

基于ros系统的助老安全机器人研究

蒋恒新 闫潇乐 徐 锦
重庆交通大学 重庆 400074

摘要: 为有效保护室内安全,提高家庭老人保护能力,文中设计了一种基于ROS系统的移动机器人。包括机器人机械结构、硬件设计,人脸识别和跌倒检测的实现。机器人结构牢固、硬件设计可靠,同时实时对室内安全状况进行监测,如检测家中老人是否摔倒、是否存在陌生人入侵等。移动机器人以树莓派4B为主控板,利用yolo检测框架实现室内功能。结果表明设计的移动机器人满足要求。

关键词: 机械结构; 硬件; 识别; 检测

Research on Safety Robot for Elderly Based on ros System

Hengxin Jiang, Xiaole Yan, Jin Xu
Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074

Abstract: In order to effectively protect the indoor security and improve the protection ability of family elders, a mobile robot based on ROS system is designed in this paper. Including the mechanical structure and hardware design of the robot, the realization of face recognition and fall detection. The robot has firm structure and reliable hardware design. At the same time, it can monitor the indoor security situation in real time, such as detecting whether the old people at home fall or whether strangers invade. The mobile robot uses Raspberry Pi 4B as the main control board, and uses yolo detection framework to realize indoor functions. The results show that the designed mobile robot meets the requirements.

Keywords: mechanical structure; Hardware; Identify; examine

1 引言

早在1950年人们就已经开始制作各种各样的机器人。直到现在机器人在人们的日常生活中出现频率越来越高,机器人的智能化也推进了工业化水平的快速提升,而移动机器人的作用尤为突出。关于移动机器人的研究,首先得考虑机械结构是否可靠,其次是硬件电路设计,以使机器人达到良好的控制效果,再者对其功能进行开发。本文设计一种室内移动机器人,选择铝为基体材料,各模块以其电气参数为标准连接,有着稳定,控制功能强的特点。

2 机械结构

机器人主体结构材质选用密度小,强度高的铝合金材质,同时铝板表面采用阳极氧化的方式,提高耐腐蚀性,耐磨性并使色泽锃亮。结构采用分四层设计,如图1所示,每层分别放置不同的模块用来完成不同的功能。

作者简介: 蒋恒新(2001-),男,汉,重庆大足人,重庆交通大学,本科在读,研究方向:电气工程及其自动化。

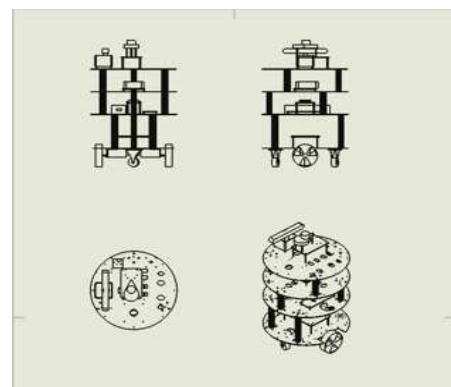


图1

2.1 底层设计(第一层)

第一层结构设计主要为机器人的底盘,如图2所示,采用两轮差分的方式运动,伴有两个万向轮做支撑,配置一部分传感器,以及使电机转动必要的硬件电路。

2.1.1 底盘形式选择

底盘共安装有4个轮子,两个驱动轮,两个辅助轮。驱动轮半径大于辅助轮,用劲度系数合适的弹簧固定连

接辅助轮使差速轮，辅助轮在与地面接触时在一条水平线上以至于不会出现颠簸现象。驱动轮为主动单元，负责为整车提供动力，前后辅助轮作用为提供支撑，并不会影响实际运动。本设计具有如下优点：运行平稳可靠；且易于调试，算法容易解算，差速驱动对实现全向运行较为简便，同时相比较其它的方法，两轮差速底盘仅适用两个电机，减少工程实现的成本；差速驱动的双电机驱动方式，有效提高了电机的使用效率，适用于居家辅助机器人的应用场景。

2.2 电源设计（第二层）

第二层结构设计主要为机器人的供电电源部分，如

图4所示，提供小车电源（12V航模电池），转换电路，5V的USB接口，XT60，XH2.54（杜邦线）接口，KF301接口以提供不同的供电方式。

2.3 主控区（第三层）

第三层作为整个机器人的核心，如图5所示，放置树莓派4B，用来做整个机器人系统的上位机，作为机器人的大脑实现运算处理功能。上方通过亚克力板固定风扇作使树莓派散热。同时还配备扬声器作为机器人的回馈系统。

