

基于STC12C5A60S2的电子相框设计

倪天龙¹, 路林²

(1. 中国人民解放军75701部队装备处, 广东 广州 510880;

2. 中国人民解放军75640部队通信站, 澳门 519060)

摘要:基于新型的高速8位单片机STC12C5A60S2,综合运用SMALL RTOS51嵌入式实时操作系统、znFAT嵌入式文件系统和WAV格式解码技术,设计了一款电子相框.该电子相框具有体积小、接口简单、实现方便、价格低廉等优点,且音乐播放流畅、声音质感尚佳、图片切换平滑.

关键词:STC12C5A60S2 单片机;电子相框;znFAT文件系统

中图分类号:TP368

文献标志码:A

Design of digital photo frame based on STC12C5A60S2

NI Tian-long¹, LU Lin²

(1. Armament Section, 75701 Units of PLA, Guangzhou 510880, China;

2. Com. Station, 75640 Units of PLA, Macao 519060, China)

Abstract: Based on the new 8-bit high speed microcontroller STC12C5A60S2, comprehensive using the SMALL RTOS51 embedded real-time operating system, znFAT embedded file system and WAV format decoding technology, a digital photo frame was designed. The photo frame has the advantages of small size, simple interface, easy implementation and low price, etc., and the music play flowing, good sound texture and smooth switch of picture.

Key words: STC12C5A60S2 microcontroller; digital photo frame; znFAT system

0 引言

随着科技的不断发展,人们物质生活水平逐步提高,电子相框已成为一种时尚的电子消费品.电子相框,也称数码相框,是展示数码照片而非纸质照片的便携式电子设备,可采用自动循环读取的方法将存储卡上的照片文件循环显示到液晶屏上,人们在欣赏照片的同时还可以伴随着背景音乐或歌曲来分享美好的生活片段.目前市场上这类产品和

设计基本都是采用32位的ARM处理器^[1].ARM处理器接口资源丰富,设计简单,处理速度快,图片和音乐播放流畅,但成本很高.本文拟采用新型的高速8位单片机来设计电子相框,以期在大幅降低成本的同时,仍能保证音乐播放流畅、声音质感尚佳、图片切换平滑的效果.

1 硬件设计

电子相框的设计基于新型高速8位单片机

收稿日期:2011-04-27

作者简介:倪天龙(1976—),男,陕西省宝鸡市人,75701部队装备处工程师,硕士,主要研究方向为嵌入式系统设计与应用.

STC12C5A60S2^[2]. 用 $P_{1.4}$ — $P_{1.7}$ 口来实现通过 SPI 方式对 SD 卡中声音和图片文件的读取, 用 $P_{3.3}$ — $P_{3.7}$ 口控制 TFT 模块进行 P_0 口数据的传输, 实现彩色照片的液晶显示. WAV 文件的解码和 D/A 转换在片内完成后, $P_{1.3}$ 口将音频模拟信号输出给扬声器播放.

1.1 STC12C5A60S2 简介

STC12C5A60S2 是宏晶科技公司生产的新型单时钟/机器周期(1T)单片机, 指令代码完全兼容传统的 8051 单片机, 速度却提高 8~12 倍. 最高工作频率为 35 MHz, 相当于普通 8051 单片机工作在 420 MHz. 片内集成有 MAX810 专用复位电路, 看门狗电路, 8 路 25 万次/s 的高速 10 位 A/D 转换, 2 路 D/A 转换, 60 K 的 FLASH、1280 B 的 RAM, 1K 的 EEPROM 等, 还具有 SPI/API 接口, 2 个全双工串行口. STC12C5A60S2 片内集成了 2 路可编程计数器阵列模块, 通过设置可用于软件定时器、外部脉冲的捕捉、高速输出以及脉宽调制输出. 本设计将其一路设置为 PWM 模式来完成声音的 D/A 转换. 该芯片的每个 I/O 口驱动能力可达 20 mA, 非常实用. 网络上单片售价仅五六元, 性价比很高.

1.2 TFT 模块

本设计采用 TX05D99VM1AAA 真彩液晶显示屏, 模块采用通用的 TFT 接口, 结构比较简单. 它具有 30 个脚的接口, 其中包含 8 位的并行数据线、读写线、片选线等控制线. 与单片机的连接如图 1 所示.

