

文章编号:1007-2780(2009)05-0713-05

基于 DSP 的液晶显示时钟的设计与实现

叶 军¹, 于 霞²

(1. 青海大学 机械系, 青海 西宁 810016, E-mail: yejun1991@21cn. com;
2. 广西工学院 机械系, 广西 柳州 545006)

摘 要: 通过对 DSP 芯片 TMS320LF2407A 和液晶模块 LCM12864ZK 的分析和研究, 利用 TMS320LF2407A 的 DSP 最小系统板构建了一个时间显示系统, 采用 LCM12864ZK 液晶模块显示时间, 用按键调整时间。该时钟系统包括硬件电路的实现和系统程序设计两部分。对液晶显示时钟系统的硬件原理和主程序流程图进行了介绍, 并给出了定时器的初始化程序和按照液晶显示模块接口读写时序编写的在 DSP 芯片 TMS320LF2407A 上的液晶显示初始化程序。

关 键 词: DSP; TMS320LF2407A; LCM12864ZK 液晶模块; 接口
中图分类号: TP334. 7; TP36 **文献标识码:** A

1 引 言

DSP 芯片既具有高速数字信号处理功能, 又具有实时性强、功耗低、集成度高等嵌入式微计算机的特点, 所以随着科技的发展, DSP 技术在机电控制领域的应用愈加广泛。LCD 可显示字符、汉字和图形, 且显示清晰美观、功耗低, 现在已成为电子产品中应用最为广泛的显示方式。近年来, 基于 DSP 的 LCD 图文显示技术一直受到科技人员的关注。

本文利用 DSP 芯片 TMS320LF2407A 的数字 I/O 口来控制慢速的 LCM12864ZK 液晶显示模块, 用软件编程来实现对外设 LCM12864ZK 液晶显示模块的读写接口时序, 并且按照 LCM12864ZK 液晶显示模块的时序要求加入相应的等待延时来实现高速的 DSP 芯片和低速的液晶显示模块的工作匹配, 从而实现基于 DSP 的液晶显示时钟设计。

2 系统的硬件组成

完整系统的电气原理图如图 1 所示。

2.1 DSP 模块

使用 TI 公司的 TMS320LF2407A 型号的 DSP 芯片构成最小系统板^[1], 该系统板是 DSP 芯片工作的最小系统, 主要由 DSP 芯片 TMS320LF2407A、

Static RAM 芯片 CY7C1021 和 3.3 V 电源组成。DSP 芯片的引脚可以在实验中根据需要通过扩展插口引出。最小系统板可引出的 DSP 功能引脚有: I/O, AD, SPI, SCI, CAN, PWM, Interrupt, CAP 和电源引脚。根据本系统的需要, 从最小系统板扩展插口引出所用到的 DSP 芯片引脚与实验板相联接, 所用到的 DSP 芯片引脚均在系统硬件原理图(图 1)中详细标出。

图 1 系统电气原理图

Fig. 1 Hardware circuits principles of the system

2.2 液晶显示模块

使用北京青云科技的 LCM12864ZK 液晶模块^[2]用于字符、数字和汉字的显示, 该模块有 128×

64 个像素,可以显示 4 行汉字,每行 8 个,共计 32 个汉字;或者 4 行半角字符,每行 16 个,共计 64 个半角字符。在电路原理图中详细标明了 LCM12864ZK 液晶模块的 20 条引脚的定义以及与最小系统板的连线关系。需要强调的是,LCM12864ZK 液晶模块的 VR 和 VO 引脚端需要串连一个 10 kΩ 的可调电阻,且在初次使用时要微调 10 kΩ 电阻,使得液晶屏的字符显示清晰明亮。

2.3 按键模块

使用 DSP 最小系统板扩展实验板上的 4 个按键 KEY₁ ~ KEY₄ 来实现电子时钟的各项操作。按键的设计中添加了图 1 所示的按键防抖电路,可有效抑制按键时所产生的电压颤抖。按键被按下时,相应管脚为高电平;按键抬起时,相应管脚为低电平。TMS320LF2407A 为 3.3 V 供电,因此捕获引脚输入脉冲的高电平不能超过 3.3 V^[3]。在电路原理图中详细地标明了按键 KEY₁ ~ KEY₄ 与最小系统板输入引脚的连线关系。

2.4 仿真器

最小系统板通过 JTAG 口与明伟公司的基于 USB 接口的 TDS510 USB2.0 DSP 仿真器相联接。该系统的硬件电路比较简单,各项功能依靠程序来实现,因此仿真器在繁复的程序调试中是必不可少的。软件编程和调试在 TI 公司 DSP 开发环境 CCS2.2 下进行。

