

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.02.016

电梯语音识别外招串行通信板设计

曾信雁¹, 赵国军¹, 黄 坚²

(1. 特种装备制造与先进加工技术教育部/浙江省重点实验室(浙江工业大学), 浙江 杭州 310014;
2. 中国新型建材设计研究院, 浙江 杭州 310003)

摘 要:通过语音识别技术在电梯系统的应用研究,文章提出一种具有语音识别功能的电梯外招串行通信板的设计,其以STM32作为主控制芯片,结合LD3320语音识别集成芯片,加入软硬件抗干扰设计,应用于电梯各层厅门外招系统中,能够通过语音方式实现呼梯。经过实践测试,系统工作稳定,实时性良好,通信信号稳定。在安静环境下,呼梯识别率达90%;在嘈杂环境中,呼梯识别率还有待进一步提高。

关 键 词:语音识别;电梯外招;串行通信;集成芯片

中图分类号:TP391.42

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)02-0061-05

Design of Outside Calls Serial Communication Board of Elevator with Speech Recognition

ZENG Xinyan¹, ZHAO Guojun¹, HUANG Jian²

(1. Key Laboratory of E&M (Zhejiang University of Technology), Ministry of Education & Zhejiang Province, Hangzhou 310014, China;
2. China New Building Materials Design&Research Institute, Hangzhou 310003, China)

Abstract:Through the research of speech recognition technology to be applied in the elevator system, a designing of serial communication board of outside calls of elevator with speech recognition was presented. A MCU of STM32 as the main control chip coordinated with an integrated chip of speech recognition of LD3320. It was designed with anti-jamming of hardware and software, and worked well for speech recognition that applied in outside call system of elevator in each floor foyer. By the practice test statistics, the system is stable, and the timeliness is good, and also the communication signal is stable. The recognition rate is about 90% in a quiet environment, and it should be further improved in a noisy environment.

Key words:speech recognition;outside calls of elevator;serial communication;integrated chip

随着电梯应用的成熟,性能的日益提高,新技术新创造被不断引入电梯的设计中,电梯正逐渐向舒适化和智能化的方向发展,与语音识别技术的结合也是发展方向之一^[1-2]。现行的国家电梯安全标准,对公共楼宇安装无障碍电梯有规范性要求,但是对于视觉障碍和无上肢的人士,在呼梯过程中还存在很大的障碍^[3]。

文中以STM32作为主控制芯片,结合LD3320语音识别集成芯片,提出一种具有语音识别功能的电梯外招串行通信板的设计,将其应用于电梯各层厅门外

招系统中,能够通过语音或者按钮方式实现呼梯,使电梯呼梯更快捷、更人性、更智能。

1 硬件系统设计

1.1 硬件整体结构设计

外招串行通信板是电梯轿厢外部呼梯的设备,主要安装在各楼层厅门外,其将乘客上下行召唤电梯信息和当前楼层信息通过串行通信总线发送给电梯控制器,同时接收电梯实时运行状态信息,并显示电梯运行方向与轿厢当前楼层^[4]。

如图1所示,文中设计的语音外招串行通信板在

收稿日期:2013-07-29;修回日期:2013-09-10

作者简介:曾信雁(1987),男,福建建阳人,硕士研究生,主要研究方向为电梯控制系统及信号处理。E-mail:xyz0414@gmail.com

硬件设计上主要分为五大模块:用于输入输出的按钮负载接口电路、用于电梯运行状态显示的 LED 点阵模块电路、用于语音识别的功能电路、系统通信功能电路和主控芯片电路。

