

# 基于 M atlab 的实时多路温度采集系统设计

蒯 锐

(上海应用技术学院 计算机科学与信息工程系, 上海 200235)

[摘要] 基于 M atlab 的 PC 机与单片机实时串行通信, 设计了一个多路温度采集系统, 由单片机和 DS18B20 完成数据采集, PC 机实现通信数据的分析处理及图形显示. 使用 M atlab 编程, 提高了开发效率, 具有一定的实用性.

[关键词] M atlab 语言, 设备控制箱, 串口通信

[中图分类号] TP 274 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2009) 02-0018-04

## Design of the Real-Tim eM ulti-channel T emperature M easuring System Based on M atlab

Kuai Rui

(Department of Computer Science and Information Engineering Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200235 China)

**Abstract** Based on the principle of real time asynchronous communication between PC and SCM in M atlab, a multi-channel temperature measuring system was designed. The SCM and DS18B20 are used to collect data and PC is used for realization of processing and showing the result graphically. Then the analytical function is worked out. The communication system was developed on M atlab, which greatly improves the development efficiency and it is practical.

**Key words** M atlab language, instrument control toolbox, serial communication

在控制系统中, 上位机与下位机之间实现通信的方法和应用平台很多. 目前, 以 VB 和 VC 开发的通信软件较多, 这类软件虽然功能完善, 但是数据采集到计算机后要进行各种处理 (例如滤波、系统辨识、曲线拟合等) 就显得不方便, 编程比较复杂. MATLAB 具有强大的数据处理能力及功能丰富的工具箱, 被广泛地应用于信号处理、自动控制等领域. 它编程语言简单易学, 利用简单的命令就可以代替复杂的代码, 极大地提高了开发效率<sup>[1]</sup>. M atlab 有专门面向仪器的 Instrument Control Toolbox 工具箱, 该工具箱提供了对仪器仪表的直接访问, 通过 serial port GPIB, VISA 或 TCP 和 UDP 等接口访问外部设备, 读取数据和信息, 该功能极大地拓展了 M atlab 在工程控制领域的应用, 也为用户更好地使用 M atlab 计算功能进行数据处理与分析提供了方便<sup>[2]</sup>.

温度是表征环境的一个重要的参数. 在工程领域, 尤其像工程热力学等, 温度检测非常普遍, 对温度精确测量以便实时控制也显得尤为重要. 本文所建系统的创新在于使用 DS18B20 传感器, 采用 M atlab 软件对微型计算机接口的操作, 控制计算机外部设备, 实现实时多路温度采集, 充分利用 M atlab 的数据分析能力, 合理利用系统资源, 提高了开发效率, 扩展了 M atlab 的使用范围.

### 1 系统总体设计

在本系统中, 每路下位机使用 AT89S51 单片机和 DS18B20 完成温度数据采集. 上位机在 M atlab 环境下, 调用设备控制箱 serial 类操作 RS-232 串口, 用串行通信方式交换数据, 进而借助 M atlab 对数据进行分析 and 处理, 可得到温度随时间变化的函数解析式.

实时多路温度采集系统的整体结构如图 1 所示. PC 机串口通过通讯控制器与单片机相连, 构成一个主从式多机通信系统. 系统工作时, 单片机对串口和 DS18B20 初始化, 在读取温度的同时等待中断. PC 机通过调用 M atlab 设备控制工具箱中的 serial 类及相关函数来创建串口设备对象, 并以读写文件的方式实

收稿日期: 2009-01-05

通讯联系人: 蒯 锐, 讲师, 研究方向: 计算机应用. E-mail: k@sit.edu.cn

现对 PC 机串行口的访问, PC 机通过 Matlab 向串行口发送特殊指令从而触发单片机中断系统, 单片机调用中断服务例程, 读取即时温度并将采集的数据通过串行口回送给 PC 机. 此时, Matlab 通过查询的方式, 实时接收单片机发送的数据, 并完成对数据的分析处理及图形显示<sup>[1, 3]</sup>.

