

基于树莓派的智能抓取小车系统设计与实现

戴 鏢, 康钦清*, 杨 鑫, 何学良, 李 松, 刘巧玲

(湖南涉外经济学院 信息与机电工程学院 湖南 长沙 410205)

摘 要: 随着社会的发展, 老年人和残疾人的日常生活日益受到关注。为协助他们完成难度较大的动作, 特设计一款带机械臂的智能小车。小车通过摄像头采集当前环境信息, 传递至手机或者电脑端, 用户确定抓取目标的位置, 控制机械手完成物品抓取。文章设计中选取树莓派开发板, 实现了小车的遥控控制、循迹避障、可视化抓取等操作。增加的两个反射式红外线光电传感器, 提升了单一超声波避障模块的避障效果。本设计借助机械臂以及摄像头, 使小车能实现对物体的远程观察及抓取, 使用户的日常生活更加便利。

关键词: 机械臂; 智能小车; 树莓派; 循迹避障; 遥控抓取

0 引言

智能小车和机械臂是机器人技术领域应用最广泛的自动化机械设备, 研究可进行抓取作业的搭载机械手臂的智能小车, 具有一定的实用性^[1]。从 1960 年开始, 自世界上首台工业机器人被发明, 智能机器人的研究已有近 60 年的历史, 其应用渗透到方方面面, 越来越多智能机器人代替人类从事极端环境下的操作^[2-3]。老年人和残疾人的日常生活便利性越来越受关注。本设计尝试实现对物体的远程观察及抓取, 帮助用户解决抓取物品等困难问题, 使用户的日常生活更加便利。

1 系统总设计

1.1 系统设计目标

(1) 通过移动智能终端设备的操作界面, 实现小车运动控制。

(2) 通过获取车载摄像头采集实时图像。

(3) 通过控制界面控制小车和机械手的操作。

(4) 小车具有一定的自主循迹和避障功能。

1.2 系统构成

智能抓取的功能核心是实现小车的移动与机械臂抓取。总控制中心是树莓派开发板, 可搭载各种模块。通过接收遥控信号并解码, 控制电机驱动模块, 控制对应电机, 完成小车的前后左右及机械臂的操作。通过红外发光二极管将红外线发射到外光敏三极管接收传感器上, 使低电平变为高电平, 从而完成循迹。最后, 通过超声波传感器以及红外线避障传感器感知障碍物, 并完成避障操作。

2 硬件设计

2.1 芯片选择

本设计通过分析常用的 STM32、P89V51RD2FA 以及树莓派开发板, 综合考虑其实用性和功能性, 选择了功能强大且更加兼容的树莓派。本小车采用的树莓派 4B 有 64 位 1.5 GHz 主频的四核芯 Cortex A72 架构,

BCM2711 芯片, 4GB 的 DDR4 内存, 性能升级幅度大。

2.2 驱动模块

本设计中每个车轮均有一个电机, 电机为 120 转 12 V 的直流减速电机, 选用 TB6612FNG 芯片作为驱动。该芯片由 MOSFET 的 H 桥集成电路组成, 相比 L293D, 每通道平均 600 mA 的驱动电流和 1.2 A 的脉冲峰值电流^[4], 其输出负载能力提高了一倍。相比 L298N 的散热性能以及外围二极管续流电路, 其无须外加散热板, 散热能力比 L298N 强一倍。小车运动芯片为双驱动芯片, 每一个驱动分别通过控制其 STBY 与输入/输出 (Input/Output I/O) 口来控制一个电机, 如果要电机停止工作, 则需要将 I/O 口清零。正反转的控制则由 AIN1_2 与 BIN1_2 置 1 或者置 0 来操控。

2.3 机械臂抓取模块

在机械手臂控制的传统系统中大多采用单片机控制, 容易在控制电机运行时产生驱动 IC 故障, 或由于驱动 IC 过热直接烧毁控制电机。本设计采用亚克力板材质的 4 自由度机械臂, 通过 PCA9685 芯片来控制舵机的操作。16 路脉冲宽度调制 (Pulse Width Modulation, PWM) 模块, 两条线可以分别控制 16 路, 实现 I²C 通信。相比 TLC5940 芯片, 本设计使用的 PCA9685 具有单独的 PWM 驱动器与一个时钟, 不需要一直发送信号。6 地址选择引脚将使 62 个驱动板全部挂在单个 I²C 总线上, 总计 992 路 PWM 的输出, 输出非常庞大。

2.4 循迹避障模块

本设计采用的是 3 块 TCRT5000 红外线循迹传感器。循迹传感器探测距离为 0.1 ~ 2.5 cm。当小车下方贴黑色胶带时, 红外线会被黑色胶带吸收, 从而无法反射回来。此时红外接收管则处于关断状态, 输出端为高电平, 从而带动小车按照黑色胶带运行。

