

基于麦克纳姆轮的遥控消毒机器人研究

施苡波¹ 石洲其¹ 姬桐哲¹ 杨艳山^{1,2} 赵亚平¹

1 苏州农业职业技术学院 苏州 215008; 2 农业农村部南京农机化研究所 南京 210014

摘要: 针对传统移动型消毒设备灵活性差、转弯半径大,无法适应于室内等狭小空间的行进间转向作业,通过设计基于麦克纳姆轮的全地形消毒机器人,计算麦克纳姆轮的运动控制算法,可实现消毒机器人全方位平移和旋转。通过优化支撑机构的结构形式,实现在喷洒作业时能够同时进行转向和升降,增加操作空间和实用性。

关键词: 麦克纳姆轮; 遥控式; 消毒机器人; 全地形

1 研究背景

日常消毒中使用最广泛的是背负式手动喷雾消毒,由于设备的结构十分简单,操作方便,在目前消毒作业中广泛应用。但由于喷头技术比较简单,喷头容易被污物堵塞,喷洒效果低下,降低消毒工作效率。另外,由于操作者的主观原因,漏喷、喷量大的现象比较严重,这不仅减少了消毒剂的使用,而且直接影响消毒剂和防疫效果。另一方面,作业时消毒工作人员直接工作在消毒液环境下,容易发生中毒事件。在我国农机研制水平不断提高的情况下,目前的机械已充分使用其已有先进的技术,在一些情况下实现了消毒设备遥控,通过基础遥控模块实现对其的消毒作业速度、作业面积、喷雾压力和喷雾量的一定量有效控制。但在实际应用中存在作业场景单一,因其体积和履带移动的局限性,使其无法适用于室内等狭小地域有效性消毒。因此我们设计一种喷洒设备可解决喷洒设备的喷洒范围和方向无法调整或者调整不方便、行走路径单一的问题。



图1 室内人工消毒



图2 户外履带式遥控消毒设备

2 全地形消毒机器人整体方案设计

遥控式全地形消毒机器人整体包括行走机构、换向机构、消毒结构组。

行走机构,于整体台架的底部安装,行走机构为电机驱动的麦克纳姆轮,四个麦克纳姆轮由四个电机单独驱动旋转,可实现前进、后退、斜行或者横移,灵活地适应不同的地形和应用场景。位于整体台架内部储放锂电池,锂电池为消毒机器人所有部件工作时持续供电。

换向机构包括转向和升降结构,换向机构使喷头在XY平面内运动,转向结构包括第一电机和推力轴承,第一电机的输出轴键连接支撑座且安装于推力轴承上,推力轴承安装于一台架与支撑座之间。升降结构利用电动推杆沿Z轴方向固定于支撑座上,电动推杆的推杆本体上安装浮动接头,浮动接头的顶部安装于喷头的底部。以此通过遥控模块对转向和升降结构实现喷头在所在范围内左右270度、上下45度的多角度多方位喷洒活动作业,动作灵活,适应性强。

消毒结构组由喷头和水箱及其配套结构组成,喷头由水管和压力泵连通水箱,喷头铰接于支撑座上;喷头上方还安装有视觉传感器,视觉传感器与控制器通信连接,控制器分别与行走机构的电机、第一电机和所述电动推杆之间通信连接。台架上设有条形槽,在条形槽上安装至少两只对角L型限位块以此固定住水箱,水箱上安装压力计和压力阀,压力计用于检测水箱内的压力,压力阀用于在水箱内压力过大时实现泄压;压力计通信连接控制器,控制器通信连接压力阀,以此构成完整的消毒机组。

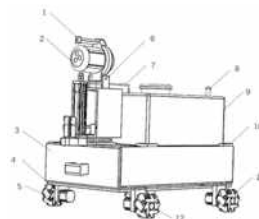


图3 整体结构

1、视角传感器; 2、喷头; 3、电池储放箱; 4、步进电机; 5、电机悬挂板; 6、喷头支撑架; 7、水管; 8、水箱压力阀;

9、水箱；10、限位角；11、麦克纳姆轮；12、转换轴承；

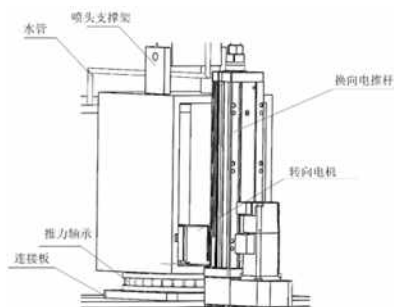


图4 关键零部件

2.1 设计方案目标和效果

该装置通过整合多传感器数据，实现消毒机器人的精准定位和作业环境的识别。我们将在保证成本的前提下，设计一款具有自动定位功能和识别环境功能的遥控全地形消毒机器人。

该机器通过视觉传感器采集环境信息、GPS定位、红外避障来帮助消毒管理人员对消毒机器人进行远程操控，完成消毒任务。具体研究目标如下：

(1) 机械结构设计：为适应不同的作业环境，消毒机器人需要具有充足的动力和机械结构要尽量紧凑小巧，消毒装备需具有升降功能。

(2) 控制系统设计：采用模块化的思想对消毒机器人控制系统中硬件电路和软件部分进行详细设计，传感器和运动控制器的选择要充分考虑经济效益。

(3) 喷雾机组及工作部件主要技术参数的确定：对消毒机器人器的作业环境进行详细评估，确定驱动喷雾设备的设计参数。

2.2 整体结构组成

行走方式和动力的选择：为便于在室内等作业场景进行消毒作业，消毒机器人本身型要求较小，作业空间有限，不利于机器的转弯，因此本项目采用消毒机器人在室内运用麦克纳姆轮多向运动方式解决空间狭小的问题。为便于消毒机器人遥控操控，工作过程中行走装置、消毒装置和控制系统均采用的锂电池作为动力源，行走装置和消毒装置均由电动机驱动。

