于提供一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法和系统,以改善上述问题。为实现上述目的,本发明采取的技术方案如下:

[0008] 第一方面,本发明提供了一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法,包括:

[0009] 将多个3D线激光轮廓传感器布置在测量小车上,沿着检测区域内的两条轨道同时进行扫描并处理获得的扫描数据,所述扫描数据为检测区域内轨道的3D点云数据;

[0010] 通过标定将多个3D线激光轮廓传感器的坐标系融合,得到标定后的轨道的3D点云数据,基于标定后的轨道的3D点云数据,进行里程计数,对轨道的3D点云数据进行里程定位;

[0011] 对标定后的轨道的3D点云数据进行灰度图像化处理,基于生成的灰度图像,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个测量基本点,其中,所述三个测量基本点为基于尖轨尖端的测量基本点、基于心轨尖端的测量基本点和基于护轨趾端的测量基本点;

[0012] 基于提取到的三个测量基本点,分别确定三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合;

[0013] 基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定测量截面处的各个轨头点云集合;

[0014] 根据测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置;

[0015] 计算三个测量基本点对应的测量截面处的结构降低值,其中所述结构降低值等于基本轨沿着竖直方向的位置的最大值减去尖轨密贴面顶点的竖直位置;

[0016] 将三个测量基本点对应的所述结构降低值与结构降低值对应的标准范围进行比较,如果所述结构降低值不在结构降低值对应的标准范围内,则发出警报信号进行危险位置预警,然后根据危险位置的里程信息,通知人员进行人工复核处置。

[0017] 优选地,对于多个3D线激光轮廓传感器扫描获取的数据进行处理包括:

[0018] 建立3D线激光轮廓传感器数据接收线程池,其中每个3D线激光轮廓传感器对应一个接收线程,在线程内将接收的数据立刻存储到公用数据队列中;

[0019] 数据存储线程池轮询读取公用数据队列,队列为先进先出,当发现有新数据时立刻将其存储到文件系统中。

[0020] 优选地,所述基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定测量截面处的各个轨头点云集合,包括,

[0021] 将测量截面处的整个点云截面数据分割为不同的数据段;

[0022] 分别确定每个数据段的最小x值和最大x值;

[0023] 分别确定每个数据段的y轴最高点;

[0024] 根据轨型特点,将数据段按照相邻交叉规则进行合并,得到测量截面的各轨头点云集合。

[0025] 优选地,所述根据测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置,包括:

[0026] 在确定的各轨头点云集合中从最高点向左或向右遍历,定位密贴衔接处,所述密贴衔接处的点云数据的y轴数值随着x轴的减小呈现先变小再变大的变化;

[0027] 基于定位到的密贴衔接处,继续沿x轴遍历截面数据,找到y轴顶点并结合其周围的点,形成尖轨顶面。

[0028] 第二方面,本发明还提供了一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的系统,包括,扫描模块、里程定位模块、识别模块、第一提取模块、第二提取模块、第一计算模块、第二计算模块和判断模块,其中,

[0029] 所述扫描模块:用于利用布置在测量小车上的多个3D线激光轮廓传感器,沿着检测区域内对两条轨道同时进行扫描并处理获得的扫描数据,获得检测区域内轨道的3D点云数据;

[0030] 所述里程定位模块:用于通过标定将多个3D线激光轮廓传感器的坐标系融合,得到标定后的轨道的3D点云数据,基于标定后的轨道的3D点云数据,进行里程计数,实现轨道的3D点云数据的里程定位;

[0031] 所述识别模块,用于对标定后的轨道的3D点云数据进行灰度图像化处理,基于生

成的灰度图像,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个测量基本点,所述三个测量基本点为基于尖轨尖端的测量基本点、基于心轨尖端的测量基本点和基于护轨趾端的测量基本点;

[0032] 所述第一提取模块,用于基于提取到的三个测量基本点,分别确定三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合;

[0033] 所述第二提取模块,用于基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定测量截面处的各个轨头点云集合;

[0034] 所述第一计算模块,用于根据测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置;

[0035] 所述第二计算模块,用于利用基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的竖直位置,计算三个测量基本点对应的测量截面处的结构降低值;

[0036] 所述判断模块,用于将三个测量基本点对应的所述结构降低值与结构降低值对应的标准范围进行比较,如果所述结构降低值不在结构降低值对应的标准范围内,则发出警报信号进行危险位置预警,然后根据危险位置的点云坐标,通知人员进行人工复核处置。

[0037] 优选地,所述扫描模块,包括,扫描数据接收模块和数据轮询模块,其中,

[0038] 所述扫描数据接收模块:用于建立3D线激光轮廓传感器数据接收线程池,每个3D线激光轮廓传感器对应一个接收线程,在线程内将接收的数据立刻存储到公用数据队列中;

[0039] 所述数据轮询模块:用于利用数据存储线程池轮询读取公用数据队列,队列为先进先出,当发现有新数据时立刻将其存储到文件系统中。

[0040] 优选地,所述第二提取模块,包括,分割单元、第一计算单元、第二计算单元和合并单元,其中,

[0041] 所述分割单元:用于将测量截面处的整个点云截面数据分割为不同的数据段;

