



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113687438 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 07

(21) 申请号 202111106095.1

(56) 对比文件

(22) 申请日 2021.09.22

CN 113682276 A, 2021.11.23

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 王小港

申请公布号 CN 113687438 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(73) 专利权人 汤恩智能科技(常熟)有限公司

地址 215500 江苏省苏州市常熟市辛庄镇
合泰村合泰路72号

(72) 发明人 请求不公布姓名

(74) 专利代理机构 福州市博深专利事务所(普

通合伙) 35214

专利代理师 林振杰

(51) Int. Cl.

G01V 8/10 (2006.01)

G01B 11/02 (2006.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种防压脚检测方法及终端

(57) 摘要

本发明公开了一种防压脚检测方法及终端,在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,并且在左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光,能够通过倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光对脚进行检测,由于进行脚检测的单点激光距离左右轮有一定的距离,便于检测到脚后的及时刹车;为了保证防压脚,在靠近左右轮的单点激光仅进行障碍物的高度检测,能够减少数据采集与数据处理的时间,保证机器人在遇到与脚高度相近且远离左右轮的单点激光未检测到脚时能够及时停下,避免压到突然伸入车底的脚,避免压脚事故的发生。

在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光

判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮

通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作

1. 一种防压脚检测方法,其特征在于,包括步骤:

在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光;

判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮;

通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作;

判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚包括:

通过所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光分别检测所述机器人前方和下方的障碍物高度,得到所述障碍物的连续高度数组;

根据所述障碍物的连续高度数组计算所述障碍物的高度变化曲线以及宽度;

判断所述障碍物的宽度是否在脚宽度范围内且所述高度变化曲线是否符合先增大后减小的数值变化趋势且所述高度变化曲线的最高点是否在脚高度范围内,若是,则检测到的所述障碍物为脚,否则,检测到的所述障碍物不为脚。

2. 根据权利要求1所述的一种防压脚检测方法,其特征在于,所述根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作包括:

判断所述障碍物高度是否大于最大过坎高度,若是,则刹车,否则,控制所述车辆过坎。

3. 根据权利要求1所述的一种防压脚检测方法,其特征在于,还包括:

在前进左转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行脚检测,使用左轮正前方远离左轮的单点激光对左轮前方进行脚检测,使用左后轮正前方靠近左轮的单点激光进行高度检测;

在前进右转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行脚检测,使用右轮正前方远离右轮的单点激光对右轮前方进行脚检测,使用右后轮正前方靠近右轮的单点激光进行高度检测。

4. 根据权利要求1所述的一种防压脚检测方法,其特征在于,还包括:

在后退或者后退转弯时,仅使用所述机器人上位于左右轮后退方向上的单点激光进行高度检测。

5. 一种防压脚检测终端,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光;

判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮;

通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在脚高度范围内

且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作;

判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚包括:

通过所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光分别检测所述机器人前方和下方的障碍物高度,得到所述障碍物的连续高度数组;

根据所述障碍物的连续高度数组计算所述障碍物的高度变化曲线以及宽度;

判断所述障碍物的宽度是否在脚宽度范围内且所述高度变化曲线是否符合先增大后减小的数值变化趋势且所述高度变化曲线的最高点是否在脚高度范围内,若是,则检测到的所述障碍物为脚,否则,检测到的所述障碍物不为脚。

6. 根据权利要求5所述的一种防压脚检测终端,其特征在于,所述根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作包括:

判断所述障碍物高度是否大于最大过坎高度,若是,则刹车,否则,控制所述车辆过坎。

7. 根据权利要求5所述的一种防压脚检测终端,其特征在于,还包括:

在前进左转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行脚检测,使用左轮正前方远离左轮的单点激光对左轮前方进行脚检测,使用左后轮正前方靠近左轮的单点激光进行高度检测;

在前进右转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行脚检测,使用右轮正前方远离右轮的单点激光对右轮前方进行脚检测,使用右后轮正前方靠近右轮的单点激光进行高度检测。

8. 根据权利要求5所述的一种防压脚检测终端,其特征在于,还包括:

在后退或者后退转弯时,仅使用所述机器人上位于左右轮后退方向上的单点激光进行高度检测。

一种防压脚检测方法及终端

技术领域

[0001] 本发明涉及移动机器人领域,特别涉及一种防压脚检测方法及终端。

背景技术

[0002] 机器人防压脚检测可使用多种传感器,如深度摄像头、红外传感器和超声传感器等。常用的人形检测方法包括帧差法,光流法和背景差法等,通常需要采集大量数据进行相关计算,从而判断行人位置,避免机器人行驶过程中压到行人的脚。