3 硬件设计

本机器人系统的硬件构成如下图所示：

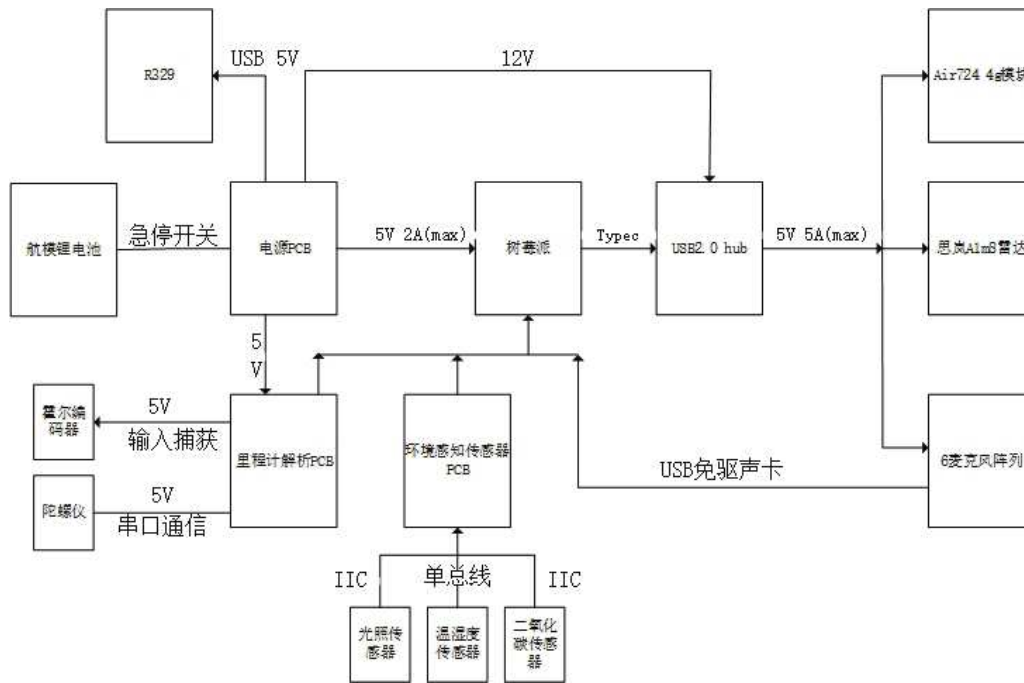


图 2

机器人整体呈立体结构，我们将硬件部分分为功能层、中枢层、驱动层。

首先介绍功能层，功能层主要包括了Air724 4g模块、思岚A1m8雷达、6麦克风阵列。

Air724 4g模块电源管脚有VBAT， $V_{max}=4.3V$ ， $V_{min}=3.3V$ ， $V_{nom}=3.8V$ 。该模块在突发模式下的最大负载电流有1.8A，电压低于3.3V时射频指标会恶化。 V_GLOBAL_1V8 管脚不用则悬空，若用于给外部供电，需并联一个2~4.7uF的去耦电容，负载电流不能超过50mA。开关机管脚PWRKEY，关机状态下把管脚拉低1.5s以上模块开机，开机状态下把管脚拉低1.5s以上模块关机。模块状态指示管脚NET_STATUS，NET_MODE，MODULE_STATUS，分别指示网络状态，4G网络，模块

运行状态，3者不用都悬空。这里采用USB2.0供电。

思岚A1m8雷达内含RPLIDAR模组，模组内集成了可以使用TTL电平驱动的电机控制器。供电引脚VMOTO（典型值5V，最大值9V），MOTOCTL引脚可以用以控制电机的运行或者定转控制，也可以使用PWM信号对电机的旋转速度进行调制，从而控制RPLIDAR A1扫描频率。该设备理想工作环境为室内，室内环境光照（包含）无光照不会对激光信号产生影响，若雷达视觉系统直接面对太阳照射，将很可能导致视觉系统的感光芯片出现永久性损伤。

麦克风阵列采用平面式分布结构，含有6个麦克风，可实现360度等效拾音，唤醒分辨率为1度。麦克风阵列板的USB口为标准USBtype-A接口，电气参数5V，0.5A。