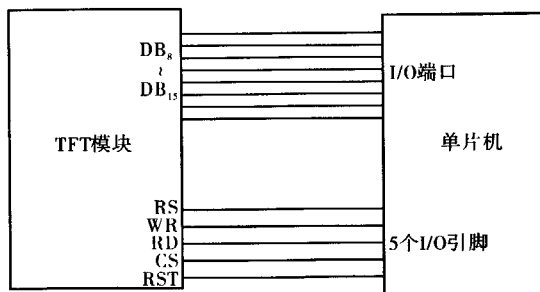


图1 TFT模块与单片机的连接示意图

1.3 SD 接口^[3]

SD 卡支持 SD 模式和 SPI 模式 2 种通信方式. 采用 SPI 模式时, 占用较少的 I/O 资源. STC12C5A60S2 包含串行外设 SPI 接口, 可方便地与 SD 卡进行连接. 通过 CS 片选线、MOSI 主发从收线、MISO 主收从发线、CLK 时钟线完成数据传输.

采用 SPI 通信模式时, 单片机为主设备, SD 卡为从设备. 时钟线 CLK 在 SD 卡空闲时始终保持高电平. 如果单片机连接多片 SD 卡, 那么当 SD 卡上的 CS 线为逻辑 0 时, 该片 SD 卡被选用. SD 卡的最高读写数据速度为 10 MB/s. 需要注意的是, SD 卡使用 2.7~3.6 V 的电压工作, 因此在单片机与 SD 卡座之间的 CS 片选线、MOSI 主发从收线、CLK 时钟线需要进行电平转换. 而 MISO 主收从发线是由 SD 卡发出信号, 高电平为 2.7~3.6 V, 单片机会自动将此电压判定为高电平, 因此不需要再接转换电路.

2 软件设计

本设计基于新一代 8 位 51 系列单片机 STC12C5A60S2, 使用 znFAT 文件系统通过 SPI 接口读取 FAT32 格式的 SD 卡中的 WAV 音乐文件和事先转换好的图片文件, 再将图片数据传输到 TFT 液晶显示器上播放, 同时将 WAV 文件的音乐数据经单片机 STC12C5A60S2 片内 D/A 转换后送至音箱. 本设计使用 51 单片机的操作系统 SMALL RTOS51 来实时调度音乐的播放和图片的显示及切换. 软件结构如图 2 所示.

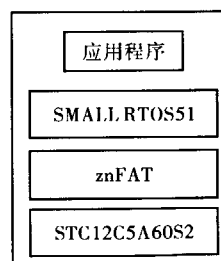


图2 软件结构图

2.1 SMALL RTOS51 嵌入式实时操作系统

SMALL RTOS51 是广州周立功单片机发展有限公司专门为 51 系列单片机而编写的完全免费、源代码公开的多任务实时操作系统^[4]. 它可在无任何外部数据存储器的单片 80C51 系统上运行, 并且可移植、可裁减. SMALL RTOS51 采用专门为小 RAM 系统设计的占先式内核, 占用资源少、实时性好, 应用于本系统非常合适. 本设计采用 SMALL RTOS51 1.20.3 的版本, 并对它进行了合理的裁减, 使之更加简洁.

2.2 znFAT 嵌入式文件系统

znFAT 是由振南电子^[5]原创的 FAT32 文件系

统解决方案,可以在 SD 卡、CF 卡、U 盘等存储介质上进行各种文件级操作,包括文件的创建、拷贝、删除、打开、定位、读取、添加数据等,使用简单,所占资源很少,非常适合在 51 单片机上应用. 本设计使用网上下载的 znFAT v4. 01,并对一些不必要的功能模块进行了裁减.

