

基于 MSP430 的智能仪表的 LCD 驱动设计

彭芳, 张茂青, 钱伟清, 宦洪才

(苏州大学机电工程学院, 江苏省苏州市 215021)

摘要:介绍了基于 MSP430 单片机的智能仪表的微功耗中英文人机界面的设计思路和方法, 并给出了重要的程序。通过 MSP430F147 与字符型 LCD(液晶显示器)接口电路, 实现了中文人机界面的设计方案。详细介绍了以 MSP430F147 为核心进行液晶显示驱动的实现方法, 给出了软硬件设计的相关内容。同时, 对 MSP430F147 超低功耗控制的关键问题进行论述, 低功耗特性的基本要求贯穿于中文人机界面的设计始终。

关键词:MSP430F147; LCD; SED1335 控制器

中图分类号:TN873.93

0 引言

TI 公司设计的 MSP430 单片机在超低功耗方面有突出的表现, 被业界称为绿色单片机。同时, 它内部有丰富的片内外围模块, 是一个典型的 SoC(片上系统), 又是 16 位的 RISC(精简指令集计算机)结构, 功能相当强大, 被广泛应用于嵌入式系统中。

在小型测控仪表中越来越多地使用了 LCD(液晶显示器)。LCD 本身不会发光, 是利用外部光的反射原理, 当笔端所加的交流信号与公共端的信号异相时, 该笔端就会被点亮, 若同相, 则该笔端不会点亮。LCD 功耗小, 字形美观, 使得测控仪表可用集成电池来供电。现在大量测控仪表均采用单片机为主控器件, 所以在 LCD 与单片机之间存在接口电路, 通常由专用的 IC 来完成, SED1335 液晶控制器就是其中的一种。

1 MSP430 与 SED1335 的主要特点

MSP430 系列控制器通过 16 位 RISC 结构、CPU 中的 16 个寄存器和常数发生器使 MSP430 微控制器能达到最高代码灵活度。时钟源可以使器件达到最低的功率损耗, DCO(数字控制振荡器)可使器件从低功耗模式迅速唤醒, 在少于 $6 \mu\text{s}$ 的时间内激活到活跃的工作方式。MSP430 系列器件均是工业级的, 运行环境温度为 $-40^\circ\text{C} \sim +80^\circ\text{C}$ 。MSP430 单片机的特点有: 低电压、超低功耗; 强大的处理能力; 系统工作稳定; 丰富的片内外设; 保密性能佳。

SED1335 具有很强的功能, 其特点是: 有较强功能的 I/O 缓冲器; 指令功能丰富; 4 位数据并行发送, 最大驱动能力为 640×256 点阵; 图形和文本方式混合显

示; 具有垂直、水平和滚动功能; 图形方式下具有三重屏幕显示; 内含有 160 个点阵字符的字符发生器; 低功耗: 工作电流 5 mA, 休眠电流 0.05 mA ($V_{DD} = 5 \text{ V}$)。

2 硬件设计方案以及底层驱动程序

MSP430 具有超低功耗的特点主要来源于两方面: 一是低电压工作, 其工作电压为 1.8 V ~ 3.6 V, 这是一般微处理器所无法达到的; 二是具有多种工作模式, 具有 MCLK(主时钟)、ACLK(辅助时钟)、SCLK(子系统时钟)3 种工作频率, 解决了运行速度、数据流量与低功耗系统的矛盾。

SED1335 的电源电压、高电平识别范围、低电平识别范围如表 1 所示。结合 MSP430 及 SED1335 情况可选择工作电压为 3.5 V, 实现低电压工作。

表 1 SED1335 电源电压及电平识别范围

| 输入电源电压 V_{CC}/V | 高电平识别范围 ($0.5V_{CC} \sim V_{CC}$)/V | 低电平识别范围 ($0 \sim 0.2V_{CC}$)/V |
|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| 5 | 2.5 ~ 5 | 0 ~ 1 |
| 3.5 | 1.75 ~ 3.5 | 0 ~ 0.7 |

SED1335 内部振荡器的工作范围为 1 MHz ~ 10 MHz, 能在很高的工作频率下迅速地识别微控制器发出的指令代码。实践表明工作, 单片机工作频率选为 3 MHz ~ 5 MHz 比较合适, MSP430 完全可以不需外加晶振, 利用控制其内部的 DCO 来实现, 编程时只需对寄存器 BCSTL1 和 DCOCTL 进行设置。

