

基于 DSP 的声控系统设计与实现

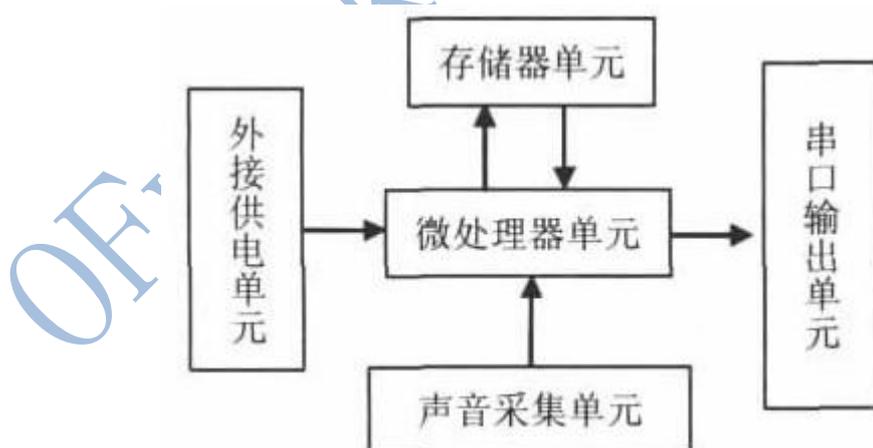
机器人声控系统的研究一直是机器人研究的主要内容之一。传统的声音控制系统一般采用 PC 机作为核心平台对机器人进行控制，虽然其具有处理能力强大、语音库完备、系统更新能力强等优点，但是 PC 机体积大，功耗大，成本高，不适合于中、小型机器人使用。本文以 SPCE061A 为核心，设计了一套机器人声控系统，和传统的 PC 机声控系统相比较，具有成本低、体积小、耗能低和使用灵活方便等特点。

本系统采用的机器人平台是北京博创兴盛机器人技术有限公司提供的 Voyager II 型地面移动机器人，该机器人采用了模块化的设计理念，高负载能力的直流伺服控制，可选配声纳、红外、视觉、罗盘、GPS 等传感器和机械手等执行器。完全可以满足声控系统的设计要求。本文提出了一种以凌阳单片机为核心的 Voyager II 型机器人声控系统的设计方案，该产品具有低成本、低功耗、体积小和使用灵活方便等特点，不仅适合于中、小型机器人使用，还适合与教学科研使用。

系统的整体设计分为硬件设计和软件设计两部分，下面首先介绍一下系统的硬件设计。

系统硬件结构

根据机器人平台情况，声控系统的硬件结构主要由微处理器单元、供电单元、声音采集单元和串口输出单元四部分组成，如图所示：



1 微处理器单元

本系统采用凌阳公司的 16 位单片机 SPCE061A 作为核心控制芯片,内置 32K 闪存,其较高的处理速度能使芯片非常快速的处理复杂的数字信号,适用于语音识别等应用领域。

SPCF061A 的工作频率范围为 0.32-49.152MHz. 具备 8 通道 10 位 ADC 输入功能, 内置了具有自动增益控制的麦克风输入功能。双通道 10 位 DAC 音频输出功能及 A、B 两个 I/ O 口输入输出功能。具有集成度高、性能可靠、价格低廉、功耗小等特点。这些特点充分体现了微控制器工业发展的新趋势。目前, 凌阳单片机 SPCE061A 的应用越来越广, 深受广大用户的欢迎。

2 声音采集单元

声音采集单元的换能器采用驻极体话筒, 通过话筒将采集到的声音信号通过 MIC_IN 通道传送给 CPU, MIC_IN 通道专门用于对语音信号进行采样。语音信号经 MIC 转换成电信号, 由电容将其中的直流成分滤除, 然后输入到集成在 SPCE061A 内部的前置放大器中。SPCE061A 的内部增益控制电路 AGC 能随时跟踪、监视前置放大器输出的音频信号的电平, 当输入信号过大时, 自动减小放大器增益; 当输入信号减小时, 自动增大放大器增益。这样即可以使 A/D 转换器接收到的信号一直保持在最佳电平, 又可以使声音损失减至最少, 从而提高语音识别的精度。

