

# 基于人机交互的智能电台系统的设计与实现

王 欣, 崔佩璋, 陶 杰

(陆军工程大学 石家庄校区, 河北 石家庄 050003)

**摘要:** 在信息化战争中, 人机交互在指挥控制装备中的应用日益广泛。采用语音识别方式代替键盘、旋钮、按键等方式更改电台参数, 使其操作更智能化、更便捷。本系统将 LD3320 语音识别芯片采集到的语音进行处理, 通过主控芯片 STM32F407 发送相关协议控制电台的系列操作。通过实验表明, 该系统在语音识别识别率达到 95% 左右, 能实现对电台的改频、开关等操作。

**关键词:** 语音识别; STM32F407; 人机交互; LD3320

中图分类号: TN98

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.212093

中文引用格式: 王欣, 崔佩璋, 陶杰. 基于人机交互的智能电台系统的设计与实现[J]. 电子技术应用, 2022, 48(10): 21–24.

英文引用格式: Wang Xin, Cui Peizhang, Tao Jie. Design and implementation of intelligent radio system based on man-machine interaction[J]. Application of Electronic Technique, 2022, 48(10): 21–24.

## Design and implementation of intelligent radio system based on man-machine interaction

Wang Xin, Cui Peizhang, Tao Jie

(Shijiazhuang Campus of Army Engineering University, Shijiazhuang 050003, China)

**Abstract:** In information warfare, the application of man-machine interaction in command and control equipment is increasingly widespread. Voice recognition method is used to replace keyboard, knob, key and other ways to change the parameters of the radio station, so that the operation is more intelligent and convenient. The system processes the voice collected by LD3320 speech recognition chip, and sends related protocols to control the serial operation of the radio station through the main control chip STM32F407. The experiment shows that the recognition rate of the system is about 95%, and it can realize the operation of radio frequency change and switch.

**Key words:** speech recognition; STM32F407; human-machine interaction; LD3320

## 0 引言

在信息化战场中, 面对高速、快捷的战场态势的变化, 人机交互是信息化装备向智能化发展的必然趋势。这种快节奏的战争作战体系下, 指挥控制作为战场的“神经中枢”, 其无线通信装备之一——电台的参数修改、接口类型转换、身份识别等方面操作可以用人机交互的语音识别代替键盘、旋钮和按键等传统方式, 更能适应现代战争的需求。

## 1 总体设计

语音识别模块获取语音并进行识别, 发送到主控芯片, 根据不同的指令<sup>[1]</sup>发送不同的协议来控制电台的不同操作。与此同时, 为了便于测试, 将主控芯片识别的语音芯片通过串口发送至上位机, 用于观察发送的正确与否, 总体设计如图 1 所示。根据语音识别的基本原理, 咪头采集的语音流通过语音识别模块进行频谱分析、特征提取, 与语音库中已经训练好的语音进行模板匹配,

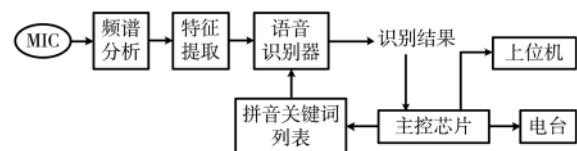


图 1 总体设计框图

主控芯片得到识别结果, 去控制电台的操作, 在实验中可通过串口调试助手观察是否收到正确的指令, 以便调试。

## 2 硬件设计

硬件设计主要包括语音识别系统载体和 LD3320 语音识别芯片两个组成部分, 其中语音识别系统载体为 STM32F4 开发板, 并承载主控芯片负责控制语音识别芯片与 PC 用户终端之间的信息传递<sup>[2]</sup>。用户首先需要通过 LD3320 语音识别芯片上的 MIC 接口输入一个可以识别的模拟语音信号。紧接着系统装置将模拟语音信号和

数字语音数字信号通过模数转换器和数模转换器进行相应转换，并最终由PC终端通过主控芯片对LD3320进行一系列操控从而实现语音识别功能<sup>[3]</sup>。

## 2.1 STM32F407 主控芯片模块

内核采用32位高性能ARM Cortex-M4处理器，时钟高达168MHz，实际还可以超频，支持FPU(浮点运算)和DSP指令。I/O口采用STM32F407ZGT6，具有144引脚、114个I/O，大部分I/O口(模拟通道除外)都耐5V，且支持SWD和JTAG调试，SWD只要2根数据线。存储器为1024KB Flash、192KB SRAM。

## 2.2 LD3320 语音识别模块

LD3320芯片是一种基于非特定人语音识别(Speaker-Independent Automatic Speech Recognition, SI-ASR)技术的语音识别芯片。LD3320芯片内部集成了高精度的A/D和D/A接口，不用外接存储器就可以实现人机交互，在语音识别的过程中，识别的关键词语列表是以字符串的形式存储在芯片中，并且可以动态编辑<sup>[4]</sup>。

