

基于 S3C2440A 的彩色液晶显示系统设计

DESIGN OF COLOR LCD DISPLAY SYSTEM BASED ON S3C2440A

(1.长春工业大学;2.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)赵孔新¹ 王晓红¹ 刘丽伟^{1,2}

ZHAO KONGXIN WANG XIAOHONG LIU LIWEI

摘要:以三星公司嵌入式微处理器 S3C2440A 和夏普公司 3.5 英寸 LCD 屏 LQ035Q7DH01 为基础,设计了显示硬件电路,给出了如何开发其 Linux 帧缓冲设备驱动程序。

关键词:S3C2440A,液晶显示器,嵌入式系统,驱动程序

中图分类号:TN27

文献标识码:A

Abstract:Base on Samsung's embedded microprocessor S3C2440A and Sharp's 3.5 inch LCD LQ035Q7DH01, designed hardware drive circuit of TFT LCD, gave how to design Linux drive program for frame buffer device based on this display system.

Key word:S3C2440A, LCD, embedded system, drive program

前言

随着各种高性能嵌入式便携设备的即将普及,也对嵌入式显示系统的设计提出了新的要求。本文设计的嵌入式显示系统为这类便携设备的显示系统开发提供了一种良好的解决方案,既满足了高端嵌入式设备所需要的高性能,同时显示系统能在强烈的阳光和全黑的环境下工作,适合作为户外显示设备,而且 LCD 在高亮度显示的条件下能维持较低的功耗。

本文选用的嵌入式微处理器三星 S3C2440A (同时也是本显示系统的 LCD 控制器),主要面向高端嵌入式设备,最高工作频率达 533MHz,内含摄像头接口,AC97 音频编解码接口,LCD 控制器等,高性价比,目前这款微处理器的售价仅人民币 70 元左右。选用的夏普公司 3.5 英寸透反射式 TFT-LCD LQ035Q7DH01,它利用互连薄膜晶体管的导电迹线的金属敷膜作为反射器,通过矩阵返回入射光,提高了强环境光下的亮度同时又能保持较低的功耗,屏幕分辨率 240*320,能显示 262144 种色彩。显示系统结构框图如图 1 所示。

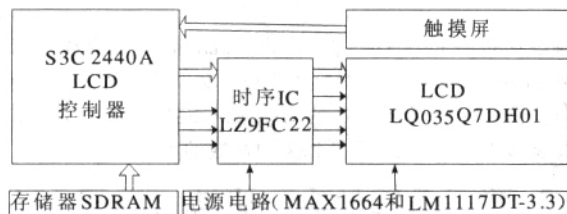


图 1 显示系统结构框图

由于嵌入式 Linux 的稳定性和良好的平台可移植性,本文软件开发环境采用 Linux 2.4.20 平台,交叉编译器为 arm-linux-gcc 2.95.3,完成了对 LQ035Q7DH01 显示屏的驱动程序开发。

1 显示系统硬件电路

1.1 LCD 控制器电路

LCD 控制器用来传输图像数据并产生相应的控制信号,

赵孔新:教授 硕士研究生导师

基金项目:吉林省与中国科学院科技合作资金项目(2005SYHZ0010)

S3C2440A LCD 控制器能支持高达 4K 色 STN 屏和 256K 色 TFT 屏,支持 1024*768 分辨率下的各液晶屏,LCD 控制器产生的控制信号主要有帧同步信号 VFRAME,行同步信号 VLINE,像素时钟信号 VCLK 和数据输出使能信号 VM。LCD 控制器有 VD[0:23] 共 24 根 RGB 数据线,数据格式不同,接线方式就不同。本文用的是 RGB565 方式。LCD 控制器时序图如图 2 所示,LCD 控制器电路如图 3 所示。

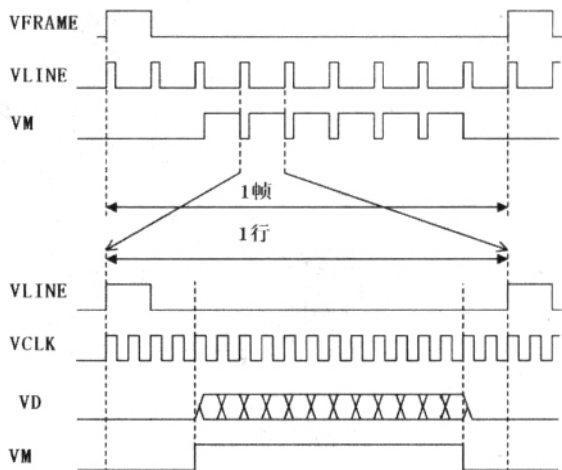


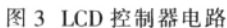
图 2 LCD 控制器时序图

1.2 时序和数据匹配电路

由于 S3C2440A LCD 控制器与 LQ035Q7DH01 在数据格式及显示时序上无法匹配,需要选用一种时序控制 IC 来对不同数据格式的数据接口进行映射。本文时序控制 IC 选用夏普公司的 LZ9FC22,该芯片体积小、性能稳定、用于 QVGA 屏幕 TFT-LCD。这是一个 18bit 的控制器,由于本文采用的是 RGB565 16bit 工作模式,所以将芯片输入引脚 R0 和 B0 接地。引脚 SIZE 用于选择 LCD 屏幕类型,接低电平时为 320*240 型屏幕,接高电平时为 240*320 型屏幕,本文该引脚接高电平。引脚 VRVE 和 HRVE 用于选择 LCD 帧、行扫描方向,文中

