

基于 LD3320 的语音识别智能垃圾桶设计

何侃 田亚清 李强 胡洲荣 张静
(西南科技大学信息工程学院 绵阳 621000)

摘要: 在互联网和自动化技术的不断发展的影响下,智能家居已经成为了当今物联网技术发展的重要热点方向之一。本设计基于 ICRout 公司生产的非特定语音识别芯片 LD3320,利用非特定语音识别算法实现垃圾桶的智能化声音识别和语音控制,完成语音控制垃圾桶各方向运动、非接触式智能开闭、容量检测功能。通过在模拟工作环境下对于设计正确识别率进行检测,证明系统在正常工作环境下的正确识别率达到 88.4%,可以在 2 m 距离内有效完成设计动作和功能。

关键词: 智能垃圾桶;语音识别;LD3320

中图分类号: TP23 TN02 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4040

Design of speech-recognition intelligent trash based on LD3320

He Kan Tian Yaqing Li Qiang Hu Zhou rong Zhang Jing

(School of Information Engineering, Southwest science and technology university, Mianyang 621000, China)

Abstract: With the development of Internet technology and automation, smart home technology has become the one of the most popular directions of the internet of things. The intelligent trash based on non-specific speech recognition chip LD3320 made by ICRout with non-specific speech recognition algorithm to finish the intelligent voice recognition and voice control and achieve the function of omnidirectional movement, non-contact intelligent opening and closing, measurement. In the simulative environment of the working, the experiment tests the rate of correct recognition. In the normal working environment, the correct recognition rate reaches 88.4%, proving the design can finish the functions and actions within 2 meters.

Keywords: intelligent trash; speech recognition; LD3320

1 引言

智能垃圾桶是一种利用自动控制技术、物联网技术为基础,采用微电脑控制芯片、新型传感探测装置和机械传动装置等设备对于传统垃圾桶进行改造发展而来的新型智能家居生活用品。随着物联网技术的发展,各种智能化家居产品顺应市场需求大量出现^[1]。这些智能垃圾桶大都基于红外传感探测装置对于靠近的人员所释放的人体热释红外信号进行检测,通过垃圾桶所内置的微电脑控制芯片进行处理,操控机械传统装置,实现非接触式的垃圾桶只能开闭功能。但由于当今红外 x 热释传感器的传感距离有限,使得大部分垃圾桶的探测距离不足 1 m,这样的控制距离不能有效的隔绝垃圾桶中的有害病菌的传播

途径^[2]。

本设计针对当今智能垃圾桶探测距离的不足,利用 STC89C52 单片机作为系统控制核心,采用由 ICRout 公司生产的非特定语音识别芯片 LD3320 和非特定语音识别算法对于控制语音命令进行识别,实现对于垃圾桶的智能化语音识别控制,完成远距离非接触式智能开闭和系统运动的功能。同时利用超声波测距算法,实现对垃圾桶内部容量的智能提醒^[3]。

2 系统组成

本设计主要由数据采集部分、机械驱动部分、主控芯片 STC89C52、照明系统和工作状态显示屏几部分组成,系统结构如图 1 所示。

收稿日期:2015-03

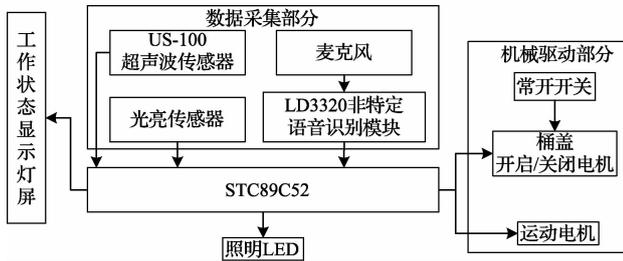


图1 系统结构

用麦克风采集声音信号,经过滤波、放大处理后送入 LD3320 非特定语音识别模块进行语音识别处理,处理结果通过串口送入主控芯片 STC89C52 中^[4]。主控芯片通过对于接收自 LD3320 语音识别芯片的处理结果数据进行分析,对机械驱动部分的电机发出对应操作指令,完成相应的前进、后退、左转、右转、开盖、闭盖等动作,达到在 1 m 距离外对垃圾桶进行语音识别控制的功能^[5]。同时利用 US-100 超声波测距模块对垃圾桶内深度进行测量,主控芯片 STC89C52 利用中断定时原理,实现对于垃圾桶

容量的监控,并实时的将数据反应在工作状态显示屏上,完成对于垃圾桶容量的智能化管理,提醒用户适时更换清洁垃圾桶。采用光传感器,对于环境亮度进行探测,使得垃圾桶在夜间或低亮度环境下能够启用照明设施,方便用户使用。

