



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112613424 A

(43) 申请公布日 2021.04.06

(21) 申请号 202011572081.4

(22) 申请日 2020.12.27

(71) 申请人 盛视达(天津)科技有限公司  
地址 300000 天津市西青区学府工业区海澜德产业园9号楼

(72) 发明人 马潇

(51) Int. Cl.  
G06K 9/00 (2006.01)

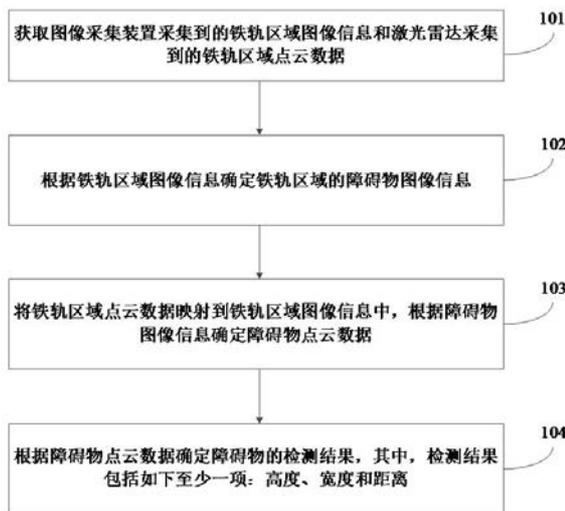
权利要求书3页 说明书13页 附图4页

## (54) 发明名称

铁轨障碍物检测方法、装置、电子设备和存储介质

## (57) 摘要

本发明实施例公开了一种铁轨障碍物检测方法、装置、电子设备和存储介质。该铁轨障碍物检测方法包括：获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据；根据铁轨区域图像信息确定铁轨区域的障碍物图像信息；将铁轨区域点云数据映射到铁轨区域图像信息中，根据障碍物图像信息确定障碍物点云数据；根据障碍物点云数据确定障碍物的检测结果，其中，检测结果包括如下至少一项：高度、宽度和距离。本发明实施例提高了障碍物点云数据确定的准确度，且根据障碍物点云数据确定障碍物的检测结果比直接根据图像信息确定检测结果更准确，可以有效提高铁轨区域障碍物检测结果确定的准确性。



1. 一种铁轨障碍物检测方法,其特征在于,包括:

获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据;

根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的障碍物图像信息;

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

根据所述障碍物点云数据确定障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述障碍物包括行人;

根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的障碍物图像信息,包括:

基于预先训练的深度学习网络模型,根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的行人障碍物图像信息;

相应的,将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据,包括:

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述行人障碍物图像信息确定所述行人障碍物点云数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述行人障碍物图像信息为行人障碍物边界信息;

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述行人障碍物图像信息确定所述行人障碍物点云数据,包括:

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述行人障碍物边界信息确定在行人障碍物边界中的点云数据;

对所述行人障碍物边界中的点云数据进行聚类,得到聚类结果;

若所述聚类结果为一类,则将所述行人障碍物边界中的点云数据确定为所述行人障碍物点云数据;

否则,根据所述聚类结果中每一类点云数据的距离和/或行人障碍物的特征确定所述行人障碍物点云数据。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述障碍物还包括其他障碍物;

相应的,在将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述行人障碍物图像信息确定所述行人障碍物点云数据之后,还包括:

根据所述铁轨区域点云数据和所述行人障碍物点云数据确定其他障碍物点云数据;

对所述其他障碍物点云数据进行聚类,得到其他障碍物的聚类结果;

根据所述其他障碍物的聚类结果和各类障碍物的特征,确定其他障碍物的点云数据和分类结果。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据之前,还包括:

对所述铁轨区域点云数据进行体素化滤波,得到滤波后的点云数据;

确定所述滤波后的点云数据的法向量;

根据所述法向量确定所述滤波后的点云数据中的地面点云数据,并根据所述地面点云

数据确定拟合地面；

根据所述法向量和所述拟合地面确定所述滤波后的点云数据中的铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据,并根据所述铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据确定拟合左轨道平面和拟合右轨道平面;其中,所述拟合左轨道平面和拟合右轨道平面与所述拟合地面垂直;

滤除法向量在预先设置的法向量范围外的点云数据,确定滤除后的点云数据,以使滤除后的点云数据的法向量指向所述图像采集装置和激光雷达;

将所述滤除后的点云数据投影到所述拟合地面上,得到每个点云数据的投影结果;

滤除所述投影结果在预先设置的区域范围外的点云数据,确定投影后的点云数据;其中,所述区域范围大于根据所述拟合左轨道平面和拟合右轨道平面确定的范围;

相应的,将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据,包括:

将所述投影后的点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在将所述投影后的点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据之后,还包括:

根据所述拟合左轨道平面和拟合右轨道平面确定所述障碍物点云数据的位置;其中,所述位置包括在轨道内、在左轨道外、和在右轨道外;

若所述障碍物点云数据的位置为在左轨道外,则根据所述拟合地面和所述障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离,并根据所述拟合左轨道平面确定障碍物距离左轨道的距离;

若所述障碍物点云数据的位置为在右轨道外,则根据所述拟合地面和所述障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离,并根据所述拟合右轨道平面确定障碍物距离右轨道的距离;

若所述障碍物点云数据的位置为在轨道内,则根据所述拟合地面和所述障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括获取毫米波雷达采集到的位置信息;

相应的,将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据,包括:

将所述铁轨区域点云数据和所述位置信息映射到所述铁轨区域图像信息中,并确定映射结果的一致性;

若一致,则根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

否则,根据所述毫米波雷达采集到的位置信息确定所述障碍物位置信息。

8. 一种铁轨障碍物检测装置,其特征在于,包括:

信息获取模块,用于获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据;

障碍物图像确定模块,用于根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的障碍物图像信息;

障碍物点云确定模块,用于将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

障碍物检测模块,用于根据所述障碍物点云数据确定障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

9. 一种电子设备,其特征在于,包括:

一个或多个处理器;

存储装置,用于存储一个或多个程序,

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如权利要求1-7中任一所述的铁轨障碍物检测方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行时实现如权利要求1-7中任一所述的铁轨障碍物检测方法。

## 铁轨障碍物检测方法、装置、电子设备和存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及雷达技术领域,尤其涉及一种铁轨障碍物检测方法、装置、电子设备和存储介质。

### 背景技术

[0002] 对于熄焦车在运输铁轨上移动时,需要对铁轨上的障碍物进行检测,以及时避开障碍物,保障熄焦车运输过程中的安全性。

[0003] 现有的障碍物检测方法大多依靠司机进行人工查看,但是人工查看存在一定的视角盲区,并且司机的主要职责是控制车辆,人工查看给熄焦车运输过程中的安全性带来威胁。

