

基于 AM335X 的液晶显示控制系统设计

凌秀泽, 周俊, 王俊仁

(国电南瑞科技股份有限公司, 南京 211000)

摘要: 随着配电网对配电终端装置可视化要求的提高, 作为人机交互主要媒介的液晶系统得到广泛应用; 提出了一种基于 AM335X 的液晶显示控制系统, 系统硬件上采用模块化设计思路, 包括核心控制电路、人机交互模块和通信接口三部分; 以 Windows CE 7.0 为平台, 软件上构建了动态链接库, 逻辑上采用了多线程结构, 使得软件实现简单, 系统稳定; 实验结果表明, 系统运行流畅、控制精确, 完全符合工业应用要求, 为各种配电终端装置显示前端的设计提供了一种可靠设计方案。

关键词: AM335X; 液晶显示控制; 动态链接库; 多线程

Design of LCD Display Control System Based on AM335X

Ling Xiuze, Zhou Jun, Wang Junren

(NARI Technology Co., LTD., Nanjing 211000, China)

Abstract: With the improvement of the distribution network for distribution terminal facilities on visualization requirements, LCD system is widely used as the major medium of HCI (human-computer interaction). A kind of LCD control system based on AM335X is proposed in this paper, which uses modular design in hardware and consists of core control circuit, HCI module and communication interface. The system takes Windows CE 7.0 for a platform, constructs the DLL (dynamic link library) in software and adopts the multi-thread architecture in logic, to make the software simple and system stable. The experimental results show that the system runs smoothly and controls precisely, which fully meets the demands of industrial applications, to provide a reliable design scheme for the display front-end of a variety of distribution terminal facilities.

Keywords: AM335X; LCD control; DLL; multi-thread

0 引言

配电自动化是将先进的自动化技术与通信技术相结合, 对配电网上的设备进行实时监控, 以达到优化管理和可靠运行目的的技术。随着用户对电能质量和供电可靠性要求的提高, 对配电自动化装置提出了更高的要求, 不仅需要强大的功能, 还需要经济、实用的人机交互界面^[1]。设计了一种新型的液晶显示控制系统, 系统以 ARM 处理器为核心, 嵌入式操作系统 Windows CE 为基础, 结合多线程处理等技术, 构建了配电终端装置的显示控制系统, 实现了人机交互的目的。

1 系统结构

系统整体设计方案如图 1 所示。主要由核心控制电路、人机交互模块和通信接口三部分组成。核心控制电路包括 ARM 微处理器、存储器模块和电源电路, 主要负责信号的处理、存储以及整个系统的供电。人机交互模块包括液晶屏和按键电路, 完成信号的采集和显示。通信接口包括串口、USB 接口及网络接口, 其中, 串口用于系统烧写、启动引导程序 boot-loader; USB 接口包括 USB 和 mini USB, USB 实现 U 盘升级程序, mini USB 用于连接设备与计算机, 并配合网络接口完成程序调试及下装。用户按键操作被处理器采集后进行运算和处理, 最终将数据更新显示到液晶屏, 实现人机交互。

本系统 3 个部分全部采用模块化设计, 任一模块的调试、维修、更新不会影响其他模块。其中, 电源模块供电可靠性直

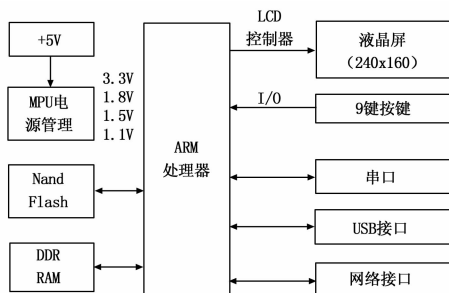


图 1 系统结构框图

接决定了整个系统能否正常工作, 系统电源以 5 V 输入, 对不同模块分别用电源稳压芯片进行电平转换, 相互隔离, 有效地降低了各模块之间的串扰^[2]。

2 系统硬件设计

为清晰阐述本设计主要工作原理, 将从以下方面进行阐述: 首先介绍液晶接口电路, 然后分析控制电路的设计方案, 并以 LCD 读操作为例介绍液晶的读/写操作控制时序。