[0003] 由于传感器自身特性及环境因素的影响,深度摄像头、红外传感器和超声传感器等传感器在行人检测时,需要进行大量的数据计算。并且在距离较近、行人未移动及现场环境复杂的情况下存在较高的误判率。在许多复杂的应用场景下可能无法及时且正确地做出行人判定,给机器的正常运行造成了较大隐患。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种防压脚检测方法及终端,能够在检测到人脚时快速反应并及时刹车,避免压脚事故发生。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种防压脚检测方法,包括步骤:

[0007] 在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光;

[0008] 判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到人脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮;

[0009] 通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在人脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到人脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的人脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作。

[0010] 为了解决上述技术问题,本发明采用的另一种技术方案为:

[0011] 一种防压脚检测终端,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0012] 在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光;

[0013] 判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到人脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮;

[0014] 通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在人脚高度范

围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的人脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作。

[0015] 本发明的有益效果在于:在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,并且在左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光,能够通过倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光对脚进行检测,由于进行脚检测的单点激光距离左右轮有一定的距离,便于检测到脚后的及时刹车;为了保证防压脚,在靠近左右轮的单点激光仅进行障碍物的高度检测,能够减少数据采集与数据处理的时间,保证机器人在遇到与脚高度相近且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚时能够及时停下,避免压到突然伸入车底的人脚,避免压脚事故的发生。

附图说明

[0016] 图1为本发明实施例的一种防压脚检测方法的流程图;

[0017] 图2为本发明实施例的一种防压脚检测终端的示意图;

[0018] 图3为本发明实施例的一种防压脚检测方法的三轮机器人底盘单点激光安装示意图;

[0019] 图4为本发明实施例的一种防压脚检测方法的单点激光垂直安装时,容易造成误判的几种障碍物示意图;

[0020] 图5为本发明实施例的一种防压脚检测方法的单点倾斜安装时,容易造成误判的几种障碍物示意图;

[0021] 图6为本发明实施例的一种防压脚检测方法的单只脚高度数据变化曲线;

[0022] 图7为本发明实施例的一种防压脚检测方法的双脚并列高度数据变化曲线;

[0023] 图8为本发明实施例的一种防压脚检测方法的四轮机器人底盘单点激光安装示意图。

具体实施方式

[0024] 为详细说明本发明的技术内容、所实现目的及效果,以下结合实施方式并配合附图予以说明。

[0025] 请参照图1、图3至图8,本发明实施例提供了一种防压脚检测方法,包括步骤:

[0026] 在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光;

[0027] 判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮;

[0028] 通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的人脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作。

[0029] 从上述描述可知,本发明的有益效果在于:在机器人的正前方倾斜向下安装单点

激光,并且在左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光,能够通过倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光对脚进行检测,由于进行脚检测的单点激光距离左右轮有一定的距离,便于检测到脚后的及时刹车;为了保证防压脚,在靠近左右轮的单点激光仅进行障碍物的高度检测,能够减少数据采集与数据处理的时间,保证机器人在遇到与脚高度相近且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚时能够及时停下,避免压到突然伸入车底的脚,避免压脚事故的发生。

[0030] 进一步地,判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚包括:

[0031] 通过所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光分别检测所述机器人前方和下方的障碍物高度,得到所述障碍物的连续高度数组;

[0032] 根据所述障碍物的连续高度数组计算所述障碍物的高度变化曲线以及宽度;

[0033] 判断所述障碍物的宽度是否在脚宽度范围内且所述高度变化曲线是否符合先增大后减小的数值变化趋势且所述高度变化曲线的最高点是否在脚高度范围内,若是,则检测到的所述障碍物为脚,否则,检测到的所述障碍物不为脚。

[0034] 由上述描述可知,使用倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光分别检测机器人前方和下方的障碍物高度,能够得到障碍物的连续高度数组,从而计算障碍物的高度变化曲线和宽度;通过判断障碍物的高度变化曲线是否满足变化趋势、最高点是否在脚高度范围内,以及障碍物的宽度是否在脚宽度范围内,能够准确识别出脚。

[0035] 进一步地,所述根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作包括:

[0036] 判断所述障碍物高度是否大于最大过坎高度,若是,则刹车,否则,控制所述车辆过坎。

[0037] 由上述描述可知,当障碍物不为脚时,需判断障碍物的高度是否能够进行过坎操作,从而能够保证机器人顺利通过小坡等障碍物,提高机器人的灵活性。

[0038] 进一步地,还包括:

