

用 TMS320C54x DSKplus Board 构建声回波对消器

四川大学电子信息学院(610064) 王春霞 谭凯 王永德

摘要: 介绍了 TMS320C54x DSKplus Board 的基本结构和硬件特点,并以 DSKplus Board 构建声回波对消器为例,介绍了 DSKplus Board 的硬件接口扩展技术。

关键词: DSP TMS320C54x DSKplus Board 声回波对消器

TMS320C54x DSKplus Board(DSK)是一种成本低、性能好的 DSP 入门套件。采用简便直观的代数语言编程,使初学者能迅速入门;同时,由于硬件上可以使用扩展板扩展存储空间及外部设备,也为广大的教师、科研工作者、工程技术人员学习及应用 DSP 提供了极大的方便。本文介绍以 DSKplus Board 构建的声回波对消器。该声回波对消器采用先进的自适应辨识算法,即通过对声回授通道的冲击响应的辨识,产生出同回声相似的信号,再从近端语音和回声中去掉回声信号以达到回声对消的目的。声回波对消器需要两路 A/D 输入通道,由于 DSK 只有一路 A/D 输入通道,所以需要对其进行硬件上的扩展。在这里我们自行设计了另一路 A/D 输入通道,并利用 DSK 上的扩展口,非常方便地完成了硬件设计。经软、硬件调试通过后,工作正常。

1 TMS320C54x 系列 DSP 简介

TI 公司于 1996 年推出的 TMS320C54x 系列 DSP 是新一代的定点数字信号处理器。它采用先进的修正型哈佛结构,片内共有 8 条总线(1 条程序存储器总线、3 条数据存储器总线和 4 条地址总线)以及 CPU、在片存储器和在片外围电路等硬件,并有一套高度专业化的指令系统。TMS320C54x DSKplus Board 是一种成本较低、性能优秀的 DSP 入门套件。它具有一个独立的应用板,通过主机并口连接在用户 PC 上,可以检查 TMS320C54x CPU 的结构、运行情况及其外部设备。同时,还有一个基于 Windows 的调试器,能逐条分析代码,并在相应的窗口实时显示 DSP 内部寄存器的信息。

2 自适应声回波对消器原理

自适应声回波对消器原理图见图 1。远端语音经由未知的 LRM (Louderspeaker-Room-Microphone) 系统构成的声回授通道产生回声,回声又连同近端语音一起被传输到远端。在一个闭环系统中,可能会产生回声、啸叫等严重影响通话质量的现象。其回声对消的原理是:通过对未知 LRM 系统冲击响应的辨识,产生出一个同回声相同的信号,在近端语音及回声的混合

信号传向远端之前从中减掉回声。自适应声回波对消器需要有两路 A/D 输入信号和一路 D/A 输出信号。TMS320C54x DSKplus Board 上已有一路 A/D 输入通道及 D/A 输出通道,所以,只需在此基础上扩展一路 A/D 输入通道。

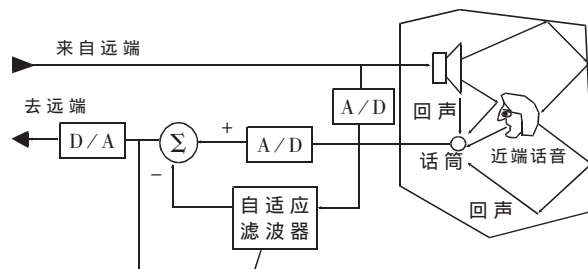


图 1 自适应声回波对消器原理图

3 扩展 DSK 话音数据采集通道

DSKplus Board 上的 AC01 模拟接口电路可以完成单通道的话音信号的数据采样,它具有以下特性:单片 A/D 和 D/A 转换器,14bit 量化;内置式可编程反混迭滤波器;软件可编程取样率;软件可编程复位、增益、低功耗模式;可主从配置级联操作。它具有三种基本操作模式:单独应用模式;主从模式;线性编/译码模式。在 DSKplus Board 上,AC01 接口直接与 C542 TDM 串口连接,它产生所需的移位时钟脉冲 SCLK 和帧同步信号脉冲 FS,以便输入输出数据。这些脉冲由软件可编程存储器和 AC01 主时钟共同决定,主时钟由板上的振荡器产生,频率为 10MHz。为了快速便地的扩展一个话音采集通道,可应用 AC01 的主-从工作模式,增加一个小型 AC01 电路板即可。增加的 AC01 主要连接如图 2 所示。DSKplus Board 上的 AC01 作为主(Master)通道,扩展板上的另一个 AC01 作为从(Slave)通道。