3 硬件设计组成

3.1 LD3320 非特定语音识别模块

LD3320 作为一款基于非特定人语音识别(SI-ASR)技术的语音识别/声控芯片,集成了一系列与其功能相关的外部电路,包括 ADC、DAC、麦克风剪口、声音输出接口等,使得 LD3320 能够在没有任何外接辅助 Flash、RAM 芯片的情况下直线语音识别/声控/人机对话等功能。且 LD3320 在工作时,无需进行预先的训练和录音,语音识别准确率达到了 95%,是一款优秀的非特定性语音识别芯片。

为了让 LD3320 芯片能够正常工作并且实现与上位单片机的通行,需要为 LD3320 芯片设计外围电路,电路设计如图 2 所示。其中红色 LED 用于指示 LD3320 芯片的工作状态,当 LD3320 正常工作时,红色 LED 将会闪亮。

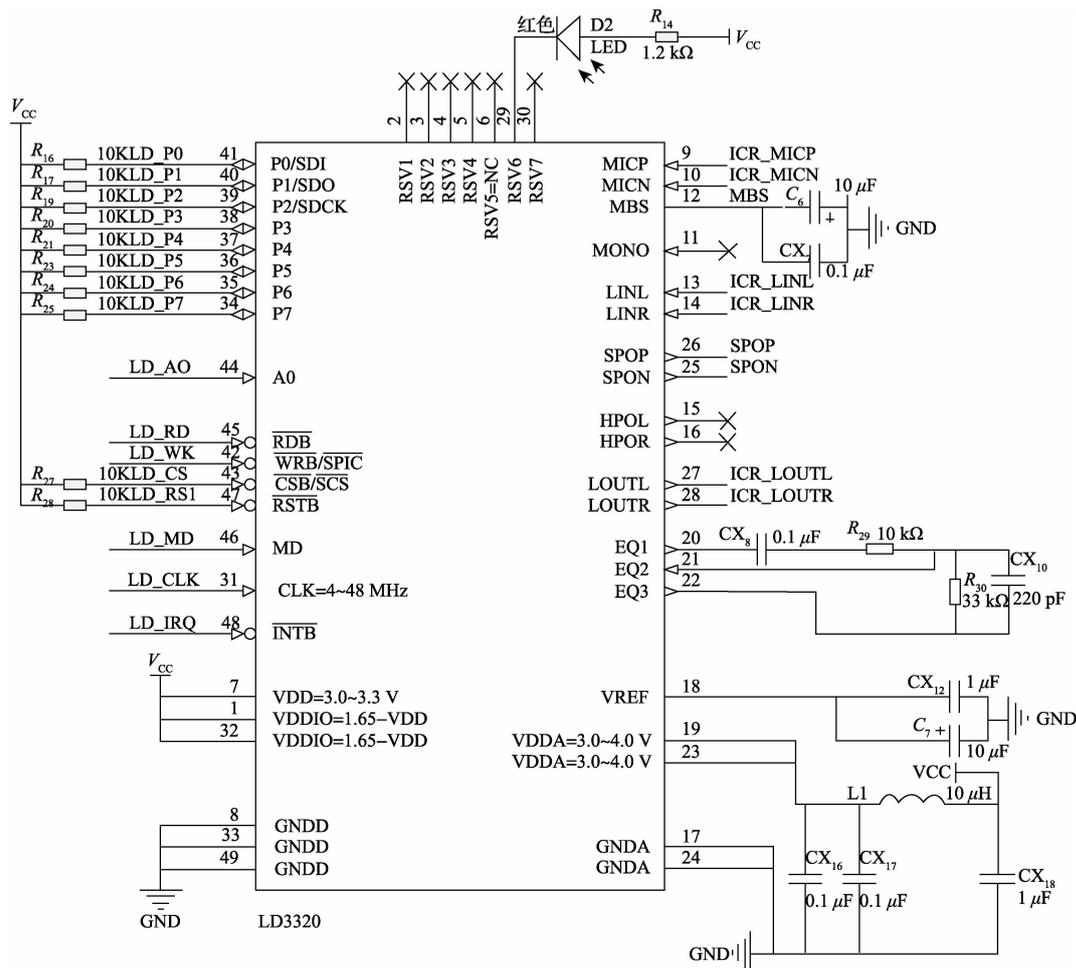


图2 LD3320 外围电路

3.2 电机驱动

本设计需要采用电机实现对于垃圾桶的密闭桶盖的

自动开闭和整体设计的各个方向移动,为了能够让作为控制核心的 STC89C52 单片机能够更好的控制各个运动电

机,故需要设计相关的电机驱动电路,本设计采用 L289N H 桥驱动芯片为核心设计电机驱动电路^[6]。

同时保证不会因为电机的堵转等故障所造成的大电流而损坏,需要采用相关的电气隔离措施,本设计采用光耦双隔离措施实现电机驱动和主控 STC89C52 单片机的电气隔离,使得主控单片机能够正常工作。

