

李楠鑫, 杨小雪. 一种多功能可拆卸机器人设计[J]. 智能计算机与应用, 2025, 15(5): 205-210. DOI: 10.20169/j.issn.2095-2163.24121803

一种多功能可拆卸机器人设计

李楠鑫, 杨小雪

(贵阳人文科技学院 大数据与信息工程学院, 贵阳 550025)

摘要: 人工智能与机器人技术的快速发展对当前市面上的机器人功能提出了更高的要求。目前, 各类机器人的功能与整体设计仍然存在设计目的单一、智能化功能不足等特点, 本文提出一种多功能可拆卸的机器人设计, 采用 Orange Pi A1pro 与 STM32F401RE 为控制板, 对硬件电路进行设计, 结合视觉算法, 能够完成迎宾、搬运、巡逻等多种功能, 对其机械结构及外观进行设计, 在不同工作模式下能够通过简易拆卸更换部件方式完成机器人的功能转变。机器人在 YOLOv8 的基础上设计一种基于行人坐标框的距离算法, 结合超声波传感器完成了行人跟踪、避障等功能, 利用百度大模型完成语音交互, 并利用温度、湿度、红外等传感器完成火焰检测、温湿度报警、闯入检测等功能, 接入物联网云平台进行数据交互监测。

关键词: 多功能; YOLOv8; 行人追踪; 云平台; 环境监测

中图分类号: TP242

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2025)05-0205-06

Multi-functional detachable robot design

LI Nanxin, YANG Xiaoxue

(School of Big Data and Information Engineering, Guiyang Institute of Humanities and Technology, Guiyang 550025, China)

Abstract: The rapid development of artificial intelligence and robotics technology has put forward higher requirements for the functions of robots on the current market. Currently, the functions and overall design of various robots still have the characteristics of single design purpose and insufficient intelligence. This article proposes a multi-functional detachable robot design, which uses Orange Pi A1pro and STM32F401RE as control boards to design hardware circuits. Combined with visual algorithms, various functions could be completed such as welcoming, transporting, patrolling, etc. Its mechanical structure and appearance are designed, and the robot's function transformation can be completed through simple disassembly and replacement of parts in different working modes. The robot designs a distance algorithm based on pedestrian coordinate boxes on the basis of YOLOv8, and combines ultrasonic sensors to complete pedestrian tracking, obstacle avoidance and other functions. Baidu's big model is used to complete voice interaction, and temperature, humidity, infrared and other sensors are used to complete flame detection, temperature and humidity alarm, intrusion detection and other functions. It is connected to the Internet of Things cloud platform for data exchange monitoring.

Key words: multi-functional; YOLOv8; pedestrian tracking; cloud platform; environmental monitoring

0 引言

人工智能时代的到来对机器人提出了更高的要求, 目前大部分的机器人以独立应用方向进行深入研究, 如农业应用的环境检测类机器人, 应对复杂环境的足式及麦轮机器人等^[1-2]。然而这些机器人在泛化性上存在一定的不足, 通常只能应用于单一场景。目前, 常用的机器人领域有迎宾^[3]、陪伴^[4]、自动搬运^[5]、环境监测^[6]等。谷敏永^[7]设计了一款

巡检机器人可代替人工巡检, 能够完成图像采集、自动巡检等功能。刘继展等学者^[8]分析了农业领域中采摘机器人的发展情况, 对其作业效率不足等问题进行了探讨。耿冬妮等学者^[9]研究了一款智能物流机器人, 采用麦轮结合 PID 等算法实现了一定效率的物流工作。然而当存在多应用场景需求时, 如陪伴结合搬运、巡逻结合迎宾等复合场景等, 目前的研究仍然较少, 多场景下多采用多机器人的方式完成相关作业。另一方面, 很多的机器人在交互模

作者简介: 李楠鑫 (1995—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 机器学习。Email: 928327701@qq.com; 杨小雪 (2005—), 女, 本科生, 主要研究方向: 机器学习。