[0039] 在前进左转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行脚检测,使用左轮正前方远离左轮的单点激光对左轮前方进行脚检测,使用左后轮正前方靠近左轮的单点激光进行高度检测;

[0040] 在前进右转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行脚检测,使用右轮正前方远离右轮的单点激光对右轮前方进行脚检测,使用右后轮正前方靠近右轮的单点激光进行高度检测。

[0041] 由上述描述可知,在机器人前进左转或者前进右转时,能够根据车辆的运行状态选择对应的单点激光进行脚检测和高度检测,从而不必获取所有单点激光的数据进行判断,减少无效数据干扰的同时,提高了数据获取速度和数据处理效率。

[0042] 进一步地,还包括:

[0043] 在后退或者后退转弯时,仅使用所述机器人上位于左右轮后退方向上的单点激光进行高度检测。

[0044] 由上述描述可知,仅需要使用机器人上位于左右轮后退方向上的单点激光进行高度检测,提高了数据获取速度和数据处理效率。

[0045] 请参照图2,本发明另一实施例提供了一种防压脚检测终端,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0046] 在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光;

[0047] 判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮;

[0048] 通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作。

[0049] 由上述描述可知,在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,并且在左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光,能够通过倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光对脚进行检测,由于进行脚检测的单点激光距离左右轮有一定的距离,便于检测到脚后的及时刹车;为了保证防压脚,在靠近左右轮的单点激光仅进行障碍物的高度检测,能够减少数据采集与数据处理的时间,保证机器人在遇到与脚高度相近且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚时能够及时停下,避免压到突然伸入车底的脚,避免压脚事故的发生。

[0050] 进一步地,判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到脚包括:

[0051] 通过所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光分别检测所述机器人前方和下方的障碍物高度,得到所述障碍物的连续高度数组;

[0052] 根据所述障碍物的连续高度数组计算所述障碍物的高度变化曲线以及宽度;

[0053] 判断所述障碍物的宽度是否在脚宽度范围内且所述高度变化曲线是否符合先增大后减小的数值变化趋势且所述高度变化曲线的最高点是否在脚高度范围内,若是,则检测到的所述障碍物为脚,否则,检测到的所述障碍物不为脚。

[0054] 由上述描述可知,使用倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光分别检测机器人前方和下方的障碍物高度,能够得到障碍物的连续高度数组,从而计算障碍物的高度变化曲线和宽度;通过判断障碍物的高度变化曲线是否满足变化趋势、最高点是否在脚高度范围内,以及障碍物的宽度是否在脚宽度范围内,能够准确识别出脚。

[0055] 进一步地,所述根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作包括:

[0056] 判断所述障碍物高度是否大于最大过坎高度,若是,则刹车,否则,控制所述车辆过坎。

[0057] 由上述描述可知,当障碍物不为脚时,需判断障碍物的高度是否能够进行过坎操作,从而能够保证机器人顺利通过小坡等障碍物,提高机器人的灵活性。

[0058] 进一步地,还包括:

[0059] 在前进左转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行脚检

测,使用左轮正前方远离左轮的单点激光对左轮前方进行人脚检测,使用左后轮正前方靠近左轮的单点激光进行高度检测;

[0060] 在前进右转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行人脚检测,使用右轮正前方远离右轮的单点激光对右轮前方进行人脚检测,使用右后轮正前方靠近右轮的单点激光进行高度检测。

[0061] 由上述描述可知,在机器人前进左转或者前进右转时,能够根据车辆的运行状态选择对应的单点激光进行人脚检测和高度检测,从而不必获取所有单点激光的数据进行判断,减少无效数据干扰的同时,提高了数据获取速度和数据处理效率。

[0062] 进一步地,还包括:

[0063] 在后退或者后退转弯时,仅使用所述机器人上位于左右轮后退方向上的单点激光进行高度检测。

[0064] 由上述描述可知,仅需要使用机器人上位于左右轮后退方向上的单点激光进行高度检测,提高了数据获取速度和数据处理效率。

[0065] 本发明的一种防压脚检测方法及终端,适用于机器人行驶过程中的进行防压脚检测,可以快速且准确地检测出机器人行驶路线上是否存在压脚隐患,为机器人的安全运行提供准确的环境数据,以下通过具体实施方式进行说明:

[0066] 实施例一

[0067] 请参照图1、图3至图7,一种防压脚检测方法,包括步骤:

[0068] S1、在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,在机器人的左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光。