为了与主控芯片有效地通信，LD3320语言识别芯片外围电路如图2所示。引脚连接：RST-PB15，CS-PA4，IRQ-PB12，WR-PB13，MISO-PA6，MOSI-PA7，SCK-PA5。

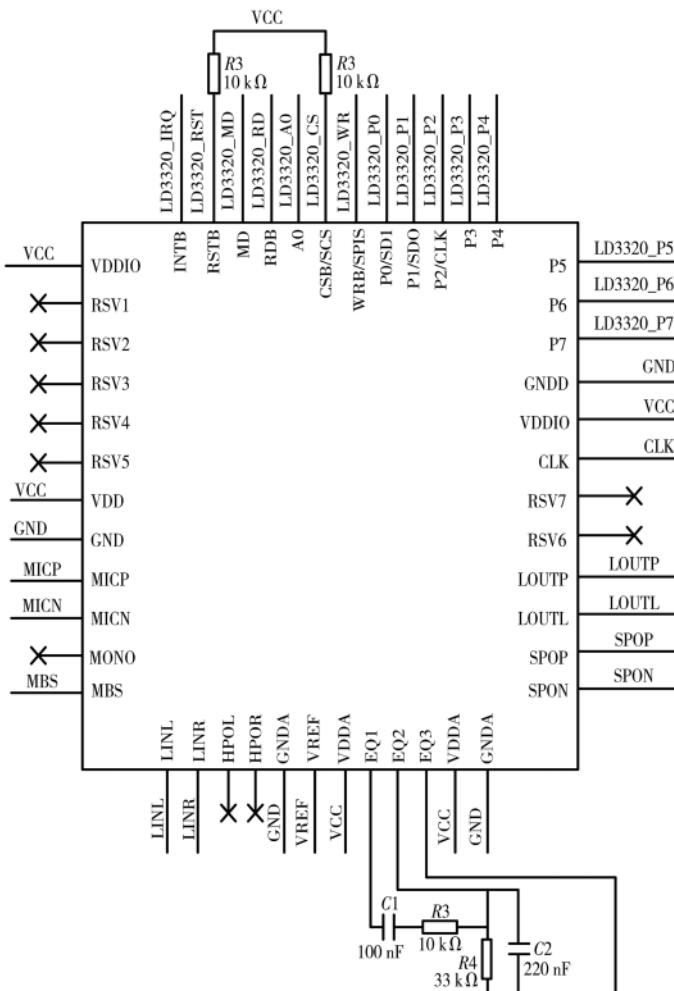


图2 LD3320语音识别芯片外围电路图

其中RSTB为LD3320芯片上的复位引脚，其与主控芯片上的Pin15引脚相连接，采取“高-低-高”的设置使得LD3320语音芯片复位。LD3320上的CS引脚与主控芯片上的Pin4引脚相连，表示是否可以对LD3320语音芯片进行操作，其中0表示可以操作，1表示不可以操作。

## 3 软件设计

电台交互采用语音识别技术，其本质就是将语音序列转换为文本<sup>[5]</sup>，首先是预处理，将输入的语音信号滤波、端点检测、语音分帧以及预加重等<sup>[6]</sup>；然后进行特征提取，对语音声学参数特征提取并计算，降低维数便于后续处理；训练阶段是经过特征提取后建立参考模型库；最后将输入语音的特征矢量参数与模型库参数比较，作为识别的结果<sup>[7]</sup>，其基本的框图如图3所示。

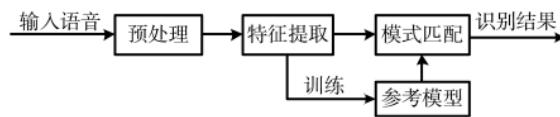


图3 语音识别系统原理框图

### 3.1 添加关键词到LD3320芯片中

STM32F4控制芯片可将要识别的语音内容以拼音的方式存储到LD3320芯片中，每个拼音对应一个识别码，用来区分不同的指令，不同的识别码对应不同的编号，以便于计算机进行识别<sup>[8]</sup>。语音识别时，根据咪头采集到的语音，与存储在LD3320中的语音进行比对，如果与某个字符串相同，则找到对应的编码，进而用主控芯片控制相应的电台操作。关键词列表见表1。

表1 关键词列表

编号	识别码	字符串
1	CODE_DK	da kai dian tai
2	CODE_GB	guan bi dian tai
3	CODE_GP	geng gai pin lv wei ba shi qi zhao
4	CODE_GXD	geng gai xin dao wei yi
5	CODE_GTP	gai wei tiao pin biao hao wei er

