



喷药机器人语音控制系统设计

刘建奇,徐 力,刘 富,刘 利,史颖刚

(西北农林科技大学 机械与电子工程学院,陕西 杨凌 712100)

摘要:为设计一种成本低廉,能够适配现有的轮式喷药作业设备的语音控制系统。分析温室喷药机器人的作业要求,简单介绍了机器人机械系统,以 STC90LE52RC 单片机为控制核心,设计喷药机器人语音控制系统,包括机器人本体运动控制系统、喷药模块控制系统,语音遥控系统。重点阐述了语音识别模块的控制原理与电路设计,语音识别、无线收发、控制命令传送的程序流程。结果表明:语音远程遥控机器人的平均识别率在 85% 以上。

关键词:喷药机器人;语音识别;语音播放;无线收发;远程遥控

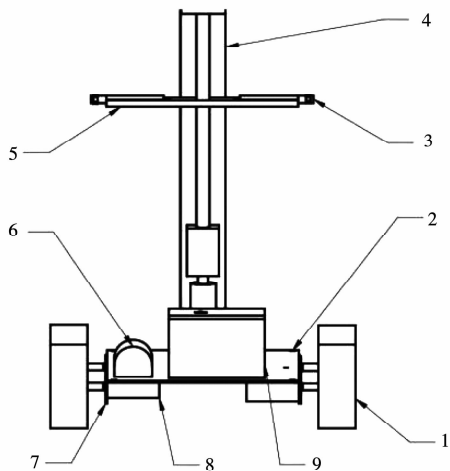
目前,设施温室喷药作业器具,80% 仍为背负式等手动喷雾器,农药利用率只有 20% 左右^[1],而且在高温、高湿、作业空间封闭的作业环境中,作业人员容易中毒^[2]。所以,国内外的专家、学者采用轮式机器人,在中小型温室开展自动喷雾作业研究^[3],包括温室作业机器人底盘设计^[4],机器人导航研究^[5-8],机器人对靶喷药和变量喷药作业研究^[9-10]。但是,设施温室自动化作业器具,成本都比较高,因此,半自动的喷药作业设备,比较适合国情。本文设计了一种基于语音的喷药机器人控制系统,成本低廉,能够适配现有的轮式喷药作业设备,适合老人、妇女操作,降低劳动强度,解放劳动力。

1 系统整体设计

根据温室喷药作业要求,设计喷药机器人,其结构示意图,如图 1 所示,车体由铝合金板材制成,4 个车轮是橡胶轮胎。丝杠滑台通过直角紧固件,固定在车体上,喷药平台支架安装在丝杠滑台上,喷头通过圆弧紧固件,连接在喷药平台上。

机器人电气系统结构示意,如图 2 所示,包括主控系统,驱动车轮的 4 个直流电机,4 个直流电机驱动器,驱动丝杠滑台运动的步进电机,步进电机驱动器,平面定位系统,药箱,增压泵,控制不同喷嘴进行喷药的电磁阀,避障开关,语音识别模块,远程信息收、发模块,语音播报模块等。

喷药机器人的语音遥控系统架构,如图 3 所示。发射端的语音识别芯片采用 LD3320,信息发送芯片采用 nRF24L01,主控芯片采用 STC11L08XE 单片机。STC11L08XE 配置语音识别芯片 LD3320 和无线收发器芯片 nRF24L01 的工作状态,处理语音识别芯片的识别结果,然后通过无线收发器芯片 nRF24L01,将相应的命令,发送给接收端^[5]。接收端的信息接收芯片采用 nRF24L01,主控芯片采用单片机 STC90LE52RC。接收端将接收的数据进行相应的处理后,通过串口按照舵机控制器给出的协议,发送相应的命令,从而控制机器人^[6]。



1. 车轮; 2. 车体; 3. 喷头; 4. 丝杠滑台; 5. 喷药平台; 6. 增压泵;
7. 电机与车体连接件; 8. 电机; 9. 药箱。
1. Wheel; 2. Car body; 3. Nozzle; 4. Lead screw slide; 5. Spray platform
6. Booster pump; 7. Motor and car body connection; 8. Motor;
9. Medicine box.

