

基于 MSP430 单片机和 DS18B20 的小型测温系统

A Mini-Temperature Detecting System Based On The MSP430 Microcontroller And DS18B20

(1.河北建筑工程学院 2.燕山大学)李虹¹ 温秀梅¹ 高振天²
Li,Hong Wen,Xiumei¹ Gao,Zhentian

摘要: 介绍了超低功耗 16 位单片机 MSP430F1121 和数字温度传感器 DS18B20 的基本特性, 结合 4 位段型液晶显示模块 LCM046 和升压型 DC-DC 变换器 MAX1674, 设计了一个小型测温系统。并基于集成开发环境 IAR Workbench 给出了主要的 C430 函数。利用 MSP430 单片机的超低功耗以及 DS18B20 的单线接口方式, 实现了整个系统的低功耗, 结构简单, 性能稳定, 经济实用。

关键词: 测温系统; MSP430F1121; DS18B20; C430; MCU
中图分类号: TP368.1 **文献标识码:** B

Abstract: The characteristic of the ultra-low power microcontroller MSP430F1121 and the digital temperature sensor DS18B20 is introduced. A mini-temperature detecting system is designed combining the 4 bits segmented LCD module LCM046 and the DC-DC converter MAX1674. Some primary C430 functions are presented in the IAR Workbench IDE. Using the ultra-low power of the MSP430 microcontroller and the 1-WIRE interface mode of the DS18B20, the ultra-low power, simple structure, stable performance and practicality of the whole system is realized.

Key words: temperature detecting system, MSP430F1121, DS18B20, C430, MCU

1 引言

温度的测量和控制 在储粮仓库、智能楼宇空调控制及其它的工农业生产和科学研究中应用广泛。温度检测的传统方法是使用诸如热电偶、热电阻、半导体 PN 结(如 AD590)之类的模拟传感器, 经信号取样电路、放大电路和模数转换电路处理, 获取表示温度值的数字信号, 再交由微处理器或 DSP 处理。被测温度信号从敏感元件接收的非电模拟量开始, 到转换为微处理器可处理的数字信号之间, 设计者须考虑的线路环节较多, 相应测温装置中元器件数量难以下降, 随之影响产品的可靠性及体积微小化。由此会造成整个检测系统有较大的偏差, 稳定性和抗干扰性能都较差。

本文设计一种基于数字温度传感器 DS18B20 的小型测温系统, 主控芯片采用 TI 公司的 MSP430 单片机, 数字温度传感器通过单总线与单片机连接, 系统结构简单, 抗干扰能力强, 适合于恶劣环境下进行现场温度测量, 可应用于仓库测温、楼宇空调控制和生产过程监控等领域。

2 测温系统硬件构成

该系统主控芯片采用美国 TI 公司的超低功耗 16 位单片机 MSP430F1121, 温度检测采用数字温度传感器 DS18B20, 温度显示单元采用 4 位段型液晶显示模块 LCM046, 电源部分采用升压型 DC-DC 电源模块

MAX1674。整个系统采用 3.3V 供电, 功耗低, 结构简单。系统电路图如图 1 所示。

3 功能单元介绍

3.1 MSP430F1121 单片机

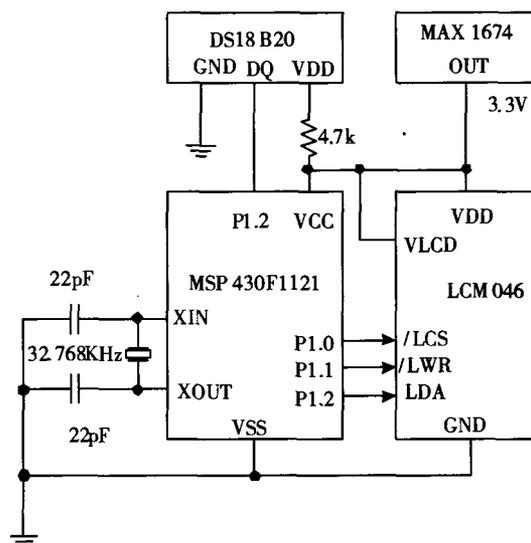


图 1 测温系统电路图

MSP430F1121 单片机是美国 TI 公司生产的超低功耗 16 位混合信号微控制器, 性能特点如下:

- ①低电源电压范围: 2.2V~3.6V
- ②超低功耗, 低工作电流: 1.3uA 在 4KHz、2.2V; 160uA 在 1MHz、2.2V
- ③五种省电模式 (备用模式: 0.8uA; RAM 保持关