收稿日期: 2024-12-18

哈尔滨工业大学主办 ◆ 科技创见与应用

式、控制方案上仍然采用了较为传统的按键控制、手机控制等,在机器人的智能化上仍然有待加强^[10-14]。针对上述问题,为了能够低成本、高效率地应对不同场景下对于机器人的需求,提出一种多功能机器人,能够通过简单的机械拆卸与模式切换完成多种应用场景下的功能。机器人设计了 3 种场景模式,分别为迎宾、搬运及巡逻。在迎宾模式下,机器人能够与迎宾对象进行语音交互,并在展览厅、实验室等多种需要解说处完成有关产品、场景、历史等介绍功能,并实时回答相关问题。在迎宾功能外,还能够完成夜间闯入报警、语音交互陪伴等功能;在此基础上,通过便捷的拆卸功能可灵活切换场景,当切换至搬运模式时,将迎宾模块换成搬运模块即可,模块都通过 3D 打印完成,在此模式下机器人能够实现搬运功能,有跟人及自动两种搬运方法。跟人模式下,机器人会实时识别跟踪目标,能够将需要搬运的东西放入搬运盒内,在拿快递、行李等场景下能代人搬取物品,而自动模式能够在小范围内完成定点的自动搬运,其中搬运物品的上下货需要人工完成。而巡逻模式则能够实现跟人同步巡逻,并对巡逻环境完成监测报警,录入巡逻视频,自动巡逻则能够在一定范围内完成巡逻视频录入及环境监测,巡逻路径随机。机器人通过接入云平台完成远端的检测控制^[15],并利用百度语言大模型能做到语音控制^[16]及交互,能够实现自动跟人、环境监测、语音对话、迎宾介绍、闯入监测等多种功能。并在不同模式下完成相关功能的调整及切换。

1 总体方案设计

多功能机器人的设计采用了 Orange Pi Alpro^[17]与 STM32F401RE 为控制板,其中 STM32 中接入了温度、湿度、火焰、超声波等多种传感器,主要用于环境检测,而 Orange Pi Alpro 主要负责语音交互、云平台通讯、机器人表情输出、相关信息输出、行人检测、距离检测等功能。其整体设计结构如图 1 所示。

目前,机器人在应用场景上分为 3 种,分别是迎宾、搬运、巡逻。其中,每一种场景下可分为多种模式。具体设计如图 2 所示。

机器人的可拆卸结构通过 3D 打印完成,通过打印不同的模块并在程序中切换不同的工作模式来达到场景切换的效果,其中可拆卸结构设计如图 3 所示。

由图 3 可知,A 部分展示了机器人的头部可拆卸结构,结构通过放置自重方式完成组装,能够很方便地换取头部,而搬运模块与迎宾模块的转换也是通过交换头部完成。在迎宾模式下,头部带显示屏完成表情显示,而在搬运模式下则为搬运框;B 部分为机器人身体的可拆卸设计,通过插销卡扣进行组装;C 部分为底部的可拆卸设计,需要将外壳按方向放入由碳板及铝方管结合的底部支撑结构上。在换取底盘时,需要将身体及底部取出,再安装至新底盘中,并重新完成相关预留口接线。