图 1 喷药机器人机械本体结构

Fig. 1 Mechanical structure diagram of the spray robot

2 电路设计

喷药机器人声控系统的重点,是语音识别和

收稿日期:2018-03-21

基金项目:西北农林科技大学教育教学改革研究资助项目(JY1702022)。

第一作者简介:刘建奇(1996-),男,在读硕士,从事车辆工程研究。E-mail:1094327832@qq.com。

通讯作者:史颖刚(1976-),男,硕士,副教授,从事机械电子工程研究。E-mail:syg9496@nwsuaf.edu.cn。

语音播放^[7]。语音识别是将喷药机器人的基本作业动作,以拼音的形式写入程序,当用户发出动作指令时,麦克风将把用户的声音,传送给语音识别芯片,与单片机 STC11L08XE 存储的关键词列表,进行匹配,找出最佳匹配结果,并根据识别结果,给单片机相应的信号,然后通过 NRF24L01 为核心的无线发送、接收模块,传送给机器人主控制器 STC90LE52RC,根据无线遥控命令,对机器

人进行相应的控制。语音识别的原理^[8],如图 4 所示。语音播放过程如图 5 所示。录制提示机器人基本动作的音频文件,将其存入语音播放模块的内存卡中,并对其以寄存器寻址的形式进行编号。当语音识别后的控制命令,通过无线发送、接收模块,传给主控模块后,主控模块将根据内部程序对寄存器进行寻址,找到对应的音频文件,调出用于播放,提示机器人将要执行的动作。

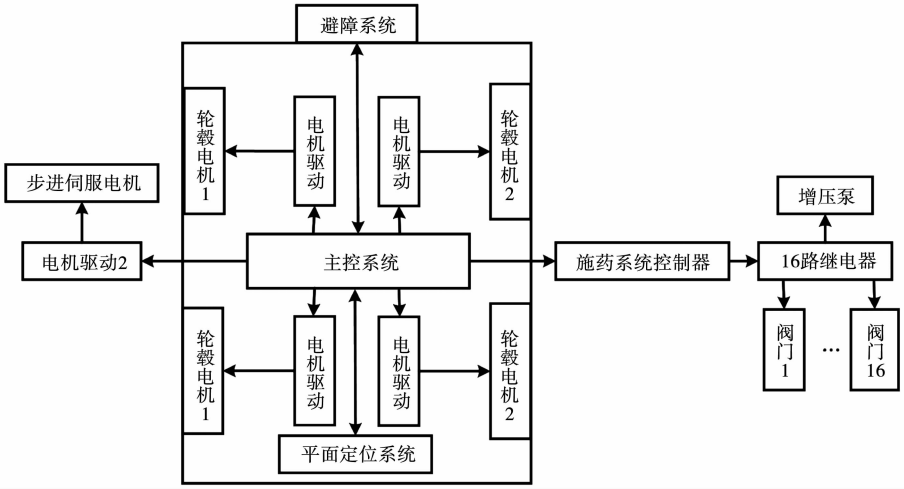


图 2 喷药机器人控制系统架构

Fig. 2 Control system architecture of the spray robot

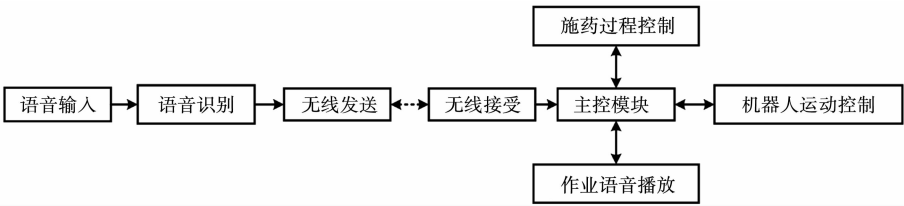


图 3 喷药机器人语音遥控系统架构

Fig. 3 Voice remote control system architecture of the spray robot

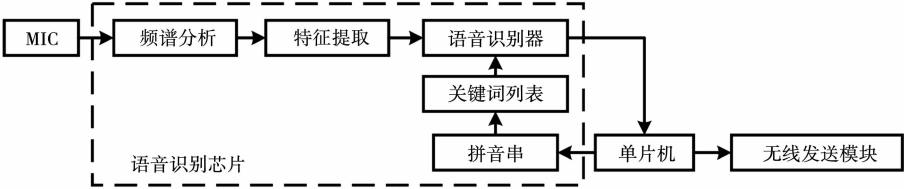


图 4 语音识别原理

Fig. 4 Schematic of speech recognition

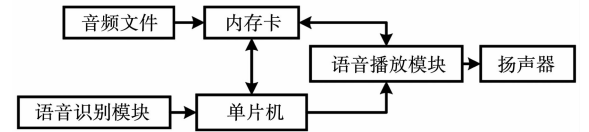


图 5 语音播放流程

Fig. 5 Voice playback process

语音识别电路原理如图 6 所示。LD3320 语音识别芯片外围,添加了晶振电路和信号指示电路,选用晶振频率为 24 MHz。其中,麦克风和喇叭音频模拟管脚,连接相应的电阻和电容后由排针引出,可增强麦克风音量和喇叭音量的音质效果。同时,由于芯片管脚的输入电压有 VDD、