### 发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种铁轨障碍物检测方法、装置、电子设备和存储介质,实现铁轨障碍物检测的自动化,提高熄焦车在铁轨上运输的安全性。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种铁轨障碍物检测方法,包括:

获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据;

根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的障碍物图像信息;

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

根据所述障碍物点云数据确定障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

[0006] 第二方面,本发明实施例还提供了一种铁轨障碍物检测装置,包括:

信息获取模块,用于获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据;

障碍物图像确定模块,用于根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的障碍物图像信息;

障碍物点云确定模块,用于将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

障碍物检测模块,用于根据所述障碍物点云数据确定障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

[0007] 第三方面,本发明实施例还提供了一种电子设备,包括:

一个或多个处理器;

存储装置,用于存储一个或多个程序,

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如本发明任一实施例所述的铁轨障碍物检测方法。

[0008] 第四方面,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如本发明任一实施例所述的铁轨障碍物检测方法。

[0009] 本发明实施例通过结合图像采集装置采集到的图像信息和激光雷达采集到的点云数据,在根据图像信息确定障碍物图像信息的基础上,确定障碍物的点云数据,提高了障碍物点云数据确定的准确度,且根据障碍物点云数据确定障碍物的检测结果比直接根据图像信息确定检测结果更加准确。

## 附图说明

[0010] 图1是本发明实施例一中的铁轨障碍物检测方法的流程图;  
图2是本发明实施例二中的铁轨障碍物检测方法的流程图;  
图3是本发明实施例三中的铁轨障碍物检测方法的流程图;  
图4是本发明实施例四中的铁轨障碍物检测装置的结构示意图;  
图5是本发明实施例五中的电子设备的结构示意图。

## 具体实施方式

[0011] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

### [0012] 实施例一

图1是本发明实施例一中的铁轨障碍物检测方法的流程图,本实施例可适用于检测熄焦车运输铁轨上的障碍物情况。该方法可以由铁轨障碍物检测装置来执行,该装置可以采用软件和/或硬件的方式实现,并可配置在熄焦车上的电子设备中,例如电子设备可以是后台服务器等具有通信和计算能力的电子设备。如图1所示,该方法具体包括:

步骤101、获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据。

[0013] 其中,图像采集装置用于获取铁轨上的图像信息,图像采集装置可以是监控相机等。例如将图像采集装置设置在熄焦车上,采集熄焦车在移动过程中的铁轨上的图像信息。激光雷达用于获取周围区域的三维点云数据,例如将激光雷达与图像采集装置一起设置在熄焦车上,获取铁轨区域的三维点云数据。

[0014] 具体的,在熄焦车的两侧车头部位安装监控相机和激光雷达,熄焦车在铁轨上移动时,同时获取熄焦车在移动过程中铁轨区域的图像信息和三维点云数据。通过图像信息和三维点云数据可以对铁轨区域的障碍物进行识别。

[0015] 步骤102、根据铁轨区域图像信息确定铁轨区域的障碍物图像信息。

[0016] 其中,障碍物是指位于铁轨区域且对熄焦车移动造成干扰的物体。示例性的,障碍物可以是行人、在同一条铁轨上行驶的另一辆熄焦车、其他车辆或者路障等。

[0017] 具体的,通过对监控相机拍摄得到的图像进行识别,识别出图像中位于铁轨区域的障碍物图像信息。示例性的,通过图像识别技术得到图像中障碍物的边界信息,例如,将图像输入到预先训练的障碍物识别模型中,得到模型识别出的图像中的障碍物信息结果。障碍物图像信息即障碍物在图像上的所在位置信息。

[0018] 步骤103、将铁轨区域点云数据映射到铁轨区域图像信息中,根据障碍物图像信息确定障碍物点云数据。

[0019] 将铁轨区域点云数据的坐标和铁轨区域图像信息的坐标进行统一,实现将点云数据映射到图像信息中,使得两者相适配。根据障碍物图像信息确定与该图像信息相映射的点云数据,作为障碍物点云数据。示例性的,障碍物图像信息为障碍物在图像上的边界信息时,障碍物点云数据为根据映射结果确定的在该边界中包括边界上的所有点云数据。

[0020] 基于障碍物图像信息确定映射后的障碍物点云数据,保证了点云数据确定的准确度,并且由于图像信息确定的效率高步骤简单,因此依据图像信息确定点云数据提高了点云数据确定的效率,避免需要对铁轨区域点云数据进行整体处理的繁琐步骤。

[0021] 步骤104、根据障碍物点云数据确定障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

[0022] 由于障碍物点云数据中每一个点包括一个三维坐标,因此从障碍物点云数据中可以确定该障碍物的高度、宽度以及距离激光雷达传感器的距离,即该障碍物到熄焦车的距离。

[0023] 示例性的,通过障碍物点云数据进行三维重建,得到障碍物的三维模型,通过三维模型可以得到该障碍物的具体尺寸信息和距离信息。

[0024] 在一个可选的实施例中,方法还包括获取毫米波雷达采集到的位置信息;

相应的,将铁轨区域点云数据映射到铁轨区域图像信息中,根据障碍物图像信息确定障碍物点云数据,包括:

将铁轨区域点云数据和位置信息映射到铁轨区域图像信息中,并确定映射结果的一致性;

若一致,则根据障碍物图像信息确定障碍物点云数据;

否则,根据毫米波雷达采集到的位置信息确定障碍物位置信息。

[0025] 由于在大雾大雨等天气不好的情况下,通过图像采集装置或者通过激光雷达采集的点云数据存在一定的误差和错误。因此在本发明实施例中,获取毫米波雷达采集到的位置信息,示例性的,毫米波雷达可以设置在熄焦车上,与激光雷达采集同一片铁轨区域的位置信息。毫米波雷达采集到的是在铁轨区域障碍物的二维坐标信息,将二维坐标信息和激光雷达采集到的三维坐标信息均映射到铁轨区域图像信息中,若映射结果一致,表示通过激光雷达和毫米波雷达均检测到该障碍物的存在,因此根据障碍物图像信息确定障碍物点云数据。通过多种方式进行检测,提高了对障碍物确定的准确度。