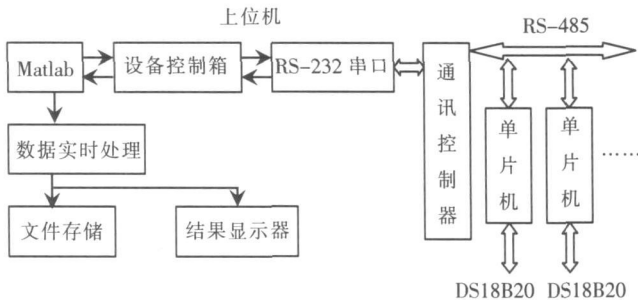


图 1 系统结构图  
Fig.1 System structure

1.1 通信控制器电路设计

通信控制器的主要作用是完成 PC 机和从机之间的通信. 控制器的核心是一台 AT89S51 单片机, 它具有一个可编程的全双工串行通信接口, 而作为通信控制器需要同时与 PC 机和从机进行串行通信, 因此就利用单片机的并行数据接口实现串口的扩展, 这里选择了 8251 作为单片机的串口扩展芯片<sup>[4]</sup>.

如图 2 所示, MC14060 用于为 8251 提供时钟信号, MC14060 的时钟输入频率为 2.457 6MHz, OUT2 引脚输出的频率为 2.457 6MHz/25= 76.8 kHz. 8251 发送数据的时钟 TXC 和接收数据的时钟 RXC 均为 76.8 kHz. 通过单片机编程将 8251 的数据传输速率因子设置为 1/16 则 8251 的串口发送和接收数据的波特率为 76 800/16= 4 800 bit/s.

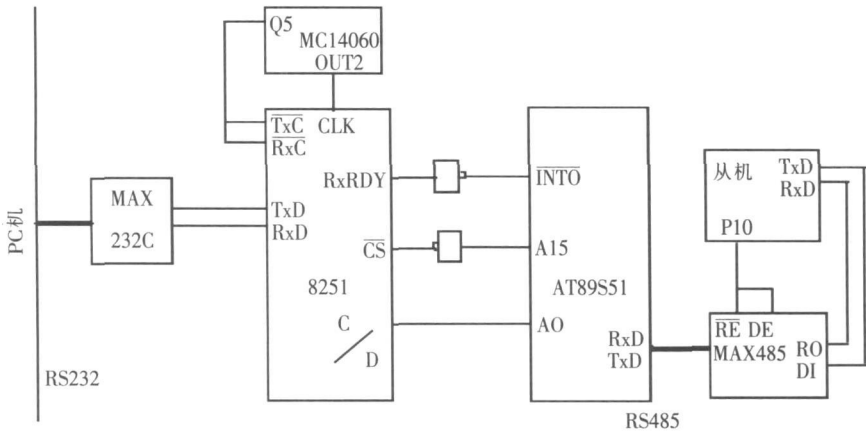


图 2 通信控制器电路  
Fig.2 Communications controller circuit

这里选择的 RS-232 收发器芯片是 MAXM 公司的 MAX232C. MAX232C 包含两个发送器和两个接收器, 这里只需使用其中任意一组发送器和接收器即可.

由于控制器与从机之间的通信是多点的串行通信, 选择了 MAXM 公司的 MAX485 芯片来实现控制器与从机之间的多机通信系统.

1.2 串行通信协议

串口通信协议 (Serial Port Communication Protocol SPCP) 设计思想是基于帧传输方式, 设定字符格式为 1 个起始位、8 个数据位和 1 个停止位, 无奇偶校验, 波特率设置为 4 800. 为保证数据可靠传输, 在传送数据前通过握手建立连接.

软件握手协议规定如下: 上位机发送握手信号 0xf 给下位机, 下位机如果接受到上位机的信号为握手信号, 则回送数据包给上位机, 其中第一个数据为握手信号, 以后二个数据为温度传感器采集到的温度数据. 此时, 上位机如果接受到的第一个数据不是握手信号, 则丢弃该数据包; 若是, 则表示握手成功, 直接存储第二个数据.