[0042] 所述第一计算单元:用于分别确定每个数据段的最小x值和最大x值;

[0043] 所述第二计算单元:用于分别确定每个数据段的y轴最高点;

[0044] 所述合并单元:用于根据轨型特点,将数据段按照相邻交叉规则进行合并,得到测量截面的各轨头点云集合。

[0045] 优选地,所述第一计算模块包括,定位单元和尖轨顶面形成单元,其中,

[0046] 所述定位单元:用于在确定的各轨头点云集合中从最高点向左或向右遍历,定位密贴衔接处,所述密贴衔接处的点云数据的y轴数值随着x轴的减小呈现先变小再变大的变化;

[0047] 所述尖轨顶面形成单元:用于基于定位到的密贴衔接处,继续沿x轴遍历截面数据,找到y轴顶点并结合其周围的点,形成尖轨顶面。

[0048] 第三发明,本发明还提供了一种电子设备,包括存储器和处理器,所述存储器上储存有在所述处理器上运行的程序,所述处理器运行所述程序时执行上述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法的步骤。

[0049] 第四方面,本发明还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机指令,所述计算机指令运行时执行上述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法的步骤。

[0050] 本发明的一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法和系统,与现有技术相比

具有如下有益效果：

[0051] (1) 具有高精度和高分辨率：3D点云技术提供了高精度的测量结果，能够精确地捕捉轨道的细微变化，包括轨道的微小磨损、弯曲或其他形变。

[0052] (2) 能够快速采集数据：3D扫描设备能在很短的时间内收集大量数据。这种速度优势对于铁路系统来说至关重要，因为它可以最小化对铁路运营的干扰。

[0053] (3) 具有更好的安全性和可靠性：准确的降低值测量对于保证铁路运行的安全性至关重要，3D点云技术通过提供详细的轨道状况数据，帮助识别潜在的安全隐患。

[0054] (4) 数据易于存储和分析：3D点云数据可以电子化存储，便于长期追踪和分析轨道的状况变化，为未来的维护决策提供依据。

[0055] (5) 支持先进的数据处理和建模：3D点云数据可以用于建立轨道的详细数字模型，支持更高级的分析，如应用机器学习算法进行预测性维护。

[0056] (6) 减少人为误差：相比于传统的人工测量，3D点云技术大大减少了因人为因素造成的测量误差。

[0057] 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。

## 附图说明

[0058] 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，并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：

[0059] 图1为根据本发明实施方式的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法流程图；

[0060] 图2为尖轨尖端的灰度图像示意图；

[0061] 图3为心轨尖端的灰度图像示意图；

[0062] 图4为护轨趾端的灰度图像示意图；

[0063] 图5为根据本发明实施方式的测量截面处的各个轨头点云集合示意图；

[0064] 图6为根据本发明实施方式的测量截面处的各个轨头点云集合又一示意图；

[0065] 图7为由于多相机数据拟合形成的测量截面数据的多层数据现象示意图；

[0066] 图8为密贴衔接处示意图；

[0067] 图9为一密贴轨头顶面提取示意图；

[0068] 图10为又一密贴轨头顶面提取示意图；

[0069] 图11为另一密贴轨头顶面提取示意图；

[0070] 图12为基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的系统结构示意图。

## 具体实施方式

[0071] 下面将参照附图更详细地描述本发明的实施例。虽然附图中显示了本发明的某些实施例，然而应当理解的是，本发明可以通过各种形式来实现，而且不应该被解释为限于这里阐述的实施例，相反提供这些实施例是为了更加透彻和完整地理解本发明。应当理解的是，本发明的附图及实施例仅用于示例性作用，并非用于限制本发明的保护范围。

[0072] 应当理解，本发明的方法实施方式中记载的各个步骤可以按照不同的顺序执行，和/或并行执行。此外，方法实施方式可以包括附加的步骤和/或省略执行示出的步骤。本发

明的范围在此方面不受限制。

[0073] 本文使用的术语“包括”及其变形是开放性包括,即“包括但不限于”。术语“基于”是“至少部分地基于”。术语“一个实施例”表示“至少一个实施例”;术语“另一实施例”表示“至少一个另外的实施例”;术语“一些实施例”表示“至少一些实施例”。其他术语的相关定义将在下文描述中给出。

[0074] 需要注意,本发明中提及的“一个”、“多个”的修饰是示意性而非限制性的,本领域技术人员应当理解,除非在上下文另有明确指出,否则应该理解为“一个或多个”。“多个”应理解为两个或以上。

[0075] 下面,将参考附图详细地说明本发明的实施例。

#### 实施例1

[0076] 图1为根据本发明的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法流程图,下面将参考图1,对本发明的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法进行详细描述。

[0077] 参见图1,本发明的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法包括步骤S100、S200、S300、S400、S500、S600、S700、S800。

[0078] 步骤S100:将多个3D线激光轮廓传感器布置在测量小车上,沿着检测区域内的两条轨道同时进行扫描并处理获得的扫描数据,所述扫描数据为检测区域内轨道的3D点云数据。

