

# 基于LD3320的语音控制系统设计实现

金鑫,田 犇,阙大顺

(武汉理工大学信息工程学院,武汉 430070)

**摘 要:** 语音识别是实现语音控制的关键技术,自然语音的人机交互也是当前的研究热点和难点。该设计运用STC10L08XE单片机,结合ICRoute公司的高性能LD3320语音识别芯片,进行了语音控制系统的总体结构、主控制模块和语音识别模块的软硬件设计。完成了基于非特定人的语音识别系统的静态测试,其对于语音命令的平均识别率可达90%,并应用该系统构成了声控小车,完成了该小车的行车动作测试,达到了较好的实验效果。

**关键词:** 语音识别;语音控制;LD3320;单片机;声控小车

**中图分类号:** TN912.34

**文献标识码:** A

## Design of Voice-Controlled System Based on LD3320

JIN Xin, TIAN Ben, QUE Da-shun

(School Of Information Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** Speech recognition is the key to realize voice-controlled technology. Nowadays the Human-Computer Interaction of natural voice is the hot point and difficult point of speech recognition research fields. This paper has fulfilled the hardware and software design of the voice control system, which include the general structure, the master control module and speech recognition module, using the STC10L08XE and the high performance chip LD3320 designed by ICRoute. The static test based on speaker-independent speech recognition system indicates that the average rate for voice commands can amount to 90%. This voice control system is used to form the voice-controlled vehicle. The driving action test and the good experimental results are obtained.

**Key words:** speech recognition; voice control; LD3320; MCU; voice-controlled vehicle

语言是人类传递信息的主要手段,语音识别技术是目前世界上最热门和最具发展前景的新型信息技术之一<sup>[1-3]</sup>。采用语音识别作为人机接口的设备能够具有简便、快捷、灵活的优点,其在军事、民用和商业领域都发挥了巨大的作用,并在未来一定会成为新一代操作系统的接口。语音控制技术在声控汽车、智能家电操作、自动导航、自动售票系统和智能玩具等方面有着广泛的应用<sup>[3-6]</sup>。

本文以嵌入式微处理器为核心,采用ICRoute公司的高性能LD3320语音识别芯片和相关控制电路,设计实现了声控小车的语音控制系统。由于LD3320芯片集成了语音识别处理器和外部电路,包括AD和DA转换器、麦克风、声音输出等接口,且不需要外接任何的辅助芯片如Flash、RAM等<sup>[7-9]</sup>。在现有的产品中直接集成即可实现语音识别/声控/人机对话功能,识别

的关键词语列表是可以任意动态编辑的,因而满足了小体积、低功耗和可通用的要求,因而本声控系统有着广泛的应用前景。

## 1 语音识别基本原理概述

语音识别过程主要包括两个阶段:训练阶段和识别阶段<sup>[2]</sup>。不管是训练还是识别,都必须对输入语音进行预处理和特征提取。训练阶段所做的具体工作是通过用户输入若干次训练语音,经过预处理和特征提取后得到特征参数,最后通过特征参数建模达到建立训练语音的参考模型库的目的。而识别阶段所做的主要工作是将输入语音的特征矢量参数和参考模型库中的参考模型进行相似性度量比较,然后把相似性最高的输入特征矢量作为识别结果输出,从而达到了语音识别的目的。其工作原理图如图1所示:

收稿日期:2011-07-05

基金项目:国家大学生创新实验计划项目(项目编号:101049777);湖北省高等学校省级教学研究项目(项目编号:20070089)

作者简介:金鑫(1990-),男,本科生,研究方向:电子信息工程;田犇(1986-),男,硕士研究生,研究方向:信号与信息处理;阙大顺(1963-),男,教授,博士,研究方向:信号与信息处理。

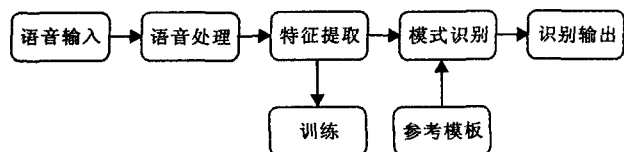


图 1 语音识别原理框图

目前,语音识别技术按照识别对象的类型可以分为特定人和非特定人语音识别。特定人是指识别对象为专门的人,非特定人是指识别对象是针对大多数用户,一般需要采集多个人的语音进行录音和训练,经过学习,从而达到较高的识别率。

