

基于 S3C2440 和 SM501 的嵌入式系统硬件设计

巨政权, 原 亮, 李 浩, 郑见灵

(军械工程学院 计算机工程系, 河北 石家庄 050003)

摘 要:针对嵌入式系统中大图形显示、高分辨率视频播放难的问题, 基于 ARM 处理器和多媒体协处理器 SM501 提出了一种高效可行的解决方案, 给出了硬件模型和实现方法。经过测试对比, 此系统较传统的嵌入式系统具有明显的优势, 较完美地解决了嵌入式系统中难以进行大图形显示和高分辨率视频播放的问题。此设计思想和方法不仅仅局限于 S3C2440 处理器, 还同样适合目前 ARM 系列所有处理器, 是解决嵌入式系统大图形显示、高分辨率视频播放的一种新途径。

关键词:嵌入式系统; SM501; S3C2440; ARM

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)10-0207-03

Hardware Design of Embedded System Based on S3C2440 and SM501

JU Zheng-quan, YUAN Liang, LI Hao, ZHENG Jian-ling

(Department of Computer, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: Presents an effective solution based on ARM and SM501 to realize large-sized static graphic image displaying and high-resolution full-motion video playing. A feasible method and hardware model is described as well. After testing, can see that the system has obvious advantages compared with traditional embedded system, it resolves the problem of displaying large-sized static graphic and high-resolution full-motion video playing perfectly. This solution is not only suitable for S3C2440, but also suitable for all ARM processors at present. This is a new way to solve the problem of displaying large-sized static graphic and high-resolution full-motion video playing.

Key words: embedded system; SM501; S3C2440; ARM

0 引言

嵌入式系统在图形处理和视频播放方面的卓越功能, 从多媒体手机、个人 PDA 等产品中, 均可得到充分体现。但在一些例如车载播放等特殊的应用领域, 往往需要提供 640×480 以上分辨率、屏幕相对较大的视频文件的播放功能。此时常用的嵌入式处理器一般不能满足此类视频文件的流畅播放。尽管如此, 在以 ARM 处理器为核心的嵌入式系统中引入多媒体协处理器 SM501 便可以完美解决这一问题, 并以此为例, 描述了 SM501 在系统中的地位和作用, 并给出了切实可行的硬件模型和实现方法。

1 显示系统简介

1.1 S3C2440 系统

在通常以 S3C2440 处理器为核心的嵌入式系统

中, 处理器将 LCD 显示器的数据存放于 SDRAM 中的 LCD 帧缓冲区中, 由处理器中的 LCD 控制器提取 LCD 帧缓冲区中的数据并输送给 LCD 显示器。一个 LCD 控制器的时钟信号有 3 种: FRAMESYNC(场同步)、LINESYNC(行同步)和 LCD_DCLK(数据时钟)。在 LCD_DCLK 的作用下, LCD 控制器将 LCD 数据信号并行输出到 LCD 显示器^[1]。显然, 一个 LCD_DCLK 时钟只能输送一个像素点的数据。由于 TFT LCD 的刷新频率一般在 60Hz, 具有 $M \times N$ 像素点的 LCD 显示器在 1s 内要求 LCD 控制器传送像素点总数为 $(M \times N \times 60)$, 即 LCD 控制器的 LCD_DCLK 的频率必须大于 $(M \times N \times 60)$ Hz, 以便保证 LCD 显示器的正常显示。因此, 嵌入式处理器芯片 LCD 控制器支持的最大分辨率与 LCD_DCLK 时钟频率有关; 然而 LCD_DCLK 是从处理器系统的 AHB 总线时钟 HCLK 通过分频计算得出, 所以, LCD 控制器支持的最大分辨率与系统 HCLK 有关。虽然 S3C2440 处理器在 TFT LCD 模式下实际支持的最大分辨率为 640×480 , 但受处理器 LCD 帧缓冲区大小的影响, 在达到最大分辨率时 LCD 数据的位宽度降低, 这使得显示效果变差^[2]。

收稿日期: 2008-01-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(60471022)

