

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108189043 B

(45) 授权公告日 2021.03.30

(21) 申请号 201810022438.8

审查员 吴庆丹

(22) 申请日 2018.01.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108189043 A

(43) 申请公布日 2018.06.22

(73) 专利权人 北京飞鸿云际科技有限公司

地址 100095 北京市海淀区锦带路88号院1
号楼4层409

(72) 发明人 宗孝鹏

(74) 专利代理机构 北京汲智翼成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11381

代理人 陈曦 王鹏丽

(51) Int.Cl.

B25J 11/00 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

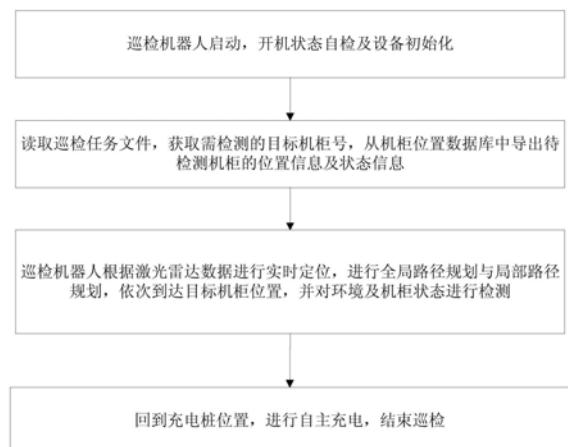
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种应用于高铁机房的巡检方法及巡检机器
人系统

(57) 摘要

本发明公开了一种应用于高铁机房的巡检方法,包括如下步骤:(1)巡检机器人启动,开机状态自检及设备初始化;(2)读取巡检任务文件,获取需检测的目标机柜号,从机柜位置数据库中导出待检测机柜的位置信息;(3)巡检机器人根据激光雷达数据进行实时定位,进行全局路径规划与局部路径规划,依次到达目标机柜位置;当巡检机器人到达目标机柜位置时,进行环境检测,并根据深度学习神经网络模型及图像识别算法对机柜的状态进行检测。本发明同时提供了相应的巡检机器人系统,可以用于对高铁机房设备进行自动定时巡检,并可在紧急情况发生时远程控制完成紧急巡检任务。



1. 一种应用于高铁机房的巡检方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 巡检机器人启动,开机状态自检及设备初始化;

(2) 读取巡检任务文件,获取需检测的目标机柜号,从机柜位置数据库中导出与所述目标机柜号对应的目标机柜的位置信息;

(3) 巡检机器人根据激光雷达采集的环境特征进行实时定位,进行全局路径规划与局部路径规划,依次到达目标机柜位置;当巡检机器人到达目标机柜位置时进行环境检测,并对目标机柜的状态进行检测;其中,进一步包括如下子步骤:(31)判断目标机柜是否走完,若结果为否,则执行步骤(32);若结果为是,执行步骤(34);(32)开始到达下一个目标机柜位置,通过激光雷达进行实时定位,判断巡检机器人是否成功到达,当成功到达时,采集声音数据和温湿度数据,并依次采集低位置、中位置及高位置的目标机柜状态数据,然后进入步骤(33);当没有成功到达时,记录失败的目标机柜号,然后进入步骤(33);(33)读取巡检机器人的电量值,判断是否需要充电;若是,则巡检机器人回到充电桩位置,进行自主充电;若否,则返回步骤(31);(34)判断是否有失败的目标机柜位置,若结果为否,则直接进入步骤(4);若结果为是,执行步骤(35):重新组合失败的目标机柜位置,依次到达失败的目标机柜,当成功到达目标机柜时,采集声音数据和温湿度数据,并依次采集低位置、中位置及高位置的目标机柜状态数据,如果有未成功到达的目标机柜,则再次记录失败的目标机柜号,然后进入步骤(4);

(4) 回到充电桩位置,进行自主充电,结束巡检。

2. 如权利要求1所述的巡检方法,其特征在于:

在步骤(3)中,加载高铁机房的地图,通过激光雷达感知的环境特征,提取激光雷达测量得到的激光数据中的局部特征信息,并利用SLAM技术将局部特征信息融合成一个统一的全局特征地图,进而实现对巡检机器人的实时定位,并更新到地图中;然后根据已获取的地图,导航模块根据自身当前位置、目的地位置及可通行性的分析,并结合巡检任务的需求,对全局路径和局部路径进行规划,选择快捷的路径进行巡检。

3. 如权利要求1所述的巡检方法,其特征在于:

在步骤(3)中,使用预先生成的包含深度学习神经网络模型的状态灯识别算法对机柜状态灯进行检测;并且,包含不同深度学习神经网络模型的状态灯识别算法分别与相应目标机柜号及高、中、低位置关联存储。

4. 如权利要求3所述的巡检方法,其特征在于:

在步骤(3)中所使用的深度学习神经网络模型的训练过程如下:

S1:采集每个机柜的视频,按照机柜类别进行视频分类及编号;对采集的视频进行切片,分割成图片的格式;

S2:建立训练的数据集,将所有的机柜状态灯分为六大类:绿灯、红灯、黄灯、白灯、灭灯、灯组;

S3:根据对机柜状态灯的分类,对切片后的图片进行标注;

S4:将数据集分为两大类,分别是训练数据集和测试数据集;

S5:对于训练数据集,定义深度学习神经网络模型,设计合适的神经网络结构;并定义损失函数,用来描述神经网络的训练效果;

S6:将训练数据集数据传入深度学习神经网络模型,进行模型参数训练,得到深度学习

神经网络模型的连接权值和偏置参数；判断损失函数是否收敛，若是，输出深度学习神经网络模型，否则，继续训练；

S7：将测试数据集传入训练后的深度学习神经网络模型，判断准确率是否大于设定阈值，若是，获得最终的深度学习神经网络模型，结束训练流程；否则，返回S6重新训练。

5. 如权利要求1所述的巡检方法，其特征在于：

在步骤(32)和(35)中，所采集的目标机柜状态数据包括状态灯检测数据；在对目标机柜的状态灯进行检测时，包括下述步骤：

根据目标机柜号及摄像头位置选择与之对应的状态灯识别算法，不同的状态灯识别算法中包括不同的深度学习神经网络模型；状态灯识别算法分为两大类，分别对应于单灯识别算法和灯组识别算法；

