

基于 STM32 温室大棚作业车 控制系统的设计

刘 辉¹, 王 川², 徐 荣¹

(1. 安徽广播电视大学 信息与工程学院, 合肥 230022; 2. 安徽农业科学院 农业工程研究所, 合肥 230031)

摘要:为减轻温室大棚作业劳动强度,减少作业过程对劳动者身体的伤害,将物联网技术与电机控制相结合,设计了温室大棚作业车的远程控制系统。该控制系统基于 STM32 主控芯片,采用 SIEMENS Smart 700IE 面板设计开发,主要由上位机、通讯模块、下位机三部分组成,通过温湿度传感器、超声波测距、蓝牙通讯以及电机驱动器实现对温湿度数据实时采集、作业车避障及速度参数调节的控制,达到操作者在监控室对机械和田间作物进行远程操控目的。

关键词:作业车;STM32;远程控制

中图分类号:S24

文献标志码:A

文章编号:1008-6021(2019)04-0092-05

农业作业机械的远程监控系统主要指的是通过无线通信网络来获取需要的信息,利用计算机系统远程操作终端设备,包括对远程终端的启动、关机和日常设置等操作^[1]。农业机械远程监控系统已经在全球很多国家研究并实施,美国玉米等农作物实施了利用遥感、卫星全球定位系统、地理信息系统等技术对生产环境及作物进行实时监测和及时管理^[2]。为解决小型植保机械农药喷洒作业对人体造成的危害问题,许丽佳等人设计了一种小型农药喷洒无线遥控作业机,以单片机作为整个系统的控制核心,并采用一边喷洒一边配置的工作模式,有效地避免了因喷施药液配制过多而造成的农药浪费现象^[3]。为实现水田作业机械的遥控操作,蒋蘋等人设计了一套基于单片机为核心的水田作业机械无线遥控驾驶系统^[4]。针对温室大棚作业过程中温度、湿度和农药挥发物等对身体健康影响,本文基于 STM32 微处理设计了温室大棚遥控作业车控制系统,包括上位机和下位机的设计;建立了作业车终端和远程监控端的通信,并用 WinCC flexible 组态软件设计了交互界面,实现操作

者在监控站等场所对该农业机械的远程监控与遥控操作。

一、控制系统的总体结构设计

控制系统主要由上位机、通讯模块、下位机三部分组成。上位机主要由触摸屏和电缆组成,其中触摸屏的特点是界面清晰、容易操作;通讯模块选用蓝牙无线传输方式,该方式具有体积小、便于集成、低功耗、抗干扰能力强、成本低等特点;下位机为 STM32 控制器,STM32 控制器是基于要求高性能、低成本、低功耗的嵌入式应用专门设计的 ARM Cortex-M3 内核,具有高效的运算速度^[5]。当小车在作业时,首先通过触摸屏发出任务信号,经过通讯模块使下位机 STM32 控制器接收到信号并控制继电器产生动作,从而驱动小车行驶。系统总体结构如图 1 所示。

二、下位机的设计

下位机的设计既要满足数据的采集、处理、上传以及控制小车的运动,也需要操作简单、安全性高、稳定性强、系统响应快。下位机控制与数据采集系统如图 2 所示,主要有 STM32 中央微处理器芯片、电源

收稿日期:2019-05-08

基金项目:安徽省高等学校自然科学研究重点项目“农业多功能遥控作业车设计与研究”(项目编号:KJ2018A0689);安徽广播电视大学青年教师基金项目“农作物秸秆饲料加工机械化技术研究”(项目编号:qn15-29)