1.3 上位机部分

上位机通过串口向下位机发送命令实现对下位机的控制,并实时地接受下位机传送过来的数据,对其分析处理,将结果用图形显示并存储,完成人机交互过程.

Matlab 并不具备直接访问硬件的能力,但是支持面向对象技术,通过调用 Instrument Control Toolbox 中的 serial 类函数来创建串口对象,对串口对象操作就是对串口操作,使用起来非常方便.同时,Matlab 封装的串口对象支持对串口的异步读写操作,使得计算机在读写串口时能同时进行其他处理工作,因而能大大提高计算机执行效率. Matlab 用多线程技术实现这种异步操作,通过异步读写设置,计算机在执行读写串口函数时能立即返回不必等待串口把数据传输完毕,当指定的数据传输结束时就触发事件,执行事件回调函数,可以在事件回调函数中编程,进行数据处理,这样就不会造成因等待串口传输数据引起的时间浪费<sup>[5,6]</sup>.

```
基于本系统串口通信协议,对串口对象的读写部分程序如下:
Obj= serial('com1','baudrate',4800,'parity','none','databits',8,'stopbits',1);    /初始化串口
Fopen(obj);    /打开串口对象
Fwrite(obj,255);    /向串口发送握手信号 0xff
TMP= fread(obj,3,'uint8');    /从串口读取 3 字节数据,后 2 个即是 16bit 温度数据
If TMP(1) == 255    /判断第一个字节受否是握手信号
    For i= 1:3
        Dat(i) = TMP(i+1);    /剔除第一个握手信号字节
    End
End
Fclose(obj);    /关闭串口设备对象
Delete(obj);    /删除内存中的串口设备对象[7]
```

2 稳定性问题

虽然 RS-485 总线标准具有较强的抗干扰能力,但在实际使用过程中,由于现场环境的恶劣、电磁干扰等情况,仍然会影响通信的可靠性.因此,采取必要的提高可靠性和抗干扰能力的措施是十分重要的.

2.1 针对器件经常损坏的改进措施

有时对电源进行几次连续的开关机操作之后,通讯电路会失控.由于在上电复位阶段,所有 485 芯片都处于输出状态,而且只有其中某一台分机发送数据,485 芯片由输出口造成的功耗为  $P = 2 \times I \times U_o = 2(U/R) \times 0.3 = 120\text{mW}$ , 功耗  $P$  与 485 芯片的耗散功率接近,所以 485 芯片经常有损坏的现象.为了解决这个问题,只有降低 485 芯片的功耗,由公式可知,电压一定,只有增加  $R$  值,才能减小功耗.从工程应用的实际经验得出  $R$  选用  $100\ \Omega$  电阻,经过这样处理之后,485 芯片再也没有出现损坏的现象.

2.2 针对通讯中数据传送经常出现误码的改进措施

在通信过程中,数据传输出现误码,而且误码率很高,如表 1 所示.

在主从式通信系统中,由于单片机多机通信大多采用异步串行方式,所以发送数据后的 TI 置位和接收机 RI 的置位时间有一段时间差,而且接收机在转换到输出状态前要有一段数据处理时间,这时串

表 1 调试记录

Table 1 Comm isioning records

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
发送	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
接受 1	1	2	50	4	5	6	7	8	231	10
接受 2	1	2	3	4	5	127	7	8	9	10

行通信总线处于悬浮状态,极易拾取空间干扰信号,这时主机与另外的分机可能会同时得到一个无规则的数据,对分机而言可能是错误指令,造成错误反映.为此,在通信协议中加入延时阶段,来解决此问题.延时时间  $T$  的大小可按分机接到主机命令后的最长反映时间的 2 倍来计算(一般为  $0.01\sim 0.02\text{ s}$ ).