对于单灯识别算法，首先进行分类，判断状态灯是绿灯、红灯、黄灯、白灯、灭灯中的哪一种；然后进行定位，得到每个灯的像素位置；统计同一个目标机柜中不同位置的不同种类的灯的数量；

对于灯组识别算法，首先判断灯组的像素位置，然后寻找灯组中每个灯的轮廓，根据轮廓信息统计灯组中灯的数量；

最后，统计得到单灯或者灯组的数量之后，与对应的阈值进行比较判断，输出检测结果并保存。

6. 一种用于实现权利要求1至5中任意一项所述巡检方法的巡检机器人系统，其特征在于包括存储模块、导航模块、感知模块、控制模块和通信模块；

其中，所述存储模块用于存储高铁机房地图及机柜位置数据库；

所述导航模块用于根据激光雷达感知的环境特征在地图中实现巡检机器人的实时定位，并用于对待检测的目标机柜进行全局路径规划与局部路径规划，生成路径规划信息；

所述感知模块用于采集环境参数及目标机柜状态数据；所述感知模块包括图像采集单元，所述图像采集单元用于采集目标机柜低位置、中位置及高位置的视频图像；所述感知模块还用于根据包括深度学习神经网络模型的图像识别算法对状态灯进行检测；

所述控制模块用于接收所述导航模块发送的路径规划信息和所述感知模块采集的环境参数及目标机柜状态数据，做出相对应的决策，并输出控制指令到所述执行模块；

所述执行模块包括底盘电机和升降电机；所述底盘电机用于驱动巡检机器人移动；所述升降电机用于驱动升降平台进行升降，使所述图像采集单元升降到不同高度；

所述通信模块用于发送巡检机器人的巡检结果，并接收巡检任务文件。

7. 如权利要求6所述的巡检机器人系统，其特征在于：

所述控制模块同时运行两个线程，分别进行巡检机器人导航控制及目标机柜状态检测。

8. 如权利要求6所述的巡检机器人系统，其特征在于：

所述感知模块还包括声音传感器和温湿度传感器。

9. 如权利要求6所述的巡检机器人系统，其特征在于还包括用于给所述控制模块、所述感知模块、所述导航模块、所述执行模块和所述通信模块进行供电的电源模块。

一种应用于高铁机房的巡检方法及巡检机器人系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于高铁机房的巡检方法,同时涉及一种应用于高铁机房的巡检机器人系统。

背景技术

[0002] 长期以来,我国的铁路信号机房均采用人工巡检的作业方式,而且目前在我国铁路系统存在大量无人值守信号机房。日常设备机房巡查时人员必须到达现场,造成人力、物力的浪费,人工巡视的及时性受到各种条件制约,人工巡视效果也会受巡检人员的业务能力、工作经验、精神状态等诸多因素的制约,漏检、误检的情况时有发生,稍有不慎就会造成重大经济损失,甚至影响铁路运输安全。并且目前大多铁路信号机房均采用传统的固定式、离散式在线检测系统,不能实现对机房内情况完全覆盖,当发生紧急情况时,无法第一时间采集现场情况并将现场情况传递到监控中心,从而无法在必要时对机房或机柜的特定部位采取有效处理措施。

[0003] 因此,需要一种连续、实时的自动巡检系统,将巡检人员从繁重的劳动中解脱出来,节约人力及物力成本,提高机房巡检的准确性。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的首要技术问题在于提供一种应用于高铁机房的巡检方法。

[0005] 本发明所要解决的另一技术问题在于提供一种应用于高铁机房的巡检机器人系统。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明采用下述技术方案:

[0007] 根据本发明实施例的第一方面,提供了一种应用于高铁机房的巡检方法,包括如下步骤:

[0008] (1) 巡检机器人启动,开机状态自检及设备初始化;

[0009] (2) 读取巡检任务文件,获取需检测的目标机柜号,从机柜位置数据库中导出待检测机柜的位置信息;

[0010] (3) 巡检机器人根据激光雷达采集的环境特征进行实时定位,进行全局路径规划与局部路径规划,依次到达目标机柜位置;当巡检机器人到达目标机柜位置时,进行环境检测,并对机柜的状态进行检测。

[0011] 其中较优地,在步骤(3)中,加载高铁机房的地图,通过激光雷达感知的环境特征,提取激光雷达测量得到的激光数据中的局部特征信息,并利用SLAM技术将局部特征信息融合成一个统一的全局特征地图,进而实现对巡检机器人的实时定位,并更新到地图中;然后根据已获取的地图,导航模块根据自身当前位置、目的地位置及可通行性的分析,并结合巡检任务的需求,对全局路径和局部路径进行规划,选择快捷的路径进行巡检。

[0012] 其中较优地,在步骤(3)使用预先生成的包含深度学习神经网络模型的状态灯识别算法对机柜状态灯进行检测;并且,包含不同深度学习神经网络模型的状态灯识别算法

分别与相应机柜号及高中低位置关联存储。

[0013] 其中较优地,在步骤(3)中所使用的深度学习神经网络模型的训练过程如下:

[0014] S1:采集每个机柜的视频,按照机柜类别进行视频分类及编号;对采集的视频进行切片,分割成图片的格式;

[0015] S2:建立训练的数据集,将所有的机柜状态灯分为六大类:绿灯、红灯、黄灯、白灯、灭灯、灯组;

[0016] S3:根据对机柜状态灯的分类,对切片后的图片进行标注;

[0017] S4:将数据集分为两大类,分别是训练数据集和测试数据集;

[0018] S5:对于训练数据集,定义深度学习神经网络模型,设计合适的神经网络结构;并定义损失函数,用来描述神经网络的训练效果;