闭模式:0.1uA);从备用模式唤醒只需 6us。

④16 位精简指令集结构,125ns 指令周期

⑤4K+256 字节 FLASH 存储器,128 字节 RAM

⑥看门狗定时器 Watchdog Timer, 可用作通用定时器

⑦带有 3 个捕捉/比较寄存器的 16 位定时器 Timer_A

⑧2 个具有中断功能的 8 位并行端口:P1 与 P2

⑨模拟比较器 Comparator_A

该款芯片的超低功耗和良好的性能价格比使其非常适合嵌入式产品应用。

3.2 数字温度传感器 DS18B20

DS18B20 是美国 DALLAS 公司推出的单总线数字测温芯片。它具有独特的单线接口方式,将非电模拟量温度值转换为数字信号输出仅需占用 1 位 I/O 端口,能够直接读取被测物体的温度值,提高了抗干扰能力和测量精度。它体积小,电压适用范围宽(3.0V-5.5V),可以采用外部供电方式(如图 1 所示),也可以采用寄生电源方式,即从数据线上获得电源。用户还可以通过编程实现 9—12 位的温度读数,即具有可调的温度分辨率,因此它的实用性和可靠性比同类产品更高。

DS18B20 采用 3 脚 TO-92 封装,形如三极管;同时也有 8 脚 SOIC 封装。测温范围为 -55°C - $+125^{\circ}\text{C}$,在 -10°C - $+85^{\circ}\text{C}$ 范围内,精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。每一个 DS18B20 芯片的 ROM 中存放一个 64 位 ID 号:前 8 位是产品类型编号,随后 48 位是该器件的自身序号,最后 8 位是前面 56 位的循环冗余校验码。又因其可采用寄生电源方式供电。因此,一条总线上可以同时挂接数个 DS18B20,可方便的实现多点测温系统。另外用户还可根据实际情况自设定非易失性温度报警上下限值 TH 和 TL(掉电后依然保存)。DS18B20 检测到的温度值经转换为数字量后,自动存入存储器中,并与设定值 TH 或 TL 进行比较,当测量温度超出给定范围时,就输出报警信号,并自动识别是高温超限还是低温超限。

3.3 温度显示单元

显示部分采用北京青云创新科技发展有限公司的液晶显示模块 LCM046。它是 4 位多功能通用型 8 段式液晶显示模块,内含看门狗/时钟发生器,2 种频率的蜂鸣驱动电路,内置显示 RAM,可显示 3 个小数点以及任意字段笔划,3-4 线接口,低功耗。显示清晰,稳定可靠,使用编程简单,非常适合电池供电的仪器仪表。

3.4 电源模块

电源变换芯片采用 MAXIM 公司生产的升压型 DC-DC 变换器 MAX1674,其常态下工作效率可达 94%,输入电压范围较宽(0.7V- V_{out});其中 V_{out} 可以设定

为 3.3V、5V 或可变的输出电压,输出电压 V_{out} 设定为 3.3V,给整个系统供电,允许的输出电流达到 500mA,完全满足设计要求。值得注意的是,实际使用过程中,外围元件采用接插件较好,使用贴片式芯片反而容易引起电源纹波。

4 系统软件设计

本系统采用 C 语言进行程序设计,大大提高了开发调试工作的效率;同时,所产生的文档资料也容易理解,便于移植。适用于 MSP430 系列单片机的 C430 语言,与标准 C 语言兼容程度高。

MSP430 系列单片机 C 语言编译环境可以利用 IAR 公司提供的集成调试环境 Workbench 和 C430 语言调试器 C-SPY 进行编译,直接下载至片内 Flash 内存,脱机运行。整个用户界面友好,调试过程中可以在上层软件中看到各寄存器的内容并在线修改,支持单步运行,在线观察定义的各个变量实时值。采用把所有相关文件放入一个项目中的组织方式,编译运行时软件会自动将文件按内在联系自动组合在一起,方便灵活。

该测温系统程序包括主程序、DS18B20 温度检测转换子程序和显示子程序,流程图如图 2。

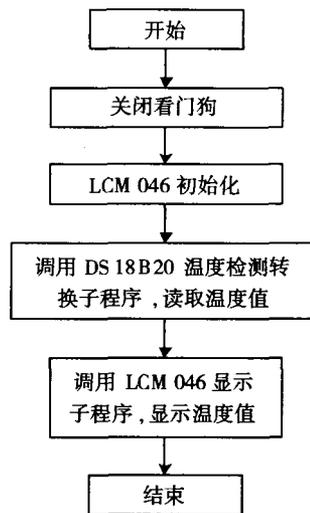


图 2 主程序流程图

由于 DS18B20 采用的是独特的单总线方式传输数据,对时序的要求较严格。虽然硬件连接变得方便了,但导致软件的编制变得异常复杂。同时对 MSP430 单片机的控制操作不同于 51 系列,它的 I/O 口有方向控制及输入输出寄存器,对于读写操作就要分别对待,稍有不慎,就容易出错。下面就以 DS18B20 为例,给出在 MSP430 系列单片机 C 语言编译环境 Workbench 下的几个主要 C 函数,由于篇幅所限,未列出全部详细代码。

```
/* 首先定义:#define DQ BIT2*/
```

```
unsigned char Init_DS18B20(void) /* 初(转 248 页)
```

