

文章编号:1007-2780(2009)02-0243-05

基于 TMS320C6713 的液晶显示模块接口的实现

厚 琳,王明泉,李 博,黎泽清

(中北大学 信息与通信工程学院,山西 太原 030051,E-mail:evelyn_592@hotmail.com)

摘 要:介绍了数字信号处理器 TMS320C6713 和液晶显示模块 LCM240128ZK 的性能和应用。给出了基于通用输入/输出外设(GPIO)接口的硬件连接方案,详细阐述了 DSP 对液晶显示模块接口控制时序的产生过程。软件程序采用 C 语言编写,具有较强的可移植性。在系统中成功实现了文本、图形和字符的显示。

关 键 词:TMS320C6713; LCM240128ZK; 液晶显示; 接口; GPIO; C 语言

中图分类号:TN911.72 **文献标识码:**B

1 引 言

随着信息时代的高速发展,人类有大量信息需要通过人机交互的显示界面获取。液晶显示器现已成为主流的显示产品,广泛使用于电视、计算机、手机和仪器仪表等几乎所有显示产品应用领域。在电视、计算机和手机等消费电子领域,彩色 TFT-LCD 已经占据了所有市场。但在工业用仪器仪表方面,可显示字符和图形的 STN-LCD 和数字段码的 TN-LCD 仍以其价格低廉和设计简单的优势得以大量应用^[1-3]。

数字信号处理器(DSP)是在模拟信号变换成数字信号以后进行高速实时处理的一种专用处理器。在当今的数字化时代背景下,DSP 早已成为通信、计算机、消费类电子产品等领域的基础器件。随着智能仪器系统对高速数据处理的迫切需要,DSP 芯片得到了更加广泛的应用。为更好地实现人机对话,DSP 与液晶显示模块(LCM)的接口设计与实现就愈加显示出了重要性^[4,5]。

本文采用数字信号处理器 TMS320C6713 和液晶显示模块 LCM240128ZK,给出了基于通用输入/输出外设(GPIO)接口的硬件连接方案。采用 C 语言编写了 DSP 对液晶显示模块的控制程序,在系统中成功实现了文本、图形和字符的显示。

2 硬件性能及接口电路的设计

2.1 T 数字信号处理器 MS320C6713

TMS320C6713(以下简称为 C6713)为高性

能 32 位浮点 DSP,其主频最高可达 300 MHz,处理速度高达 2400MIPS/1800MFLOPS。其采用具有 8 个 32 位功能单元的超长指令字(VLIW)体系结构的 CPU 内核,所以在每个周期能够执行 8 条 32 位字长的指令。

C6713 具有丰富的片上外设资源,其中包括 2 个 McASP、2 个 McBSP、2 组 IIC 总线、1 组 GPIO、2 个 32 位通用定时器、1 个 16 位主机接口 HPI。此外,C6713 还有 32 位的 EMIF 总线,4 个空间,每个空间均可与 SDRAM、SBSRAM 和异步外设实现无缝接口。

2.2 液晶显示模块 LCM240128ZK

LCM240128ZK 是北京青云创新科技发展有限公司推出的 240×128 点阵带中文字库的图形液晶显示模块,内含 7 602 个简体中文字形。LCM-240128ZK 留有一个接口与外部通信,可以通过这个接口接收 DSP 写入的显示命令和数据,并按照命令和数据的要求进行显示,外部电路也是通过这个接口读出显示模块的工作状态和显示数据。LCM240128ZK 提供 8/4 位数据并行方式传输。

LCM240128ZK 液晶显示模块主要由 1 片 LCD 控制器 Ra8820、2 片行驱动器、3 片列驱动器、1 片显示存储器和 1 块 240×128 点阵液晶显示屏组成。行驱动器是与 Ra8820 相配套的 68 路行驱动器,它将来自 Ra8820 的串行信号转换成并行信号,以驱动液晶显示屏上相应的行。显示屏有 128 行,因此用了 2 片行驱动器。列驱动

