

文章编号:1007-2780(2011)05-0626-05

基于 DSP 的 LCD 显示控制与设计

张永斌,胡金高

(福州大学 电气工程与自动化学院,福建 福州 350108, E-mail:csuzyb@gmail.com)

摘 要: 采用了一种 DSP 控制 LCD 模块的显示方案,并对系统的硬件和软件进行了分析。该方案关键在于采用通用 I/O 口对读写时序进行模拟,利用 C 语言具体的实现方法以及 LCD 模块丰富的显示功能,实现了 DSP 与 LCD 显示模块的良好接口,并在实际工作场合得到了应用。测试结果表明,该显示系统工作稳定、显示效果较好、刷新速度快,能够达到预期显示目标。

关 键 词: DSP;LCD;操作时序;清屏;C 语言

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20112605.0626

Control and Design of LCD Display Based on DSP

ZHANG Yong-bin, HU Jin-gao

(College of Electrical Engineering and Automation, Fuzhou University,
Fuzhou 350108, China, E-mail:csuzyb@gmail.com)

Abstract: A display program of LCD display module controlled by DSP has been adopted, and the system's hardware and software are analyzed. This display program lies in timing simulation of writing and reading by using general I/O port. Using specific implementation methods of C language, and rich display of LCD module, a better interface between DSP and LCD display module is realized, and has been applied in the actual workplace. Test shows that the display system is stable, and has better display quality and faster refresh rate, can achieve the desired objectives.

Key words: DSP;LCD; operation timing; clearing the screen; C language

1 引 言

随着现代工业技术的飞速发展,数字信号处理器(Digital signal processor, DSP)以其处理速度快、功能强大和性能稳定等特点,被广泛应用于模式识别、自动控制、仪器仪表等行业。目前,具有代表性的 DSP 产品主要为美国 TI 公司开发的 TMS320 系列的处理器,其处理速度较高,价格适中,且能实现许多复杂的功能,越来越受到众多商家的青睐^[1]。

本设计为有源电力滤波器上位机操作系统,

此系统要求显示界面内容丰富、实时性高,能较为直观和准确地反映下位机的状况以便做出相应的判断和操作。提出了一种基于 DSP 的 LCD 显示控制方法。

2 硬件设计

2.1 TMS320F2808 芯片主要功能及特点

TI 公司首推的 TMS320f2808 具有很高的性价比,被广泛应用于工业控制,特别是被应用于处理速度、处理精度方面要求较高的领域,在电子控制领域发挥着重要的作用,推动了电子信息化进

收稿日期:2011-03-29; 修订日期:2011-05-19

作者简介:张永斌(1985—),男,甘肃武威人,硕士研究生,主要从事智能仪表、有源电力滤波等方面的研究。

程。TMS320F2808 是一款支持 C/C++ 语言设计的芯片,设计者不仅可使用高级语言设计程序,还可利用 C/C++ 语言的高级算法来扩展用户的应用设计。在其系统中采用自动中断响应方式,可以快速处理异步事件。

2.2 TFT480272-4.3 液晶显示器

本设计所使用的液晶显示器是由武汉中显科技有限公司生产的总线型彩色显示器,采用 10.8 cm(4.3 in)、分辨率为 480×272 的真彩 TFT 屏,提供一个简单的高速 8 位总线与处理器连接,支持可编程的 256 色,具有低功耗、轻薄、宽温(−30~85 ℃)、亮度可调节(软件调节 8 种亮度)、低功耗(软件关断显示)等优点,适合各种仪器仪表、工业设备的应用。其低功耗、轻薄设计能满足单节锂电池供电设备的需求。其软件系统有如下特殊功能:

- (1) 快速清屏功能。只需发送一条指令,控制板可在 16.6 ms 内以指定的颜色对整个画面进行清屏,清屏过程无须单片机的干预,极大地提高了开机和单一背景色的显示速度。
- (2) 提供 8 点写模式。这使得彩色屏的操作与单色屏一样,极大地提高了汉字、英文字母、数字、以及单色位图的显示速度。
- (3) 提供灵活的地址自动加一功能。地址自动加一的方向可以任意设置为 X 方向或 Y 方向。

