

文章编号:1007-2780(2010)01-0110-04

基于 MSP430 的内置 T6963C 液晶显示模块控制技术

宋俊杰¹, 原冬梅¹, 金海龙¹, 申慧鹏²

(1. 燕山大学 电气工程学院, 河北 秦皇岛 066004, E-mail: junzi216@sohu.com;

2. 太原理工大学 信息工程学院, 山西 太原 030024)

摘 要: 介绍了内置 T6963C 的液晶显示模块与 MSP430 单片机的硬件设计和软件设计技术, 详细阐述了其文本、图形及文本属性显示方式的软件设计思想, 给出了显示程序实例, 对模块实现了很好的控制。

关 键 词: MSP430; T6963C; 液晶显示; SYB240128A

中图分类号: TP368.2 **文献标识码:** B

Control of Inner T6963C LCD Module Based on MSP430 MCU

SONG Jun-jie¹, YUAN Dong-mei¹, JIN Hai-long¹, SHEN Hui-peng²

(1. College of Electrical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China, E-mail: junzi216@sohu.com;

2. College of Information Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: The hardware design and software design techniques of inner T6963C LCD module with MSP430 microcontroller is introduced, and the software design of the text mode, graphic mode, text attribute display are described. It gives examples of actual operation procedures. A good control has been realized.

Key words: MSP430; T6963C; LCD display; SYB240128A

1 引 言

MSP430 系列单片机是 TI 公司推出的一种采用精简指令集(RISC)结构的 16 位超低功耗单片机, 可应用于仪器仪表、自动控制等传统的单片机应用领域, 更适合用于一些电池供电的便携式低功耗产品。T6963C 是一种液晶显示驱动控制器, 常被装配在图形液晶显示模块上, 以内置控制器式图形液晶显示模块的形式出现, 它不仅具有一般液晶显示器所具有的抗干扰能力强、体积小、接口控制方便等优点, 而且还具有其特有的硬件初始值设置功能。因此, 以 MSP430 系列单片机为核心的内置 T6963C 控制器的液晶显示模块更能满足人们特定的需要, 具有较高的实用价值^[1-4]。

本文采用内置 T6963C 控制器的液晶显示模块 SYB240128A 作为显示器件, 设计了由 MSP430F149 单片机控制的液晶显示模块的硬件接口电路及显示程序。实际运行结果表明, 本文中的硬件接口电路和软件程序设计合理, 运行可靠, 工作稳定。

2 硬件设计

2.1 MSP430F149 单片机的特点

MSP430F149 单片机是 TI 公司推出的一款 16 位超低功耗微控制器, 该款单片机具有低工作电压: 1.8~3.6 V, 在 1 MHz 时钟条件下, 最大工作电流仅有 350 μ A; 是 16 位总线结构, 一个指令周期仅有 125 ns; 有 5 种低功耗工作模式, 在不同

收稿日期: 2009-06-24; 修订日期: 2009-06-30

作者简介: 宋俊杰(1981—), 男, 河北沧州人, 硕士, 研究方向为智能仪器开发。

的工作模式下,工作电流可下降到 $70\sim 0.1\ \mu\text{A}$;从待机到唤醒的时间小于 $6\ \mu\text{s}$ 。它还集成了部分外围模块,包括带有 3 个捕获/比较寄存器的定时器和一个 12 位的 A/D 转换器,具有强大的中断功能^[5,6]。

2.2 T6963C 及其构成的液晶显示模块 SYB240128A

T6963C 是日本东芝公司出产的单体文本/图形液晶显示控制器,它的最大特点是具有独特的硬件初始值设置功能,显示驱动所需的参数,如占空比系数、驱动传输的字节数/行及字符的字体选择等都有引脚电平设置,初始化在上电时就已经基本设置完成。T6963C 最大可管理 64 kB 的显示缓冲区 RAM,显示缓冲区可分为文本显示区、图形显示区(或文本特征区)和 CGRAM 区(在显示缓冲区内任意设置的一个区域,作为外扩的字符发生器,一般为 2 kB)。

