

· 电路与控制 ·

## 基于DSP的多路音频信号采集与处理设计

王剑飞, 程耀瑜

(中北大学信息与通信工程学院, 山西 太原 030051)

**摘要:** 设计了一种基于DSP的实时语音处理系统,并结合TMS320DM642与音频CODEC芯片TLV320AIC23B的接口特点,详细阐述了多通道音频串行端口(McASP)和4片TLV320AIC23B连接方法。同时给出了详细的软件实现方法,从而实现4路音频信号的同时采集。对采集到音频信号进行滤波算法处理,并通过CCS3.3在计算机上实时显示处理后的波形,实现了一个完整的音频信号处理系统,可以对模拟音频信号采集、滤波和回放。

**关键词:** DSP; TLV320AIC23B; 多通道音频串行端口; FIR滤波

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2013)-04-0072-04

## Design of Multi-Channel Audio Signal Sampling and Processing Based on DSP

WANG Jian-fei, CHENG Yao-yu

(College of Information and Communication Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** A real-time audio processing system based on digital signal processor (DSP) is designed. With the interface characteristics of TMS320DM642 and audio CODEC chip TLV320AIC23B, the connection methods of multi-channel audio serial port (McASP) and four pieces of TLV320AIC23B are introduced in detail. And the software implementation methods are given to sample quadruple audio signals simultaneously. The signals are processed by filtering algorithm and processed waveforms are displayed on computers by CCS3.3 at real time. A whole audio signal processing system is completed so that stimulated audio signals can be sampled, filtered and replayed.

**Key words:** digital signal processor (DSP); TLV320AIC23B; multi-channel audio serial port; finite impulse response (FIR) filtering

语音作为多媒体的一种重要形式,在嵌入式产品中得到了广泛的研究和应用。在多媒体处理中,为了应用DSP的数字信号处理能力,需要将模拟信号转换成数字信号进行相应的算法处理,再经过数模转换后输出<sup>[1]</sup>。数字信号处理器(DSP)具有独特的结构和快速实现各种数字信号处理算法的优点,在通信、雷达、声纳、语音处理和图像处理等众多领域获得广泛应用。随着计算机技术和超大规模集成电路工艺的发展,DSP的性能不断提高<sup>[2]</sup>。文中结合数字多媒体处理器TMS320DM642强大的音频处理能力,配合TLV320AIC23B专用语音采集芯片,构成

音频采集和处理系统,成功实现了语音信号的采集与回放,并对采集后的音频信号进行了滤波处理。

### 1 系统设计方案

整个系统对四路模拟音频信号同时进行采集,得到的信号在DSP中进行算法处理,其他音频模拟信号分帧进入A/D转换芯片等待转换。转换后得到的数字信号,分帧输入到DSP中进行滤波算法高速处理。采用DSP的McASP完成数字音频信号的接收和发送功能,通过D/A转换成模拟音频信号,经过放大电路输出音频。设计方案如图1所示。

收稿日期: 2013-05-23

作者简介: 王剑飞(1989-),男,内蒙古乌海市人,硕士研究生,研究方向为检测技术与自动化装置;程耀瑜(1966-),男,山西晋中市人,博士,教授,硕士研究生导师,研究方向为无损检测技术。

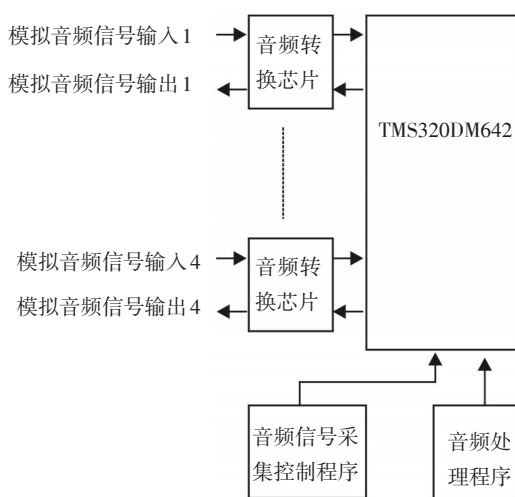


图1 系统设计方案

## 2 硬件电路设计

### 2.1 硬件芯片

#### 2.1.1 音频处理器

TMS320DM642是美国德州仪器公司(TI)推出的一款面向数字多媒体应用的32位定点DSP芯片,它保留了C64x原有的内核结构,工作频率可以达到600 MHz,每秒可执行指令数4 800 MIPS。具有丰富的外设接口,其McASP接口主要应用在多路音频处理中,提供可以完全独立工作的数据接收部分和数据发送部分。