[0079] 需要说明的是,多个3D线激光轮廓传感器布置成使得3D线激光轮廓传感器的总的拍摄范围能够覆盖左右两侧的轨道且同时覆盖复杂的轨型结构。由于采用多个3D线激光轮廓传感器同时扫描的方式,因此会瞬时产生大量数据(约300MB/s),因此需要实时存储巨量数据。

[0080] 本发明采用双线程池和存储队列的方式进行处理,具体包括步骤S101和S102:

[0081] 步骤S101:建立3D线激光轮廓传感器数据接收线程池,每个3D线激光轮廓传感器对应一个接收线程,在线程内将接收的数据立刻存储到公用数据队列中;

[0082] 可以理解的是,由于是内存操作,因此存储速度足够快,存储后线程立刻返回,避免阻塞相机接收单元,从而造成数据丢失。

[0083] 步骤S102:数据存储线程池轮询读取公用数据队列,队列为先进先出,当发现有新数据时立刻将其存储到文件系统中。

[0084] 步骤S200:通过标定将多个3D线激光轮廓传感器的坐标系融合,得到标定后的轨道的3D点云数据,基于标定后的轨道的3D点云数据,进行里程计数,对轨道的3D点云数据进行里程定位。

[0085] 需要说明的是,由于每个3D线激光轮廓传感器都具有独立的坐标系,因此,需要通过标定将多个3D线激光轮廓传感器的坐标系融合,从而实现对轨道的3D点云数据的标定,得到标定后的轨道的3D点云数据。在标定时,先标定3D线激光轮廓传感器的内部参数,然后需要基于标定台进行外部参数标定。

[0086] 可以理解的是,可以通过扫描数据的行数和轨枕的个数来进行里程计数,其中,可以用扫描数据的行数来计算物理距离值,因为相机的扫描间隔是固定的毫米数,而轨枕的个数可以被用来修正里程值。

[0087] 可以理解的是,轨道的3D点云数据的里程定位指的是轨道的3D点云数据与其实际

里程相结合。

[0088] 步骤S300:对标定后的轨道的3D点云数据进行灰度图像化处理,基于生成的灰度图像,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个测量基本点,所述三个测量基本点为基于尖轨尖端的测量基本点、基于心轨尖端的测量基本点和基于护轨趾端的测量基本点。

[0089] 需要说明的是,所述三个基本点的选取是按照“高速铁路线路设备维修规则、普速铁路线路维修规则”(简称“铁规”)的要求。

[0090] 对标定后的轨道的3D点云数据进行灰度图像化处理,基于生成的灰度图像,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个测量基本点,三个测量基本点分别为基于尖轨尖端的测量基本点、基于心轨尖端的测量基本点、基于护轨趾端的测量基本点。尖轨尖端的灰度图像如图2所示,其中,字母“A”所指示的红框内表示尖轨尖端。心轨尖端的灰度图像如图3所示,其中,字母“B”所指示的红框内表示心轨尖端。护轨趾端的灰度图像如图4所示,其中,字母“C”所指示的红框内表示护轨趾端。

[0091] 可以理解的是,点云数据只有深度数据,因此,将3D点云数据进行灰度图像化处理就只需将深度数据映射为灰度值即可。

[0092] 还可以理解的是,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个基本点,包括以下步骤:

[0093] 首先,离线状态下,针对尖轨尖端、心轨尖端、护轨趾端的三个基本点,进行数据标注;

[0094] 随后,训练基于深度神经网络的图像语义分割模型;

[0095] 然后,测量时,将生成的灰度图像输入图像语义分割模型进而识别图像中的三个基本点:当存在至少一个基本点时,图像语义分割模型输出识别到的基本点轮廓。

[0096] 步骤S400:基于提取到的三个测量基本点,分别确定三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合。

[0097] 需要说明的是,基于测量基本点,按照“铁规”要求获取测量位置信息(与基本点的相对距离差),从而获取测量位置,从进行里程定位后的轨道的3D点云数据中提取测量位置处截面的3D点云数据集合。

[0098] 这里需要说明的是,3D线激光轮廓传感器的触发是由里程计控制的,因此3D线激光轮廓传感器的扫描频率是按照里程间隔固定的,例如,每帧数据间隔固定的0.138mm。基于此,我们可以根据轨道的要求,获取测试点的位置,即测试点距离尖轨尖端(或心轨尖端)有多少毫米,将其转换为具体的帧数,提取该帧数据,即获得当前道岔的测量截面。

[0099] 步骤S500:基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定测量截面处的各个轨头点云集合。

[0100] 需要说明的是,由于3D线激光轮廓传感器采集的感兴趣区域(Region of Interest)角度(ROI角度)有限,因此每个轨头数据在x轴上是不连续的,利用这个特点,可以获取测量截面的各轨头点云集合,如图5和图6所示,其中,y轴为轨道行进方向,x轴为轨道横截面方向,z为垂直于轨面的方向。