显示缓冲区 RAM 的具体大小由不同显示尺寸的模块决定,如: 240×128 点阵模块带有 8 kB 的 RAM。

液晶显示模块 SYB240128A 是由 T6963C 液晶显示控制器及其周边电路、行驱动器、列驱动器、液晶驱动偏压电路、显示存储器及液晶显示屏 SYB240128A 组成。它是深圳市三元晶液晶显示科技有限公司推出的一种兼容日本 OPTREX 公司 DMF5001,以及台湾晶采、达威、南亚的标准显示屏。模块带有抗干扰设计,产品性能稳定;可选择板载负压电路;蓝色屏配置高亮度白色 LED 侧背光,显示效果为蓝底白字;点阵数为 240×128 ;控制器 T6963C 的工作电压为 3.3 V 和 5 V^[7]。

2.3 硬件结构框图

MSP430F149 与 T6963C 线路连接如图 1 所示, P5.4 控制/WR 写选通信号, P5.3 控制/RD

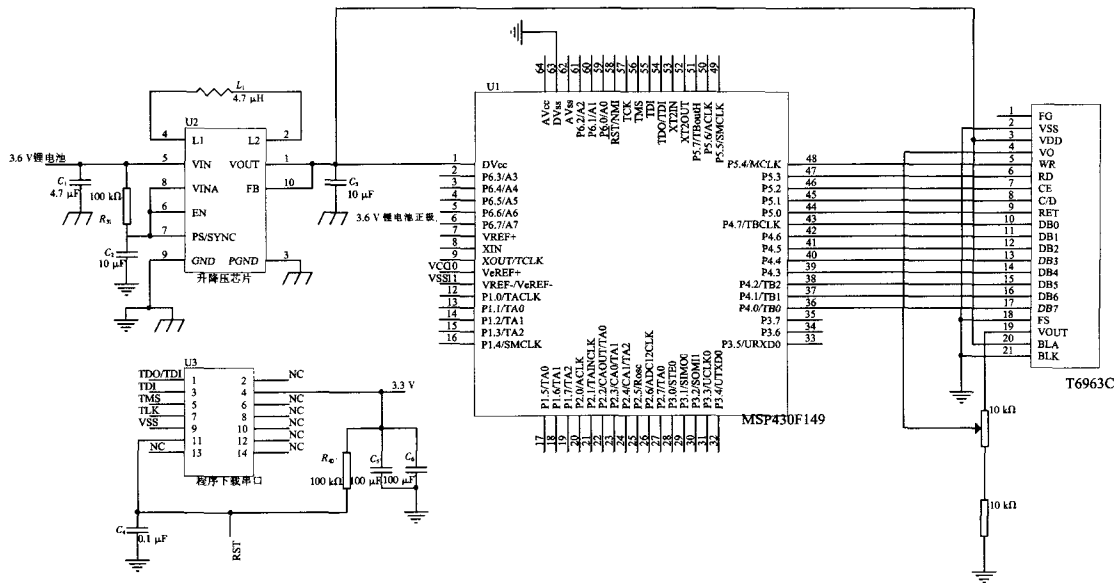


图 1 MSP430F149 与 T6963C 接口电路

Fig.1 Interface circuit of MSP430 with T6963C

读选通信号, P5.2 接/CE 片选信号, P5.1 连接 C/D 通道选择信号, P5.0 控制 RET 复位信号, P4.7~P4.0 接 8 位数据线 DB0~DB7。另外, MSP430 的供电电压是 3.3 V, 而液晶模块是 5 V 驱动, 所以电路中接了升降压芯片以实现单片机到液晶的电平转换。电路中程序下载接口模块是用来进行在线仿真以利于程序的编写和调试, 且可把程序写入单片机实现脱机使用。其实验板实物图如图 2 所示。