[0026] 若映射结果不一致,表明点云数据中存在遗漏或者错误,因此根据毫米波雷达采集到的位置信息确定障碍物位置信息,以保证障碍物检测结果的准确度。示例性的,在一个可选的实施例中,若图像检测装置采集到的铁轨区域图像信息检测不到障碍物图像信息或者激光雷达采集到的铁轨区域点云数据小于一定阈值,则根据毫米波雷达采集到的位置信息确定障碍物位置信息。以保证铁轨障碍物检测在各种天气下适用性。

[0027] 在本发明实施例中,结合图像采集装置、激光雷达以及毫米波雷达采集的信息,对障碍物进行检测,提高了检测结果的准确度。

[0028] 本发明实施例通过结合图像采集装置采集到的图像信息和激光雷达采集到的点云数据,在根据图像信息确定障碍物图像信息的基础上,确定障碍物的点云数据,提高了障

碍物点云数据确定的准确度,且根据障碍物点云数据确定障碍物的检测结果比直接根据图像信息确定检测结果更加准确。

#### [0029] 实施例二

图2是本发明实施例二中的铁轨障碍物检测方法的流程图,本实施例二在实施例一的基础上进行进一步地优化,障碍物包括行人障碍物和其他障碍物。如图2所示,方法包括:

步骤201、获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据。

[0030] 步骤202、基于预先训练的深度学习网络模型,根据铁轨区域图像信息确定铁轨区域的行人障碍物图像信息。

[0031] 由于对于行人障碍物已经有庞大的训练数据集,因此基于已经公开的行人数据集可以得到预先训练的深度学习网络模型,且可以保证模型的行人检测结果的准确性。

[0032] 具体的,根据已经公开的数据集采用yolov3网络进行训练,得到深度学习网络模型,将铁轨区域图像信息作为深度学习网络模型的输入,输出得到该图像中的行人预测结果,由此确定铁轨区域的行人障碍物图像信息。

[0033] 步骤203、将铁轨区域点云数据映射到铁轨区域图像信息中,根据行人障碍物图像信息确定行人障碍物点云数据。

[0034] 将铁轨区域点云数据的坐标和铁轨区域图像信息的坐标进行统一,实现将点云数据映射到图像信息中,使得两者相适配。根据行人障碍物图像信息确定与该行人图像信息相映射的点云数据,作为行人障碍物点云数据。示例性的,根据深度学习网络模型输出的行人的边界位置信息确定在该位置处的点云数据作为行人障碍物点云数据。

[0035] 在一个可选的实施例中,行人障碍物图像信息为行人障碍物边界信息;

步骤203,包括:

将铁轨区域点云数据映射到铁轨区域图像信息中,根据行人障碍物边界信息确定在行人障碍物边界中的点云数据;

对行人障碍物边界中的点云数据进行聚类,得到聚类结果;

若聚类结果为一类,则将行人障碍物边界中的点云数据确定为行人障碍物点云数据;

否则,根据聚类结果中每一类点云数据的距离和/或行人障碍物的特征确定行人障碍物点云数据。

[0036] 其中,行人障碍物边界信息是指模型输出的图像中行人预测结果中的坐标位置信息,根据该坐标位置信息可以确定行人障碍物在图像中的边界。

[0037] 将铁轨区域点云数据映射到铁轨区域图像信息中,根据行人障碍物边界信息确定在行人障碍物边界中的点云数据。由于点云数据中包括三维信息,因此图像中的行人障碍物前面或者后面存在其他物体时,该物体的点云数据也会包括在行人障碍物边界中的点云数据中。若直接将根据边界信息确定的点云全部作为行人障碍物点云,则会造成行人障碍物点云确定不准确。

[0038] 对行人障碍物边界中的点云数据进行聚类操作,聚类操作可以根据点云数据中的点云间的距离等信息实现对行人障碍物边界中的点云进行分类的功能,对该区域中所包含

的点云代表的物体进行区分。

[0039] 当聚类结果为一类时,由于是根据深度学习网络模型进行预测得到的行人图像确定的点云,因此该类即为行人,此区域类不包含其他物体的点云数据,将该行人障碍物边界中的点云数据确定为行人障碍物点云数据。

[0040] 否则,聚类结果超过一类时表示行人障碍物边界中的点云数据所代表的物体不仅仅是行人,则根据每一类点云数据的距离和/或行人障碍物的特征确定行人障碍物点云数据。示例性的,根据聚类结果确定每一类物体距离激光雷达的距离,可以将距离最近的物体作为行人,则距离最近的该类点云为行人障碍物点云;或者根据行人的身高和宽度信息以及行人的轮廓形状对每一类聚类物体进行识别,判断得到符合行人标准的聚类结果作为行人,该类点云则为行人障碍物点云。

[0041] 根据聚类结果进行分析可以进一步保证行人障碍物点云确定结果的准确性,避免确定的行人障碍物点云中出現其他障碍物的点云,影响后续检测结果的确定。

[0042] 步骤204、根据铁轨区域点云数据和行人障碍物点云数据确定其他障碍物点云数据。

[0043] 具体的,将铁轨区域点云数据中的行人障碍物点云数据滤除,则剩下的点云数据即为其他障碍物点云数据。

[0044] 步骤205、对其他障碍物点云数据进行聚类,得到其他障碍物的聚类结果。

[0045] 由于其他障碍物包括的种类繁多,因此特征不明确,若采用和行人障碍物点云确定的相同方法,即利用图像识别技术确定其他障碍物图像信息,再基于图像信息确定点云数据,会造成其他障碍物图像信息确定不准确直接影响后续点云数据的确定。并且由于其他障碍物的种类以及特征均不明确,因此无法采集大量训练样本集或者采集难度大,造成采用深度学习神经网络的预测结果也不准确并且效率低下。

[0046] 因此直接对滤除了行人障碍物点云数据的其他障碍物点云数据进行聚类分析,得到的聚类结果中每一类代表一个其他障碍物,因此通过聚类可以得到每一个其他障碍物的点云数据。通过对所有其他障碍物点云数据进行聚类操作可以提高对每一个其他障碍物点云数据确定的准确性。

[0047] 步骤206、根据其他障碍物的聚类结果和各类障碍物的特征,确定其他障碍物的点云数据和分类结果。

[0048] 其他障碍物的聚类结果中为每一个其他障碍物的点云数据,根据各类障碍物的总体特征即可对每一个其他障碍物进行分类判断,得到分类结果。示例性的,在上述示例的基础上,在熄焦车运输的铁轨上,其他障碍物至少包括其他熄焦车、防撞档以及路障等,通过对每一类障碍物的大体形状进行分析,即可得到其他障碍物的分类结果以及对应的点云数据。

