

智 拓 仪 器 教 育 部

技术部

JC SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.

LCD模块 SMG12864与 MSP430的接口应用

智拓仪器教育部：致力于：嵌入式培训领域

主营：学习板，电子模块，学习套件，解决方案与成果转让与技术服务

欢迎登陆网站： www.ourjcdz.com www.ztyiqi.com

LCD 模块 SMG12864 与 MSP430 的接口及应用

刘莉¹, 钟金², 王维¹

(1. 长沙理工大学 湖南 长沙 410076; 2. 中南大学 湖南 长沙 410083)

摘要:介绍了一种显示终端的设计方法,并根据 SMG12864 点阵液晶显示模块的特点,结合 MSP430 超低功耗单片机,论述了点阵液晶显示的编程方法,给出了 SMG12864 与 MSP430F149 的硬件接口电路和显示程序流程图。此终端具有硬件电路简单、紧凑的特点。实践证明,他比一般数码显示终端功耗降低幅度较大,运行可靠,在智能人工腿系统中得到了很好的应用。

关键词:液晶显示;MSP430 微处理器;SMG12864;接口

中图分类号:TN87

文献标识码:B

文章编号:1004-373X(2007)07-169-03

Interface of SMG12864 LCD Module with MSP430 and Its Application

LIU Li¹, ZHONG Jin², WANG Wei¹

(1. Changsha University of Science and Technology, Changsha, 410076, China;

2. Central South University, Changsha, 410083, China)

Abstract: This paper presents a design method for a kind of display terminal and explains the programming method of dot-matrix LCD according to characteristics of SMG12864 LCD module and MSP430F149 single chip. The hardware interface circuit of SMG12864 LCD module with MSP430F149 and the display program flow chart are given. The terminal makes the connection scheme easy and brief. Compared with those common digital display method, the system has many definite advantages such as lower power consume, higher reliability and it is applied successfully in the intelligent artificial leg system.

Keywords: LCD; MSP430 microprocessor; SMG12864 LCD; interface

1 引言

作为仪器仪表的信息显示及人机交互的界面,LCD 液晶显示器件具有低压、低功耗、信息显示量大以及使用寿命长等特点。近年来,随着电子技术和集成电路制造工艺的飞速发展,LCD 器件已成为当代信息产业中最重要的信息处理手段之一。同时,越来越多的领域应用到以单片机为控制核心、用 LCD 作为显示终端的便携式数字化设备。

本文源自国家自然科学基金和教育部博士点基金资助的智能仿生人工腿 CIP-I Leg 系统中手持遥控器的设计。手持遥控器是截肢者向人工腿发送控制指令的惟一通道。同时也是了解人工腿运行状况的一扇窗口。在安装之初,安装人员需要用他为用户设定运行参数,在以后的使用过程中用户还可以用他来对运行参数进行调整,以便使人工腿能够更好地跟随正常腿的运行,保持步态的协调性。该控制器以微控制器为中心分为三大功能模块,即显示模块、按键模块和红外通信模块,如图 1 所示。由于篇幅有限,本文仅对显示模块做详细介绍。这里选用了长沙太阳

人电子有限公司的 SMG12864 点阵液晶显示模块与美国 TI 公司超低功耗单片机 MSP430F149 来构成显示终端,完成接收数据和显示信息功能。

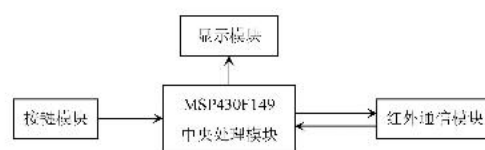


图 1 手持遥控器原理框图

2 MSP430F14X 微控制器简介

MSP430F14X 微控制器是德州仪器公司新开发的一类具 16 位总线的单片机,他基于真正的正交 16 位 RISC CPU 内核,具有 16 个可单周期全寻址的 16 位寄存器,仅 27 条的精简指令以及 7 种均采用双重取数据技术 (DDFT) 的一致性寻址方式。DDFT 技术利用每个时钟脉冲对存储器进行两次数据存取操作,从而不再需要复杂的时钟乘法和指令流水线方案。