2.3 WAV 文件格式

WAV 是微软公司开发的一种声音文件格式,它符合 RIFF(resource interchange file format)文件规范,用于保存 Windows 平台的音频信息资源,被 Windows 平台及其应用程序广泛支持. 数据本身的格式为 PCM 或压缩型. 相对于其他 MP3,WMA 等格式,PCM 不需要转换,直接播放就可以得到音频,不需要解码器. 无论软硬件的复杂度还是处理速度,WAV 格式的优越性都显而易见,并且 WAV 格式属于常见格式,网络上 WAV 格式的音乐资源随处可见,还可以通过一些类似 GoldWave 的免费小软件将所需的不同格式的音乐方便地转换成 WAV 格式. 不过,尽管其音质出色,但压缩后的文件体积过大,相对其他音频格式而言,这是一个缺点. 本设计采用 SD 卡作为存储介质,存储容量很大. WAV 文件是由若干个 Chunk 组成的,按照在文件中的出现位置可分为 RIFF WAVE Chunk, Format Chunk, Fact Chunk(可选),Data Chunk,文件格式结构见图 3. 而真正所需要的音频 PCM 采样数据是从 Data Chunk 的第 8 个字节开始,直至文件结束. 因此,只要打开 WAV 文件,算好偏移量,找到音频数据的起始处,依次读取数据进行 D/A 转换播放,就能连贯流畅地播放音乐了. 如果选用不含有 Fact Chunk 的 WAV 格式文件,偏移量为 44 B;而含有 Fact Chunk 的 WAV 格式文件,偏移量为 56 B. 为了满足乐曲播放效果和速度的要求,采用 8 位单声道 WAV 格式,采样率可设为 24 000 Hz 或 32 000 Hz. 如果出现音乐播放不够流畅的现象,可以将采样率降低为 11 025 Hz 或 22 050 Hz. 如果所需的音乐不满足这个条件,可以使用 GoldWave 软件重新采样和格式转换^[6].

2.4 图片文件格式的预处理

要在用户的 TFT 液晶屏上显示图片,就要对图片进行预处理:首先将需要显示的图片用 Photoshop 等软件调整成 TFT 的显示尺寸,并保存为 JPG 格式;然后使用 Image2Lcd 软件(可以从网上免费下载)

RIFF WAVE Chunk	共 12 B
Format Chunk	通常共 24 B
Fact Chunk(可选)	共 12 B
Data Chunk	8 B+音乐数据

图 3 WAV 文件格式结构

载)将 JPG 格式的图片文件转换成水平扫描、16 位真彩色的 C 语言数组;最后将由这些图片文件转换而来的数组以不同的名字定义,存入本设计的数据文件中,以供应用程序读取或显示.

3 应用程序设计

应用程序流程图如图 4 所示. 系统初始化包括对定时器中断和系统节拍中断频率的设置等内容. 因为播放相片和 WAV 音乐都需要 CPU 周期服务,为了实现实时响应,使音乐和图片播放流畅,将为它们分别创建 2 个任务,即音乐播放和图片播放. 这 2 个任务经 SMALL RTOS51 文件系统合理调度,分时进行,给人以音乐、图片同时播放的感觉. 为了实现音乐播放更流畅的效果,应将播放 WAV 音乐设置为优先级高的任务. 对于相片切换的模式,完全可以根据自己的喜好,设计出类似于左侧移入、百叶窗、向外溶解等模式. 需要注意的是,为了节约单片机片内比较紧张的 RAM 资源,从 SD 卡上读取数据时,每次读取 64 b 就可以了,不要读太多. 在变量的设置上,也要尽量为 RAM 的占用量多考虑.

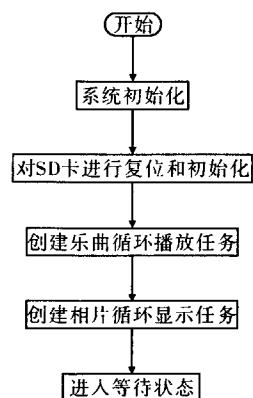


图 4 主程序流程图

4 结语

目前,新型的 8 位单片机无论在速度上还是在

(下转第 47 页)

