

文章编号:1007-2780(2009)01-0110-06

基于 DSP 的 LCD 模块设计及其 在设备状态监测系统中的应用

席鑫宁,潘宏侠*

(中北大学 信息与通信工程学院,山西 太原 030051,E-mail:icebluening@163.com)

摘 要:介绍了基于 DSP-TMS320F2812 控制的点阵式液晶显示模块 LCD-HS12232 的实现方法及其应用接口,给出了硬件接口和软件设计方案。采用模块化的程序设计,实现了 LCD-HS12232 在设备状态监测系统上的应用,并针对实际设计过程中出现的多任务操作效率问题给出了解决方案。模块化设计的系统有方便的用户接口,可以在多种 DSP 控制系统或数据处理系统上移植。

关 键 词:TMS320F2812;液晶显示;模块化设计;接口设计

中图分类号:TN911.73 **文献标识码:**A

1 引 言

现代社会是个信息化的时代,信息的获取最终要通过显示器来实现人机交换。很多实际数字系统都需要良好的用户界面,其中以 LCD 的使用最为普遍。DSP 作为数字信号微处理器广泛应用于各种控制系统、数字信号处理系统与嵌入式系统,具有高速度和高精度的特点。近年来,利用 DSP 取代单片机控制液晶屏的显示已渐成主流趋势^[1-3]。

TMS320F2812 是 TI 公司推出的高精度和高处理能力的定点数字信号处理器,其丰富的外设功能为很多控制问题提供了解决方案。在设备状态监测系统中,设备状态数据的采集、状态数据的处理过程、状态数据往上位机发送以及状态数据的在线处理和显示等操作都需要良好的人机交互界面来实现。这些操作内容多样,实时性要求强,显示内容丰富,需要有良好的模块化解决方案。

本文以 TMS320F2812 作为点阵式液晶显示模块 LCD-HS12232 的控制芯片,采用模块化的程序设计,实现了设备状态监测系统的人机交互界面,并针对实际设计过程中出现的多任务操作效率问题给出了解决方案。

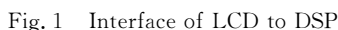
2 DSP-LCD 接口设计

2.1 硬件接口设计

接口可以分为 3 部分:DSP 控制器,液晶显示模块以及两者之间的隔离缓冲电路。硬件接口 PROTEL 原理图如图 1 所示。

TMS320F2812 引脚中有 56 个可以用作 GPIO,DSP 与 LCD 显示的数据交换即是通过 GPIO 来实现的。GPIO 的使用是通过对控制寄存器(GpioMuxRegs)和数据寄存器(GpioDataRegs)的编程来实现的。GPIO 分为 A、B、D、E、F、G 6 组,每组分别对应一些相应的 I/O 引脚,且每组都有与其对应的控制与数据寄存器。控制寄存器中,功能选择控制寄存器 GPxMUX 配置 GPIO 工作在外设操作模式或数字量 I/O 模式;方向控制寄存器 GPxDIR 配置 I/O 的方向;量化寄存器 GPxQUAL 量化输入信号,消除外部噪声信号。数据寄存器中包括数据寄存器 GPxDAT、置位寄存器 GPxSET、清除寄存器 GPxCLEAR 以及取反寄存器 GPxTOGGLE^[4]。

在液晶显示模块中,使用 GPIOA0-A7 作为与 LCD 通信的数据 I/O,GPIOB0-B5 作为与 LCD 通信的控制 I/O。HS12232 是分辨率为 122×32 的点阵式 LCD,其引脚 D0~D7 是数据 I/O 引脚,



电路设计的关键是 PCB 布线。设计不当, PCB 会产生电磁干扰(EMI),使整个电路工作不正常。DSP 工作的信号频率很高,高频信号传输线路过长会引起信号失真,使显示混乱。布线时,液晶模块和 DSP 之间所有传输信号的布线都要尽可能地短,以减少相互间的电磁干扰,保证高频信号高质量传输,从而保证电路正常工作。此外,由于 LCD 模块的工作电流远小于背光部分所需的电流,因此将工作电源和背光电源分别布线。引脚的模拟信号线要尽可能地远离数字电路信号线,需将 ADC 模块的电源输入同数字电源隔离开,将显示模块与 ADC 模块分离开,以减少数字信号转换产生的耦合干扰。

2.2 显示驱动程序设计

软件设计是通过 TI DSP 集成开发环境 CCS2000 实现的,CCS2000 集成了常规的开发工具,如源文件编辑器,代码生成工具(编译器和连接器)以及调试环境等。软件设计流程图如图 2 所示^[5]。