[0069] 具体的,请参照图3,本实施例机器人为三轮机器人,则左右轮仅包括左右后轮,左右后轮包括左后轮和右后轮,而从车轮的左右位置来看,左后轮也可以称为左轮,右后轮也可以称右轮。此时,在左后轮正后方靠近左后轮的位置安装单点激光1;在左后轮正前方靠近左后轮的位置安装单点激光2;在左后轮正前方远离左后轮的位置安装单点激光3;在机器人正前方安装单点激光4;在右后轮正前方远离右后轮的位置安装单点激光5;在右后轮正前方靠近右后轮的位置安装单点激光6;在右后轮正后方靠近右后轮的位置安装单点激光7。

[0070] S2、判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到人脚,若是,则刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作,所述左右轮包括左右后轮。

[0071] 其中,判断所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光是否检测到人脚包括:

[0072] 通过所述倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光分别检测所述机器人前方和下方的障碍物高度,得到所述障碍物的连续高度数组;

[0073] 根据所述障碍物的连续高度数组计算所述障碍物的高度变化曲线以及宽度;

[0074] 判断所述障碍物的宽度是否在人脚宽度范围内且所述高度变化曲线是否符合先增大后减小的数值变化趋势且所述高度变化曲线的最高点是否在人脚高度范围内,若是,则检测到的所述障碍物为人脚,否则,检测到的所述障碍物不为人脚。

[0075] 具体的,请参照图4和图5,当单点激光垂直安装时,采集点的实际高度为 $h=H-l$;当单点激光倾斜安装时,采集点的实际高度为 $h=H-(l*\sin\alpha)$;式中, α 表示单点激光安装倾斜角度; H 表示单点激光安装高度; l 表示单点激光采集到的距离数据。

[0076] 在进行人脚检测时,已知正常的人脚穿鞋之后的宽度在90mm到130mm之间,高度在40mm到70mm之间,并且鞋子上表面呈不规则的弧形隆起,因此依据这些形状特点可以对人脚进行较为精准的判断,进而避免误判,且能够避免的常见误判情况包括但不限于图4和图5中罗列出的障碍物;

[0077] 在一种实施方式中,能够对双脚并列情况进行检测,假定机器人行进中,采集到的一组连续高度数据 $h_1、h_2、\dots、h_i、\dots、h_j、\dots、h_k$,其中 $h_i、\dots、h_j$ 这一组数据为高度异常的数据。异常数据的数量 $b=j-i$,异常数据存在的时间为 $(1/f)*(b-1)$,可以算出障碍物的宽度约为 $w=(1/f)*(b-1)*s$;式中, w 表示障碍物宽度, f 表示检测频率, b 表示检测到的一组连续异常数据的数量, s 表示机器人行驶速度;

[0078] 将数据 w 与人脚宽度相比较,如果 w 不在人脚宽度范围内则判定为其他障碍物。如果 w 在人脚宽度范围内,则对 $h_i、\dots、h_j$ 这组数据进行判断;请参照图6,如果高度数据的变化情况满足先逐渐变大,再逐渐变小,并且最大高度在人脚的高度范围内则判定为人脚,否则判定为其他障碍物。

[0079] 在另一种实施方式中,能够对双脚并列情况进行检测,计算障碍物的高度变化曲线以及宽度 w ,将数据 w 与双脚并列宽度相比较,如果 w 不在宽度范围内则判定为其他障碍物。如果 w 在人脚宽度范围内则对 $h_i、\dots、h_j$ 这组数据进行判断。请参照图7,如果高度数据的变化情况满足先逐渐变大,再逐渐变小,再逐渐变大,再逐渐变小,并且最大高度在人脚的高度范围内则判定为人脚,否则判定为其他障碍物。

[0080] 其中,所述根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作包括:

[0081] 判断所述障碍物高度是否大于最大过坎高度,若是,则刹车,否则,控制所述车辆过坎。

[0082] 具体的,在本实施例中,若倾斜向下安装的单点激光4和远离左右轮的单点激光3、5检测到人脚,则刹车,否则,判断检测到的障碍物的高度是否大于最大过坎高度,若是,则刹车,否则,控制所述车辆过坎。

[0083] S3、通过靠近左右轮的单点激光进行高度检测,若检测到的障碍物高度在人脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到人脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的人脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作。

[0084] 具体的,三轮机器人上靠近左右轮即是靠近左右后轮,因此,使用靠近左右后轮的单点激光1、2、6、7进行高度检测,若检测到的障碍物高度在人脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到人脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的人脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作。