[0101] 具体地,基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定测量截面处的各个轨头点云集合的步骤包括步骤S501、S502、S503和S504,其中,

[0102] 步骤S501:将测量截面处的整个点云截面数据分割为不同的数据段;

[0103] 步骤S502:分别确定每个数据段的最小x值和最大x值;

[0104] 步骤S503:分别确定每个数据段的y轴最高点;

[0105] 步骤S504:根据轨型特点,将数据段按照相邻交叉规则进行合并,得到测量截面的各轨头点云集合,所述相邻交叉规则是指,在测量截面中将沿横轴连续的数据点归为同一轨头数据,不连续的数据点归为不同的轨头数据。

[0106] 步骤S600:根据测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置。

[0107] 需要说明的是,一般情况下,基本轨会高于尖轨(或心轨),在尖轨(或心轨)与基本轨密贴的情况下,可以很容易的通过定位轨头最高点来确定基本轨轨面顶点,但是密贴的尖轨(心轨)顶面就较难提取了,本发明根据测量的道岔型号、直曲股、开口方向、距离尖轨尖端和心轨尖端的距离来从确定的各轨头点云集合中确定待测量的含密贴点的轨头,其中测量的道岔型号、直曲股、开口方向、距离尖轨尖端和心轨尖端的距离为测量前已知量。具体地,确定密贴的尖轨的顶面的步骤包括步骤S601、步骤S602。

[0108] 步骤S601:在确定的各轨头点云集合中从最高点向左或向右遍历,定位密贴衔接处,所述密贴衔接处的点云数据的y轴数值随着x轴的减小呈现先变小再变大的变化。

[0109] 需要说明的是,要直接定位到密贴的尖轨顶面难度较大,因为在很多截面中,其特征并不明显,因此这里我们就先定位密贴衔接处,如图8中框圈出的部分,这部分的特点往往是随着x轴的减小,y轴数值会先变小再变大,因此我们就从最高点向左(或向右)遍历定位。

[0110] 此外,由于截面数据是由多个相机数据拟合而成,其中顶面及周边位置往往会有多个相机同时扫描到,也就是会有多层数据的现象,如图7所示,另一方面数据中还存在各种噪点,因此在定位过程中,需要排除这两方面的干扰,具体地,针对离散的数量极少的一些飞点(噪点)的集合,其特点是:在截面y轴方向比较高,或者是在x轴上有离散的极少的个数,通过设定的规则对其进行滤除;

[0111] 针对多层数据的情况,其特点是:截面y轴方向存在的多层,可以通过平滑拟合处理从而将y轴多层拟合为单层数据来进行处理。

[0112] 步骤S602:基于定位到的密贴衔接处,继续沿x轴遍历截面数据,找到y轴顶点并结合其周围的点,形成尖轨顶面。

[0113] 需要说明的是,在定位到密贴衔接处后,就可以较容易得定位到尖轨顶面了,可以在衔接处继续沿x轴遍历,找到y轴顶点,并取其周围一定量的点形成为尖轨顶面。密贴衔接处示意图如图8所示,密贴轨头顶面提取示意图如图9-11所示,其中,灰色表示轨道截面图,绿色表示提取到的待测降低值的低点位置、降低值低轨面(尖轨相对于基本轨、长心轨相对于翼轨、短心轨相对于长心轨)。

[0114] 此外,需要说明的是,图5-图11中的横、纵坐标轴的单位均为毫米。

[0115] 步骤S700:计算三个测量基本点对应的测量截面处的结构降低值,其中所述结构降低值等于基本轨沿着竖直方向的位置的最大值减去尖轨密贴面顶点的竖直位置。

[0116] 需要说明的是,在三个测量基本点分别对应的测量截面处,用基本轨沿着竖直方向的位置的最大值减去尖轨密贴面顶点的竖直位置坐标,获得测量基本点对应的测量截面

处的结构降低值,所述结构降低值为道岔截面降低值。

[0117] 步骤S800:将三个测量基本点对应的所述结构降低值与结构降低值对应的标准范围进行比较,如果所述结构降低值不在结构降低值对应的标准范围内,则发出警报信号进行危险位置预警,然后根据危险位置的里程信息,通知人员进行人工复核处置。

[0118] 可以理解的是,结构降低值一旦超过一定范围,就会导致车轮倾斜进而导致车体的倾斜,进而导致车体在岔区对轨道的冲击力加强,随着磨损累积,倾斜角度加大,轻则影响车辆运行的平稳性,重则导致车辆出轨酿成事故。

[0119] 当将三个测量基本点对应的所述结构降低值与结构降低值对应的标准范围进行比较时,如果发现结构降低值不在结构降低值对应的标准范围内,则发出警报信号进行危险位置预警,然后通知工人根据危险位置的点云坐标,进行人工复核处置:如果人工复核后确认存在结构降低值不满足要求的情况,则通知维护人员进行维护;如果不存在结构降低值不满足要求的情况,则消除警报信号并将该位置标记为正常。

### 实施例2

[0120] 如图12所示,本实施例提供一种基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的系统,参见图12,所述系统包括,扫描模块801、里程定位模块802、识别模块803、第一提取模块804、第二提取模块805、第一计算模块806、第二计算模块807和判断模块808,其中,