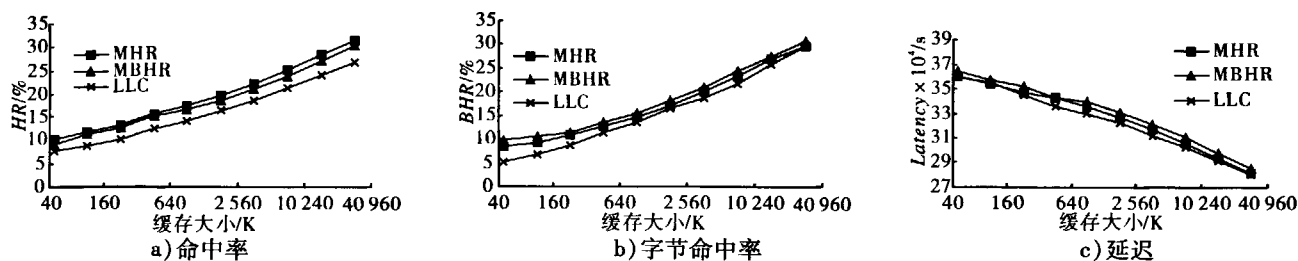


图1 UCB221-HTTP 日志上的实验结果

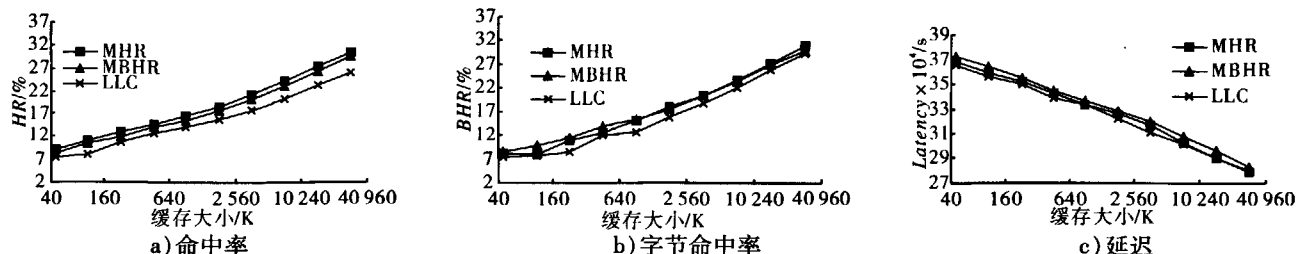


图2 UCB339-HTTP 日志上的实验结果

参考文献:

- [1] Shi Lei, Han Yingjie, Ding Xiaoguang, et al. An SPN based integrated model for Web prefetching and caching [J]. J of Comp Sci and Tech, 2006, 21(4): 482.
- [2] 贺琛, 陈肇雄, 黄河燕. Web 缓存技术综述 [J]. 小型微型计算机系统, 2004, 25(5): 836.
- [3] Xu Jianliang, Hu Qinglong, Lee Wang-Chien. Performance evaluation of an optimal cache replacement policy for wireless data dissemination [J]. IEEE Trans on Knowledge and Data Eng, 2004, 16(1): 125.
- [4] Cohen E, Kaplan H. Exploiting regularities in Web traffic patterns for cache replacement [J]. Algorithmica, 2002, 33(3): 300.
- [5] Arlitt M, Friedrich R, Jin T. Performance evaluation of Web proxy cache replacement policies [J]. Performance Evaluation, 2000, 39(1-4): 149.
- [6] Hyokyung B, Kern K, Noh S H, et al. Efficient replacement of nonuniform objects in Web caches [J]. Comp, 2002, 35(6): 65.
- [7] Hosseini-Khayat S. On optimal replacement of nonuniform cache objects [J]. IEEE Trans on Comp, 2000, 49(8): 769.
- [8] 韩英杰, 石磊. 基于最小延迟代价的 Web 缓存替换算法研究 [J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(8): 1925.
- [9] Brian D. Davison's Web caching and content delivery resources [EB/OL]. (1998-06-10) [2010-06-28]. <http://www.web-caching.com/traces-logs.html>.

(上接第 33 页)

功能上都非传统的单片机可比,也拥有适合自己且功能完善的操作系统和文件系统。在很多控制领域和电子消费品领域,新型的 8 位单片机也完全能够担任主角。基于新型单片机 STC12C5A60S2 设计的电子相框拥有控制方便、价格低廉、体积小巧、封装和接口简单等优点,且音乐播放流畅,声音质感尚佳,图片切换平滑,这将使其具有广阔的开发推广前景。

参考文献:

- [1] 梁明亮, 齐公博. 基于 ARM9 的简易数码相框 [J]. 电子制作, 2010(10): 47.
- [2] 宏晶科技. STC12C5A60S2 系列单片机器件手册 [EB/OL]. (2009-01-10) [2011-03-12]. <http://www.mcu-memory.com/>.
- [3] 振南电子. SD 卡基础 [EB/OL]. (2010-04-18) [2011-03-10]. <http://www.znmcu.cn/softshow.asp?id=55>.
- [4] 陈明计, 周立功. 嵌入式实时操作系统 SMALL RTOS51 的原理与应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- [5] 振南电子. znFAT 函数使用方法及实例 [EB/OL]. (2010-04-30) [2011-01-28]. <http://www.znmcu.cn/softshow.asp?id=134>.
- [6] 曹京. WAV 文件格式分析详解 [EB/OL]. (2006-07-17) [2011-02-17]. <http://wenku.baidu.com/view/17ad6fd4c1c708a1284a44cb.html>.