作者简介: 巨政权(1980-), 男, 陕西西安人, 硕士研究生, 研究方向为智能检测与故障诊断; 原 亮, 教授, 研究方向为智能检测与故障诊断。

因此,一般并不使用最大分辨率进行显示。

1.2 SM501 系统

SM501 是台湾 Silicon Motion 公司的一款便携式多媒体协处理器芯片,专门为嵌入式工业提供补充功能,具有视频和 2D 能力。SM501 的 2D 引擎包括一个前端色彩空间转换器,支持 4:1 和 1:8 的比例。视频引擎支持在每个像素点 8 位、16 位或 32 位数据宽度时 2 个不同的视频输出(双显示屏),为每个视频输出提供三色硬件指针。LCD 视频流水线支持一个黑点 YUV 色彩空间转换,比例为 4:1 和 1:2¹²。放大视频(Zoom Video)接口包括 MPEG 解码或 TV 输入的外部电路接口。通过将优化的 128 位的 2D 图形引擎和一个与本地帧存储器连接的高带宽链接相结合,SM501 提供面向工业的 2D 图形加速功能。2D 图形引擎也包含一个命令翻译器(一个增强型的 DMA 引擎),对于工作在 150 MHz 的 32 位数据宽度的 SDRAM,SM501 的 DMA 引擎读取 2D 操作数的带宽可达 600 MB/s。这么高的存储器带宽使得 2D 引擎在无需等待和流水线停止工作的情况下高速运行。当它在读取和翻译命令时,命令翻译器也可以有条件地转到存储器空间的另一个地址上,等待由其他模块发送过来的状态信息。2D 图形引擎同时还包含一个色彩空间转换单元。该单元允许从许多的 YUV 模式直接翻译到 RGB 模式。2D 图形引擎还带有一个双线性标量器,它可以支持 4:1 的压缩和 1:2¹⁶ 的拉伸^[3]。

2 体系结构

2.1 系统体系结构及 SM501 与 S3C2440 的逻辑控制

由于此文侧重于描述 SM501 在整个系统中的地位、作用以及实现方法,故对与 SM501 相关的功能部件进行了较详细的描述和说明,其他功能部件的实现方法与传统的基于 S3C2440 的嵌入式系统设计的实现方法相同,在此一笔代过,体系结构图中为 Other Parts(其中可包含 FLASH、UART、Camera、SD 等)。系统的体系结构如图 1^[4]所示。

在此系统中,采用 Samsung 公司的 S3C2440A 处理器。System SDRAM 为处理器的内部存储器,选用 2 片 Hynix Semiconductor 公司的 HY57V561620C (4 Banks x 4M x 16Bit) 芯片,Local SDRAM 为 SM501 的专用存储器,主要用作视频数据帧的缓冲区。为了节约板面空间,选用 1 片 Hynix Semiconductor 公司的 HY57V283220T (4 Banks x 1M x 32Bit) 芯片。LVC16245 为总线缓冲器(Bus Transceiver),作为处理器 S3C2440 与其他功能部件的桥梁,主要作用是缓冲、调整各部件之间的时钟差以及加强从 S3C2440 出

来的数据、地址信号和部分控制信号,以便有效驱动各功能部件。CPLD 选用 XILINX 公司的 XC95144XL 芯片以满足系统复杂的逻辑控制的需要。因其他功能部件的逻辑控制与传统嵌入式设计的基本相同而不做赘述,现主要说明与 SM501 相关的逻辑控制。

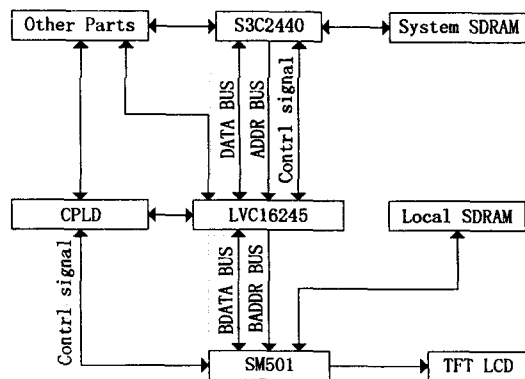


图 1 系统体系结构

* 在 CPLD 中对 sm501 四个控制信号 INTR、HRDY#、HCS#、BS# 进行定义:

sm501_int: in std_logic: 定义中断信号 INTR;

sm501_drdy: in std_logic: 定义总线就绪信号 HRDY#;

sm501_cs, sm501_bs: out std_logic: 定义片使能信号 HCS#, 写使能信号 BS#;

* 对四个控制信号进行管脚分配:

attribute pin_number of sm501_int: signal is ("p1");

attribute pin_number of sm501_cs: signal is ("p2");

attribute pin_number of sm501_drdy: signal is ("p3");

attribute pin_number of sm501_bs: signal is ("p4");

* S3C2440 对 SM501 的片选和写入控制:

sm501_cs <= nGCS1;

sm501_bs <= new;

* SM501 与其他功能部件的控制信号一起影响总线的闲忙状态:

ndrdy <= '0' when e_drdy = '0' or sm501_drdy = '0' or card_drdy = '0' else '1';