两对电阻 R32、R34 和 R33、R35(见图 4)每对根据需要各选

VRVE和 HRVE 的高低电平,从而配置 LCD 扫描方向。时序和数据匹配电路如图 4 所示。



LCD 屏内集成有数字电路和模拟电路,需要外部提供数字电压和模拟电压。另外,为了完成数据扫描,需要 TFT 轮流开启/关闭。当 TFT 开启时,数据通过源极驱动器加载到显示电极,显示电极和公共电极间的电压差再作用于液晶实现显示,因此需要控制 LCD 的开启电压、关闭电压,以及加到公共电极上的电压。本文 LCD 所需各电压值为:+3.3V 的数字电压 VSHD、+5V 的模拟电压 VSHA、+15V 的栅极开启电压 VDD、-10V 的栅极关断电压 VEE、+2.6V 的公共电压 VCOM、+21.6V 的 LED 背光电压 VL1。本文采用松下公司生产的低压差电压线形调节器 LM1117DT-3.3 芯片来产生时序控制 IC 和 LCD 所需要的数字电压。采用美国 MAXIM 公司推出的有源矩阵液晶显示器电源芯片 MAX1664 来产生其他电压,两芯片所需的+5V 输入电压

图 5 多路电压产生电路

[illegible]

图 6 显示驱动和 LO035Q7DH01 的接口电路

帧缓冲设备提供显示内存和显示芯片寄存器从物理内存映射到进程地址空间中，是 Linux 为图形设备提供的一个抽象接口，它将显示设备抽象为帧缓冲区。帧缓冲设备属于字符设备，采用“文件层-驱动层”的接口方式。

帧缓冲设备驱动层接口 fb_info 结构体定义在 include/linux/fb.h 中,fb_info 定义了当前工

作的显卡的状态和帧缓冲设备的操作函数，它仅对内核可见。

帧缓冲设备的文件层接口 `file_operations` 结构体定义在 `drivers/video/fbmem.c` 中,它对应用程序可见。结构体中功能函数 `open()` 和 `release()` 不需要底层的支持,而 `read()`、`write()`、`mmap()` 和 `ioctl()` 则需要与底层 LCD 硬件相关的函数的支持。

3 显示系统帧缓冲驱动的编写

3.1 编写结构体 fb_info 中 fb_ops 对应的成员函数

结构体 fb_ops 在 include/linux/fb. h 中定义,对于本嵌入式系统的实现,需要下列 5 个函数:

```
static struct fb_ops s3c2440fb_ops = {
    owner:THIS_MODULE,                                fb_get_fix:
s3c2440fb_get_fix,
    fb_get_var:s3c2440fb_get_var,                    fb_set_var:
s3c2440fb_set_var,
    fb_get_cmap:s3c2440fb_get_cmap,                  fb_set_cmap:
s3c2440fb_set_cmap,};
```

技术创新

这些函数都是用来设置和获取驱动层接口 fb_info 结构体中的成员变量的。对于 fb_get_fix() 和 fb_get_var() 应用程序传入的是 fb_info 中的变量 fix 和 var, fb_set_var() 函数则是对 var 变量进行设置。同样 fb_get_cmap() 和 fb_set_cmap() 则是对变量 cmap 内容进行读取和设置。文中根据需要在当前硬件定义一个专有结构体 s3c2440fb_info, 该结构体包括一个 fb_info 结构变量, 及其它与所选 LCD 硬件有关的参数, 因此 fb_ops 中成员函数对 fb_info 的操作实际上就是对结构体 s3c2440fb_info 的操作。结构体 fb_ops 中的成员函数流程相似, 文中在此仅给出函数 s3c2440fb_set_var() 的流程图, 如图 7 所示。

3.2 编写初始化函数

初始化函数首先初始化 LCD 控制器, 填充 s3c2440fb_info 中变量 fb_info 的成员变量, 这些成员变量的参数值由 LCD 显示器厂商的手册获得。然后通过 consistent_alloc 函数分配一片连续的空间, 本文 LCD 采用的显示方式为 320*240, 16 位彩色。需要分配的显示缓冲区为 320*240*16/8=150K 字节, 缓冲区分配在片外 SDRAM 中, 起始地址和末地址保存在 LCD 控制器寄存器 LCDSADDR1 和 LCDSADDR2 里, 最后调用 register_framebuffer (&fb_info) 将 fb_info 结构变量 fb 登记入内核。初始化函数流程图如图 8 所示。