3 程序设计

整个系统的程序采用模块化的程序设计方法编写,主要的程序模块有液晶显示初始化模块、系统初始化模块、定时器中断模块和按键判断处理模块。主程序流程如图 2 所示。

下面选择有代表性的在 DSP 中产生 1 s 时间基准的定时器初始化程序和液晶显示的初始化程序来介绍程序设计部分。

3.1 时钟基准定时器初始化程序

因系统初始化设置 *SCSR1=0x81FE,即系统选择 4 倍频的晶振频率,所以对 Timer2 采用以下的定时器初始化设置:时钟分频系数为 4,频率为 10 MHz,定时器周期为 0xFFFF,则中断 152 次为 1 s^[1]。

void Timer2Initial()

```
/* 定时器 2 初始化 */
{
    *T2CON=0x120C; /* 时钟分频系数为 4 */
    *T2CNT=0x00;
    *T2PER=0xFFFF;
    *IMR= *IMR|0X0004;
    *IFR=0xFFFF;
    *EVAIMRB= *EVAIMRB|0x0008;
    /* 使能 timer2 上溢中断 */
    *EVAIFRB= *EVAIFRB |0xFFFF;
    /* 清除中断标志 */
}
```

图 2 主程序流程图
Fig. 2 Main program flow charts

3.2 LCM12864ZK 液晶屏初始化程序设计

在液晶屏幕上显示字符和汉字必须按照液晶屏生产厂家提供的技术说明文档进行编程。根据 LCM12864ZK 液晶屏技术文件提供的液晶屏读写控制指令、液晶屏 8 位数据并行接口初始化流程以及 TMS320LF2407A 读或写 LCM12864ZK 液晶屏的时序,编写了液晶屏的初始化程序^[3-8],如下所示:

```
/* LCM12864ZK 液晶屏初始化程序 */
void LCD_DELAY(unsigned int i)
/* 延时子程序 */
```

```

{
    for (;i>0;i--);
}

void WRCommand(unsigned long comm)
/* 写数据到指令寄存器 */
{
    * PFDATDIR = * PFDATDIR&0xFFCF;
/* RW=0 选择写,RS=0 选择指令寄存 */
    * PBDATDIR = 0xFF00;
/* B 口设置为输出 */
    LCD_DELAY(50); * PFDATDIR = * PFDAT-
DIR&0xFFBF;
/* E=0; */
    LCD_DELAY(50);
    * PFDATDIR = * PFDATDIR | 0x0040;
/* E=1; */
    LCD_DELAY(50);
    * PBDATDIR = * PBDATDIR | comm;
/* 控制字 */
    LCD_DELAY(100);
return;
}

void WRData(unsigned long data)
/* 写数据到数据寄存器 */
{
    * PFDATDIR = * PFDATDIR | 0x0010;
    * PFDATDIR = * PFDATDIR&0xFFDF;
/* RW=0 选择写,RS=1 选择数据寄存器 */
    * PBDATDIR = 0xFF00;
/* B 口设置为输出 */
    * PFDATDIR = * PFDATDIR&0xFFBF;
/* E=0; */
    LCD_DELAY(50);
    * PFDATDIR = * PFDATDIR | 0x0040;
/* E=1; */
    LCD_DELAY(50);
    * PBDATDIR = * PBDATDIR | data;
/* 数据 */
    * PFDATDIR = * PFDATDIR&0xFFBF;
/* E=0; */
    LCD_DELAY(100);
return;
}

```

```

Void Show_Chinese(unsigned long addr, un-
signed long chinese[], unsigned int count)
/* 建一个显示字符和汉字的函数,先送入要显示
位置的地址(80H~9FH),然后送入要显示字符
或者汉字的编码,最后送入字符或者汉字的长度。
显示字符串是以全角汉字为准,所有奇数半角
ASC2 字符组,末尾要补 0x20 空格以避免乱码。
汉字的编码可以通过查标汉字编码表得到,例如
要在液晶屏上显示“DSP& 液晶显示时钟”,系统
初始化时先要建立一个显示字段定义为:
Unsigned long ClockName[ ] = { 0x44, 0x53,
0x50, 0x26, 0xd2, 0xba, 0xbe, 0xa7, 0xcf, 0xd4,
0xca, 0xbe, 0xca, 0xb1, 0xd6, 0xd3 } * /
{
    unsigned int i;
    WRCommand(addr); /* 设定 DDRAM 地址 */
    for(i=0;i<count;i++)
    {
        WRData(chinese[2 * i]);
        WRData(chinese[2 * i + 1]);
    }
    return;
}

void ClearLCD() /* 清屏函数 */
{
    Show_Chinese(0x80, Space, 8);
    Show_Chinese(0x90, Space, 8);
    Show_Chinese(0x88, Space, 8);
    Show_Chinese(0x98, Space, 8);
/* 建立定义字段显示 Unsigned long Space[ ] =
{ 0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20,
0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20, 0x20,
0x20 } * /
    return;
}

void LCDinitial(void)
/* LCD 初始化 */
{
    * PCDATDIR = 0x0200;
    * PCDATDIR&= 0xFFFD;
    LCD_DELAY(1000);
    * PCDATDIR = 0x0002;
    LCD_DELAY(1000);
    * PFDATDIR&= 0xFFCF; /* RS=0; RW=