[0049] 步骤207、根据行人障碍物点云数据和其他障碍物的点云数据确定行人障碍物和其他障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

[0050] 确定铁轨区域各个障碍物的点云数据后,根据各自的点云数据可以得到各个障碍物的检测结果。具体的,根据行人障碍物点云数据可以确定行人障碍物的高度、宽度和距离,根据其他障碍物点云数据中的各个其他障碍物的点云数据可以得到各个其他障碍物的高度、宽度和距离。

[0051] 本发明实施例通过预先训练的深度学习网络模型对行人障碍物进行检测,以保证行人障碍物点云数据的准确性,进而保证了其他障碍物点云数据确定的准确性。基于聚类分析得到其他障碍物点云数据中各个其他障碍物的点云数据,以此根据行人障碍物点云数据和各个其他障碍物的点云数据确定障碍物的检测结果,提高检测结果确定的准确度和效率。

[0052] 实施例三

图3是本发明实施例三中的铁轨障碍物检测方法的流程图,本实施例三在实施例二的基础上进行进一步地优化。如图3所示,方法包括:

步骤301、获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据。

[0053] 步骤302、根据铁轨区域图像信息确定铁轨区域的障碍物图像信息。

[0054] 步骤303、对铁轨区域点云数据进行体素化滤波,得到滤波后的点云数据。

[0055] 由于激光雷达的分辨率越高,采集范围越大点云越密集,通过激光雷达直接采集到的铁轨区域点云数据会包括非铁轨区域的无关点云,且铁轨区域的点云数量较多也会影响对点云的处理效率,因此在对点云数据处理之前,对激光雷达直接采集到的铁轨区域点云数据进行预处理,提高后续点云映射以及聚类等操作效率。由此可知,步骤303等预处理步骤设置在对铁轨区域点云数据进行处理之前,即也可设置在步骤302后,或者与步骤302同步进行。

[0056] 体素化滤波是指对点云数据进行下采样,即减少点云的数量并同时保持点云的形状特征,通过降低点云单位距离的密度,提高点云处理效率。示例性的,通过输入的铁轨区域点云数据创建一个三维体素栅格(可把体素栅格想象为微小的空间三维立方体的集合),然后在每个体素(即三维立方体)内,用体素中所有点的重心来近似显示体素中其他点,这样该体素内所有点就用一个重心点最终表示,以此得到滤波后的点云数据。

[0057] 在步骤303之前,还包括滤除非检测空间内的铁轨区域点云数据。

[0058] 根据上述可知,通过激光雷达直接采集到的铁轨区域点云数据会包括非铁轨区域的无关点云,例如在安全距离以外的障碍物、地面碎石、噪声点等,因此需要对非铁轨区域的无关点云进行滤除。

[0059] 检测空间用于对检测范围进行控制,根据预先设置上边界阈值、左边界阈值和右边界阈值确定铁轨区域的检测空间,并去除非检测空间内的点云,通过滤除非检测空间内的铁轨区域点云数据能够提高点云处理的效率,避免过多的无关点云存在给点云处理带来困难。

[0060] 步骤304、确定滤波后的点云数据的法向量。

[0061] 求得滤除后的点云数据中每一个点云的法向量。求取点云的法向量近似于估计表面的一个相切面法线,需要确定其邻域内点云,而邻域的大小一般由邻域半径值或临近点个数来表示。过大的邻域会抹平三维结构细节使得法向量过于粗糙,而过小的邻域由于包含了太少的点受噪声干扰程度较强。在本发明实施例中需要根据点分辨率、物体细节精细程度和用途等因素来取值,在此并不做限制。

[0062] 步骤305、根据法向量确定滤波后的点云数据中的地面点云数据,并根据地面点云数据确定拟合地面。

[0063] 根据预先标定的结果确定地面点云的范围和方向,根据范围和方向确定法向量符合条件的点云为地面点云数据,并根据地面点云数据拟合平面为拟合地面。

[0064] 示例性的,也可以接收用户对地面点云范围的确定指令,根据确定指令确定地面点云的所在范围,在该范围内根据法向量确定地面点云数据。其中,地面的法向量指向预先标定的坐标轴的Z轴,可以根据激光雷达的坐标系进行确定具体取值范围。

[0065] 步骤306、根据法向量和拟合地面确定滤波后的点云数据中的铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据,并根据铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据确定拟合左轨道平面和拟合右轨道平面;其中,拟合左轨道平面和拟合右轨道平面与拟合地面垂直。

[0066] 由于左右轨道设置在距离地面一定高度处,且轨道在一定距离内可看作一条直线,因此确定左右轨道点云的法向量,例如可设置与地面点云的法向量相同,且确定左右轨道距离拟合地面的高度,根据法向量和高度确定符合条件的点云为铁轨轨道点云数据,根据点云的位置可以确定铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据,并根据铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据确定与拟合地面垂直的拟合左轨道平面和拟合右轨道平面。

[0067] 步骤307、滤除法向量在预先设置的法向量范围外的点云数据,确定滤除后的点云数据,以使滤除后的点云数据的法向量指向图像采集装置和激光雷达。

[0068] 由于一个物体包括多个面,例如对于障碍物中的其他熄焦车,可以获取到其正面、左面、右面甚至上面的点云数据,根据其正面的点云数据即可估算出熄焦车的高度、宽度和距离,因此其他面点云数据的存在会造成点云处理效率低且会带来一定困难。

[0069] 预先确定法向量范围,该法向量范围内的点云属于障碍物的正面点云。在本发明实施例中,将障碍物面对激光雷达和图像采集装置的面作为正面。滤除法向量不在预先设置的法向量范围内的点云,以减少点云数量,提高点云处理效率。

[0070] 步骤308、将滤除后的点云数据投影到拟合地面上,得到每个点云数据的投影结果。

[0071] 将经过上述处理后的点云投影到拟合地面上,得到投影在地面上的点云数据。

[0072] 步骤309、滤除投影结果在预先设置的区域范围外的点云数据,确定投影后的点云数据;其中,区域范围大于根据拟合左轨道平面和拟合右轨道平面确定的范围。

[0073] 其中,预先设置的区域范围用于对投影在地面上的点云所在位置进行限制,在本发明实施例中,该区域范围大于根据拟合左轨道平面和拟合右轨道平面确定的范围,例如,该区域范围的左边界在拟合左轨道平面的左面预设距离处,右边界在拟合右轨道平面的右面预设距离处,预设距离可以根据实际场景中铁轨区域出现的障碍物的大小进行确定,在此不作限制。

