

文章编号:1000-582X(2005)01-0028-04

基于 DSP 的 MP3 解码系统设计*

罗 钧,付 丽

(重庆大学 光电技术及系统国家教育部重点实验室,重庆 400030)

摘 要:基于 DSP 实现 MP3 解码系统的设计,采用高性能的立体声音频 Codec 芯片 TLV320AIC23 作为音频信号数模转换,DSP 的两个 McBSP 与其连接,分别作为配置接口和音频数字接口,配置接口设置为 SPI 模式。USB 与 DSP 接口实现 MP3 数据流与 PC 机之间的上传与下载,存取 MP3 文件方便,存储 MP3 文件的媒介选取大容量的存储设备 CF 卡,系统选用可编程逻辑器件 CPLD 控制 USB 及 CF 卡的读写和片选。实验证明该系统可以高质量完成 MP3 解码、播放。

关键词:DSP;MP3;解码。

中图分类号:TP274

文献标识码:A

随着数字视频和图像处理的发展,数字音频技术也正在提高,尤其是以 ISO/IEC 为基础的 MPEG 技术。MP3 是 MPEG Audio Layer III 的缩写,它是 Hi-Fi 级音频压缩的国际标准^[1]。目前,市场上的 MP3 解码基本上都是采用专用芯片解码,采用专用芯片解码体积大,支持的音频格式有限。我们采用在 DSP 芯片上用 C 语言进行软解码,软解码比较灵活,可移植性好,易于升级,解码质量可通过软件参数设定,通用性好。

1 硬件系统结构

DSP 的 MP3 解码系统硬件框图如图 1 所示,我们采用了低功耗的 DSP 芯片 TMS320VC5416 进行软件解码^[2],32M 的 CF 卡作为存储 MP3 文件的媒介,USB 接口作为与 PC 机进行通讯接口,传输数据速度快,可以在 PC 机下载、上传 MP3,可编程逻辑器件 CPLD(选用 EPM7128SL84)用于产生 CF 卡与 USB 接口芯片的片选以及控制其读写。

1.1 TMS320VC5416 定点 DSP

TI 公司的 TMS320VC5416 定点运算数字信号处理器(DSP),其功耗低,性能高,内部采用一种改进型的哈佛总线结构:一条程序总线,3 条数据总线,数据总线宽度为 16 位。分开的数据和指令空间使该芯片具有高度的并行操作能力,在单周期内允许指令和数

据同时存取,再加上其高度优化的指令集,使得该芯片具有很高的运算速度,最高可达 160 MIPS^[3]。

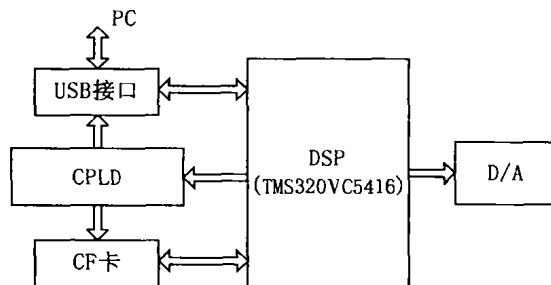


图 1 系统的硬件框图

1.2 音频传输、播放系统

1.2.1 TLV320AIC23 介绍

D/A 采用 TLV320AIC23 芯片,TLV320AIC23(以下简称 AIC23)是一款高性能的立体声音频 Codec 芯片,内置耳机输出放大器,支持 MIC 和 LINE IN 两种输入方式(二选一),且对输入和输出都具有可编程增益调节^[4]。AIC23 的模数转换(ADCs)和数模转换(DACs)部件高度集成在芯片内部,采用了先进的 Sigma-delta 过采样技术,可以在 8 K 到 96 K 的频率范围内 20、24 bit 和 32 bit 的采样,ADC 和 DAC 的输出信噪比分别可以达到 90 dB 和 100 dB。与此同时,AIC23 还具有很低的能耗,回放模式下功率仅为

* 收稿日期:2004-11-05

基金项目:重庆市信息产业局科技攻关项目(200113013)