由于本系统尚未涉及对 SM501 的中断控制,中断信号 sm501_int 尚且空置,如有需要,可进一步开发应用^[5]。

2.2 SM501 与本地 SDRAM 的连接

SM501 可连接容量为 2M 到 64M 的外部存储器,支持 3 种不同的系统连接方式^[6],如图 2 所示。

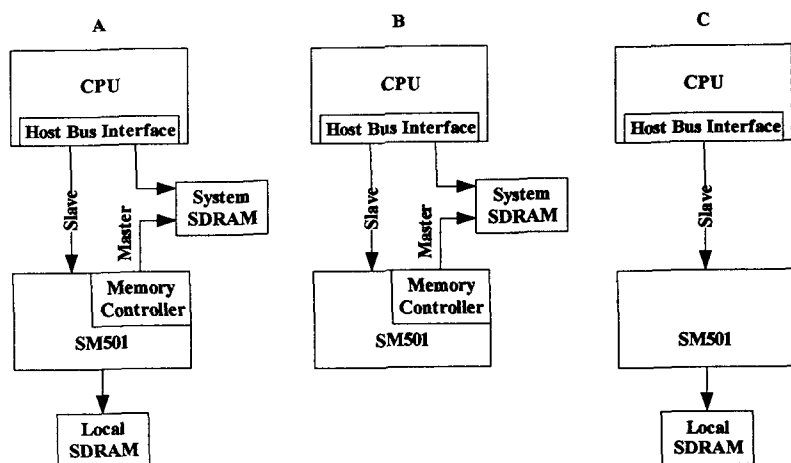


图 2 SM501 支持的三种系统结构

为了取得较高的执行效能和平稳的显示效果,选取效率较高的结构 A 存储器连接方式。本地 SDRAM 选取 1 片 Hynix Semiconductor 公司的 HY57V283220T (4 Banks x 1M x 32Bit) 芯片,其与 SM501 对应信号连接方式如图 3 所示。

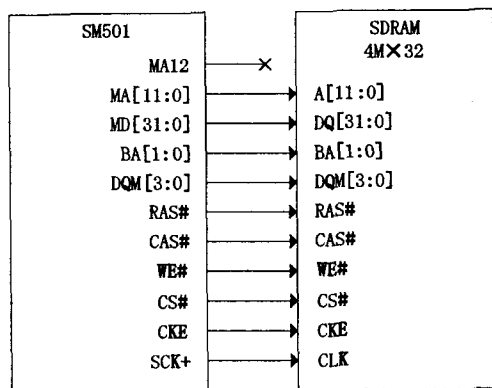


图 3 SM501 与 4Mx32 SDRAM 的连接方法

2.3 SM501 与 TFT LCD 的连接

SM501 可以支持 18 位和 24 位 TFT 液晶显示屏。根据不同的选择模式,以 18 位或 24 位来限定不同的红、绿、蓝的亮度级别从而确定一个像素。SM501 支持的显示模式主要有:24 位 RGB(8:8:8),18 位 RGB(6:6:6),12 位 RGB(4:4:4),9 位 RGB(3:3:3)。24 位 RGB(8:8:8)和 18 位 RGB(6:6:6)显示模式下,SM501 与 TFT LCD 液晶显示屏管脚对应连接关系如表 1 所示。

3 效果分析

基于 Win CE 5.0 操作系统,分别在以 S3C2440 为核心具有 SM501 的嵌入式系统、传统的以 S3C2440 为核心的嵌入式系统以及 PC 机上,播放视频文件 matrix.mpg (视频: MPEG1 Video 320 * 176 24.00fps [Video]; 音频: MPEG 音频),对系统自带的视频播放

器 Windows Media Player 所显示的视频流数据记录、统计如表 2 所示。

从表 2 可以清楚地看出,在原始分辨率 320 * 176 下,3 种系统的视频显示没有很明显的区别。但在 640 * 480 分辨率下,由于系统 S3C2440 & SM501 具有 SM501 的视频加速功能,其显示效果与分辨率 320 * 176 下以及 PC 机上有相同的良好效果。未经加速的系统在 640 * 480 分辨率下视频播放效果极差,声音明显失真,无法进行正常的视频浏览。

表 1 管脚对应表^[6]

SM501 Pin		TFT Pin
24bit TFT	FP[23:16]	R[7:0]
	FP[15:8]	G[7:0]
	FP[7:0]	B[7:0]
18bit TFT	FP[23:18]	R[5:0]
	FP[15:10]	G[5:0]
	FP[7:2]	B[5:0]
FPCLK		Clock
FP - DISP		Data Enable(DE)
FP - VSYNC		Vertical Sync(VSYNC)
FP - HSYNC		Horizontal Sync(HSYNC)

