

文章编号:1000-582X(2003)12-0098-05

一种基于通用单片机的MP3播放器解决方案*

罗钧, 桂杰出

(重庆大学光电技术及系统国家教育部重点实验室, 重庆 400044)

摘要:讨论了一种基于通用单片机的MP3播放器解决方案。它采用Intel体系的8位单片机作为系统控制器,利用USB接口下载MP3歌曲,用Compact flash card存贮MP3文件。详细说明了控制器通过USB接口和上位机通讯,控制器和Compact flash card的接口设计,MP3解码芯片的STA013的使用,数字语音信号通过D/A转换器CS4334转换为模拟语音信号。由于采用的是通用的单片机实现的,该种MP3播放器可以很容易地移植到其它微控制器系统中,使设备兼具MP3播放功能的设备。

关键词:单片机; MP3; USB; CF卡

中图分类号:TP368

文献标识码:A

MP3(MPEG Audio Layer-3)是一种数字音频压缩技术,数字压缩速率达到每通道128 kbps,数据压缩比例可以达到12:1^[1]。MP3播放器的主要作用就是解压压缩的MP3数字音频,再现MP3音乐,同时为携带方便还要能存贮MP3文件,MP3歌曲可以从电脑上下载。MP3播放器主要由MP3文件解码部分、文件存贮部分、文件下载接口和语音播放部分构成。根据解码的方法播放器可分为软解码和硬解码两种:软解码是利用控制器软件解压缩MP3文件,它要求控制器的处理速度要快;由于所采用的是低速的单片机,所以采用的是SST公司的STA013解码芯片解码,减轻了单片机的负担。

1 MP3播放器系统结构

MP3播放器主要由如图1实线所示的几个部分组成,MCU(单片机)负责控制USB接口芯片PDIUSB-D12与计算机通讯从计算机上下载MP3文件、通过I²C总线控制解码芯片STA013工作,以及完成数据从源到STA013的传送;CF卡用来存贮MP3文件,播放时MP3文件从CF卡传送给STA013解码,这些控制都是由单片机来实现的。解码后的数字音频信号通过D/A转换器CS4334转换成模拟音频信号。

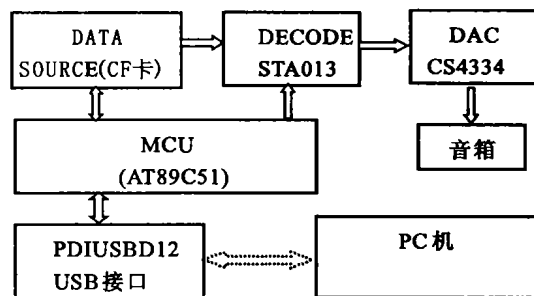


图1 MP3播放器系统框图

2 MP3文件的解码播放

STA013是很灵活的MPEG Layer III音频解码芯片,它支持MPEG1和MPEG2标准的音频数据流的解码,同时还支持低采样率的压缩的数据流的解码^[2],如MPEG2.5。STA013的接口电路部分如图2所示。STA013通过I²C总线来传输控制信息,通过串行数据线接受语音数据。I²C控制由SCL和SDA两个引脚来实现,它们运用I²C协议传送命令、查询参量、初始化芯片以及控制芯片的解码。SDI(数据)、SCRK(时钟)、DATA_REQ(准备好)三个脚都是连接到数据源。当DATA_REQ为高的时候,数据源以尽可能快的速度向STA013串行传送数据,直到STA013的缓冲区快要满的时候,DATA_REQ变为低,数据传送停止。