作者简介:罗钧(1963-),男,重庆人,重庆大学副教授,主要从事智能仪器及系统和数码相机的研究开发。

23 mW, 省电模式下更是小于 15 uW。由于具有上述优点, 使得 AIC23 是一款非常理想的音频模拟 I/O 器件。

1.2.2 AIC23 与 DSP 的数字音频接口设计

DSP 与 AIC23 连接如图 2 所示, 利用 USB1.1 接口器件 PDIUSB12 可编程的时钟频率输出 12M 作为立体声音频 Codec 芯片 AIC23 的时钟输入 CLK12M。AIC23 的配置接口支持 I²C 模式, 也支持 SPI 模式, 系统采用 DSP 的一个 McBSP 用 SPI 模式跟 AIC23 连接。DSP 配置为主模式, AIC23 配置为从模式。AIC23 输出串行数据, DSP 的 MCBSP 串口 6 个引脚使数据通路和控制通路跟 AIC23 相连。数据由 BDX0、BDR0 传输, 同步信号的控制由 BFSX0、BFSR0、BCLKX0 来实现。数字音频接口采用 DSP 模式, 该模式与 TI 公司 DSP 的 MCBSP 串口兼容, 该模式时序如图 3。由图知, 在 LRCIN/LRCOUT 信号的下降沿开始进行数据的传输, 先左声道数据传输, 然后右声道数据传输。

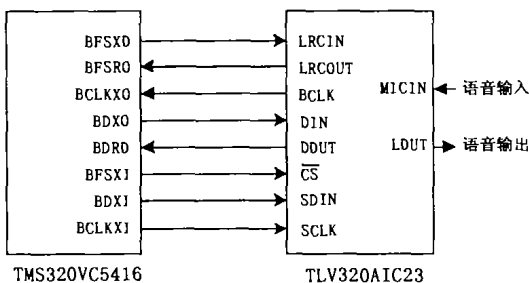


图 2 TLV320AIC23 与 DSP 连接图

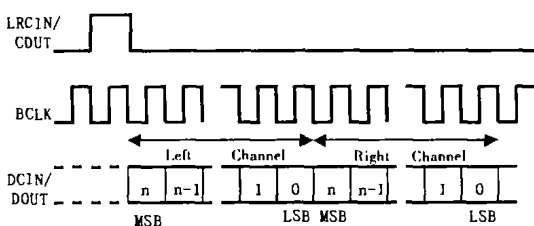


图 3 AIC23 的 DSP 模式时序

DSP 需要处理来自和发向 AIC23 的数据, 从而达到采集和播放声音。McBSP 与 CPU 通信用 DMA 方式, 通过 DMA 收到或发送完一组单元, 再给 CPU 中断。采用 DMA 的方式, 即串口每发送或接收到一个单元, 都会自动触发 DMA 将其搬送到一个内部的 Buffer, 等 Buffer 满了再通过中断方式告诉 CPU 处理。在 DMA 的中断服务程序中为了可靠可以把这个 Buffer 的数据再拷贝到另一个待处理的空间, 即两级 Buffer, 然后置标志位, CPU 在主程序中查询标志位然后作出相应的处理。DMA 操作的 Buffer 可以通过寄存器配置。

1.2.3 USB 接口实现

USB 接口采用高性能、并行总线的 USB 接口器件 PDIUSB12(以下简称 D12), D12 符合通用串行总线 USB 1.1 版规范, 可与 DSP 微控制器实现高速并行接口^[5-6], D12 与 DSP 连接如图 4 所示。

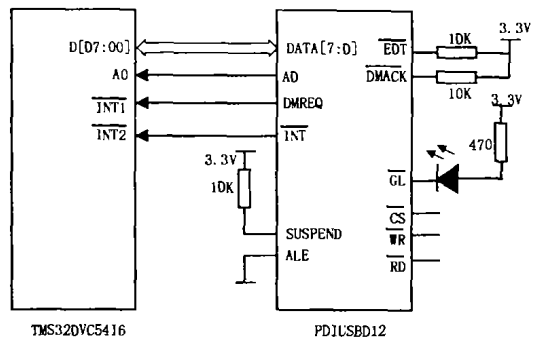


图 4 D12 与 DSP 连接图

由 CPLD 产生 D12 的片选、以及控制对 D12 的读写; ALE 接低电平, 表示一个独立的地址和数据总线配置; D12 的 A0 脚与 DSP 的 A0 相连, 控制 D12 的命令和数据状态。