```

```
0; */
* PBDATDIR=0xFF00|0x30;
/* 基本指令,8 位并行 */
LCD_DELAY(1000);
* PBDATDIR=0xFF00|0x30;
LCD_DELAY(1000);
* PBDATDIR=0xFF00|0x0C;
/* 显示状态开关:整体显示开、光标显示关、光
标显示反白关 */
LCD_DELAY(1000);
* PBDATDIR=0xFF00|0x01;
/* 清除显示 DDRAM */
LCD_DELAY(1000);
* PBDATDIR=0xFF00|0x06;
/* 起始点设置,光标右移动 */
LCD_DELAY(1000);
return;
}
```

4 DSP 液晶显示时钟的实现

图 3 为 DSP 液晶时钟的实物和显示效果照片。实际的运行表明,所设计的 DSP 液晶显示时钟的计时精度为每 12 h 误差 65 s。尽管实际的运行精度不尽如人意,但这只是一个初步设计,还可以采取以下措施进行改进:

- (1)使用高精度的石英晶振;
- (2)改进时钟基准定时器初始化程序,将现在的 1 s 时间基准改进为 50 ms 的时间基准。

参 考 文 献:

[1] 清华大学机械工程系机器人技术及应用实验室. TMS320LF2407A 教学系统硬件指导书[R]. 北京:清华大学,2007.

[2] 北京青云创新科技发展有限公司. 带中文字库图形点阵液晶显示模块 LCMxxZK 使用说明书[R]. 北京:北京青云创新科技发展有限公司,2006.

[3] 刘和平,王维俊,江渝,等编著. TMS320LF240x DSP C 语言开发应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.

[4] 北京青云创新科技发展有限公司. 带中文字库图形点阵液晶显示模块 LCMxxZK 编程说明书[R]. 北京:北京青云创新科技发展有限公司,2005.

[5] 廖丽莹,李啸,罗涛,等. 基于 TMS320F2812 的液晶显示的设计 [J]. 微计算机信息,2008,24(7-2):196-198.

[6] 胡汉梅,陈妮,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.

[7] 舒鑫,郭其一. ST7920 点阵式液晶显示模块的应用研究和编程 [J]. 液晶与显示,2007,22(2):192-196.

[8] 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.

图 3 DSP 液晶时钟实物照片
Fig. 3 Picture of the LCD clock based on D

通过采用上述措施,系统的计时精度将有较大幅度的提高。

5 结 论

利用 DSP 芯片 TMS320LF2407A 的数字 I/O 口来控制慢速的 LCM12864ZK 液晶显示模块,用软件编程来实现对外设 LCM12864ZK 液晶显示模块的读写接口时序,按照 LCM12864ZK 液晶显示模块的时序要求加入相应的等待延时实现了高速 DSP 芯片和低速液晶显示模块的工作匹配,完成了基于 DSP 的液晶显示时钟设计。当前的 DSP 液晶显示时钟在计时精度和功能方面都有待改进,这些可以通过从软件和硬件两方面来解决,如 DSP 液晶显示时钟功能的多样化可通过软件编程实现;同时,可通过发掘 DSP 最小系统板引脚资源实现利用 PWM 波实现音乐报警等功能。

单位名称	符 号	换算因子
英寸	in	1 in=2.54 cm
托	Torr	1 Torr=133.322 Pa
毫米汞柱	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
毫米水柱	mmH ₂ O	1 mmH ₂ O=9.80665 Pa
西西	cc	1 cc=1 mL
熙提	sb	1 sb=10 ⁴ cd/m ²
尼特	nt	1 nt=1 cd/m ²
屈光度	D	1 D=1 m ⁻¹
体积克分子浓度	M	1 M=1 mol/L
标准大气压	atm	1 atm=101.325 kPa