[0074] 滤除在地面投影结果处于预先设置的区域范围外的点云,对在地面投影结果处于预先设置的区域范围内的点云进行处理,可以保证所获取的障碍物均在铁轨区域,并且是会对熄焦车在铁轨上运输造成一定影响的障碍物,若投影结果在预先设置的区域范围外,则表示该点云对应的障碍物距离铁轨较远,不对其进行确定,可以提高铁轨区域障碍物确定的效率。

[0075] 步骤303到步骤309可以作为对激光雷达获取到的点云数据进行预处理的操作,通过对点云数据进行预处理可以有效滤除铁轨区域无关障碍物点云数据,提高对铁轨区域障碍物检测结果确定的效率。

[0076] 步骤310、将投影后的点云数据映射到铁轨区域图像信息中,根据障碍物图像信息确定障碍物点云数据。

[0077] 将投影后的点云数据映射到铁轨区域图像信息中,根据障碍物图像信息确定各个障碍物的点云数据。

[0078] 步骤311、根据拟合左轨道平面和拟合右轨道平面确定障碍物点云数据的位置;其中,位置包括在轨道内、在左轨道外、和在右轨道外。

[0079] 确定各个障碍物的点云数据与拟合左轨道平面和拟合右轨道平面的位置信息,示例性的,确定各障碍物的点云数据位于轨道内还是轨道外,且位于哪个轨道外。若任一障碍物的点云数据部分位于轨道内则该障碍物的点云数据的位置为在轨道内。

[0080] 若障碍物点云数据的位置为在左轨道外,则根据拟合地面和障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离,并根据拟合左轨道平面确定障碍物距离左轨道的距离。

[0081] 障碍物点云数据位于左轨道外时,则对该障碍物点云数据进行分析,得到该障碍物点云数据代表的障碍物的高度、宽度、距离,以及距离拟合左轨道平面的距离,其中,障碍物的距离是指距离激光雷达的距离。示例性的,根据该障碍物点云数据进行三维重建,得到该障碍物的三维模型,根据三维模型可以得到障碍物的高度、宽度、距离,以及距离拟合左轨道平面的距离。

[0082] 若障碍物点云数据的位置为在右轨道外,则根据拟合地面和障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离,并根据拟合右轨道平面确定障碍物距离右轨道的距离。

[0083] 障碍物点云数据位于右轨道外时,则对该障碍物点云数据进行分析,得到该障碍物点云数据代表的障碍物的高度、宽度、距离,以及距离拟合右轨道平面的距离,其中,障碍物的距离是指距离激光雷达的距离。示例性的,根据该障碍物点云数据进行三维重建,得到该障碍物的三维模型,根据三维模型可以得到障碍物的高度、宽度、距离,以及距离拟合右轨道平面的距离。

[0084] 若障碍物点云数据的位置为在轨道内,则根据拟合地面和障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离。

[0085] 障碍物点云数据位于轨道内时,则对该障碍物点云数据进行分析,得到该障碍物点云数据代表的障碍物的高度、宽度和距离,其中,障碍物的距离是指距离激光雷达的距离。示例性的,根据该障碍物点云数据进行三维重建,得到该障碍物的三维模型,根据三维模型可以得到障碍物的高度、宽度和距离。

[0086] 根据障碍物点云的位置不同求取不同的检测结果,例如当障碍物点云位置轨道内时,其一定会影响到熄焦车在铁轨上的正常运输,则不需要对其距离轨道的距离进行确定;而当障碍物位于轨道外时,可以确定其大小以及距离轨道的距离,根据距离和大小确定该障碍物是否会影响到熄焦车的运输,能够有效提高检测结果的确效率。

[0087] 本发明实施例通过对点云数据进行预处理可以有效滤除铁轨区域无关障碍物点云数据,提高对铁轨区域障碍物检测结果确定的效率。通过对经过预处理后的点云数据进行处理,进一步提高了点云数据的处理效率。

[0088] 实施例四

图4是本发明实施例四中的铁轨障碍物检测装置的结构示意图,本实施例可适用于检测熄焦车运输铁轨上的障碍物情况。如图4所示,该装置包括:

信息获取模块410,用于获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据;

障碍物图像确定模块420,用于根据铁轨区域图像信息确定铁轨区域的障碍物图像信息;

障碍物点云确定模块430,用于将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

障碍物检测模块440,用于根据所述障碍物点云数据确定障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

[0089] 本发明实施例通过结合图像采集装置采集到的图像信息和激光雷达采集到的点云数据,在根据图像信息确定障碍物图像信息的基础上,确定障碍物的点云数据,提高了障碍物点云数据确定的准确度,且根据障碍物点云数据确定障碍物的检测结果比直接根据图像信息确定检测结果更加准确。

[0090] 可选的,所述障碍物包括行人;

障碍物图像确定模块420,具体用于:

基于预先训练的深度学习网络模型,根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的行人障碍物图像信息;

相应的,障碍物点云确定模块430,包括:

行人障碍物点云确定单元,用于将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述行人障碍物图像信息确定所述行人障碍物点云数据。

[0091] 可选的,所述行人障碍物图像信息为行人障碍物边界信息;

行人障碍物点云确定单元,具体用于:

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述行人障碍物边界信息确定在行人障碍物边界中的点云数据;

对所述行人障碍物边界中的点云数据进行聚类,得到聚类结果;

若所述聚类结果为一类,则将所述行人障碍物边界中的点云数据确定为所述行人障碍物点云数据;

否则,根据所述聚类结果中每一类点云数据的距离和/或行人障碍物的特征确定所述行人障碍物点云数据。

[0092] 可选的,所述障碍物还包括其他障碍物;

相应的,所述装置还包括其他障碍物点云确定模块,用于:

根据所述铁轨区域点云数据和所述行人障碍物点云数据确定其他障碍物点云数据;

对所述其他障碍物点云数据进行聚类,得到其他障碍物的聚类结果;

根据所述其他障碍物的聚类结果和各类障碍物的特征,确定其他障碍物的点云数据和分类结果。

[0093] 可选的,所述装置还包括点云数据预处理模块,用于:

对所述铁轨区域点云数据进行体素化滤波,得到滤波后的点云数据;

确定所述滤波后的点云数据的法向量;

根据所述法向量确定所述滤波后的点云数据中的地面点云数据,并根据所述地面

点云数据确定拟合地面；

根据所述法向量和所述拟合地面确定所述滤波后的点云数据中的铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据,并根据所述铁轨左轨道点云数据和铁轨右轨道点云数据确定拟合左轨道平面和拟合右轨道平面;其中,所述拟合左轨道平面和拟合右轨道平面与所述拟合地面垂直;