1.2.4 CF 卡接口设计

CF 卡是一种小型化、大容量、低功耗、智能型的存储媒体, 在便携式设备中应用广泛。以 Flash Memory (闪烁存储器) 为主要载体, 内部用微处理器进行时序控制和存储管理^[7]。CF 卡与 DSP 连接如下图 5 所示。

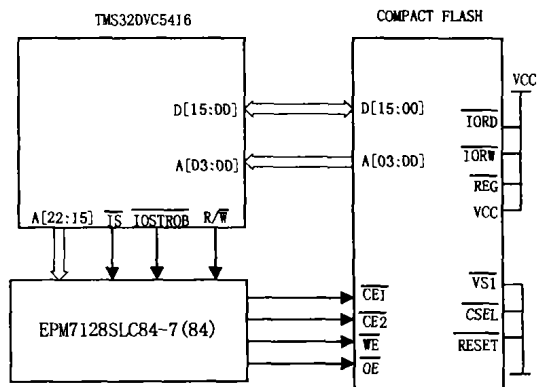


图 5 CF 卡与 DSP 连接

CF 卡的 A3 ~ A0 为数据、命令、或状态寄存器地址线, D15 ~ D0 为数据总线, 可 16 位或 8 位访问, 当片选信号 CE1#和 CE2#同时为低电平时, 为 16 位访问格式; 当 CE1#置高, CE2#为低电平时, 为 8 位访问格式。

CF 的存取方式有三种: Memory 方式、I/O 方式、True IDE 方式, 该系统中 CF 卡工作模式选取上电默认方式, 即: Memory 方式, 片选 CE1#、CE2#由可编程逻辑器件 EPM7128SL84 对 DSP 的 8 位地址 A15 ~ A22 译码产生。CF 卡工作电压为 5 V 或 3.3 V, 设计选用

3.3 V 工作电压,便于数据输出与地址可直接与 DSP 相接。

2 MP3 解码的 DSP 实现

2.1 MP3 文件的格式

MP3 是目前世界上最流行的音频格式之一,其采用了 MPEG-1 Ⅲ 层标准压缩编码格式。^[1] 遵循 MP3 标准的音乐具有很高的压缩率和较高的保真度,其压缩比可达 1:10~12,即 1 分钟 CD 音质的音乐经过 MP3 压缩编码后,可以压缩到 1 兆左右而基本保持不失真。MP3 的压缩率很高,失真也较小,但它的算法也较为复杂。MP3 文件的内容是音频位流数据文件,它由若干个数据帧组成,每个数据帧的构成如图 6 所示。每帧中的音频数据含有 1 152 个原始音频信号的采样信息,并且经过霍夫曼编码形成。数据帧的其它内容分别为:

头标信息: 音频位流的一部分,它包含同步和状态信息。

校验字: 音频位流的一部分,它包含用于错误检测的信息。

辅助信息: 音频位流的一部分,它包含每帧中可用于解码的相关信息。

缩放因子信息: 音频位流的一部分,它包含用于计算音频数据量化比例因子的信息。

霍夫曼编码数据: 音频位流的一部分,它包含每帧中所有原始音频采样数据的霍夫曼编码。

附加数据: 音频位流的一部分,它可包含一系列用户定义的辅助数据。

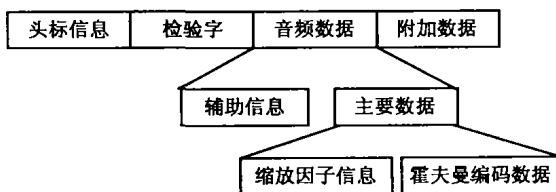


图 6 MP3 位流数据帧示意图

2.2 MP3 解码

Layer Ⅲ 采用了较复杂的比特流结构。解码程序的流程图如图 7 所示。首先获得每一帧的同步字,取得头信息,从而获得各相应参数,根据对头信息的解析进而得到实际的一帧音频数据。读取主数据获得比例因子数据,对样本进行解码,然后对解码样本顺序进行

