

基于 VC5509McBSP 的语音数据采集及 FIR 滤波

贾亮 危国腾 赵鹏飞

(沈阳航空工业学院电子信息工程学院, 沈阳 110136)

摘要 为了使语音信号更好的在信道中传输,可以经过带通滤波器使信号带宽小于信道带宽。通过 TMS320VC5509 的 McBSP 配置语音编解码芯片 TLV320AIC23 正常工作,并将采集到的语音数据经过一个 FIR 带通滤波器,滤除通带外的噪声,从而可以得到更好的传输信号。实验结果表明经过带通滤波器后的声音质量有显著的提高。

关键词 TMS320VC5509 McBSP TLV320AIC23 FIR 带通滤波

中图分类号 TP391.42; **文献标志码** A

TMS320VC55XX DSP 是德州仪器(TI)C5000 16-bit 定点 DSP 系列里最新的一代产品。C55XX 继承了 C54XX 的发展趋势,低功耗、低成本,在有限的功率条件下,保持最好的性能^[1]。工作在 0.9 V 下,其核的功耗仅为 0.05 mW/ML/S,而性能达到 800 ML/S(400 MHz),与 120 MHz 的 C54XX 相比,300 MHz 的 C55XX 性能大约提高 5 倍,而功耗降为 1/6。正因为 C55XX 系列的主要特点是低功耗^[2],所以非常适合在音频处理方面的应用。C5509 提供的多通道缓冲串口(McBSP)可以很方便地与语音编解码芯片 TLV320AIC23 直接连接,使得电路的设计更加简捷。以 C5509 为核心的语音处理系统中采用了专为音频处理的编解码器件 TLV320AIC23,来完成模拟语音信号的采样和数字音频信号的 D/A 转换。利用 C5509 片内 McBSP,通过 I²C 总线来对 AIC23 进行控制,从而实现具有较强功能的语音处理系统。人的发音器官声音频段约是(80 ~ 3 400) Hz,而在(300 ~ 3 000) Hz 范围内的信号,通常包含与人类语音相关的频率,传统的电话信道带宽为(300 ~ 3 400) Hz,称为话音频带信道。因此,经过(300 ~ 3 000) Hz 的带通滤波器后的语音信号

将会更加有利于在信道中传输。下面将介绍以 C5509 为基础搭建的一个语音数据采集及滤波的系统。

1 硬件连接

1.1 McBSP 的组成模块

McBSP 包括一个数据流通路和一个控制通路,通过 7 个引脚与外部设备连接,如图 1 所示^[3]。通过 McBSP 与外部设备的数据交换,由 DX 引脚发送数据,RX 引脚接收数据。通信的时钟和帧同步信号由 CLKX(发送时钟)、CLKR(接收时钟)、FSX(发送帧同步)以及 FSR(接收帧同步)引脚来控制。

CPU 和 DMA 控制器通过外设总线与 McBSP 进行通信。当发送数据时,CPU 和 DMA 将数据写入数据发送寄存器(DXR1,DXR2),接着复制到发送移位寄存器(XSR1,XSR2),通过发送移位寄存器输出至 DX 引脚。同样,当接收数据时,DR 引脚上接收到的数据先存储到接收移位寄存器(RSR1,RSR2),接着复制到接收缓冲寄存器(RBR1,RBR2),RBR 再将数据复制到数据接收寄存器(DRR1,DRR2)中,并由串口事件通知 CPU 或 DMA 读取数据^[4]。这种多缓冲方式使片内数据通信和串行数据通信能够同时进行。