3 外接供电单元

外接供电单元是声控系统的选配单元, 由于声控系统的能耗很低, 可以外接 3 个 1.5V 电池, 作为外接供电单元给系统供电。在没有选配外接供电单元时, 也可以直接使用 Voyager II 型地面移动机器人的蓄电池为关济实: 讲师工学硕士声控系统供电, Voyager II 型机器人的蓄电池供电电压为 24V, 将 24V 电压先经过 7805 转换成 5V 电压, 然后使用 SPY0029 将 5V 电压转换成 3.3V 电压给 SPCE061A 供电。

4 存储器单元

存储器单元也是声控系统的选配单元, 当需要识别的语音资源较少时, 则使用单片机中集成的 FLASH 存储器, 就可以满足要求。当语音资源较丰富时, 就需要连接外部存储器单元, 对语音资源进行存储。为了保证系统的兼容性, 选用凌阳公司的 SPR4096 作为外部存储器, LASHSPR4096 内部有 512K×8bits F 和 4K×8bits SRAM 在进行 FLASH 编程或擦除的时候, 可以并发执行 SRAM 的读写, SPR4096 内置了一个总线存储器接口和一个串行接口, 它允许单片机通过 8_bit 并行模式或者 1_bit 串行模式访问 FLASH SDRAM 的存储区。在本系统中, 将 SPR4096 的 SCK 和 SDA 与 SPCE061A 的 IOB0 和 IOB1 连接, 构成串行数据通信。

5 串口输出单元

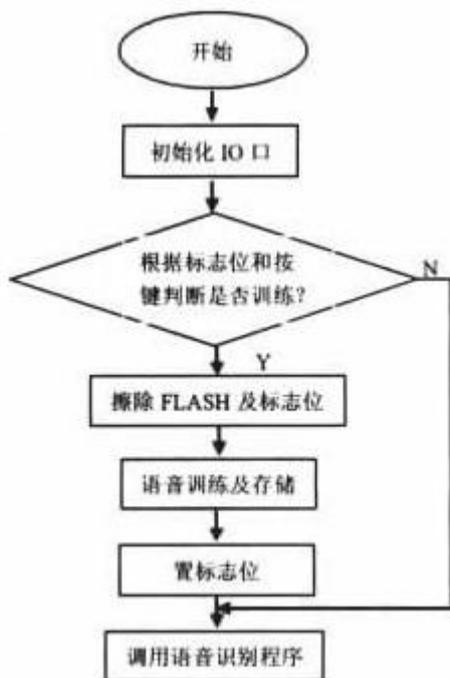
由于 SPCE061A 单片机的输入、输出电平是 TTL 电平，而 Voyager II 型机器人配置的是 RS-232 标准串行接口，二者的电气规范不一致。因此，要完成 SPCE061A 和机器人之间的串行通信，必须对 SPCE061A 输出的 TTL 电平进行电平转换，本系统中使用 MAXIM 公司的 MAX232 作为电平转换芯片。MAX232 使用单电源供电，只需外接 5 个 0.1uF 的电容，就可以实现 SPCE061A 和 Voyager II 型机器人之间的电平转换。

系统软件设计

软件设计中最重要的一部分就是编写语音识别程序。语音识别过程本质上是一种多维模式识别过程。针对凌阳单片机编写语音识别程序，主要可以分为：训练、辨识、辨识结果输出三部分。

1 训练程序

当程序第一次运行时，需要进行语音识别训练。完成识别训练后，会在 FLASH 存储器中设定标志位，下次重新启动时，可以跳过语音训练过程，直接进行语音识别程序。如果用户需要重新训练，也可以通过按键来擦除标志位，该部分程序框图如下：