了解有关为消毒机器人控制系统构建硬件平台的更多信息。首先确定消毒机器人的传感系统，然后选择视觉识别系统、定位方式、被动红外传感器、主控芯片。接下来，我们将讨论如何控制电机，确定运动控制方法，设计电路，完成运动控制板的制作。完成电机控制的电气控制程序和主控板的主控程序。对于电控方案，在对传统电控方案进行对比分析的基础上，选择电控方案并进行实验验证。对于主控程序，通过分析电机整定的

PID算法、运动控制建模、卡尔曼滤波等算法来考量主控制系统的设计。

3 消毒机器人运动学控制分析和控制策略分析

3.1 运动学控制分析

通过麦克纳姆轮作为移动机构，能够实现前后、平移、斜行、旋转等全地形运动需求，使其在空间狭窄的行驶环境具有更强的行进能力，可以实现更复杂的运动和轨迹控制。麦克纳姆轮控制的本质是控制各个车轮的速度和方向，通过单片机向电机输出不同占空比的PWM波，让各个麦克纳姆轮以不同的速度和方向旋转，实现各种运动和旋转。具体控制算法有：要实现小车的水平运动速度，需要控制四个电机的速度。

$$\begin{aligned} v_1 &= v_x - v_y - k \times \omega \\ v_2 &= v_x - v_y + k \times \omega \\ v_3 &= v_x + v_y - k \times \omega \\ v_4 &= v_x + v_y + k \times \omega \end{aligned} \quad (1)$$

$$k = \frac{1}{2}(L_1 + L_2) \quad (2)$$

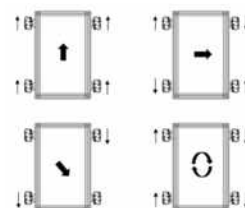


图5 车轮运动方向分析

3.2 基本控制策略分析

运动学分析的结果提供了一种控制传输平台的方法，因为它在平面向各个方向移动。例如，如果传动平台仅向前移动（即沿x的正方向移动），则 $v_x > 0$ ， $v_y = 0$ ， $\omega = 0$ ，并将其代入逆运动学方程。

$$v_x = R_{\omega 1} = R_{\omega 2} = R_{\omega 3} = R_{\omega 4} \quad (3)$$

式(3)表明，如果只是想使运输平台向前移动，则需要使四个麦克纳姆轮以相同的速度向同一方向旋转，每个轮的角速度方向为正方向。转移平台的前进速度是单个麦克纳姆轮的角速度与轮毂中心与地面之间的高度R的乘积。同样，您可以控制向后、向左、向右和原位旋转的麦克纳姆四轮传输平台。



图6 消毒机器人室内作业



图7 消毒机器人进行消毒作业

4 结论

本文设计了一款基于麦克纳姆轮的全地形消毒机器人, 论述了整体的设计思路和运动控制分析, 此设备的研制不仅能够提高室内等应用场景的消毒效率, 同时能在一定程度上推进疫情常态化机械化消杀的效率。目前, 我国的远程自动化设备较少, 农业生产自动化是未来重要的方向。全地形消毒机器人的成功研制将改善常规消毒的工作方式, 提高作业效率, 减轻劳作强度。很大程度上减少对于人力的要求, 结合当前社会情况, 该消毒机器人的应用将极大节约用人成本及保障卫生安全。

参考文献:

- [1]智能AGV避障小车[J]. 雷丹. 机械工程与自动化. 2021(02)
- [2]基于全向移动平台的多机器人编队控制研究[J]. 李金芝, 张志安, 程志, 江涛. 计算机仿真. 2021(02)

[3]一种智能AGV小车工装系统设计研究[J]. 韩健睿, 时光, 吕世霞, 王学雷. 科技创新与应用. 2021(07)

[4]基于麦克纳姆轮的AGV小车[J]. 邓依婷, 徐曦, 李亚宁, 沈文. 物联网技术. 2021(01)

[5]基于IGPS和麦克纳姆轮的AGV导航控制系统设计[J]. 王颜, 刘净瑜, 李光, 张加波, 刘星, 周欣欣. 工程设计学报. 2020(05)

[6]激光引导方式下的AGV叉车研究[J]. 贺笃贵. 安阳工学院学报. 2020(06)

[7]基于麦克纳姆轮的磁导航AGV纠偏控制研究[J]. 孙立新, 王传龙, 高菲菲, 杨兴宇. 机床与液压. 2019(23)

基金项目: 2021年江苏省大学生创新训练计划项目资助(202112808030Y); 苏州农业职业技术学院博士提升基金项目BS2108

作者简介: 施苡波(2001—), 男, 江苏南通人, 学生。E-mail:1223148858@qq.com。

作者: 杨艳山(1988—), 男, 辽宁阜新人, 博士, 讲师, 从事智能农业机械相关研究工作。E-mail:yang_yan_shan@163.com。