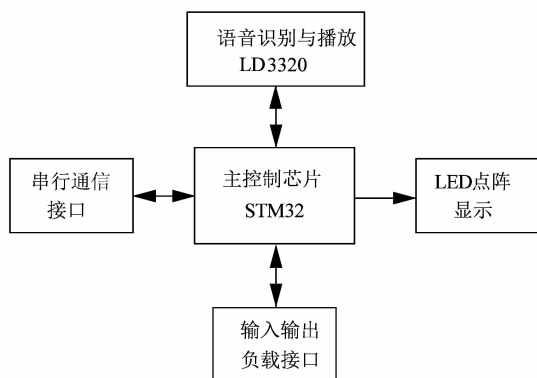


图1 硬件系统结构图

Figure 1 Hardware system structure

当前电梯外招串行通信板的设计,乘客主要通过按钮实现选择,文中设计将加入语音识别功能。语音识别功能的实现,可以通过单片机开发、DSP 处理器设计和专用语音识别芯片来实现。使用单片机开发,虽然成本低,但是识别过程的实时性难以保证^[5]。基于 DSP 处理器的系统,由 Flash、RAM 等多块芯片组成,成本高且外围电路复杂,算法开发繁杂^[6-7]。因此采用自动语音识别芯片 LD3320,实现了单芯片的语音识别解决方案。该芯片集成了处理器和一些外部电路,包括 AD、DA 转换器、麦克风接口、声音输出接口等。LD3320 内部集成语音特征库,能够实现非特定人的语音识别(ASR)功能^[8]。

1.2 硬件系统抗干扰设计

由于现实环境的复杂干扰,使得信号在传输过程中会发生错误,因此在工业领域中大量使用串行通信来进行数据传输。RS485 接口是平衡驱动器和差分接收器的组合,抗共模干扰能力强,在电梯控制系统中广泛运用,文中设计的语音外招串行通信板通过 RS485 总线与电梯控制器通信。

CAN 总线收发器 TJA1050 具有良好的电磁兼容性,并且在不上电时,总线呈现无源特性,可以有效避免对总线上其他节点的干扰。正是由于 TJA1050 的良好电气特性,并且与 RS485 总线的差分电气协议兼容,因此设计中创造性地使用了 TJA1050 代替 RS485 收发器。由 TJA1050 的电气特性可知,当 $1.5\text{ V} \leq V_{\text{CANH}} - V_{\text{CANL}} \leq 3\text{ V}$ 时,表示为显性;当 $-500\text{ mV} \leq$

$V_{\text{CANH}} - V_{\text{CANL}} \leq 50\text{ mV}$ 时,表示为隐性。主控芯片在通信过程中通信的信息,高低电平经过 TJA1050 的转换,对应表现为隐性和显性。即当 $\text{CANH} > \text{CANL}$ 时是低电平,反之为高电平。由于在实际使用过程中,会发生一些意想不到的情况,因此在 TJA1050 原始电路的基础上,还需要加入一些抗干扰电路的设计,如图 2 所示为串行通信接口的电路原理图。

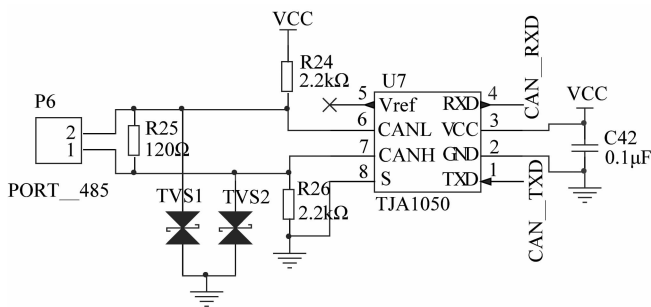


图2 串行通信接口电路

Figure 2 Serial communication interface circuit

如果总线上的其他收发器都被禁止时,由于总体反向电流较大,引起电压的不对称偏置,则经过 TJA1050 输入到主控芯片的 RX 数据变为低电平,这将频繁触发主控制芯片的接收中断,影响主控芯片系统程序的正常运行。因此在设计中,加入 CANL 的上拉电路和 CANH 的下拉电路,这样在 TJA1050 不发送数据的情况下,使总线呈现隐性,以免主控制芯片被频繁中断。

为了避免电路中尖峰电压对 TJA1050 芯片的损害,在电路中加入 5 V 双向 TVS 管并接地,以保证输入 CANL 和 CANH 的电压保持在安全范围内,同时起到钳制 CANL 和 CANH 之间的压差,减少通信过程中的干扰影响。