[0085] S4、在前进左转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行人脚检测,使用左轮正前方远离左轮的单点激光对左轮前方进行人脚检测,使用左后轮正前方靠近左轮的单点激光进行高度检测;

[0086] 在前进右转时,使用所述倾斜向下安装的单点激光对所述机器人前方进行人脚检测,使用右轮正前方远离右轮的单点激光对右轮前方进行人脚检测,使用右后轮正前方靠

近右轮的单点激光进行高度检测；

[0087] 在后退或者后退转弯时,仅使用所述机器人上位于左右轮后退方向上的单点激光进行高度检测。

[0088] 其中,三轮机器人位于左右轮后退方向上的单点激光为单点激光1、7。

[0089] 具体的,单点激光1、2、6、7的安装位置距离左右轮较近且均为竖直安装。为了减少数据采集与数据处理的时间,保证机器人能够及时停下,这几个单点激光仅判断障碍物高度,如果高度在脚高度范围内则判断为脚;否则判断为其他障碍物。单点激光3、5虽然为竖直安装,但是距离左右轮较远,因此是属于远离左右轮的单点激光,在进行数据采集、数据处理之后依然有足够的距离进行刹车,故进行脚检测,即需要判断障碍物宽度、高度、高度变化情况。单点激光4虽然安装距离万向轮较近,但为倾斜安装,探测距离较远,在脚检测过程中,进行数据采集、数据处理之后依然有足够的距离进行刹车,故进行脚检测。

[0090] 具体的,在前进时,单点激光4用于判断前轮前方脚情况;单点激光3用于检测左轮前方的人脚;单点激光2用于检测单点激光3未检测到的人脚,如突然伸入车底的;单点激光5用于检测右轮前方的人脚;单点激光6用于检测单点激光5未检测到的人脚,如突然伸入车底的。

[0091] 在前进左转时,右轮行走的地面都是车底盘覆盖过的,故不存在右轮压脚风险,仅判断前轮与左轮即可:单点激光4用于判断前轮前方脚情况;单点激光3用于检测左轮前方的人脚;单点激光2用于检测单点激光3未检测到的人脚,如突然伸入车底的。

[0092] 在前进右转时,左轮行走的地面都是车底盘覆盖过的,故不存在左轮压脚风险,仅判断前轮与右轮即可:单点激光4用于判断前轮前方脚情况;单点激光5用于检测右轮前方的人脚;单点激光6用于检测单点激光5未检测到的人脚,如突然伸入车底的。

[0093] 在后退或者后退转弯时,单点激光1用于判断左轮后退方向上是否存在脚;单点激光7用于判断右轮后退方向上是否存在脚;由于后退过程中前轮后退方向上的路面都是地盘覆盖过的,所以不存在压脚风险。

[0094] 实施例二

[0095] 请参照图1、图8,本实施例与实施例一的不同之处在于,本实施例为四轮机器人,则左右轮包括左右后轮和左右前轮,左右后轮包括左后轮和右后轮,左右前轮包括左前轮和右前轮,而从车轮的位置来看,左后轮和左前轮也可以统称左轮,右后轮和右前轮也可以统称为右轮。

[0096] S1'、请参照图8,在左后轮正后方靠近左后轮的位置安装单点激光1;在左后轮正前方靠近左后轮的位置安装单点激光2;在左前轮后方靠近左前轮的位置安装单点激光3;在机器人左前方安装单点激光4;在机器人右前方安装单点激光5;在右前轮后方靠近后前轮的位置安装单点激光6;在右后轮正前方靠近右后轮的位置安装单点激光7;在右后轮正后方靠近右后轮的位置安装单点激光8。因此,在四轮机器人中并不存在远离左右轮的单点激光。

[0097] 在8个单点激光中,只有单点激光4、5为倾斜安装,这样安装的目的是为防止机器人前进或后退过程中,脚突然伸入同侧两个轮子之间导致的压脚。

[0098] S2'、若倾斜向下安装的单点激光4、5检测到脚,则刹车,否则,判断检测到的障

碍物的高度是否大于最大过坎高度,若是,则刹车,否则,控制所述车辆过坎。

[0099] S3'、使用靠近左右轮的单点激光1、2、3、6、7、8进行高度检测,若检测到的障碍物高度在脚高度范围内且所述远离左右轮的单点激光未检测到脚,则将所述障碍物判断为突然伸入车底的脚并刹车,否则,根据检测到的障碍物的高度判断是否进行过坎操作。

