

基于 LPC932A1 的 SD 卡 MP3 播放器设计

肖启洋, 方元

(南京大学 电子科学与工程学院, 江苏 南京 210093)

摘要: 提出了一种基于单片机的 MP3 播放器的设计方法。采用 PHILIPS 公司的低电压、低功耗的 LPC932A1 高速单片机作为控制核心, 采用 SD 卡作为歌曲存储介质, 使用芬兰 VLSL 公司的 VS1003B 芯片(具有高速 DSP 芯)进行音频解码和回放, 使之具有高性能、便携式、低成本的优点, 实现了 MP3 播放器的播放部分与存储部分的分离, 达到了大容量存储 MP3 播放器的目的。

关键词: LPC932A1; 单片机; SD; VS1003B

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)05-0092-03

Design of SD card -MP3 player based on LPC932A1

Xiao Qiyang, Fang Yuan

(School of Electronic Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: This paper introduces a new design method of MP3 player based on MCU. PHILIPS's low voltage, low power consumption microprocessor-LPC932A1, is a high-speed microcontroller used as control core. Using the SD card as songs storage medium. The use of VS1003B chips for audio decoding and playback, which is the company of VLSL's (Finland) prestigious high-speed DSP chips, makes it has high performance, portable and low-cost advantages. Therefore, it achieves the separations between MP3 player paly part and the part of storage, which access the mass storage MP3 player purpose.

Key words: LPC932A1; MCU; SD; VS1003B

MP3 是 MPEG-1 音频 III(layer III)的简称, MP3 标准用尽可能低的码流实现 CD 音质的声音而不会产生数据损失。低数据量和高播放品质的优点使其成为音乐存储、数字广播、网上音乐传输的主要方式。从第一款 MP3 MPMan10 诞生到现在已经十几年了。十几年来, MP3 随身听以无可比拟的优势, 逐渐成为传统卡带式随身听、CD 随身听、MD 随身听之后市场新的竞争者甚至是终结者^[1]。但是目前市面上的 MP3 播放器的内存已经固定, 用户只能被动地选择容量大小, 而不能根据自己的实际需求使用可调的内存容量, 例如内存容量不够使用时, 只能去购买新的产品, 造成各方面的浪费; 况且随着 MP4 和音乐手机的推出, MP3 已经受到很大冲击。为此, 本设计采用大容量、高速度、具有极大移动灵活性的 SD 卡作为 MP3 播放器的存储介质, 实现 MP3 播放器的播放部分与存储部分的分离, 达到大容量存储 MP3 播放器的目的。

1 系统总体方案设计

系统结构框图如图 1 所示。系统硬件主要包括

LPC932A1 单片机最小系统、VS1003B 音频解码模块、SD 卡读写模块、4 个 LED 灯指示模块。本设计在电路板背面 MCU 附近设计了大容量的 DataFlash 芯片 AT45DB161D 的封装, 这部分属于可选部分; 只需焊上 2~4 MB 的 Flash 芯片, 通过编程可实现固态介质放音功能, 此时就更加接近真正意义上的便携式 MP3 播放器了。



图 1 MP3 播放器系统结构框图

操作时, 将 SD 卡插入系统, 系统上电时主动识别 SD 卡并由 LED 灯 D1 显示系统自检状况, 自检通过时该指示灯亮。系统读取 SD 卡上存储的 MP3 文件并将其送入音频解码芯片 VS1003B 进行解码播放。在播放过程

中, D3 指示灯闪亮, 每读取一个扇区的数据时, 该指示灯的亮灭状态改变一次, 所以播放的音乐文件比特率越低, 闪烁的频率也越低。按键模块可进行上下曲选取和音量加减的操作。

2 硬件模块的具体实现

2.1 LPC932A1 单片机最小系统

LPC900 系列单片机是 PHILIPS 公司面向小型控制领域推出的一类性价比极佳的控制器, 此系列兼容 MCS-51 单片机, 开发人员很容易掌握, 开发工具和一些应用例程也非常多; 本播放器所用 LPC932A1 单片机采用高性能处理器结构, 指令执行时间只需 2~4 个时钟周期, 6 倍于标准 80C51 器件^[2]; LPC932A1 的宽电压和低功耗是本播放器选为主控 MCU 的主要因素之一, 整机播放时功耗在 80 mA 以内。

LPC932A1 单片机最小系统是整体设计中最核心的部分, 控制着系统各个子模块之间的协调运行, 其设计的成功与否直接关系到整个设计能否正常运行。最小系统包括稳压模块、晶振电路、复位电路以及人机交互式按键输入部分。电源开关接口为 2.54 间距的双芯排针, 便于外接电源开关。同时, 用下载程序用的 USB 转串口模块也可以为整机供电。AMS1117-2.5V 是系统稳压芯片, 为系统提供稳定的 2.5 V 电源。考虑到 MP3 播放器的人机交互操作, 本系统共用 6 个按键 (SW1~SW6), 即复位、暂停/播放、下一曲、上一曲、音量+、音量- 功能键。

