

基于TCP/IP的嵌入式web传感器网络接口设计

◆季雨辰 詹 林

摘要：本文介绍了嵌入式web传感器的结构及其网络化接口的几种实现方式，重点论述了基于TCP/IP协议栈的嵌入式web传感器网络接口以及web服务器功能的实现。

关键词：嵌入式web服务器；网络传感器；TCP/IP协议；RTL8139

一、嵌入式web传感器体系结构

随着internet的迅速发展，TCP/IP协议成为了一种世界通用的网络通信协议标准。如果让现场的传感器实现TCP/IP协议，即可以提供用户对传感器网络的远程访问和监控，web方式又可以为远程设备之间的数据通信和展示提供了相应的功能。

嵌入式web传感器就是网络传感器的一种，它利用嵌入式技术在传感器内部嵌入微处理器使其实现web服务器功能，传感器可以作为网络节点直接与计算机网络通信。嵌入式web传感器主要由敏感单元，智能处理单元和TCP/IP通信协议接口组成（如图1）。传统的传感器只占了嵌入式web传感器的一部分，完成信号处理、数据交换和控制的嵌入式智能单元以及完成数据传输的TCP/IP网络接口为核心部分。传感器将被测试的物理量转换为电信号，通过A/D转换为数字信号，经过微处理

器的数据处理后将结果交给网络，与网络的数据交换由基于TCP/IP协议的网络接口模块完成。网络接口主要的实现方法包括：采用协议栈移植，针对嵌入式系统，将TCP/IP协议栈移植到系统中，然后调用相关的API函数，实现网络通信；不采用移植方式，参照标准的TCP/IP协议精简相应的协议层，编写相关的API函数完成简易的通信；采用协议芯片，如直接采用硬件方式实现，直接对芯片的寄存器进行设置，实现数据通过网络传送。

二、网络化接口的实现

RTL8139是一颗外围接口简单、集快速以太网MAC层、物理层和收发器于一体、价格低廉的网络接口芯片；在嵌入式系统中的应用实践证明效果很好。RTL8139具有以下主要性能：（1）PCI2.2标准兼容；（2）10/100Mb/s自适应；（3）支持网络唤醒功能；（4）收发数据都是以中断方式工作。

2.1 硬件设计

根据PCI2.2标准的规定，RTL8139可以直接与具有标准PCI2.2接口的DSP芯片对应总线相连。RTL8139工作于中断方式，INTAB管脚（114管脚）连接到DSP外部中断源上，当收发缓冲区存储的数据字节数达到预设值时，RTL8139 INTAB管脚上会发出低电平的中断请求，LMJ收到外部中断请求后，触发中断处理程序，执行完中断任务后将RTL8139的中断位清除，等待下一次中断；RTL8139的IDSEL管脚（3管脚）是系统初始化时的片选管脚，高电平有效，与PCIADXX相连，决定初始化时配置寄存器的基地址。

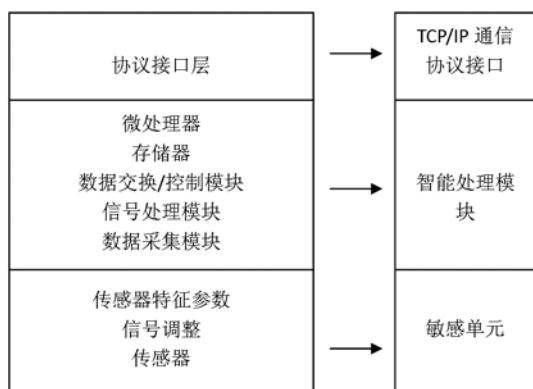


图1. 嵌入式web传感器的体系结构

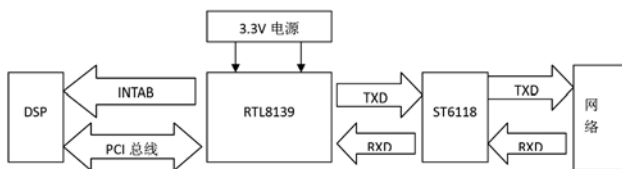


图2 电路原理框图

2.2 软件设计

上电时RTL8139的配置寄存器和IO寄存器都处于复位状态。初始化程序先对配置寄存器写操作确定基本配置，确定了IO寄存器的基址，进一步可确定IO寄存器地址，将相应的内容写入到相应地址，就完成了初始化，最后对CR寄存器的RE/TE收发允许位置位，芯片可以正常工作了。要注意的是对有些寄存器要以32位读写形式操作。