无关系),并且将结果存入如图3中例表的地址表。

5) 传感器和中继节点进入节省能量状态,控制节点进入等待状态,等待一次事件或者寻呼。

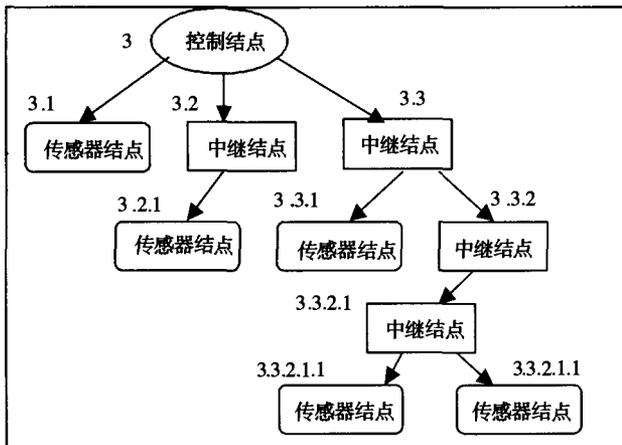


图3 网络拓扑结构、地址分配及地址表例

3 路由

在上述树型拓扑结构网络中路由非常简单。一个传感器节点或中继节点发出的数据分组通常是发给控制节点,因此只需将此分组传给它的父节点,而它的父节点再将此分组传给它的父节点,这样,这个分组最终被传给控制节点。

4. 结点内部工作模式

对于无线传感器网结点来说,节省功耗是非常重要的,因为这些结点没有外部电源而且几乎或者是长时间不能充电。本系统的省电方式即蓝牙规范中的呼吸模式,除控制结点外所有结点工作在事件驱动模式。如果传感器结点或中继结点检测到事件,它就进入激活状态,对事件做出响应,然后再次进入呼吸状态等待下一次事件。

4 结论

本论文中设计的安全系统是一个非常简单的无线传感器网络,我们只是通过它尝试将蓝牙技术应用于无线传感器网。基于硬件设计和应用程序设计的实验证明了蓝牙无线传感器网的可行性,并且证明了使用树型拓扑结构和相应的路由方法有利于网络维护和媒介访问控制。但是,还需要进一步研究网络的稳健性和至关重要的低功耗性,对系统设计进行改进,并且尝试将其用在其它用途的无线传感器网中。

参考文献:

- [1]朱近康,无线传感器网络技术[J],中兴通讯技术,2004年10月,P.14-15,20
- [2]Soo-Hwan Choi, A Implementation of Wireless Sensor Network for Security System using Bluetooth. IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 50, No. 1, February 2004
- [4]马建仓,蓝牙核心技术及应用,科学出版社,2003年1月出版,北京

[5]熊维明,蒋平,嵌入式蓝牙局域网接入点设计[J],微计算机信息,2005.7:69-90

作者简介:李莉,女,(1973-),籍贯甘肃兰州,信号与信息处理专业工学硕士,讲师,主要研究方向:图像及视频信号处理算法及硬件 Email: lili@tute.edu.cn.

(300222 天津工程师范学院电子工程系)李莉
(Electronics Department of Tianjin University of Technology and Education, Tianjin, 300222, China.)
Li,Li

(投稿日期:2005.11.12)(修稿日期:2005.12.14)

(接 138 页)始化函数:检测 DS18B20 是否准备好 */

```
{ unsigned char presence=0;
P1OUT &=~DQ; //
P1DIR |=0x04; // P1.2 输出 0
delay(90); // 延时 520us 左右
P1DIR &=~0x04; //端口为输入,外部上拉电阻抬
delay(5); //高电平; 18b20 拉低大概 100us
presence=P1IN&DQ; //获取 DQ 的值。
return presence; //返回 DQ 值:0 初始化成功
// 1 初始化失败
}
```

void Write_Byte(unsigned char dat) { /* 写函数:每次调用写一字节 */

unsigned char Read_Byte(void){ /* 读函数:每次调用读一字节 */

float Read_Temperature(void) { /* 读温度函数:读取温度寄存器的值并转换 */

5 结论

测温系统采用了高性能的单片机,其丰富的片内资源,使得外围扩展器件少,体积小,降低了成本,也降低了故障率,从实际运行效果看,系统工作稳定、成本低廉、测温精度高、可靠性强,特别适合于仓库测温、楼宇空调控制和生产过程监控等领域,有很好的实用价值。

参考文献:

[1]戚新波,范峥,陈学广. DS18B20 与 ATmega8 单片机接口的 C 语言实现方法[J]微计算机信息.2005.7-2:71-73

[2] MSP430F11x1 Data Sheet. Texas Instruments, 2000

作者简介:李虹,1976年3月,女,汉,硕士,讲师;研究方向:单片机与嵌入式系统。Email:lh_760318@163.com
Biography:LI Hong, March, 1976, Sex: female, Nationality: the Han nationality, Degree: Master, Professional post: lecturer, research orientation: SCM and embedded system

(075024 河北建筑工程学院)李虹 温秀梅

(066004 燕山大学信息科学与工程学院)高振天

(Hebei Institute of Architectural and Civil Engineering) Li, Hong Wen, Xiumei

(The college of Information Science and engineering, YanShan University) Gao, Zhentian

通信地址:(075024 河北张家口市河北建筑工程学院计算机系)李虹

(投稿日期:2005.11.10)(修稿日期:2005.12.14)