[0100] 具体的,单点激光1、2、3、6、7、8的安装位置距离左右轮较近且均为垂直安装。为了减少数据采集与数据处理的时间,保证机器人能够及时停下。这几个单点激光在进行脚检测时,仅判断障碍物高度,如果高度在脚高度范围内则判断为脚。否则判断为其他障碍物。单点激光4、5虽然安装距离左右前轮较近,但为倾斜安装,探测距离较远,在脚检测过程中,进行数据采集、数据处理之后依然有足够的距离进行刹车,故进行脚检测。

[0101] S4'、四轮机器人位于左右轮后退方向上的单点激光为单点激光1、2、3、6、7、8;

[0102] 四轮机器人在不同运动状态下,防压脚功能中的单点激光参与逻辑如下:

[0103] 在前进时,单点激光4、5用于分别判断左右前轮前方脚情况;单点激光2、3用于检测左后轮前方的脚,如突然伸入左前轮与左后轮之间的脚;单点激光6、7用于检测右后轮前方的脚,如突然伸入右前轮与右后轮之间的脚。

[0104] 在前进左转时,右后轮行走的地面都是车底盘覆盖过的,故不存在右后轮压脚风险,仅判断右前轮、左前轮、左后轮即可;单点激光4、5用于分别判断左右前轮前方脚情况;单点激光2、3用于检测左后轮前方的脚,如突然伸入左前轮与左后轮之间的脚。

[0105] 在前进右转时,左后轮行走的地面都是车底盘覆盖过的,故不存在左后轮压脚风险,仅判断左前轮、右前轮、右后轮即可;单点激光4、5用于分别判断左右前轮前方脚情况;单点激光6、7用于检测右后轮前方的脚,如突然伸入右前轮与右后轮之间的脚。

[0106] 在后退或者后退转弯时,单点激光1、2用于分别判断左右后轮后退方向上的脚情况;单点激光2、3用于检测左前轮后退方向上的脚,如突然伸入左前轮与左后轮之间的脚;单点激光6、7用于检测右前轮后退方向上的脚,如突然伸入右前轮与右后轮之间的脚。

[0107] 参考三轮机器人与四轮机器人,本实施例还能够多轮机器人的底盘上安装单点激光,并使用安装的单点激光进行对应的高度检测或者脚检测;且在检测到脚之后,机器人仅能向未检测到脚的方向上移动。

[0108] 实施例三

[0109] 请参照图2,一种防压脚检测终端,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现实施例一或二的一种防压脚检测方法的各个步骤。

[0110] 综上所述,本发明提供一种防压脚方法及终端,在机器人的正前方倾斜向下安装单点激光,并且在左右后轮的正后方靠近左右后轮的位置、正前方靠近左右后轮的位置以及正前方远离左右后轮的位置分别向下安装单点激光,能够通过倾斜向下安装的单点激光和远离左右轮的单点激光对脚进行检测,由于进行脚检测的单点激光距离左右轮有一定的距离,便于检测到脚后的及时刹车;其中,根据检测到的障碍物高度计算障碍物的高度变化曲线以及宽度,能够有效地筛选出非脚的障碍物,大大降低误判率,提升设备运行流畅度;为了保证防压脚,在靠近左右轮的单点激光仅进行障碍物的高度检测,能够减少数据采集与数据处理的时间,保证机器人在遇到与脚高度相近且所述远离左右轮的

单点激光未检测到人脚时能够及时停下,避免压到突然伸入车底的人脚;能够根据车辆的运行状态选择对应的单点激光进行人脚检测和高度检测,从而不必获取所有单点激光的数据进行判断,减少无效数据干扰的同时,提高了数据获取速度和数据处理效率,因此机器人在行驶过程中,如果行驶路线上存在行人,且行人的脚在车轮行进线路上,系统能够进行快速反应并及时刹车,最大限度避免事故的发生,避免车辆的过坎机制导致压脚事件发生。

[0111] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等同变换,或直接或间接运用在相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