在应用系统工程的现场施工中,由于通信载体是双绞线,它的特性阻抗约为 $60\ \Omega$ 左右。根据 ISO11898 中定义的线性拓扑结构,终端电阻和电缆阻抗的紧密匹配可以确保数据信号不会在总线的两端反射^[9]。为了有效地增强信号强度,两个终端电阻并联后的值应基本等于传输线在通信频率上的特性阻抗。所以线路设计时,在 CANL 和 CANH 两线间连接 $120\ \Omega$ 的终端电阻,以减少线路上传输信号的反射,增加传输的抗干扰能力。

2 软件系统设计

2.1 软件整体结构设计

软件设计采用模块化的设计思路,各个模块之间

具有一定的独立性,这样既保证了程序结构的清晰,又有利于程序的维护和升级。文中设计的语音识别外招串行通信板主要包含5个功能模块:①通信功能;②外招状态输入;③电梯运行状态输出;④语音识别控制;⑤语音播放控制。

图3为软件系统各功能模块的逻辑关系图。通信功能在接收中断处理中解析电梯控制器发送的报文帧,保存数据到数据寄存器中,并按照时序要求完成通信反馈。使用定时器按固定时序执行语音识别控制模块、外招状态输入模块和电梯运行状态输出模块。程序循环处理暂存的各项数据,根据需要触发语音播放^[10]。

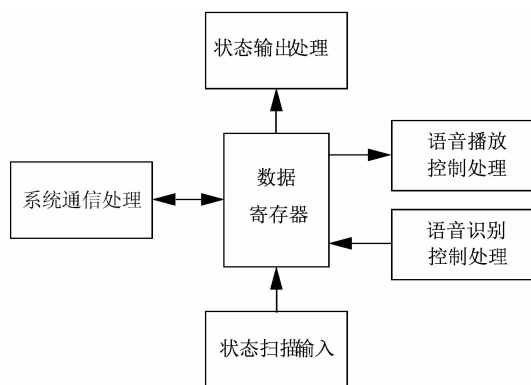


图3 软件功能模块结构图

Figure 3 Structural diagram of software function block

2.2 语音识别芯片 LD3320 控制程序设计

主控制芯片 STM32 与语音识别芯片 LD3320 通过 SPI 串口连接通信^[11],STM32 对语音识别模块的控制

均是通过写入相关寄存器实现。当有识别结果时,语音识别芯片触发主控器的外部中断。主控制芯片系统程序每隔一个固定的周期(10 ms)执行一次语音识别模块的任务程序。在控制程序中设定全局变量,设定语音识别芯片 LD3320 的当前工作模式标志:①语音识别模式;②语音播放模式。设定语音识别模式中的工作状态标志:①空闲(none);②运行错误(error);③正在运行(run);④无正确识别结果(found_zero);⑤有正确识别结果(found_ok)。设定语音播放模式的工作状态标志:①正在播放(play);②停止(stop)。

如图4所示为 LD3320 语音识别功能模块程序,当进入 LD3320 语音识别模块任务后,首先查看 LD3320 当前工作模式,若是在语音播放模式下,则退出任务,让 LD3320 继续播放语音。若是在语音识别模式下,则查看当前语音识别的工作状态:

1) 当工作状态为“空闲(none)”时,则重新启动语音识别基础功能,并修改工作状态为“正在运行(run)”,退出任务等待下个周期重新扫描。

2) 当工作状态为“运行错误(error)”时,则复位重启芯片,修改状态为“空闲(none)”,退出任务等待 LD3320 语音识别芯片重新复位启动,并在下个周期重新启动语音识别功能。

3) 当工作状态为“正在运行(run)”时,则退出任务,等待下个周期再重新扫描查看。

4) 当 LD3320 语音识别芯片结束识别,却“无正确识别结果(found_zero)”时,修改状态为“空闲(none)”,退出任务等待下个周期重新启动语音识别