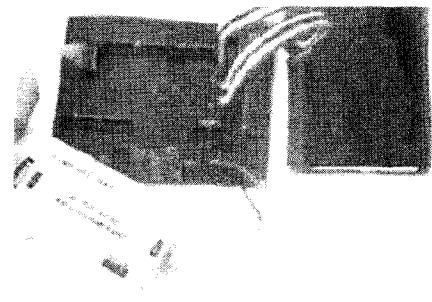


图 2 实验板实物图

Fig.2 Picture of circuit board

3 软件设计

MSP430 可使用 C 语言和汇编语言来编写源代码,使用 C 语言编写的程序更为简单且可移植性好,故选用 C 语言在 IAR4.1 环境下实现编程^[8]。

由于 T6963C 具有独立的硬件初始化设置功能特性,因此,其指令功能集中于显示功能的设置上。T6963C 的指令可带一个、两个或无参数。每条指令的执行都是先送入参数(如果有的话,按参数 1→参数 2 的顺序),再送入指令代码。每次操作之前最好先进行状态字检测,以确保是在 T6963C 空闲时再进行下面的操作^[9,10]。这里从内置 T6963C 的液晶显示模块不同的显示方法上对软件程序设计进行介绍。

3.1 文本显示方式

文本显示方式时,写入文本显示缓冲区的是字符代码不是点阵状态信息,每 8×8 点阵为一个文本显示单位。显示字符数据分为两种情况,一是使用内置字模库,二是使用用户自定义的字模库。T6963C 内置有固化了数字、英文字母和常用符号等共 128 种 5×8 点阵的 ASCII 字符字模库 CGROM,字符代码为 $00H \sim 07H$,同时允许用户在显示存储器内开辟一个 2 kB 容量的用户自定义字符 8×8 点阵字模 CGRAM,其字符代码规定在 $80H \sim 0FFH$,然而内部 CGROM 的启用还是禁用是通过显示方式设置指令的 CG 位来进行确定。当选择字符显示完全取自自定义字符发生器 CGRAM 时,字符代码为 $00 \sim FFH$ 。文本显示方式通过指令代码 $40H$ 和 $41H$ 来确定文本显示区的首地址和显示宽度。当使用用户自定义的字符字模库时,需要注意的是预显示的自定义字符字模数组所在的实际首地址是自定义字符代码值与 CCGRAM 偏置地址寄存器的内容组合而成的。

3.2 图形显示方式

图形显示方式时,写入图形显示缓冲区的是点阵状态信息,每 8×1 点阵为一个图形显示单位。图形显示方式下可显示任意形状的图形,主要有画点、线、矩形、圆、汉字、字符及图片(如产品标志)。

(1) 置点或清点

SYB240128A 液晶屏有 240×128 个点阵,即

可控制 240×128 个点的亮、灭。首先根据预显示点的位置定出其坐标 x, y (x 以字节为单位),然后在 x 所在的字节内计算出点在显示缓冲区的映射位置并对该位进行状态设置(若是置点则将该位置 1,若是清点则置 0),之后调用相应写指令实现显示。

(2) 画线

画线包括画水平线、垂直线、斜线、曲线等任意线,均是建立在画点基础之上。先将线分解成多个点,通过一定的算法得到各个点的坐标,然后直接调用画点子程序即可完成画线。

(3) 显示汉字

采用文本显示方式显示汉字时,是将 CGRAM 中定义的汉字代码写入文本显示缓冲区实现汉字显示,一个代码对应 8 个字节的数据,显示速度相对较快。但由于其显示的字符大小跟数量有限,通常用户多选用图形显示方式来实现汉字显示。图形显示方式时,是将汉字如用 16×16 点阵,数据占 32 个字节直接按顺序写入图形显示缓冲区,且该方式下可使用现有的取模软件能很方便地得到显示各种大小、不同字体的汉字模信息,使得显示汉字更灵活简便。

(4) 显示字符

这里的字符是指字母、数字或符号,为汉字半宽,它们的显示方法类同于汉字显示。

(5) 显示图片

对任意大小为 240×128 点阵范围之内的二维图片,首先使用专门的取模软件如 PCto LCD 2002 完美版得到预显示图片的模点阵信息,然后根据图片像素的大小确定想要显示的位置,最后把它们按顺序写到映射的图形显示缓冲区实现显示。

