

地址发送到 MCP2510 的 MOSI 引脚,并在 SCK 的上升沿锁存每个数据位,然后把存储在这个地址单元中的数据在 SCK 的下降沿输出到 MISO 引脚。当执行读写操作时,CS 引脚始终保持低电平,即 MCP2510 一直处于被选中的状态。

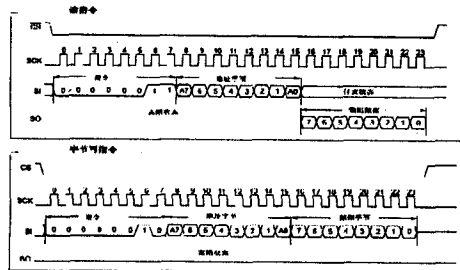


图3 MCP2510的SPI读写指令时序图

3.2 与文件系统的接口

字符型设备驱动程序要实现的几个基本接口: open、close、read、write。这些入口点是 linux/fs.h 文件中定义结构 struct file_operations 中的一部分。驱动程序的开发就是对这些入口函数的编写。根据需要, MCP2510 驱动程序在数据结构 file_operations 中定义:

```
static struct file_operations at91_can_fops {
    write:   at91_mcp2510_write,
    read:    at91_mcp2510_read,
    ioctl:   at91_mcp2510_ioctl,
    open:    at91_mcp2510_open,
    release: at91_mcp2510_release, };

```

at91_mcp2510_open 初始化内核缓冲区等待队列,清除 MCP2510 的发送缓冲器和接收缓冲器,设置中断使能寄存器。清除发送缓冲器用来等待主机发送的数据,清除接收缓冲器用来接收 CAN 总线上的数据帧等。at91_mcp2510_write 将要发送的数据复制到内核空间,然后通过 SPI 总线将数据传到 MCP2510 的发送缓冲器中,再通过 MCP2510 将数据发送到 CAN 总线。at91_mcp2510_read 用于将数据从内核区复制到用户区,并返回所读出的字节数。at91_mcp2510_release 用于释放所占用的内存,中断等资源。

3.3 MCP2510 的初始化函数和中断处理函数

在实现了 MCP2510 的各个接口函数后,还需要编写 MCP2510 的初始化函数,用来在内核启动时,向内核注册设备,并申请中断。其流程图如图4。

register_chrdev 向内核注册设备号为 250,设备名为“can”的字符设备。request_irq 函数用来申请中断 IRQ_CAN,SA_INTERRUPT 表明中断处理程序是快速处理程序,中断处理时屏蔽所有中断[5]。at91_isr_mcp2510 为中断处理函数,用来读中断标志寄存器,根据相应的中断标志采取不同的操作,然后清除中断标志。系统接收到 MCP2510 产生的硬件中断后,读取 CANINTF 中断标志

寄存器,判断中断类型:若为接收中断表明接收缓冲器为满,则将数据从 MCP2510 里读取到内核接收缓冲区中,然后清除相应的接收中断标志;若为发送中断表明发送缓冲器为空,则可以将数据传到 MCP2510 的发送缓冲器中等待发送,然后清除相应的发送中断标志。

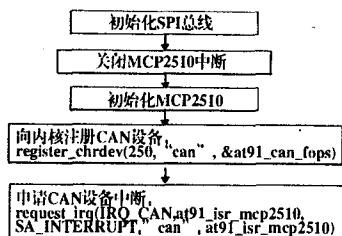


图4 MCP2510 初始化流程图

4 驱动程序的加载和使用

设备驱动程序可以编译成模块动态插入内核,也可以静态编译到内核里。动态加载利用了 Linux 的模块特性,在系统启动后用 insmod 添加驱动程序,在不需要的时候用 rmmod 卸载。用 lsmod 查看加载的模块,用 cat /proc/interrupt 查看申请到的中断。动态加载一般在调试阶段使用。调试完毕后,再将驱动程序直接编译到内核里。将内核支持 CAN 设备后,就可将 MCP2510 当作普通文件进行 open、read、write 等操作。但是使用该设备前还必须在文件系统中建立相应的设备文件节点 (mknod /dev/can c 250 0),通过 250 主设备号就把 /dev/can 和 MCP2510 联系起来了。

5 结论

该嵌入式网关实现了工业以太网和 CAN 总线的数据交互。实际上,AT91RM9200 的通信资源丰富,非常适合工业通信场合。可以在此基础上扩展 RS232 和 RS485 接口,开发 MODBUS, PROFIBUS 等现场总线,以实现多种现场总线和工业以太网互连。②

参考文献

- [1] 曹洋,以太网和 CAN 总线间网关的设计与实现,微型机与应用,2004,(9)
- [2] ARM920T(tm) based Microcontroller,AT91RM9200
- [3] 刘峰等,嵌入式 Linux 应用开发详解,北京:机械工业出版社,2004.
- [4] Microchip Technology Inc.MCP2510 datasheet.2002.
- [5] Alessandro Rubini 著, LINUX 设备驱动程序,北京:中国电力出版社,2000.