* 收稿日期:2003-07-03

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。

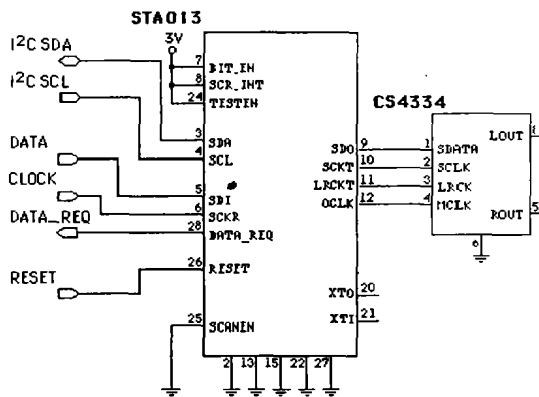


图 2 STA013 引脚原理图

2.1 I²C 总线 4 种简单的基本操作

A. 开始条件: SDA 由高到低跃变, SCL 为高。表示一个通讯过程的开始或者停止, 而不是在传送数据。

B. 写字节, 得到确认信息: 此时 SCL 为低, MCU 传出 8 位数据, 当第 9 个时钟到来的时候, MCU 收到一个来自 STA013 的确认信息。

C. 读字节, 发送确认信息: MCU 在 SCL 上传出 8 个时钟周期, 在每个时钟周期上升沿, MCU 从 STA013 读出一位数据, 在第 9 个时钟上升沿, MCU 使 SDA 变低, 表示已经成功读出 STA013 的信息。

D. 结束条件: SDA 的上升沿, 此时, SCL 为高。在结束时, I²C 的两条线都保持高电平, 这就是 I²C 总线的禁止状态。

2.2 通过 I²C 读写 STA013

通过对 I²C 四种基本操作的认识, 可以理解通过 I²C 总线读写 STA013 数据流程图如图 3 所示, 通知准备写/读时即发送一字节, 值为 0X86/0X87, 前面最重要的 7 位表示 STA013 准备接收, 因为总线上可能还有其他设备, 最低位清零表示 STA013 将要写数据、置 1 表示将要读出下一地址内容。

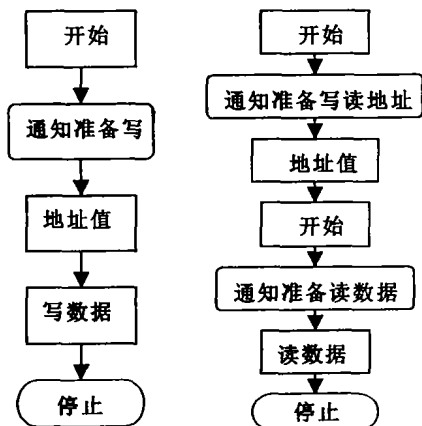


图 3 I²C 总线写数据(左)和读数据(右)流程

2.3 STA013 的工作过程

1) 芯片初始化: 检查 STA013 芯片是否存在; 向 STA013 传送 SST 公司提供的“p02_0609. bin”配置文件。

2) 传送 MP3 数据: 传送 MP3 数据的基本思想就是在 STA013 需要数据的时候, 给它传送。使用者不需要关心 MP3 的比特率问题, STA013 会测定 MP3 的比特率, 然后决定以合理的速度吸纳传送过来的数据, 同时给出继续需要数据的信号。在传送数据的过程中, 当 STA013 的缓冲区将要满的时候, STA013 停止给出继续需要数据的信号, 对于易于变化的 MP3 比特流, STA013 可以自动处理。它同时还可以自动探测 MP3 的采样频率(44.1、48 kHz 等)并合理调整 DAC 的时钟。所做的就是以尽可能快的速度传送, 只要它小于 20 Mbit/s。

3) 解码: 该过程由 STA013 的 DSP 核来进行, 它先通过 MP3 文件头来识别歌曲的一些解码参数从而自动适应不同的 MP3 歌曲的解码, 如通过识别信号的采样频率来自动调整其输出的时钟频率。这一切对用户来说都是透明的, 可以随时查询这些解码参数。^[2-4]

4) 输出数字音频信号: STA013 解码后的数字音频信号由 PIN9(SDO 串行数据输出)、PIN10(SCKT 串行时钟)、PIN11(LRCKT 左右声道时钟)、PIN12(OCLK 采样时钟)4 个脚输出到 D/A 转换器 CS4334。转换后由 CS4334 的 PIN5 和 PIN8 输出模拟音频信号, 经放大后, 就可以听到解码后的 MP3 音乐了。

