

一种微型玻璃自动清洁机器人设计与实现

赵世强 魏千顺 廖四革

(电子科技大学成都学院 工学院)

摘要: 针对现阶段高空家用玻璃面、太阳能板面等小场景现有清洁方式效率低、成本高、危险性大等问题,本设计提供了一款基于 STM32 的负压吸附式微型玻璃自动清洁机器人。机器人主要有机械结构、STM32 嵌入式系统、传感器、清洁装置组成。机器人在 STM32 控制系统控制下,配合传感器感知;实现玻璃边界自动识别,清洁路径自动规划,提高局限性场景玻璃效率低,成本高,危险性大等问题。

关键词: 玻璃清洁; 微型; 负压吸附; 路径规划

A miniature glass automatic cleaning robot design and implementation

Shi-qiang zhao wei qian liao four apple

(university of electronic science and technology institute of chengdu institute of technology)

Abstract: aiming at the present stage high household glass and solar panels and small scene existing clean way such problems as low efficiency, high cost, big risk, this design provides a negative pressure adsorption type based on the STM32 micro glass automatic cleaning robot. Robots are mainly mechanical structure, the STM32 embedded system, sensors, cleaning device. Robot in the STM32, controlled by the control system with sensors; To realize automatic glass edge recognition, automatic cleaning path planning, improve the efficiency of limitations scene glass is low, the cost is high, danger and so on.

Keywords: glass clean; The micro; Negative pressure adsorption; Path planning

1. 绪论

玻璃是建筑的重要组成部分,种类繁多的窗户、款式多样的玻璃幕墙等各式各样的建筑中都有玻璃的身影。它不仅能将建筑美观性提高,同时还能将建筑的结构、功能结合起来增加建筑的稳定性、功能性。但是,玻璃在建筑使用也存在一些局限性。例如:玻璃使用一般处于建筑最外层,空气粉尘、扬尘、雨滴中的杂质会逐渐沉积到玻璃表面、从而影响玻璃功能性、美观性。

随着我国智能控制技术的进一步发展,智能化设备越来越普及,技术越来越成熟,各种自动化设备已逐步在家庭服务领域。其中全自动洗衣机、家庭智能音箱、智能窗帘、扫地机器人等比较成熟的智能设备已出现在家庭中。智能化设备的研究不仅能促进智能技术的进一步发展,同时能满足不同环境对劳务型机器人的需求。例如上文提到建筑玻璃表面灰尘沉积清洁的问题。市面上已各式各样的玻璃清洁机器人。但是,市面上玻璃清扫机器人体型相对较大、转移不方便、干预频繁、高空掉落等问题。特别是体型较大的机器人在小场景不能充分发挥其功能。清洁中大型机器人转移不方便,清洁后遗留清洁死角等诸多问题。为解决此类问题,开展此次设计研究。

2. 玻璃清洁装置现状分析

目前,随着电子技术的迅速发展,研究人员逐步将自动化设备的目光转向清洁方面。



图 1-1 Hobot 擦玻璃机器人

2014 年德国航空航天中心展示一款 Hobot (波妞) 擦窗机器人(如图 1-1 所示),引起市场很大反响。该机器人采用真空吸附的方式,机器人有两个吸盘,吸盘上附有清洁布[1]。工作时两个吸盘相对旋转,清洁布随之旋转来擦拭玻璃。机器人上安装有传感器,当移动到边缘时自行停止。圆形设计必然会出现死角,240*240*100 的机身尺寸使得它在安装有防盗窗的外窗不能工作。

哈尔滨工业大学在国家“863”计划支持下先后研制了 CRL-1 清洁机器人[2]。之后,在此技术安徽那个与中国蓝星化学清洗公司合作研发

了 CRL-2 壁面清洁机器人。相对于 CRL-1, CRL-2 功能更加完备。

2011 年,科沃斯推出第一台擦窗机器人-窗宝。并且该公司对擦窗机器人的研发从未间断。近日,该公司又推出一款新的窗宝-WINBOT1Pro 机器人,如图 1-3 所示。