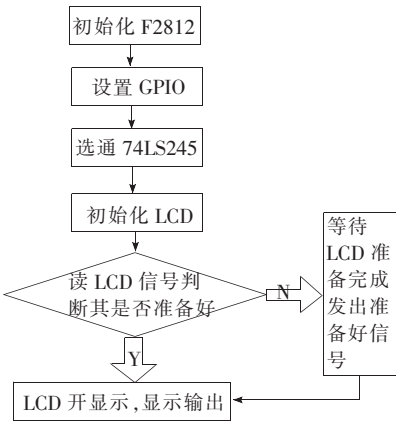


图 2 显示程序设计流程图

Fig. 2 Flow chart of display program design

初始化系统控制主要是通过系统控制寄存器 (SysCtrlRegs)配置 F2812 数字信号处理器上的所有时钟、锁相环、看门狗和低功耗模式,以及通过设备仿真寄存器 (DevEmuRegs)控制 CPU 的保护模式,管理关键的设备信号,合理分配片上 RAM 使用空间。

本设计将需要使用的 GPIOA 与 GPIOB 配置成 I/O 模式,如: GpioMuxRegs. GPAMUX.all=0x0000;并在需要的时候设置 GPIO 是输入还是输出。向 LCD 写信号或者控制 74LS245 时,需要将 GPIO 设为输出;读 LCD 信号时,需要将其设为输入。由于其使用频率较高,所以使用宏定义,用易记的标识符将其定义,以减少工作量并提高通用性,为 1 时输出,为 0 时输入。如: GpioMuxRegs. GPADIR.all=0xffff;或者:

```
# define OUT GpioMuxRegs. GPADIR.all
OUT=0xffff;
```

由于需要时而向 LCD 写信号,时而从 LCD 读信号,所以要求 74LS245 时而设置为从 A 口流向 B 口,时而从 B 口流向 A 口。流向控制引脚 DR 的电平是由 GPIOB4、B5 控制的,所以要对 GPIO 的某位进行控制。对寄存器定义时,既定义其所有位的标识符 all,又定义某位的标识符

bit,方便程序的编写。向某位写数据时使用数据寄存器,如: GpioDataRegs. GPBSET. bit. GPIOB4=1;

使用 LCD 时,首先对其进行一些初始化操作,包括复位、显示的起始地址设置、页地址设置、行和列地址设置、驱动模式设置、显示时钟设置等。可根据实际情况,参考 LCD 资料进行设置。设置时,使用函数 void lcd_init(void)将十六进制数据指令通过 GPIO 口向 LCD 写数据实现。将控制 LCD 的命令与控制 GPIO 的语句都用宏定义分别制成表单,查阅与使用会很方便,便于程序的移植。如:

```
//液晶显示控制命令表
# define reset 0x00E2 //LCD 软件复位
.....

//GPIO 常用操作宏定义
# define lcd_data GpioDataRegs. GPADAT.all
# define clr_E2() (GpioDataRegs. GPBCLEAR.bit, GPIOB1=1)
.....
```

```
使用:
void lcd_init(void)
{ send_mi(reset); //复位 LCD
  send_si(reset);
  .....
}

void send_mi(uchar instruction)
{
    clr_E2(); //关从驱动器
    set_E1(); //开主驱动器
    wait_ready(); //等待 LCD 准备好
    clr_A0(); //D0 到 D8 传输的是指令
数据
    clr_WR(); //写触发
    lcd_data = instruction;
    //指令码 lcd_data 写数据到 LCD
    clr_E1(); //关主驱动器
}
```

其中,send_mi(), send_si(), 和 send_md(), send_sd()为控制显示的私有函数,分别发送液晶显示控制命令和数据到 LCD 的主从窗口。

显示输出函数模块程序将数字、字符、汉字和混合图像的显示分别封装成不同的函数,方便调

用。显示的关键在于字库的制作。专门定义一个结构体 struct data_gb16 hz16[]和 unsigned char ascii[],存放汉字的十六进制数及 ASCII 码的点阵字库,显示函数引用结构体的变量 unsigned char index[12]和 unsigned char zimo[32]到点阵缓存区 unsigned char dot_buffer[32]或数据缓存区 unsigned char disp_buffer[10],再通过一定的显示算法及对显示模块的硬件操作,使其显示在液晶屏幕上。

主要的显示函数的基本形参有 col、layer、ptr、mode,分别代表显示数据的列数(0~121)、层数(上下两层)、所要显示的数据数组变量、显示模式(正常显示和反色显示)。对图形显示而言,还包括图形的宽度和高度。得到这些参数后,根据数值判断所应处的物理位置,调用主或从驱动器显示子程序,就会在液晶屏幕上显示出来。