2009年8月3日收到

第一作者简介:贾亮,副教授,硕士研究生导师,研究方向:信号处理。E-mail:weiguo teng2008@foxmail.com。

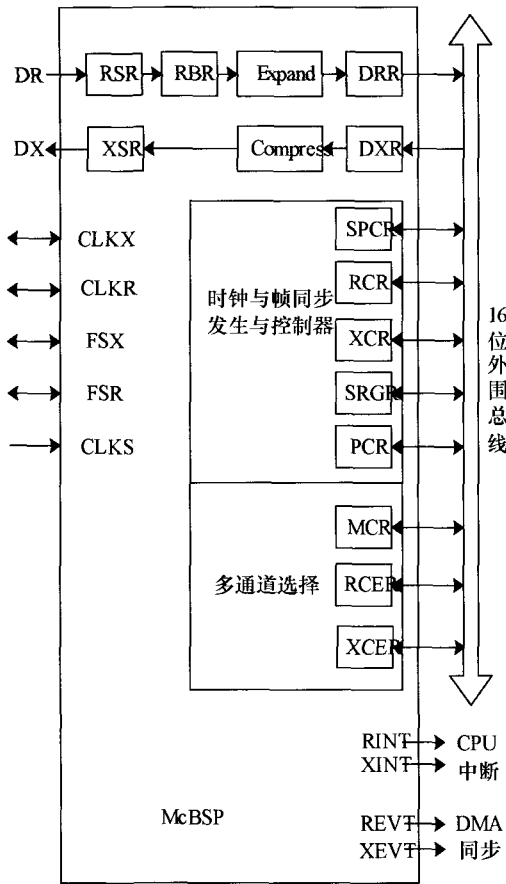


图1 McBSP 的结构框图

1.2 TLV320AIC23 芯片

TLV320AIC23 是 TI 公司推出的一款高性能立体声音频编解码器,内置耳机输出放大器,支持 mic 和 line in 二选一的输入方式。输入和输出都具有可编程的增益调节功能。可以在 8 kHz 至 96 kHz 的采样率下提供 16 bit、20 bit、24 bit 和 32 bit 的采样数据。在 ADC 采集达到 96 KHz 时噪音为 90 - dBA,能够高保真的保存音频信号。在 DAC 转换达到 96 KHz 是噪音为 100 - dBA,能够高品质的数字回放音频,在回放时功耗低于 23 mW。上述优点使得 TLV320AIC23 成为一款非常理想的音频编解码器。C5509 与 AIC23 的硬件连接示意图如图 2。

在图 2 的连接中,McBSP 的接收和发送工作在同步方式下,接收和发送可以独立配置,利用 C5509 的 I²C 模块^[5],可以对 AIC23 内部的寄存器进行编程配置,使 AIC23 工作在要求的状态下^[6]。下面给

出 AIC23 初始化的部分源代码。

I2C_Init(); 初始化 I2C 模块

AIC23_Write(AIC23_RESET_REG, 0); 复位 AIC23

AIC23_Write(AIC23_POWER_DOWN_CTL, 0); 打开电源

AIC23_Write(AIC23_ANALOG_AUDIO_CTL, ANAPCTL_DAC | ANAPCTL_INSEL); 启动 DAC 和麦克风输入

AIC23_Write(AIC23_DIGITAL_AUDIO_CTL, 0); 数字音频通道控制

AIC23_Write(AIC23_LT_LINE_CTL, 0x000); 左声道输入衰减为 NORMAL 方式,控制衰减为 -34.5db

AIC23_Write(AIC23_RT_LINE_CTL, 0x000); 右声道输入衰减为 NORMAL 方式,控制衰减为 -34.5db

AIC23_Write(AIC23_DIGITAL_IF_FORMAT, DIGIF_FMT_MS | DIGIF_FMT_IWL_16 | DIGIF_FMT_FOR_DSP); 数字音频格式设置:MS = 1,(主模式)IWL = 00(输入长度 16 位)FOR = 11(数据初始化,DSP 初始化,帧同步来自于 2 个字)

AIC23_Write(AIC23_SAMPLE_RATE_CTL, SRC_SR_8 | SRC_MO); 样本速率控制:USB 模式(主时钟 MCLK = 12M),ADC,DAC 的采样率为 8khz,SR3 = 1,BOSR = 1

AIC23_Write(AIC23_LT_HP_CTL, 0x07f); 设置左耳机音量最大为 +6dB(LHV = 1111111)

AIC23_Write(AIC23_RT_HP_CTL, 0x07f); 设置右耳机音量最大为 +6dB(L = 1111111)

AIC23_Write(AIC23_DIG_IF_ACTIVATE, DIGIFACT_ACT);