别结果发送相应的控制命令,播放相应的提示语音。

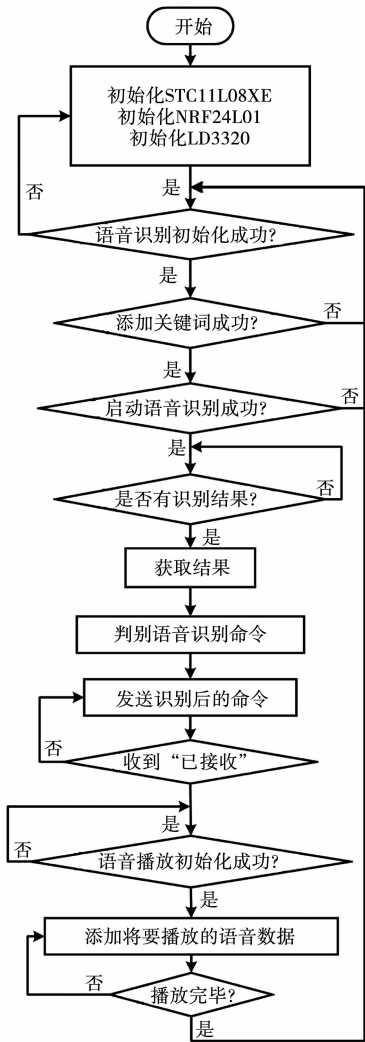


图 8 语音识别的软件流程

Fig. 8 Software flow chart of speech recognition

语音识别初始化,主要是初始化 LD3320 内部和语音识别相关的寄存器,为下一步添加关键词做准备,语音识别初始化的流程,是先去寄存器 BD 写入 0,设置为语音识别模式;然后,寄存器写入 48,激活 DSP;接着配置 FIFO_EXT 相关寄存器。

LD3320 最多支持 50 个识别条目,每个识别条目是小写的汉语拼音,每 2 个汉语拼音之间,用一个空格间隔。添加关键词的流程如图 9 所示。

初始化语音识别、添加关键词完成之后,需要启动语音识别功能,芯片才会对随后录入的声音进行识别,给出相应的结果。启动语音识别,首先要调节麦克风的灵敏度,清除 FIFO 内容,然后判

断 DSP 是否闲置,若闲置,接着设置麦克风输入通道为可用,并通知 DSP 开始识别语音。

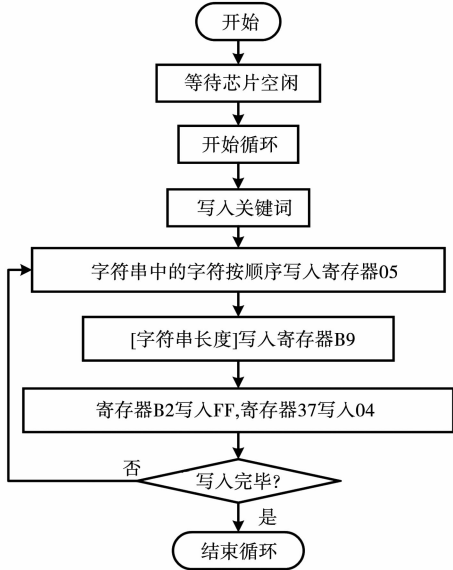


图 9 添加关键词流程

Fig. 9 Add keyword program flow

语音播放初始化,主要是为了从语音识别模式,切换为语音播放模式;为随后写入音频数据等步骤做准备,其流程,是先去寄存器 BD 写入 02H,设置为语音播放模式,接着寄存器写入 48,激活 DSP,配置语音播放相关寄存器。

播放语音,需要给 LD3320 送入音频数据。写入时,若 FIFO 是可写入,写入的数据长度没有超出,将录好的语音的十六进制编码,存入 code 型的 Sound 数组中。

麦克风采集到声音,不管是否识别出正常结果,LD3320 都会产生一个中断信号。该中断信号触发 STC11L08XE 的外部中断,首先清除 LD3320 的寄存器 29 和 02,然后,如果寄存器 B2、2B、BF 中,有识别结果,且寄存器 BA 的值是否在[1,4]之间,将最佳识别结果,存储在寄存器 C5 之中,恢复寄存器 29 和 02,结束中断处理流程,返回。

机器人开机后,主控制器先对 NRF24L01 进行初始化,设置为接收模式;然后通过查询 NRF24L01 的中断引脚,判断是否接收到数据;根据所接收的数据,判断应该执行的动作。机器人执行语音控制的软件流程如图 10 所示。其中,对 NRF24L01 芯片进行初始化,主要是配置 NRF24L01 芯片的收发通道、收发地址、射频通道、发送字节宽度等。