滤除法向量在预先设置的法向量范围外的点云数据,确定滤除后的点云数据,以使滤除后的点云数据的法向量指向所述图像采集装置和激光雷达;

将所述滤除后的点云数据投影到所述拟合地面上,得到每个点云数据的投影结果;

滤除所述投影结果在预先设置的区域范围外的点云数据,确定投影后的点云数据;其中,所述区域范围大于根据所述拟合左轨道平面和拟合右轨道平面确定的范围;

相应的,障碍物点云确定模块430,具体用于:

将所述投影后的点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据。

[0094] 可选的,所述装置还包括障碍物位置确定模块,用于:

根据所述拟合左轨道平面和拟合右轨道平面确定所述障碍物点云数据的位置;其中,所述位置包括在轨道内、在左轨道外、和在右轨道外;

若所述障碍物点云数据的位置为在左轨道外,则根据所述拟合地面和所述障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离,并根据所述拟合左轨道平面确定障碍物距离左轨道的距离;

若所述障碍物点云数据的位置为在右轨道外,则根据所述拟合地面和所述障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离,并根据所述拟合右轨道平面确定障碍物距离右轨道的距离;

若所述障碍物点云数据的位置为在轨道内,则根据所述拟合地面和所述障碍物点云数据确定障碍物的高度、宽度和距离。

[0095] 可选的,所述装置还包括毫米波雷达模块,用于获取毫米波雷达采集到的位置信息;

相应的,障碍物点云确定模块,具体用于:

将所述铁轨区域点云数据和所述位置信息映射到所述铁轨区域图像信息中,并确定映射结果的一致性;

若一致,则根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

否则,根据所述毫米波雷达采集到的位置信息确定所述障碍物位置信息。

[0096] 本发明实施例所提供的铁轨障碍物检测装置可执行本发明任意实施例所提供的铁轨障碍物检测方法,具备执行铁轨障碍物检测方法相应的功能模块和有益效果。

[0097] 实施例五

图5是本发明实施例五提供的一种电子设备的结构示意图。图5示出了适于用来实现本发明实施方式的示例性电子设备12的框图。图5显示的电子设备12仅仅是一个示例,不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0098] 如图5所示,电子设备12以通用计算设备的形式表现。电子设备12的组件可以包括

但不限于：一个或者多个处理器或者处理单元16，系统存储装置28，连接不同系统组件（包括系统存储装置28和处理单元16）的总线18。

[0099] 总线18表示几类总线结构中的一种或多种，包括存储装置总线或者存储装置控制器，外围总线，图形加速端口，处理器或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。举例来说，这些体系结构包括但不限于工业标准体系结构（ISA）总线，微通道体系结构（MAC）总线，增强型ISA总线、视频电子标准协会（VESA）局域总线以及外围组件互连（PCI）总线。

[0100] 电子设备12典型地包括多种计算机系统可读介质。这些介质可以是任何能够被电子设备12访问的可用介质，包括易失性和非易失性介质，可移动的和不可移动的介质。

[0101] 系统存储装置28可以包括易失性存储装置形式的计算机系统可读介质，例如随机存取存储装置（RAM）30和/或高速缓存存储装置32。电子设备12可以进一步包括其它可移动/不可移动的、易失性/非易失性计算机系统存储介质。仅作为举例，存储系统34可以用于读写不可移动的、非易失性磁介质（图5未显示，通常称为“硬盘驱动器”）。尽管图5中未示出，可以提供用于对可移动非易失性磁盘（例如“软盘”）读写的磁盘驱动器，以及对可移动非易失性光盘（例如CD-ROM，DVD-ROM或者其它光介质）读写的光盘驱动器。在这些情况下，每个驱动器可以通过一个或者多个数据介质接口与总线18相连。存储装置28可以包括至少一个程序产品，该程序产品具有一组（例如至少一个）程序模块，这些程序模块被配置以执行本发明各实施例的功能。

[0102] 具有一组（至少一个）程序模块42的程序/实用工具40，可以存储在例如存储装置28中，这样的程序模块42包括但不限于操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据，这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。程序模块42通常执行本发明所描述的实施例中的功能和/或方法。

[0103] 电子设备12也可以与一个或多个外部设备14（例如键盘、指向设备、显示器24等）通信，还可与一个或者多个使得用户能与该电子设备12交互的设备通信，和/或与使得该电子设备12能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备（例如网卡，调制解调器等等）通信。这种通信可以通过输入/输出（I/O）接口22进行。并且，电子设备12还可以通过网络适配器20与一个或者多个网络（例如局域网（LAN），广域网（WAN）和/或公共网络，例如因特网）通信。如图5所示，网络适配器20通过总线18与电子设备12的其它模块通信。应当明白，尽管图5中未示出，可以结合电子设备12使用其它硬件和/或软件模块，包括但不限于：微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

[0104] 处理单元16通过运行存储在系统存储装置28中的程序，从而执行各种功能应用以及数据处理，例如实现本发明实施例所提供的铁轨障碍物检测方法，包括：

获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据；

根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的障碍物图像信息；

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中，根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据；

根据所述障碍物点云数据确定障碍物的检测结果，其中，检测结果包括如下至少

一项:高度、宽度和距离。

#### [0105] 实施例六

本发明实施例六还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如本发明实施例所提供的铁轨障碍物检测方法,包括:

获取图像采集装置采集到的铁轨区域图像信息和激光雷达采集到的铁轨区域点云数据;

根据所述铁轨区域图像信息确定所述铁轨区域的障碍物图像信息;

将所述铁轨区域点云数据映射到所述铁轨区域图像信息中,根据所述障碍物图像信息确定所述障碍物点云数据;

根据所述障碍物点云数据确定障碍物的检测结果,其中,检测结果包括如下至少一项:高度、宽度和距离。

[0106] 本发明实施例的计算机存储介质,可以采用一个或多个计算机可读的介质的任意组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质。计算机可读存储介质例如可以是但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本文件中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0107] 计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质,该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

[0108] 计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输,包括但不限于无线、电线、光缆、RF等等,或者上述的任意合适的组合。

[0109] 可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本发明操作的计算机程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言—诸如Java、Smalltalk、C++,还包括常规的过程式程序设计语言诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络包括局域网(LAN)或广域网(WAN)连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0110] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还