作者简介:刘辉(1982—),男,安徽寿县人,讲师。研究方向:农业机械化与智能化。

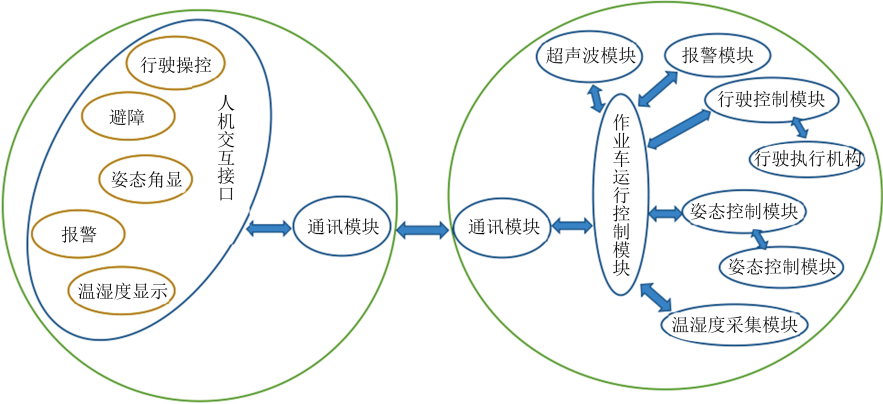


图 1 系统总体示意图

电路、蓝牙无线传输模块、超声波测距模块、电机测速编码器、电机驱动模块、温湿度传感器、倾角传感器等。由于整个系统用电电压不同,所以需要电源电路为不同模块提供不同的电压值,把电池电压转变成适合给蓝牙和超声波模块以及处理器供电电压。STM32 处理器接受上位机发送的指令并控制整个系统的运行与监控,蓝牙模块实现与上位机通信的功能,超声波模块则用来实现小车的避障。

(一)电源系统

电源系统为整个智能小车系统提供电能,持续稳定的电源是实现智能车安全运行的保障^[6]。电源芯

片参数如表 1 所示。

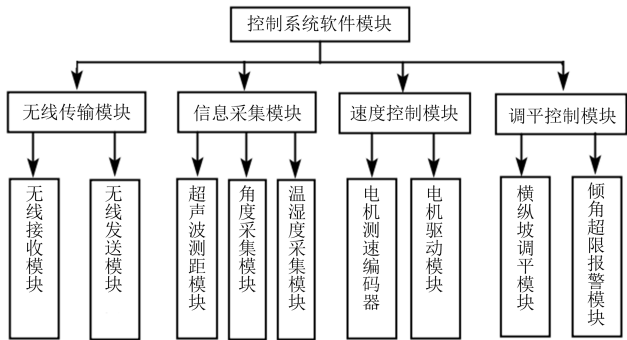


图 2 下位机控制与数据采集系统

表 1 电源芯片参数

型号	工作结温范围	输入电压范围	最大输出电流	最大功率
AMS1117-5	-20 到+125 度	6.2~18V	1A	5W
AMS1117-3.3	0 到+125 度	4.75~15V	1A	3.3W

电源系统主要有三部分组成:一是直流电动机的+12V 电源;二是超声波传感器所使用的+5V;三是为中央微处理器提供的+3.3V 电压。根据使用要求,此次电池选用 12V2200MAH 的锂电池。系统使用的+3.3V 和+5V 电压是需要由+12V 降压稳压得到,所采用的芯片是适用于高效率线性稳压器的 AMS1117-5 和 AMS1117-3.3 两种芯片。为了增强电源系统的可靠性,减少被外界干扰的影响,系统在输入与输出两端加上滤波电容。

(二)处理器选型

下位机需要选择合适的微处理器作为系统的控制中心,目前常用的微处理器有 PLC、51 单片机等类型。由于 PLC 主要应用在工业控制领域,而且价

格昂贵;51 单片存储较小,功能较少,所以本研究采用意法半导体公司生产的 Cortex-M3 内核的 STM32F103 系列的微处理器作为下位机的控制芯片^[7]。该芯片具有超前的体系架构、高性能、低功耗、低价格等优点,以及创新的内核与外设;它拥有丰富的 I/O 端口,多达 114 个 GPIO 引脚,集成多个定时器、ADC、CAN 总线、UART 串口等通信方式。

(三)蓝牙无线通信

蓝牙模块是上下位机之间的通信连接装置,它的安全及可靠性极其重要,它所采用的技术有 WIFI、蓝牙、GPRS 以及无线射频通信技术,其采用无线数据传输,实现对遥控车的远程控制,控制范围可以达百米^[8]。本次研究采用串口转无线通信模块,实现摆脱