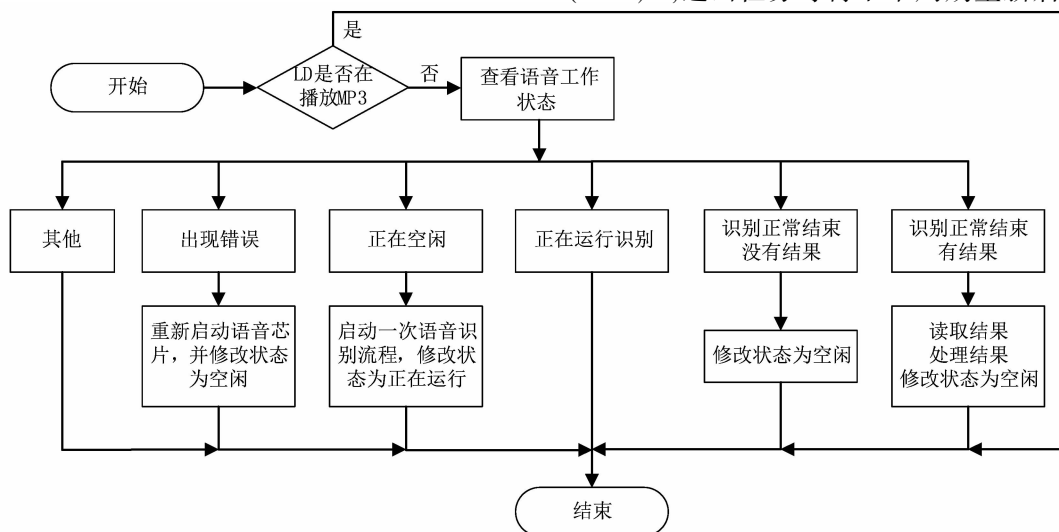


图4 语音识别功能模块控制程序

Figure 4 Control program of speech recognition module

功能。

5) 当 LD3320 语音识别芯片结束识别, 并且“有正确识别结果(found_ok)”时, 则读取识别结果写入相应缓存数组, 修改状态为“空闲”, 退出任务等待下个周期重新启动语音识别功能。

由于 LD3320 语音识别芯片只有一个管脚负责中断请求输出, 所以系统程序用一个中断响应函数处理语音识别与语音播放 2 种中断。如图 5 所示, 当 STM32 外部中断被触发后, 进入中断响应函数, 首先通过设定的全局工作模式变量判断触发中断的时刻, LD3320 是处于语音识别工作模式还是处于语音播放工作模式。

若是语音识别工作模式, 则先清除 LD3320 的所有中断允许寄存器, 关闭中断。接着查看相关寄存器状态, 判断识别过程是否出现异常情况: 如果有异常, 则不承认本次识别结果, 将语音识别当前状态设定为“无正确识别结果”, 并退出中断处理; 如果没有发现异常, 则查看有几个识别结果。若识别结果为零或者

超过 4 个识别结果, 则判定为无效, 将语音识别当前状态设定为“无正确识别结果”, 并退出中断处理; 若识别结果个数为 1~4 个, 则将语音识别当前状态设定为“有正确识别结果”, 读取结果后退出中断, 等待任务主程序执行相应控制。

若是语音播放工作模式, 则备份并清除 LD3320 的中断允许寄存器, 关闭中断。接着根据播放指针的位置, 判断语音播放是否结束。如果已经结束, 则清除中断标志, 并设置寄存器通知 LD3320 语音数据已经结束, 修改语音播放当前状态为“停止”, 结束退出中断。如果未播放结束, 则根据数据输出指针判断语音播放数据是否全部发送给 LD3320 的 FIFO 缓冲器。若全部发送完成, 则设置寄存器通知 LD3320 语音数据已经结束, 并且只打开同步中断允许, 结束并退出中断。若未全部发送完成, 则查看当前是否满足继续播放条件。如果不满足播放条件, 则中断允许全部恢复并结束退出中断。如果满足播放条件, 则继续载入播放数据, 进行下一一次的状态分析。

