2018 Synopsys ARC杯电子设计竞赛作品方案

论文题目：

**基于ARC EM处理器的车载语音控制系统**

参赛单位：西安电子科技大学

队伍名称：电光火石

指导老师：张宏老师

参赛队员：李强 李玉园 董进宇

完成时间：2018年 2月25日

# 基本情况表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 队伍名称 | 电光火石 | | | 单位名称 | | 西安电子科技大学 | |
| 项目名称 | 基于ARC EM处理器的车载语音控制系统 | | | | | | |
| 项目负责人 | 李强 | | | 联系方式 | | | 15529256116 |
| 指导老师 | 张弘 | | | 职务 | | | 副教授 |
| 参赛  队员  信息 | 姓名 | 学历 | 证件号码 | | 专业 | | 分工情况 |
| 李强 | 研究生 | 371203199410083714 | | 软件工程 | | 软硬件整合 |
| 李玉园 | 研究生 | 341225199307205456 | | 软件工程 | | 软件 |
| 董进宇 | 研究生 | 210321199505270013 | | 软件工程 | | 硬件 |
| 项目时间 | 2018年1月15日 - 2018年7月11日 | | | | | | |
| 队伍简介 | 闪电的光，燧石的火，我们是来自西电“电光火石”队！ | | | | | | |
| 参与项目 | 研究生期间暂无。 | | | | | | |
| 获奖情况  （校级及  以上） | 研究生期间暂无。 | | | | | | |
| 研究专长 | 集成电路设计，FPGA | | | | | | |
| 其他 | 暂无。 | | | | | | |

# 第一章 方案论证

## 1.1项目概述

伴随着人民生活水平的提高，汽车的使用正在逐渐普及。在汽车数量增长的同时，人们对汽车的使用也提出了安全性、舒适性、便捷性等多方面的需求。为了满足用户的这些需求，提髙市场竞争力，国内外汽车厂商不断推出或者升级车载设备，尤其是车载多媒体系统和自动驾驶技术的加入，为驾乘人员提供了丰富的车载娱乐生活，提髙了驾乘体验。传统的车载设备大多需要用户采用触碰、按压或旋转的方式进行控制和交互。这种交互方式需要驾乘人员的手部和眼部的参与和协作，这与需要高度专注并且手部操作频繁的驾驶行为产生了直接的冲突。随着车载电子设备的逐渐增多，驾驶员所要进行的操作也越来越复杂，驾驶安全也因此受到影响。语音作为人类信息产生和交流的重要方式之一，具有高效，简单，便捷的特点，使用语音命令作为人车交互的接口，可以解放驾驶人员的双手，驾驶员仅需说出特定的控制指令，不必移动视线或进行其他的肢体动作，即可控制车载设备，这样既可增添驾驶乐趣，也可提髙行车安全性。因此很多汽车厂商逐渐在车载设备上开放了语音识别接口，实现用语音对车载设备的控制和交互。

我们计划利用带有DSP模块的ARC EM DSP处理器实现语音识别功能，通过不同语音指令完成对车内常见操作的控制，增添驾驶乐趣，提高驾驶安全性。

预期操作者可在不同噪声环境下，发出相应语音指令，实现对车内设备的控制。例如空调调节、音乐播放、调频广播、车门开关上锁解锁、车窗升降、雨刮器启动停止、座椅高度调节等基本功能。后期根据情况可扩展导航、手机电话联网等功能。

我们通过对市场需求和多篇期刊论文的调研以及MATLAB仿真，已得到实现语音识别的基本算法，并准备将其与神经算法相结合，提升语音识别的速度和准确性。

## 1.2资源评估

芯片的选择需要充分考虑系统需要，本系统的主要功能是：通过语音指令完成对车内设备的控制。其中的语音识别功能需要对音频数据进行大量复杂运算，对处理器的计算能力提出了挑战。为了满足实时性要求，需要选择一款带DSP的ARC EM处理器。带DSP的ARC EM处理器具有以下资源：