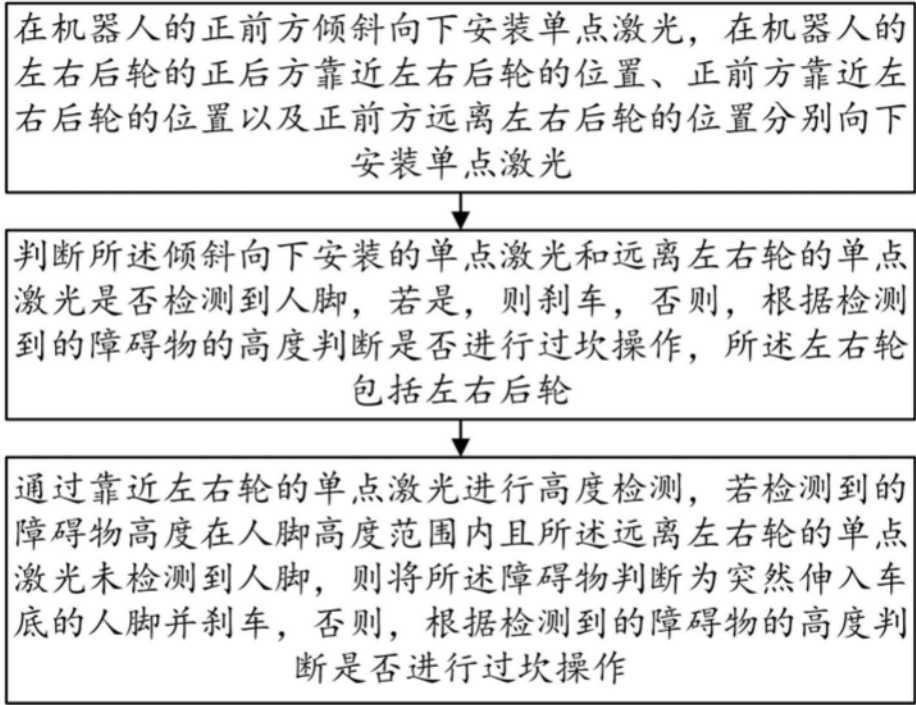


图1

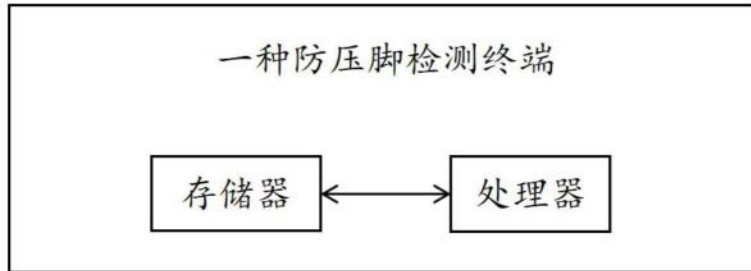


图2

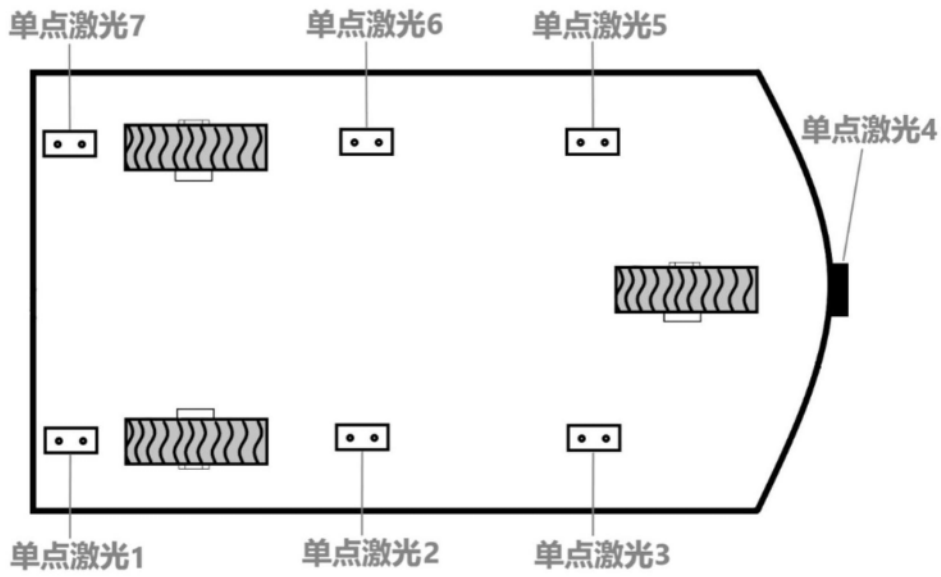


图3

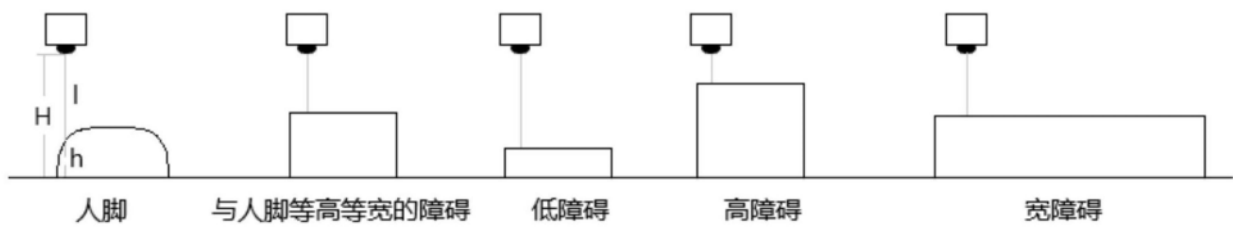