图 1-3 窗宝-WINBOT1Pro

正方形的外观能有效减少清洁死角产生。1.5KG 的重量、真空离心电机有效保证产品在擦窗时的安全。但是 267*268*77.5 的尺寸在小场景中仍然不太适用。

本文旨在研究一款基于小场景使用的微型玻璃清洁机器人。针对该类型机器人,本文做以下几方面探索。

(1) 尺寸尽可能缩小,缩小后的机器人对小场景的适用性更强。同时缩小后增加机器人协同的可能性。

(2) 基于陀螺仪、加速度传感器、矩阵分区算法、传感器运动补偿建立机器人运动模型。

(3) 针对不同场景,用户可自定义清洁模式。减少工作量的同时增加工作效率。

3. 微型玻璃自动清洁机器人方案设计

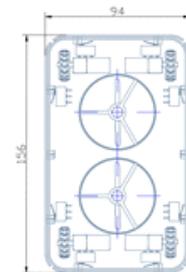


图 3-1 机器人尺寸图

该设计微型机器人针对具有一定局限性环境,设计尽可能压缩

机器人尺寸。如图 3-1 所示。机器人最大尺寸 94x156mm，机器人高度 30mm。在相对局限的空间依然能够灵活作业。机器人矩形设计外形，能有效对矩形玻璃边界进行清理，尽可能减少死角面积。

该设计采用吸附设计，通过图 3-1 中心吸附电机对机器人下方空气进行真空抽取，配合密封条、抹布产生真空环境从而将机器人牢牢吸附在玻璃表面。

3.1 机械设计

该设计外壳采用轻量化设计，机身平均厚度仅为 1.2mm，最薄处仅有 0.5mm。为保证机身稳定性，在扭矩变形严重位置设置加强筋增加机身稳定性。

因此机身重量主要集中与电池、电机，此类器件处于机身下方，此设计将系统中心锁定于机身下方增加机器人运动时的稳定性。如图 3-2 所示。

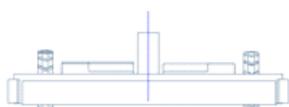


图 3-2 机器人右视图

机身自身安装电机、传感器、电路控制板等器件位置设置圆形、方形凸起，凸起与机身连接点设置圆角处理，以减少剪应力在运动时产生的振动对机身的损伤。

3.2 运动控制流程

玻璃清洁机器人清洁作业时需检测并绘制玻璃边界，以便对空间路径规划。

该系统通过 MPU6050、陀螺仪、辅助传感器等多个传感器感知环境信息以及机身运动控制电机结合扫描玻璃边界，并将扫描后的玻璃空间图形传输给 MCU 进行数据分析。控制流程 MCU 对电机数据分析计算出清扫路径。控制流程如图 3-3 所示。

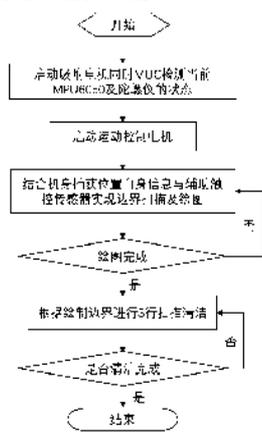


图 3-3 运动控制流程图

3.3 位置检测及运动控制

通过陀螺仪感知系统机器人当前姿态，控制机器人调整在玻璃上工作时的姿态。陀螺仪结合运动控制电机、MPU6050 加速度传感器控制机器人实现在玻璃上水平、竖直直线行走。吸附电机控制吸附强度结合运动电机控制运动速度实现机器人稳定吸附在玻璃上的同时实现匀速、加速、减速、急停等动作，以保证机器人在玻璃上灵活运动。