3 MP3 文件的存贮

MP3 播放器常见的存储介质主要是存储卡, 可分为闪存卡(Smart Media Card)、多媒体卡(Multi Media Card)及 Compact Flash Card 和大容量的硬盘。Compact Flash 卡和 Smart Media 卡两种存储卡的访问速度快、耗电少。Compact Flash 卡有 8 MB、16 MB、32 MB、64 MB、128 MB 和 256 MB 等不同容量的产品。Smart Media 卡比 Compact Flash 卡更轻更薄, 不过容量发展也因为体积过于轻薄而受到限制, 当前市面上的主流产品还停留在 64MB 的格局。除了以上的存储介质之外还有一些厂商根据自身的技术采用一些特殊的存储介质, 如创新推出的一款 Nomad Jukebox 就是采用硬盘存储, 容量高达 6 GB, 但也造就了其庞大的身躯, 很不适合随身移动。采用 Compact Flash Card 作为存贮介质, CF 卡的内部结构原理如图 4 所示, 它内部含有一个 MCU, 一个 DMA 控制器、2k × 8 × 2 的双口 RAM 缓冲区及 Flash 媒体(其容量从数兆 byte 至数十兆 byte 不等)。与单片机接口引脚如图 5 所示, D0 ~ D15

为数据线,A0~A9为地址线,CE1,CE2为卡选择及数据宽度选择。由于单片机数据线为8位,只要让CE2接VCC,使CF卡工作于8位模式并使用D0~D7为数据线,D8~D15悬空不用。CF卡有三种工作模式,分别为Common Memory Mode; I/O Transfer Mode; True IDE Mode,上电时若OE(PIN9)为“0”则CF卡自动进入True IDE模式,若OE=“1”则进入Common Memory模式。还有一点需要注意的是:Reset信号在True IDE Mode时是低电平有效,而其它模式时是高电平有效^[2]。CF卡是以地址来区分命令和数据的,不论以何种模式工作,CF卡均以扇区(512 bytes)为基本单位进行操作,一次可以读写一个或多个扇区,具体情况由命令(Command)来决定,若要对CF卡进行读写操作,首先要指定读写哪个(或哪几个)扇区,即先指定SecCnt(offset=2,总扇区数,一个扇区还是多个扇区),SecNum(offset=3,起始扇区号),Cylinder(offset=4、5,柱面号),C/D/H(offset=6,LBA模式/驱动器号/磁头号),最后发出命令,也即写Command(offset=7)单元。CF卡的读写代码如下所示:^[5-7]

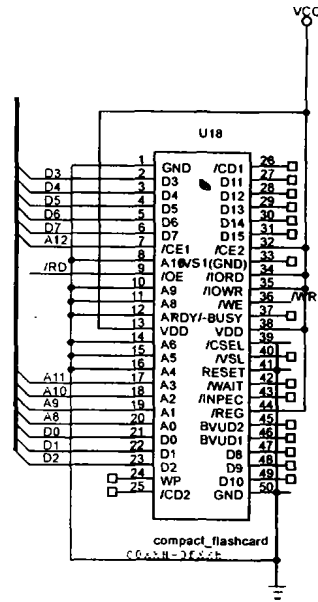


图5 CF卡引脚原理图

CF卡的读写代码如下所示:^[5-7]