2.1 液晶接口电路

液晶屏选用信利 240×160 像素液晶模组, 其工作温度为 -20~80℃, 满足工业级应用, 作为目前市场主流型号, 具有很高性价比。

该液晶模组内置 LCD 控制器 UC1698U, 基于 ARM 芯片 LCD 驱动, 液晶接口电路已直接引出, 如图 2 所示, 电路采用 +3.3 V 供电, 其中, A、K 分别为背光电源 +3.3 V 端和接地端, 其他主要引脚定义如表 1 所示。

收稿日期: 2014-06-04; 修回日期: 2014-07-14。

作者简介: 凌秀泽 (1987-), 男, 江苏泰州人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事电力电子与电力传动、配网自动化方向的研究。

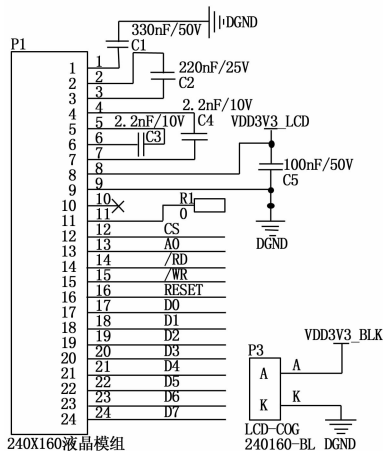


图 2 液晶接口电路原理图

表 1 液晶主要引脚定义

管脚号	名称	功能
12	CS	模组片选端,低电平有效
13	A0	1:数据寄存器 0:指令寄存器
14	/RD	读信号,低电平有效
15	/WR	写信号,低电平有效
16	RESET	复位,低电平有效
17-24	DO-D7	8 位双向数据端

为满足系统模块化设计要求,同时提高系统抗干扰性能,液晶引脚并没有直接与微处理器相连,而是设计了一个转接电路,以数据线 D0 为例,其转接电路如图 3 所示,D0 端接液晶屏引脚,LCD_DATA0 端则是经过接插件与微处理器相连,方便后续对系统的维修和更新,提高了系统的兼容性。考虑到配电终端装置应用环境的复杂性,设计了由静电管 E1 和磁珠 FB1 组成的滤波电路,其中静电管用于抑制静电干扰,磁珠可以有效抑制信号中的 RF 高频噪声和尖峰干扰,同时也具有吸收静电干扰的能力。

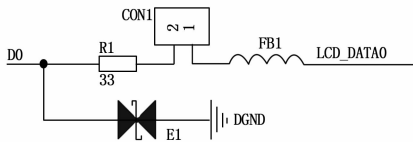


图 3 液晶屏转接滤波电路

2.2 微处理器控制电路

系统嵌入式控制器采用 TI 公司的 ARM 处理器 AM3352,该芯片具有速度快、功耗低、资源丰富、性价比高优点。配合液晶、按键等人机交互接口即可实现对配电终端装置的数据查看、功能调试以及参数设置等功能。

液晶显示控制主要电路模块如图 4 所示。

由于 AM335X 内部存储空间有限,仅有 64KB RAM 和 176KB ROM,不能满足实际应用的需要,所以外接了 RAM 和 ROM 存储器。RAM 采用 DDR SDRAM 芯片 IS43TR16128B,ROM 选用 Nand Flash 芯片 MT29F2G08,均具有 2G 存储空间,与传统存储器相比,这两款芯片均具备速度更快、容量更大、价格便宜等优势。DDR RAM 采用了专门

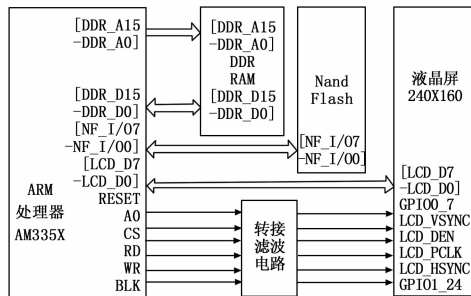


图 4 微处理器与液晶接口电路

的 16 位地址总线和 16 位数据总线,以提高信号传输速度;Nand Flash 使用一个高度复用的 8 位总线来传输数据、地址和指令,再结合其他引脚控制信号实现 Nand 命令总线接口规程,芯片内部非线性宏单元的存储模式,为固态大容量内存的实现提供了经济高效的解决方案,适合工业级应用。