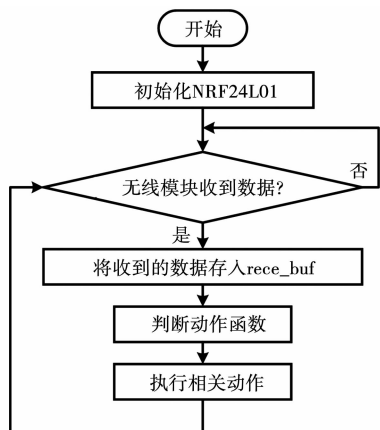


图 10 机器人语音控制软件流程

Fig. 10 Software flow chart of control the robot with voice

限于篇幅和主题,喷药机器人的运动控制子程序,避障子程序,定位子程序、喷药过程控制子程序,不做展开阐述。但这些子程序全部是模块化程序,系统根据不同任务分别调用即可。其中,机器人若是发现障碍物,或者机器人定位系统发现机器人偏离航线的误差,超出预先给定范围,机器人缺乏药液或电量不足,系统采用中断方式返回结果,提醒操作者进行校正或查看。机器人的运动控制子程序中,带有速度调节子程序,可以根据速度、负载等情况,自动进行速度优化。

表 1 测试语音识别率的数据

Table 1 Test data of speech recognition rate

命令 Order	非特定人 1	非特定人 2	非特定人 3
前进	45/50	45/50	46/50
后退	47/50	45/50	47/50
刹车	46/50	47/50	46/50
左转	43/50	48/50	46/50
右转	45/50	43/50	44/50
喷药	45/50	47/50	46/50

选取 3 个不同的人,分别对机器人的前进、后退、刹车、左转、右转和喷药,6 个基本动作进行远程语音测试,测试结果如表 1 所示可知,该语音识别系统的平均识别率在 85% 以上。

4 结语

利用 STC90LE52RC 单片机、STC11L08XE 单片机、LD3320 语音识别、播放模块和 NRF24L01 无线收发模块,设计了具有语音识别和播放功能的喷药机器人远程语音控制系统,成本低廉,能够适配现有的轮式喷药作业设备,降低劳动强度,解放劳动力,在温室喷药方面,有很强的实用性和可推广性。稍加修改,还可以用于温室、果园、菜园、丘陵地区的其余小型农业作业机具上,具有非常好的应用前景。

参考文献:

- [1] 翟长远,朱瑞祥,黄胜,等.基于单片机的施药监测系统设计与试验[J].农业机械学报,2011,42(8):70-74.
- [2] 李良,张文爱,冯青春,等.温室轨道施药机器人系统设计[J].农机化研究,2016(1):109-112.
- [3] 李进海,王昱潭,杨术明,等.温室自走式自动喷雾机的研制[J].河南农业科学,2016,45(7):137-142.
- [4] 李锐,王洪臣,郑晓培,等.微型喷药机构型设计与仿真分析[J].农机化研究,2017,39(8):72-76.
- [5] 胡静涛,高雷,白晓平,等.农业机械自动导航技术研究进展[J].农业工程学报,2015,31(10):1-10.
- [6] 高国琴,李明.基于 K-means 算法的温室移动机器人导航路径识别[J].农业工程学报,2014,30(7):25-33.
- [7] 江锦.基于 Kinect 的温室喷雾机器人视觉导航定位系统的研究[D].北京:北京林业大学,2015.
- [8] 宋健,张宾,张铁中.电磁诱导式喷雾机器人导航系统[J].农业机械学报,2005,36(12):91-94.
- [9] 赵栋杰,张宾,王学雷,等.基于图像矩的室内喷雾机器人自动对靶研究[J].农业机械学报,2016,47(12):22-29.
- [10] 尹东富,陈树人,裴文超,等.基于处方图的室内变量喷药除草系统设计[J].农业工程学报,2011,27(4):131-135.

Design of Remote Voice Control System for Spray Robot

LIU Jian-qi,XU Li,LIU Fu,LIU Li,SHI Ying-gang

(College of Mechanical and Electronic Engineering,Northwest Agriculture and Forestry University,Yangling 712100,China)

Abstract: In order to design a low cost the voice control system,it can adapt the existing wheeled spraying e-qupiment. The operation requirements of the greenhouse spray robot were analyzed,and the robot mechanical system was briefly introduced. The STC90LE52RC microcontroller was used as the control core and the voice control system of the spray robot was designed. It included the motion control system of the robot,the control system of the spray module and the voice remote control system. It focused on the control principle and circuit design of speech recognition module,speech recognition,wireless transceiver and control command transfer process. The results showed that the average recognition rate of the voice remote control robot was over 85%.

Keywords: spray robot; speech recognition; voice playback; wireless transceiver; remote control