#### 2.1.2 音频转换芯片

TLV320AIC23B是美国TI推出的一款高性能的立体声音频Codec芯片,其内置输出放大器,并且输出和输入都具有可编程增益调节。在该芯片内部高度集成了模数转换(ADC)和数模转换(DAC)部件,可以在8~96 K范围内采样,ADC和DAC的信噪比分别可达到90 dB和100 dB。同时,TLV320AIC23B具有低功耗的特性,回放模式下功率仅为23 mW,省电模式下小于15 mW<sup>[3]</sup>。

### 2.2 TLV320AIC23B和TMS320DM642的接口

TLV320AIC23B与DSP处理器的接口有两个,一个是控制口,用于设置TLV320AIC23B的工作参数,另一个是数据口,用于传输TLV320AIC23B的A/D、D/A转换数据。在系统中,将TMS320DM642的McASP

的帧同步配置成Burst模式,与TLV320AIC23B数据接口接口;使用IIC总线与TLV320AIC23B的控制口接口。其硬件连接如图2所示。

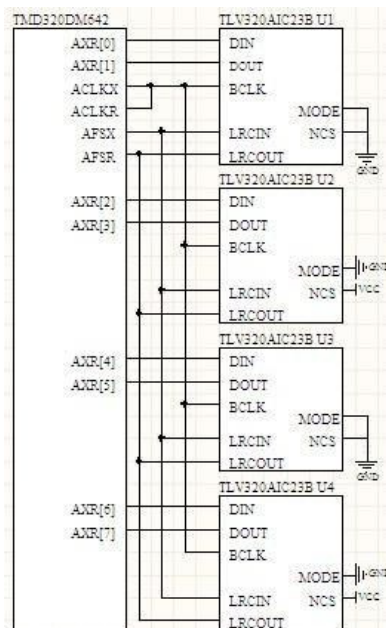


图2 TLV320AIC23B和TMS320DM642的连接

图2中McASP接口与4片TLV320AIC23B芯片连接,完成4路音频信号的采集。MODE引脚接地,把4片TLV320AIC23B中的U1、U3的NCS引脚接地,另两片U2、U4的NCS引脚接VCC。为了使用TLV320AIC23B的IIC接口配置内部寄存器,需要额外采用1片SN74CBT3257对4片TLV320AIC23B的IIC接口分别控制,SN74CBT3257的端口选择信号由TMS320DM642的GPIO引脚输出<sup>[4]</sup>。McASP的AXR[1]、AXR[3]、AXR[5]、AXR[7]分别为4路的数据输入,AXR[0]、AXR[2]、AXR[4]、AXR[6]为数据输出,4个通路的帧同步信号、发送与接收时钟是共用的。

### 2.3 TLV320AIC23B的数据口

TLV320AIC23B的数据口有四种工作方式,一般采用DSP和IIS两种模式。其区别仅在于DSP的McASP帧同步信号的宽度。前者的帧同步信号宽度可为一个位长,后者的帧宽度必须为一个字长。系统中采用DSP模式,实现数据接口的无缝连接。当McASP为从模式时,McASP的接收时钟与帧同步信号都由TLV320AIC23B提供;当McASP为主模式时,McASP产生所有的信号。并采用EDMA访问数据端口、读写音频数据,McASP接口的发送事件或接收事

