

基于 uIP 协议栈的机房远程监测系统的实现

龚锦红

(华东交通大学 电气工程学院 江西 南昌 330013)

摘要: 针对校园网机房安全的实时监测问题, 设计了机房远程监测系统, 可实时地观测机房环境状况及服务器运行状况, 并通过设置一定的阈值, 将报警信息发送到监测者的手机上. 本系统在开源 TCP/IP 协议栈 uIP 的基础上, 开发了 Web Server 服务模块, 将监测到的信息发送到监测者的浏览器上, 并可通过 GSM 通信模块, 将报警信息发送到监测者的手机上.

关键词: uIP; Web Server; GSM

中图分类号: TP311

文献标识码: A

目前, 随着互联网的发展, 越来越多的工业测控设备已经将网络接入功能作为其默认配置, 以实现设备的远程监控和信息分布式处理. 本系统采用三星的 S3C44B0 为内核, 配备 16M SDRAM, 2M FLASH, 外围接口以 rtl8019 作为到 Internet 的数据传输模块, 以实现 web 服务的网络传输, 以及一个 COM 口作为到 GSM 的数据传输模块, 以实现短消息的报警发送. 设计该模块的关键在于如何实现一个嵌入式 TCP/IP 协议栈. 根据以往的经验, 自己设计一个协议栈的难度很可能超过应用本身, 故选用一种功能简易的免费 TCP/IP 协议栈 uIP 1.0 作为设计核心.

1 系统基本架构

本系统的基本架构如图 1 所示. 系统对机房温度、烟雾、以及机房服务器的运行状态进行监测, 通过 web 浏览方式访问机房状况的在线信息, 以及当温度、烟雾的输入指标超过警戒阈值或机房服务器运行状态出现不期望达到的现象时(本系统暂仅监测服务器的网络运行状况), 将报警信息通过 GSM 手机短消息发送到监测者的手机上.

本系统主要分为以下几个模块: (1) 机房环境监测模块: 由温度传感器 DS18B20 采集环境温度数据, 离子型烟雾传感器 NIC-09C 采集环境烟雾数

据, 分别通过一根数据线传到 ARM 主机上(因都为 1-wire 结构). (2) 机房服务器运行状况模块: 采用 uIP 协议栈中的 icmp 协议代码, 通过 ping 返回的结果来测试其它服务器的运行状况. (3) Web Server 协议处理模块: 由 uIP 协议栈作为核心的 TCP 协议栈, 自己设计的 httpd 进程模块作为 Web Server 协议处理模块. (4) GSM 短信发送模块: GSM 短信设备通过串口连到 ARM 处理机, 采用 G35 的 AT 指令直接发送到串口完成短消息的发送.

系统的难点在于 Web Server 模块的实现, 采用 uIP 协议栈作为 TCP/IP 协议栈, 底层以太网的数据传输采用自己设计的 rtl8019 驱动, 将数据写到 uIP 的缓存 uip_buf 中, 设计 Web Server 模块实现 httpd 进程模块, 进程代码回调采用 cgi 机制.

2 系统实现

2.1 uip 协议栈体系结构

uIP 1.0 是瑞典计算机科学研究所以 Adam Dunkels 开发的^[1,2], 去掉了许多全功能协议栈中不常用的功能, 而保留网络通信所必要的协议机制. 其设计重点放在 IP、ICMP 和 TCP 协议的实现上, 将这三个模块合为一个有机的整体, 而将 UDP 和 ARP 协议实现作为可选模块. uIP 1.0 的体系结构如图 2 所示.