以上各种加强的功能使得普通的微处理器驱动彩色屏也可以得到非常流畅的显示效果,其工作原理如图 1 所示。

DC/DC 电压变换器产生液晶显示所需要的各种驱动电压,背光驱动电路则产生 LED 背光灯所需要的供电电源。逻辑控制电路采用 CPLD 器

件,利用独有的缓冲技术,让显示与写入数据同时进行,完全杜绝雪花现象,实现了画面的高速更新,且互不干扰^[2]。

2.3 硬件接口设计

本系统设计主要由微控制器 DSP 和 LCD 显示器以及相关的电子元器件组成。系统硬件模块接口如图 2 所示。

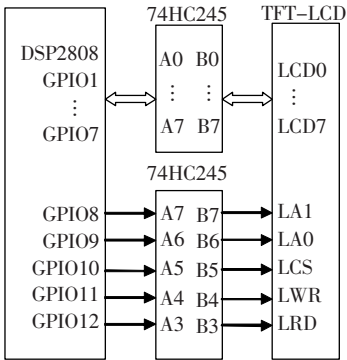


图 2 硬件模块接口
Fig. 2 Hardware module interface

系统中,LCD 的显示控制器映射在 DSP2808 的 I/O 空间,其数据/指令选择、行/列地址的选择以及数据的读/写选择由 DSP2808 的 GPIO8~GPIO12 来控制 LCD,实现功能的转换。因此,对 LCD 的控制实际上是对映射在 DSP2808 的 I/O 口读写操作。

图 2 中 DSP 与 LCD 显示器之间采用两片 74HC245 双向总线驱动器,目的是保证系统有足够的驱动性能,使系统能够稳定工作。另外,74HC245 的 /E 和 DIR 端都接地,低电平表示传输方向始终从 A 到 B,芯片总是被使能。由于本设计基本功能是向 LCD 写数据,所以可以通过 DSP 在每次初始化时将 LCD 的 LRD 引脚置 1,防止读写时序混乱。对 LCD 相关寄存器的操作说明如表 1。

表 1 LCD 寄存器操作说明

Table 1 Operating instruction of LCD register			
/CS	A1 A0	/WR	功能
0	0 0	0	列地址寄存器 X
0	0 1	0	行地址寄存器 Y
0	1 0	0	控制寄存器 CMD
0	1 1	0	数据寄存器 DAT

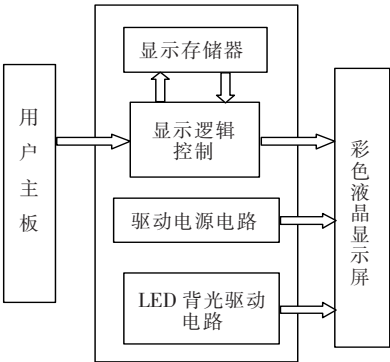


图 1 LCD 工作原理图
Fig. 1 Principle of LCD working

本系统使用 DSP2808 的系统时钟 100 MHz, 对于此款 DSP 芯片, 一个指令周期就是一个时钟周期, 即 10 ns, 速度非常快。由于 DSP2808 无总线, 对 LCD 的读操作要按读写时序的要求来完成。利用本款 LCD 特殊的 8 点写模式, 以及 DSP 的高速特性和 LCD 可编程 256 种色彩的优点, 可使本系统的显示模块准确、快速和丰富多彩, 更加动态地反映下位机的时实状态, 使系统调试和使用更加灵活和快捷^[3]。

3 软件设计

考虑到程序的可移植性和软件的可读性, 采用 C 语言作为开发语言, 利用 C 语言灵活和结构丰富的特点, 使系统能够发挥较大作用和实现所要求的功能^[4]。

首先, 由于 DSP2808 无总线, 对 LCD 的写操作要严格按照 LCD 的写时序模拟总线, 这也是设计中较为重要的环节, 也是程序的关键所在。TFT480272-4.3 LCD 的写时序图如图 3 所示。

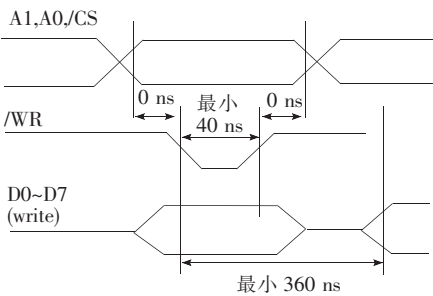


图 3 LCD 写操作时序图
Fig. 3 Writing operation timing of LCD

LCD 模块工作时序的完成主要通过控制信号的改变实现的, 在确定操作时序后, 通过片选信号 CS 以及地址线 A1、A0 来改变数据线相关寄存器的状态, 通过改变控制寄存器的值可实现此款 LCD 强大的显示功能, 控制寄存器具体功能如表 2 所示。由于 DSP 速度较快 (每条指令 10 ns), 此程序的关键在于写操作引脚电平跳变的延时, 延时选择过小数据写不进去, 延时选择过大则会导致屏幕刷新速度变慢, 影响系统的显示功能, 具体程序中会用较为精确软件延时方法来实现^[5]。