[0019] S6:将训练数据集数据传入深度学习神经网络模型,进行模型参数训练,得到深度学习神经网络模型的连接权值和偏置参数;判断损失函数是否收敛,若是,输出深度学习神经网络模型,否则,继续训练;

[0020] S7:将测试数据集传入训练后的深度学习神经网络模型,判断准确率是否大于设定阈值,若是,获得最终的深度学习神经网络模型,结束训练流程;否则,返回S6重新训练。

[0021] 其中较优地,在步骤(3)中,包括如下步骤:

[0022] (31) 判断目标机柜是否走完,若结果为否,则执行步骤(32);若结果为是,执行步骤(34);

[0023] (32) 开始到达下一个目标机柜位置,通过激光雷达进行实时定位,判断机器人是否成功到达,当成功到达时,采集声音数据和温湿度数据,并依次采集低位置、中位置及高位置的机柜状态数据,然后进入步骤(33);当没有成功到达时,记录失败点机柜号,然后进入步骤(33);

[0024] (33) 读取机器人的电量值,判断是否需要充电;若是,则机器人回到充电桩附近,开始自主充电;若否,则返回步骤(31);

[0025] (34) 判断是否有失败的目标点位置,若结果为否,则直接进入步骤(4):回到充电桩位置,进行自主充电,结束巡检;若结果为是,执行步骤(35):重新组合失败点位置,依次到达失败的目标点,当成功到达目标机柜时,采集声音数据和温湿度数据,并依次采集低位置、中位置及高位置的机柜状态数据,如果有未成功到达的失败点,则再次记录失败点机柜号,然后进入步骤(4)。

[0026] 其中较优地,在步骤(32)和(35)中,所采集的机柜状态数据包括状态灯检测数据;在对机柜状态灯进行检测时,包括下述步骤:

[0027] 根据机柜号及摄像头位置选择与之对应的状态灯识别算法,不同的状态灯识别算法中包括不同的深度学习神经网络模型;状态灯识别算法分为两大类,分别对应于单灯识别算法和灯组识别算法;

[0028] 对于单灯识别算法,首先进行分类,判断状态灯是绿灯、红灯、黄灯、白灯、灭灯中的哪一种;然后进行定位,得到每个灯的像素位置;统计同一个机柜中不同位置的不同种类的灯的数量;

[0029] 对于灯组识别算法,首先判断灯组的像素位置,然后寻找灯组中每个灯的轮廓,根据轮廓信息统计灯组中灯的数量;

[0030] 最后,统计得到单灯或者灯组的数量之后,与对应的阈值进行比较判断,输出检测结果并保存。

[0031] 根据本发明实施例的另一方面,提供了一种用于实现上述巡检方法的巡检机器人系统,包括存储模块、导航模块、感知模块、控制模块、执行模块和通信模块;

[0032] 其中,所述存储模块用于存储高铁机房地图及机柜位置数据库;

[0033] 所述导航模块用于根据激光雷达感知的环境特征在地图中实现机器人的实时定位,并用于对待检测目标机柜进行全局路径规划与局部路径规划,生成路径规划信息;

[0034] 所述感知模块用于采集环境参数及机柜状态参数;所述感知模块包括图像采集单元,所述图像采集单元用于采集机柜低位置、中位置和高位置的视频图像;所述感知模块还用于根据包括深度学习神经网络模型的图像识别算法对状态灯进行检测;

[0035] 所述控制模块用于接收所述导航模块发送的路径规划信息和所述感知模块采集的环境参数及机柜状态参数,做出相对应的决策,并输出控制指令到所述执行模块;

[0036] 所述执行模块包括底盘电机和升降电机;所述底盘电机用于驱动机器人移动;所述升降电机用于驱动升降平台进行升降,使所述图像采集单元升降到不同高度;

[0037] 所述通信模块用于发送机器人的巡检结果,并用于接收巡检任务文件。

[0038] 其中较优地,所述控制模块同时运行两个线程,分别进行机器人导航控制及机柜状态检测。

[0039] 其中较优地,所述感知模块还包括声音传感器和温湿度传感器。

[0040] 其中较优地,还包括用于给所述控制模块、所述感知模块、所述导航模块、所述执行模块和所述通信模块进行供电的电源模块。

[0041] 本发明所提供的高铁机房巡检方法,能够对机房状态进行连续、动态监测,获得机房及设备的视频、图片、音频及环境温湿度等各种数据,实现对机房往复不间断的巡检。本发明同时提供了相应的巡检机器人系统,可以用于对高铁机房设备进行自动定时巡检,并可在紧急情况发生时接受远程控制完成紧急巡检任务。

附图说明

[0042] 图1为本发明所提供的巡检方法的基本步骤流程图;

[0043] 图2为本发明所提供的巡检方法的具体流程图;

[0044] 图3为针对状态灯识别的深度学习神经网络训练流程图;

[0045] 图4为机柜状态灯的识别算法流程图;

[0046] 图5为本发明所使用的巡检机器人系统的组成框图示例。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图和具体实施例对本发明的技术内容作进一步的详细描述。

[0048] 为了实现对高铁机房的自动巡检,本发明提供了一种应用于高铁机房的巡检方法,能够对机房状态进行连续、动态监测,获得机房及设备的视频、图片、音频及环境温湿度等各种数据,实现对机房往复不间断的巡检。该巡检方法,可以用于对高铁机房内所有机柜的自动定时巡检,也可用于对高铁机房中某些机柜进行紧急巡检。

[0049] 如图1所示,本发明所提供的巡检方法,包括如下步骤:(1)巡检机器人启动,开机

状态自检及设备初始化；(2) 读取巡检任务文件, 获取需检测的目标机柜号, 从机柜位置数据库中导出待检测机柜的位置信息；(3) 巡检机器人根据激光雷达感知的环境特征进行实时定位, 进行全局路径规划与局部路径规划, 依次到达目标机柜位置；当巡检机器人到达目标机柜位置时, 采集环境参数, 并对机柜状态进行检测；(4) 回到充电桩位置, 进行自主充电, 结束巡检。