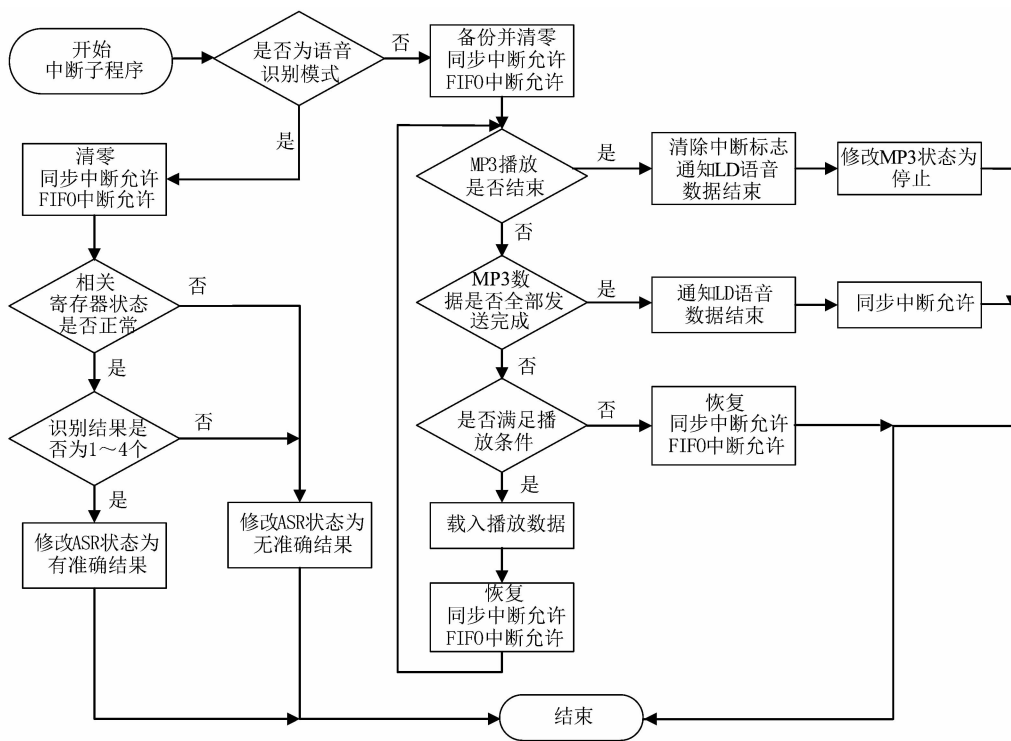


图 5 LD3320 触发中断响应函数

Figure 5 Interrupt response function of LD3320

2.3 LD3320 控制优化设计

语音识别芯片 LD3320 在主控制芯片的控制下, 循环检测语音识别情况, 任何的声音输入进语音识别芯片, 都会去和关键词语列表中的词语进行匹配对比,

常会造成误识别。因此, 文中在正常的语音识别控制程序中, 加入了一些抗干扰措施。

在识别列表中增加“反向”关键词, 能将发音相似却错误的语音指令区别出来, 在任务主程序中认定为

无效并抛弃识别结果。例如在识别算法中“liu”和“niu”语音特征比较相似,容易产生误识别,将两者都作为关键词输入比对列表,能够有效提高区分度。用户在实际使用中,由于语言习惯的不同,即使是同样的呼梯指令,也会出现不同的发音。例如“上”、“到”、“去”等都表示相同的意思。因此,在主控制器给LD3320发送关键词识别列表时,可将相近意义的词汇定义为相同的ID序号,这样无论用户习惯使用哪种词汇,通过语音识别后输出相同的ID序列号,都能得到相同的识别结果,进一步增加终端用户的良好体验。

语音识别的过程并非像人脑一样能做智能分析,而是循环检测语音,所以很容易出现在交谈中触发呼梯指令等情况的出现。这样的问题对于现有的识别算法来说,还无法根本解决。由于电梯在井道中做上下二维运行,用户呼梯时常伴随着“上X楼”“到1层”等习惯用语。因此在运行中程序可以利用递进的指令关系,改变识别结果有效性的权重比例。例如先识别出“上”这样的方向指令,在规定的时间内(800 ms)再次识别出楼层指令,就可以判定是用户在呼梯,这样的处理对误识别的评判有一定的提高^[12]。