表 2 播放效果统计

系统类型	显示分辨率	最小帧率	平均帧率	最大帧率	视觉效果
PC 机	320 * 176	23.95fps	23.99fps	24.00fps	图像非常流畅,声音清晰
	640 * 480	23.94fps	23.98fps	24.00fps	图像非常流畅,声音清晰
S3C2440 & SM501	320 * 176	23.75fps	23.86fps	23.88fps	图像流畅,声音清晰
	640 * 480	23.75fps	23.85fps	23.87fps	图像流畅,声音清晰
S3C2440	320 * 176	23.53fps	23.78fps	23.95fps	图像流畅,声音清晰
	640 * 480	6.43fps	6.52fps	6.78fps	图像极不连贯,无法正常观看,声音严重失真

4 结束语

通过上述方法设计的基于 S3C2440 具有 SM501 的嵌入式系统,与传统的基于 S3C2440 的嵌入式系统相比较,除均能满足其他各方面需求外,在大图形显示、高分辨率视频播放方面具有明显的优势,较完美地解决了嵌入式系统中难以进行大图形显示和高分辨率视频播放的问题。此设计方法不仅仅局限于 S3C2440 处理器,还同样适合目前 ARM 系列所有处理器。

参考文献:

- [1] Samsung Electronics Co. The S3C2410A 32 bit RISC Microprocessor User Manual[R]. Korea: Samsung, 2004.
- [2] 王立凤. 多媒体协处理器 SM501 在嵌入式系统中的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006(6): 42-43.
- [3] Silicon Motion, Inc. SM501 Mobile Multimedia Companion Chip Databook Version 1.02[R]. 台湾: Silicon Motion, 2003.

(下转第 213 页)

来考虑的。UML 质量控制系统对整个软件的测试、质量保证都有相应的跟踪和实施功能。系统进行测试后即可交付用户使用,如图 4 是企业台账中用于添加一条新的企业纳税户信息的实现界面。

4 结束语

UML 为软件系统建模与设计提供了有力工具,它的发展对软件工程的发展做出了巨大的贡献。本系统采用 EA 建模工具,用 C# 实现,它完全满足全程办税

的网络化、电子化和无纸化的要求。在全程办税管理系统的建模和实现中,将 UML 应用于系统开发的各个阶段,建立了系统的需求模型、静态模型和动态模型。基于 UML 建模的迭代式开发方法为税务单位建立的全程办税系统,可以较好地处理需求和技术风险、进行软件质量控制,极大地缩短了开发周期,使得开发出来的系统功能强、易维护并且可扩展,对任何税务系统的研发提供了借鉴。这种基于 UML 建模的迭代式开发方法具有传统开发方法无可比拟的优点。

图 4 添加一条新的企业纳税户信息

参考文献:

- [1] 蔡敏,徐慧慧,黄炳强. UML 基础与 Rose 建模教程[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [2] Boggs W, Boggs M. UML 与 Rational Rose 2002 从入门到精通[M]. 邱仲威,等译. 北京:电子工业出版社,2002.
- [3] 杨波. 基于 UML 的电力物资管理系统的建模与开发[J]. 华中电力,2003,16(3):67-70.
- [4] 杨峰. 基于 UML 的连锁经营管理系统建模研究[J]. 微计算机信息,2007,23(3):58-59.
- [5] 王小平,宣乐飞,张蔚. 基于 UML 的嵌入式实时控制系统的建模与实现[J]. 计算机技术与发展,2006,16(7):239-244.
- [6] Kim Y G, Hong H S, Cho S M, et al. Test cases generation from UML state diagrams[J]. IEEE Proceedings - Software, 1999,146(4):187-192.
- [7] Hubner M, Philippow L. Statistical usage testing based on UML[EB/OL]. 2006-01-15. <http://www.Theoinf.tu-ilmenau.de/riebisch/publ/SCI2003-paper.pdf>.
- [8] Riebisch M, Philippow L. UML - based statistical test case generation[C]//International Conference on Objects, Components, Architectures, Services, and Applications for a Networked World. Berlin:Springer Verlag,2003:394-411.

(上接第 209 页)

- [4] 杜春雷. ARM 体系结构与编程[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [5] 王小军. VHDL 简明教程[M]. 北京:清华大学出版社,1997.
- [6] Silicon Motion, Inc. SM501 MMCC(tm) Design Guide Version 1.0[EB]. 台湾:Silicon Motion,2003.