MSP430F147 共有 6 个端口, 共 48 个 I/O 引脚, 而且每一个 I/O 引脚都可以通过编程来设置其输入输出方式。因此, 利用 MSP430F147 丰富的引脚资源直接通过输入输出引脚控制。SED1335 与单片机的接口分

为数据部分和控制部分。其中数据部分是8条数据线(DB0~DB8),控制部分包括RESET(复位)、RD(读)、WR(写)、CS(片选)、A0(数据类型选择)。

MSP430F147与SED1335的接线原理如图1所示。其中:P4口控制DB0~DB7,P1.3~P1.7分别与

WR、RD、CS、A0、RESET相连。在开发MSP430F147过程中所采用的编译器为IAR Embedded Workbench,该嵌入式工作台具有通用性好、功能强大等特点,可以采用汇编或C语言进行程序设计。

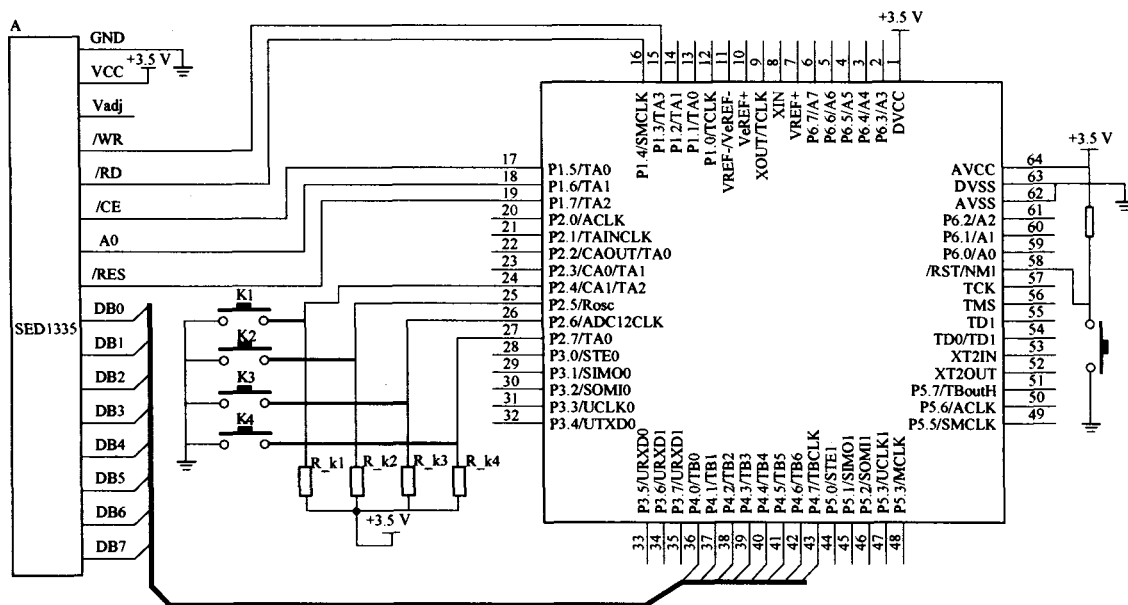


图1 MSP430F147与SED1335接线原理

根据SED1335时序图并结合IAR Embedded Workbench编译器的特点,可得到MSP430控制SED1335的最重要的两个底层驱动函数:写命令函数sed1335_write_command(Uchar commandcode)和写数据函数sed1335_write_data(Uchar data)。有了这两个函数,可以方便地控制SED1335。

```
void sed1335_write_command(Uchar commandcode)
{
    P4 OUT = commandcode; //将命令代码送入P4口数据寄存器
    P1 OUT |= 0X40; //A0 = 1(P1.6 = 1) MPU把指令写入指令输入缓冲器
    P1 OUT |= 0X10; //RD = 1(P1.4 = 1) RD引脚置为高电平
    P1 OUT &= 0XF7; //WR = 0(P1.3 = 0) WR引脚置为低电平
    P1 OUT |= 0X08; //WR = 1(P1.3 = 1) WR引脚置为高电平
}
```

```
void sed1335_write_data(Uchar data)
{
    P4 OUT = data; //将数据送入P4口数据寄存器
    P1 OUT &= 0XBF; //A0 = 0(P1.6 = 0) MPU把数据写入数据输入缓冲器
    P1 OUT |= 0X10; //RD = 1(P1.4 = 1) RD引脚置为高电平
    P1 OUT &= 0XF7; //WR = 0(P1.3 = 0) WR引脚置为低电平
    P1 OUT |= 0X08; //WR = 1(P1.3 = 1) WR引脚置为高电平
}
```