MSP430F14X 系列 MCU 具有丰富的片上外围模块,片内包括有精密硬件乘法器、多达 60 kB 的 FLASH、2 kB 的 RAM、1 个看门狗、6 个 P 口 (P1 和 P2 还具有中断功能)、12 位 A/D 转换器、2 个 16 位定时器、高精度比较器、

高速的 USART 通信端口,1 个 DCO 内部振荡器和 2 个外部时钟等常用资源,可实现对液晶显示器的检测、解调和显示。与现代程序设计技术以及高级语言(如 C 语言)结合使用,使得 MSP430 的体系结构更加高效,从而在工程技术,特别是 PDA 产品开发中得以广泛应用。

3 SMG12864 液晶显示模块简介

SMG12864 是一种 128 × 64 点阵(EL 背光)的液晶显示器。芯片工作电压为 4.5 ~ 5.5 V(模块最佳工作电压为 5.0 V),工作电流为 3.0 mA(5.0 V)。

3.1 SMG12864 的显示内存

模块内自带 2 个液晶显示驱动芯片,分别控制显示屏的左区和右区。每个驱动芯片带有 64 × 64 位(512 B)的 RAM 缓冲区(对应关系如图 2 所示),其中存储的数据即为被显示内容的点阵信息。通过选择对应的 RAM 页地址和列地址,微控制器可以访问全部 RAM 字节。显示 RAM 的每一位对应显示屏上的一个点。显示的实现,就是显示 RAM 内容中相应位为 1,该点阵亮,相应位为 0,该点阵无显示。对存储器的读取是从头至尾的,但在屏幕上显示的位置是可以设置的,通过对显示起始行的设定来设定显示位置。

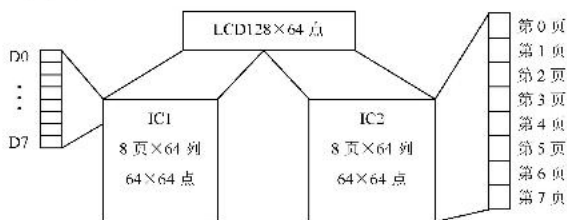


图 2 显示缓存 RAM 结构图

3.2 SMG12864 的外部接口信号

SMG12864 的 8 位并行数据接口与微控制器相连接,整个模块有 20 个外接引脚,大致分电源引脚、数据引脚和控制引脚 3 种,详细定义见表 1。

表 1 显示模块引脚功能说明

编号	符号	引脚说明	编号	符号	引脚说明
1	VSS	电源地	11	DB4	Data I/O
2	VDD	电源正极(+5 V)	12	DB5	Data I/O
3	V0	液晶显示偏压输入	13	DB6	Data I/O
4	D/I	数据/命令选择端(H/L)	14	DB7	Data I/O
5	R/W	读写控制信号(H/L)	15	CS1	片选 IC1 信号
6	E	使能信号	16	CS2	片选 IC2 信号
7	DB0	Data I/O	17	RST	复位端(H:正常工作,L:复位)
8	DB1	Data I/O	18	VEE	提供 LCD 驱动电源(-10 V)
9	DB2	Data I/O	19	EL-E	EL 使能端(低电平有效)
10	DB3	Data I/O	20	NC	悬空

3.3 指令说明

(1) 初始化设置

表 2 显示开/关设置

指令码	功能
3EH	关显示
3FH	开显示

(2) 显示初始行设置

表 3 初始化指令说明

指令码	功能
C0H	设置显示初始行

(3) 数据控制

控制器内部设有一个数据地址页指针和一个数据地址列指针,用户可通过他们来访问内部的全部 512 B RAM。

表 4 数据指针设置指令

指令码	功能
B8H + 页码(0~7)	设置数据地址页指针
40H + 列码(0~63)	设置数据地址列指针

(4) 基本操作时序

① 读状态:

输入:D/I=L,CS1 或 CS2=H,R/W=H,E=H;

输出:D0-D7=状态字

② 写指令:

输入:D/I=L,CS1 或 CS2=H,R/W=L,E=高脉冲,

D0-D7=指令码;

输出:无

③ 读数据:

输入:D/I=H,CS1 或 CS2=H,R/W=H,E=H;

输出:D0-D7=数据

④ 写数据:

输入:D/I=H,CS1 或 CS2=H,R/W=L,E=高脉冲,D0-D7=数据处;

输出:无

(5) 状态字说明

表 5 状态表

STA7 D7	STA6 D6	STA5 D5	STA4 D4	STA3 D3	STA2 D2	STA1 D1	STA0 D0
STA0-4			未用				
STA5			液晶显示状态		1:关闭 0:显示		
STA6			未用				
STA7			读写操作使能		1:禁止 0:允许		

4 硬件电路设计

显示终端的主要功能是从人工腿控制器接收信息,我们在设计时采用了两种通讯方式,即无线红外通信和有线方式(RS 232),如图 3 所示。利用 MSP430F149 的两个串

口分别对应有线和无线接收方式。电路中用 MSP430F149 的串口接收腿上控制器传来的数据,处理后,再通过单片机的 I/O 口送给 LCD 进行显示。图中, MSP430F149 的 P4.0, P4.1 为 LCD 左右半屏的片选信号 CS1, CS2, P4.2 为读/写控制信号, P4.3 和 P4.4 分别为 LCD 的 E 使能信号及 D/I 选择信号, P4.5 接复位端口, P3 口作为 LCD 显示数据(或指令)通讯口。MSP430F149 的两个外部时钟分别接低速时钟 32 768 Hz 和高速时钟 8 Hz, 为系统的不同模块提供不同的工作频率。

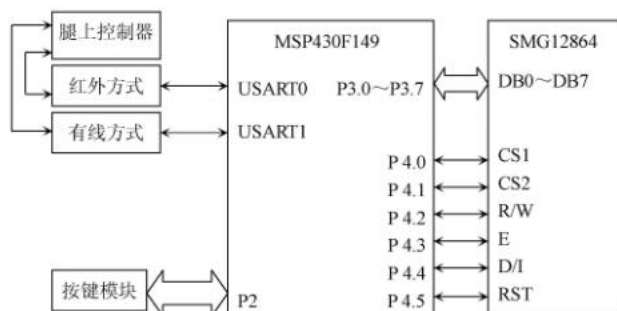


图3 显示终端硬件电路

本系统是一个混合电压系统,我们设计两节 5 号电池 (3 V) 供电。MSP430F149 采用 3.3 V 供电,而 SMG12864 的工作电压为 5 V。因此,我们使用 MAX1674 芯片通过不同的外围电路来把电池的 3 V 提升到 3.3 V 和 5 V,分别给电路中的元器件供电。另外,在硬件电路设计过程还要注意一点, MSP430 系列的供电电压为 1.8 ~ 3.6 V,通常取典型电压为 3.3 V,所以 I/O 口的最大逻辑电平也是 3.3 V。在进行 MSP430 微控制器设计时,除了控制器本身还有很多外围的模块和芯片。如果外围芯片或者模块的工作电压也是 3.3 V,那么就可以直接接口。但是由于现在很多芯片的工作电压都是 5 V,如 LCD SMG12864。因此就存在一个如何将 3.3 V MSP430 与 5 V 芯片或模块可靠接口的问题。事实上 5 V TTL 器件驱动 MSP430 或者 MSP430 与 5 V CMOS 器件接口时,二者是不能直接相连的。在这种情况下,必须要经过 3.3 V 与 5 V 电平的相互转换。这里我们采用 TI 的双电压(一边是 3.3 V,另一边是 5 V)供电双向驱动器 SN74ALVC4245 来实现电平转换,较好地解决了 3.3 V 与 5 V 电平的转换问题。

5 软件实现

MSP430F149 单片机通过按键中断给腿上控制器发去控制信息,腿上控制器接收到数据后给单片机以应答, MSP430 再驱动 LCD 显示相关操作以及系统提示信息等。由于该软件设计的专用性,需要显示的汉字、数字都是固定的,所以我们将要显示的内容设计成数据块(数据块中是一屏要显示汉字、数字的点阵码),直接固化到 FLASH 中。当要显示时,即可将给数据块作为显示数据通过显示驱动程序发送至 LCD 的显示 RAM 缓冲区里。这种方法