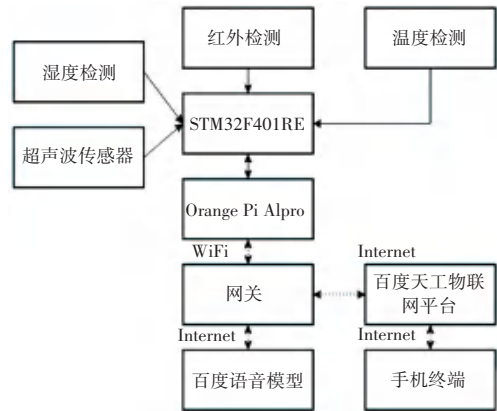


图 1 整体结构图
Fig. 1 Overall structure diagram

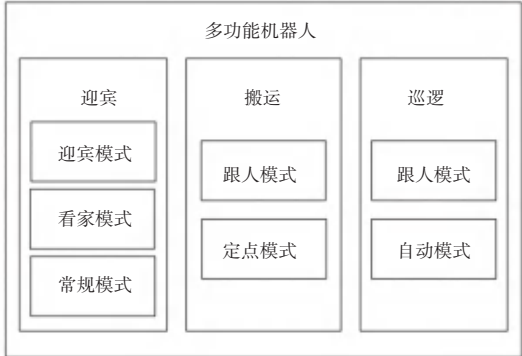


图 2 场景模式图
Fig. 2 Scene mode diagram



图 3 拆卸结构图
Fig. 3 Dismantling structure diagram

2 硬件设计

Orange Pi Alpro 与 STM32F401RE 的控制电压及功率并不相同,采用了 24 V 供电源进行并联,对 STM32F401RE 的供电使用了降压模块进行 5 V 供电。机器人的外观使用了 3D 打印方式,打印各部分组件进行组装,其底盘、头部均设计为可拆卸结构,可以针对不同的环境完成快速更换。其运动使用了铝方管结合碳板组装成框架支撑及运动机械结构,在底盘的设计上包含了 2 种方案。一种为常规方案,一种为麦轮方案。其优缺点见表 1。

表 1 方案表

Table 1 Scheme table

方案	优点	缺点
常规方案(主动轮+万向轮)	功率需求低,静音	复杂地形通过性弱
麦轮方案	复杂地形通过性强	功率需求大,噪声大

2 种方案均采用了大疆 M3508 减速电机进行驱动,采用 PWM 波控制方案,在常规方案下使用了 2 个主动轮结合 1 个从动轮,麦轮则使用了 4 个进行驱动。其底盘对比如图 4 所示。



(a) 常规底盘 (b) 麦轮底盘

图 4 底盘对比图

Fig. 4 Chassis comparison diagram

2.1 环境硬件

机器人能够对环境内的温湿度、火焰情况进行监测,其中湿度传感器采用了 DHT11 作为湿度监测的传感器,温度采用了 DSB18B20,火焰传感器使用红外模块进行监测^[18]。在出现温湿度、火焰异常时,STM32 会将异常情况上传至 Orange Pi Alpro,此后由 Orange Pi Alpro 再上传至云端,云端将报警数据实时传入手机端进行报警,从而实现环境监测。同时相关数据能够每分钟上传一次、传至 Orange Pi Alpro,从而在机器人的交互中进行显示或播报。

2.2 控制节点

机器人利用 ESP32 芯片完成各个需要控制或

监测的点位布控^[19-20],利用 ESP32 接入双向可控硅控制电光、窗帘等模块开关,实现环境控制,控制功率上限为 1 100 W。其方式为将各个控制节点接入 ESP23,机器人与节点之间使用云平台进行数据的交互。可以在云端查看节点及机器人相关信息。其节点设置见表 2。

表 2 系统数据点设置表

Table 2 System data point setting table

显示名称	数据点类型	数据类型	功能
灯光	可写	布尔	室外灯光控制
窗帘	可写	布尔	窗帘控制
电源	可写	布尔	电源开关控制
距离	只读	数值	显示前端障碍距离
场景	可写	数值	场景选择
模式	可写	数值	模式选择
火焰报警	报警	布尔	火焰报警
当前温度	只读	数值	显示当前室内温度
当时湿度	只读	数值	显示当前室内湿度

3 软件设计

机器人将其场景设置为 3 种,分别是迎宾、搬运、巡逻,3 种模式需要切换机械模块,模式切换可以通过按键及语音两种方式进行操作,在每一种工作状态下,采用多线程工作方式。每一种场景下,又分为多种工作方式,可使用语音交互进行转换。

3.1 迎宾场景

迎宾场景下有 3 种工作模式,在进入迎宾场景后,默认进入常规模式,如果需要切换模式将通过语音交互控制来做切换。

3.1.1 常规模式

常规模式下,机器人会原地不动,可以通过语音进行交互,在机器人显示屏中以表情为主,可以通过语音获取相关信息,并对环境进行监测控制。在多线程的方式下,共分为 3 个任务,分别是屏幕输出控制、环境监测、语音交互控制。其整体流程如图 5 所示。