3.3 工作状态显示屏及照明模块

为了更好的向用户反映系统的工作状态,方便用户使用,同时实现对于垃圾桶内容的智能化管理,本设计采用工作状态屏幕实现对于垃圾桶工作状态和剩余容量的及时显示,方便用户查看。同时利用节能环保的高亮 LED,从而使得系统能够在夜间或者低亮度条件下使用。

4 软件设计

基于 LD3320 的智能语音控制垃圾桶系统采用 STC89C52 单片机作为控制 MCU,其系统程序主要分为语音识别、容量探测、电机控制 3 个部分^[8]。系统程序主流程如图 3 所示。

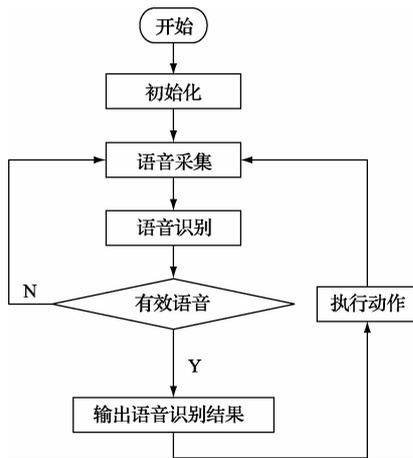


图 3 系统程序主流程

4.1 LD3320 非特定人语音识别流程

LD3320 作为一款专门用于非特定人语音识别功能而设计的智能语音识别芯片,内部包含有和语音识别相关的各类功能模块,为了使得 LD3320 能够正常工作,需要写入相关的驱动程序。LD3320 的语音识别的操作顺序是:先进行语音识别的初始化,然后写入识别列表,系统即开始进行语音识别,并准备好中断响应函数,打开中断允许位。在“开始识别”后,读取寄存器 B2H 的值,如果为 21H 就表示有识别结果产生。

LD3320 初始化后是写入识别列表。识别列表的规则是:每个识别条目对应一个特定的编号(1 个字节),不同识别条目的编号可以相同,而且不用连续。LD3320 芯片最多支持 50 个识别条目,每个识别条目是标准普通话的汉语拼音(小写),每 2 个字(汉语拼音)之间用 1 个空格间隔^[7-8]。LD3320 语音识别主程序流程如图 4 所示,语音识别系统中断流程如图 5 所示。

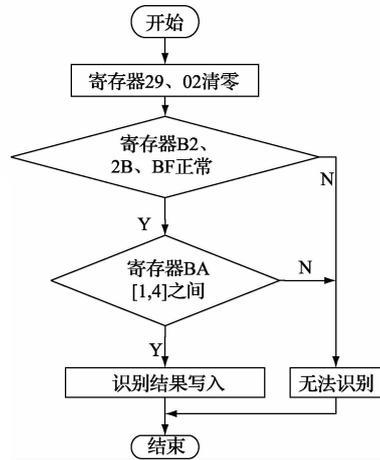


图 4 LD3320 语音识别主程序流程



图 5 语音识别系统中断流程

4.2 容量探测程序流程

为了能够方便用户使用,进一步提高本设计的智能化水平,设计利用超声波测距对垃圾桶内深度进行实时的测量,从而得出垃圾桶内部的容量剩余,当剩余容量不足整体容量的 1/3 时,对外发出提示,提醒用户及时更换垃圾袋,达到对于垃圾桶的智能化管理。

由于 STC89C52 单片机需要利用串口接收来自 LD3320 语音识别/控制模块的语音识别处理结果,故本设计采用探测距离在 2 cm~4.5 m,带温度传感器的 US-100 超声波测距模块来实现测距功能。利用主控单片机向 US-100 超声测距模块的 Trig/TX 管脚输入一个 10 μ s 以上的高电平,使得模块向外发出 8 个频率为 40 kHz 的超声波脉冲,模块通过检测回声信号,结合测量温度进行自校正,会在 Echo 端输出一高电平,其持续时间为 T ,利用 T 可求得距离。