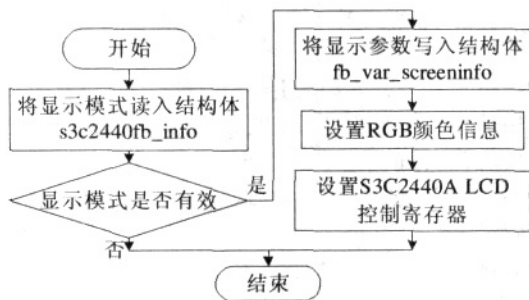


图 7 函数 s3c2440fb_set_var() 的流程图

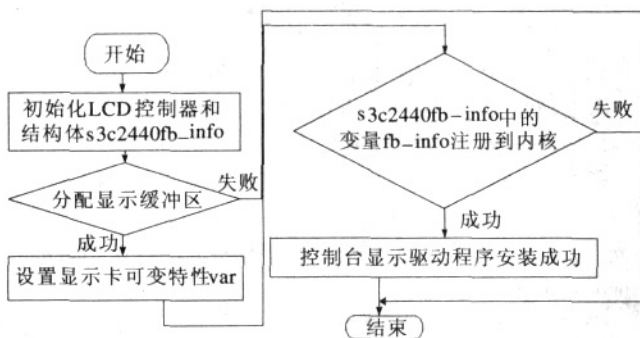


图 8 初始化函数流程图

4 结束语

将驱动程序嵌入到内核后, 可以在 LCD 屏幕上清晰的显示任意图片, 表明显示系统能正常工作。本文设计的嵌入式显示系统, 显示亮度达 100 尼特, 即使在户外强光下也有良好的显示, 在 LCD 高亮度的情况下 LCD 模块的功耗小于 365mW, 克服了一般 TFT-LCD 高亮度伴随着高功耗的矛盾。由于设计的硬

件驱动电路只需要 LCD 控制器给出帧同步信号、行同步信号、像素时钟、数据使能信号和 RGB 数据信号, 因此, 为移植到不同的平台带来了较大的灵活性。

本文作者创新点: 显示系统在高亮度显示的情况下能维持低的功耗, 克服了一般 TFT-LCD 高亮度伴随着高功耗的矛盾, 同时由于 LCD 控制器接口简单, 可移植性非常好。

参考文献

[1]孙琼. 嵌入式 Linux 应用程序开发详解[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.7.

[2]黄信兵 阎勤劳, 基于 Linux 的嵌入式 LCD 设计[J]. 微计算机信息, 2006-8-2: 157-159

[3]张晓林. 嵌入式系统设计与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.1.

[4]三星 S3C2440A 数据手册

作者简介: 赵孔新, 男, 汉族, 1950 年生, 吉林长春人, 长春工业大学计算机科学与工程学院教授、硕士研究生导师, 研究方向为模式识别与智能系统。

Biography: Zhao Kongxin, male, professor, major in mode identification and intelligent system.

(130012 吉林 长春工业大学计算机科学与工程学院) 赵孔新 王晓红 刘丽伟

(130033 吉林 长春中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 刘丽伟

(The Department of Computer Science and Engineering, Changchun Industrial University, Changchun, 130012, China) Zhao KongXin Wang XiaoHong Liu LiWei

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Liu LiWei

通讯地址: (130012 吉林 长春市延安大街 17 号 长春工业大学计算机科学与工程学院) 赵孔新

(收稿日期: 2007.8.13)(修稿日期: 2007.10.20)

(上接第 149 页)

作者简介: 杜旭(1970-), 男(汉族), 湖北钟祥人, 华中科技大学副教授, 研究方向: 高速 IP 网络及应用; 黄飞(1983-), 男(汉族), 广西宾阳人, 华中科技大学硕士研究生, 研究方向: 集成电路设计与验证; 黄建(1977-), 男(汉族), 四川南充人, 华中科技大学博士研究生, 研究方向: 系统架构设计。

Biography: Du Xu(1970-), male(the Han nationality), Hubei, HUST, associate professor, Research area: High Speed IP Network & Application.

(430074 武汉 华中科技大学 电子与信息工程系) 杜旭 黄飞 黄建

(Huazhong University of Science and Technology Department of Electronics and Information Engineering, Wuhan, 430074) Du Xu Huang Fei Huang Jian

通讯地址: (430074 湖北省 武汉市华中科技大学东十二舍 205 室) 黄飞

(收稿日期: 2007.9.23)(修稿日期: 2007.10.25)