[0050] 具体来说, 如图2所示, 在步骤(1)中, 包括如下三个子步骤: (11) 机器人启动, 开机状态自检；(12) 启动激光雷达, 载入机房地图数据, 机器人位置初始化；(13) 机器人搭载设备初始化, 包括感知模块中的设备(例如工业相机、温湿度传感器和声音传感器)和执行模块中的设备(例如底盘电机及升降电机等)的初始化。

[0051] 在步骤(2)中, 读取巡检任务文件, 获取需检测的目标机柜号, 从机柜位置数据库中导出待检测机柜的位置信息。其中, 在机柜位置数据库中, 存储有所有待检测机柜的详细位置信息, 并存储有与每个机柜的低位置、中位置和高位置对应的识别算法。在从机柜位置数据库中导出待检测机柜的位置信息时, 可以同时导出与待检测机柜对应的识别算法, 其中, 包含深度学习神经网络模型的状态灯识别算法。

[0052] 在步骤(3)中, 包括如下两个过程: 机器人根据激光雷达感知的环境特征进行实时定位, 进行全局路径规划与局部路径规划, 依次到达目标机柜位置；对每个成功到达的目标机柜进行环境检测, 并对机柜状态进行检测。上述过程循环进行, 直至对所有目标机柜完成一次巡检。在一次巡检的过程中, 如果某些目标机柜未能成功到达, 则记录机柜号, 然后到达下一目标机柜进行检测。

[0053] 在机器人根据激光雷达数据进行实时定位, 进行全局路径规划与局部路径规划, 依次到达目标机柜位置的过程中, 具体包括地图加载与定位、路径规划、局部避障的过程。首先, 导航模块加载预巡检的高铁机房的地图, 通过激光雷达感知的环境特征, 提取激光雷达测量得到的激光数据中的局部特征信息, 并利用SLAM技术(地图构建与定位算法)将局部特征信息融合成一个统一的全局特征地图, 进而实现对巡检机器人的实时定位, 并更新到地图中。然后根据已获取的地图, 导航模块自主分析可通行性, 并对可通行性进行量化；根据自身当前位置、目的地位置及可通行性的分析, 并结合巡检任务的需求, 对路径进行规划, 选择快捷的路径进行巡检；控制模块生成巡检机器人前进的驱动指令, 机器人开始巡检。在巡检机器人沿规划路径巡检前进的过程中, 激光雷达实时感知环境, 导航模块通过与地图的匹配, 发现障碍物, 激光雷达对障碍物轮廓信息进行描述, 根据当前定位信息确定障碍物在环境地图中的位置分布情况, 将路径信息反馈给控制模块, 控制模块控制巡检机器人规避障碍。最后到达巡检目标机柜位置时, 导航模块停止导航。

[0054] 当巡检机器人到达目标机柜时, 首先通过温湿度传感器对温湿度进行检测, 然后通过声音传感器采集音频信息, 最后通过图像采集单元采集不同高度位置的图像及视频, 并根据深度学习模型及图像识别算法对机柜状态进行检测, 具体包括对指针仪表、数字仪表及状态灯的状态检测。

[0055] 此外, 在步骤(3)中还包括对第一次未成功到达的目标机柜进行二次巡检的过程, 通过再次到达未成功巡检的目标机柜, 完成巡检过程, 直至对所有未成功到达的目标机柜完成二次巡检。如果在二次巡检的过程中, 仍有目标机柜未成功巡检, 则通过保存并提交巡检结果, 留待人工巡检进行排查。

[0056] 具体来说,如图2所示,步骤(3)包括如下子步骤:

[0057] (31) 判断目标机柜是否走完,若结果为是,执行步骤(34);若结果为否,则执行步骤(32)。

[0058] 步骤(32)开始到达下一个目标机柜位置,通过激光雷达进行实时定位,判断机器人是否成功到达;当成功到达时,开始进行状态检测,采集声音数据和温湿度数据,并使升降平台依次上升到低位置、中位置及高位置,采集低位置、中位置及高位置的机柜状态数据,进行机柜状态检测,然后进入步骤(33);当没有成功到达时,记录失败点机柜号,然后进入步骤(33)。

[0059] 步骤(33):读取机器人的电量值,判断是否需要充电;若是,则机器人通过导航模块进行导航,回到充电桩附近(在导航地图中,已提前设置好充电桩位置),开始自主充电;若否,则返回步骤(31);

[0060] 步骤(34)判断是否有失败的目标点位置,若结果为是,执行步骤(35),进入步骤(4);若结果为否,则直接进入步骤(4)。

[0061] 步骤(35):重新组合失败点位置,开始执行运动控制,依次到达失败的目标点,当成功到达目标机柜时,采集声音数据和温湿度数据,并依次采集低位置、中位置及高位置的机柜状态数据,在此过程中,如果有未成功到达的失败点,则再次记录失败点机柜号。

[0062] 在步骤(32)和(35)中,当机器人成功到达一个目标点时,先通过温湿度传感器采集环境中的温湿度信息,并通过声音传感器获取机柜的基本运行状态,判断是否有预警或报警信号;然后工业相机依次采集低位置、中位置和高位置的视频信息,感知模块根据机柜号和工业相机的视频采集位置,选择对应的识别算法对机柜中的指针仪表、数字仪表及状态灯进行识别。

[0063] 其中,对于数字仪表及指针仪表的识别已有诸多方法,在此可以选用任意的识别方法来实现。例如,对于数字仪表,通过工业相机采集数字仪表表盘的图像,然后感知模块对图像进行预处理,提取源图像中的亮度和颜色特征信息,分别设定亮度阈值和颜色阈值,将源图像二值化得到数字区域图像;然后,通过模板匹配的方法和骨架特征匹配方法进行数字识别处理。对于指针仪表。包括采集图像,对图像信息进行预处理得到二值化图像,提取刻度轮廓,刻度圆拟合与展开,得到特殊点位置;通过快速Hough变换识别仪表的指针,获得指针轮廓;最后根据起始和终止刻度角度,对指针角度刻度进行读取。