注意:主 AC01 的 FSD 输出作为从 AC01 的 FS 信号,这样主从通道就能轮流地连续地对两路不同的话音信号进行采样了。

硬件电路完成后,再按设计要求对主从模式的两个 AC01 进行软件初始化。AC01 具有九个可编程的内部寄存器,可通过修改这九个内部寄存器的内容来

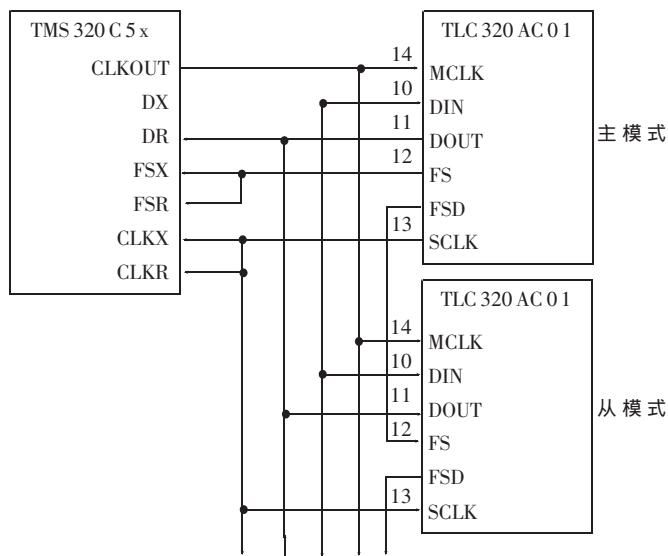


图2 AC01主从模式的连接

完成其配置。寄存器具体定义可参见文献[2]。现介绍几个重要的寄存器：

·寄存器1, A寄存器, 其内容决定帧同步时钟和低通滤波器的-3dB截止频率：

$$FCLK \text{ 频率} = \text{主时钟频率} / (A \text{ 寄存器内容} \times 2)$$

$$\text{低通滤波器的} -3\text{dB 截止频率 } f_{lp} = FCLK / 40$$

·寄存器2, B寄存器, 其内容决定采样频率和高通滤波器的-3dB截止频率：

$$\text{采样频率} = FCLK / B \text{ 寄存器内容}$$

$$\text{高通滤波器的} -3\text{dB 截止频率 } f_{hp} = \text{采样频率} / 200$$

·寄存器7, 帧同步延迟寄存器, 其内容决定从AC01的帧同步信号相对于主AC01的延迟时间。

如果用AC01的主从模式, 则要求寄存器7为最后一个初始化的寄存器, 最小值18。

·寄存器8, 帧同步个数寄存器, 其内容决定系统中有多少个AC01, 个数为从AC01的个数加1。

在声回波对消的应用中, 要求主从通道均采用9kHz采样频率, 通带为300Hz~3.4kHz(其中高通滤波器的-3dB截止频率由外部接口电路决定), 两个通道轮流由TDM串口向DSP产生中断。相应的寄存器内容见源程序中的REG1~REG8, 设计出的实际参数为：

采样频率: 7.95kHz

低通滤波器的-3dB截止频率 $f_{lp} = 3.37\text{kHz}$

高通滤波器的-3dB截止频率 $f_{hp} = 40\text{Hz}$

初始化AC01的源程序如下：

```
REGISTER.set 0cbH ;设定需要修改的寄存器号, Bit0~Bit7 分别对应REG1~REG8, 1表示要修改;0表示不修改, 用上电的缺省值
```

```
REG1 .set 125H ; A寄存器, 内容为37
```

```
REG2 .set 211H ; B寄存器, 内容为17
```

```
REG3 .set 300H
```

```
REG4 .set 409H
```

```
REG5 .set 501H
```

```
REG6 .set 600H
```

```
REG7 .set 722H ; 帧同步延迟寄存器
```

```
REG8 .set 802H ; 帧同步个数寄存器, 在本应用中为一主一从
```