* 采用三级流水，
* ARCv2DSP ISA增加了超过100条DSP指令，
* 定点、矢量和SIMD DSP支持；
* 高能效的统一32×32MLU/MAC单元；
* 高度可配置的DSP和处理器功能；
* MetaWare C/C++编译器，支持DSP编程；
* 功能丰富的DSP软件库，提供便捷的算法编程；
* 可选的硬件除法器；
* 高达1.77DMIPS/MHz和3.41CoreMark/MHz的性能；
* 支持APEX处理器扩展套件的加速；
* JTAG调试界面。

此外，系统还需要增加一些外设，包括前端音频模块和触摸屏模块。音频负责将音频模拟信号转换为需要的数字信号，我们选用WM8731音频模块，此模块不仅可实现MIC直接输入还满足蓝牙远程输入。当然实际应用中由于成本要求，我们可以自行设计AD转换模块以降低成本。触摸屏模块负责显示和手动输入，我们选择常用的TFT液晶触摸屏。

## 1.3预期结果

项目预期结果为，当驾驶员在发出语音指令后，汽车各个设备可以迅速做出准确反应。由于汽车系统比较庞大复杂，初期我们将汽车的一些具体操作做如下模拟：开窗LED1灯亮，关窗LED2灯亮；开门LED3灯亮，关门LED4灯亮；空调热风LED5亮，空调冷风LED6亮；音乐开LED7亮；雨刮器开LED8亮。后期会根据时间做出更具显示度的成品，例如可以做成语音遥控汽车。

要求在汽车正常行驶的背景噪声下，对于语音指令的识别准确率不低于80%。

## 1.4项目实施评估

项目实施计划如下：

2018.1—2018.3 项目方案及系统设计

2018.3—2018.4 语音识别算法研究与编程实现

2018.4—2018.5 搭建硬件电路与系统实现

2018.5—2018.6 调试与测试

# 第二章 作品难点与创新

## 2.1作品难点分析

车载语音控制系统的难点主要是语音识别，语音识别对环境的依赖性很强，特别是在汽车高速行驶的复杂噪声环境中，例如引擎噪声、轮胎噪声、气流噪声、空调噪声、车身震动噪声等，这些噪声对语音识别系统的性能提出了巨大挑战。

## 2.2创新性分析

作品的主要创新点如下：

1.算法创新：

语音识别阶段采用基于神经网络的算法，较传统的DTW和HMM语音识别算法更适用于车载环境，识别速度更快，识别准确率更高。

2.硬件创新：

语音输入设备采用蓝牙输入和普通麦克输入两种模式。蓝牙输入模式的增加降低了环境噪声的影响，提高了语音输入系统的抗干扰能力。

3.设计创新：

将语音识别用于驾驶系统，可以用语音代替双手实现各类控制功能，例如音乐播放、空调开关、车窗升降、座椅调整、温度查询等，提高了驾驶安全性和驾驶舒适性。

## 2.3小结

本章对系统的难点和创新性进行了分析，主要介绍了系统在语音识别方面的困难以及在算法、硬件、设计方面的创新。

# 第三章 系统结构与硬件实现

## 3.1系统原理分析

该车载语音控制系统以ARC EM系列处理器作为控制器，外围电路包括MIC输入模块、蓝牙输入模块、功放和喇叭输出模块、LED显示系统及其他各类信号的采集和输出。操作者可通过触摸屏按键，使系统进入指令训练模式，处理器根据操作者的提供的训练语句完成系统的语音识别训练，训练完成，由喇叭输出模块发出语音信号，提示操作者训练完成。训练完成后，可发出正式的语音指令，即可进入正式的语音识别模式。语音识别完成，通过指示灯模拟辨别是否正常发出指示信号。

## 3.2 系统结构

## 整个语音控制系统以ARC EM处理器为核心，以语音识别为基础，通过语音指令完成对车内各项操作的控制。此控制系统主要由以下子系统构成：ARC EM核心处理器、稳压电源系统、触摸屏输入和显示系统、音频输入系统、信号采集和输出系统等。系统架构图如图3-1。