[0064] 对于机柜状态灯的识别,可以使用现有技术中存在的一些图像识别方法进行检测。较优地,为了提高检测的准确度及检测速度,推荐使用本发明所提供的包含深度学习神经网络模型的状态灯识别算法进行识别。机柜的状态灯识别区别于其它设备的识别,其特点是体积小、密度大、状态多。由于深度学习(Deep learning)具有可实现自动提取特征的功能,省去传统算法的手动提取图像特征的过程,因此在本发明所提供的巡检方法中,将深度学习应用在机柜状态灯的识别中。

[0065] 具体来说,在上述巡检方法中,对机柜状态灯进行识别时需要使用预生成的包含深度学习神经网络模型的状态灯识别算法对机柜状态灯进行检测;包含不同深度学习神经网络模型的状态灯识别算法分别与相应机柜号及高中低位置关联存储于机柜位置数据库中。通过将适用于每个机柜使用的状态灯识别算法与机柜号关联存储在存储模块的数据库中,在对每个机柜的状态灯进行识别时,可以直接调用与之关联的状态灯识别算法对状

态灯进行识别判断。

[0066] 上述状态灯识别算法所包括的深度学习神经网络模型的训练流程如图3所示。S1：采集每个机柜的视频，按照机柜类别进行视频分类及编号；对采集的视频进行切片，分割成图片的格式；S2：建立训练的数据集，将所有的机柜状态灯分为六大类：绿灯、红灯、黄灯、白灯、灭灯、灯组；其中，在上述分类的过程中，主要根据机柜中状态灯的密度及明灭状态进行标记。绿灯、红灯、黄灯、白灯和灭灯分别对应于单个不同颜色的灯的明灭状态，灯组适用于对以单灯识别难度较大的多个密集排列的状态灯的状态进行判断，其中，采用计数的方式对具有不同颜色的状态灯的个数进行计数。

[0067] S3：根据对机柜状态灯的分类，对切片后的图片进行标注；

[0068] S4：将数据集分为两大类，分别是训练数据集和测试数据集；

[0069] S5：对于训练数据集，首先定义深度学习神经网络模型，设计合适的神经网络结构；定义损失函数，用来描述神经网络的训练效果；

[0070] S6：将训练数据集数据传入深度学习神经网络模型，进行模型参数训练，得到深度学习神经网络模型的连接权值和偏置参数；判断损失函数是否收敛，若是，表明训练得到一个较好效果，输出深度学习神经网络模型，否则，继续训练；

[0071] S7：将测试数据集传入训练后的深度学习神经网络模型，判断准确率是否大于设定阈值（例如95%），若是，获得最终的深度学习神经网络模型，结束训练流程；否则，返回S6重新训练。

[0072] 当机器人到达每个目标点时，感知模块通过从数据库中获取的对应于机柜号及摄像头采集位置的状态灯识别算法对状态灯进行判断。

[0073] 当感知模块对机柜状态灯进行检测时，采用如图4所示的流程：首先，初始化工业相机及相关参数；读取相机，获得机柜视频；并读取机柜号及摄像头高中低位置；

[0074] 然后，根据机柜号及摄像头位置选择与之对应的状态灯识别算法，进行机柜状态识别；不同的状态灯识别算法中包括不同的深度学习神经网络模型；相应的识别算法与机柜号及摄像头位置关联存储于机柜位置数据库中；

[0075] 具体来说，根据机柜上状态灯的密度，识别算法分为两大类，分别是单灯识别算法和灯组识别算法；

[0076] 对于单灯识别算法，首先进行分类，判断状态灯是绿灯、红灯、黄灯、白灯、灭灯中的哪一种；然后进行定位，得到每个灯的像素位置；统计同一个机柜中不同位置的不同种类的灯的数量；

[0077] 对于灯组识别算法，首先判断灯组的像素位置，然后寻找灯组中每个灯的轮廓，根据轮廓信息统计灯组中灯的数量；

[0078] 最后，统计得到单灯或者灯组的数量之后，与对应的阈值进行比较判断；输出检测结果并保存，结束该位置的状态灯检测。

[0079] 上面对应用于高铁机房的巡检方法进行了详细描述，其中，通过激光雷达感知的环境特征进行实时定位，进行全局路径规划与局部路径规划，可以快速到达目标点；当成功到达目标点后，通过采集目标机柜的环境参数及机柜状态视频对不同目标点的机柜状态进行自动巡检。并且，在上述巡检过程中，还可以根据机器人的电量状态进行自主充电，满足了巡检机器人连续的巡检需求。

[0080] 为此,本发明还同时提供了如图5所示的巡检机器人系统,包括存储模块、导航模块、感知模块、控制模块、执行模块、电源模块和通信模块;所述电源模块给其他模块供电,控制模块控制其他模块的运行。

[0081] 具体来说,存储模块用于存储高铁机房地图及机柜位置数据库。存储于存储模块中的高铁机房地图和机柜位置数据库中的机柜位置信息是根据巡检机器人提前采集的数据生成的,存储于机柜位置数据库中的状态灯识别算法也是根据提前的深度学习过程获得的,在巡检过程中可以直接调用。

[0082] 导航模块包括激光雷达,激光雷达用于感知机器人的环境特征,导航模块根据激光雷达感知的环境特征生成机房整体地图,并且在地图中实现机器人的实时定位,获得机器人在机房中的位置;导航模块还用于进行全局路径规划与局部路径规划,生成路径规划信息,并实时定位,到达目标点。

[0083] 感知模块用来采集环境及机器人本体状态参数,用于控制模块的决策及判断;感知模块包括搭载在机器人支架上的图像采集单元、温湿度传感器及声音传感器。其中,温湿度传感器及声音传感器可以固定在支架上的固定位置;温湿度传感器及声音传感器用来检测机房中的温湿度及声音,可判断是否有设备温度过高或者发出报警声。图像采集单元可随支架进行升降到达低位置、中位置和高位置。图像采集单元可以使用工业相机,工业相机用于采集低位置、中位置和高位置的视频图像。感知模块通过对视频图像进行数据处理,识别数字仪表和指针仪表的读数,并使用深度学习神经模型识别机柜上的状态灯的状态,来检测机柜是否存在异常。此外,感知模块还用于获取机器人本体状态参数,例如实时采集机器人的电量、姿态、位移及方位角。