信号在传输线上传送时,若遇到阻抗不连续的情况,会出现反射现象,从而影响信号的远距离传输,所以必须采用匹配的办法来消除反射.双绞线的特性阻抗一般在  $110\sim 130\ \Omega$  之间,它与线的绝缘材料的厚度及导线的直径有关,所以通常在 RS-485 总线末端接入  $120\ \Omega$  的电阻对通信线路进行阻抗匹配.

改进后误码率大大减少,提高了通信的稳定性.

2.3 针对系统可能出现死机的改进措施

看门狗的作用就是防止程序发生死循环,或者程序跑飞.硬件看门狗是利用一个定时器,来控制主程

序的运行,也即在主程序的运行过程中,要在定时时间到之前对定时器进行复位.如果出现死循环,或者 PC 指针不能回来,则定时时间到后就会使单片机复位.设计中,采用 MAX812L 芯片作为硬件看门狗,有效地防止系统的死机情况.

### 3 M atlab 数据分析

单片机一般能处理简单的 8 位无符号数的四则运算,而 DS18B20 可以程序设定 9~12 位的分辨率,精度可达  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ,温度以 16 bit 带符号位扩展的 2 进制补码形式读出.如果使用单片机进行快速的实时处理则比较费力,同时单片机还要与 DS18B20 及上位机通信,系统资源也比较紧张.因而可以将读取的 16 b 温度数据直接送往 PC 机,由上位机来完成. M atlab 强大的计算能力和绘图功能给数据分析带来了极大的方便,这不仅可以合理利用系统资源,也使得系统的通信过程更流畅.

使用 `max()` 和 `min()` 函数可以求出温度的极大极小值,调用 `polyfit()` 函数还可以进行最小二乘回归分析与曲线拟合,进而求出温度变化的解析式.

采用 MATLAB 编写的求解多项式拟合系数的程序清单如下:

```
function A = cew en (x, y, n); / 定义拟合系数; x, y 为输入数据量; n 为拟合次数
m = length (x); //给出数据长度
X1 = zeros(1, 2^ n); / 得出矩阵 X
for i = 1: 2^ n
    X1 (i) = sum (x ^ i); end
X2 = [m, X1 (1: n)]; X3 = zeros(n, n + 1);
for j = 1: n
    X3 (j) = X1 (j + n); end
X = [X2 X3]; Y = zeros(1, n); //得出向量 Y
for k = 1: n
    Y(k) = sum (x ^ k * y); end
Y = [sum (y), Y]; Y = Y';
A = X \ Y / 得出拟合向量 A
```

采用 MATLAB 的函数文件在用于求解拟合系数向量时只须在调用的 `cew en` 文件中输入测量数据和拟合次数即可<sup>[8 9]</sup>.

### 4 结 语

使用 DS18B20 传感器,采用 M atlab 软件对微型计算机接口的操作,控制计算机外部设备,直接将数据采集到计算机内部,实现了实时多路温度采集,为后续的实时数据处理奠定了基础.利用微型计算机巨大的存储空间,可以将采集到的海量数据存储在计算机中,利用 M atlab 各项函数对数据进行实时分析与处理,扩展了 M atlab 的使用范围.实验证明,本系统具有较好的实时性和可靠性,数据误码率非常低,具有一定的实用性.

为了简化硬件电路,也可用单总线典型器件 DS18B20 组成 1-w ire 总线结构设计实时多路温度采集系统. 1-w ire 总线能实现在一根数据总线双向传输数据,其特有的 64 位全球唯一的光刻标识,使得一根数据总线上能挂接多个一线设备而无冲突,便于进行大规模的布点测控,使系统布线更方便,并最大限度地节省通信线的数量,但其独特的一线式通信协议,使其不能直接接入微机系统,而必须进行转换.硬件设计主要完成两个方面的设计,一是利用 PC 机串行口供电的设计,另一是 RS-232 电平到 TTL 电平转换的设计. RS232 通信协议转换成单总线协议用 M atlab 实现,单总线通信是依靠在一根数据线上的不同间隙来传送信号的,基本间隙有初始化间隙和读写间隙.在本系统的设计过程中也发现 M atlab 实时性不好,DS18B20 一次温度转换耗时约 1 s, M atlab 采集耗时约 4 s.主要问题是 M atlab 程序运行速度慢,可考虑采用 M atlab 与 C 语言混合编程来提高系统运行速度.

