

# 基于 Cortex M3 的音频播放器的设计

袁卫<sup>1,2</sup>

(1. 西安电子科技大学 陕西 西安 710071; 2. 渭南师范学院 陕西 渭南 714099)

**摘要:** 针对目前部分播放器播放文件单一的缺陷, 采用 TI 公司的 Cortex-M3 系列的微控制器 LM3S9B96 为核心, 设计多功能的音频播放器, 用来实现 \*.mp3、\*.wma、\*.wav 等不同的格式文件的播放。软件系统由支持嵌入式的实时多任务的操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  以及图形化界面设计软件  $\mu\text{C}/\text{GUI}$  和 FatFs 文件系统组成, 人机交互可通过触摸屏实现, 系统具有播放流畅、易操作等特点。

**关键词:** Cortex M3 处理器; 音频播放器;  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  操作系统;  $\mu\text{C}/\text{GUI}$ ; FatFs 文件系统

中图分类号: TN764

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2015)03-0169-03

## Design of audio player based on Cortex M3

YUAN Wei<sup>1,2</sup>

(1. XiDian University, Xi'an 710071, China; 2. Weinan Normal University, Weinan 714099, China)

**Abstract:** The multi-function audio player of TI's Cortex-M3 LM3S9B96 microcontroller as control core is designed against current part player playing file single defect, be used to play \*.mp3, \*.wma, \*.wav files of different formats. It's soft system is made of support for embedded real-time multi-tasking operating system  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ , graphical interface design software  $\mu\text{C}/\text{GUI}$  and FatFs file systems, the human-computer interaction can be achieved through the touch screen, the system has play smooth, easy operation and other characteristics.

**Key words:** Cortex M3 processor; audio player;  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ ;  $\mu\text{C}/\text{GUI}$ ; FatFs file system

DOI:10.14022/j.cnki.dzsjgc.2015.03.052

随着科学技术的发展,MP3 这一产品的技术越来越成熟,MP3 现在以外形精致小巧,功能的多样性,且抗震省电等特点得到了广大消费者的喜爱,且 MP3 歌曲可以随时自由下载,更是将 MP3 的使用达到极大的普及,丰富了人们的生活<sup>[1]</sup>。

系统采用 TI 公司新推出的 Cortex M3 系列微控制器 LM3S9B96。该芯片使用高性能的 ARM Cortex-M3 32 位的 RISC 内核,工作频率为 80 MHz。完全满足音频文件的读取、解码、播放等功能<sup>[2]</sup>。改进了市场中流行的 MP3 由于播放文件格式单一、人机界面的单调的缺陷。

## 1 系统总体设计

系统总体设计如图 1 所示,以 TI 公司的微处理器 LM3S9B96 为控制核心,通过读取 SD 卡 \*.mp3、\*.wma、\*.wav 等格式的音频文件,然后通过音频解码芯片 VS1003 实现解码,最后通过外部音频功放完成放大,推动扬声器工作。LCD 触摸屏主要完成所播放歌曲名称的显示和人机交互功能。系统由 ARM 微处理器控制核心、音频解码模块、功率放大模块、SD 卡存储模块、人机交互模块等组成。系统框图如图 1 所示。

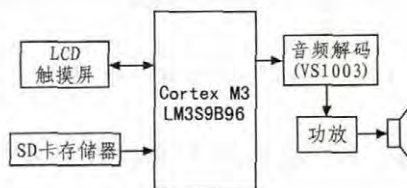


图 1 系统硬件框图

Fig. 1 Structure diagram of the hardware system

## 2 硬件系统设计

### 2.1 Cortex M3 LM3S9B96 微处理器

LM3S9B96 是 TI 公司最新推出的基于 ARMv7 体系架构的处理器核,主要实现对 SD 卡音频格式文件的读取,然后将音频文件发送到外部音频解码芯片 VS1003。人机交互功能中的触摸屏控制所包括的操作系统移植及应用软件的执行均是通过该处理器来完成。