[0121] 扫描模块801:用于利用布置在测量小车上的多个3D线激光轮廓传感器,沿着检测区域内对两条轨道同时进行扫描并处理获得的扫描数据,获得检测区域内轨道的3D点云数据;

[0122] 里程定位模块802:用于通过标定将多个3D线激光轮廓传感器的坐标系融合,得到标定后的轨道的3D点云数据,基于标定后的轨道的3D点云数据,进行里程计数,实现轨道的3D点云数据的里程定位;

[0123] 识别模块803,用于对标定后的轨道的3D点云数据进行灰度图像化处理,基于生成的灰度图像,使用基于深度学习的目标检测模型识别需要进行结构尺寸降低值提取的三个测量基本点,所述三个测量基本点为基于尖轨尖端的测量基本点、基于心轨尖端的测量基本点和基于护轨趾端的测量基本点;

[0124] 第一提取模块804,用于基于提取到的三个测量基本点,分别确定三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合;

[0125] 第二提取模块805,用于基于三个测量基本点对应的测量截面的3D点云数据集合,确定测量截面处的各个轨头点云集合;

[0126] 第一计算模块806,用于根据测量截面处的各个轨头点云集合,确定基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的位置;

[0127] 第二计算模块807,用于利用基本轨沿着竖直方向的位置的最大值和尖轨密贴面顶点的竖直位置,计算三个测量基本点对应的测量截面处的结构降低值;

[0128] 判断模块808,用于将三个测量基本点对应的所述结构降低值与结构降低值对应的标准范围进行比较,如果所述结构降低值不在结构降低值对应的标准范围内,则发出警报信号进行危险位置预警,然后根据危险位置的里程信息,通知人员进行人工复核处置。

[0129] 具体地,所述扫描模块801,包括,扫描数据接收模块8011和数据轮询模块8012,其中,

[0130] 扫描数据接收模块8011:用于建立3D线激光轮廓传感器数据接收线程池,每个3D线激光轮廓传感器对应一个接收线程,在线程内将接收的数据立刻存储到公用数据队列中;

[0131] 数据轮询模块8012:用于利用数据存储线程池轮询读取公用数据队列,队列为先进先出,当发现有新数据时立刻将其存储到文件系统中。

[0132] 具体地,所述第二提取模块805,包括,分割单元8051、第一计算单元8052、第二计算单元8053和合并单元8054,其中,

[0133] 分割单元8051:用于将测量截面处的整个点云截面数据分割为不同的数据段;

[0134] 第一计算单元8052:用于分别确定每个数据段的最小x值和最大x值;

[0135] 第二计算单元8053:用于分别确定每个数据段的y轴最高点;

[0136] 合并单元8054:用于根据轨型特点,将数据段按照相邻交叉规则进行合并,得到测量截面的各轨头点云集合。

[0137] 具体地,所述第一计算模块806包括,定位单元8061和尖轨顶面形成单元8062,其中,

[0138] 定位单元8061:用于在确定的各轨头点云集合中从最高点向左或向右遍历,定位密贴衔接处,所述密贴衔接处的点云数据的y轴数值随着x轴的减小呈现先变小再变大的变化;

[0139] 尖轨顶面形成单元8062:用于基于定位到的密贴衔接处,继续沿x轴遍历截面数据,找到y轴顶点并结合其周围的点,形成尖轨顶面。

[0140] 需要说明的是,关于上述实施例中的系统,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。

### 实施例3

[0141] 本发明实施例还提供了一种电子设备,包括存储器和处理器,存储器上储存有在处理器上运行的程序,处理器运行所述程序时执行上述基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法的步骤。所述基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法参见前述部分的介绍,不再赘述。

### 实施例4

[0142] 本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机指令,所述计算机指令运行时执行上述的基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法的步骤,所述基于3D点云检测铁路道岔轨道结构的方法参见前述部分的介绍,不再赘述。

[0143] 本领域普通技术人员可以理解: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,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例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。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。