[0084] 控制模块用于接收导航模块发送的路径规划信息和感知模块采集的环境参数和机器人本体状态参数,做出相对应的决策,输出控制指令到执行模块;控制模块采用智能控制器,同时运行两个线程,分别进行机器人导航控制及机柜状态检测,保证系统实时性。

[0085] 执行模块包括设置在机器人支架上的底盘电机和升降电机;底盘电机用于执行控制模块的运动指令,驱动机器人移动,具体来说分别驱动两个驱动轮实现底盘的前进、后退及转弯功能,并可实现以不同的速度行驶;升降电机用于驱动设置在机器人支架上的升降平台进行升降,使图像采集单元可以升降到不同高度,检测不同高度位置(低位置、中位置和高位置)的机柜状态。

[0086] 通信模块用于实现远程服务器和机器人本体的通信,用于将机器人的巡检结果发送到远程服务器保存,并用于接收远程服务器下方的巡检任务文件以及其他控制指令,实现巡检任务变更、巡检状态监察等功能。远程服务器还具有轨迹跟踪、作业督导和资料归档的功能。

[0087] 通过巡检机器人对机房状态进行连续、动态的监测,在此过程中实时上传巡检结果,可以在第一时间检测到故障状态,把现场的视频、图像及数据回传到远程服务器,并进行数据存储,对设备的缺陷及故障进行智能分析。远程服务器可以进行巡检任务的下发,对机器人的巡检过程进行轨迹监控、作业督导、资料归档等,实现巡检过程的闭环处理,节省人力物力成本,起到更加及时有效的防灾减灾效果。

[0088] 综上所述,本发明所提供的高铁机房巡检方法,通过使用激光雷达实现实时定位,进行全局路径规划和局部路径规划,可以实现巡检机器人的连续室内巡检;并且,在对机柜

状态检测时,通过将深度学习获得的神经网络模型和图像处理技术相结合,实现了对指针仪表、数字仪表、状态灯的识别。上述应用于高铁机房的巡检机器人系统,可以用于对高铁机房设备进行自动定时巡检,并可在紧急情况发生时接收远程控制指令完成紧急巡检任务。该巡检机器人系统可实现不间断连续巡检,具有性能好、集成度高、功耗低的优点,省去轨道架设施工成本及人力巡检成本,具有很好的灵活性、方便性及经济性。

[0089] 以上对本发明所提供的应用于高铁机房的巡检方法及巡检机器人系统进行了详细的说明。对本领域的一般技术人员而言,在不背离本发明实质精神的前提下对它所做的任何显而易见的改动,都将构成对本发明专利权的侵犯,将承担相应的法律责任。