J2口通过一根2pin的参考信号线接上位机功放后端，即功放到喇叭的SPK+与SPK-，用于消除参考信号的输入。

本系统只为R329提供电源即可，采用Type-C供电即可。

中枢层如下图所示：

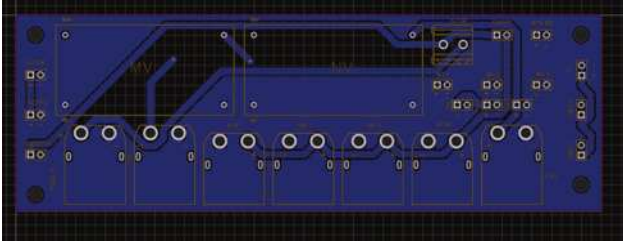


图3

该层主要用于各部分供电分配，即开关操作。POWER经XT60接航模锂电池，CMV为通过MV稳压管接入驱动层的电源。RPI1到RPI4接入DC-DC降压USB口，通过该口给功能层供电。NOTR1、NOTR2为树莓派散热装置的电源口即开关口。STOP接入整个系统的急停开关。

驱动层主要是嵌入式单片机搭载各传感器组成，电机采用的是JGB37-545带霍尔编码器的减速直流电机，减速比1:56，编码器分辨率为896PPR，额定电压12V，编码器额定电压3.3V。陀螺仪采用只输出Z轴角度的HWT101，该模块工作电流小于25mA，支持串口和IIC通信，这里采用串口通信。光照传感器和二氧化碳传感器均采用IIC通信，光照传感器（BH1750）内置16bitAD转换器，直接输出数字信号，可对广泛的亮度进行1勒克斯的高精度测定。二氧化碳传感器（ccs811）是一种气体传感器片上系统芯片（SSoc），采用低功耗传感技术来探测室内的挥发性有机化合物VOCs。温湿度传感器（DHT22）为单总线数字信号输出，数据端口带上拉电阻。PCB采用直插式接入传感器。

4 机器视觉

此机器人机器视觉所解决的问题有人脸识别与监测室内老人是否摔倒，如若老人摔倒，则发送紧急短信到紧急联系人，极大地解决孤寡老人，空巢老人独自在家里可能产生的安全隐患。

4.1 人脸识别

本部分主要利用MTCNN模型进行人脸检测以及图像提的方式做人脸分类识别，后采用mobilefacenet模型进行人脸特征的提取，并通过构建本地人脸特征库，完成对人脸图像的身份识别。

4.1.1 MTCNN

MTCNN是多任务网络，主要采用了三个级联的网

络，对输入图像进行快速高效的人脸检测。整个模型分为三个阶段，第一阶段为通过一个浅层的CNN网络快速生成候选窗口的P-Net、第二阶段为进行高精度候选窗口筛选出人脸的候选窗口的R-Net，第三阶段为生成最终边界框，并找出人脸关键点的O-Net。

4.1.2 MobileFaceNet

继mobilenetV2后，mobilefacenet在此基础上作改进，主要用于验证人脸是否和之前暂存在本地库中的图片为同一个人。大量研究表明，采用全局平均池化会使得网络表现下降，但是一直没有理论说明，因此作者在文中给出了一个理论解释。原因是各单元权重都会有相同的部分，然而平均池化层却把他们看做同等的权重去处理，就会导致网络获取的信息不够丰富，从而导致网络表现下降。因此，作者在此处使用了可分离卷积代替平均池化层，即使用一个7*7*512（512表示输入特征图通道数目）的可分离卷积层代替了全局平均池化，这样可以使网络自己不同点的学习权重。网络整体结构如下：

表1 mobilefacenet network structure

输入	卷积操作	z	c	n	v
112 × 112 × 3	Conv3 × 3		64	1	2
56 × 56 × 64	Depthwise Conv 3 × 3		64	1	1
56 × 56 × 64	bottleneck	2	64	5	2
28 × 28 × 64	bottleneck	4	128	1	2
14 × 14 × 128	bottleneck	2	128	6	1
14 × 14 × 128	bottleneck	4	128	1	2
7 × 7 × 128	bottleneck	2	128	2	1
7 × 7 × 128	Conv1 × 1		512	1	1
7 × 7 × 512	Linear GDConv7 × 7		512	1	1
1 × 1 × 512	Linear Conv1 × 1		128	1	1