三、HTTP状态机和嵌入式web传感器功能的实现

3.1 HTTP状态机

嵌入式web服务器对网页的访问是基于HTTP标准的，这是实现嵌入式web服务器的一个至关重要的方面。我们可以把嵌入式web服务器设计成一个有限状态机(FSM)，进程可以在离散的队列中发出基于HTTP的访问。在单线程环境中，为了能支持多个连接，可以使用调度系统来运行管理多有限状态机，它包括一个指向正在被运行的功能的指针，一个保持状态的变量以及一个指示FSM是否可以运行或被封锁的标志。调度系统将会分配一个可运行的FSM给任意一个连接，并会检查每个FSM，确定其可以运行。

3.2 嵌入式web传感器的实现

嵌入式web服务器的工作方式采用C/S模式，用户通过web浏览器访问，嵌入式Web服务器通过HTTP协议通信从而处理这些访问。因此传感器的上层协议将采用HTTP协议。因为RAM资源是有限的，传感器提供一个E2PROM用来存储相应的网页文件，构成一个文件系统。交互时，HTTP通过URL来确定传感器为浏览器提供的资源。在存储器中定义一个指针记录访问网页的首地址，然后文件将被下载在系统的内存中。系统结构的目录如下：

```
#define filenamelen 12 //定义最大文件名长度
typedef struct
{
    Word len;          //文件长度
```

```
Word *start add;      //文件的起始地址
Word check;           //文件的TCP校验
Char filename[filenamelen]; //文件名
}file_system;
```

这种插入变量到web网页的方式可以使抽烟数据动态的显示出来。动态数据如下：

```
<tr><td width=" 17%" align=" center"
height=" 20" >
<font color=" #FFFFFF" >pressure</font></td></tr>
<tr><td width=" 17%" align=" center" height=" 14"
"><font color=" #FFFFFF" >MPa</font></td></tr>
<tr><td width=" 17%" align=" center" height=" 29"
"><font color=" #FFFFFF" >@</font></td></tr>
```

“@”是一个网页中插入变量的标志，当用户发出页面请求时，网页读取实时数据后@将被真实的数据代替。处理器上的程序在TCP打包时，把实时数据嵌入到网页中的“@”处，再将网页文件添加相应的HTTP头，返回给请求的用户。如此用户将在浏览器上看到实际的数据。嵌入式web传感器和以太网测控网关将同时接到以太网上，实现上层网络终端客户端对其的访问。上层监控级对嵌入式web传感器访问采用B/S模式，监控级通过其浏览器实现对嵌入式web传感器的访问。

结束语

本文中网络化接口即利用硬件芯片来实现TCP/IP协议栈，可以解决当前应用中大量存在的8位MCU实现远程监控和远程控制的问题。该网络化接口应用到嵌入式web传感器上，很好地实现了现场级设备对外部网的接入，实现了信息的共享和发布，同时也扩大了控制的范围，具有通用性，应用范围广。

参考文献

- [1]刘树波.嵌入式系统中快速以太网适配器设计[D].武汉:武汉大学,2003.
- [2]Edward Solari,Geogre Willse.PCI hardware and software[M],San Diego,CA,1998.
- [3]陆雪莹,蒋慧,译. TCP/IP详解[M],第2卷,北京:机械工业出版社,2000.
- [4]卢伟国.嵌入式web传感器的网络化接口设计[J].计算机应用,2004.

(作者单位:安徽理工大学计算机科学与工程学院)