

物理·技术·应用

基于 OpenMV 的多功能救援车探究*

张媛 万盈 荣傲华 邓志民 刘博文 胡安正

(湖北文理学院物理与电子工程学院 湖北 襄阳 441053)

(收稿日期:2021-09-27)

摘要:随着物联网和信息科技的快速发展,人工智能车替代人力劳动发展迅速,有望在危险环境下代替人工作业发挥不可替代的作用.为此,文章基于光电转换等物理原理,就 OpenMV 摄像头和三维云台的多功能救援车进行探究,利用比例积分微分(Proportion Integral Differential, PID)算法、机器视觉识别等技术,实现自动避障、追踪、定位、瞄准和辅助救援等功能.该方案研制的作品达到预期效果,具有一定的推广应用价值.

关键词:OpenMV 光电转换 三维云台 比例积分微分算法 机器视觉识别

1 系统总体设计

如图 1 所示,设计了一种遥控追踪的多功能救援车.该救援车系统主要包括主体平台和以 STM32 单片机为中央处理器的无线远程遥控两部分,其间通过 NRF24L01 无线通信模块进行远程双向通信,主体平台采用 K60 作为主控处理器,基于 OpenMV 摄像头和三维云台,利用 PID 自动调节及机器视觉识别等技术,用户可通过 OLED 屏幕上反馈的信息,由远程遥控发送指令来实现避障、自动追踪、瞄准定位等功能.

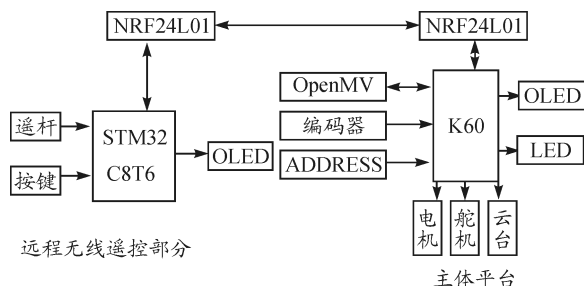


图 1 系统总体设计图

2 系统硬件方案选择

(1) 微处理器选择: 远程遥控器部分选用 STM32F103C8T6 单片机,其具有单周期的乘法指

令和硬件除法以及优先级可编程的中断系统,工作时频率最高可达 72 MHz. 主体平台部分采用 K60 作为主控处理器,主频可达到 180 MHz,具有丰富的模拟、通信、定时和控制外设.

(2) 无线通讯模块的选择: 遥控器部分通讯模块选用 NRF24L01 无线通讯模块,该模块是一款新型射频收发器件,工作于 2.4 GHz ~ 2.5 GHz ISM 频段. 内置频率合成器、功率放大器等功能模块,融合了增强型 ShockBurst 技术,其输出功率和通信频道可通过程序进行配置.

(3) 机器视觉模块的选择: 系统选用 OpenMV 摄像头,该摄像头是一款低价、可扩展且支持 Python 的机器视觉模块,其以 STM32H743VIT6 单片机为核心,集成了 OV7725 摄像头芯片,整个模块在二者的联合下已高效地实现了核心机器视觉算法.

3 系统信息采集的原理探究及软件设计

由于救援车在工作时需要多个模块进行信息交互,其间除了最简单的串口通信外还要进行基于 NRF24L01 的无线信息传输^[1]. 故而整个系统的 3 个处理器除了需要通过程序控制其完成各自任务

* 2021 年襄阳市科技计划项目资助. 2021 年大学生创新创业训练项目,项目编号: S202110519011

作者简介:张媛(2000-),女,在读本科生,研究方向为嵌入式应用开发.

通讯作者:胡安正(1965-),男,博士,教授,研究方向为电子信息、物理和纳米科技.

外,还需完成相互之间的信息传递.尤其是针对无线信息传输的部分,则更需要通过算法对丢包、信息准确度等问题进行优化.对此,本文选择放弃一定的通讯效率来换取信息的完整度,从而保证系统的稳定与可靠.以下将系统分为3部分进行分析设计.