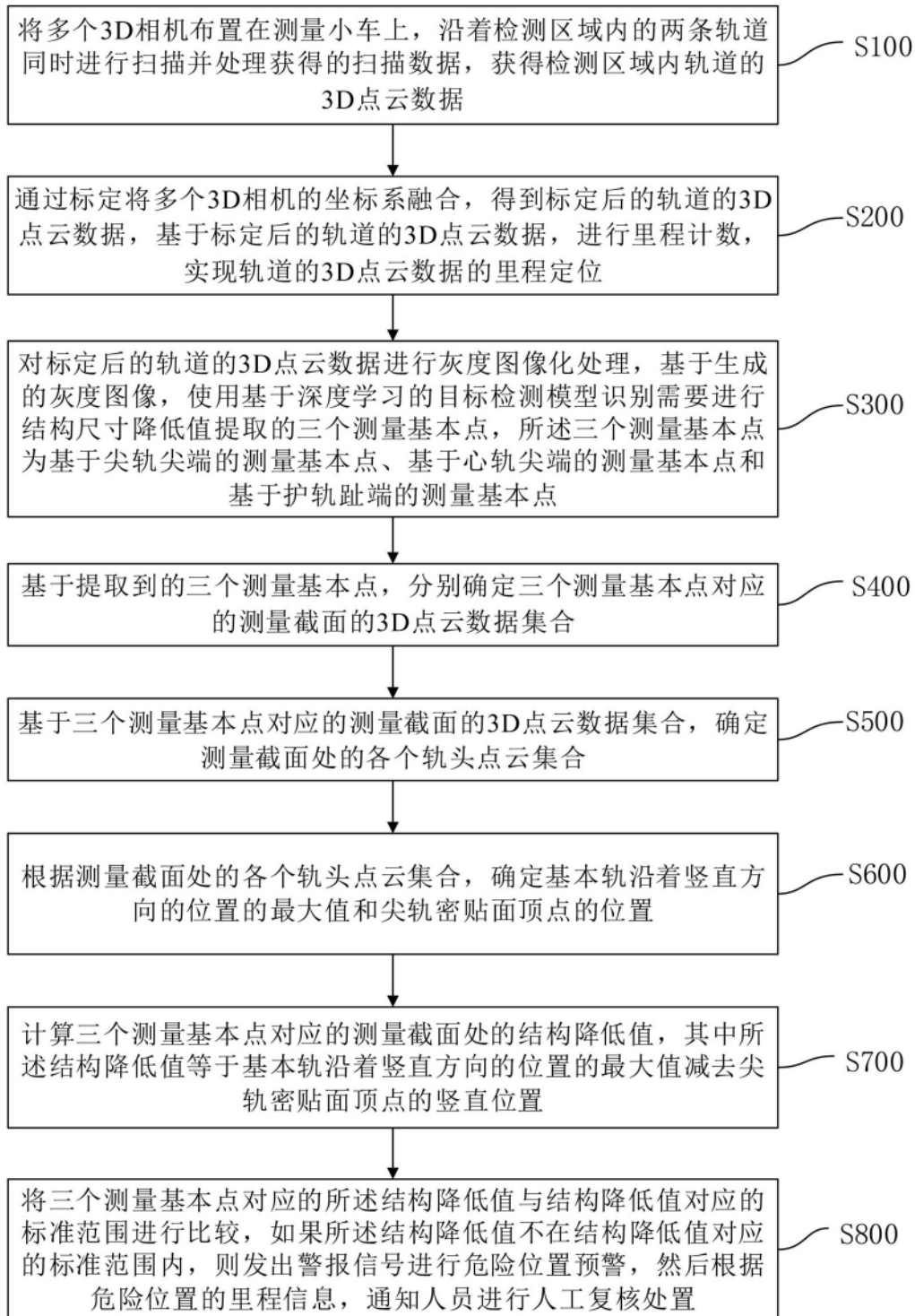


图 1

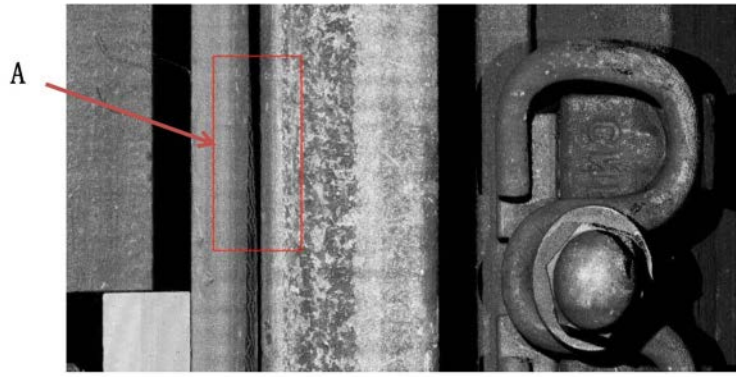


图 2

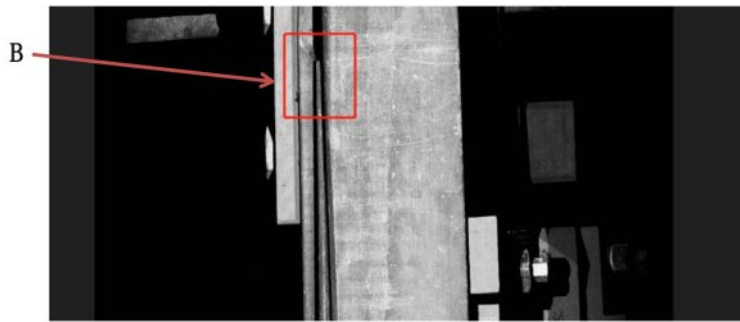


图 3

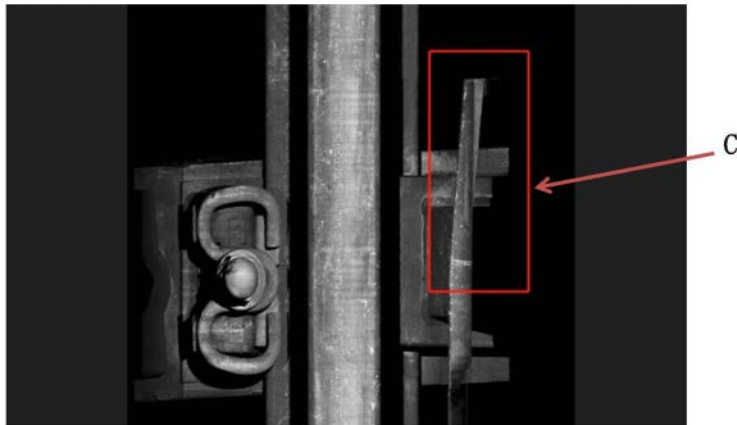


图 4