3 中文菜单实现

在工业测量控制仪器中,许多控制仪器需要显示控制菜单和分析测量结果等文字。通过LCD和按键配合操作可完成各种功能选择和参数的设置,由于全部采用汉字显示菜单,界面友好、直观,便于使用。同时,由于LCD分辨率高,功耗小,使用变得越来越普遍。软件初始化程序是根据SED1335的指令集设置一些有关LCD模块的特性初始化,以便LCD模块能正确显示图文信息,主要通过调用写命令和写数据驱动子程序来实现。

3.1 菜单的显示

通常意义下的菜单一般包括表格和文字,如图2所示。

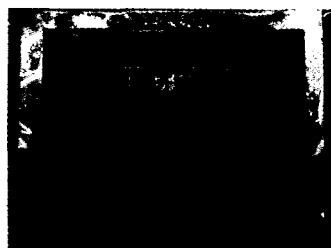


图2 菜单显示

表格的显示相对容易,主要是横竖线的显示,这里不再叙述。汉字是以点阵的方式表示,显示时需要借助辅助软件,提取汉字的字模数据代码,点阵的规模决定了汉字的大小和清晰度,通常有 16×16 、 24×24 、 48×48 等。

以下以 24×24 汉字显示程序为例,介绍汉字的显示方法。

```
void lcd_show_24(const Uchar *pch,Uchar fb)
{
    Uchar i;
    sed1335_write_command(CsrDirR); //设置光标移动方向
    for (i=0;i<72;i+=3)
    {
        temp = x + y * 0x30;
        sed1335_write_command(CsrW);
        sed1335_write_data(temp%256); //送数据地址低 8 位
        sed1335_write_data(temp/256 + 0x40); //送数据地址高 8 位
        sed1335_write_command(mWrite); //送写数据命令代码
        sed1335_write_data(~(* (pch + i))); //送数据进入显存
        sed1335_write_data(~(* (pch + i + 1)));
        sed1335_write_data(~(* (pch + i + 2)));
        y += 1;
    }
}
```

上述程序中:pch 是存放汉字字模数据地址的指针;x、y 代表汉字显示位置的横坐标和纵坐标;Temp 表示光标的位置,数值大小为输出显存的位置;CsRW 宏用来设置光标地址,大小为 46H;CsrDirR 宏用来确定显示完成当前数据后光标自动移动的方向,大小为 4CH;mWrite 宏指令允许单片机连续把数据输入显示区,大小为 42H。

3.2 菜单选项的切换

菜单的移动需要菜单选项与键盘相互配合,在设计中利用反白显示的方式进行菜单选项的切换,汉字的反白显示与上述正常显示区别不大,只需把送入显存的数据取反即可。MSP430 的 P1、P2 口具有中断功能,将 P2.4 ~ P2.7 外接键盘,分别为上移键、下移键、确定键、返回键。当有键按下时,进入中断,通过查询标志寄存器判断按键,从而实现相应的功能。以下是键盘中断程序,需要指出的是必须设置一个 location_flag 指示菜单当前反白位置。

```
#pragma vector = PORT2_VECTOR
__interrupt void port2_key (void)
{
    delay(50);
    while(~P2IN&0XF0); //判断是什么键盘按下
```

```
if (P2IFG&BIT4) //P2.4=0 上移键按下
{
    key_flag = 4;
    location_flag --;
    if (location_flag < 0)
        location_flag = 0; //修改位置指针
}
else if (P2IFG&BIT5)
    key_flag = 5; // P2.5=0 下移键按下
    location_flag ++;
    if (location_flag > 3)
        location_flag = 3; //修改位置指针
else if (P2IFG&BIT6) //P2.6=0 确定键按下
{
    key_flag = 6;
}
else if (P2IFG&BIT7)
{
    key_flag = 7;
} //P2.7=0 返回键按下
P2IFG&=0X0F; //清除中断标志
}
```

3.3 菜单的嵌套

在人机界面中,主次菜单的使用已经非常普遍,菜单的嵌套实现也非常方便。在主菜单中,首先通过按键移动到相应的菜单选项,按确认键后,进入次级菜单。主程序中首先判断出是否是确认键,如是则结合当前菜单选项位置,写具体的次级菜单。需要指出的是,次级菜单的显示和主菜单的显示方法完全一致,需要对 SED1335 重新进行初始化。

4 结束语

通过 MSP430F147 控制 SED1335 的软、硬件设计方案,实现 LCD 人机交互界面。具有体积小、电压低、功耗低、不需外接晶振的优点。本文所介绍的驱动 SED1335 进行液晶显示的实例,在以 MSP430 为内核的便携式仪表和自动控制系统中有很高的实际应用价值。

参 考 文 献

- [1] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [2] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [3] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [4] 李维缙,郭强. 液晶显示器件应用技术 [M]. 北京:北京邮电学院出版社,1999.