语音识别技术在国内外的发展十分迅速。在嵌入式应用领域,具有代表性的有凌阳的 SPCE061A、I-CRoute 的 LD332X。本文的语音识别方案是以嵌入式微处理器为核心,外围加非特定人语音识别芯片 LD3320 及相关电路构成。

## 2 硬件电路设计

### 2.1 总体结构设计

整个系统的硬件电路主要包括核心主控制和语音识别两个部分。主控制部分为 STC 公司的 STC10L08XE 单片机,语音识别部分为 LD3320 语音识别芯片。系统的具体实现方框图如图 2 所示:

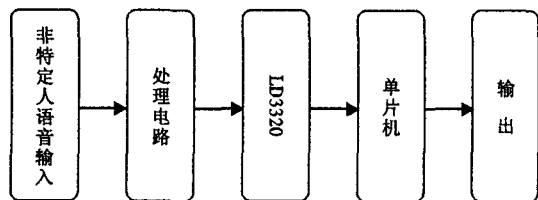


图 2 系统总体结构框图

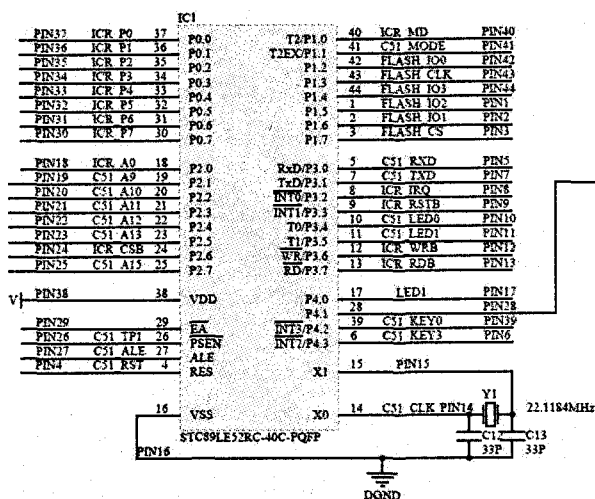
在用户的语音进入语音识别部分后,LD3320 将把处理过的数据并行传输到主控制器,主控制器处理后,发送命令数据到可扩展外围串行设备实现控制操作。

### 2.2 主控制模块

主控制器 STC10L08XE 单片机的工作电压为 3.3V~5.5V,拥有 8K 的 FLASH,512 字节的 SRAM,含有异步串行接口,40 个 I/O 接口,因此足以满足主控制系统对资源的需要<sup>[9]</sup>。主控芯片电路原理图如图 3 所示。

主控制器主要控制四个部分,即接口模块、电气控制模块、保留的传感器接口和电源模块。电机控制模块是小车的方向和速度控制的核心电路。方向控制单元负责的是电机的三态控制,即向右旋转,反向旋转和停止。电机控制模块电路如图 4 所示,除了连接到两个电

机,还有两个控制单元端口。



LD3320 内部集成了快速稳定的优化算法,因此不需外接 Flash 和 RAM 等存储设备,同时 LD3320 也不需要用户事先训练和录音来完成非特定人的语音识别,因此 LD3320 的语音识别率比较稳定,准确率也比较高。

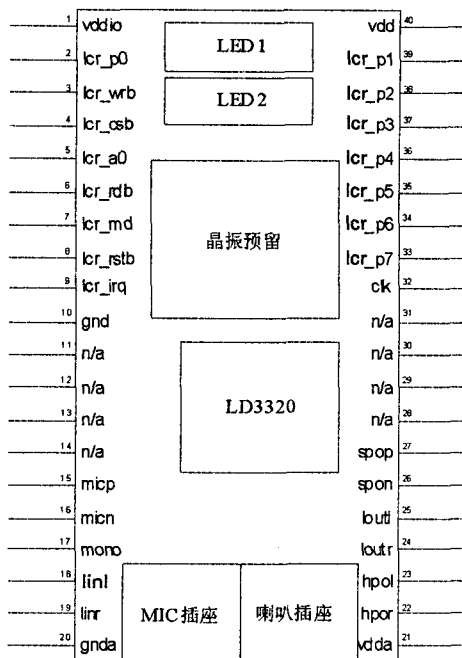


图 6 LD3320 芯片结构图

本文的 LD3320 芯片采用并行方式直接与 STC10 L08XE 单片机相接,并均采用 1 k 电阻上拉,A0 用于判断是数据段还是地址段。控制信号 RDB、WRB、CSB、RSTB (复位信号) 以及中断返回信号 INTB 与 STC10 L08XE 直接相连,为了辅助系统稳定工作,均采用 10k 电阻上拉。LD3320 芯片和 STC10L08XE 采用同一个外部 22.1184MHz 时钟;MBS 作为麦克风偏置,且接一 RC 电路,以保证能输出一个浮动电压给麦克风。