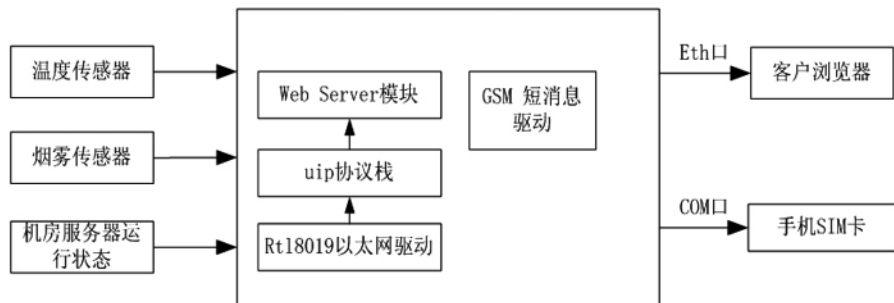


图1 系统基本架构

uIP1.0 处于网络通信的中间层,其上层协议在这里被称之为应用程序,而下层硬件或固件被称之为网络设备驱动。

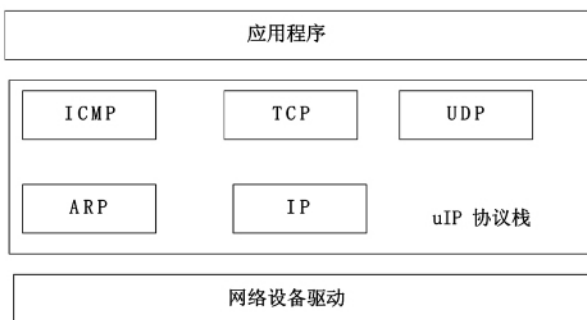


图2 uIP1.0 协议栈体系结构

uIP 内核中有两个函数直接需要底层设备驱动的支持: 一是 `uip_input()`, 当设备驱动程序从网络层收到一个数据包时要调用这个函数, 设备驱动程序必须事先将数据包存放到 `uip_buf[]` 中, 包长放到 `uip_len`, 然后交由 `uip_input()` 处理。当函数返回时, 如果 `uip_len` 不为 0, 则表明有带外数据(如 SYN, ACK 等)要发送。当需要 ARP 支持时, 还需要考虑更新 ARP 表或发出 ARP 请求和回应。另一个需要驱动程序支持的函数是 `uip_periodic(conn)`, 这个函数用 uIP 内核对各连接的定时轮循, 因此需要一个硬件支持的定时程序周期性地用它轮循各连接, 一般用于检查主机是否有数据要发送, 若有, 则构造 IP 包。

2.2 S3C44B0 的以太网接口驱动

rtl8019 以太网驱动程序参考了 uClinux 的源代码及 uboot 中的 rtl8019 驱动(以下如 TPSR, TBCR0 等皆指 rtl8019 芯片的寄存器^[3]):

数据发送: 先将待发送的数据包存入芯片 RAM, 给出发送缓冲区首地址和数据包长度(写入寄存器 TPSR, TBCR0, 1), 启动发送命令(CR = 0x3E), 即可实现 8019 的发送功能。8019 会自动按以太网协议完成发送并将结果写入状态寄存器。

数据接受: 接受缓冲区构成一个循环 FIFO 队列, PSTART, PSTOP 两个寄存器限定了循环队列的开始和结束页, CURR 为写入指针, 受芯片控制, BNRY 为读出指针, 由主机程序控制。用户从网卡读出一页数据时要将 BNRY + 1 赋值给 BNRY, 由 CURR 是否等于 BNRY + 1 判断是否收到新的数据包, 新数据数据包存入 CURR 指出的地址为首址的 RAM 中。当 CURR 等于 BNRY 时芯片停止接收数据包, 否则 CURR + 1 赋值给 CURR(以模方式)。ISR 寄存器不只和中断有关, 当接收缓冲溢出时, 如果不清 ISR(写入 0xFF), 芯片将一直停止接收。

2.3 基于 uIP 的 Web Server

Web Server 是基于 HTTP 协议的。本系统搭建的嵌入式 Web Server 一直处于监听状态, 即一直判断网卡的接收数据位是否置位, 若是, 则调用 `uip_input()` 函数处理 `uip_buf[]` 里的数据。当在 PC 端浏览器的地址栏里输入 ARM 的 IP 地址并按下回车键时, PC 端首先发一个 arp 查询包, 接收到 arp 应答后, PC 端与 ARM 建立连接, 经过 3 次握手后, TCP 连接已经建立起来了。客户机现在向端口 80 发送一个请求, Web 服务器会处理此请求, Web 页面将在接下来的数据包中返回。HTTP 的 GET 请求并没有指定具体的 HTML 页面, Web 服务器返回默认页面, 即 index.html。