本系统中 DSP 控制液晶模块软件流程如图 4 所示。系统上电、复位后, 对系统的各项参数初始

表 2 控制寄存器功能表
Table 2 Function of control register

位	名称	功能
7	Reserved	Reserved
6	Back_disable	1:禁止背景色 0:允许背景色
5	Power_Off	1:低功耗模式 0:正常工作
4	Inc_dir	1:地址向 Y 方向加一 0:地址向 X 方向加一
3	Clear_en	1:启动自动清屏 0:正常模式
2~1	Mode[1:0]	00:数据寄存器为像素数据
		01:数据寄存器为前景色值
		10:数据寄存器为背景色值
		11:数据寄存器为亮度值
0	Dot8_en	1:使能 8 点写模式 0:单点写模式

化, 由于输出口状态对输入 LCD 模块的数据影响较大, 所以必须要对各 IO 口清零。由于 LCD 之前状态未知, 所以要调用清屏子程序清屏。然后通过调用命令子程序即改变控制寄存器的第 2~1 位来设置前景色和背景色。最后通过调用命令子程序使能 8 点写模式, 调用写地址子程序定好坐标, 写点阵数据到 LCD 显示存储器将要显示的字体显示在屏幕上。实际工作场合显示效果如图 5 所示, 图中画面为系统操作菜单。

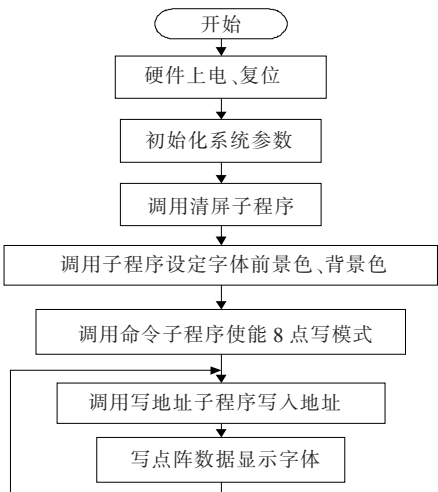


图 4 软件流程图
Fig. 4 Flow chart of software

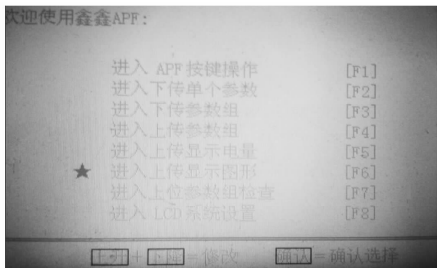


图 5 系统操作菜单

Fig. 5 Operation menu of system

本系统部分功能子程序如下:

写命令子程序:

```
void wrcmd(uchar x)
{GpioDataRegs. GPACLEAR. bit, GPIO8=1;
GpioDataRegs. GPASET. bit, GPIO9=1;
GpioDataRegs. GPACLEAR. bit, GPIO11=1;
for(y=0;y<2;y++)
databus=databus|x;
GpioDataRegs. GPACLEAR. bit, GPIO13=1;
GpioDataRegs. GPASET. bit, GPIO13=1;
GpioDataRegs. GPASET. bit, GPIO11=1;}
```

写数据子程序:

```
void wrdat(uint x)
{GpioDataRegs. GPASET. bit, GPIO8=1;
GpioDataRegs. GPASET. bit, GPIO9=1;
GpioDataRegs. GPACLEAR. bit, GPIO11=1;
for(y=0;y<2;y++)
databus=databus|x;
GpioDataRegs. GPACLEAR. bit, GPIO13=1;
GpioDataRegs. GPASET. bit, GPIO13=1;
GpioDataRegs. GPASET. bit, GPIO11=1;}
```

写地址子程序只是改变 A1、A0 的状态与命令,与数据子程序类似,程序名为:wradd(uint x, uint y);

下面是一个完整的写字程序:

```
void wrdz(uint a,uint b,char * chn,uint fc,uint bc,uint type)
{uint i;
```

```
wrcmd(0x02); wrdat(fc);
wrcmd(0x04); wrdat(bc);
for(i=0;i<16;i++)
{wrcmd(0x01); wradd(a,b+i);
if(type)
{wrdat(chn[2*i]); wrdat(chn[2*i+1]);}
else
wrdat(chn[i]);}}
```