件产生时,EDMA 自动接收或发送数据,无需 CPU 的参与。其在 DSP 模式的时序如图 3 所示。

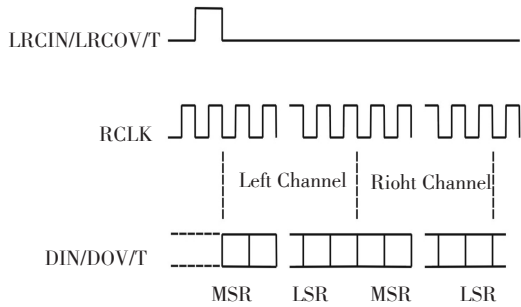


图3 TLV320AIC23B的DSP模式的时序

## 2.4 TLV320AIC23B的控制口

TLV320AIC23B 芯片的控制端口信号包括片选引脚NCS、控制端口时钟信号引脚SCLK、控制端口数据信号引脚SDIN 和控制端口模式选择引脚MODE。其控制端口支持三线SPI协议和两线IIC协议,两类接口选择由MODE引脚状态决定。在系统中,将MODE引脚接地,配置为IIC接口。使用IIC总线对TLV320AIC23B配置的时候,IIC总线选择7位地址的寻址方式,并由于TLV320AIC23B只有写操作无读操作,因而其通讯协议为每个WORD的前7-Bit为寄存器地址,后9-Bit为寄存器内容<sup>[5-6]</sup>。每片TLV320AIC23B只有两个不同的IIC从设备地址,由NCS引脚状态决定,当NCS引脚为低电平或高低平时,芯片的IIC设备地址分别为0011010和0011011,即一个IIC总线只能配置两片TLV320AIC23B。因此,系统采用多路信号开关SN74CBT3257把TMS320DM642的IIC总线切换成两路IIC总线实现对4片TLV320AIC23B的配置。

## 3 软件设计

DSP的软件设计的主要任务是初始化和实现语音处理算法。在开发DSP应用程序时,可以在CCS环境下编程,利用TI提供的相关驱动程序,这样可以节省开发时间,降低程序开发难度<sup>[7]</sup>。

### 3.1 配置IIC总线

利用CSL库中的IIC\_open函数和宏进行复位并返回总线句柄,然后利用总线句柄和总线控制器的

值组成结构体作为IIC\_config的参数配置总线,以满足控制接口的配置<sup>[8]</sup>。

### 3.2 TLV320AIC23B的初始化

在设计音频处理程序时,需要配置TLV320AIC23B的控制寄存器。ANAPATHREG寄存器用于控制模拟音频通道,模拟音频信号来自麦克风,则该寄存器的值设为0x0015;模拟信号时音频信号,该寄存器值设为0x0011。DIGIFREG寄存器用于设置音频接口工作模式,将工作模式设置为DSP模式,其值为0x0043。SAMPLERATEREG寄存器用于设置A/D、D/A的采样率,设SAMPLERATEREG的值为0x000D,将A/D、D/A的采样率都设置为8KHz。

### 3.3 McASP的初始化

在使用McASP串口时,需要考虑很多因素,如时钟源、数据引脚、数据格式、数据传输模式等<sup>[9]</sup>。McASP的配置可以通过设置各个控制寄存器来进行,设置PFUNC寄存器,使能McASP的各引脚;设置PDIR寄存器,配置McASP口引脚的输入、输出方向;设置AFSXCTL寄存器,设置时钟和数据格式;设置XFMT寄存器,高16位为有效掩码;设置XTDM寄存器中的XTDMS0和XTDMS1字段有效。设置SRCTL寄存器,配置串行器引脚。

### 3.4 音频信号处理算法

音频信号经过A/D转换采用之后,混合进入大量量化噪声和机器噪声,在DSP中使用滤波算法处理除掉信号中的干扰成分。为了保证信号的线性相位和稳定性,采用FIR滤波。对采集的音频信号处理后利用CCS3.3在计算机上实时显示,图4和图5分别为滤波前后的时域波形和频域波形。