倒置,如果块类型(BlockSplit_type)和标志类型(Flag_type)都为 1 时,对样本进行重新排序,根据边信息中霍夫曼码本的选择信息进行霍夫曼解码,然后进行反量化,根据帧头的立体声信息,对反量化结果进行立体声处理。最后通过混迭处理、IMDCT 和合成滤波器重建数字音频信号。

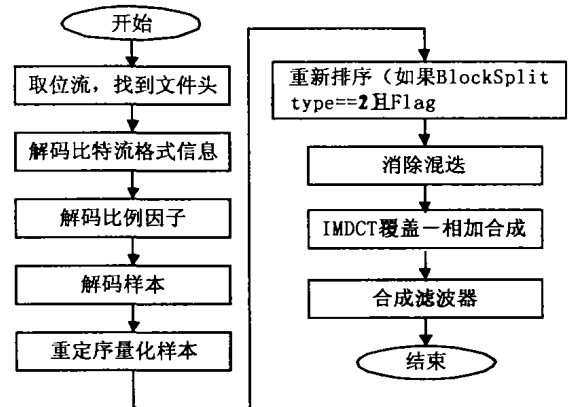


图 7 MP3 解码流程

3 结束语

系统采用了高性能的芯片及性能优良的模拟接口,具有很强的信号处理能力,可以高质量地完成立体声的解码算法。在系统的软硬件的基础上,显示器和键盘等,可以增加用户接口。该系统可以集成在数码相机等产品中增加 MP3 播放机功能,具有广阔的推广应用前景。

参考文献:

- [1] ISO/IEC 11172-3 Coding of Moving Picture and Associated Audio for Digital Storage Media at up to About 1.5Mbit/s Part 3: Audio[S], 1993.
- [2] 王念旭. DSP 基础与应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [3] 戴明桢, 周建江. TMS320C54X DSP 结构、原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [4] 李双勋, 欧建平. TLV320AIC23 在音频处理中的应用[J]. 国外电子元器件, 2003, (10): 16-18.
- [5] 周立功. PDIUSB12 USB 固件编程与驱动开发[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [6] 来晓阳, 都思丹, 高教堂. PDIUSB12 接口芯片及其在 MP3 播放器中的应用[J]. 电子技术, 2001, 28(11): 12-14.
- [7] 耿相铭, 胡剑凌. 基于 DSP 的 CompactFlash 卡接口设计[J]. 电子技术应用, 2001, 27(9): 68-70.

MPEG Layer III Decoder Design Based on DSP

LUO Jun, FU Li

(Key Laboratory of Optoelectronic Technology and System Under the State
Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The design of MP3 decode system based on DSP is introduced. TLV320AIC23, a high performance and stereo codec chip, is selected as a D/A converter in the system. Two McBSPs of DSP are connected to TLV320AIC23, one of them acts as configuration interface, the other, the audio digital interface. Configuration interface mode is SPI. The MP3 audio bitstream transmission between the PC and DSP is realized through the USB1.1 interface. So it is convenient to access MP3 audio bitstream. A large capacity memory device, Compact Flash Card, is a storage media accessing MP3 bitstream. a programmable logical device, CPLD, controls reading, writing and chip selection of USB and Compact Flash Card. Some experiments show the system can well accomplish MP3 decoding and playing.

Key words: DSP; MP3; decoding.

(编辑 成孝义)

(上接第18页)

Exhaust Muffler Design of Automotive Based on Acoustic Transfer Matrix

HU Yu-mei, XU Xiang-lin, CHU Zhi-gang, LI Jing-yuan

(State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Based on acoustic transfer matrices analytical method acoustic transfer matrices of some non-basic acoustic sub-structures are deduced, a program of emulating and optimizing muffler's characteristic is written. Aiming at the muffler of a certain mini-car structural optimization design is carried out with the program. The muffler is been up to the requirements of pass-by noise control and space collocation of the mini-car. On this condition insert-loss and power-loss indoor tests of the improved muffler are carried out. The results show that the muffler, which is designed by using acoustic transfer matrices method, has very good noise elimination capability. Maximal value of noise elimination is up to 22.9 dB(A) but output power of the internal-combustion engine does not greatly change. It satisfies the performance requirements of the mini-car.

Key words: transfer matrix; exhaust muffler; insert-loss; power-loss

(编辑 成孝义)