

文章编号: 1005-0523(2008)01-0080-05

基于单总线温度测控系统的前端拓扑网络设计

陈伟¹, 王勋¹, 黄德昌²

(华东交通大学 1. 电气与工程学院; 2. 信息工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 温度测控系统的前端模块的设计基于单总线(1-Wire Bus)技术, 利用数字温度传感器 DS18B20 构建成 1-Wire 树型拓扑网络, 最大限度地减少单片机的硬件资源占用. 软件设计中采用二叉树搜索算法自动完成整个网络的器件搜索. 系统设计了完善的上下位机间的通讯协议来保证温度采集的数据的传输的可靠性和准确性, 为上位机控制系统提供实时、准确的数据.

关键词: 1-Wire 总线; 二叉树搜索; DS18B20; 温度采集

中图分类号: TP301.3

文献标识码: A

在当今热控制工业领域中, 对温度的实时监控是必需的, 而工作人员又不可能对每个监控环境的温度计进行逐个人工读取温度值. 因为有时候监控环境的温度很高, 且对实时性要求非常高, 因此就必须借助于计算机技术, 以实现温度数据的实时采集^[1]. 本系统基于美国 Dallas 公司推出的单总线技术设计出一套通用的前端温度采集网络模块, 为工业监控系统提供实时、准备的温度数据.

1 系统结构

单总线技术它将地址线、数据线、控制线合成一根信号线, 允许在这根信号线上挂数百个测控对象, 这些测控对象所用器件是由该公司提供的每个芯片都有一个唯一的 64 位的 ROM 序列号, 确保挂在总线上能被唯一地识别出来^[2,3]. 结合单总线技术的这些特点, 前端控制模块采用 1-Wire 树型拓扑网络结构结合数字温度计 DS18B20, 实施多点温度测控, 实时的对该网络上的器件进行循环温度采样, 然后通过串口将数据传送给上位机, 为控制系统提供最直接、准确、实时的现场数据. 系统设计方案框架图如图 1 所示.

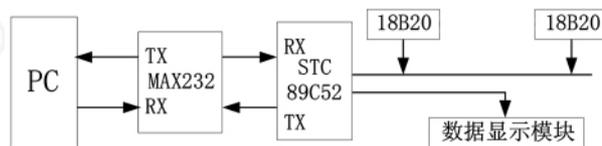


图 1 系统框图

2 系统硬件设计与实现

2.1 控制模块

前端模块采用单片机进行控制, 考虑到不同的上位机系统对前端网络的控制需求不同, 本系统选取比较先进的 STC89C52^[4], 这片单片机不仅支持 ISP(在系统编程), 而且还具有 IAP 功能, 这就为以后系统的升级提供了硬件基础, 满足不同环境的控制需求.

2.2 数据采集网络

构建 1-Wire 网络, 可选用单片机任一端口作为 1-Wire 总线控制接口, 在电路板上提供多个器件接口以方便 DS18B20 的连接与更换. 温度计选用 1-Wire 温度测量器件 DS18B20^[5], 一是为了更好的发挥 1-Wire 总线的自动搜索算法, 可以实现对挂在总线上的对象的动态识别, 是实现即插即用的

收稿日期: 2007-11-16

作者简介: 陈伟(1985-), 男, 山东济宁人, 华东交通大学电子与电气工程学院研究生, 研究方向: 微机继电保护.

关键技术,并由此知道挂在总线上的设备总量等优点.二是这个温度传感器是支持编程配置温度精度,满足不同场合的需求.三是这个温度传感器返回的数据不需要进行模/数转换,就可以直接被单片机直接识别,这也为硬件电路减少了很大的开销.该模块虽然仅是完成简单的数据采集功能,但其软件操作

是比较复杂的,这也是本系统中的难点.

2.3 数据显示

数据显示模块为常用的几种显示器件(七段数码管、液晶显示屏等)提供硬件接口,以方便某些特定场合对数据显示的需求.

系统设计的硬件电路图如图 2.