在屏幕输出部分,机器人会不断在后台生成对应的表情图片,然后进行输出,从而达到动态表情的效果;在环境监测部分,主要由 STM32 结合相关传感器完成,STM32 在完成环境的监测后,会将温湿度、红外、距离等信息进行编码,编码方式为 8 位温度、8 位湿度、1 位火焰报警、14 位距离和 1 位红外,总共 32 位信息。Orange Pi Alpro 在接收到编码包后,会将数据进行解码后上传至物联网平台,其编码方式如图 6 所示。其中的语音交互部分,主要有唤醒词识别、语音识别、文本对话、语音生成几部分。唤醒词识别采用全连接网络进行训练,其唤醒率为

92.5%,搭载于本地,而其余的语音识别等部分利用百度大模型完成,需要将语音、文本等数据进行上传,在百度云平台进行处理后返回。

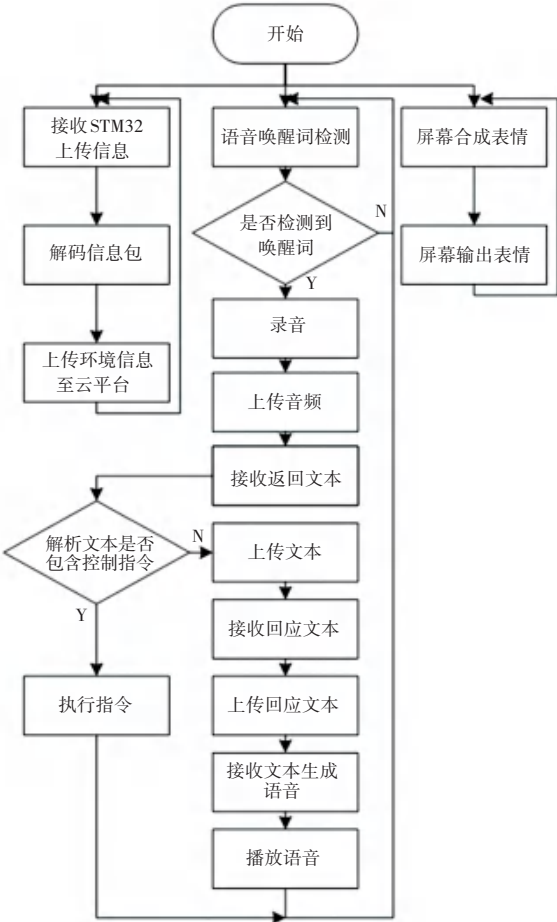


图 5 常规模式流程图
Fig. 5 Flowchart of conventional mode



图 6 编码图
Fig. 6 Code pattern

3.1.2 迎宾模式

迎宾模式下,屏幕输出部分加入了行人识别。行人识别基于 YOLOv8 进行训练^[21-22],YOLOv8 训练结果如图 7 所示。在 Orange Pi Alpro 能够达到 24 帧/s 的识别速度。在此基础上,为了实现多人下的行人追踪,使用了识别框追踪,设置 2 帧之间识别框距离控制达到行人追踪的目的。其约束条件如下:

$$\begin{aligned} & \uparrow \text{Dis}(f(t_1) - f(t_2)) < l \\ & \uparrow m_1 < h(t_i) < m_2 \\ & \uparrow n_1 < h(t_i) < n_2 \end{aligned}$$

其中, $f(t)$ 表示识别框中心坐标; $h(t)$ 表示识别框面积,当小于 m_1/n_1 时,机器人会提高速度跟

上,而大于 m_2/n_2 时会减慢速度,从而实现实时跟踪对应行人的效果,其左 / 右转则由多帧间的识别框左右关系进行改变,使识别框能够动态地处于中心位置。

在迎宾模式下,其底盘主要由行人跟踪控制,但是可以通过语音控制来进行中断,使其在迎宾模式下能够停止。迎宾模式下可以预设相关语音介绍,在行人跟踪的前提下,机器人能够实时播报相关的语音介绍,并能够实时打断进入对话,部分问题能够进行预设回答,而在超出了预设问题的情况下,会将数据上传至云平台进行对话。其中,最终行人识别率为 97.3%。