液晶屏显示界面通过 AM335X 控制程序读取存储在 ROM 或 RAM 中的字库数据,然后通过 LCD 控制器直接送到液晶屏缓存,并产生必要的 LCD 控制信号^[3]。微处理器对 LCD 的读写采用 Intel 8080 时序,以读信号为例,其时序如图 5 所示。ab 段,在片选信号 CS 有效的情况下芯片通过 A0 设置为指令选择寄存器,然后在 /WR 信号下执行写地址操作;cd 段,在片选信号 CS 有效的情况下芯片通过 A0 设置为数据选择寄存器,然后在 /RD 信号下执行读数据操作。因为数据/地址信号读写时需要建立时间和保持时间,所以数据(地址)信号相对于 /WR 或 /RD 信号会有一定的延时。

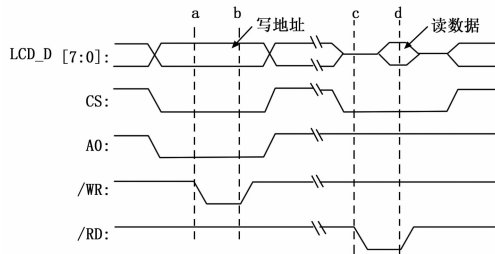


图 5 LCD 读操作时序图

3 系统软件设计

液晶显示控制系统基于嵌入式操作系统 Windows CE 7.0,应用程序使用 Visual Studio 开发。系统软件主要包括界面显示和系统控制逻辑两方面。

3.1 字符显示

该款液晶模组采用数据总线与地址总线复用的方式进行控制,传输方式为 8 位并行传输。对行操作时,分别用 0x7X 和 0x6X 表示行地址的高 4 位和低 4 位;对列操作时,分别用 0x1X 和 0x0X 表示列地址的高 4 位和低 4 位。通过对行和列的控制,实现液晶屏的显示。

系统显示字符时,首先根据 Unicode 编码从存储器字库中读取相应的汉字编码,然后将编码送至液晶屏显示寄存器以便显示,其中编码对应为“1”时显示,为“0”时不显示。以显示“电”字为例,通过字符取模工具可以获得其字模如图 6 所示。

汉字“电”十六进制编码数组记为“dian”, public static

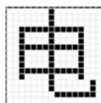


图 6 汉字“电”字模

byte [] dian = new byte [] { 0x01, 0x00, 0x01, 0x00, 0x01, 0x00, 0x3F, 0xF8, 0x21, 0x08, 0x21, 0x08, 0x3F, 0xF8, 0x21, 0x08, 0x21, 0x08, 0x21, 0x08, 0x3F, 0xF8, 0x21, 0x08, 0x01, 0x02, 0x01, 0x02, 0x00, 0xFE, 0x00, 0x00 }; 其中, 前两组值 0x01、0x00 分别表示该汉字第一行高 8 位和低 8 位的像素值, 第 3、4 组值 0x01、0x00 分别表示该汉字第二行高 8 位和低 8 位的像素值, 以此类推。其对应显示程序段如下:

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    byte[] buf = new byte[32];
    if (LcmDraw.LCM_Open())
    {
        ...
        LcmDraw.Disp_Pic(19, 17, LcmDraw.dian);
        Thread.Sleep(200);
        ...
    }
}
```

将每个字符处理成十六进制编码, 再通过总线对液晶控制寄存器进行指令和数据的操作, 将编码传送至液晶屏的指定行和列, 即可完成字符的显示。

3.2 液晶控制系统软件设计

液晶控制系统的软件通过调用动态链接库实现, 动态链接库对代码有很好的封装且独立于编程语言。C# 可以调用 C# 自身创建的或其他语言创建的动态链接库, 比如 C++、Delphi 等。对于液晶控制而言, 将键盘信息处理等模块设计成动态链接库的形式, 既节省了系统资源, 又方便程序的维护和升级^[4]。下面是调用一个动态链接库的代码示例, 将键盘按键采集的数据转换为按键值。