作者简介:杨伟,男,研究方向:嵌入式系统开发,企业网络集成的研究;卢继平,副教授,研究方向:嵌入式系统开发;段晓峰,副教授,研究方向:企业网络集成;王伟,研究方向:现场总线。

作者声明:自愿将本文稿酬捐为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

文章编号: 1671-1041(2005)06-0138-03

DS18B20 工作原理及基于 C 语言的接口设计

刘建亭,毛善坤

(河南科技大学 机电工程学院,河南 洛阳 471003)

摘要:主要介绍了 DS18B20 的内部结构和单总线接口 (1-wire bus interface) 的特点,然后介绍了 DS18B20 的读写时序和操作流程, C 语言实现精确时序控制的方法。最后给出了 C 代码和硬件设计的要点。

关键词: DS18B20;单总线;时序控制

收稿日期: 2005-10-08

中图分类号: TP316.2 文献标识码: B

Principle of DS18B20 and its interface design based on C

LIU Jian-ting, MAO Shan-kun
(Henan University of Science & Technology,
School Of Mechatronics Engineering, Luoyang
471003, China)

Abstract: This paper briefly introduces the internal structure of DS18B20 and the feature of 1-wire bus interface, then Read/Write sequence and the operation technological process of DS18B20 are summarized, the method of precise sequence control using C is summarized also. At last, the C source code and points of hardware design are given.

Keywords: DS18B20, 1-wired bus, sequence control

Dallas 公司的 DS18B20 是世界上首个推出的支持单线总线接口 (1-wire bus interface) 的数字化温度传感器。单总线接口便于构建分布式的温度测控网络; 数字化的输出提高了信号传输的可靠性, 而且使外围电路大为简化。DS18B20 是新一代产品, 适应性更强, 性价比更高。笔者在喷油泵试验台的设计中成功引入 DS18B20 实现实验用油的温度控制, 工作良好、稳定。

1 DS18B20 内部结构

DS18B20 主要有三个数字部件: (1) 一个温度传感器; (2) 一个 64 位的激光刻蚀 ROM; (3) 9 字节高速暂存器 Scratchpad RAM 和 3 字节 EERAM[2]。

ROM 上 64 位数据是传感器的序列号, 由生产商激光刻写; 每个 DS18B20 有世界唯一的序列号。这种设计主要是基于构建网络的要求。

RAM 的结构见请查阅参考文献 [1]。暂存器确保数据的完整性。数据先被写入暂存器, 并可以被读回。数据经校验后, 可以由拷贝暂存器命令传输到 EERAM, 以确保更改存储器时数据的完整性。暂存器为 9 个字节, 第 0 和第 1 字节是温度编码的低字节和高字节, 第 2 和第 3 字节是温度编码的低字节和高字节的拷贝, 第 4 字节是配置寄存器, 其值决定温度转换的分辨率, 其余字节的定义可以参阅参考文献 [1]。

2 18B20 的单线总线 (1-wire bus) 系统

单线总线结构是 DS18B20 的突出特点, 也是理解和编程的难点。从两个角度来理解单线总线: 第一, 单线总线只定义了一个信号线, 而且 DS18B20 智能程度较低 (这点可以与微控制器和 SPI 器件间的通信做一个比较), 所以 DS18B20 和处理器之间的通信必然要通过严格的时序控制来完成。第二, DS18B20 的输出是漏极开路输出, 这里给出一个微控制器和 DS18B20 连接的原理图 (图 1)。这种设计使总线上的器件在合适的时间驱动它。显然, 总线上的器件是线与 (wired AND) 关系。这就决定: (1) 微控制器不能单方面控制总线状态。之所以提出这点, 是因为相当多的文献资料上认为, 微控制器在读取总线上数据之前的 I/O 口的置 1 操作是为了给 DS18B20 一个发送数据的信号。这是一个错误观点。如果当前 DS18B20 发送 0, 即使微控制器 I/O 口置 1, 总线状态还是 0; 置 1 操作是为了使 I/O 口截止 (cut off), 以确保微控制器正确读取数据。(2) 除了 DS18B20 发送 0 的时间段, 其他时间其输出口自动截止。自动截止是为了确保: 1 时, 在总线操作的间隙总线处于空闲状态, 即高态。2 时, 确保微控制器在写 1 的时候 DS18B20 可以正确读入。