//ASCII(8×16) 和 汉字(16×16)显示函数

```
void dprintf(uchar col, uchar layer, uchar * ptr,
uchar mode)
```

```
{uchar c1, c2;
```

```
uchar i, j, k;
```

```
uchar ulen=0;
```

```
uchar ucol, ulayer;
```

```
ucol = col;
```

```
ulayer = layer;
```

```
while (ptr[ulen]! = 0)ulen++; //探测字符串长度
```

```
i=0;
```

```
while(i<ulen)
```

```
{ c1=ptr[i];
```

```
c2 = ptr[i+1]; //ASCII 字符与汉字内码的区别在于 128 做分界;大于 128 的为汉字码
```

```
if(c1 <=128) //ASCII
```

```
{ if(mode) disp_one_ascii(ucol, ulayer, c1, 1); //反色显示
```

```
else disp_one_ascii(ucol, ulayer, c1, 0); //正常显示
```

```
ucol+=8;
```

```
i++; //ASCII 码的处理
```

```
}
```

```
else //中文
```

```
{ for(j=0; j<sizeof(hz16)/sizeof(hz16[0]); j++)
```

```
{ //查找定位当前汉字的点阵区
```

```
if((c1==hz16[j].index[0])&&(c2 ==hz16[j].index[1])) break;
```

```
}
```

```
for(k=0; k<32; k++)
```

```
{ if(mode) dot_buffer[k]=~hz16[j].zimo[k];
```

```
Else dot_buffer[k]= hz16[j].zimo[k];
```

```
}
```

```
draw_bmp(ucol, ulayer, 16, dot_buffer);
```

```
ucol+=16;
```

```
i+=2; //中文的处理
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

2.3 响应速度

DSP 控制器的运算速度非常快, TMS320F2812 的工作频率高达 150 MHz, 液晶显示器难以与其同步。硬件上的解决方案是在 DSP 数据接口与 LCD 数据接口之间使用 74LS245 进行数据缓冲。在软件设计方面, 可在程序中加入 DSP 等待周期(根据工作频率的不同改变程序中的参数来满足时序要求), 延长 DSP 输出信号的持续时间。在上电执行液晶模块初始化程序之前先运行一段延时程序, 每次对液晶模块控制器的控制端口、数据端口进行读、写操作时, 都根据需要调用延时子程序。虽然 DSP 的运行速度相当快, 但每段延时程序累积起来, 再加上循环程序的运行需要, 系统响应速度会很慢, 对于实时监控系统这是不允许的。因此在数据传输时, 也通过读 LCD 信号来判断 LCD 状态, 直到 LCD 准备好, 再对它进行控制和传输数据。编程时尽量缩短延时时间, 根据实际情况设计延时程序, 以保证系统的响应速度。

2.4 显示驱动程序的模块化编制

多子程序设计中, 提高程序质量的一条标准就是模块化。模块之间接口清晰明白, 易于检测。本文中, 液晶显示模块的软件设计遵循了这个标准, 将 GPIO、系统控制、显示算法、字库封装成各自的模块, 条理清晰, 调用方便, 使得程序容易移植, 接口易于使用。数据和函数分离在 C 语言中是一个理所当然的观念^[8]。将要显示的数据和显示算法分离, 做了方便使用面向对象的接口, 使用

时可以根据需要做改变。在液晶显示模块设计中,所有模块的代码没有直接访问外设硬件,算法实现和硬件驱动分开实现,这样使软件可移植性大大提高。用于显示的算法程序与驱动 LCD 的程序完全分开,做到模块化设计,有助于进一步开发,补充,易于移植和使用。

3 LCD 模块在设备状态监测系统中的应用

3.1 LCD 模块与系统其它功能的结合

作为人机交互的 LCD 在与设备状态监测系统结合使用时,需要针对系统的实际需求编制相应的子程序模块。在系统中,需要对设备的各种状态信号进行采集与分析并将分析结果显示,必要时要将分析结果上传至主控机,其中涉及到很多操作都要在 LCD 上实现。系统开机时,需要在 LCD 上显示基本的状态参数,如温度、湿度、系统运行状态正常与否等,而这些状态参数都是从 DSP 的采集通道获得的,要将 LCD 显示模块嵌入到数据采集子程序当中。当根据需要检测特定设备测点的状态数据时,需要将 LCD 作为人机交互器件对采集通道、采样频率和采样时间等进行设定。采样结束后,DSP 对数据进行分析 and 处理,根据需要对数据的曲线和参数进行显示,这些工作需要将 LCD 模块子程序嵌入到数据处理与分析子程序当中。数据分析和处理结束后,根据需要将数据和结果传送至主控机中,这个操作也需要用 LCD 来做中介选择传输通道,传输类型的选择。以上这些工作是人操作实现的,当作为设备监控无人操作时,如果出现运行异常,LCD 要将异常状态显示出来以示报警,显示故障时间、故障内容和主要参数等。

3.2 多任务之间的协调

需要在 LCD 上实现的操作,其内容复杂并与系统中各种工作模块都有联系,而且这些模块之间的运行大多数是通过调用中断来实现的,这就存在产生冲突的可能。这个问题的解决有两种方法,一是根据 CPU 中断优先级和 PIE 的中断优先级进行程序的编制;二是用实时多任务操作系统来解决。