3.3 文本属性显示方式

T6963C 具有显示合成功能,使得内置 T6963C 的液晶显示模块不仅可以显示单一的文本、图形,而且可以实现文本与图形的合成显示(“或”、“异或”、“与”3 种逻辑关系)。此外,还能够实现文本属性的特殊显示。文本属性显示方式下,可以控制字符闪烁,还可以实现正向显示和反向显示。使得显示画面更为丰富,以满足各种实际需求。值得注意的是 T6963C 的文本属性功能的实现是以牺牲图形显示功能为代价的,也就是说,文本属性功能不可能与图形显示功能共存。

除了上面介绍的 3 种显示方式外, T6963C 还可以对显示屏上的显示内容进行“屏读”或“屏拷贝”。另外, 在显示过程中通过适当地加入延时程序、清屏程序、修改首地址等可以实现卷屏、反白、移动等多种不同的显示效果。

3.4 实例程序

在图形显示下写入图片, $x(0-29)y(0-128)$ 像素: 宽 \times 高 \times p 图片数组 addr_t 为图形显示首地址, width 为图形显示宽度。

```
void wr_tupian (uchar x, uchar y, uchar
kuan, uchar gao, uint * p)
```

```
{
    uint startaddr;
    uchar i, j, k;
    k = kuan/8;
    startaddr = addr_t + y * width + x; //定义
```

载入图片在屏上显示起始地址参数

```
wr_cmd2 ((uchar) (startaddr), (uchar)
(startaddr >> 8), 0x24); //显示地址
```

```
for(i=0; i<gao; i++) //写图片点阵数据
```

```
{
    for(j=0; j<k; j++)
    {
        wr_dat(p[i * k + j]);
        wr_com(0xc0); //写数据, 地址指针
        自动加 1
    }
}
```

```
startaddr = startaddr + width;
```

```
wr_cmd2((uchar)(startaddr), (uchar)
(startaddr >> 8), 0x24);
}
}
```

以上显示程序实现的是在图形显示方式下显示图片, 该程序已在 IAR3.4 软件环境下调试通过, 显示清晰、稳定。实例图片如图 3 所示, 其中液晶屏中间显示的是心形图片。



图 3 实例图片

Fig. 3 Picture of physical circuit board

4 结 论

采用内置 T6963C 控制器的液晶显示模块 SYB240128A 作为显示器件, 设计了由 MSP430F149 单片机控制的液晶显示模块的硬件接口电路及软件显示程序。实际运行结果表明, 该内置 T6963C 的液晶显示模块与 MSP430 单片机从硬件接口电路到软件程序设计合理, 运行可靠, 工作稳定。目前该系统已经成功应用于某游戏控制系统中。

参 考 文 献:

- [1] 余华芳, 刘健. 单片机与液晶显示模块的软硬件接口技术 [J]. 液晶与显示, 2003, 18(2): 125-129.
- [2] 邹江峰, 刘涤尘. MSP430 在液晶显示上的应用 [J]. 液晶与显示, 2005, 20(2): 159-162.
- [3] 吴平, 龚彬, 丁铁夫. 液晶显示模块和 MSP430 单片机在显示终端上的应用 [J]. 液晶与显示, 2003, 18(6): 436-440.
- [4] 张涛, 严高师, 曾辉. MSP430 在液晶显示中的应用 [J]. 微处理机, 2007, (3): 24-26.
- [5] 沈建华, 杨艳琴. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与实践 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008: 3-24.
- [6] 谢兴红, 林凡强, 五雄英. MSP430 单片机基础与实践 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008: 13-54.
- [7] 深圳市三元晶液晶显示科技有限公司. 液晶显示模块技术资料 [R]. 深圳, 2005.
- [8] 秦龙. MSP430 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 1-73.
- [9] 陈铨, 宋曙春. 基于 T6963C 控制器的液晶显示模块组成原理 [J]. 信息工程大学报, 2003, 4(3): 26-29.
- [10] 李银华, 姬光锋. T6963C 点阵式液晶显示模块的应用研究与编程 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(5): 560-566.