

基于以太网模块 IP 传感器的研究

陶红艳¹, 陈学军², 李恭琼¹, 余成波²

(1. 重庆工学院 汽车学院, 重庆 400050; 2. 重庆工学院 远程测试与控制技术研究所, 重庆 400050)

摘要:对于工业现场设备的监测控制,人们不再满足于集散控制系统和现场总线控制系统,为此,结合传感技术和 Internet 技术,将传感器制成网络产品,并实现网络通信 TCP/IP 协议。该文系统地介绍了 IP 传感器、TCP/IP 协议及其实现原理,阐述了以太网通信模块的实现方案、软件设计,给出了网卡的复位及初始化事例。所研制的 IP 传感器具有远程数据访问、信息实时发布与共享以及在线编程等功能,为构建具有更高性能价格比的测控自动化系统成为可能,该模块在远程自动化领域具有广阔的应用前景。

关键词:IP 传感器; TCP/IP 协议; RTL8019AS; 单片机

中图分类号: TP212 **文献标识码:** A

Research on IP Sensor Based on Ethernet Module

TAO Hong-yan¹, CHEN Xue-jun², LI Gong-qiong¹, YU Cheng-bo²

(1. Chongqing Institute of Automobile, Chongqing Institute of Technology Chongqing 400050, China;

2. Research Institute of Remote Test & Control, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract: People are no longer to settle for distributing center control system and field-bus control system to monitor the industrial field equipment. Therefore, the sensor technology and internet are adopted to develop IP sensor and realize TCP/IP protocol. The paper systematically introduces IP sensors, TCP/IP protocol and its realizing principle, sets forth implementations project of Ethernet communication module and its software design, and gives the practical examples of reset and initialization of network card. The developed IP sensor has functions of remote data access, real-time information issuance and on-line programming, which make it possible setting up the testing automatic system with a higher cost performance. This module has the wide application prospects in the field of the remote automation.

Key words: IP sensor; TCP/IP; RTL8019AS; MCU

目前,正在采用的 RS-232 接口、RS-485 接口、RS-422 接口的网络传感器,存在一些不足:首先,传输距离有限;其二,与 PC 机进行串行通信,一台 PC 机最多可挂接此类传感器的数量受到限制;其三,在远距离传输信号时很容易受线路干扰及环境噪声的影响,还会造成信号衰减,且布线复杂;并且其所传输的数据量将受到影响,速度慢,数据传输实时性受到限制。为此,许多大公司都纷纷推出了现场总线标准,虽然极大的方便了工业测控,但是这些现场总线的开放性及兼容性受到了限制。随着以太网逐渐渗入到社会生活的各个角落,并且在以太网上运行的 TCP/IP 协议是一个开放性的标准,它并不由某个厂商所控制。为此,本文作者结合传感技术和 Internet 技术,提出了基于以太网模块 IP 传感器的研究,具有极其重要的应用价值和学术意义。

1 IP 传感器的系统组成

IP 传感器是在传统传感器的基础上嵌入了

TCP/IP 协议,采用以太网标准接口,实现了现场设备和因特网直接通讯。因此,IP 传感器主要由传感器单元、信号采集及处理单元、微处理器和以太网接口单元等部分组成(见图 1)。其工作原理是通过将被测参量转换为电信号,并经过电信号调理和 A/D 采集转换为数字信号,再经过微处理器的数据处理(包括零位漂移、温度漂移的补偿、滤波及校准后),由 TCP/IP 协议实现 TCP/IP 数据包的封装,最后通过以太网接口模块完成与网络数据交换。

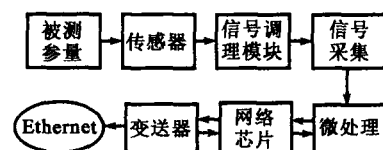


图 1 IP 传感器系统框图

2 嵌入单片机的 TCP/IP 协议简介及实现原理

IP 传感器的以太网接口模块实现的关键在于 TCP/IP 通信协议的实现。TCP/IP 通信协议的实

收稿日期:2004-04-14

基金项目:重庆市自然科学基金资助项目(CSTC2005BB2077)

作者简介:陶红艳(1964+),女,四川泸县人,副教授,研究方向:车辆技术,检测技术。

现方法主要采用协议栈移植,针对嵌入式系统,将TCP/IP协议栈移植到微处理器系统中。TCP/IP协议是一个庞大的协议族,包含了不同层次的多个协议族,TCP和IP只是其中的两种协议,因此其对系统资源消耗较大。本文针对8位的单片机,利用TCP/IP协议中的UDP(用户数据报协议)、IP(网络报文协议)、ARP(地址解析协议)及简单的应用层协议成功地实现了单片机的网络互连,既提高了数据传输的速度,又保证了数据传输的正确性。TCP/IP协议对应于开放系统互连(OSI)模型,TCP/IP通常采用一种简化的4层模型,分别为应用层、传输层、互连网络层和网络接口层^[1-2]。图2为各种协议间的关系。