### 2.2 音频编解码器及与控制器的硬件连接

音频解码芯片 VS1003 采用芬兰 VLSI 公司出品的一款单芯片的 MP3/WMA 音频解码芯片,其内部集成一个高性能低功耗的 DSP 处理器核,来实现将 SD 卡里的音频数据流读出并进行解析、转化成模拟信号输出<sup>[3]</sup>。同时,微控制器通过 SPI 接口发出命令控制字实现对 VS1003 芯片的功能控制,如初始化、暂停、音量控制、播放时间的读取等。其与 LM3S9B96

收稿日期:2014-06-06

稿件编号:201406039

作者简介:袁卫(1973—),男,陕西渭南人,博士,副教授。研究方向:嵌入式系统设计与应用,红外成像系统仿真与评估。

-169-

的硬件连接连接如图 2 所示。

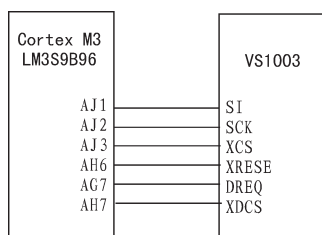


图 2 LM3S9B96 与 VSI003 的简化电路图

Fig. 2 Simplified circuit of LM3S9B96 and VSI003

### 2.3 SD 卡与微控制器 LM3S9B96 的硬件连接

系统中 SD 卡通过 SPI 接口与 LM3S9B96 进行连接,其主要实现 MP3 音频文件的存储,其电路连接如图 3 所示。

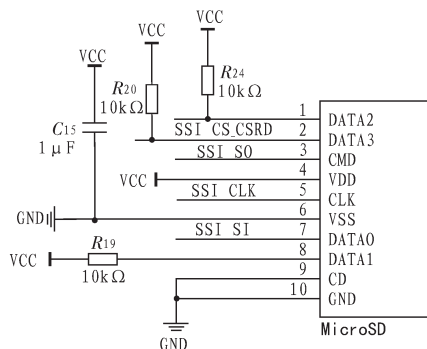


图 3 LM3S9B96 与 SD 卡的连接图

Fig. 3 Connection diagram LM3S9B96 and SD card

### 2.4 触摸屏模块功能与微控制器 LM3S9B96 的硬件连接

LCD 触摸屏采用 SSD1298 驱动控制器和 ADS7843 触摸屏控制芯片实现 LCD 的显示和触摸功能。其显示功能主要包括:MP3 文件名的显示、歌词显示功能及一些附加信息,主要完成人机对话。触摸屏控制芯片 ADS7843 LCD 触摸屏和 LM3S9B96 的电路连接,如图 4 所示。

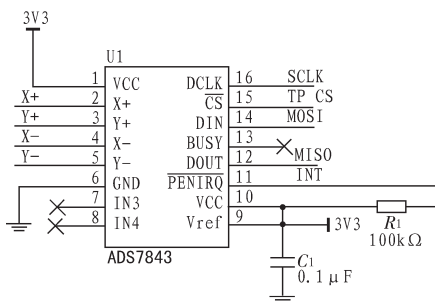


图 4 ADS7843 与 LCD 触摸屏的连接图

Fig. 4 Connection diagram ADS7843 and LCD touch screen

### 2.5 LCD 触摸屏与 $\mu C/GUI$

$\mu C/GUI$  是一种嵌入式应用中的图形支持系统。其适用于任意 LCD 控制器和 CPU 下任何尺寸的真实显示或虚拟显示。为了方便对 LCD 触摸屏的控制,在 LCD 中绘制各种窗口,做出友好的人机互动界面,方便客户的操作,在  $\mu C/GUI$  中提供了内存管理、视窗管理器、各种常用的控件、字体管理、文本输出、图形绘制等功能,开发者借助辅助开发工具很容易生成用户所需要的图形界面,大大缩短了开发时间<sup>[4]</sup>。 ,