(1) 遥控器信息采集的原理及程序设计

用户在使用遥控器时,可以通过 OLED 屏幕上显示的菜单以及车模运行中的各项信息,通过按键对菜单进行操作,即通过电位器(摇杆)来操控车模的方向,控制其完成各项任务.在遥控器信息采集过程中,相对重要的是将采集到的摇杆电压值转化为控制电机与舵机执行对应动作的指令.由于摇杆带有回弹装置,故将遥控器开机时采到的第一批电压值经滤波处理后设为中点电压.即此状态时,车模电机转速为零,车模前轮保持向前,将滑动端采得的最大值与最小值之差划分为 4 096 个刻度,根据每一时刻单片机所采到的电压值转化为对应的百分比数值,并将这一信息编辑为报文发送至车模主控,对方则将接收到的信息转化为脉冲宽度调制(Pulse width modulation, PWM)波形对应的占空比传递至执行器,从而达到用摇杆控制车模运行速度与运行方向的目的.

(2) 摄像头部分光信息采集原理探究及程序设计

该救援车通过三维云台和机械臂完成高危任务时,以 OpenMV 作为任务模块的“眼睛”即通过 OpenMV 捕捉到符合预设要求的目标物.在 OpenMV 捕捉要求的目标物时,将采集到的光信号转换成电信号,单片机通过 Lab 色彩空间来判断所采集的图像(Lab 色彩空间是由国际照明委员会制定的一种色彩模式,其中 L 表示亮度;a 代表从绿色到红色的分量;b 代表从蓝色到黄色的分量).如此,可将图像中符合所设阈值的连续像素点认为是一个色块,对此时图像中的所有色块的外接矩形面积以及色块所含像素点的数量是否符合预设要求进行逐一判断,剔除其中不满足预设要求的色块.若图像经过上一步处理后仍存在多个满足要求的色块,则先根据色块区域的像素数量进行排序,选择其中最大

的 X 个目标,将这些目标的坐标按照 (r, θ, φ) 自小到大的顺序进行排序,将排序后的信息经由车模主控发送至遥控器的控制单元,随后显示于遥控器板载 OLED 屏上,以供使用者选择^[2].目标物在球坐标系示意图,如图 2 所示.

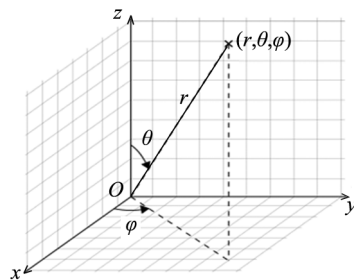


图2 目标物在球坐标系示意图

(3) 车模主控的程序设计

车模主控部分主要起到中继作用,其接收遥控器的各类指令发送至各执行器,以达到控制全车的目的.针对各执行器,处理器主要操控的部分有转向舵机、电机以及云台;针对转向舵机,需预先测出其打角至机械左右极限和机械零点对应的 PWM 波占空比,并将其与方向控制摇杆的电压信号进行匹配,实现方向控制的功能.电机的控制与转向舵机的控制类似但不相同,也需要预设一个行驶速度上限、倒车速度上限以及静止速度设定值,并将这一设定值与速度控制摇杆的电压信号进行匹配.关于上述 PWM 波占空比的闭环控制算法,系统采取的是使用广泛、技术成熟的 PID 控制算法^[3],算法流程图如图 3 所示.

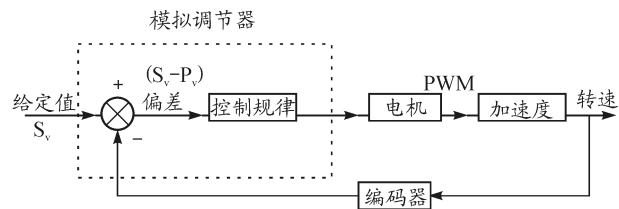


图3 算法流程图

算法的系统函数如下:

$$\text{PWMout} = K_P (S_V - P_V) + K_I * \text{sum} + K * S_V$$

$$\text{sum} = \sum (S_V - P_V)$$

其中, S_V 为速度设定值, P_V 为编码器所采集到的速度当前值, K_P 和 K_I 以及 K 为 3 个需要设定的系数.