可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

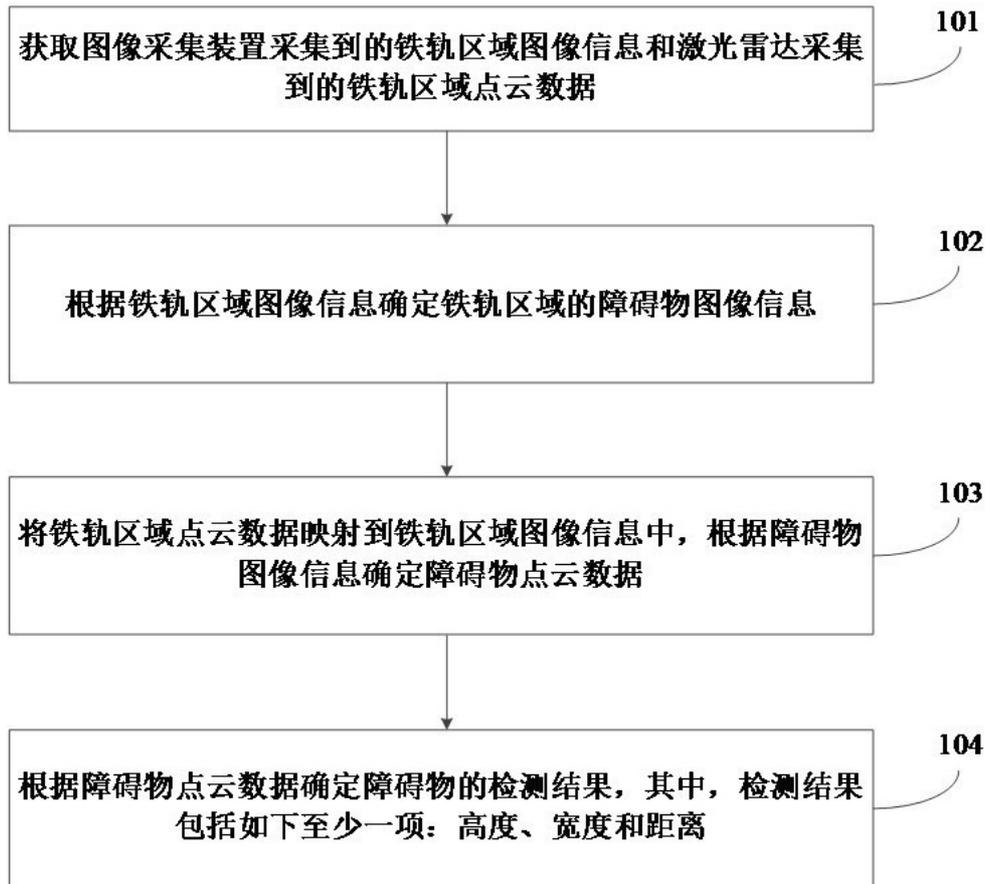


图1

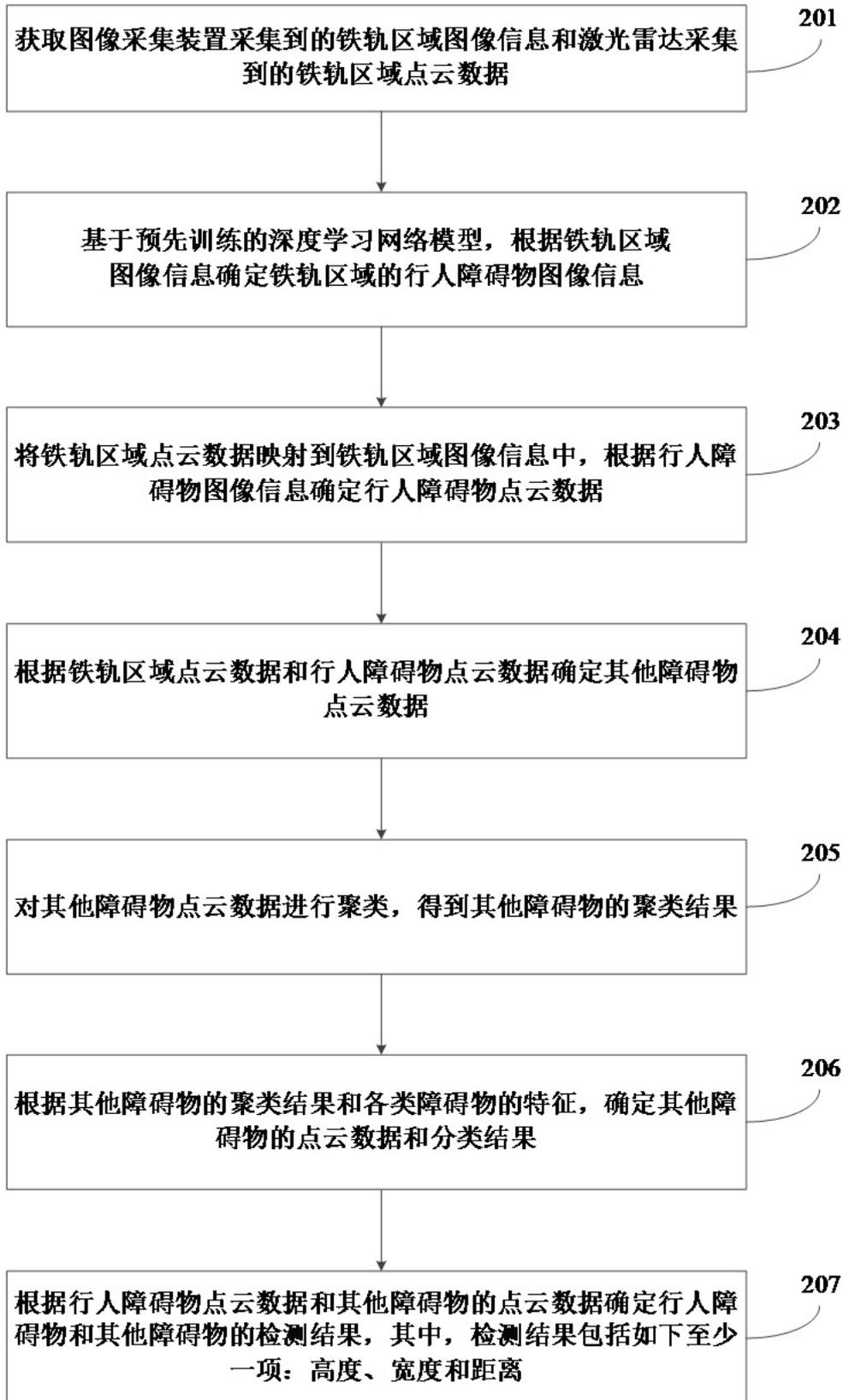