超声波探测能够进行定向传播, 超声波探测使用的是 I/O 口 TRIG 来触发测距^[5]。模块自动发送 8 个

基金项目: 2019 年湖南涉外经济学院大学生创新创业训练计划项目; 项目名称: 湖南涉外经济学院自动化校级一流本科专业建设项目; 项目编号: [2019-54]。

作者简介: 戴鏢 (1999—), 男, 湖南长沙人, 本科生; 研究方向: 信号处理。

* 通信作者: 康钦清 (1982—), 女, 湖南邵阳人, 讲师, 硕士; 研究方向: 信号处理。

40 kHz 的方波,接收器会检测信号的返回。信号返回时,通过 I/O 口 ECHO 输出一个高电平,持续时间是超声波从发射到返回所需时间。但是出现两个及以上障碍物时,超声波检测会出现偏差,而红外避障距离较短,一般在 0.5 m 内能够准确探测实时障碍物,从而解决了多个障碍物的探测问题,且对移动物体探测具有优良的准确性。因此,本文采用了一个超声波模块与两个红外探测传感器搭配使用的方式,提高了避障的性能。

3 个循迹传感器分别与 GPIO13、GPIO19、GPIO26 相连接,而两个避障传感器则分别接入 GPIO16、GPIO12。最后接入的是超声波测距模块,分别接入 GPIO28、GPIO29。整个循迹避障模块均采用 5 V 稳压供电。

3 软件设计

3.1 启动界面

该小车借助相关 App 对其工作进行控制。本设计采用 Python 语言对小车 App 按钮启动程序进行编程。开机后,等待系统启动,通过“小车移动”“机械臂移动”“抓取”“图像采集”等按钮来控制小车。通过相关软件测试可以有效测试出按钮的灵敏度以及和小车的良好交互性与协调性。

3.2 机械臂运动设计

机械手臂的运动函数包括机械手臂手爪打开、机械手臂手爪闭合、上臂舵机向上、上臂舵机向下、下臂舵机向上、下臂舵机向下、小车底座左转、小车底座右转等运

动函数。在抓取目标物体时,应该不干扰其他物体。根据下标算出其抓取物体时的关节角参数,从而判断机械臂爪的运动轨迹。在抓取功能的测试中,小车对一定形状、尺寸的物品可以比较灵活顺利地抓取。

4 循迹避障

在红外传感器红外探头接收红外信号的不同情况下,小车所处的运动情况不同。设置小车的 3 个红外传感器探头按左中右排序分别为 LED-0、LED-1、LED-2。当 LED-0、LED-2 为点亮状态,LED-1 处于熄灭状态时,说明小车前部的中间红外探头在黑线上面,证明此时小车的方向为正方向,可以要求小车继续直行。当 LED-0 为熄灭状态,LED-1、LED-2 处于点亮状态时,说明红外传感器左红外探头在黑线上,证明小车此时的状态是斜方向头部指向右边,需要小车转向左边,才能使小车行驶方向继续回到正前方,从而确保了小车的正确行驶方向^[5]。

5 结语

本设计的研究对象是拥有机械手臂的智能抓取小车,主要探究了小车的正常移动、循迹避障、智能抓取等功能的实现。在智能小车上装取机械手臂并借助摄像头,使用户可以远程遥控小车进行物品的抓取。App 的控制按键与小车抓取功能具有比较好的协调性。整个系统满足智能抓取功能的相关需求,达到预期目的,对后续自主抓取智能小车的研究具有一定的借鉴意义与实用价值。

[参考文献]

- [1] 郝郡红. 搭载机械手的智能轮式小车目标识别及抓取控制研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2015.
- [2] 罗爱华. 全自主机器人避障及路径规划研究[D]. 赣州: 江西理工大学, 2010.
- [3] 贺晨宇. 移动机器人多角度摄像技术[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2012.
- [4] 滕志军. 基于超声波检测的倒车雷达设计[J]. 今日电子, 2006(9): 78-79.
- [5] 张弛, 廖华丽, 周军. 基于单目视觉的工业机器人智能抓取系统设计[J]. 机电工程, 2018(3): 283-287.

(编辑 姚鑫)

Design and implementation of smart grab car system based on RaspberryPi

Dai Biao, Kang Qinqing*, Yang Xin, He Xueliang, Li Song, Liu Qiaoling

(School of Information and Electrical Engineering, Hunan International Economics University, Changsha 410205, China)

Abstract: With the development of society, the daily life of the elderly and the disabled has been paid more and more attention. In order to help them complete the difficult operation in life, a smart car with a mechanical arm is designed. The car collects the current environmental information through the camera and transmits it to the mobile phone or computer. The user determines the position of the grab target and controls the manipulator to complete the grab. In this design, RaspberryPi development board is selected to realize the remote control, track avoidance, visual grasping and so on. The addition of two reflective infrared photoelectric sensors improves the obstacle avoidance effect of a single ultrasonic obstacle avoidance module. This design uses the manipulator and the camera, so that the car can realize the remote observation and grab of objects, so that the daily convenience of users.

Key words: mechanical arm; smart car; RaspberryPi; track avoidance; remote control grab