4.3 电机控制程序流程

由于设计需要完成多种不同类型的动作,需要设计的电机数量较多,因为采用了 L298N 电机驱动芯片方便控制。操作时,主控芯片 STC89C52 通过分析由从串口传入的 LD3320 语音识别芯片的处理结果字符串,进行条件判断,实现相关控制动作。1)为了保证系统在运动时不触碰到障碍物,设计采用了延迟执行,并结合了红外传感器,实现智能避障,防止由于碰撞造成的系统故障。2)为了降低语音识别的错误率,提高正确控制的概率,设计采用了口令控制设计,即需要先说出一级口令“启动”后,才能进行进一步的系统语音控制,有效降低误触发几率,提高了系统识别成功率。电机控制程序流程如图 6 所示。

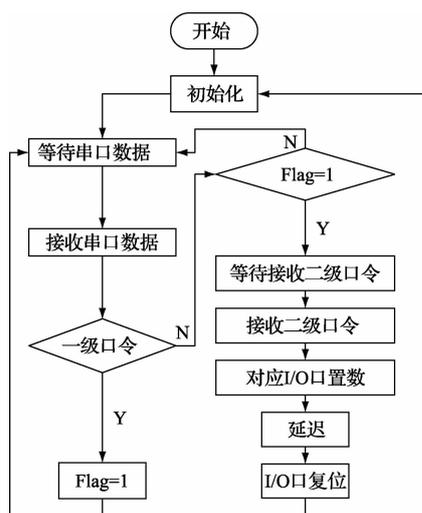


图 6 电机控制程序流程

5 验证分析

为了验证本设计在正常工作环境下的工作能力,试验采用一个面积为 35 m² 的普通标准声学设计房间作为试验场地对设计的语音识别功能进行了检测。

试验采用电脑以相同音量在不同距离依次播放前进、后退、左转、右转、停止、开启、关闭共 7 个语音命令,在每个距离上循环播放 250 次,统计设计的误识别率、拒识别率和正确识别率。数据结果如表 1 所示。

表 1 语音命令识别率

序号	距离值 /m	试验数 /次	误识别率 (%)	拒识别率 (%)	正确识别率 (%)
1	0.1	250	2.0	0.4	97.6
2	0.5	250	3.2	2.8	94.0
3	1.2	250	4.4	3.0	92.6
4	1.5	250	6.0	3.6	90.4
5	2.0	250	6.8	4.8	88.4

通过数据可知,本设计在 2.0 m 距离内的正确识别率达到 88.4%,能够有效满足远距离操控垃圾桶实现运动

关闭的功能,能够满足设计需求。

6 结论

设计针对现有智能垃圾桶控制距离不足的问题,提出了采用语音识别算法,采用非特定语音识别芯片 LD3320 实现远距离智能操控,实验语音控制/识别型智能垃圾桶,有效隔绝病菌传播途径。设计可以实现在 2 m 距离内的远距离语音控制,实现垃圾桶密封桶盖智能开启,垃圾桶全方向移动、智能容量检测显示、夜间低光照明功能。通过测试,由于非特定语音识别算法还存在一定的改进空间,同时系统运转时会产生一定的噪音,导致了语音识别成功率出现了一定的下降,识别成功率为 88.4%。因而在进一步研究改进非特定语音识别算法,增加语音识别有效距离和语音识别成功率^[9-10]。

参考文献

- [1] 苏鹏,周凤余,陈磊. 基于 STM32 的嵌入式语音识别模块设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2011, 11(2):42-45.
- [2] 潘朝,罗小巧,黄佳,等. 基于 GSM 短信的智能家居控制系统的设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(6): 121-124.
- [3] 周艳萍. 机器人嵌入式语音识别系统设计与开发[D]. 广州:华南理工大学, 2012.
- [4] 高维深. 基于 HMM/ANN 混合模型的非特定人语音识别研究[D]. 成都:电子科技大学, 2013.
- [5] 黎林,朱军. 基于小波分析与神经网络的语音端点检测研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2013, 27(6): 528-534.
- [6] 陈世夏,丁国臣,吴凌燕. 基于 89S52 智能小车的设计[J]. 国外电子测量技术, 2013, 32(9):52-54, 58.
- [7] 蔡宇,洪纓,原建平,等. 语音系统中的子带自适应回声消除技术[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(1):9-14.
- [8] 单煜翔,邓妍,刘加. 一种联合语种识别的新型大词汇量连续语音识别算法[J]. 自动化学报, 2012, 38(3):366-374.
- [9] ZHANG R Q, KIKUI G. Integration of speech recognition and machine translation: Speech recognition word lattice translation[J]. Speech Communication, 2005, 48(3):3-4.
- [10] UMESH S. Studies on inter-speaker variability in speech and its application in automatic speech recognition Anonymous [J]. Sadhana, 2011, 36(1): 853-883.

作者简介

何侃,1994 年出生,在读本科学学生。

E-mail:475890217@qq.com