LD3320 芯片内部的语音识别原理框图如图 7 中的虚线框所示<sup>[7-9]</sup>:

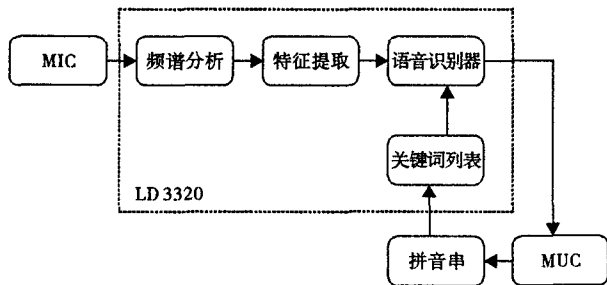


图 7 LD3320 语音识别原理图

首先把通过 MIC 输入的声音进行频谱分析;其次提取语音特征,通过以上两步后将得到语音(即关键词)的特征信息;第三将关键词语列表(即训练模板)中

的数据与特征信息进行对比匹配;最后找出得分最高的关键词语作为识别结果输出。

### 3 语音识别程序设计

本文语音识别流程采用中断方式工作,其工作流程分为通用初始化、语音识别用初始化、写入识别列表、开始识别和响应中断等。

(1)通用初始化和语音识别用初始化。在初始化程序里,主要完成软复位、模式设定、时钟频率设定和 FIFO 设定。芯片复位是对芯片的第 47 脚(RSTB)发送低电平,然后需要对片选 CS 做一次拉低至拉高的操作,以激活内部数据处理模块;

(2)写入识别列表。每个识别条目对应一个特定的编号(1 个字节),编号可以相同,可以不连续,但是数值要小于 256(00H-FFH)。本芯片最多支持 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)之间用一个空格间隔。本文中采取了连续不同编号的识别条目;

(3)开始识别。设置若干个相关的寄存器,即可开始语音识别,其识别流程如图 8 所示。ADC 通道即为麦克风输入通道,ADC 增益亦即麦克风音量,可设定值 00H-7FH,建议设置值为 40H-6FH,值越大代表 MIC 音量越大,识别启动越敏感,但可能带来更多误识别;值越小代表 MIC 音量越小,需要近距离说话才能启动识别功能,其好处是对远处的干扰语音没有反应;

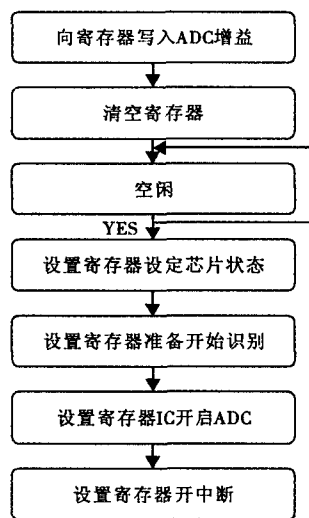


图 8 语音识别的软件流程

(4)响应中断。如果麦克风采集到声音,不管是否识别出正常结果,都会产生一个中断信号。而中断程序要根据寄存器的值分析结果。读取 BA 寄存器的值,可以知道有几个候选答案,而 C5 寄存器里的答案是得分最高、最可能正确的答案。

## 4 性能测试与应用

### 4.1 语音识别静态测试

LD3320 语音识别芯片能在以下两种情况给出识别结果:

(1)外部送入预定时间的语音数据后(如 5 秒钟的语音数据),芯片对这些语音数据运算分析后,给出识别结果;

(2)外部送入语音数据流,语音识别芯片通过端点检测技术检测出用户停止说话,把用户开始说话到停止说话之间的语音数据进行运算分析后,给出识别结果。

本文设计的系统主要用于语音控制小车,在实际应用中主要关注其识别率和实时性,因此本文的语音控制系统主要工作在第二种情况下。

为了更好的检测语音识别效果,实验中选择多个不同音色的人在实验室环境下分别进行测试,每个词语测试 50 遍。部分非特定人的语音命令测试的正确识别数据比例见表 1:

表 1 语音命令测试的正确识别数据表

	非特定人 1	非特定人 2	非特定人 3
开灯	45/50	46/50	45/50
关灯	46/50	45/50	46/50
前进	45/50	48/50	43/50
倒退	43/50	46/50	45/50
左转	48/50	45/50	41/50
右转	45/50	40/50	45/50
刹车	47/50	46/50	44/50

由上表可知,在实验室环境下,对于语音命令的平均识别率可达到 90%。

### 4.2 系统的动态测试

首先将 LD3320 语音识别控制版安装在小车上,构成的语音控制小车实物图如图 9 所示:

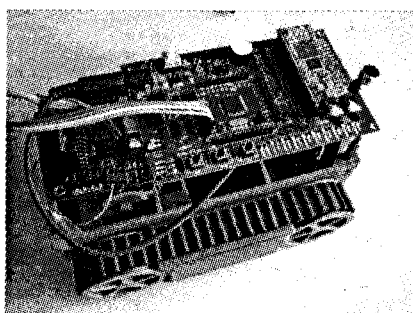


图 9 语音控制小车实物图

声控小车的动态测试路线图如图 10 所示。发出“前进”命令时,汽车会立即按相应的程序向前移动。图

中的直线轨迹为汽车向前移动时的实际移动路线。由于跟地面的摩擦阻力和汽车身体结构的不平衡,汽车并不是像程序设计的那样走很精确的直线,而是前进 200cm 时会向右偏离 10.7cm,此类问题有待以后进一步改进。类似地,对于小车的其它动作(如左转、右转和倒退等)的控制如图中所示。

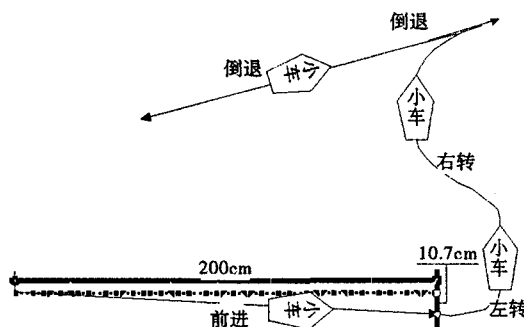


图 10 语音控制小车路线图

## 5 结束语

自然语音的识别、人机交互与控制是当前语音信号处理领域的研究热点和难点。本设计运用 STC10L08XE 单片机,结合 ICRout 公司的非特定人语音识别芯片 LD3320,完成了语音控制系统的总体结构、主控制模块和语音识别模块的软硬件设计。实验结果表明,非特定人语音识别的静态测试对于语音命令的平均识别率可达 90%,完成了声控小车的行车动作测试,达到了较好的实验效果。本声控系统具有小体积、低功耗和可通用的特点,因而有着广泛的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 刘么和,宋庭新.语音识别与控制应用技术[M].北京:科学出版社,2008.
- [2] 赵力.语音信号处理(第2版)[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [3] Yoo Oh, Jae Yoon, Ji Park, Mina Kim, Hong Kim. A name recognition based call-and-come service for home robots[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 54, no. 2, pp.247-251, 2008.
- [4] 张晨燕,孙成立.非特定人孤立词语音识别系统的片上实现[J].计算机工程与应用,2007(13):194-196.
- [5] 关胜平,何培宇,刘珂含,等.基于 TMS320VC5509A 的语音识别与控制[J].电子技术应用,2007(7):36-39.
- [6] 孙兵.基于单片机的机械声控系统[J].机械设计与自动化,2007(6):113-117.
- [7] LD332X 语音识别芯片 ICRout[DB/OL]. [2010-07-01] [http://www.icroute.com/web\\_cn/LD332X\\_DebugProcess.html](http://www.icroute.com/web_cn/LD332X_DebugProcess.html).
- [8] LD3320 芯片简明调试步骤 DB/[OL]. [2010-07-01] [http://www.icroute.com/web\\_cn/LD332X\\_DebugProcess.html](http://www.icroute.com/web_cn/LD332X_DebugProcess.html).
- [9] 丁向荣.STC 系列增强型 8051 单片机原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2011.