ACT = 1 数字节界面激活

McBSP0_InitSlave(); 设置 McBSP0 为从模式

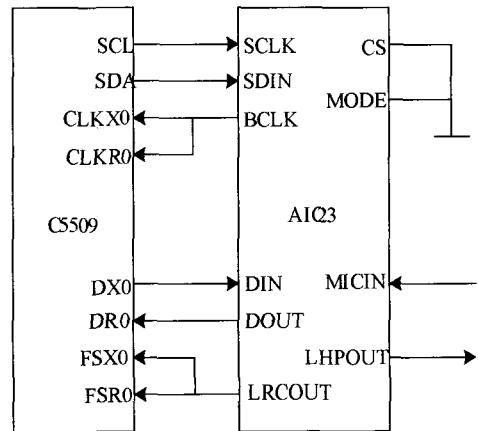


图2 C5509 与 AIC23 的连接示意图

2 软件设计

2.1 MATLAB 中设计 FIR 带通滤波器

通常电话信道带宽为(300 ~ 3 400) Hz,当芯片

AIC23 的采样频率设定为 8 KHz 时,理论上输入信号的频率范围可以是(0~4 000) Hz,大于给定的信道频带范围。当信号在信道中传输时,为了更好的匹配信道特性,可以经过一个(300~3 000) Hz 的带通滤波器使得滤波后的信号带宽小于信道带宽。系统采用窗函数法设计 FIR 滤波器,采用的窗函数是汉明窗(Hamming)。在设计数字滤波器时,通常采用 MATLAB 来进行辅助设计和仿真, MATLAB 函数 `fir1` 可以用来设计加窗的有限冲激响应数字滤波器^[7]。`fir1` 函数用于设计常规的低通、高通、带通和带阻线性相位有限冲激响应滤波器。在系统中设计滤波器,调用命令为:`b = fir1(N, Wn, Window)`,式中 N 为滤波器的阶数,因此 $h(n)$ 的长度为 $N + 1$; Wn 为归一化截止频率, $0 < Wn < 1$,这是以采样频率为基准频率的标称值,故 1 对应采样频率的一半,若 Wn 是一标量,则用来设计低通滤波器,如果 Wn 是 1×2 的向量,则可以用来设计带通滤波器;`Window` 表示设计 FIR 滤波器所采用的窗函数类型,以列向量形式表示。向量 `Window` 的长度必须为 $N + 1$,若 `Window` 缺省,则 `fir1` 默认使用汉明窗;返回值 b 为设计的 FIR 滤波器系数。系统根据要求设计一个 60 阶、通带范围是(300~3 000) Hz、采样频率为 8 000 Hz 采用汉明窗函数的带通滤波器,在 MATLAB 中调用设计带通滤波器的格式为:`b = fir1(59, [0.075 0.75])`。

2.2 CCS 中相关设置

通过在 CCS(Code composer studio,代码集成开发环境)中调用 `dsplib` 中的函数 `fir2` 最终实现信号通过带通滤波器的系统。在这里, `fir2` 函数需要调用已经在 MATLAB 中设计好的带通滤波器的参数。使用 `dsplib` 库函数应该注意的地方是,由于 `dsplib` 安装在固定子目录上,而应用程序可能在其它目录上,程序编译连接时,可能找不到 `dsplib` 中相应的程序。为使程序正常运行,需对工程的 `Bulid Options` 选项中两个地方进行设置^[8]。其一是编译时打不开或找不到 `dsplib. h`; `tms320. h` 文件,此时可以在 `Compiler` 标签下选中 `Preprocessor` 选项,在 `Include Search Path` 栏中填入 `dsplib. h`; `tms320. h` 所在子目

录;另一种情况是,连接时找不到 `fir2` 运算相应的汇编程序,编译错误提示有些函数为未定义变量,此时可在 `Linker` 标签下选中 `Basic` 选项,在 `Library Search Path` 栏中填入 `55xdsp. lib` 库文件所在路径,在 `Include Library` 栏填入库文件(本例为: `55xdsp. lib`)。至此完成设置,编译连接时可将应用程序及 `dsplib` 中程序连接起来,程序可以正常编译。

3 实验结果

图 3 为一段语音信号经过带通滤波器的结果。其中图 3(a1)和(a2)是输入语音信号的时域和频域图,图 3(b1)和(b2)是经过滤波后的语音信号的时域和频域图,图 3(c1)和(c2)是带通滤波器的时域和频域图。由图 3(a1)和(b1)相比较,可以发现经过滤波后的信号更加的清晰和干净;而从图 3(a2)和(b2)相比较,可以看出在 300 Hz 以前和 3 000 Hz 以后的信号基本上滤除了,也就达到了系统的目的。