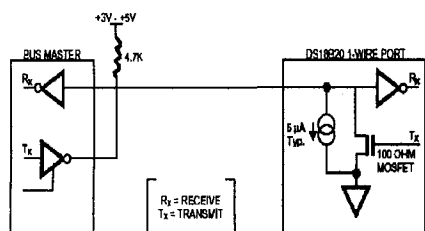


图 1 微控制器和 DS18B20 连接的原理图

3 DS18B20 的读写时序控制中精确定时的 C 语言实现

上面已经提到, DS18B20 的单线总线设计决定了 DS18B20 和处理器之间的通信要通过严格的时序控制来完成 [4] (具体的讲, DS18B20 的数据读写是通过时间片 (time slot) 处理位和命令字来完成信息交换的)。所以, 如何在 C 语言中实现精确定时是接口软件设计中一个很关键的问题。一般认为, 在嵌入式系统中, 相对于汇编语言, C 语言作为一种高级语言主要存在两个不足: 一, 生成的可执行代码冗长, 效率不高。对于这一点, 随着处理芯片运算速度的提高、集成 ROM 的扩大, 特别编译系统的不断优化, 冗长已经不再是问题。这也是 C 在嵌入式系统中逐渐成为主流编程语言的主要原因之一。二, C 生成的可执行代码在时序上不容易控制。上面提到接口软件设的定时问题就是一个时序控制问题。一般的解决方案是在 C 程序中嵌入汇编语句; 但笔者认为, 只要充分挖掘 C 的潜力, 在时序要求严格的场合完全可以用 C 语言实现。具体方法就是阅读开发环境给我们提供的反汇编代码。反汇编代码一目了然的反映了微控制器的运行时序; 然后根据反汇编代码修改 C 源程序。比如下面的一个用于延时的 C 语句:

```
void Delay(unsigned char i)
{ while(--i); }
```

下面是反汇编窗口提供的反汇编代码:

```
0000 ?C0004: ; SOURCE LINE # 15
0000 DFFE DJNZ R7,?C0004
; SOURCE LINE # 16
0002 ?C0006:
0002 22 RET
; FUNCTION _delay1 (END)
```

由此可见, 该 C 语句是生成的机器码很优秀, 很容易实现时间控制。比如, 如果 i 取 6, 就延时 15us (假定时钟频率 12M)。

4 微控制器对 DS18B20 的操作

在编程的角度看来, 微控制器对 DS18B20 进行一个完整的操作包含三个操作, 即: 复位操作、读操作、写操作。在 DS18B20 看来, 微控制器对 DS18B20 操作依次为复位操作、ROM 操作、RAM 操作 [3]。

(1) DS18B20 的复位操作

从复位操作时序图 (图 2) 可以看出微控制器的管脚首先输出 0, 然后置 1, 总线通过上拉电阻呈 1 态, 然后 DS18B20 输出存在脉冲 0, 微控制器通过读存在脉冲以判断复位是否成功。给出相应 C 代码如下:

```
void ResetDS18B20(void)
{ DS18B20=0;
  Delay (36);
  DS18B20=1;
  Delay (6);
  Presence=DS18B20;
  Delay (34);
}
```

(2) DS18B20 的读、写操作

DS18B20 的读操作分为读 0 操作和读 1 操作; 写操作分为写 0 操作和写 1 操作。这里给出读写操作的时序图 (图 3、图 4)。

5 DS18B20 的操作流程

前面已经提到, 在 DS18B20 看来, 微控制器对 DS18B20 操作依次为复位操作、ROM 操作、RAM 操作, 这些操作是通过上面所述的读、写操作实现的。这里作出一点解释: 所谓 ROM/RAM 操作, 本质上就是微控制器向 DS18B20 发送命令字, DS18B20 依据命令字完成相应的操作 (比如温度转换), 并向微控制器发送相应数据。在编程的角度, 程序员不需要区分 ROM 操作还是 RAM

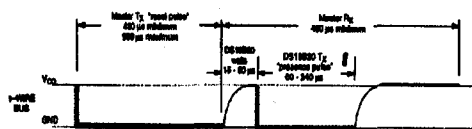


图2 复位操作时序图

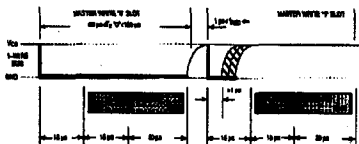


图3 写时序

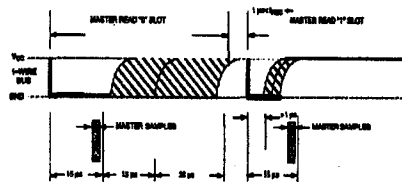


图4 读时序

操作。命令字的发送和数据接收是通过单总线在严格的时序控制下按位依次发送和接收的。命令字的定义请查阅参考文献[1]。

DS18B20提供了多种功能。本着说明主要问题的原则，这里给出一个简单的操作流程。即：复位-->Skip ROM-->Convert T-->Read Scratchpad-->数据读取-->数据处理。