(下转第 47 页)

- NY, USA: John Wiley & Sons, 2004.
- [6] MARCO D. Building and managing the meta data repository: A full lifecycle guide[M]. New York, NY, USA: Wiley & Sons, 2000.
- [7] RAHM E, DO H H. Data cleaning: Problems and current approaches[J]. IEEE Data Engineering Bulletin, 2000, 23(4):3-13.
- [8] MAYDANCHIK A. Challenges of efficient data cleansing[J]. DM Review, September 1999.
- [9] 郭志懋, 周傲英. 数据质量和数据清洗研究综述[J]. 软件学报, 2002, 13(11): 2076-2082.
- [10] GALHARDAS H, FLORESCU D, SHASHA D, et al. Declarative data cleaning: Language, models, and algorithms [C]//Proceedings of 27th International Conference on Very Large Data Bases(VLDB'01), Sep 11-14, 2001, Roma, Italy. 2001: 271-380.
- [11] LENZERIN M. Data integration: A theoretical perspective [C]// Proceedings of ACM Symposium on Principles of Database Systems, Jun 3-5, 2002, Madison, WI, USA. 2002.
- [12] RAHM E, BERNSTEIN P A. A survey of approaches to automatic schema matching [C]//Proceedings of 27th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB'01), Sep 11-14, 2001, Roma, Italy. 2001: 334-350.
- [13] AEBI D, PERROCHON L. Towards improving data quality [C]//Proceedings of the International Conference on Information Systems and Management of Data, Oct 6-8, 1993, New Delhi, India. 1993. 73 -281.
- [14] DASU T, JOHNSON T. Problems, solutions & research in data quality[C]//Proceedings of SIAM International Conference on Data Mining, April 11-13, Arlington, VA, USA. 2002.
- [15] BANKS D L, PARMIGIANI G. Pre-analysis of super large industrial data sets [J]. Journal of Quality Technology, 1992, 24(3): 115-129.
- [16] [http://www.informatica.com/Products/Data + Integration/PowerMart/default.htm](http://www.informatica.com/Products/Data+Integration/PowerMart/default.htm)[EB/OL].
- [17] Oracle9i 的 ETL 处理[R]. Oracle 白皮书. 2001.
- [18] <http://www.microsoft.com/sql/evaluation/features/dataran.asp>[EB/OL].
- [19] FIORI R. Evaluating ETL tools [J]. DM Review, July 2002.
- [20] MEYER S R. Which ETL tool is right for you[J]. DM Review, June 2001.

A Review of Data Integration Techniques in Information Systems

ZHAO Miao

(Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: This paper reviews the state-of-the-art of data integration and future trend of information techniques. Mainly we analyze the processes of ETL (data extraction, transformation and loading) and data cleaning. Besides, we also compare and evaluate many commercial ETL tools from the perspective of supporting data source and supporting data transformation. This comparison would help the using of information systems, and it also provides a theoretical support for the evolution of such systems.

Keywords: information; data integration; ETL; data cleaning

(上接第 43 页)

Design of LCD Drive for Intelligent Instrument Based on MSP430

PENG Fang, ZHANG Maoqing, QIAN Weiqing, HUAN Hongcai

(Soochow University, Suzhou 215021, China)

Abstract: This paper introduces the Design of Driving LCD of Intelligent Instrument Based on MSP430 series single-chip controller, and gives the example procedure at the same time. Man-machine interface play an important role in the embedded systems which use single-chip controller as its core. With the use of LCD interface circuit, the Chinese and English display interface has been realized. The LCD system drive method based on MSP430 is introduced in details and the related content about the software and hardware devise are presented. In addition, some key issues on MSP430 ultra-low-power control are discussed. Ultra-low-power characteristic through out the Chinese Man-machine interface design usually is its basic requirement.

Keywords: MSP430F147; LCD; SED1335