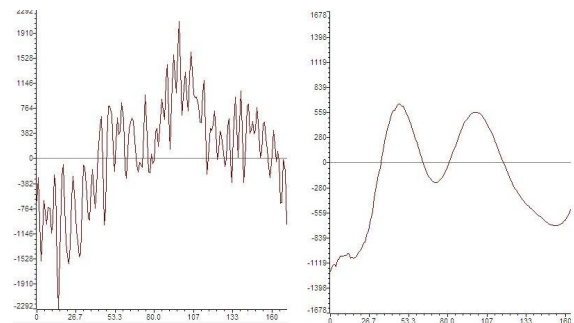


图4 滤波前后的时域波形

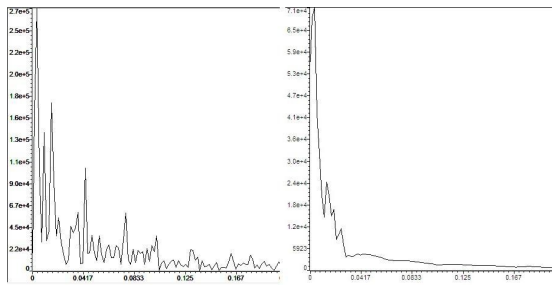


图5 滤波前后的频域波形

通过图4和图5可以看出,输入的音频信号通过设计好的硬件电路,将采集到的数据经过算法处理程序,在时域和频域上,原始波形上的不规则毛刺得到了平滑。算法处理程序有效去除了混入的干扰信号。

#### 4 结束语

设计了 TMS320DM642 和 4 路音频芯片 TLV320AIC23B 的接口电路,并给出了软件设计方法。实现了 DSP 对 TLV320AIC23B 的配置和数据通信,完成对 4 路音频信号的 A/D 转换采集,并对其中一路信号进行了 FIR 滤波处理。在 CCS3.3 上调试后,实现了处理后的音频信号的回放。处理后的语音清晰、

稳定,可以满足各种嵌入式产品的语音需求。

#### 参考文献

- [1] 胡涛,陈超.TLV320AIC23B 与 TMS320DM642 的接口设计[J]. 仪表技术与传感器,2006(6):36-37.
- [2] 张杰,顾德英,李成铁.基于 DSP 的音频信号采集和处理设计[J]. 仪器仪表学报,2005,26(8):704-706.
- [3] Texas Instruments Inc.TLV320A123B data manual, 2003: 1-3.
- [4] 王跃宗,刘京会. TMS320DM642 DSP 应用系统设计与开发[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
- [5] 李倩然,周南.TMS320DM642 与 TLV320AIC23B 通信的接口设计[J]. 电声技术,2010,34(11):45-47.
- [6] 黎泽清,王明泉,李博.基于 DSP 与 TLV320AIC23B 的音频处理系统[J]. 动化与仪表,2009,24(8):57-60.
- [7] 齐敏,王玲,韩韬.基于 TMS320DM642 的实时语音处理系统[J]. 电声技术,2009,33(1):65-67.
- [8] Texas Instruments Inc.TMS320C6x Chip Support Library API Reference Guide,2004:1-15.
- [9] 史英.基于 TMS320DM642 的语音处理系统的研究[D]. 山东:山东大学,2007.

(上接第67页)

- [7] 张纪铃,冯晓毅. AOI 检测系统光照不均的校正方法研究[J]. 电子测量技术,2007,30(7):20-24.
- [8] Voicu L, Myler H, Weeks A. Practical consideration on color image enhancement using holomorphic filtering[J]. Journal of Electronic Imaging,1997,6(1):108-113.
- [9] David G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints[J]. International Journal of Computer Vision, 2004,60(2):91-110.
- [10] 扈佃海,吕绪良,文刘强.一种改进的直方图均衡化图像增强方法[J]. 光电技术应用,2012,27(3):65-68.
- [11] 邓超,王瑞.基于改进神经网络的 CCD 图像去噪方法研究[J]. 中北大学学报,2010,31(2):128-131.
- [12] 黄荣琼. AOI 在 PCB 应用中的漏检有效预防方案[J]. 印制电路信息,2011(6):60-65.
- [13] 许端,董文锋.基于数学形态学与小波变换的边缘检测算法[J]. 计算机应用,2012,32(S2):165-167.