### 3.2 语音识别过程

在识别过程中，有声音输入则进入语音识别中断，如果指令有效，与存储的语音列表内容进行匹配识别；如果没有声音，不进行语音识别，如图4所示。

在进入语音识别中断时，如图5所示，先将检查语音识别是否空闲，并且是否为正常的一次中断，如果两个条件都满足，即可进入语音识别，与语音识别列表匹配。在匹配过程中进行打分，根据不同得分得到语音识别(ASR识别)候选，将最高分作为最优识别结果，因此为了提高识别率，在语音识别添加关键词列表时，差别尽量大，这样会降低识别差错。如果为方言或英语，可通过相似的普通话拼音列表作为关键词列表。其进入语音中断，关键程序如下：

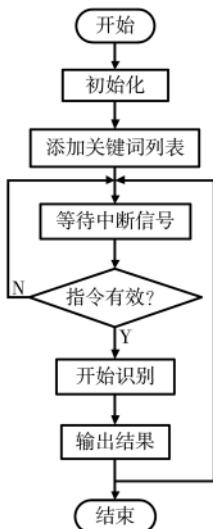


图 4 识别过程

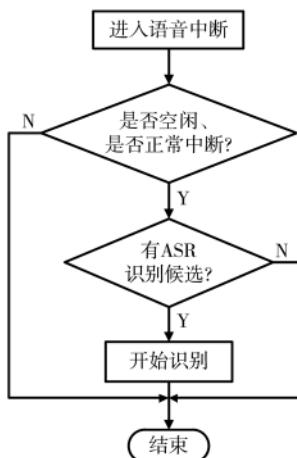


图 5 语音识别中断

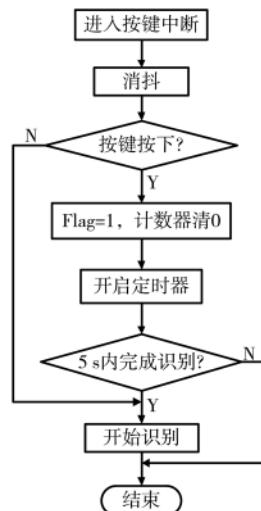


图 6 按键识别

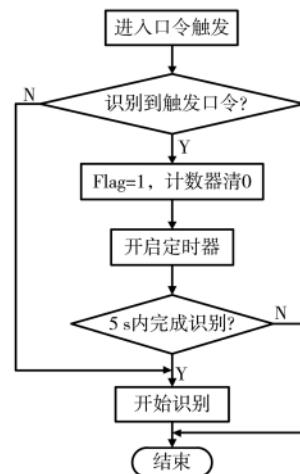


图 7 口令触发

```

void EXTI15_10_IRQHandler(void)
{
    if(EXTI_GetITStatus(LD3320IRQEXITLINE)!=RESET)
    {
        ProcessInt();
        printf("进入中断 12\r\n");
        EXTI_ClearFlag(LD3320IRQEXITLINE);
        EXTI_ClearITPendingBit(LD3320IRQEXITLINE);
        //清除 LINE 上的中断标志位
    }
}
  
```

### 3.3 不同识别方式

采取循环识别的方式进行语音识别,即在整个识别过程中一直检测是否有声音输入,如果有声音输入,则进入语音识别流程。这势必会出现误识别的问题,可能在进行其他交流时,也会误认为语音识别指令,导致识别率降低。为了提高识别率,采用按键或指令触发的方式开启识别,如图 6 和图 7 所示,这两种识别方式区别仅在于其不同的触发方式<sup>[9-11]</sup>。

如果有按键按下,则进入中断,之后消抖,确认是按下按键,语音识别标记 Flag 置 1,确定开始语音识别,之后进入图 4 识别流程图。在识别的过程中,开启定时,在 5 s 内完成语音识别,如果按下按键不说话则为无效识别,因此按下按键或发出指令后间隔时间不能超过 5 s,若超过 5 s 再发出声音,则视为无效语音,直接结束。

### 3.4 指令控制电台操作

当语音识别完成后,主控芯片根据识别到的指令发送不同的指令协议,电台接收到后即可执行相应的操作。如发送数组 buf1={0xaa,0x01,0x11}为打开电台的协议,当电台接收到此协议后,就立刻打开电台。同样地,电台收到改信道等协议,即可更改信道。主要关键程序如下:

```

static void Board_text(uint8 Code_Val)
{
    switch(Code_Val)           //根据不同指令发送不同协议
    {
        case CODE_LSD:         //打开电台
            send(buf1);
            break;
        case CODE_SS:          //关闭电台
            send(buf2);
            break;
        case CODE_AJCF:         //更改信道 1
            send(buf3);
            break;
        .....
        default :break;
    }
}
  