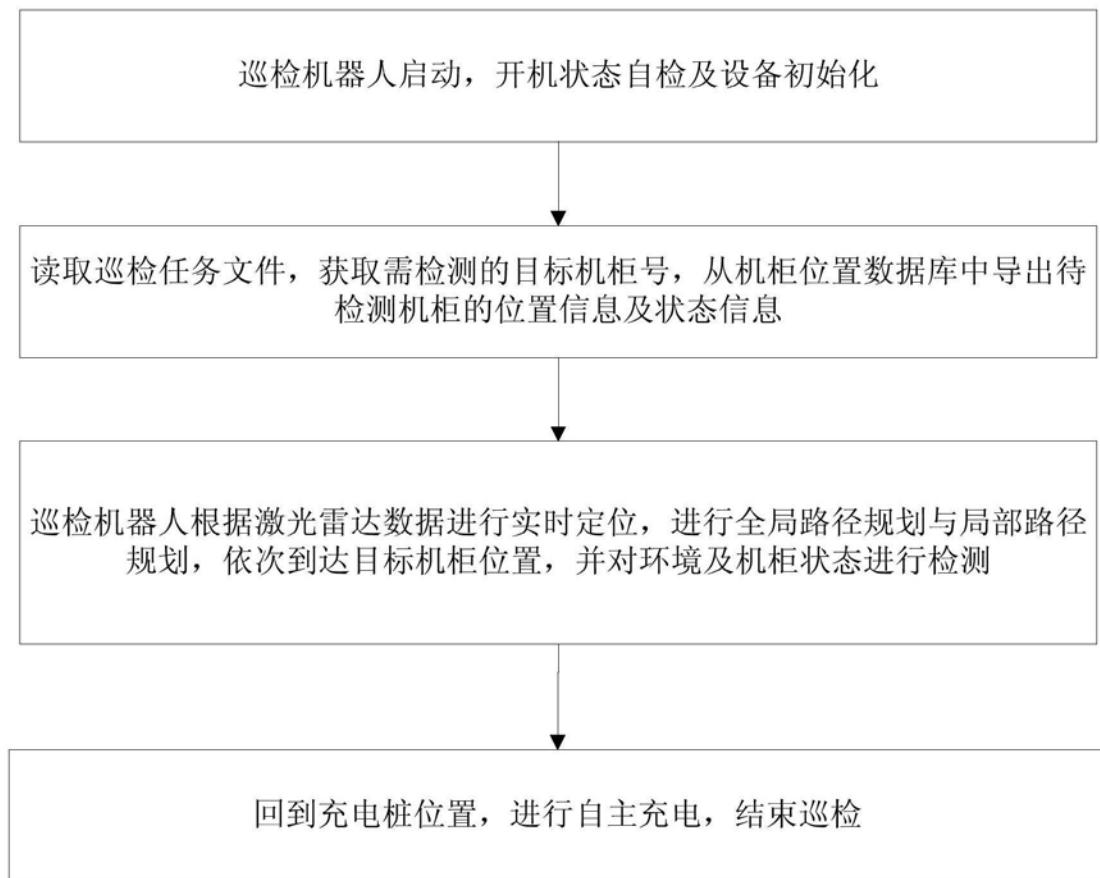


图1

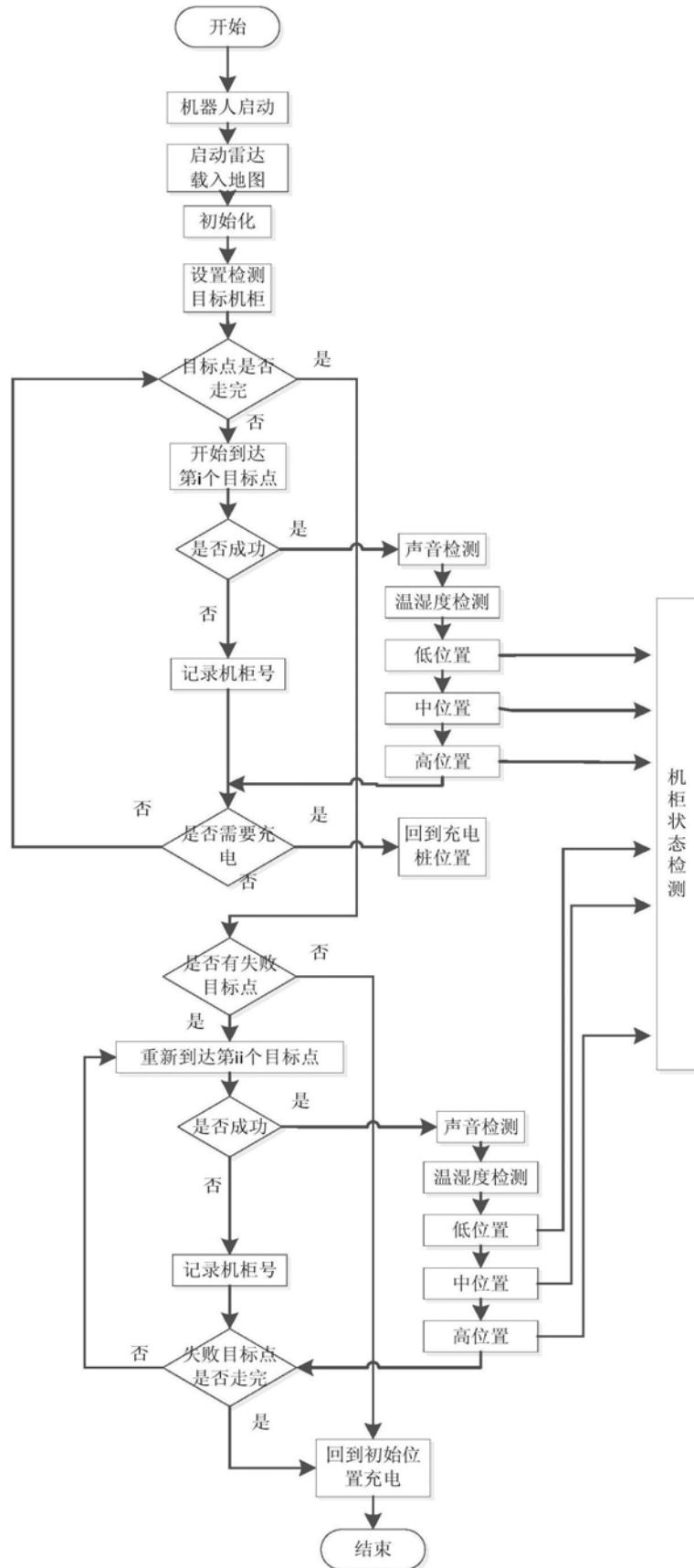


图2

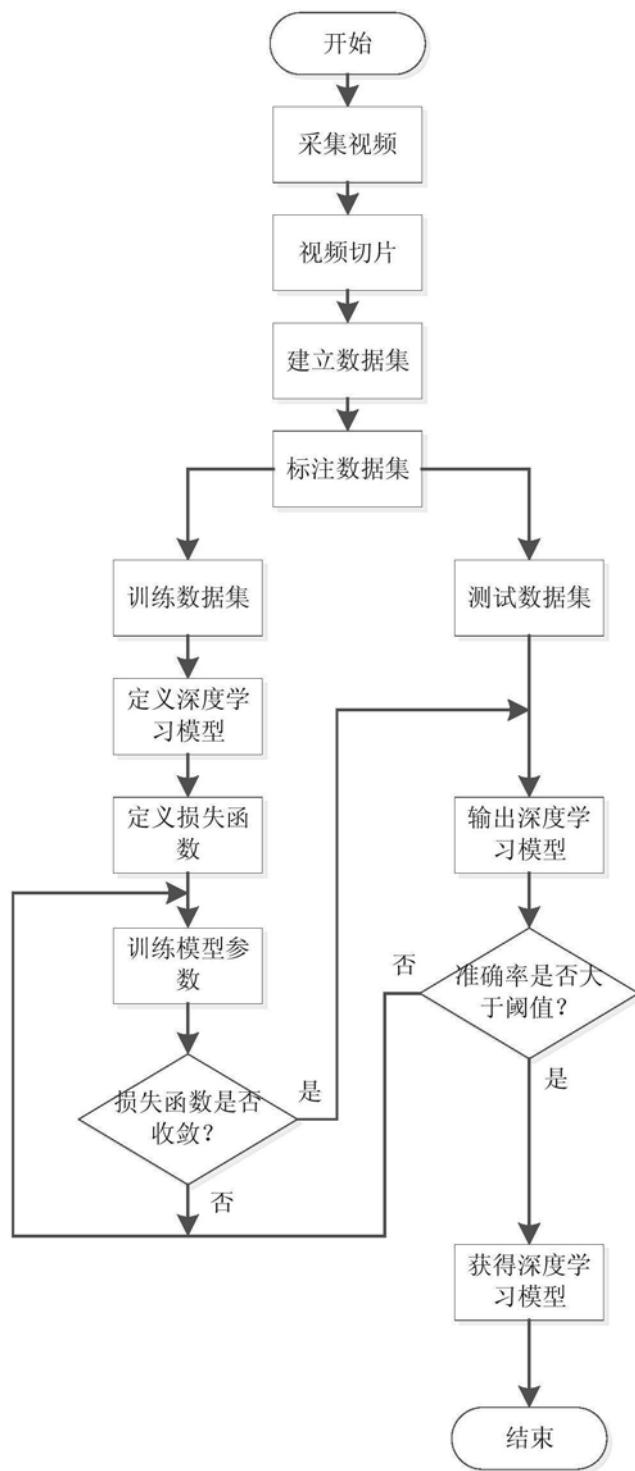