(下转第 34 页)

- (10): 183-185 (in Chinese)
- [7] Li K M, Law M K, Kwok M P. Absorbent parallel noise barriers in urban environments[J]. Journal of Sound and Vibration 2008, 315: 239-257.
- [8] A maud Can, Ludovic Leclercq, Joel lng. Dynamic estimation of urban traffic noise: influence of traffic and noise source representations[J]. Applied Acoustics 2008, 69: 858-867.
- [9] 耿桦. 城市道路交通噪声的防治 [J]. 山西建筑, 2007, 33(28): 339-340  
Geng Hua. Prevention and control of traffic noise on urban roads[J]. Shanxi Architecture 2007, 33(28): 339-340 (in Chinese)
- [10] 曹云刚. 城市汽车噪声危害与控制的现实思考 [J]. 贵州工业大学学报: 社会科学版, 2006, 8(5): 112-114  
Cao Yungang. Realistic thoughts on the traffic sound noise pollution in cities and its control[J]. Journal of Guizhou University of Technology: Social Science Edition, 2006, 8(5): 112-114 (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]

(上接第 21 页)

### [参考文献] (References)

- [1] 万加富, 李迪. 基于 MATLAB/Simulink 模型的复杂测控系统的设计方法 [J]. 计算机应用研究, 2008, 25(4): 1016-1019.  
Wan Jiafu, Li Di. Complicated measure and control system design method based on MATLAB/Simulink model[J]. Application Research of Computers 2008, 25(4): 1016-1019. (in Chinese)
- [2] 夏玮, 李朝晖, 常春藤. MATLAB 控制系统仿真与实例详解 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008  
Xia Wei, Li Chaohui, Chang Chunfeng. Matlab Simulation of Control Systems with Detailed Examples[M]. Beijing Posts and Telecom Press 2008 (in Chinese)
- [3] 徐国政, 陈勇. 基于 Matlab/xPCTarget 的数据采集系统 [J]. 微计算机信息, 2005(1): 63-65  
Xu Guozhen, Chen Yong. The data acquisition system based on MATLAB/xPCTarget[J]. Microcomputer Information, 2005 (1): 63-65 (in Chinese)
- [4] 求是科技. 单片机通信技术与工程实践 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005  
Qishi Science and Technology. Single-Chip Communication Technology and Engineering Practice[M]. Beijing Posts and Telecom Press 2005 (in Chinese)
- [5] 赵云鹏. MATLAB 串口通信在数据采集中的应用 [J]. 微计算机信息, 2006, 22(1): 111-112  
Zhao Yunpeng. Application of Matlab serial communication in data acquisition system[J]. Microcomputer Information, 2006, 22 (1): 111-112 (in Chinese)
- [6] 韩志平, 陈钟荣. Matlab 环境下电机检测数据的串行通信与处理 [J]. 计算机工程, 2007, 33(15): 243-245.  
Han Zhiping, Chen Zhongrong. Serial communication and process of motor detection data based on environment of Matlab[J]. Computer Engineering 2007, 33(15): 243-245. (in Chinese)
- [7] 张立材. 基于 Matlab 的双机通信的实现 [J]. 华东交通大学学报, 2002, 20(2): 67-69  
Zhang Lici. Realization of communication between two computers based on MATLAB[J]. Journal of East China Jiaotong University 2002, 20(2): 67-69 (in Chinese)
- [8] 张志涌. 精通 MATLAB 6.5 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003  
Zhang Zhiyong. Proficient Matlab 6.5[M]. Beijing: Beijing Aerospace Industry Press 2003 (in Chinese)
- [9] 李正周. Matlab 数字信号处理与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008  
Li Zhengzhou. Matlab Digital Signal Processing and Application[M]. Beijing: Tsinghua University Press 2008 (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]