占用空间少,程序实现简单且显示速度快。

对接收到的数据汉字采用 16 × 16 的点阵,显示流程图如图 4 所示。一个 16 × 16 点阵汉字数据格式是前 16 个字节为汉字的上半部 16 × 8 点阵数据,后 16 个字节为下半部点阵数据。在汉字显示设置页地址时,如果显示的是汉字的后 16 个字节,需要使页地址在当前基础上加 1;如果需要显示的汉字列数达到 63 时,要通过片选信号 CS2 来选择 IC2 控制芯片,对他的读写操作同 IC1。

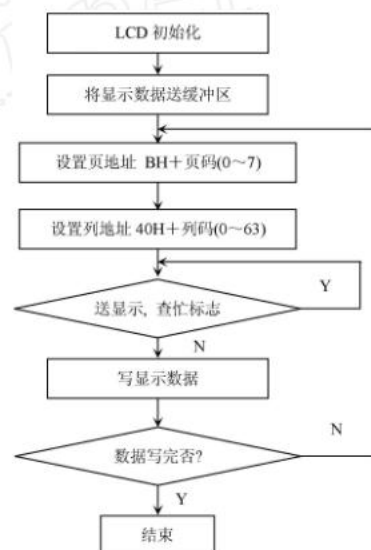


图4 显示流程图

另外, MSP430F149 的 I/O 口是典型的复用端口,在对 LCD 读写操作前要进行功能选择,即设置 P2 口为输入口(键盘), P4(LCD 控制口)为输出口, P3(数据口)根据需要设置为输入或输出。如果使用 MSP430F149 芯片内部 DCO 作为系统时钟,由于 MSP430F149 内部没有锁频环数字逻辑电路,为了得到准确的时钟信号需要通过软件进行“软锁频”,利用 32 768 Hz 晶振和 Timer - A 或 Timer - B 的捕获比较功能可以实现。主频的选择将影响 LCD 显示的稳定性。如果程序中 E 控制信号(P4.3)有效时间过短的话,显示的效果将会不稳定,所以程序中对 E 信号适当延时。由于整个控制器是由电池来供电的,而 LCD 液晶屏由于有背光等,比较消耗电能。为了延长电池的使用寿命,我们在设计控制器时必须考虑尽量降低功耗。在一定时间内没有操作时, MSP430F149 可以由软件设置进入低功耗模式来降低功耗。同时给液晶屏发出控制信号关闭背光灯,依此来达到尽量降低功耗的目的。

6 结 语

SMG12864 的指令集简单,编程方便, MSP430F149 集成许多通用模块, I/O 资源丰富,能直接驱动液晶显示模块,二者接口电路简单,可以很好地实现低功耗的人机界面,加之 TI 公司提供的 JTAG 口在线仿真功能,能够大

(下转第 174 页)

3.4 浮点运算的硬件实现

BP 神经网络算法中包含大量的加、减、乘、除浮点运算,浮点运算在高级语言中使用很方便,但是通过硬件来实现就比较复杂,所以大多数的 EDA 软件目前还不支持浮点运算,相应的运算器件只能自行设计,重点考虑运算精度、运算速度、资源占用以及设计复杂度等。

在浮点数字信号处理器中,数据表示成 2 的指数形式,即:

$$x = (-1)^{xs} \cdot xm \cdot 2^{xe}$$

其中, xs 为符号位; xm 为尾数部分,表示为纯小数; xe 为指数部分,表示为纯整数。

通过上式的变换后,文献[8]中给出了浮点加减运算实现详例,文献[9]给出了浮点乘法器的实现过程,按照文献中所提方法本文在神经网络模块库的建立过程中实现了权值乘法及输入信号累加的浮点运算。