利用优先级的高低编制的程序的方法是一种顺序工作的过程,是把各种任务排队,按先后顺序

来完成。其过程如下:如果在处理数据需要往上位机传送的同时,出现了新的数据采集需求,由于数据采集的优先级高于传输数据到主控机的优先级,所以系统将先进行数据的采集,LCD 也将先进行采集的相关操作,以免关键数据丢失,而将上次的数据传输的中断任务挂起,待数据采集任务完成之后,再根据 LCD 上的显示内容进行传输设置,把上一次的数据传输出去。

利用优先级的高低编制的程序来解决多任务之间协调问题的方法效率略显低下,而用实时多任务操作系统来设计,则会将 CPU 的利用率达到最高。多任务的运行靠 CPU 在许多任务之间进行调度和切换,CPU 轮番服务于一系列任务当中的某一个。系统在数据采集、处理与分析、数据传输以及与它们 3 个相关的显示子程序之间转换和调度,管理各种任务的运行,具有非常高的效率。

3.3 显示的实现

显示的实现是将模数转换模块的数据在显示模块中显示出来,需要将 A/D 结果寄存器中的数据转换为显示函数的参数。若是显示恒定的数据,只需要在数据采集子函数中调用显示函数,也可以对数据进行各种处理后再显示其结果;若是显示实时变化的数据,则需将显示函数写入 AD 中断服务子程序中进行必要的处理,如进行必要的数据处理算法,将二进制数据转化成直观的电压、电流数据等,然后可以实现对采集到的数据进行实时显示。将显示模块移植到其它系统模块中也很方便,设计中采用的是模块化设计方法,将需要显示的数据赋值给显示参数,调用显示子程序就会显示需要的内容。

4 结 论

本文将液晶显示模块 LCD-HS12232 应用于以 TMS320F2812 为处理器的设备状态监测系统中充当人机交互界面,给出了硬件接口和软件设计方案。采用模块化的程序设计,并针对实际设计过程中出现的多任务操作效率问题给出了解决方案。本文的模块化设计可以在多种需要人机界面的 DSP 系统中移植使用,使用时根据实际需要改变硬件连接方式,直接调用显示模块编制所需算法就可以实现所需功能。

参 考 文 献:

[1] 王海涛,刘兆甲,张文明,等. 基于 DSP 的液晶图文显示技术 [J]. 液晶与显示,2008,23(1):73-76.

[2] 胡汉梅,程 妮,李海军. 基于 DSP 图形液晶显示器接口及程序设计 [J]. 液晶与显示,2007,22(5):623-628.

[3] 金钰,郑喜凤,丁铁夫. 基于 DSP 的 OLED 显示器软硬件设计及实现 [J]. 液晶与显示,2008,23(2):209-213.

[4] 苏奎峰,吕强,耿庆锋,等. TMS320F2812 原理与开发 [M]. 电子工业出版社,2005.

[5] [美]Texas Instruments Incorporated. TI DSP 集成化开发环境(CCS)使用手册 [M]. 彭启琮,张诗雅,常冉,等编译. 北京:清华大学出版社,2005.

[6] [美]Texas Instruments Incorporated. TMS320 DSP 算法标准 [M]. 徐盛,胡剑凌,编译. 北京:清华大学出版社,2007.

[7] Texas Instruments Incorporated. TMS320F2812 Digital Signal Processors Data Manual [R]. Dallas, US:Texas Instrument Inc. , 2001.

[8] 王璐钢,陈林康,曾岳南,等. DSP C2000 程序员高手进阶 [M]. 北京:机械工业出版社,2004.

LCM Design Based on DSP and
Its Application in Device Monitoring System

XI Xin-ning, PAN Hong-xia

(School of Information and Communication Engineering, North University of China,
Taiyuan 030051, China, E-mail:icebluening@163.com)

Abstract

Design of LCD-HS12232 dot-matrix LCM based on DSP-TMS320F2812 and it's application interface are introduced. The design method of hardware interface and software program are provided. Modular program design of showing section is proposed, and its application in device monitoring system is discussed. Specific issues of multi-task operating efficiency in the design process are solved. Structured design system has convenient user interfaces and can be transplanted to many DSP control and data handling system.

Key words: TMS320F2812; LCD; modular design; interface design

作者简介:席鑫宁(1984—),女,山西蒲县人,硕士研究生,主要研究方向:DSP 技术及应用。