动变阻器与 V_{ss} 和地相连。 V_{out} 引脚是模块的负电压输出, V_o 为 LCD 屏提供操作电压, 通过调节 V_o 的值可以调节 LCD 的显示对比度, 在这里调整 V_o 的电压值, 使其与 V_{dd} (+5 V) 的差值为 20 V。LCM240128ZK 模块上有 2 组 V_{ss} 和 V_{dd} 模拟/数字地和电源, 但在使用时模拟地/电源和数字地/电源连接在一起, 所以图 1 中只标注 1 组。SLA、SLK 是 LED 背光源的正负极, 分别接 5 V 和地。

RS、R/W 2 个控制口通过不同的组合可以实现读/写指令、读/写数据等。当 RS 被输入高电平时, 会对模块的指令寄存器存取, 否则, 就对资料存储器进行操作。R/W 为读写控制引脚, 当输入为高电平时, 此时模块处在被读取状态, DSP 就不能够对其进行写动作, 反之亦然。BUSY 为模块的忙碌标志引脚, 当其为高电平时, DSP 不能够对模块进行任何操作, 所以在存取寄存器前应先通过该引脚检查模块的忙状态。RST 为复位引脚, 当其为低电平, 模块被复位, 模块要求它的低电平时间不少于 100 ms。

3 软件程序的编写

3.1 对 GPIO 寄存器的设置

通用输入/输出外设 (general-purpose input/output, GPIO) 提供了可配置为输入或输出的制定的通用管脚。设置为输出时, 用户可以通过向内部寄存器写入数据来控制有输出管脚驱动的状态。设置为输入时, 用户可以通过读出内部寄存器的数据来检测状态。

在使用 GPIO 管脚之前, 首先要使之在 GPIO 使能寄存器内被激活才可以作为通用 I/O 口运行。用户可以通过 GPDIR 寄存器独立地把每个 GPIO 管脚设置为输入或者输出。当设置为输出时 (OUTPUT), GPVAL 寄存器 GPxVAL 位内的数值将受到相应的 GPx 管脚的驱动, 当设置为输入时 (INPUT), 输入状态能从 GPxVAL 位读取^[6]。

由以上的硬件接口电路结合液晶显示模块的管脚说明, 可以对 C6713 的 GPIO 管脚做出如下的设置^[7]:

```
Uint32 PinIDdata = GPIO_PIN15 | GPIO_
PIN14 | GPIO_PIN13 | GPIO_PIN12 | GPIO_
PIN11 | GPIO_PIN10 | GPIO_PIN9 | GPIO_PIN8;
Uint32 PinIDcontrol = GPIO_PIN5 | GPIO_
PIN2 | GPIO_PIN1 | GPIO_PIN0;
GPIO_pinEnable(hGpio, PinIDcontrol);
```

```
GPIO_pinDirection(hGpio, PinIDcontrol,
GPIO_OUTPUT);
GPIO_pinEnable(hGpio, GPIO_PIN4);
GPIO_pinEnable(hGpio, GPIO_PIN3);
GPIO_pinDirection(hGpio, GPIO_PIN4,
GPIO_INPUT);
GPIO_pinDirection(hGpio, GPIO_PIN3,
GPIO_INPUT);
GPIO_pinEnable(hGpio, PinIDdata);
GPIO_pinDirection(hGpio, PinIDdata, GPIO_
OUTPUT);
```

其中, GP3、GP4 分别与 LCM240128ZK 的 BUSY 和 INT 管脚连接, 用于接收由 LCD 返回的忙检测信号和中断信号, 因而设为输入。其余管脚则均设为输出, 以实现 DSP 对 LCM240128ZK 内部的存储器写入数据, 实现控制和显示。

3.2 时序匹配

LCM240128ZK 支持 6800/8080 时序, 本文采用出厂时默认 6800 时序。6800 时序波形如图 2, 其参数列表见表 1。

将 DSP C6713 的读写信号线与 LCM240128ZK 接口的读写信号线直接相连, 时序由 DSP 的内部读写逻辑控制。但是由于 LCD 模块是 DSP 的一