```
在 C# 中声明: using kbddll;
调用函数: Change_kbd (x, k1, k2, t)
调用代码: k0=Class1.Change_kbd (x, k1, k2, t); //调用动态链接库 kbddll.dll, 返回值赋给 k0
```

函数中, $k0$, x , $k1$, $k2$, t 均为整数数。其中, t 为按键防抖动延时时间, 单位为 ms; $k0$ 为返回给主函数的按键值。

控制逻辑部分则采用多线程结构, 提高了系统响应速度和 CPU 使用效率^[5]。系统上电后, 首先执行自检程序, 确保装置各硬件模块工作正常。然后启动主线程, 进行初始化, 执行对各寄存器参数的设置; 完成对处理器时钟、中断及其他器件的初始设置; 以及液晶模块参数的设定, 包括液晶模式设定、显示方式、扫描频率、亮度、对比度等。初始化完成后即可由处理器将存储在外部 ROM 中的初始界面数据送至显示器寄存器, 以显示开机界面。当有键盘消息产生时, 通过主线程交给当前页面, 结合光标所处位置及按键值去响应控件功能, 达到人机交互的目的, 其程序流程图如图 7 所示。

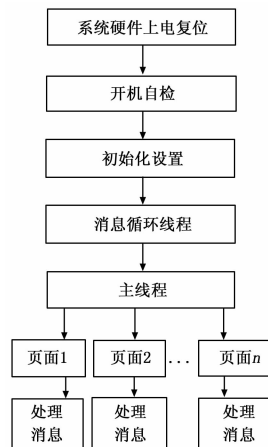


图 7 液晶系统软件控制流程图

4 系统运行结果

程序开发完成后, 通过 mini USB 和网络接口即可实现在线编译和调试。将汉字、数字、字母及图形等通过取模工具转换成 16×16 点阵, 从而获得相应的十六进制编码。利用这种方法, 可以显示种类众多的字符和标识。

与传统液晶应用设计相比, 该系统充分利用 Windows CE 的特点及 C# 程序设计语言的开发技巧, 采用模块化、多线程的设计思路, 使得液晶显示界面丰富, 且操作控制运行流畅。对嵌入式系统进行多次重复操作测试, 配电终端装置的响应准确率为 100%, 响应速度较快, 且系统运行稳定, 未出现崩溃等异常现象, 符合工业级应用要求。

5 结束语

本文提出了一种基于 ARM 处理器 AM335X 的液晶显示控制系统, 介绍了液晶接口电路和微处理器控制电路原理。系统硬件上采用模块化设计, 软件上以嵌入式操作系统 Windows CE 7.0 为平台, 运用多线程处理控制逻辑, 构建动态链接库, 解决了液晶界面切换过程中逻辑复杂的问题, 提高了系统的稳定性。

设计芯片均选用工业级器件, 完全满足配电自动化终端装置对性能及功能的要求, 为智能配电终端人机交互的设计提供了一种可靠方案。

参考文献:

[1] 谢大为, 杨晓忠. 配变监控终端在配电自动化中的应用 [J]. 现代电力, 2002, 19 (6): 70-75.
 [2] 李文新, 王广龙, 陈建辉. 基于 S3C2440 和 WinCE 的嵌入式传感测控系统 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17 (8): 1498-1500.
 [3] 王鑫, 傅丰林, 陈健. 一种基于 DSP 控制的液晶显示屏的设计及实现 [J]. 电子技术应用, 2003 (5): 64-67.
 [4] 马石安, 魏文平. VC++ 程序设计与应用教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
 [5] 尹德春. 多线程技术在串口通信中的应用 [J]. 微计算机信息 (管控一体化), 2005, 21 (8-3): 129-130.