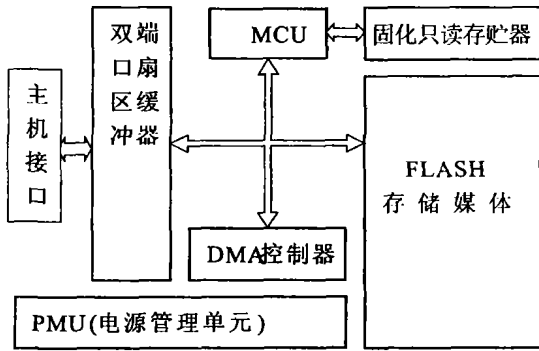


图4 CF卡内部结构框图

```
void cfread(int32 lba,int16 ramadd)//读一个扇区
{
int16 i;
cfwaitready();
lba = lba & 0x00FFFFFF;
lba = lba | 0xE0000000;
HEAD_REG = *((char*)&lba+0); //lba27-24;
CYL_HI_REG = *((char*)&lba+1); // lba23-16
CYL_LO_REG = *((char*)&lba+2); // lba15-8
SEC_NUM_REG = *((char*)&lba+3); // lba7-0
SEC_CNT_REG = 0x01; //扇区数目,一个扇区
COMMAND_REG = READ_SEC; //发读命令
cfwaitdrq(); //等待准备好
for (i=0;i <= 511;i++) //读512字节;
```

```
XBYTE[ramadd+i] = DATA_REG; //读数据寄存器
```

```
void cfwrite(int32 lba,int16 ramadd)//写一个扇区
```

```
{
int16 i;
cfwaitready();
lba = lba & 0x00FFFFFF;
lba = lba | 0xE0000000;
HEAD_REG = *((char*)&lba+0); //lba27-24;
CYL_HI_REG = *((char*)&lba+1); // lba23-16
CYL_LO_REG = *((char*)&lba+2); // lba15-8
SEC_NUM_REG = *((char*)&lba+3); // lba7-0
SEC_CNT_REG = 0x01; //扇区数目,一个扇区
COMMAND_REG = WRITE_SEC; //发写命令
cfwaitdrq(); //等待准备好
for (i=0;i <= 511;i++) //写512字节;
{
DATA_REG = XBYTE[ramadd+i]; //写数据寄存器
}
}
```

4 MP3 文件的下载

MP3 音乐数据获得的方式主要是通过 PC 机从网上或 MP3 光盘获得 MP3 文件,再用专门的软件下载给 MP3 播放器,下载数据使用的接口类型有并口、串

口及USB接口,还有一种通过读卡器在电脑与MP3播放器之间进行数据传输。作者采用的是USB接口。USB接口传输速度快,支持热插拔,传输资料十分方便。对于USB的接口控制芯片,很多厂商都有专用或者通用的芯片。本设计中的USB接口控制采用PHILIPS半导体公司的PDIUSB12来实现,PDIUSB12是一款性价比很高的USB接口器件,它通常用作微控制器系统中实现与微控制器进行通信的高速通用并行接口,它还支持本地的DMA传输^[8]。它使得设计者可以在各种不同类型微控制器中选出最合适的微控制器,PDIUSB12完全符合USB1.1版的规范,它还符合大多数器件的分类规格:成像类、海量存储器件、通信器件、打印设备以及人机接口设备^[8]。

PDIUSB12和其他常见的接口芯片一样,也是通过向芯片写入控制字来操作的。D12芯片提供了3个端点,每个端点都有输入和输出端点号各一个,同时端点2还提供了4种方式的数据传输方法^[9]。D12控制需要占用单片机的一个硬件中断(INT0或INT1)资源,用于响应D12发出的中断请求。端点0包含的两个端点号:端点号0(控制输出),端点号1(控制输入)。这是USB器件的两个基本端点号,主要用于与主机进行配置信息的交换和控制信息的接收,一般还可以作为厂商请求的传输。所以就不选择端点0来与主机进行用户的数据交换;单片机的中断服务程序(ISR)就负责USB数据的传输,其流程图如图6所示。在ISR的入口使用D12_ReadInterruptRegiste()来决定中断源然后将进入相应的子程序进行处理而前台主程序仍然可以进行STA013的解码等。后台ISR中断服务程序和前台主程序循环之间的数据交换通过事件标志和数据缓冲区来实现,例如PDIUSB12的批量输出端点可使用循环的数据缓冲区。当PDIUSB12从USB收到一个数据包,那么就对CPU产生一个中断请求,CPU立即响应中断,在ISR中将数据包从PDIUSB12内部缓冲区移到循环数据缓冲区并在随后清零PDIUSB12的内部缓冲区,以使能接收新的数据包。CPU可以继续它当前的前台任务,如控制STA013的解码等。

5 结语

本设计的MP3解决方案,采用了通用的单片机作为系统控制器,可移植性好;利用单片机控制MP3解码芯片STA013的DSP核解码MP3文件,解决了单片机的低速问题,便于播放控制;利用USB接口来与PC机通讯传送数据,速度快,支持热插拔,方便了MP3文