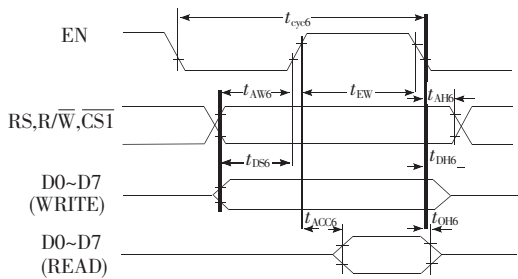


图 2 6800 系列时序波形

Fig. 2 Time sequence diagram of 6800 series

表 1 6800 系列时序参数列表

Table1 Parameter list of 6800 series

Signal	Symbol	Parameters	Rating (ns)	
			Min	Max
RS, R/W, CS1	t_{AH6}	Address hold time	10	
	t_{AW6}	Address setup time	63	
	t_{Cyc6}	System cycle time	800	
D0~D7	t_{DS6}	Data setup time	63	
	t_{DH6}	Data hold time	10	
	t_{ACC6}	Access time		330
	t_{OH6}	Output disable time	10	
	t_{EW}	Enable pulse width	400	

个慢速外设,要使两者的速度达到匹配,还必须进行一些时序方面的控制处理^[6]。而对 LCD 的操作,主要是理解产生 LCD 控制芯片 Ra8820 的控制时序,下面结合 LCD_DataWrite 子程序来分步说明其时序产生的具体过程。

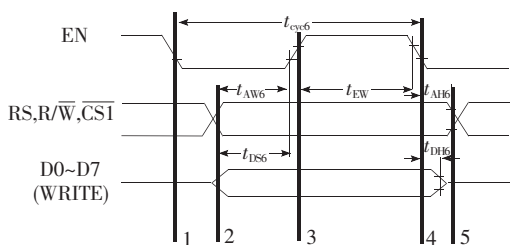


图 3 Ra8820 的控制时序分步图示

Fig. 3 Step by step show of the control time sequence of Ra8820

如图 3 所示,将控制时序分为 5 步实现:

(1)第 1 步时序的产生

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,0); //
EN=0;
```

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN1,1); //
R/W=1 read status
```

```
DelayEN0(); // 400-63=337ns
```

DelayEN0()会保持当前的电平,使 GP2 写入的 0 值一直保持到下一步时序的产生,也可以说是将数据线上的值锁存进来,直到下一指令的执行。

这时会产生图 2 中粗线 1 处的时序,即置 EN(enable)信号为 0;延迟 Delay 的数值由产生时序 1 和时序 2 的间隔来计算。

(2)第 2 步时序的产生

```
GPIO_pinWrite(hGpio,PinIDdata,Data_
Data);
```

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,0); //
EN = 0;
```

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN1,0); //
R/W=0 write status
```

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN0,0); //
RS=0 To write to the Data register
```

```
DelayTAW6();
```

这时需要把 Data_Data 数据值写入资料寄存器。将 R/W、RS 的电平置低。在延迟时间的设置上,由于 6800 时序的参数 t_{AW6} 设定为最短不少于 63 ns,且和 t_{EW} 之间没有时间间隔的设定,故为便于实现在此忽略二者间的空隙。

(3)第 3 步时序的产生

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,1); //
EN = 1;
```

```
DelayEN1(); //Tew ≥ 400 ns
```

在这步中,我们需要把 EN 置为高电平,在 6800 时序中 EN 信号高电平动作。

(4)第 4 步时序的产生

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,0); //
EN = 0;
```

```
DelayTDH6();
```

这时需要把 EN 置成低电平,得到图 3 中粗线 4 处所示的时序。

(5)第 5 步时序的产生

```
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN1,1); //
R/W=1 read status
```

此处得到图 3 中粗线 5 所示的时序。

到此为止,我们完成了一个完整的写数据的控制时序,实现了将数据写入资料寄存器的过程。读/写指令和读数据的过程与此过程相似,可以参考写出(源程序省略)。

LCD_DataWrite 程序清单:

```
void LCD_DataWrite(unsigned Data_Data)
{
    LCD_ChkBusy(); //调用 LCD_ChkBusy 子
    程序检测忙信号
    GPIO_pinEnable(hGpio,PinIDdata);
    GPIO_pinDirection(hGpio,PinIDdata,GPIO_
    OUTPUT);
    GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,0); //
    EN = 0 ;
    DelayEN0(); // 延时
    GPIO_pinWrite(hGpio,PinIDdata,Data_
    Data);
    GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,0); //
    EN = 0;
    GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN1,0); //
    R/W=0
    GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN0,0); //
    RS=0
    DelayTAW6();
    GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,1); //
    EN = 1;
    DelayEN1(); // 延时
    GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN2,0); //
    EN = 0;
```

```
DelayTDH6(); // 延时
GPIO_pinWrite(hGpio,GPIO_PIN1,1); //
R/W = 1
}
```

3.3 对系统的初始化

对系统进行的初始化设置,包括对 C6713 和 LCM240128ZK 的初始化。

C671x 接口需要系统提供一个外部时钟源(ECLKIN)。基于 ECLKIN 由内部产生 ECLKOUT 信号。与 DSP 接口的 LCD 的存储器需在 ECLKOUT(EMIF 时钟周期)下工作。EMIF 和它所支持的存储器接口的控制通过 EMIF 中存储

器映射的寄存器来维护。因此,对 DSP 的初始化主要完成对外部存储器(EMIF)的设置。

LCD 的初始化主要完成对 LCD 指令集的设置,包括文字模式、绘图模式、光标设置、工作及显示视窗、屏幕更新频率、中断与忙设定等^[9]。

4 结 论

给出了基于 TMS320C6713 的液晶显示模块接口,并在实际中得到实现,可以显示文本、图形和字符。文中采用 GPIO 作为硬件的连接接口,应用 C 语言编写程序,可对 C6000 系列其它型号 DSP 的应用提供参考。

参 考 文 献:

[1] 潘敏,焦生杰,翁寅生. 基于 DSP 的和 ST7920 的液晶显示模块的实现 [J]. 集成电路应用,2007,(6): 48-50.
[2] 莫莉,谢运祥,张天保. 基于 DSP 的液晶显示器的应用与实现 [J]. 国外电子元器件,2007,(9):3-6.
[3] 李宏,张家田,编著. 液晶显示器件应用技术 [M]. 北京:机械工业出版社,2005.
[4] 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,2008,24(1):73-76.
[5] 杨明远,何颖. TMS320C54XX 系列 DSP 人机接口模块设计与实现 [J]. 液晶与显示,2008,24(6):760-764.
[6] Texas Instruments Incorporated. TMS320C6000 DSP General-Purpose Input/Output (GPIO) Reference Guide [EB/OL]. <http://focus.ti.com/lit/ug/spru584a/spru584a.pdf>, 2004.
[7] Texas Instruments Incorporated. TMS320C6000 Chip Support Library API Reference Guide [EB/OL]. <http://focus.ti.com/lit/ug/spru401j/spru401j.pdf>, 2004.
[8] 郑红,王鹏,董云凤,等. DSP 应用系统设计与实践 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006:134-144.
[9] 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.

Interface Realization of Liquid Crystal Display Module Based on TMS320C6713

HOU Lin, WANG Ming-quan, LI Bo, LI Ze-qing

(School of Information and Communication, North University of China, Taiyuan 030051, China, E-mail: evelyn_592@hotmail.com)

Abstract

The properties and applications of LCM240128ZK and TMS320C6713 are introduced. Based on the general-purpose input/output (GPIO), the peripheral hardware interface connectivity solution is given. In addition, the production process about the interface control timing of the DSP (Digital Signal Processors) and LCD (Liquid Crystal Display) module is elaborated. The specific software implementation are written by C language, for it is highly portable. This system can display the text, graphics and characters successfully.

Key words: TMS320C6713; LCM240128ZK; liquid crystal display; interface; GPIO; C language

作者简介:厚琳(1982—),女,河北唐山人,硕士研究生,主要从事信号与信息处理、高速信号处理与嵌入式方向的研究。