图2

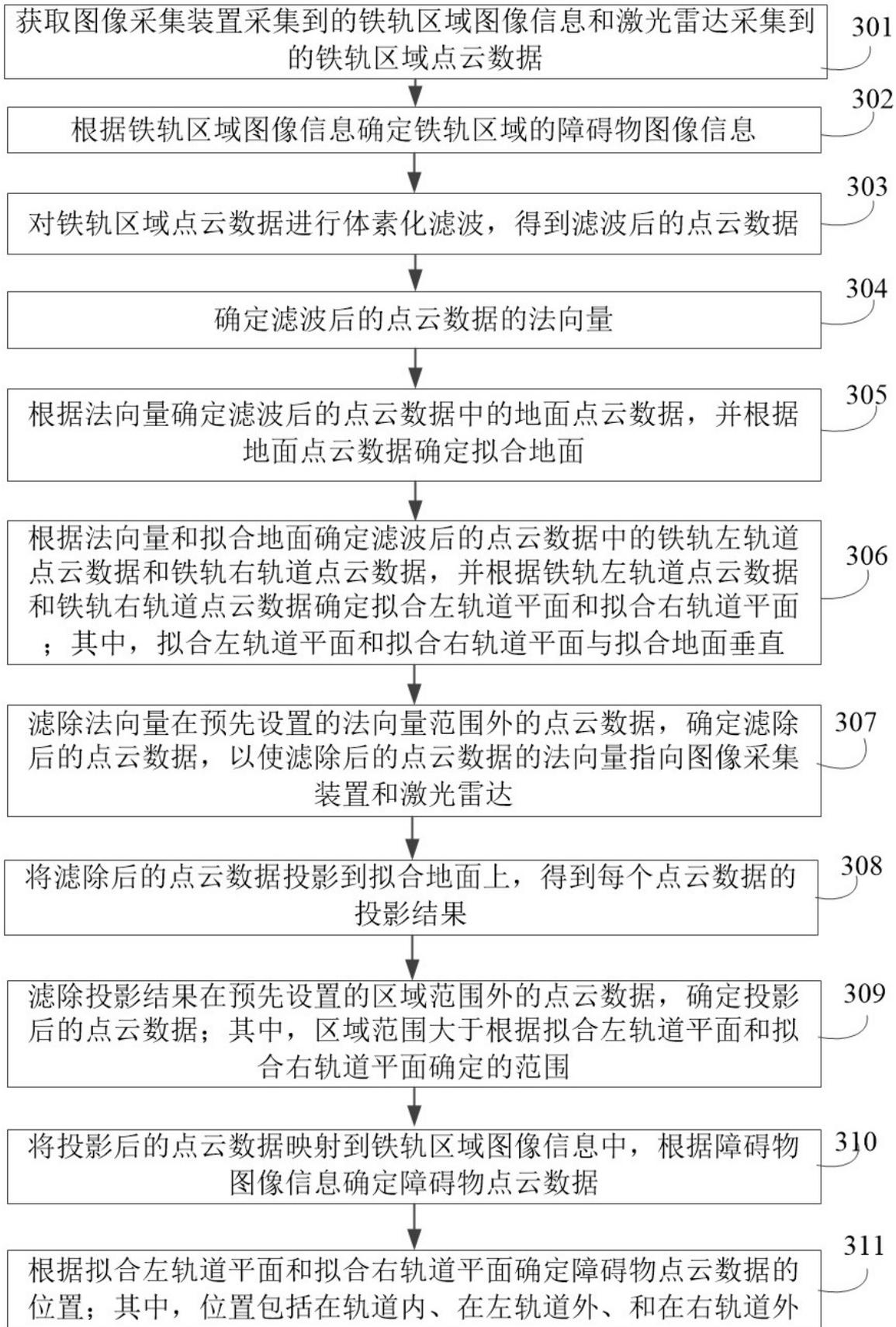


图3

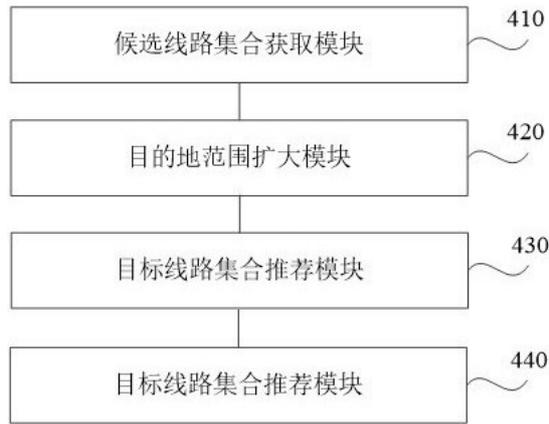


图4

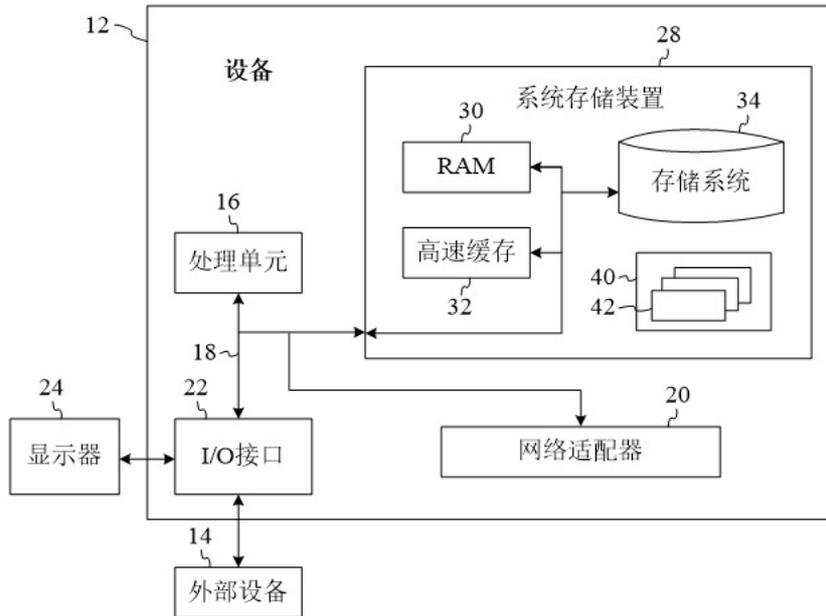


图5