数据线束缚完成无线通信,全双工串口模式与蓝牙模块相连,实现双向可以同时收发数据,避免收发不能同时进行,同时还可以设置不同的波特率,改变数据传输的快慢

(四)作业车姿态与温湿度信号采集

由于遥控作业车工作路况不平整,会出现侧翻,因此作业车车身的平衡控制就十分重要。本次研究采用两种平衡控制相结合的方式,即机械结构减震缓冲平衡控制履带轮加缓冲弹簧的悬架系统。遥控移动作业车在工作时,通过使用倾角传感器测得作业车的左右倾角,然后通过 RS232 串口与 STM32 连接通信,通信协议采用 MODBUS^[9]。当检测到车身倾角过大自身不能完成调节时,作业车紧急停车发出蜂鸣声音并发送信息给上位机。图 3 为倾角传感器连接示意图。

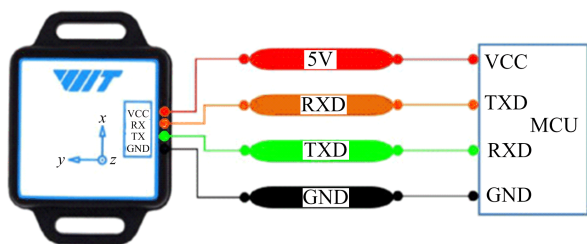


图 3 倾角传感器连接示意图

作业车的调平分为自动与手动两种,当进行自动调平时,控制系统会不断根据采集的信息进行作业车姿态的调整。其程序流程如图 4。

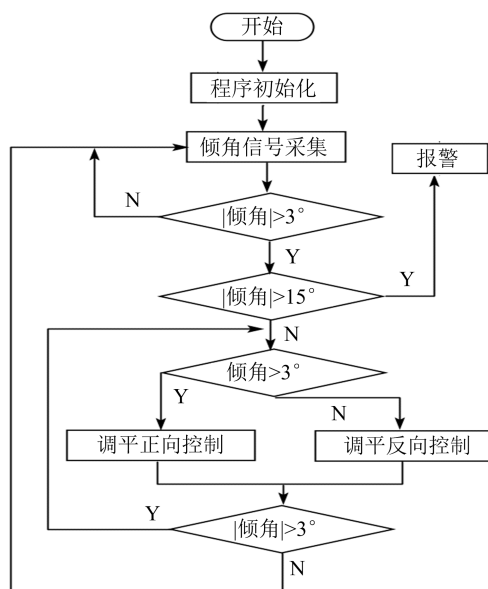


图 4 自动调平程序流程图

温室大棚内的温湿度环境对农作物的生长具有重大的影响,作业车上安装高精度温湿度传感器用来检测大棚内环境温湿度,采用多点采集定时发送给上位机温湿度信息,有利于及时调整温室大棚的小环境。

(五)超声波模块

为了避免遥控信号丢失或前方遇到障碍物,造成摔车或小车失控,在移动小车的前方,左、右侧加装 HC-SR04 超声波模块^[10]。当触发信号端 trig 到一个大于 10us 高电平触发信号时 HC-SR04 模块驱动发生器发射超声波,同时 echo 端由低到高产生高电平,当超声波在遇到障碍物后返回到模块时,模块将 echo 输出的高电平下拉至低电平,完成测量,STM32 检测记录所有时间 T 。障碍物与小车之距离即 $S = T * v / 2$ 。常见的单片机超声测距程序往往都需要等待电平的跳变,此时单片机处于等待状态不能及时处理数据,所以我们使用电平输入捕获的方式来得到声波所用时间。