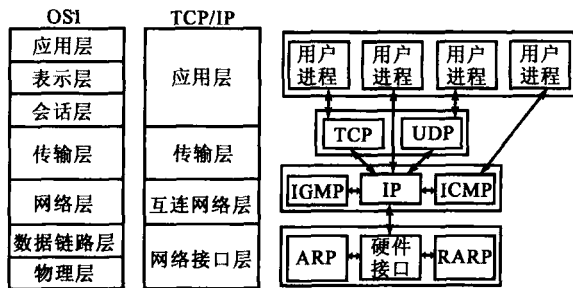


图2 TCP/IP体系结构及其协议族

2.1 应用层

在本系统中,单片机系统传递来自Ethernet和数据终端的数据,应用层只对大的数据报作打包拆报处理。因此应用层根据需要可在单片机内完成,也可由单片机转给用户终端设备完成。

2.2 传输层

传输层主要为两个网络节点上的应用程序提供端到端的通信,通过明确定义的通道及某些特性获取数据,如定义网络连接的端口号等,实现该层协议的TCP(传输控制协议)和UDP(用户数据报协议)。

2.3 互连网络层

互连网络层让信息可以发送到相邻的TCP/IP网络上的任一节点上,IP协议就是该层中传送数据的机制。IP协议是TCP/IP协议栈的核心,包含了ICMP(控制报文协议)和IGMP(Internet组管理协议)。IP协议提供对数据大小的重新组装功能,以适应不同网络对报文的要求。IP的责任是把数据从源传送到目的地,不负责保证传送的可靠性和流量控制。对于本系统的IP协议的实现比较简单,采取只接受IPV4(即32位IP地址)和IP头长度为20字节的包,且只处理一包,不允许IP包分段(本系统不设置接收队列),不处理与ICMP、TCP、UDP无关的内容。以上互连网络层和传输层由单片机来处理实现。

2.4 网络接口层

它包括以太网驱动程序和物理接口(网络芯片)网络层数据必须先交付给以太网的驱动程序,由它将网络层数据打包并交付给物理接口,完成数据发送,反之,解包原理一样。

3 以太网接口模块的硬件组成及工作原理^[3-4]

3.1 硬件组成

IP传感器的以太网接口模块主要是完成对以太网和单片机之间的数据转换。电路主要由主控器89C52、RTL8019AS、RAM62256、锁存器74HC373N、EEPROM 93C46、20F001N、RJ45及状态灯LED等组成。具体电路框图如图3所示。

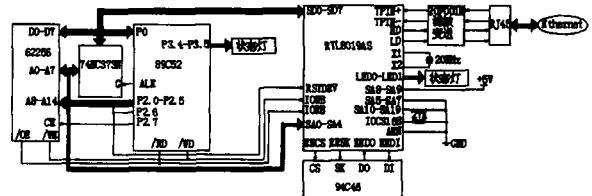


图3 IP传感器的以太网接口模块电路原理图

3.2 工作原理

整个以太网接口模块的工作控制由单片机89C52来完成,通过RTL8019AS来实现与网络数据交换。单片机的P0(P0.0~P0.7)口经74HC373N作为地址锁存后连接62256的低8位地址(A0~A7),并且低5位与RTL8019AS的SA0~SA4相连,P0口直接作为数据口与62256的8位数据线相连(D0~D7)并且与RTL8019AS的SD0~SD7相连;单片机的P2(P2.0~P2.6)口作为高8位地址线与62256的高位地址线(A8~A14)相连。单片机的ALE信号与74HC373N的G信号相连。单片机的读信号线RD、写信号线WR、P1.0信号线分别与RTL8019AS的IORB、IOWB、RSTDRV相连。RTL8019AS通过20F001N再与8芯非屏蔽双绞线的RJ45标准接口相连接。20F001N是一个外接的隔离滤波器,起到提高抗干扰能力。本来RTL8019AS内有8kbit的RAM可用来作为89C52的数据存储器,但因为RTL8019AS芯片读写速度慢,再者又因为以太网的包最大可有1500多字节,89C52单片机是无法存储这么大的包的,所以采用外扩存储器62256来提高单片机的数据传输速度和复杂的TCP/IP的处理。同时这外部的RAM也用作串行口的输入输出缓冲,以使单片机可以高速的吞吐数据。用户的一些设置采用24C02来存储。