其运行界面如图 5 所示。

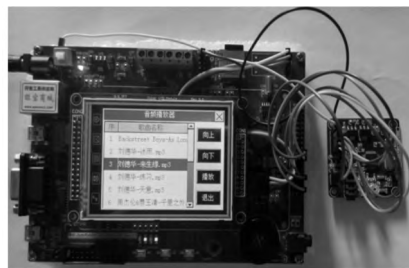


图 5 系统运行界面

Fig. 5 System operation interface

## 3 系统软件设计

系统软件设计分为三部分。

1)  $\mu C/OS-II$  操作系统。 $\mu C/OS-II$  是一个支持多任务的操作系统,本次设计将创建 3 个任务,触摸屏任务、图形界面任务和音乐播放任务,系统移植的  $\mu C/OS-II$  来实现任务的调度、任务切换和信号量处理。

2)  $\mu C/GUI$  图形用户接口, $\mu C/GUI$  是一种嵌入式应用中的图形支持系统,本设计中用移植了  $\mu C/GUI$  来实现音频播放器的操作界面。

3) 数据存储方面,播放 MP3 时,系统采用 FatFs 文件系统读取存储在 SD 卡中的 MP3 数据<sup>[5]</sup>。

### 3.1 $\mu C/OS-II$ 操作系统

$\mu C/OS-II$  是嵌入微处理器的操作系统,它是实时操作系统,具有任务管理、文件管理、设备管理的底层支持。 $\mu C/OS-II$  具有执行效率高、占用空间小、实时性能优良和可扩展性强等特点,最小内核可编译至 2 KB,它适用于多种微处理器,微控制器和数字处理芯片,已经移植到了几乎所有知名的 CPU 上<sup>[6]</sup>。要使  $\mu C/OS-II$  能正常运行,处理器必须满足以下要求:

- 1) 处理器的 C 编译器能产生可重入代码。
- 2) 处理器支持中断,并且能产生定时中断(通常在 10~100 Hz 之间)。
- 3) 用 C 语言就可以开关中断。
- 4) 处理器支持能够容纳一定量数据(可能是几千字节)的硬件堆栈。
- 5) 处理器有将堆栈指针和其它 CPU 寄存器读出和存储到堆栈或内存中的指令。

本系统主要是将  $\mu C/OS-II$  移植处理器上需要修改 3 个 ARM 体系结构相关的文件: OS\_CPU.H、OS\_CPU\_A.ASM、OS\_CPU\_C.C 进行了操作。移植包括以下几步:

- 1) 用 #define 设置一个常量的值 (OS\_CPU.H)
- 2) 声明 10 个数据类型 (OS\_CPU.H)
- 3) 用 #define 声明 3 个宏 (OS\_CPU.H)
- 4) 用 C 语言编写 6 个简单的函数 (OS\_CPU\_C.C)
- 5) 编写 4 个汇编语言函数 (OS\_CPU\_A.ASM)

### 3.2 $\mu C/GUI$ 的移植

对于  $\mu C/GUI$  图形系统应用不管什么目标系统,大部分

的图形应用开发系统都可以在模拟器下运行,但最终的目的还是要在目标系统上运行。因此在移植?C/GUI的时候,目标系统必须具备如下几点:

- 1)CPU(8/16/32/64 位)
- 2)必要的 RAM 和 ROM 存储
- 3)LCD 显示器(任何类型及分辨率的)

本次移植过程分为以下几个步骤进行:

LCDConfig.h

```
#define LCD_XSIZE          (320)  //X 像素
#define LCD_YSIZE          (240)  //Y 像素
#define LCD_BITSPERPIXEL   (16)   //总线宽度
#define LCD_FIXEDPALETTE   (565)  //TFT 格式
#define LCD_SWAP_RB        (1)     //支持红蓝交换
#define LCD_INIT_CONTROLLER () LCD240x320_Init
```

(void) // LCD 初始化

GUIConfig.h

```
#define GUI_OS              (1)    //多任务支持
#define GUI_SUPPORT_TOUCH   (1)    //支持触摸屏
#define GUI_SUPPORT_UNICODE (1)    //
```

UNICODE 支持

```
#define GUI_DEFAULT_FONT    &GUI_Font6x8 //默认字体
```

```
#define GUI_WINSUPPORT      (1)    //支持窗口操作
#define GUI_SUPPORT_MEMDEV  (1)    //
```