其中：(1)Skip ROM的命令字是CCh，用于跳过传感器的识别。该操作在总线上仅挂一个传感器的情况。(2)Convert T的命令字是44h，温度转换命令。(3)Read Scratchpad的命令字是BEh，读数据。

6 封装和硬件连接

DS18B20的封装请查阅参考文献[1]。对于硬件连接，这里仅强调二点：(1)和DS18B20QD线连接的微控制器的I/O口如果无内部上拉电阻，必须在总线上加一个上拉电阻。笔者的经验是3k为佳。(2)在远距离测温时可以考虑使用寄生电源[1]。

7 结束语

文章编号：1671-1041(2005)06-0140-02

城市轨道交通工程乘客资讯系统方案研究

阎中印

(铁道第三勘察设计院 电信处, 天津 300250)

摘要：本文就城市轨道交通工程中乘客资讯系统的系统功能、用户需求进行了分析，通过对已运营的乘客资讯系统经验的总结，从系统组网、设备选型、设置地点及规模等方面进行了研究。

关键词：轨道交通；乘客资讯系统；显示终端

中图分类号：TP29 **文献标识码：**B

Designing department of autocontrol and telecommunication engineering

YAN Zhong-yin

(The 3rd railway survey & design institute, Tianjin 300250, China)

Abstract: This article introduce the functions and use's needs of Passenger Information System in urban rail transportation. According the summation of actualized experience, gives some advices of network topology, Selecting type of the equipment, Installation site and Systematic scale of Passenger Information System.

Key words: Urban rail transportation, Passenger information system, Terminal Displaying station

目前国内城市轨道交通发展很快，北京、上海、天津、广州、深圳等城市有多条线路相继开通运营。随着运营经验的积累，轨道交通投资方和运营方对提高服务质量、综合开发轨道交通资源、增

收稿日期：2005-09-21

DS18B20是一款非常优秀的单总线数字式传感器。硬件设计简单，运行可靠。通过分析C语言的反汇编代码对C语句进行优化，可以出色的完成DS18B20接口的软件设计。本设计在喷油泵试验台的温控系统中已经实际应用，工作良好。同时，该设计思路对于其他单总线器件也有参考价值。●

参考文献

- [1] <http://www.dalsemi.com> .DS18B20 Programmable Resolution 1-wired Digital Thermometer
- [2] 徐爱钧，彭秀华，单片机高级语言C51Windows环境编程与应用[M].北京：电子工业出版社，2001.
- [3] 顾振宇，刘鲁源，杜振辉，DS18B20接口的C语言程序设计，单片机与嵌入式系统应用，2002,(7)
- [4] 赵海兰，赵祥伟，智能温度传感器DS18B20的原理与应用，电子世界，2003,(14)

作者简介：刘建亭（1958-），男，硕士生导师，副教授，高级工程师、主要研究方向：数控机床；毛善坤（1979-），男，河南科技大学机电工程学院硕士研究生，主要研究方向：测试技术及仪器仪表。

作者声明：自愿将本文稿酬捐为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

加运营收入方面越来越重视，乘客资讯系统（PIS）作为一种载体，在实际运作中证明可较好地实现以上目标。现在很多已经运营的线路（如天津滨轻轨、深圳地铁1、4号线、上海地铁1、2号线等）设置了乘客资讯系统（其中上海地铁1、2号线为运营后增设），许多在建在建线路在设计中包含该系统，将在工程中实施。下面通过对用户需求和系统功能的分析，总结已经运营系统的经验，对系统组网、设备选型、设置地点及规模等方面进行了研究，以便在今后的工程中更合理地设置乘客资讯系统。

1 用户需求分析

1.1 基本要求

主要有以下几点：(1)系统设置应做到以人为本，人性化设计，以为乘客服务为宗旨，提高轨道交通的总体服务水平。(2)系统应充分考虑轨道交通车站的地理环境，合理、有效地分布显示屏，规划信息显示，形成一套完善的乘客资讯系统。(3)乘客资讯系统是提高轨道交通服务水平和创造经济效益的辅助系统，它不能影响轨道交通的正常运营和管理。(4)信息的显示应具有良好的优先级控制和分区控制，满足紧急情况下的需要。

1.2 显示的主要服务信息

主要显示：(1)轨道交通运行信息；(2)乘车安全须知、换乘信息；(3)政府公告；(4)转播电视台节目、播放娱乐节目、公益广告、商业广告等高质量的视音频节目；(5)天气预报等各类生活资讯；(6)临时通告和紧急通告；(7)股市行情、外汇牌价。