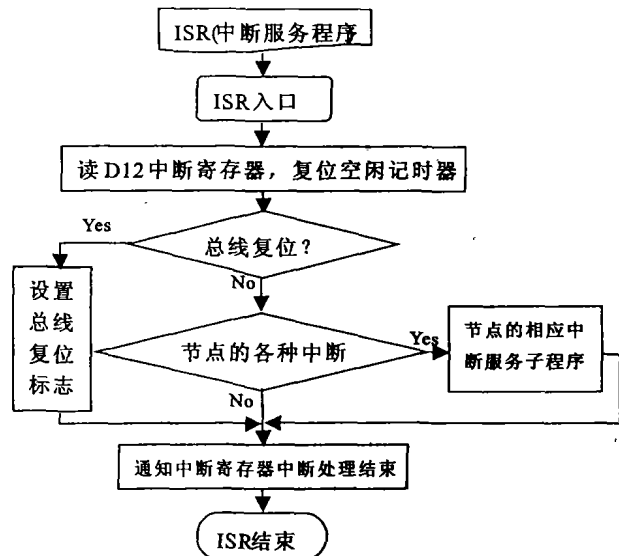


图6 USB中断服务程序流程图

件的上传下载;采用的SST48系列的Compact flash card作为存贮介质,容量大,体积小携带方便。实验结果在电路板上调试通过,播放的MP3音乐流畅,音质较好。中央控制芯片还可以采用高速的DSP来实现,这样,MP3播放器就可以不须解码芯片而直接采用软解码,更方便了嵌入到以DSP为核心的产品(如数码相机)中,从而使该产品兼有MP3播放功能^[9]。

参考文献:

- [1] MPEG. ISO/IEC13818-3, Generic coding of moving pictures and associated audio[S]. Part3,1993.
- [2] BOSI M, BRANDENBURG K. ISO/IEC MPEG2 Advanced Audio Coding[J]. Audio Eng,1997,45(10):789-813.
- [3] NOLL P. MPEG Digital Audio Coding[J]. IEEE Signal Processing Magazine,1997,14(5):59-81.
- [4] BOSI M. The Past, Present and Future of Audio Signal Processing[J]. IEEE Signal Processing Magazine,1997,14(5):30-57.
- [5] 马忠梅,籍顺心,张凯,等.单片机的C语言应用程序设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [6] 倪其昌,向麦黄. SST 48CF系列 Compact Flash Card 及其与8051单片机的接口[J]. 国外电子元器件,2000,4:31-33.
- [7] 耿相铭,胡剑凌. 基于DSP的CompactFlash卡接口设计[J]. 电子技术应用,2001,9:68-70.
- [8] 晓阳,都思丹,高敦堂. PDIUSB12接口芯片及其在MP3播放器中的应用[J]. 电子技术,2001,11:12-14.
- [9] 戴均,吴迎来,张祯. 嵌入式MP3播放器的研究与实现[J]. 杭州电子工业学院学报,2002,22(1):21-25.

A MP3 Player Solution Based On Universal Microchip

LUO Jun, GUI Jie-chu

(Key Laboratory of Optoelectronic Technology and System under the State Ministry of Education,
Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: This paper introduces a MP3 player solution based on universal microchip, Intel 8 bit microchip. It downloads music by USB interface and stores files into compact flash card. This paper specifies the usb interface technology between microchip and computer, interface design between microchip and compact flash card, and the control method of STA013, a mp3 decoding chip. The discrete audio signal is transformed into the continual audio signal by D/A transformer CS4334. Because of using a universal microchip, this system can also be embeded into other microcontrol system to achieve an apparatus with MP3 player.

Key words: microchip; MP3; USB; compact flash card

(编辑 吕赛英)

(上接第 97 页)

Analysis on PKI/CA System Interoperability Model

HUANG Qin, GU Zhen-yu, LIU Yi-liang

(1. College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. Information security research institute, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract: Public Key Infrastructure and Certification Authorities (PKI/CA) have been used to support secure unclassified transactions over open networks, thus it promotes e-commerce, e-government, and electronic transactions protection. But the problem of PKI interoperability caused by the difference of the realization of technique and certificate policy has restricted the application of PKI. This article introduces the technique of Cross-Certification and its realization models. The emergency of Cross-Certification research and application landscape are described also. Furthermore, this article discusses several key problems those should be solved when preparing to carry the Cross-Certification model into practice.

Key words: PKI; CA; Interoperability; model

(编辑 吕赛英)