4.1.3 基于ros实现的人脸识别

代码框架如下：



图4

摄像头为矽速科技的R329，通过配置motion使其无线图传图像到pc机，人脸识别代码在linux-ubuntu系统下指定的环anaconda环境下运行，ros作为摄像头与上位机沟通的桥梁，pc机作为从机，在机器人内部的树莓派作为主机发送指令，通过语音交互接受操作者的命令，如若听到录入人脸识别的指令时，会在pc机显示由R329无线图传来的图像，从而树莓派在ros端publisher发送一个message，由pc机subscriber订阅，从而打开录入人脸的程序face_register.py，在检测到有且仅有一张人脸后，拍照保存人脸并关闭此程序，同理听到识别人脸指令时，pc机订阅到树莓派发出的message后，打开识别人脸的程序face_recognition.py，如若检测到的人脸为人脸库里的人脸，则在pc机上框出人脸所在位置并将其判定为操作者，解锁执行更高权限的命令。流程如图11所示：

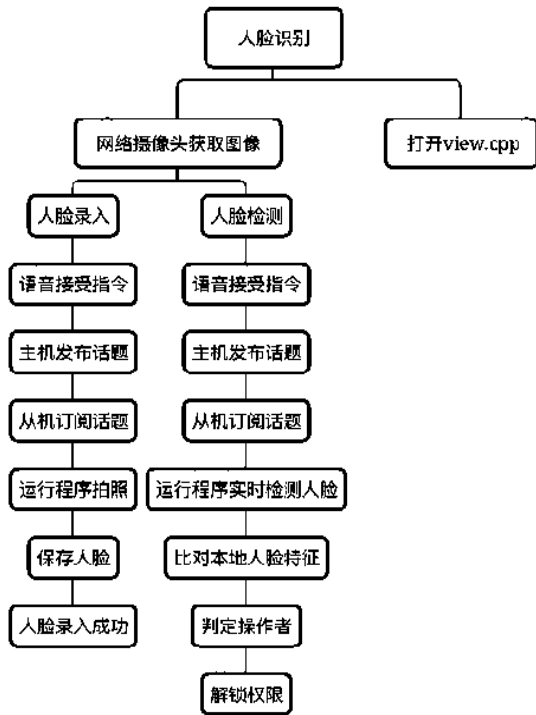


图5

4.2 检测老人摔倒

检测老人摔倒的常规方法为用背景差分法和形态学算法提取目标骨架，骨架提取经历九步：图像灰度化，背景差分法提取目标轮廓，使用CLAHE算法增强对比度，高斯滤波，Sobel算子进行边缘检测，小波去噪，最大类间误差法二值化，形态学运算和中值滤波。然后用基于人体比例的方法初步判断跌倒情况，再用基于运动趋势的精准判断跌倒情况，但由于此方法较为复杂，此机器人选用的方法为yolov5训练摔倒模型用detect检测方法检测老人摔倒。

4.2.1 yolo网络

目标检测方法有两种：一种是双阶段检测算法，另一种是单阶段检测算法。单阶段检测算法主要有YOLO和SSD等算法，双阶段算法有R-CNN系列。单阶段算法流程里从输入图像到输出结果只经历了神经网络一个阶段。因此，相对于双阶段目标检测算法来说单阶段算法在速度上有很大提升。

与目标检测方法相比，YOLO系列网络在进行目标检测时，将待测对象的目标检测任务定义为回归问题，文中选用YOLOv5属于单阶段算法。

4.2.2 基于ros实现的跌倒检测

机器人系统开机后便自动启动检测老人摔倒的程序，如若画面中出现跌倒，摄像头将老人摔倒的位置信息上传到pc机后，在pc机显示老人摔倒的状态信息，通过ros发布话题使上位机订阅，启动上位机里的发短信程序，发送紧急短信到紧急联系人。

参考文献：

[1]胡振.差速轮自动引导运输车运动底盘设计与控制[J].内燃机与配件, 2021 (17): 20-21.DOI: 10.19475/j.cnki.issn1674-957x.2021.17.009.

[2]孔德硕, 陈万米, 杨楠.基于改进YOLOv5的服务机器人目标识别算法[J].工业控制计算机, 2022, 35 (02): 82-83.