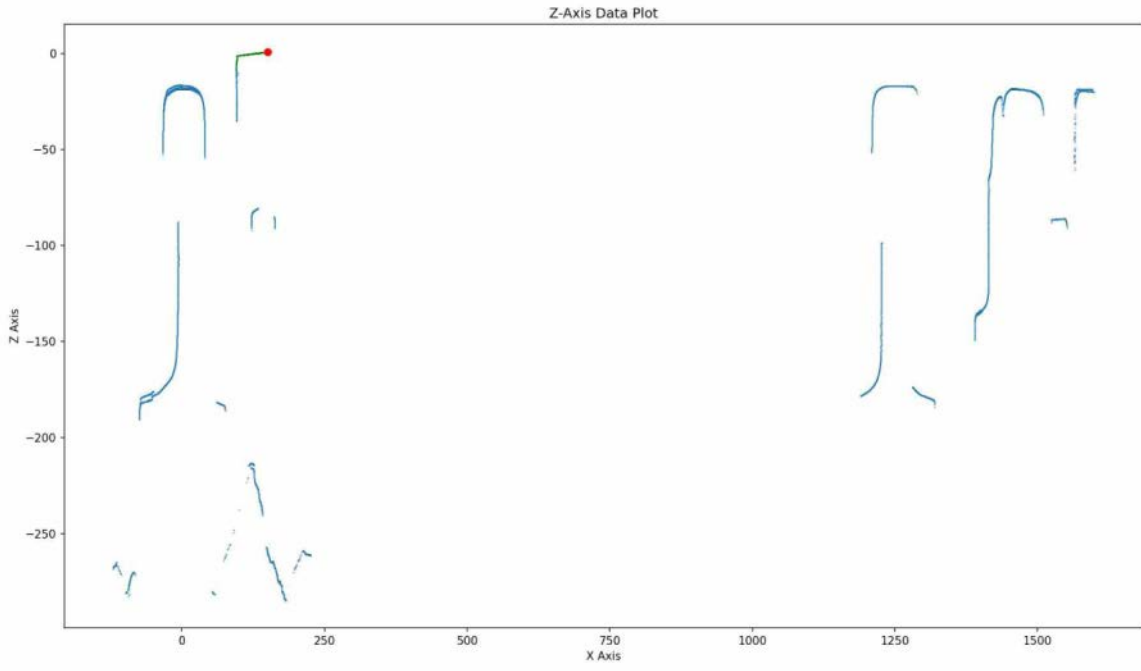


图 5

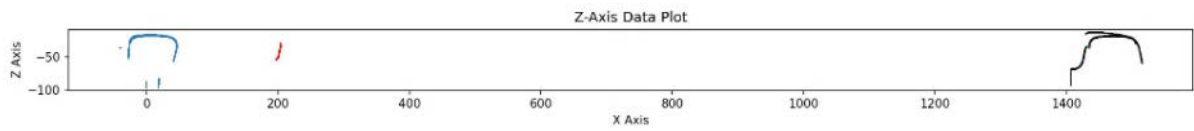


图 6

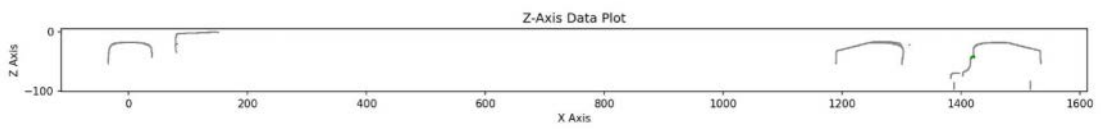


图 7

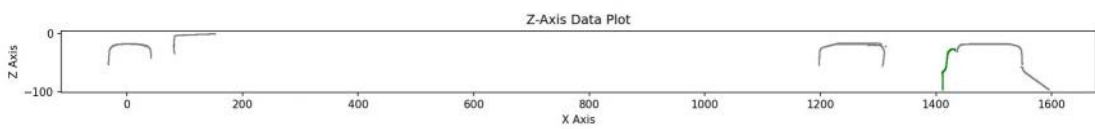


图 8