4 软件实现及网络芯片的初始化与复位^[5]

4.1 软件流程设计与实现

单片机控制软件主要由复位、初始化和数据解包打包组成。如图 4 所示,首先单片机复位及初始

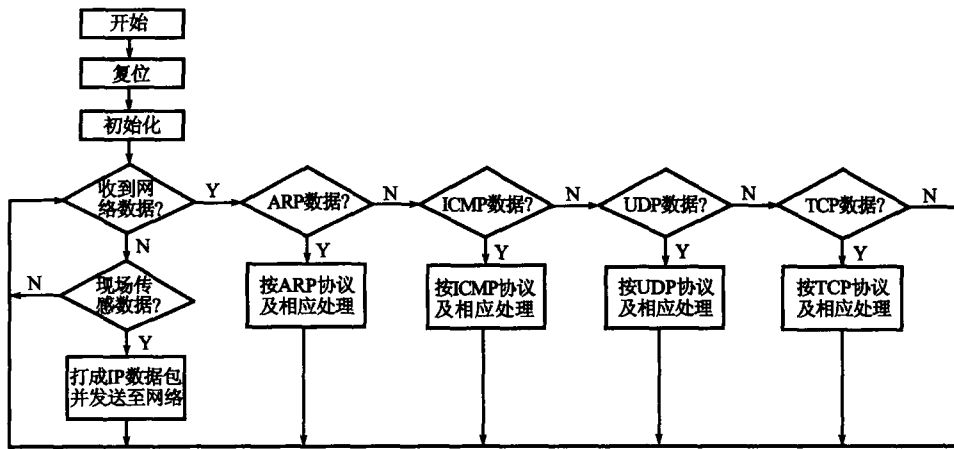


图 4 单片机主要软件实现流程图

4.2 复位 RTL8019AS

复位端口包括 18H~1FH 共 8 个地址,功能一样,所以只用其中一个如 1FH 即可作为 RTL8019AS 复位地址。现将 89C52 的 P3.4 与 RTL8019AS 的 RESDRV 相连,实现复位操作。RSTDRV 为高电平有效,至少需要 800 ns 的宽度。因此给该引脚施加一个 1 μs 以上的高电平就可复位,一般为执行一条指令的时间。复位脉冲由先施加一个高电平,然后施加一个低电平来实现。复位过程将执行一些操作,至少需要 2 ms 的时间。为了确保网卡完全复位,推荐等待更久的时间之后如 100 ms 后再对它操作。

以下为 RTL8019AS 的复位子程序:

```
void Rtl8019AS_Reset() // 复位网卡
{
    Rtl8019Reset High; // 使网卡的 RSTDRV 引脚变成高电平,网卡是高电平复位
    Delay1ms(200); // 延时子程序
    Rtl8019ResetLow; // 使网卡的 RSTDRV 引脚变成低电平,网卡复位完毕
    Delay1ms(200); // 延时子程序 }

```

完成复位之后,就要对网卡的工作参数进行设置,以便使网卡开始工作,即对网卡进行初始化,以下为初始化子程序。

```
void init_8019(void)
{
    Delay1second(10); // 延时约 1 s,保证电源稳定和网卡自身的上电完成

```

化以太网模块,然后接下来的主要工作就是接收和发送数据。接收主要来自前端现场传感数据和网络传来的网络数据包。其将前者打包发送至以太网;把后者解包并作相应处理,从而实现了以太网模块与 Ethernet 数据通信。

```
Rtl8019AS_Reset(); // 复位 8019
R8019_CHIP_SELECT;
reg00 = 0x21; // 使芯片处于停止模式,这时进行寄存器设置停止模式下,将不会发送和接收数据包
Delay1ms(10); // 延时 10 ms,确保芯片进入停止模式
page(0);
reg0c = 0xe0; // 当无接收包下,监视模式
reg0d = 0xe2; // 使芯片处于正常和 loopback 模式,跟外部网络断开
reg01 = 0x4c; // 接收缓冲区的起始页的地址
reg02 = 0x80; // 接收缓冲区的结束页的地址
reg03 = 0x4c; // 指向最后一个已读取的页
reg04 = 0x40; // 发送页的起始页地址
reg07 = 0xff; // 清除所有中断标志位
reg0e = 0xc8; // 采用 8 位 DMA 方式
reg0f = 0x00; // 屏蔽所有的中断
page(1);
reg07 = 0x4d; // 当前的接收结束页地址
reg08 = 0x00; reg09 = 0x00; reg0a = 0x00;
reg0b = 0x00; // 设置多点地址寄存器
reg0c = 0x00; reg0d = 0x00; reg0e = 0x00; reg0f = 0x00;
reg00 = 0x22; // 这时让芯片开始工作
ReadRtl8019NodeID(); // 读出网卡的物理地址 48 位