4 结 语

考虑到神经网络模型的专用性和可扩展性,本文选择 Altera 公司 CPLD 的 FLEX 10K 系列实现了神经网络模型的硬件仿真。CPLD 具有高性能、高集成度、低成本、开发周期短、可反复擦写和可在线编程等优点。用 CPLD 实现的芯片具有工作速度快、输入输出接口灵活的特点,而且几乎可以和任何形式的并行、串行接口以及并行、串行 A/D 或 D/A、DSP 等连接,便于实现嵌入式系统。

本文提出了一种基于 CPLD 和 BP 神经网络的模拟电路故障诊断算法,该算法可以迅速实现电子设备中的故障诊断。相对于传统故障字典法,更高速、高效,具有较高的

实用价值。本算法也可以方便地改进为在线形式,在训练神经网络时将激励源的电压和频率设定为与待测电路工作电压和频率相同,然后进行训练即可。但是该算法目前在 CPLD 资源配置和浮点运算方面还存在一些不足,需要进一步改进方可用于实现具体的嵌入式诊断系统。

参 考 文 献

- [1] 杨士元. 模拟系统的故障诊断与可靠性设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1993.
- [2] 厉芸, 何怡刚, 徐卫林, 等. 基于 BP 神经网络的大规模电路模块级故障诊断快速诊断方法 [J]. 电路与系统学报, 2005, 10(4): 12 - 15.
- [3] 韩少锋, 王国峰, 许茁, 等. 基于 FPGA 的神经元自适应 PID 控制器设计 [J]. 电子设计应用, 2005, 31(2): 65 - 67.
- [4] 沈宪明, 白瑞林, 章智慧. FCMZC 的 FPGA 实现分析及其控制作用 [J]. 计算机应用, 2006, 26(8): 1990 - 1992.
- [5] 刘利强. 子网络级故障诊断的神经网络实现及诊断实验系统设计 [D]. 呼和浩特: 内蒙古工业大学, 2003.
- [6] 全钢, 郭江华, 梁述海. 基于 VHDL 的神经网络模型库的建立与实现 [J]. 微计算机信息, 2002, 18(7): 70 - 71.
- [7] Ma Xiaobin, Jin Lianwen, Shen Dongsheng, et al. A Mixed Parallel Neural Networks Computing Unit Implemented in FPGA [A]. IEEE Int. Conf. Neural Networks & Signal Processing, Nanjing, China, 2003: 324 - 327.
- [8] Chokri Souani, Mohamed Abid, Rached Tourki. An FPGA Implementation of The Floating Point Addition [A]. Industrial Electronics Society, 1998: 1644 - 1648.
- [9] 李国峰. 基于 VHDL 语言的浮点乘法器的硬件实现 [J]. 南开大学学报, 2002, 35(4): 111 - 112, 116.

作者简介 刘利强 男, 1975 年出生, 内蒙古包头市人, 讲师。目前从事电子电路故障诊断方面的研究。

(上接第 171 页)

大缩短研制周期。基于单片机 MSP430F149 的液晶显示终端在人工腿手持遥控器系统中得到很好的应用, 同时也可用于其他便携设备, 满足不同的应用需要。

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] 李维是, 郭强. 液晶显示器件应用技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [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] 谭冠政, 吴立明. 国内外人工腿(假肢)研究的进展及发展趋势 [J]. 机器人, 2001, 23(1): 91 - 96.

- [5] 长沙太阳人电子有限公司. SMG12864 使用说明书 [Z]. 2004.
- [6] 何立民. 单片机应用文集 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1992.
- [7] 黄锡珉. 液晶显示技术的开发和产业化 [J]. 液晶与显示, 2002, 17(6): 403 - 415.
- [8] 王君立, 壮凌, 檀慧明. 液晶显示控制器的应用 [J]. 液晶与显示, 2003, 18(1): 31 - 34.
- [9] 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.
- [10] 何为民. 低功耗单片微机系统设计 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1994.

作者简介 刘 莉 女, 1981 年出生, 江西宜春人, 硕士研究生。研究方向为交通信息工程及控制。

钟 金 男, 1982 年出生, 湖南岳阳人, 硕士研究生。研究领域为智能机器人系统与控制。