3 性能测试

为了验证设计的电梯语音外招串行通信板的识别率、稳定性和实时性,文中对完成后的语音外招串行通信板做了相应测试。如图6所示,测试系统平台为德国奔克公司的BP304电梯主控板。测试环境分别为安静的办公室和嘈杂的医院大厅,共10人参与测试,其中女生6人,男生4人,每个指令每人变换声调测试5次。测试指令共11条,分别为“上楼”、“下楼”以及1~9楼。共产生1100次测试,选取部分统计结果由表1说明。

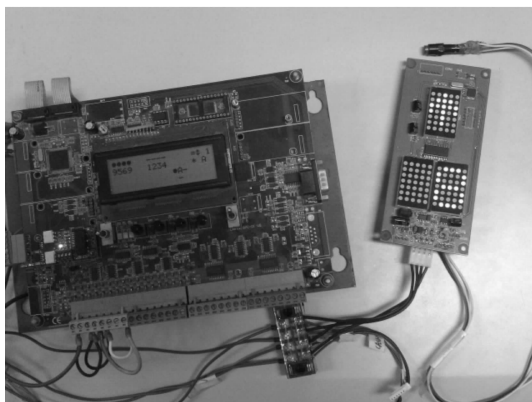


图6 测试系统平台

Figure 6 Test system platform

表1 识别测试部分统计结果

Table 1 Some statistical results of recognition test

场所		识别次数/次										识别率/%
		女1	女2	女3	女4	女5	女6	男1	男2	男3	男4	
办公室	上楼	4	5	4	5	3	4	4	3	4	4	80
	下楼	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	88
	6楼	5	5	4	5	4	5	4	3	5	5	90
	8楼	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	94
医院大厅	上楼	4	4	2	4	2	4	3	3	5	2	64
	下楼	4	4	3	5	3	3	2	3	4	3	68
	6楼	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	74
	8楼	4	5	4	3	3	5	4	3	4	3	76

由数据可以看出,安静环境下识别率较高,而嘈杂环境中,还有待进一步提高。从测试现场观察,系统识别的稳定性在安静时表现优秀,各语音指令都能准确探测,而嘈杂时出现少量漏识别的情况。系统实时性方面,两种环境都能及时处理结果,嘈杂环境时略有顿挫感。

4 结语

文中设计以STM32作为主控制处理核心,以LD3320作为语音识别处理器,设计并实现了语音外招串行通信板系统,将其应用于电梯外招系统中,能够支持用户使用语音呼梯。由于电梯在日常中使用频繁且要求安全稳定,下一步的研究工作将进一步提高识别准确率、增强容错性,强化系统的稳定性。

参考文献:

- [1] 柳春. 语音识别技术研究进展[J]. 甘肃科技, 2008, 24(5): 41-45.
- [2] 王敏娟. 语音识别技术的研究与发展[J]. 微型机与应用, 2009(23): 1-2.
- [3] 文艳群, 董继先. 基于无障碍设计理念的电梯设计[J]. 包装工程, 2010, 31(12): 28-30.
- [4] 德国奔克公司. BP系列电梯控制系统技术手册[Z]. 杭州: 德国奔克公司, 2010.
- [5] 刘萌, 赵建平, 刘秋霞, 等. 基于凌阳SPCE061A的语音识别系统设计[J]. 微型电脑应用, 2007, 23(6): 2-3.
- [6] 黄文龙. 语音识别关键技术研究及系统实现[D]. 重庆: 重庆大学, 2010.
- [7] 刘云海, 赵国军, 陈乐玲, 等. 电梯智能故障处理系统[J]. 轻工机械, 2013, 31(2): 60-63.
- [8] ICRout. LD3320开发手册[EB/OL]. [2010-03-10]. <http://www.icroute.com/webcn/Download.html>.
- [9] 刘晓辉. 基于语音识别的车载导航系统研究[D]. 上海: 同济大学, 2008: 37-38.
- [10] KARRAY L, MARTIN A. Toward improving speech detection robustness for speech recognition in adverse environments[J]. Speech Commun, 2003, 40(3): 261-276.
- [11] 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(2): 42-45.
- [12] 陈景帅. 智能空间下语音交互系统的研究与实现[D]. 济南: 山东大学, 2010.