Memory devices 支持

修改 LCDDriver 中 C 文件,实现 LCD\_L0\_Init() 初始化、CD\_L0\_Set\_PixelIndex()画点、LCD\_L0\_Get\_PixelIndex() 读取点值、LCD\_On()、LCD\_Off()<sup>[7]</sup>。

### 3.3 FatFs 文件系统

FatFs 是一个通用的文件系统模块,是由 AISI C 语言编写并完全独立于底层的 I/O 介质,因此不依赖于硬件平台。另外,它的内存开销很小,ROM 的占有量只有十余 KB。

由于 FatFs 完全与磁盘 I/O 层分开,因此底层磁盘 I/O 需要下列函数去读/写物理磁盘以及此磁盘及获取当前时间<sup>[8]</sup>。

1) 初始化磁盘驱动器 DSTATUS disk\_initialize( BYTE Drive)

2) 获取当前磁盘状态函数 DSTATUS disk\_status( BYTE Drive)

3) 从磁盘驱动器中读扇区函数 DSTATUS disk\_read( BYTE Drive, BYTE\* Buffer, DWORD SectorNumber, BYTE SectorCount )

4) 向磁盘驱动器中写入扇区 DSTATUS disk\_write( BYTE Drive, BYTE\* Buffer, DWORD SectorNumber, BYTE SectorCount)

5) 控制设备特定的功能以及磁盘读写以外的功能函数 DRESULT disk\_ioctl()

6) 获取当前时间函数 DWORD get\_fattime()

以上是软件设计三部分的介绍,软件设计流程图如图 6 所示。

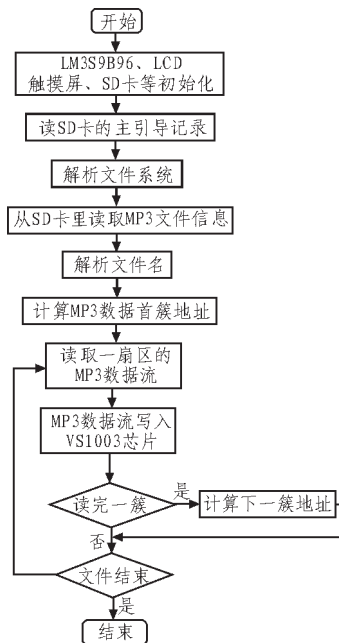


图 6 软件系统流程图

Fig. 6 Flow chart of software system

## 4 结 论

本设计使用 LM3S9B96 微处理器作为控制器,以触摸屏作为显示和控制设备。控制器读取 SD 卡中的歌曲文件,使用 VS1003 音频解码芯片进行解码并播放。设计整体操作简单、实现优质的音乐播放,系统还可添加其它功能,如歌词的同步显示等。

参考文献:

- [1] 肖雪峰,肖仲平,彭琼林,等. 基于嵌入式操作系统的数字音频播放器优化控制[J]. 计算技术与自动化,2013,32(1): 117-120.
- XIAO Xue-feng, XIAO Shen-ping, PENG Qiong-lin. Digital audio player optimization control based on embedded operation system[J]. Computing Technology and Automation, 2013, 32(1):117-120.
- [2] 赵宁,陈明,何鹏举. 嵌入式操作系统?C/OS-II在ARM 上的移植与应用[J]. 计测技术,2004(4):29-31.
- ZHAO Ning, CHEN Ming. HE Peng-ju. Transplantation and Application of Embedded OS/OS-II in ARM[J]. Metrology & Measurement Technology, 2004(4):29-31.
- [3] 姜波. 从APRA到PARC:恩格巴特和GUI的发展史[J]. 科学学研究,2005,23(1):29-35.
- JIANG Bo. From ARPA to PARC: Douglas Engelbart and the historical development of GUI[J]. Studies in Science of Science, 2005, 23(1):29-35.