3.4 扫描模式

机器人运动时通过传感器记录自身起始位置及运动距离。首次运行系统会根据传感器数据调整自身姿态朝玻璃左方水平方向直线前进。固定方向减小数据误差同时方便绘制玻璃边界图形。机器人四周设置传感器感知机器人运动到边界时间、距离。当机器人到达边界时机器人右转。右转后沿着边界直线运动，直至到达该边界底部。期间通过多种传感器修正边界参数并保存。到达边界底部后机器人右转重复以上动作，并记录边界信息。重复此操作纸质到达初始位置即可完成边界绘制。

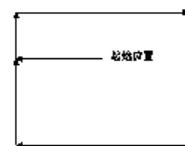


图 3-4 扫描运动简图

3.5 路径规划

路径规划是提高机器人工作效率与清洁洁净程度的重要一环。机器人对玻璃边界进行检测处理，系统根据处理结果对玻璃以 S 型路径模式清扫。如图 3-5 所示。

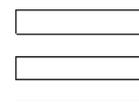


图 3-5 清扫路径

机器人外形为为矩形，清洁玻璃时能最大程度较少边界残留死角。但是，机器人在转向时不可避免的会出现清洁死角。针对以上情况，系统定制边界清洁模式。该模式对通过 S 型路径清扫结束后的玻璃死角进行进一步清洁，最大限度较少死角面积、提高清洁净度。

3.6 吸附控制

小场景机器人整体轻量化设计，采用负压吸附方式的仿生吸附。真空区域设置气压传感器辅助系统对压力大小控制。保证机器人吸附稳定的同时尽量减少真空电机输出功率，以增加机器人在玻璃上的灵活性及提高系统工作时间。

抹布与吸盘密封圈位于吸盘底部。呈回字形分布，吸盘密封圈位于回字形内部，抹布位于回字形外围。如图 3-6 所示。机器人工作时能更好提供稳定负压吸附力。

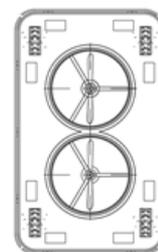


图 3-6 仰视图

3.7 清洁方式

抹布与机身有六个接触点，接触点设有魔术贴，抹布对一块玻璃清洁结束后取下机器人将抹布撕下贴上新抹布即可继续对第二块玻璃进行清洁。抹布自身采用纯棉制成，可用洗衣机直接清洗，清洗后拉扯粘贴于机器人底部即可使用。

4. 总结分析与展望

机器人作为工作平台，为解决客户生产生活中遇到的各种问题提供更多解决方案的同时促进自动控制领域的发展。同时也为机器人提供更多可能性。该设计提出微型玻璃清洁机器人是基于无人机平台与智能小车的结合，向工业自动化家庭化应用方向的进一步探索。在本次研究中，我们弥补了玻璃清洁小场景的应用空缺，减少人工清洁的危险，同时提高清洁效率与洁净程度。本文设计方案经过实验案例验证，切实可行。但也存在一些问题，例如：整机采用矩形框架设计，针对矩形玻璃清洁效果比较理想。针对圆形、不规则玻璃清洁效果差强人意，遗留死角较多。此类玻璃若想到举行玻璃 90% 的清洁效果需调整对应参数，调整后清洁时间明显增加造成清洁效率相对较低。

另外在研究过程中发现多点负压吸附方式在一定程度上提高系统稳定性。该设计为双电机负压吸附。切换机械手搬运物体，多点负压吸附抓取物体稳定性增加、物品表面伤害减少。同时可在吸附口增加柔性吸盘进一步减少对物体表面损伤。希望本文作者叙述一定程度上能为开发人员提供一些思路。同时针对玻璃清洁机器人微型化的研究将继续下去。

参考文献

- [1]王殿君, 李润平, 黄光明. 管道机器人的研究进展[J]. 机床与液压, 2008(04): 185-187.
- [2]黄瑞峰. 家庭窗户玻璃清洁机器人的相关技术研究[D]. 东北大学, 2017.