图4

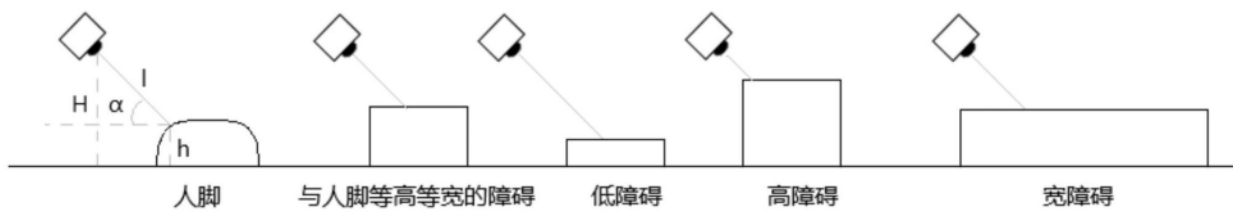


图5

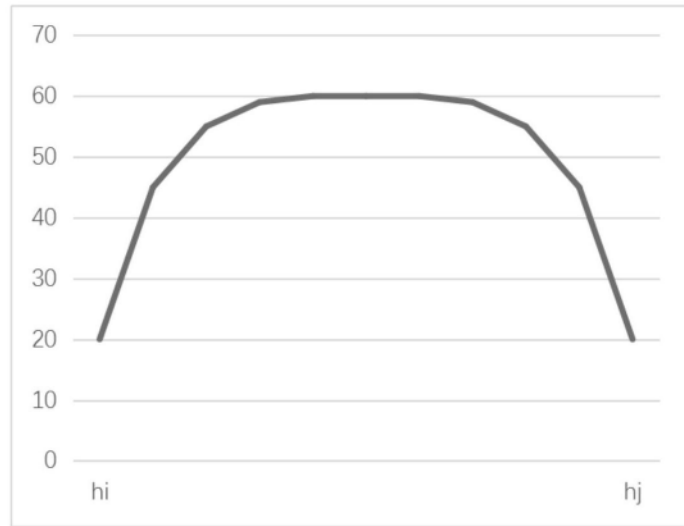


图6



图7

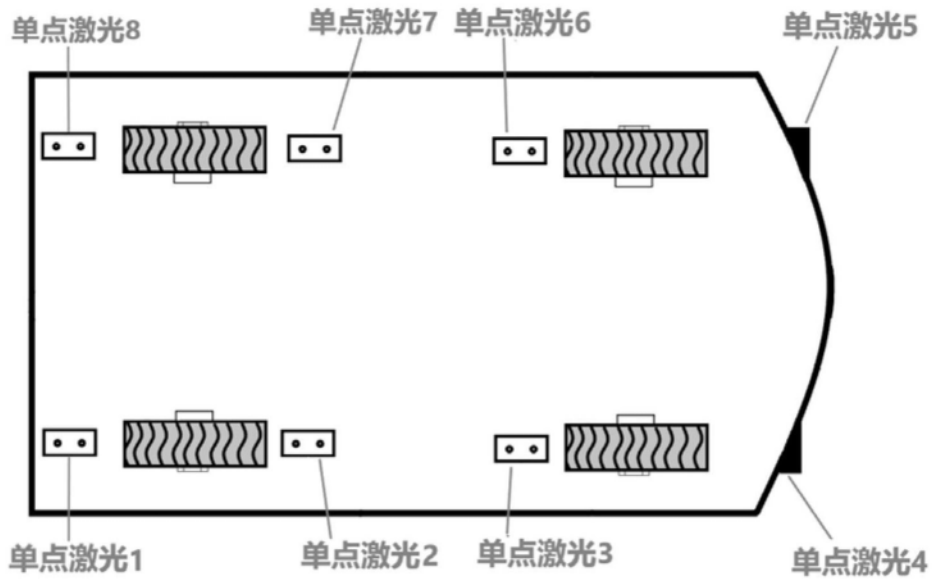


图8