图3

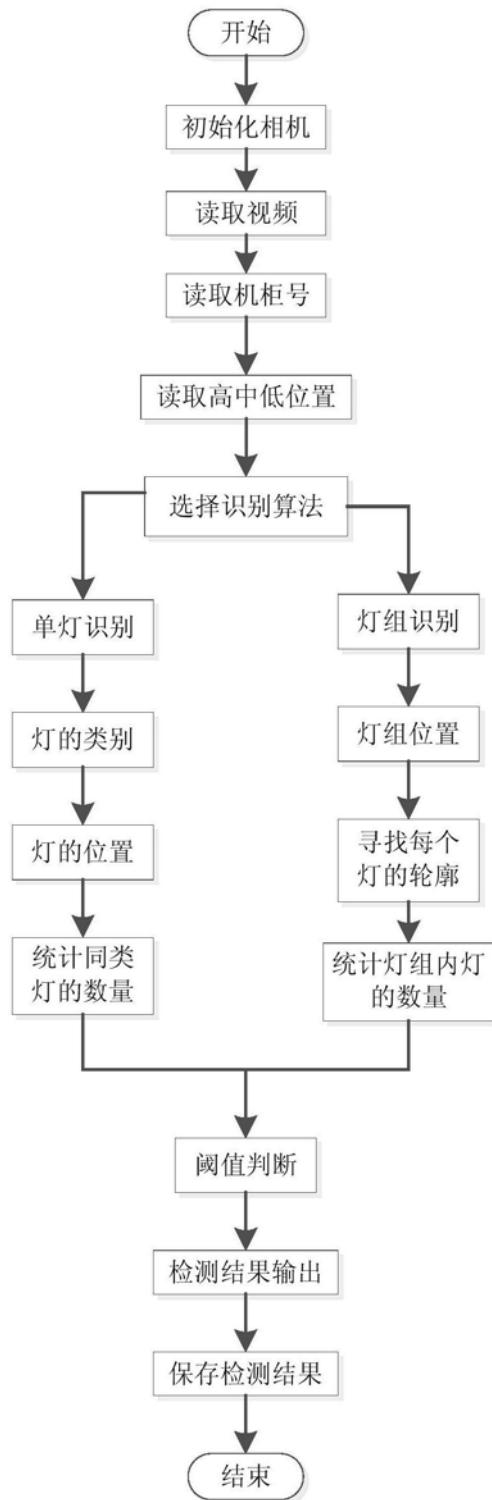


图4

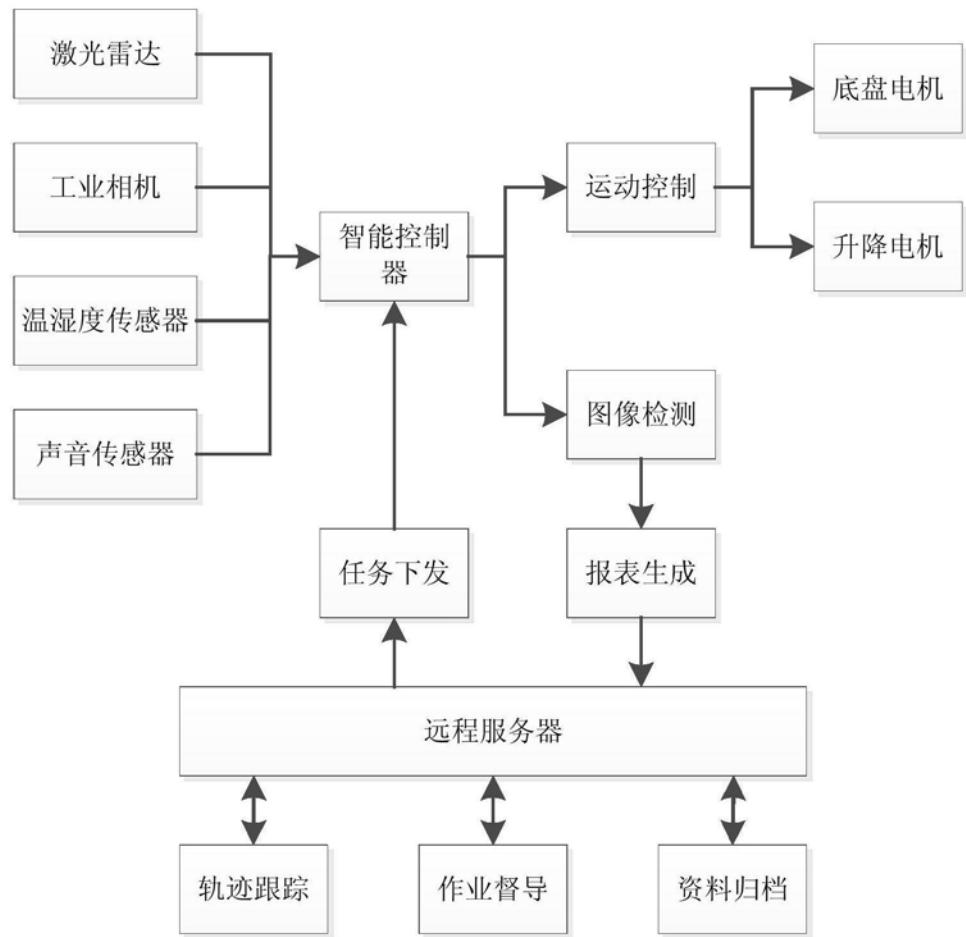


图5