(六)移动小车测速

增量式编码器是把车轮旋转速度转换成矩形电脉冲信号,用脉冲数量表示位移量同时可以检测速度^[11]。本设计作业车测速采用的编码器属于增量型霍尔式编码器,其工作原理是利用霍尔效应原理制成的。其使用坚硬的铝合金封装外壳,通过齿轮和机械传动轴与内部元器件相连,具有良好的抗振动性、防腐性、抗外界干扰与防污染性和宽温度范围等特性,要远优于传统的光电编码器。调速小车速度检测采用电机编码器获得,电机编码器输出脉冲信号,只需计算采样单位时间内脉冲个数就能得到小车的实际速度,所以采用外部中断和定时器配合的方法来获得速度值,即利用外部中断上升下降沿触发方式,在定时器确定采样时间 10ms 内记录编码器输出脉冲数量,进而计算出电机速度值。

(七)电机控制

对于作业车的移动控制采用的是 STM32 微处理器输出可调 PWM 信号,但是由于 STM32 的管脚只能输出微弱电流和 3.3V 的电压,无法直接驱动直流电机工作,所以必须使用专用的电机驱动器。电机驱动采用的是脉宽调制技术,通过调节 PWM 波的占空比实现小车的调速和差速转向^[12]。初始化定时器 TIM3 配置定时器重装载值,确定矩形波频率打开

PWM 输出通道即对应 STM32 的 I/O 口 PC6-PC7。小车需要加速时就增加 PWM 波脉冲占比,反之减少占比数值。小车的基本运动控制通过控制函数来完成,控制函数有 run(u8 num)、back(u8 num)、left(u8 num)、right(u8 num),其中 num 是对速度的调节,图 5 为输出 PWM 脉冲图。

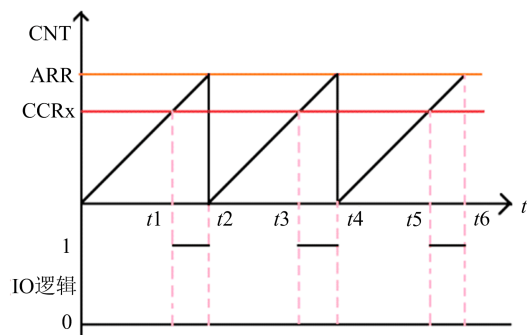


图 5 输出 PWM 脉冲图

三、上位机的设计

多功能遥控作业车的上位机触摸屏采用经济实用性价比较高的 SIEMENS Smart 700IE 面板,能够准确地提供人机界面的标准功能^[13]。800×480dpi 宽屏显示设计让操作员具有更加舒适的视觉体验。采用 WinCC flexible 组态软件和模块化设计方法,实现高效、智能的组态方式^[14]。

图 6 为小型多功能遥控作业车控制系统操作界面,登录界面包括用户名和登录密码,点击进入控制

系统以后通过对图形对象的设置,与数据库建立连接,完成控制系统的建立,通过输入特定参数来控制作业车完成前进、后退、左右转向等动作,界面能够显示作业车的行驶速度,并能够对其速度进行实时调节,实现小车速度的调节和避障等功能。

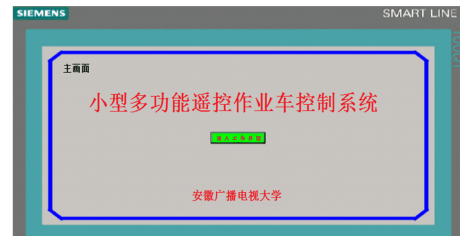


图 6 小型多功能遥控作业车控制系统操作界面

四、结论

本文研究并设计了针对大棚作业的小型多功能遥控作业车控制系统,该系统分上位机、下位机和通讯模块三部分。上位机采用 WinCC flexible 组态软件开发,用来设置小车行驶参数,可随时发布指令;下位机基于 STM32F103 微处理器并通过蓝牙通讯来实现小车前进、后退、转向及调平等动作的控制。实验表明,该系统为操作者提供了舒适的视觉体验,使操作者在远方监控室即可对机械和田间作物进行操控,大大降低劳动强度。同时,该项研究也为现代化农业提供一套先进的技术装备,为农业机械自动导航研究提供研究基础和平台,将促进农业产业的转型和升级。

参考文献:

- [1] 徐秀栋. 微型农业机械远程监控与视觉导航技术的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2010:4-8.
- [2] 冯海明. 果园和温室大棚多功能遥控作业车的研制与试验[D]. 泰安:山东农业大学,2016:3-6.
- [3] 许丽佳,冉春森,王文娟,等. 小型无线遥控和实时配药喷施机的研制[J]. 农业工程学报,2012,28(10):13-19.
- [4] 蒋薏,胡文武,孙松林,等. 水田作业机械无线遥控系统设计[J]. 农机化研究,2009(6):62-68.
- [5] 陈高锋,熊刚,龙建明,等. 基于 STM32 和 ZigBee 的小型温室环境控制系统设计[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):191-195.
- [6] 谢立洁,杜森,徐梓荐,等. 基于 AURIX 的电动汽车电池管理系统电源模块设计[J]. 汽车工程师,2018(6):25-29.
- [7] 苏康友,刘荣贵,王佳. 基于 STM32F103 的数据采集系统设计[J]. 信息与电脑(理论版),2018(21):74-78.
- [8] 王鹏飞,张映宏,王昊,等. 基于 STM32F103 微控制器自动避障小车控制系统设计[J]. 信息技术与信息化,2019(2):77-80.
- [9] 李辰冰,郭利杰,闫祥海. 基于 VB.NET 的负荷车通信系统设计与实现[J]. 拖拉机与农用运输车,2018,45(1):42-46.
- [10] MARTINOVIĆ G, SIMON J. Greenhouse Microclimatic Environment Controlled by a Mobile Measuring Station [J]. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, 2014,5(7):61-70.
- [11] FUKATSU T, WATANABE T, HU H M, et al. Field Monitoring Support System for the Occurrence of Leptocorisa

Chinensis Dallas (Hemiptera: Alydidae) Using Synthetic Attractants, Field Servers, and Image Analysis [J]. Computers and Electronics in Agriculture. 2011,5(10):8-16.

[12] 徐敬成,凌云,李明,等. 新型直流电机 PWM 调速装置设计[J]. 新型工业化,2018,8(7):12-16.

[13] 廖常初,戴小波. Smart700IE 触摸屏与 S7-200 通信的实现方法[J]. 自动化应用,2013(8):17-19.

[14] 徐英松. 基于 WinCC flexible 软件的人机界面优化及应用价值[J]. 科技展望,2016(22):167.

Research and Design of Control System for Greenhouse Work Vehicle Based on STM32

LIU Hui¹, WANG Chuan², XU Rong¹

(1. Information and Engineering College, Anhui Radio and TV University, Hefei 230022, China;

2. Institute of Agricultural Engineering, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: In order to alleviate the labor intensity of greenhouse operation and reduce the harm to worker during operation, a remote-control system of working vehicle was designed by combining Internet of Things technology with motor control. The control system is based on STM32 main chip and designed with SIEMENS Smart 700IE panel. It consists of host computer, communication module and slave computer. Through temperature and humidity sensors, ultrasonic ranging, Bluetooth communication and motor drive, real-time temperature and humidity data acquisition, obstacle avoidance and speed parameter adjustment control are realized, and the operator can remotely control mechanical and field crops in the monitoring room.

Keywords: operating vehicle; STM 32; remote control

[责任编辑 李潜生]

(上接第 33 页)

On the Problems and Countermeasures of the Construction of Community Education Project Base:

Taking Changzhou City of Jiangsu Province as an Example

ZHONG Hongli

(Changzhou Open University, Changzhou Jiangsu 213001, China)

Abstract: The community education project base is an important platform for developing community education, which is an important carrier for serving citizens' lifelong learning with project construction as its grasp. At present, the construction of community education project base in Changzhou city has achieved certain results, but there are still some problems, such as lack of scientific understanding of project construction, lack of professional construction, and homogenization of construction. Therefore, it's necessary to enhance the scientific and professional construction of the project base, highlight the positive effect of community education based on practice, strengthen the overall management and funding guarantee of the government, pay attention to process management and performance appraisal, and explore the measures of the construction of community education project base, so as to promote the further development of community education.

Keywords: community education; social education project; base construction; Changzhou city

[责任编辑 李海艳]