2.2 音频解码模块

VS1003 是芬兰 VLSI 公司生产的单芯片 MP3/WMA/MIDI 音频解码器和 ADPCM 编码器。它包含一个高性能、低功耗的 DSP 处理器核 VS_DSP, 为用户提供工作数据存储器; 5 KB 的指令 RAM 和 0.5 KB 的数据 RAM, 串行的控制和数据输入接口; 4 个通用 I/O 口, 1 个 UART 口; 拥有 1 个高品质可变采样率的 ADC, 1 个立体声 DAC 以及一个耳机放大器和地线缓冲器^[3]。VS1003B 通过 SPI 总线与 LPC932A1 进行命令及数据的传输, 其接口电路如图 2 所示。VS1003B 主要通过 SPI 的 3 条数据线 (串行输入 SO、串行输出 SI、SCLK) 和 4 条控制线 (片选输入 XCS、数据片选端 XDCS、数据请求 DREQ、XRESET) 实现与单片机的通信。

2.3 SD 卡模块

大小如一张邮票的 SD 卡 (Secure Digital Memory Card) 是基于半导体快闪记忆器的新一代记忆设备, 拥有高记忆量、快速数据传输、极大的灵活性以及很好的安全性等特征, 在便携式装置上广泛使用, 例如 MP3、数码相机和个人数码助理 (PDA) 等^[4]。

SD 卡支持三种传输模式: SPI 模式 (独立序列输入和序列输出)、1 位 SD 模式 (独立指令和数据通道, 独有的传输格式)、4 位 SD 模式 (使用额外的针脚以及某些重新设置的针脚)。采用单片机对 SD 卡进行读写时一般都采用 SPI 模式^[5]。图 3 为 SD 卡模块 (SPI 模式) 的接口电路。

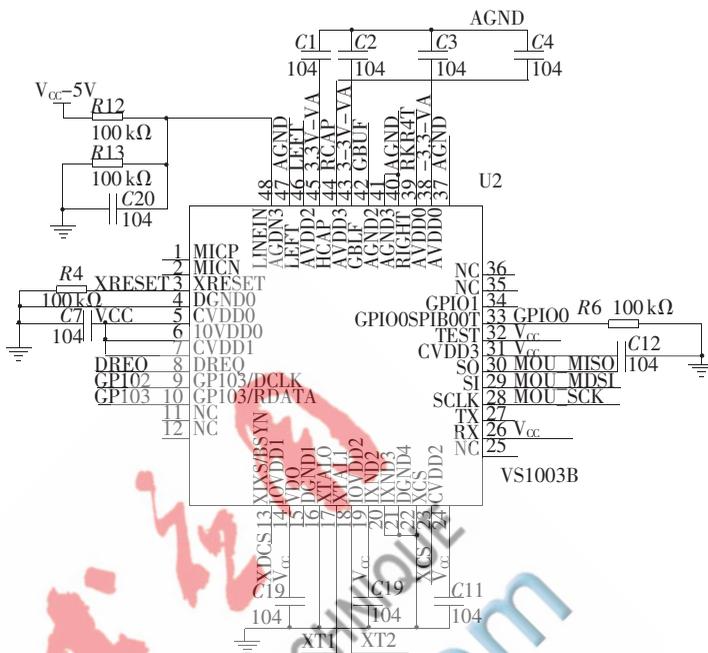


图 2 音频解码模块电路连接图



图 3 SD 卡与单片机接口电路

3 系统软件设计^[6]

3.1 编程与程序下载说明

本设计考虑到串口 (COM) 不支持热插拔及传输速率较低, 且目前大部分便携电脑已开始取消该接口的情况, 增加了一个 USB 转串口的模块, 选用 PL-2303H 转换芯片使播放器使用通信口 J9 (标准的 A 型插座) 与 PC 机相连, 并可担当供电功能。要使用编程器在 PC 机上对 LPC900 系列单片机进行编程, 首先要在 PC 机上安装好 FlashMagic 软件, 以烧写 LPC900 系列各型号单片机。本系统的软件在德国 Keil 公司推出的 C51 编辑器中的集成开发环境 μ -Vision2 进行开发的, 它具有强大的编译、连接和调试功能^[7]。

3.2 软件功能分析

系统软件中各模块主要函数如图 4 所示。其中, PlayMain() 是播放控制模块, 在这一部分特意增加了播放程序中加入跳转到 ISP 程序区的按键处理模块, 以便程序的升级和维护; VS1003.c 为播放器解码驱动程序, 并且控制器与 VS1003B 采用硬件 SPI 接口进行通信; New_SD.c 为播放器 SD 卡驱动程序, 其中安排了初始化

与读扇区采用不同速度的底层硬件数据读写函数; FileSys.c 用于 MP3 播放器的文件系统,能以文件名或音乐文件的顺序号来查找文件,非常适合于工程应用,且能以定时器和状态机来管理人机接口,相当方便和实用。播放器的软件流程图如图 5 所示。