2 语音识别程序

语音识别程序是整个程序编写过程中最重要的部分，主要可以分为辨识器初始化、识别过程实时监控、获取辨识结果和终止辨识四部分。

2.1 辨识初始化

辨识初始化使用 void BSR_InitRecognizer (int AudioSource) 函数来实现。当参数 AudioSource 取 1 时为 LINE_IN 电压模拟量输入；当参数 AudioSource 取 0 时为 MIC 语音输入。

2.2 识别过程实时监控

该功能调用 void BSR_EnableCOUIndicator () 函数来实现，主要用来辨识是否正常工作。如果辨识正常，CPU 会产生一个占空比为 50%的方波。如果 CPU 超载，则会产生不稳定的波形，这时为了避免语音辨识产生错误信息，就需要删除命令或者优化程序。

2.3 获取辨识结果

该功能调用 int BSR_GetResult () 函数来实现，当无命令识别出来时，返回值为 0；当识别器未初始化或识别未激活返回-1；当识别不合格时返回-2；当识别出来时，返回命令的序号。

2.4 终止辨识

该功能调用 void BSR_StopRecognizer () 函数实现，主要用于停止识别，并关闭 FIQ_TMA 中断。

3 辨识结果输出

通过 BSR_GetResult () 可以得到命令的序列号，将命令的序列号改写成 Voyager II 型机器人的相关协议，然后通过 RS232 口传输给机器人即可达到语音控制的目的。

4 串口通信程序

为了方便用户对 Voyager II 型机器人进行二次开发，北京博创兴盛机器人技术有限公司提供了标准串行接口，并制定了详细的通信协议，供用户使用。为了提高通信的效率和稳定性，在 Voyager II 型机器人内部，先将 RS-232 标准电平转换为 TTL 电平，再将 TTL 电平通过 MAX491 转换为 RS-485 的标准电平。

由于协议中，只支持一个主机，所以在本声控系统中，将声控系统的单片机作为整个硬件系统的主机，即整个硬件系统的最高管理者，其地址默认为 0。其他设备的地址默认为 1-255。具体分配如下：系统设备占用地址 0x01-0x0F；电机设备地址 0x100-0x1F；系统保留地址为 0x20-0x7F；用户设备地址：0x80-0xAF；在系统运行过程中，主机一直占用自己的 TXD 线，从机的 RXD 线在不进行通信时为高阻状态，只有在接收到与自己地址相符的数据帧时，才能占用总线，一旦通信结束，立即释放总线，回到高阻状态。

主机和从机采用标准的“一问一答”通信机制，如果主机的命令需要有数据反馈，则返回需要的数据；如果不需要数据反馈，就返回上位机发送的命令。

下面，以控制机器人前进为例说明串口通信的协议格式：

- (1) 发送固定通信字头两字节：0x55 0xAA
- (2) 发送接收设备地址：0x01
- (3) 发送数据长度：0x04
- (4) 发送命令字：0x26
- (5) 发送左电机速度两字节：0x00 0x06
- (6) 发送右电机速度两字节：0x00 0x06
- (7) 发送数据效验和：0x3A

在明确了协议格式和需要发送的内容之后，就可以编写串口通信程序。首先，根据 SPCE061A 的 PLL 频率和需要设定的波特率，计算出 P_UART_BaudScalarHigh 和 P_UART_BaudScalarLow 的取值，完成串口参数的设定。在完成设定后，将需要发送的数据存储到 P_UART_Data 中，SPCE061A 就可以将数据发送给 Voyager II 型机器人。由于，SPCE061A 的串口每次只能发送 1 个字节的数据，所以需要采用循环的方式，依次将通信内容发送给 Voyager II 型机器人。Voyager II 型机器人收到指令后，就可以按照指令，进行相应的动作。

总结

本系统采用了低成本 DSP-SPCE061A 作为主控芯片，和传统的基于 PC 机的语音识别系统相比，虽然识别的语音库相对较少，但是其具有低成本、低功耗、体积小和使用灵活方便等特点，不仅适合于中、小型机器人，还适合于教学科研使用。所以，本声控系统具有良好的市场前景和广阔的使用空间。