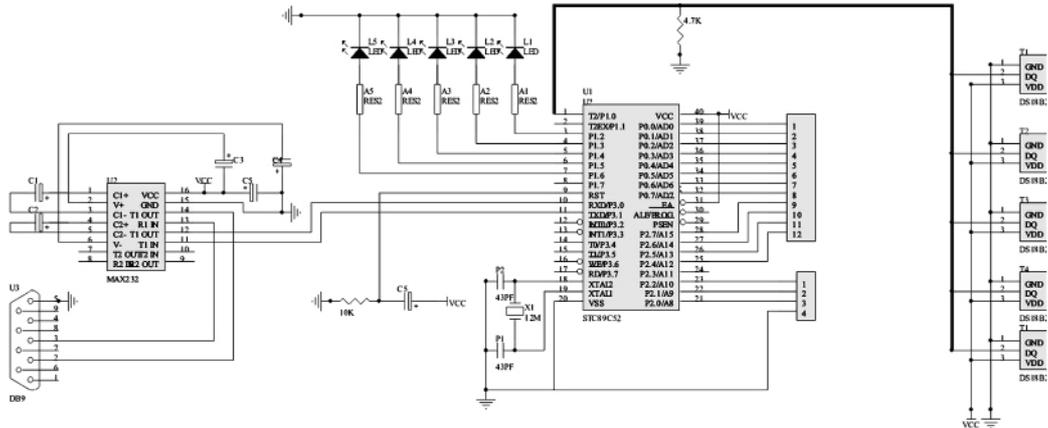


图 2 系统电路图

3 系统软件设计与实现

3.1 系统控制与软件设计流程

系统的核心控制程序,主要是负责上下位机的协调工作,将上位机传输来的数据进行分析处理,驱动各模块电路,将采集来的数据进行存储、打包传输到上位机,来确保前端模块有条不紊的运行.并负责上下位机间的正常通信,由于单片机的 SBUF 只有一个字节的大小,这就为软件设计提供了较大的困难,当接收一串字符时这一问题就更加明显^[6].所以在软件上要完成对接收/发送字符串的控制,必须有稳定的传输协议,为此我们自定义了一套通信协议,该协议格式如下:

命令头 类型 区域号 数据体 命令尾

协议说明:命令头可取两个值@和#,其中@表示是写命令,#是读命令,属性可取三个值分别是%,&和t,其中%表示对 ROM 进行操作,&对配置命令字进行操作,t对温度进行操作,t只能和读命令进行搭配.区域号就是初始化后对各区域命名后的字符,数据体可以是 8 个字节,也可以是 3 个字节,还可以是 0 个字节.在本系统中,命令尾都为“!”字符.例如:@%!表示 ROM 初始化命令,@t!表示读取 A 区温度.其他命令组合可依此类推.如出现非法命令,下位机会提示用户命令不合法.

系统设计的软件设计流程图如图 3 所示.

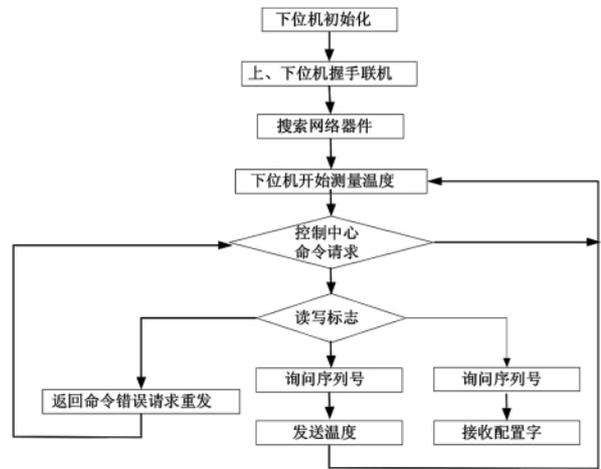


图 3 系统流程图

3.2 拓扑网络驱动

对 1-Wire 网络的驱动,关键点有两个,一是单总线网络对系统器件的自动搜索算法.二是时序的控制,这就要求这部分的函数要保证每条语句的执行时间都要考虑在内,才能准确的控制 1-Wire 网络器件.

本系统中采用 1-Wire 拓扑网络结构,当多个器件在网络上就需要通过一个算法搜索出网络上的所有器件^[3].器件搜索的过程就是主设备获取从设备 ROM 序列号的过程,实质是一个简单的三步操作的重复.这三步是:先读一位,再读该位的补码,然后再对该位进行读写操作,这样就可以选中部分设备而淘汰未选中的从设备.待一次完整的搜索通过