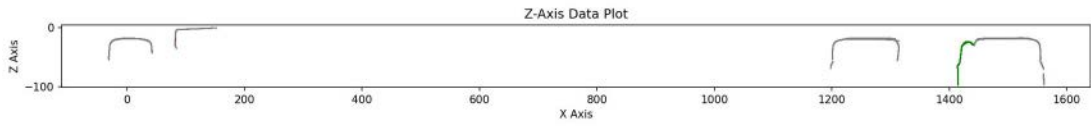


图 9

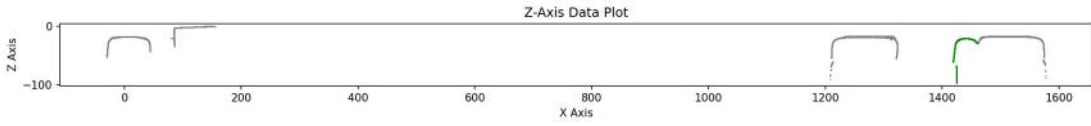


图 10

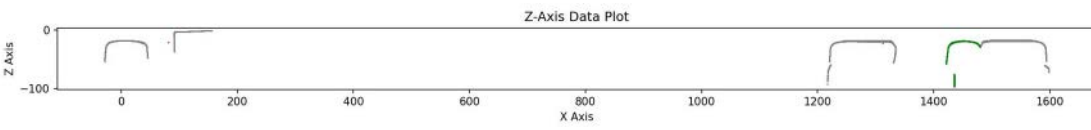


图 11

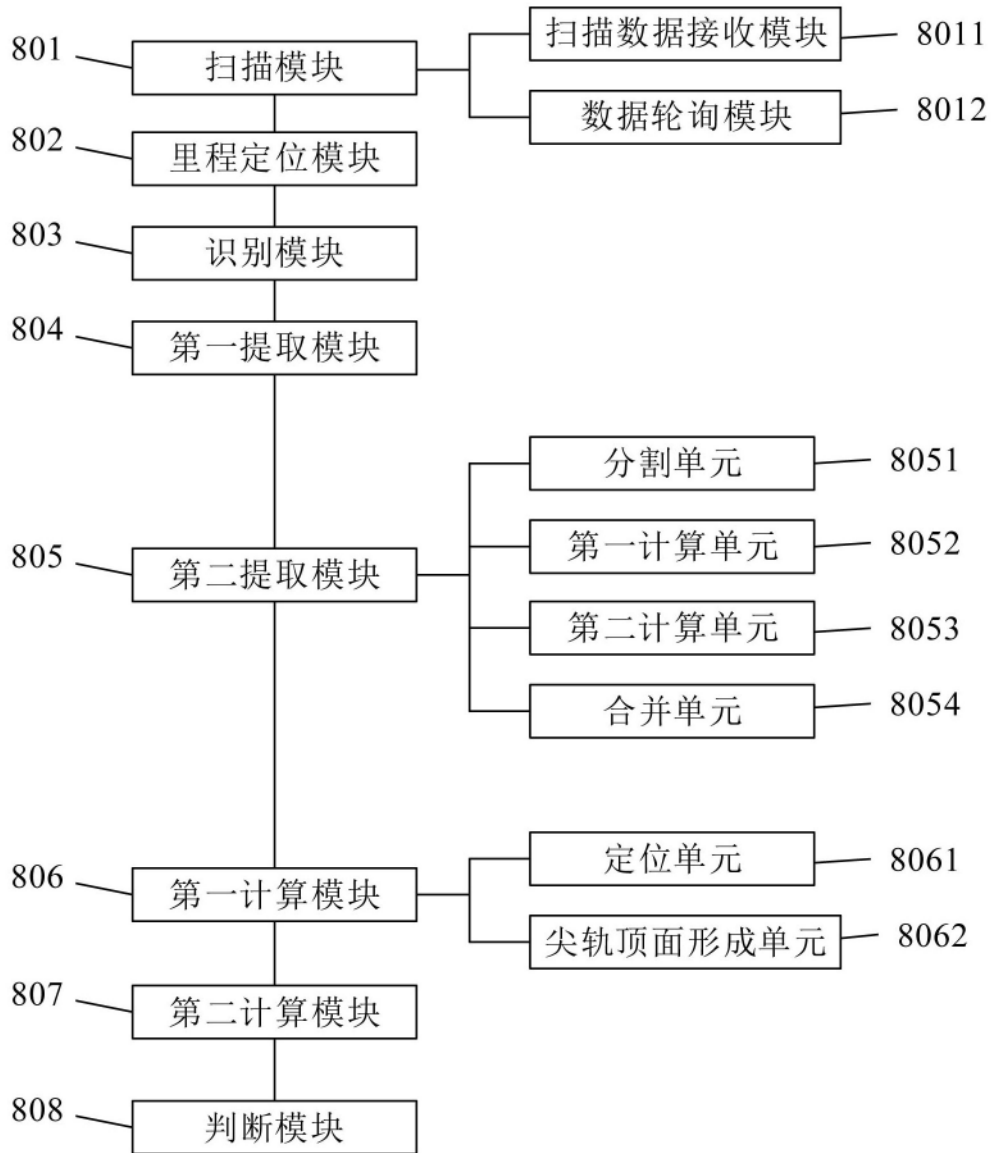


图 12