程序中,通过调用命令子程序来设置所要写字的前景色和背景色,通过判断参数类型来确定要写字的类型,本设计有两种字型即 16×16 型和 16×8 型。

液晶模块还有较为理想的画图功能,系统波形显示效果如图 6 所示,其程序的编写与写单字的原理类似,只需将 8 点写模式切换成单点写模式,按照图 4 的流程即可画出动态多变的波形和柱形等应用于现代工业领域的各种图形,使得系统显示能够直观、快速地反映各环节状态变化情况,达到预期的显示效果。

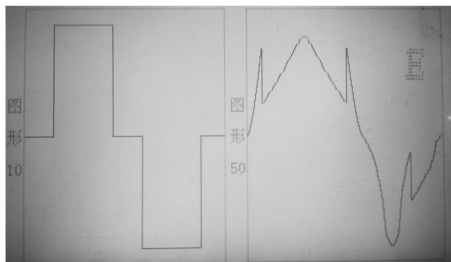


图 6 系统波形图

Fig. 6 Waveform of system

4 结 论

利用 TMS320F2808 和 TFT 480272-4.3 显示器实现了较为理想的人机交互界面。通过 DSP 模拟总线时序,软件和硬件之间能够很好地融合,增强了系统的稳定性。本显示系统在总控系统的应用中得到了良好的效果。基于 DSP 的液晶显示控制技术已经在工业领域得到了广泛应用,有非常广阔的市场前景。

参 考 文 献:

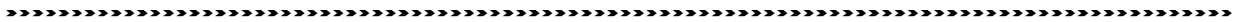
[1] 孙丽明. TMS320F2812 原理及其 C 语言程序开发[M]. 北京:清华大学出版社,2008:112-120.

[2] 武汉中显科技有限公司. TFT480272-4.3 总线型液晶显示器使用说明书 Version2.4[R]. 武汉,2007.

[3] 曾伟,廖力清,陈华星. 基于 DSP 的液晶显示器接口设计及控制实现[J]. 国外电子元器件, 2006,(11):17-20.

[4] 许敬淑,傅华明,刘川. 一种基于 DSP 实现的 LCD 液晶屏显示技术[J]. 现代电子技术, 2007,(24):52-54.

[5] 黄树毅,程汉湘,荆怀成,等. TMS320F2812 与液晶显示模块的接口电路及其程序设计[J]. 液晶与显示,2009, 24 (5):698-703.



(上接 P607)

例:[12]西安电子科技大学. 光折变自适应光外差探测方法:中国,01128777. 2[P/OL]. 2002-03-06[2002-05-28]. [http://211.152.9.47/sipoasp/zljs/hyjs-yx-new.asp? recid=01128777.2&leixin=0](http://211.152.9.47/sipoasp/zljs/hyjs-yx-new.asp?recid=01128777.2&leixin=0).

电子文献:[序号]主要责任者. 题名:其他题名信息[文献类型标志]. 出版地:出版者,出版年(更新或修改日期)[引用日期]. 获取和访问路径.

例:[13]PACS-L: the public-access computer systems forum[EB/OL]. Houston,Tex: University of Houston Libraries, 1989[1995-05-17]. [http:// info. lib. edu/pacsl. html](http://info.lib.edu/pacsl.html).

例:[14]Online Computer Library Center, Inc. History of OCLC [EB/OL]. [2000-01-08]. [http:// www. oclc. org/about/history/default. htm](http://www.oclc.org/about/history/default.htm).

- 2. 文后参考文献应在正文中引用该文献处进行标注。
 - 3. 关于作者姓名,姓在前,名在后(拉丁文只用缩写);作者 3 人以下应全部列出,4 人以上仅列出前 3 人,其后加“等”(外文加“et al”)。
 - 4. 注意参考文献标注的标点符号、次序,并不得缺项。
 - 5. 参考文献著录不规范的有可能影响文章的录用。
- 注:文献类型和电子文献载体标志代码:

文献类型和标志代码			
文献类型	标志代码	文献类型	标志代码
普通图书	M	报告	R
会议录	C	标准	S
汇编	G	专利	P
报纸	N	数据库	DB
期刊	J	计算机程序	CP
学位论文	D	电子公告	EB

电子文献载体和标志代码	
载体类型	标志代码
磁带(magnetic tape)	MT
磁盘(disk)	DK
光盘(CD-ROM)	CD
联机网络(online)	OL