后,主设备就获取了最后留下的一个从设备的 ROM 序列号通过同样的方法获取。

搜索采用二叉树的数据结构,其深度为 64,并且每个叶子结点的深度都为 64,在总线上搜索 ROM 的过程就是遍历此二叉树,叶子结点的个数就是挂在总线上的从设备的个数。从根结点到叶子结点所走的路径就是从设备的 ROM 序列号。每向左走一步,表示该位为 0,向右走一步表示该位为 1,记录此过程就得到叶子结点的 ROM 序列号^[7]。在遍历此二叉树的过程中并不知道它的叶子结点数,也不知道它的子结点为左、右子结点,判断规则是在二次读操作之后读取的二个数据来判断,原则为:00 表示即存在左结点,也存在右子结点,01 表示只存在左子结点,10 表示只存在右子结点,11 表示不存在子结点,也就是说明从设备挂在总线上。在遍历二叉树时应该记录所走的路径和搜索到叶子结点数,从而可以得到设备的 ROM 序列号和总的从设备数目。遍历此二叉树可以采用从左到右的遍历方法,也可以采用从右到左的遍历方法。对每一次的叶子结点的搜索都需要从根结点开始,与普通的二叉树的遍历方法不同。

搜索算法主要程序:

```
int OWFirst()
{
// 复位搜索状态
LastDiscrepancy = 0;
LastDeviceFlag = FALSE;
LastFamilyDiscrepancy = 0;
return OWSearch();
}

int OWNext()
{ return OWSearch(); }

int OWSearch()
{
int id_bit_number;
int last_zero_rom_byte_number search_result;
int id_bit_cmp_id_bit;
unsigned char rom_byte_mask search_direction;
// 搜索初始化
id_bit_number = 1;
last_zero = 0;
rom_byte_number = 0;
rom_byte_mask = 1;
search_result = 0;
crc8 = 0;
```

```
// 如果当前节点不是最后一个器件
if(! LastDeviceFlag)
{ //复位总线
if(! OWReset())
{
LastDiscrepancy = 0;
LastDeviceFlag = FALSE;
LastFamilyDiscrepancy = 0;
return FALSE;
}
if(! ((id_bit_number < 65) || (crc8 != 0)))
{
LastDiscrepancy = last - zero;
if(LastDiscrepancy == 0)
LastDeviceFlag = TRUE;
if(LastFamilyDiscrepancy == LastDiscrepancy)
LastFamilyDiscrepancy = 0;
search_result = TRUE;
}
}
if(! search_result || ! ROM_NO[0]) //如果没有发现新的设备,那么返回此节点
{ LastDiscrepancy = 0;
LastDeviceFlag = FALSE;
LastFamilyDiscrepancy = 0;
search_result = FALSE;
}
return search_result;
}
```

每次搜索 ROM 操作主机只能找到某一个单总线器件的 ROM 代码所需要的最短时间为:

$$960 \text{ s} + (8 + 3 \times 64) \times 61 \text{ s} = 13.16 \text{ ms}$$

主机能够在 1 秒之内读出 75 个单总线的 ROM 代码。

4 系统联机运行测试

系统设计完毕后,最重要的工作就是要进行联机测试,下面以如何读取 A 区温度为例简单的介绍系统的联机工作方式。

(1) 上下位机建立连接。根据我们自己定义的通信协议,上位机发送 2BH,如果下位机连接正常则返回 23H。

(2) 上位机发读取温度命令。根据通信协议,上位机发送 40H74H31H21H,下位机接收命令后进入读取 A 区温度子程序。

(3) 下位机读取温度。当下位机接收到上位机

发送的读温度命令后,根据命令内容读取对应区域的 DS18B20. 读取温度的顺序是这样的: 先向 18B20 发一个复位脉冲,当主机检测到 18B20 的存在脉冲后,主机向 18B20 写跳过 ROM 命令 CCH (为了简化波形,更清楚的查看温度的波形,此测试只应用了一个 18B20),然后主机发温度转换命令 44H,然后主机发读取温度命令 BEH.

试验测试数据为: 0011 0011 0010 0010 0111 1011

表1 数据权值表

低字节	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
高字节	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

其中 S 为符号位. $S = 1$ 温度为负值; $S = 0$ 温度为正值.

试验测试数据为: 1000 1001 1000 0000

数据顺序是先低位后高位,故转换成十进制数据为: +25.0625 摄氏度.

5 结束语

该系统的功能是采用 1 - Wire 树型拓扑网络结构,结合数字温度计 DS18B20,实施多点温度测控,实时的对该网络上的器件进行循环温度采样、分析、处理.然后将数据打包传输到控制中心,由上位机控制中心实现对温度测试环境的控制管理.此系统与其它系统相比它具有以下优点:

(1) 1 - Wire 总线是一种采用单根信号线,既可传输时钟,又能传输数据,而且数据传输是双向的总线,因而这种单总线技术具有线路简单,硬件开销少,成本低廉,便于总线扩展和维护等优点.