AC01 INIT :

```
xf=0 ;复位 ac01
```

```
intm=1 ;禁止所有中断
```

```
tcr=#10H ;定时器停止
```

```
imr=#280H ;当 TDM 发送时, 从休眠状态启动
```

```
tspc=#0008H ;暂停 TDM 串口
```

```
tdxr=#0H ;发送 0 作为第一个数
```

```
tspc=#00c8H ;复位并打开 TDM 串口
```

```
xf=1 ;从复位状态释放 AC01
```

```
; ..... Register init's ..... 
```

```
.eval REGISTER & 1H, SELECT
```

```
; 如果要修改 REG1, 则执行下列程序
```

```
.if SELECT=1H
```

```
a=#REG1 ;用 REG1 的值加载累加器 A
```

```
call REQ2 ;调用 REQ2 子程序初始化寄存器值
```

```
.endif
```

```
.eval REGISTER & 2H, SELECT
```

```
; 如果要修改 REG2, 则执行下列程序
```

```
.if SELECT=2H
```

```
a=#REG2
```

```
call REQ2
```

```
.endif
```

```
.eval REGISTER & 4H, SELECT
```

```
; 如果要修改 REG3, 则执行下列程序
```

```
.if SELECT=4H
```

```
a=#REG3
```

```
call REQ2
```

```
.endif
```

```
.eval REGISTER & 8H, SELECT
```

```
; 如果要修改 REG4, 则执行下列程序
```

```
.if SELECT=8H
```

```
a=#REG4
```

```
call REQ2
```

```
.endif
```

```
.eval REGISTER & 10H, SELECT
```

```
; 如果要修改 REG5, 则执行下列程序
```

```
.if SELECT=10H
```

```
a=#REG5
```

```
call REQ2
```

```

        .endif
        .eval REGISTER & 20H,SELECT
            ;如果要修改 REG6,则执行下列程序
        .if SELECT=20H
        a=#REG6
        call REQ2
        .endif
        .eval REGISTER & 80H,SELECT
            ;如果要修改 REG8,则执行下列程序
        .if SELECT=80H
        a=#REG8
        call REQ2
        .endif
        .eval REGISTER & 40H,SELECT
            ;如果要修改 REG7,则执行下列程序
        .if SELECT=40H
        a=#REG7
        call REQ2
        .endif
        return
REQ2
    ifr=#080H        ;清除中断标志寄存器 IFR
    tdxr=#03H        ;请求 AC01 的二次通讯
    idle(1)          ;等待第一次发送
    tdxr=a            ;把寄存器内容送到串口
    ifr=#080H        ;清除中断标志寄存器 IFR
    idle(1)          ;等待二次发送
    ifr=#080H        ;清除中断标志寄存器
    
```

```

        idle(1)
        return        ;中断返回
    
```

在自适应声回波对消的主程序中, 当有 AC01 中断时, 中断服务程序首先判断数据是从哪一个通道送来的, 主通道还是从通道? 可通过接收数据的最低两位 D01 D00 检测出来。若 LSBS 是 00, 表明是主通道传来的数据, 程序转向主通道的中断服务程序。若 LSBS 是 01, 表明是从通道传来的数据, 程序转向从通道的中断服务程序。

以上硬件电路已经成功地应用于实时声回波对消器中。当然, 最终的产品应该是独立的脱机系统。但在研发初期, 与从头设计一个 DSP 系统相比, 扩展 DSKplus Board 的接口功能, 为科研人员节省了大量的时间, 也避免了由于开发初期考虑不周, 造成反复设计 DSP 系统的巨大浪费, 使科研人员能把主要的精力投入到需要创新、需要反复验证的关键步骤。由此看来, 价廉且性能佳的 DSK 不仅能作为初学者入门的良好套件, 也是科研人员加快初期研发工作进度的有力工具。

参考文献

- 1 TMS320C54x DSKplus DSP Starter Kit User's Guide. TI, 1996
- 2 TLC320AC01C Single-Supply Analog Interface Circuit Data Manual. TI, 1996
- 3 TMS320C54x DSP Algebraic Instruction Set Reference Set. TI, 1996
- 4 B.Farhang-Boroujeny. Fast LMS/Newton algorithms based on autoregressive modeling and their application to acoustic echo cancellation. IEEE Trans. Signal Processing, 1997; 45(8)

(收稿日期: 2000-07-06)