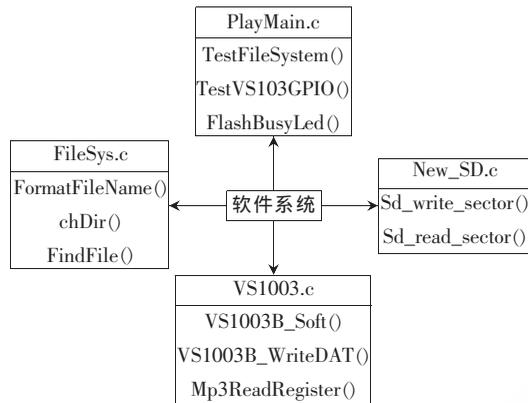


图 4 软件系统-函数结构图



图 5 MP3 播放器软件流程图

3.3 SD 卡模块分析

本文将重点介绍设计中的 SD 卡模块。本系统目前支持的 SD 卡文件系统格式为 FAT12 和 FAT16,可使用 1 MB~16 GB 的 SD 卡作为歌曲存储介质。为了便于文件的分门别类存放,程序中约定所有的音乐文件存放在 SD 卡根目录下的“播放音乐”子目录下,其他类型的文件或文件夹可以任意放置。操作前,先在 PC 机上格式化 SD 卡并选取 FAT 格式,然后建立“播放音乐”的文件夹,接着就可以往里面拷贝文件了。

SD 卡模块(New_SD.c)主要提供 SD 卡驱动以及部分对 FAT 文件系统操作的函数。New_SD.c 文件主要包括以下函数:

SD_Init:将 SD 卡设置成 SPI-模式;

SPI_ReadByte:通过 SPI 总线低速读取 1 B 数据,用于初始化 SD 卡时使用;

SPI_TransferByte:通过 SPI 总线发送 1 B 数据,用于初始化 SD 卡;

SD_SPI_WriteByte:通过 SPI 高速发送数据,用于 SD 卡扇区读过程中;

SD_SPI_ReadByte:从 SPI 总线高速读 1 B,用于从 SD 卡读数据;

Write_Command_SD_HighSpeed 与 Write_Command_SD:向 SD 卡发送 1 B 的命令;

Read_OneSector_From_SDCard_To_SRAM:读取 SD 卡里一个扇区的数据;

SD_Read_Block 是从 SD 卡中读取一个块的数据的函数,在此函数里,当发送完读取命令后,此时 CPU 有少量空闲时间,在等待 SD 卡准备数据就绪,故执行反转指示灯的操作:c_LED_Busy=~c_LED_Busy。

使 4 个 LED 灯中的 D3 红灯反转,已达到闪烁的效果,非常有视觉上的感觉。

本着低成本、实用性强的原则,设计了一种解码器与存储器相分离的 MP3 播放器,可流畅地播放多种格式高音质的 MP3 文件^[8]。硬件方面,本播放器开发板在程序下载口扩展了 TXD、RXD、SDA、SCL 等信号线,可连接 PC 设备和串行通信设备进行测试;还预留了外接晶振的位置,可外接 12 MHz 的晶体提高处理速度;利用单片机控制 DSP 核的 MP3 解码芯片 VS103B 来解码 MP3 文件,解决了单片机的低速问题,便于播放控制;利用 USB 转串口与 PC 机通信传输数据,速度快;支持热拔插,便于 MP3 音乐文件的上传下载;利用 SD 卡作为存储介质,容量大、易更换、体积小携带方便。软件方面有进入“指定文件夹”和“播放指定文件名”功能函数,非常适合于选段或拼音语音的应用软件开发。

参考文献

- [1] 新浪数码.[EB/OL].http://tech.sina.com.cn/digi/2009-07-25/0034998509.shtml. 200-07-25/2011-10-08.
- [2] Philips Semiconductors .P89LPC932A1 product data sheet rev.02 [Z]. 2005.
- [3] VLSI.VS1003 Preliminary version 0.92[Z].2005.
- [4] 百度百科.SD 卡.[EB/OL].http://baike.baidu.com/view/2228.htm.2011-10-08.
- [5] 杨善林,付超,马溪骏.基于 NANDFlash 控制结构复用的嵌入式存储系统研究[J].仪器仪表学报,2006,27(8):845-851.
- [6] 王宇炎,李明伟.基于 C51 单片机的 MP3 播放器设计[J].电子技术,2009(10):29-30.
- [7] 徐爱钧,彭秀华.Keil Cx5151 V7.0 单片机高级语言编程与 μ Vision2 应用实践(第 2 版)[M].北京:电子工业出版社,2008:136.
- [8] 洪家平.基于 VS1003 解码器的 MP3 播放器设计[J].单片机与嵌入式应用,2010(11):53-56.

(收稿日期:2011-11-02)

作者简介:

肖启洋,男,1988 年生,在读研究生,主要研究方向:语音信号处理,嵌入式技术。