(下转第 175 页)

-171-

的语音通信功能的实现进行了研究,重点介绍了VS1003B的原理以及在语音通信应用中的硬件电路设计和软件程序设计。经测试,该方法可较好地满足语音通信要求,工作稳定可靠,并在多个模拟训练器材研发项目中得到应用,具有一定的参考价值。

#### 参考文献:

- [1] 丁峰,魏伟.基于Flash Media Server实现VHF模拟器的语音通信[J].青岛远洋船员学院学报,2009,30(4):9-11.  
DING Feng,WEI Wei. The realization of voice communication of the VHF simulator based on flash media server[J]. Journal of Qingdao Ocean Shipping Mariners College,2009,30(4):9-11.
- [2] 禹华钢,周安栋,刘宏波.多线程语音通信在模拟电台通信中的应用[J].火力与指挥控制,2010,35(3):42-45.  
YU Hua-gang,ZHOU An-dong,LIU Hong-bo. Application of

multithread voice communication to simulated transmitter-receiver[J]. Fire Control & Command Control,2010,35(3):42-45.

- [3] VLSI公司.VS1003 Datasheet[EB/OL]. [2014-03-11]http://www.vlsi.fi/fileadmin/datasheets/vs1003.pdf.
- [4] 廖泉.基于CAN总线的语音通信系统[D].北京:北方工业大学,2006.
- [5] 意法半导体有限公司. Implementing the ADPCM algorithm in high-density STM32F103xx microcontrollers [EB/OL].[2009-04]http://www.st.com/web/en/catalog/tools/PF257858.
- [6] 于宁宁,丁恩杰,赵宗平,等.基于CAN总线的煤矿语音通信系统的设计[J].电声技术,2010(10):59-61.  
YU Ning-ning,DING En-jie,ZHAO Zong-ping,et al. Design of coalmine voice communication system based on CAN bus[J]. Audio Engineering,2010(10):59-61.

(上接第171页)

- [4] 桑楠.嵌入式系统原理及应用开发技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004:4-8.
- [5] 徐宝国,宋爱国.基于UCOS和UCGUI的嵌入式数字示波器[J].测控技术,2007,26(7):7-8.  
XU Bao-guo,SONG Ai-guo. Embedded digital storage oscilloscope based on UCOS and UCGUI[J]. Measurement Control Technology,2007,26(7):7-8.
- [6] 史萌萌,江海洋.μC/GUI在嵌入式测控系统中的移植与应用[J].微计算机信息,2007,11(2):22-24.  
SHI Meng-meng,JIANG Hai-yang. The porting and application of uC/GUI to embedded measurement and control sys-

tem[J]. Microcomputer Information,2007,11(2):22-24.

- [7] 张继柯,谷青范.基于Flash的嵌入式文件系统设计与实现[J].工业控制计算机,2011,24(4):84-86.  
ZHANG Ji-ke,GU Qing-fan. Design and Implementation of embedded file system based on flash memory[J]. Industrial Control Computer,2011,24(4):84-86.
- [8] 李世奇,董浩斌.基于FatFs文件系统的SD卡存储器设计[J].测控技术,2011,30(12):70-81.  
LI Shi-qi,DONG Hao-bin. Design of SD memory card based on FatFs file system[J]. Measurement Control Technology,2011,30(12):70-81.

(上接第168页)

航空航天大学出版社,2009.

- [3] 朱刚.基于GSM/GPS汽车防盗系统的设计[D].武汉:武汉理工大学,2012.
- [4] 李彬,王朝阳,卜涛,等.基于MSP430F149的最小系统设计[J].国外电子测量技术,2009(12):74-76.  
LI Bin,WANG Chao-yang,BO Tao,et al. The mini-system design based on MSP430F149[J]. Foreign Electronic Measurement Technology,2009(12):74-76.
- [5] 孙采鹰,张国栋.基于AT89S52单片机的车辆防盗系统的设计与应用[J].中国科技信息,2007(3):82-83.

SUN Cai-ying,ZHANG Guo-dong. The designing and application of system of guarding against theft for vehicle based on AT89S52 single chip computer[J]. China Science and Technology Information,2007(3):82-83.

- [6] 高飞,孙绪保,刘凯凯,等.基于GSM的远程车载防盗报警系统设计[J].微型机与应用,2011(19):78-80.  
GAO Fei,Sun XU-bao,LIU Kai-kai,et al. The design of remote car anti-theft alarm system based on GSM [J]. Micro-computer & Its Applications,2011(19):78-80.