```

### 4 实验分析

本系统为非特定人的语音识别系统,根据自己所需要识别的指令分别选用了简单的短语和短句两种不同类型的文字内容,并进行了识别和实验,从而检测出该识别系统在其认知过程中的识别准确度。为此,本文对不同语音识别指令文本进行了实验,指令库如表 2 所示,并以这些命令为识别指令进行之后的其他实验。

在安静环境下以循环识别、按键识别和指令触发识

表 2 指令库

指令长度/B	指令内容
15	打开电台(da kai dian tai)
16	关闭电台(guan bi dian tai)
18	改为信道 1(gai wei xin dao yi)
32	改为跳频表号为 2(gai wei tiao pin biao hao wei er)
34	更改频率为 87 兆(geng gai pin lv wei ba shi qi zhao)

别的方式分别进行测试,识别率非常高,均为97%。但在有噪声或外界有语音等干扰的情况下,再分别进行测试,测试表如表3所示。

表3 不同识别系统的识别率

实验人员	循环方式	按键方式	指令识别 (%)
甲	50	94	93
乙	53	95	93
丙	48	94	92

从表3中可以看出,按键方式识别率最高,这是因为只有按键触发了,才开始识别,被外界干扰的概率较小;而循环方式识别,系统则在不断地识别,不管是有效指令,都在作为有声音输入,再进行判断,并且有外界输入语音的话,识别到相似的指令,则认为是指定的识别指令,在内部进行评分判断时得到较高的识别分值,导致其误识别,从而造成识别率降低;指令识别识别率也较高,在交互方式较多的场合应用较广,但是在军用场合,操作并不是太多,为了更好地识别,按下按键开始识别有更高的识别率。

本系统采用按键识别的方式进行非特定人语音识别,指令可以通过串口调试助手进行实验效果的观察。具体测试情况如图8所示。



图8 串口实验结果

## 5 结论

本文推出的基于人机交互的智能电台系统是以STM32F4为主控芯片<sup>[12-15]</sup>,用于读取语音识别模块LD3320所获取的语音指令,并根据不同的指令发送不同的协议,从而控制电台状态的改变。通过在安静环境和有外

界干扰的环境中分别以循环方式、按键方式和指令触发方式进行人机交互,发现交互识别准确率最高的为按键方式,指令触发方式适合于民用的交互次数较多的场合,但是为了得到更高的识别率,在交互次数较少的军用近场语音识别中,采用按键触发识别的方式具有更好的识别效果。

## 参考文献

- [1] 渠吉庆,陈禹,刘玉琪,等.基于语音识别智能家居系统的设计与实现[J].计算机技术与发展,2020,30(12):148-152.
  - [2] 周季华,史媛媛,刘润生,等.语音识别在家电遥控器中的应用[J].电子技术应用,2002,28(8):23-25.
  - [3] 傅大梅,盛彬.一种用于无线通信的数字语音识别系统设计[J].现代电子技术,2016,39(12):151-154.
  - [4] 王艳芬.语音识别无线开关控制装置的设计[J].现代电子技术,2017,40(14):33-35,39.
  - [5] 武剑虹,黄石磊,匡镜明.语音识别系统测试平台设计[J].电讯技术,2003(4):102-105.
  - [6] 钟晨帆.基于LD3320芯片的语音识别系统设计与开发[D].南京:南京大学,2015.
  - [7] 王江.基于语音识别技术的智能车载系统设计与实现[D].北京:中国科学院大学,2017.
  - [8] 符聪.基于DSP的嵌入式语音识别模块的实现[J].微计算机信息,2008,24(35):179-181.
  - [9] 李文祺.基于语音识别的垃圾自动分类装置设计与制作[J].电脑知识与技术(学术版),2021,17(35):118-120.
  - [10] 冯万雷.基于单片机控制的智能语音垃圾分类系统[J].电脑知识与技术(学术版),2021,17(35):110-111.
  - [11] 杨恒敏.基于STM32单片机的智能家居控制系统设计[J].科学技术创新,2022(8):181-184.
  - [12] 范仰才.STM32的语音识别智能家居[J].电子世界,2022(1):21-22.
  - [13] 陈心灵.基于STM32单片机的嵌入式语音识别系统设计[J].机电工程技术,2019,48(6):135-137.
  - [14] 周飞宇.智能垃圾桶控制系统设计[J].信息记录材料,2019,20(5):148-149.
  - [15] 王贝宁.基于STM32的智能语音垃圾分类系统[J].电子测试,2021(20):26-27.
- (收稿日期:2021-08-26)

## 作者简介:

王欣(1983-),女,硕士,讲师,主要研究方向:通信与信息系统。



扫码下载电子文档

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所