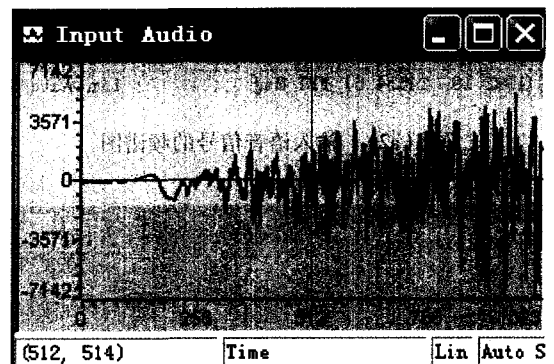


图 3(a1) 输入语音信号的时域图

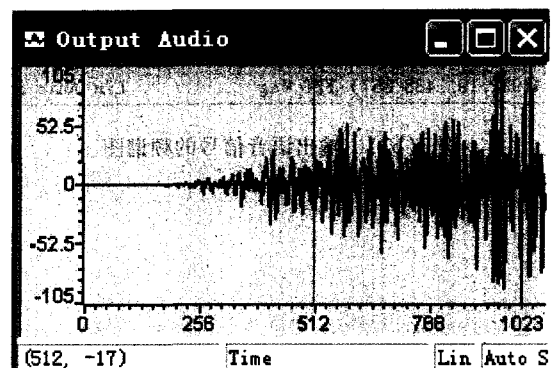


图 3(b1) 输出语音信号的时域图

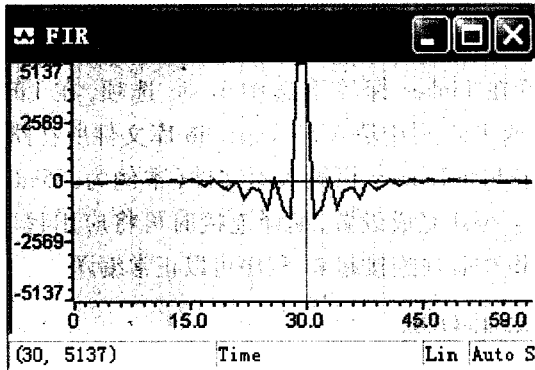


图3(c1) 带通滤波器的时域图

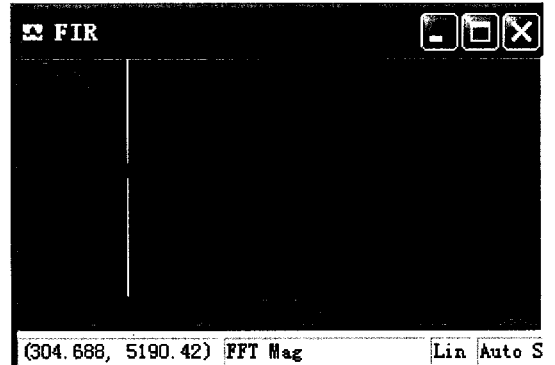


图3(c2) 带通滤波器的频谱图

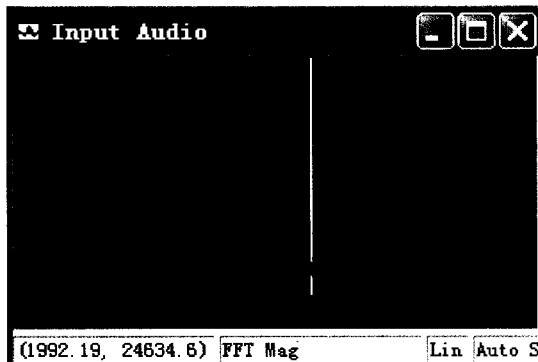


图3(a2) 输入语音信号的频谱图

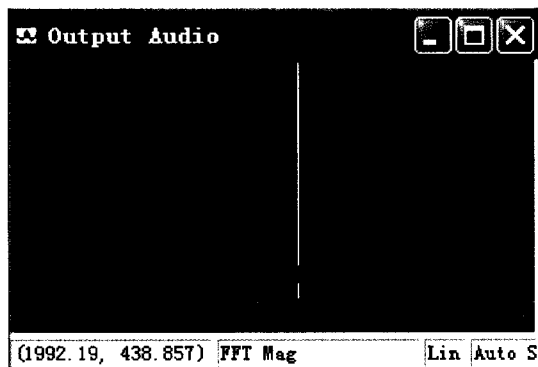


图3(b2) 输出语音信号的频谱图

4 结束语

实验结果表明,基于 TMS320VC5509 的语音数据采集及 FIR 滤波具有明显的除去通带外噪声的效果,改善声音质量,并且可以工作在实时状态。

参 考 文 献

- 1 李绍胜,赵振涛. TMS320C5000 系列 DSP 开发应用技巧. 北京:中国电力出版社,2007:4—9
- 2 Qi Lin,Zhang Yonghong,Bai Jing. Development of portable ECG monitor on low-cost DSP. Springer Science, 2007;14(6):4058—4060
- 3 彭启琮,武乐琴,张 舰. TMS320VC55x 系列 DSP 的 CPU 与外设. 北京:清华大学出版社,2005:276—287
- 4 任治刚,孙洪波,张 泽. TMS320C54x 系列 McBSP 串口特性及其应用. 内蒙古大学学报(自然科学版),2001;32(3):336—339
- 5 王 嘉,欧建平. 利用 I²C 总线实现 DSP 与音频采样芯片 TLV320AIC23 的接口控制. 微处理机,2003;4:10—12
- 6 汪春梅,孙洪波. TMS320C55x DSP 原理及应用(第二版). 北京:电子工业出版社,2008:270—274
- 7 (美国)米特拉. 数字信号处理实验指导书(MATLAB 版). 孙洪,等译. 北京:电子工业出版社,2005:105—111
- 8 邱立存,闻 武,刘海英. TMS320C54X 系列 DSP 上 FFT 运算的实现. 微计算机信息,2005;21(7-2):136—137

VC5509McBSP Voice Data Acquisition and FIR Filter

JIA Liang, WEI Guo-teng, ZHAO Peng-fei

(Shenyang Institute of Aeronautical Engineering, Shenyang 110136, P. R. China)