(2) 每片 DS18B20 具有唯一的 64 位序列码,这就允许多片 DS18B20 在 1 - Wire 拓扑网络中工作,因而,可方便地使用单个微处理器控制分布在大范围内的多片 DS18B20.

(3) 该系统设计了完善的上下位机间的通讯协议来保证数据采集的可靠性和准确性.

数据分析: 数据顺序是先低位后高位,数据的各部分分别表示的是: 跳过 ROM 命令 CCH,然后是温度转换 44H,最后是读取温度 BEH.

当下位机控制中心发出读指令后,1 - Wire 设备返回测量到的温度值.

试验测试数据为: 1000 1001 1000 0000

试验数据分析: 本系统中用 12 位精度测量温度,12 精度的温度值用 16 位二进制补码形式表示.

各数值位的权值^[2]如下表.

综上所述,该系统基于单总线(1 - Wire Bus) 技术进行设计,充分利用了数字温度传感器 DS18B20 的各项特点,使构建成的 1 - Wire 树型拓扑网络,最大限度地减少了硬件资源的占用,又易于扩展.系统设计的完善的上下位机间的通讯协议保证了温度采集的数据的传输的可靠性和准确性.为系统的稳定运行提供了必要的保障.

参考文献:

- [1] 陈志英,李光辉. 1 - Wire 技术 [EB/OL]. <http://www.1-wire.com/tec/index148.shtml> 2006 - 06 - 07.
- [2] DALLAS. DS18B20 [EB/OL]. <http://www.maxim-ic.com/ds181320/index1.shtml> 2006 - 09 - 12.
- [3] 陈志英,等. 1 - Wire 技术及其应用 [J]. 国外电子元器件 2003 8: 4 - 7.
- [4] 宏晶公司. STC89C52 [EB/OL]. <http://www.mc90.com/mcu-memory.com> 2005 - 07 - 23.
- [5] DALLAS. DS18B20. Programmable Resolution 1 - Wire Digital Thermometer [EB/OL]. <http://www.dallas.com>, 2005 - 01 - 12.
- [6] 张毅刚,彭喜元,等. 单片机原理及应用 [M]. 北京: 高等教育出版社 2004.
- [7] 周俊杰,等. 嵌入式 C 编程与 Atmel AVR [M]. 北京: 清华大学出版社 2003.

Design of Front – end in Temperature Measure and Control System Based on 1 – Wire Bus

CHEN Wei¹, WANG Xun¹, HUANG DE – chang²

(1. School of Electrical and Electronic Engineering;

2. School of Information Engineering, East China Jiaotong University Nanchang 330013, China)

Abstract: The design of front – end module is based on a single bus(1 – Wire Bus) technology and constructs topology tree of 1 – Wire network by utilizing digital Thermometer DS18B20 to minimize occupation of MCU' s hardware resources. The design of program completes its exploration by means of binary tree data structure. This design perfects the communication agreement of front – end module to guarantee reliability and accuracy of temperature acquisition. Meanwhile it can transmit the exact data to the controlling center system in time.

Key words: 1 – Wire bus; binary tree search; DS18B20; temperature acquisition

(责任编辑: 刘棉玲)

(上接第 44 页)

参考文献:

- [1] 田 娅, 饶妮妮, 浦立新. 国内医学图像处理技术的最新动态[J]. 电子科技大学学报 2002, 31(5) : 486 – 489.
[2] 张宏林, 蔡 锐. Visual C + + 数字图像模式识别技术

及工程实践[M]. 北京: 人民邮电出版社 2003.

- [3] 章 鲁, 陈 瑛, 顾顺德, 等. 医学图像处理与分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社 2006.
[4] 陈玉芳. BP 神经网络的改进研究[D]. 成都: 电子科技大学 2004.

Automatic Diagnostic System Design of Liver Ultra – sound Images Based on Neural Network

JIANG Xian – gang, ZHAO Xiao – xia

(Information & Control Engineering Institute, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The paper describes liver ultra – sound images texture definition by gray co – occurrence matrix and probes a more comprehensive analysis by different classifying technology. The BP neural network technology has been applied to classification of texture tissue in this image analysis system. It also explores the software design technology of automatic diagnostic system of liver ultra – sound images.

Key words: gray co – occurrence matrix; BP neural network; ultra – sound images.

(责任编辑: 王建华)