```

(下转第 296 页)

用时,对谐振梁进行静力学分析后再进行有初应力的模态分析,由此可得到在不同加速度作用时谐振梁谐振频率变化的情况,如图4所示。可见,传感器灵敏度约为 18 Hz/g。

表2 模型主要设计参数

参数	数值
谐振梁长度 $L/\mu\text{m}$	580
谐振梁固有频率 f_0/Hz	586 234
谐振梁宽度 $w/\mu\text{m}$	10
谐振梁厚度 $t/\mu\text{m}$	18
谐振梁间距 $s/\mu\text{m}$	4
合并处长度 $b/\mu\text{m}$	48
梳齿数 n	10
梳齿间隙 $d/\mu\text{m}$	2
质量块质量 m/mg	1.58
杠杆放大系数 K	23

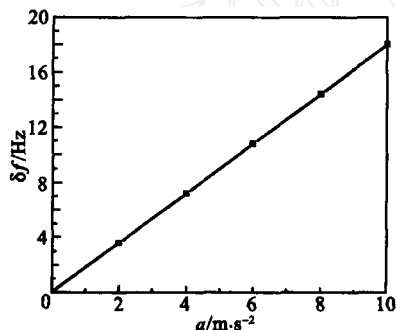


图4 加速度与频率变化量关系

(上接第 293 页)

```
WriteRtl8019NodeID(); // 将网卡地址写入到 MAR 寄存器
page(0);
reg0c = 0xcc; // 将网卡设置成正常的模式,跟外部网络连接
reg0d = 0xe0; // 设置传输配置寄存器,启用 CRC 自动生成和自动校验,工作在正常模式
reg00 = 0x22; // 这时让芯片开始工作
reg07 = 0xff; // 清除所有中断标志位
}
```

4 结束语

本文介绍了 IP 传感器系统,重点介绍了 IP 传感器的以太网模块的实现。使传感器具有网络通信功能,成为网络中的一个节点而直接与计算机网络进行数据通信,实现在网络上任何节点对 IP 传感器

5 结束语

提出了一种基于谐振原理、电容检测的微型加速度计,并推导出这种加速度计的测量范围及灵敏度的具体公式。同时采用有限元法进行了仿真模拟,得出灵敏度约为 18 Hz/g、工作模式的固有频率为 625.981 kHz,具有较高的抗干扰性。所得结果对加速度计的优化设计、机理分析及具体的实验测定有一定意义。

参考文献:

- [1] WANG L P, DENG K, ZOU L, et al. Micro-electro-mechanical system (MEMS) accelerometers using lead zirconate titanate thick films[J]. IEEE Electron Device Lett, 2002, 23(4): 182-184.
- [2] ROESSIG T A, HOWE R T, PISANO A P, et al. Surface-micromachined resonant accelerometer [C]. Chicago: 1997 International Conference on Solid State Sensors and Actuators, 1997.
- [3] 钟莹. 双端固定音叉式硅微机械谐振器的研究与应用[J]. 中国机械工程, 2003, 7(14): 199-201.
- [4] 倪振华. 振动力学[M]. 西安:西安交通大学出版社, 1986: 199-200.
- [5] DOKMECI M R, BAKSHI S, WAELTI M, et al. Bulk micromachined electrostatic beam steering micromirror Array[C]. Lugano, Switzerland: 2002 IEEE/LEOS International Conference on Optical MEMS, 2002, 15-16: 174-179.

的远程数据访问,信息实时发布与共享,以及对 IP 传感器的在线编程,借助因特网的低成本接入技术,构建具有更高性价比的测控自动化系统,在过程自动化领域具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 陈明. 网络协议教程[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.
- [2] Douglas E. Comer, 林瑶译. 用 TCP/IP 进行网际互联(卷 1)[M]. 北京:电子工业出版社, 2001.
- [3] 沙占友. 集成化智能传感器原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2004.
- [4] 杨金岩, 郑应强, 张振仁. 8051 单片机数据传输接口扩展技术与应用实例[M]. 北京:人民邮电出版社, 2004.
- [5] 胡伟, 季晓衡. 单片机 C 程序设计及应用实例[M]. 北京:人民邮电出版社, 2003.