## 

图3-1 系统架构图

## 3.3硬件实现

主要硬件组成如下：

ARC EM处理器：可选用带DSP的处理器，以提高芯片计算能力。同时亦可选用不带DSP的处理器，将两者速度做时间上的比较，用以展示带DSP的处理器在数字信号处理上的优越性能。

蓝牙和MIC输入模块：WM8731模块。WM8731模块集成了蓝牙和麦克输入需要的外围电路，可将模拟语音信号转化为用于ARC DSP处理的数字信号。

触摸屏：TFT液晶触摸屏。触摸屏不仅可以用于显示，还可以用于初期语音训练的输入。

## 3.4 小结

本章分析了系统的组成原理，介绍了系统的硬件的组成，包括系统硬件结构以及具体硬件实现。

# 第四章 软件设计流程及实现

## 4.1软件设计流程

系统软件流程图如图4-1所示:

## 

图4-1 系统软件流程图

## 4.2软件实现

软件实现分两步走，第一步实现通过语音模块识别控制，第二步实现基于ARC EM DSP处理器的神经网络算法语音识别控制。

### 4.2.1算法一 语音模块控制

本设计采用LD3320语音模块，该模块通过内嵌算法实现基于汉语拼音的语音识别，在接收到语音信号后，向ARC主机发起外部中断请求，并通过SPI与ARC主机进行通信，读取ARC中预存的拼音库和语音库，完成语音数据的匹配，ARC主机根据匹配的语音指令，发出相应的控制信号，如开灯、音乐、空调升温等。

### 4.2.2算法二 神经网络控制

本设计的提高版采用的是基于ARC EM DSP处理器的一维卷积神经网络算法语音识别控制，用内部算法代替外部语音模块。

系统包含的具体算法如图4-2：

## 

图4-2 一维卷积神经网络语音识别系统

## 4.3小结

本章主要介绍了该设计采取的两种语音识别算法，语音识别是该车载语音控制系统的核心，通过算法一我们可以实现非指定人的语音识别控制，通过算法二可以实现指定人的语音识别控制。

# 第五章 系统测试与分析

## 5.1系统测试指标

主要指标：语音指令识别率。

## 5.2 测试环境

分别在噪声较小的实验室和噪声较大的马路旁进行测试。

### 5.2.1验证开发平台

基于ARC EM开发板和串口调试助手显示的方式进行检测调试。

### 5.2.2测试方案

通过串口实时显示的语音识别指令信息，判断是否与正确指令符合来收集识别率。

## 5.3测试结果

### 5.3.1功能测试

语音模块可以准确存储语音指令库，但是在语音识别阶段出现识别问题，无法按相应语音指令完成识别。

### 5.3.2指标测试

语音识别识别率极低。

## 5.3结果分析

经过对语音模块各寄存器的配置和时序检查，发现语音模块可以正常进行语音数据的采集、存储以及与语音库的比较，但是无法完成与语音库的正确匹配，现正在对硬件中的问题进行排查。

# 第六章 总结展望

通过此次车载语音控制系统的设计，对车在内饰电气设备的自动化、智能化有了更深刻的认识和理解，同时也对ARC 处理器的控制能力有了清楚的认识。

此次比赛，我们未能完成预期的目标，在主模块的选择上出了问题，导致调试过程长时间没有进展，耽误大量时间。同时在人员分工上也存在未能达到人尽其才的问题。

通过此次比赛，我们更深刻体会到团队的重要性，也认识到科技创新过程中耐心的重要性。我们将吸取此次比赛的经验，以更踏实严谨的态度对待研究生剩下的两年时光。

# 参考文献

[1]朱锡祥. 基于一维卷积神经网络的车载语音识别技术研究[D].安徽大学,2017.

[2]朱锡祥,刘凤山,张超,吕钊,吴小培.基于一维卷积神经网络的车载语音识别研究[J].微电子学与计算机,2017,34(11):21-25.

[3]洪家平.LD3320的嵌入式语音识别系统的应用[J].单片机与嵌入式系统应用,2012,12(02):47-49+53.