(下转第 159 页)

梦的虚无缥缈,需要建立起图1所示的正确科学观,鼓励年轻学者务实地推进人类科技进步。

具体在实际教学过程中,首先使学生掌握现有的科学技术手段(实验技术和理论计算能力)。在此基础上应留给学生自由实验的空间,学生多自主进行开放式的实验体验,体会科学发现的过程(对应第1类重要实验现象发现)。与此同时,需要启发学生思考下列3个问题,从而进一步提升学生科技创新能力。

(1)对发现的实验现象进行理论解释,思考理论与实验结果是否相符,理论是否需要修正,思考如何进一步提高理论计算准确度(对应第2类重要理论概念提出)。

(2)实验现象对生产生活有什么应用,如何进一步提高生产效率(对第3类重大生产应用发明)。

(3)如何提高实验测量精度改进实验技术(对应第4类重大实验技术改进)。

从而提升学生的科技创新意识。

在科学核心素养的评价体系上不应只简单地分为理论和实验两类考查方向,应该注重学生实验观测、现象理解、理论预测、应用发明4方面能力的培养^[10],除此之外还需考查第5方面实验改进能力的培养。

(上接第155页)

云台的主要任务为辅助OpenMV进行目标物的寻找与捕捉,以及确定目标后由OpenMV辅助其完成瞄准任务。由于在寻找目标物的过程中已经对目标物的大致方位有了一定的了解,所以执行该任务的第一阶段会将目标物收纳于OpenMV的视野当中,运用增量式PID算法的思想“多退少补”,将目标物中心移动至OpenMV的视野中心,即完成了瞄准工作。

4 总结

该救援车通过OpenMV与云台二者的结合,经NRF24L01模块实现信息交互,可实现避障、自动追踪、瞄准定位、辅助救援等功能。经过测试该救援车可按照操作者的指令完成预设的任务,且各项功能均运转良好。实物效果图如图4所示。

参考文献

- 1 李海婴,梁红,张菲,等. 诺贝尔物理学奖的颁发及其对物理教学的启示[J]. 黑龙江科技信息,2014(9):15
- 2 曾哲. T型教学法促进生物理核心素养的培养[J]. 物理通报,2020(6):118~120
- 3 路甬祥. 从诺贝尔奖与20世纪重大科学成就看科技原始创新的规律(摘要)[J]. 中国科学院院刊,2000(5):370~376
- 4 路甬祥. 规律与启示——从诺贝尔自然科学奖与20世纪重大科学成就看科技原始创新的规律[J]. 西安交通大学学报(社会科学版),2000(4):3~11
- 5 邢润川,孔毅毅. 从诺贝尔自然科学奖百年走势看科学实验与科学理论的关系[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版),2002(2):18~23
- 6 陈其荣. 诺贝尔自然科学奖与基础研究[J]. 上海大学学报(社会科学版),2013,30(6):80~104
- 7 王荣德. 从诺贝尔科学奖看创造性人才的培养与管理[J]. 科研管理,2007(1):125~131
- 8 施纯峥,曾国屏. 科技创新的类型和程度——基于百年诺贝尔物理学奖的考察和分析[J]. 河南大学学报(自然科学版),2005(1):105~110
- 9 宁长春,次仁尼玛,陈天禄,等. 关于提升大学物理教学质量的一些思考[J]. 大学物理,2019,38(7):43
- 10 曾哲. 中学生科学核心素养考核项目的重新分类——基于T型教学法与科学的T型思维[J]. 物理通报,2020(10):97~99,104



图4 救援车实物效果图

参考文献

- 1 孙恒,谷君豪,罗红梅,等. 无线遥控小车的设计与实现[J]. 汽车实用技术,2020(15):25~28
- 2 夏胜杰,杨昊,艾伟清. 基于Arduino单片机和OpenMV的颜色目标定位与跟踪小车的设计与实现[J]. 常熟理工学院学报,2021,35(5):59~64
- 3 王力超,罗建,刘丙友,等. 基于机器视觉的智能小车导航系统研究[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版),2019(1):29~33