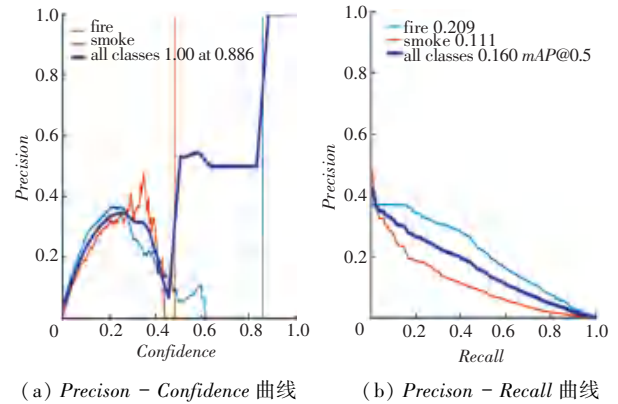


图 7 YOLOv8 训练图
Fig. 7 YOLOv8 training diagram

3.1.3 看家模式

看家模式可预设打开时间,在对应时间段后,机器人能自动切换至看家模式。在此模式下,机器人不再移动,利用行人识别结合红外传感器完成人员闯入的监测。在检测到有人闯入后,机器人会播报提示语音,在 1 min 内需要靠近机器人进行人脸识别,人脸识别模型使用 VGG-16 进行训练^[23],识别率为 98.6%。如果人脸识别通过,机器人进入常规模式,而 1 min 内人脸识别不通过则会报警信息上传至云平台,物联网云平台实时将数据发送到手机端进行报警。其闯入图像将会存入机器人中。

3.2 搬运场景

3.2.1 跟人模式

在跟人模式下,利用行人追踪实现跟人,机械上需要将原本的机器人头部换下替换为搬运箱,其他功能并未改变。在此模式下,能够将需要搬运的东西放入箱内,机器人利用行人跟踪实时跟人,在抵达目标点后,可以通过语音控制结束对应模式。

3.2.2 定点模式

定点模式利用上文中的 YOLOv8 模型除了行人

语音识别、文本交互、语音播报三个部分组成了语音交互功能,这3个部分通过百度云平台相关模

型完成。大模型调用情况及文本交互内容调试见图9。机器人的自动跟人模式实现如图10所示。

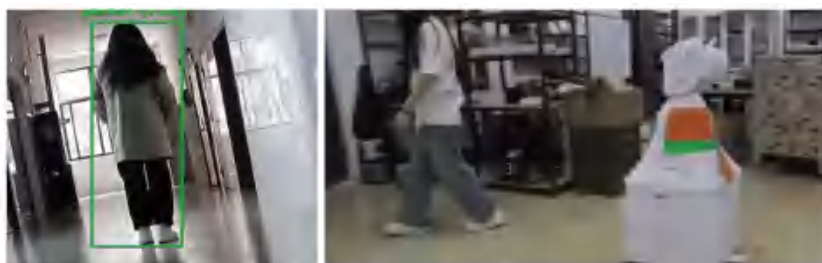


图10 行人跟踪示意图

Fig. 10 Pedestrian tracking diagram

由图10可知,机器人能够自动完成行人识别,并在此基础上,结合识别框大小位置算法完成跟踪。在此过程中,机器人工作图片如图11所示。

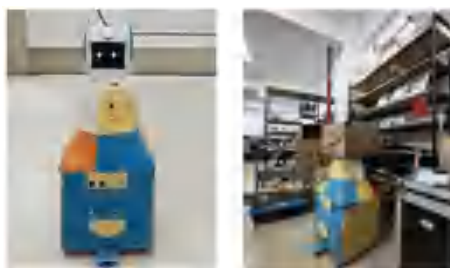


图11 机器人工作图

Fig. 11 Robot working diagram

5 结束语

本文设计了一种多功能机器人,结合机械的可拆卸结构完成了多种场景下的多种工作模式实现,能够完成迎宾、搬运、巡逻等多种工作,并能够在多种场合下得到广泛应用。通过接入物联网平台,能够远端实时地监测机器人状态,并展开环境监测等工作。经过测试,机器人能够完成预期工作,设计较为智能、稳定,并能够适应不同的地形环境。机器人目前仍然存在一些有待完善的地方,如只能够在WiFi环境下完成语音的交互与控制,底盘的切换需要重新接线等。