[Abstract] Using band-pass filter can make the signal bandwidth less than the channel bandwidth, so voice signal will more matching channel. Through TMS320VC5509 McBSP configuration the chip of the voice codec TLV320AIC23, then put the voice data passing through a FIR band-pass filter, filter out noise outside the pass-band, so that signal transmission can be got better. The experimental results show that the sound quality improved significantly after the band-pass filter.

[Key words] TMS320VC5509 McBSP TLV320AIC23 FIR band-pass filter

(上接第 6398 页)

参 考 文 献

4 结束语

图像的边缘检测是图像特征提取和图像分析理解的基础,它的检测质量对图像的后续处理有着较大的影响。现讨论的改进边缘检测算法能够从八个方向检测出图像的边缘,而且根据图像特性,通过跟踪方法排除一些虚假边缘点。仿真实验表明该改进算法能够有效地检测图像的边缘,具有较好的抗干扰能力。

- 1 高 军,陶娜娜. 基于小波变换的图像边缘检测方法的研究. 包装工程,2007;28(11):70—72
- 2 聂汉军,沈永增. 基于小波变换和模糊中值滤波的图像边缘检测. 计算机工程与应用,2002;38(13):91—92
- 3 赵继印,徐艳蕾,焦玉斌. 基于顺序形态学的图像边缘检测快速算法的研究. 电子学报,2008;36(11):2195—2199
- 4 容观澳. 数字图像处理. 北京:清华大学出版社,2000
- 5 Castleman K R. 数字图像处理. 北京:电子工业出版社,2000
- 6 李介谷. 图像处理技术. 上海:上海交通大学出版社,1988

An Improved Edge Detection Algorithm

LIU Rui, CHEN Hong-wei

(School of Computer Science & Engineering, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, P. R. China)

[Abstract] Edge detection is an important technique in image processing. An improved edge-detection algorithm of image based on Prewitt's algorithm is proposed. The improved algorithm is able to detect edge of image with eight orientation information. It uses image gradient and the relevance of the edge point to identify image edge. This new algorithm. will have accurate edge positioning and anti-interference ability.

[Key words] image edge-detect template Prewitt's algorithm noise