参考文献

[1] 吴倩茹,郑辰俊,戴铭涵,等. 基于形态分析法的温室大棚农业机器人设计[J]. 机电技术, 2024(2):59-62.
[2] 许子康,吕志华,李双斌. 基于STM32的六足农业仿生机器人[J]. 南方农机,2023,54(17):14-16.
[3] 胡佳荣. 面向迎宾机器人的模式识别技术研究与应用[D]. 成都:西南交通大学,2022.
[4] 孙悦. 基于BP神经网络的老龄智能陪伴机器人造型意象设计研究[D]. 武汉:华中科技大学,2022.

[5] 周文伟,岳文,冯疆,等. 基于改进A*算法的药品搬运机器人[J]. 智能计算机与应用, 2024,14(11):43-51.
[6] 李俞浩. 基于轨道机器人的猪舍环境监控系统研究[D]. 新乡:河南科技学院,2024.
[7] 谷敏永. 综采工作面巡检机器人设计及应用[J]. 煤炭工程, 2024,56(11):219-224.
[8] 刘继展,江应星. 农业采摘机器人产业化进程分析与多臂高速化技术走向[J]. 农业机械学报, 2024,55(10):1-17.
[9] 耿冬妮,赵定坤,周颖婷,等. 智能物流机器人设计与测试[J]. 实验技术与管理, 2024,41(12):156-161.
[10] 边榭锐,张文志,邓洁,等. 分拣机器人的应用进展[J]. 工程机械,2024,55(11):209-214.
[11] 龚金锭,陈紫月,蔡心远,等. 智能机器人的发展现状及前景展望[J]. 工业控制计算机,2024,37(10):23-25.
[12] 刘少山,甘一鸣,韩银和. 机器人计算发展研究[J]. 中国科学院院刊, 2024,39(11):1956-1965.
[13] 褚晶,田艺秋,岳硕,等. 面向智能仓储的多机器人任务分配及路径规划[J]. 西北工业大学学报, 2024,42(5):929-938.
[14] 姚陈鹏,石文博,刘成菊,等. 移动机器人导航技术综述[J]. 中国科学:信息科学,2023,53(12):2303-2324.
[15] 王苇棋,陈文印,吴同德,等. 基于百度云的物联网应用搭建[J]. 物联网技术, 2023,13(6):141-145.
[16] 何文志,周化钢. 基于TrackingJS库+百度云人脸识别课程签到系统设计与实现[J]. 软件工程, 2024,27(7):6-11.
[17] 王赛,刘子龙. 基于4G网络的移动机器人远程控制研究[J]. 软件导刊,2019,18(11):71-74.
[18] 王涛,吴素浓. 基于DS18B20的电缆设备电气接点温度预警系统设计[J]. 西安工程大学学报, 2021,35(6):69-75.
[19] 张来洪,鲁兴,黄正宏,等. 基于ESP32的远程环境监测系统的设计[J]. 物联网技术, 2024,14(8):37-40.
[20] 燕越,刘忠超,刘尚争,等. 基于ESP32与STM32的无线智能监控小车设计[J]. 中国仪器仪表,2023(11):42-47.
[21] 高昂,梁兴柱,夏晨星,等. 一种改进YOLOv8的密集行人检测算法[J]. 图学学报,2023,44(5):890-898.
[22] 方斌,刘飞. 基于改进YOLOv8s的目标检测与抓取[J]. 制造技术与机床, 2024(12):164-171.
[23] 董翠,罗晓曙,黄苑琴. 一种基于改进VGG16网络的人脸表情识别算法[J]. 计算机与数字工程, 2024,52(1):259-265.
[24] 张智勇. 基于视觉SLAM的麦轮自动驾驶车(AGV)系统研究[D]. 上海:东华大学,2023.
[25] 沈进超,冯思凯,彭辉. 基于目标检测的六自由度机器人臂麦轮机器人在物流搬运中的应用[J]. 电气时代, 2024(5):32-36.