本系统采用 CGI 程序实现 Web Server 的函数回调调用, 它解释处理来自表单的输入信息, 并在服务器产生相应的处理, 或将相应的信息反馈给浏览器。CGI 程序使网页具有交互功能。CGI 处理步骤一般为: ①通过 Internet 把用户请求送到服务器; ②服务器接收用户请求并交给 CGI 程序处理; ③CGI 程序把处理结果传送给服务器; ④服务器把结果送网到用户。

1) Web Server 基本数据结构

设计了如下一个数据结构, 用于标示 httpd 进程服务器的状态: `sin`, `sout` 是 uIP 的网络套接字接口,

输入请求命令放在缓存 inputbuf 中; struct httpd - fs - file file 标示我们将要执行的 cgi 文件,而文件名是 char filename [20]; char * scriptptr 是指向脚本的指针,根据 http 的 GET 请求动态变化.

```
struct httpd - state {
    unsigned char timer;
    struct psock sin , sout;
    struct pt outputpt , scriptpt;
    char inputbuf [50];
    char filename [20];
    char state;
    struct httpd - fs - file file;
    int len;
    char * scriptptr;
    int scriptlen;
    unsigned short count;
};
```

2) httpd 应用的核心调度实现

```
void httpd _ appcall( void )
{
    struct httpd - state * s = ( struct httpd - state * ) &( uip
    - conn - > appstate); //标示状态
    if( uip _ closed() || uip _ aborted() || uip _ timedout
    ())
    {
        ..... //处理重发
    } else if( uip _ connected() ) { Psock _ INIT( &s - >
    sin , s - > inputbuf , sizeof( s - > inputbuf ) - 1); //初始输入
    套接字
    Psock _ INIT( &s - > sout , s - > inputbuf , sizeof( s - >
    inputbuf ) - 1); //初始输出套接字
    PT - INIT( &s - > outputpt );
    s - > state = STATE - WAITING;
    s - > timer = 0;
    handle _ connection( s ); //处理连接
    } else if( s ! = NULL ) {
        if( uip _ poll() ) {
            ..... //处理缓存中的数据
            + + s - > timer;
            if( s - > timer > = 20 ) {
                uip _ abort(); //放弃
            }
        } else { s - > timer = 0; }
        handle _ connection( s ); //处理连接
    } else { uip _ abort(); }
}
```

3) 处理连接函数

```
static void handle _ connection( struct httpd _ state * s)
```

```
{
    handle _ input( s ); //调用 uIP 栈的处理输入,从底层驱
    动中取数据
    if( s - > state == STATE - OUTPUT ) {
        handle _ output( s ); //调用 uIP 栈的处理输入,发数据
        回应输入
    }
}
```

2.4 系统实现

Web 服务器首先打开 80 端口的监听,一旦有客户机要求连上 uIP 内部会给它分配一个连接项,接着等收到客户机 IE 浏览器发出的“GET HTTP...”请求后,将监测到的各项输入数据队列中的数据生成一幅新的网页发给客户机.如果这幅网页的大小已经超过 uIP 的最大段长(MSS),则在 uIP 内核第一次实际只发出了 MSS 个字节,在等到下一次轮循到该连接并且收到上次数据包的 ACK 时,发送剩下的网页数据.在连接处于空闲的时候(uip _ poll()) ,应用程序可以从串行队列中读出原始数据,经格式处理后再存到数据队列中,而在这个队列中保存着当前 1 分钟的设备工作数据,以便下次更新网页时使用.系统通过定时 5 分钟一个间隔发送包含最新数据的网页,也可通过用户点击刷新按钮及时更新网页.如果 uIP 接收 ACK 超时,它会自动设置重发标志,应用程序中可以用 uip _ rexmit() 来检测这个标志,重新生成网页并发送.一旦用户关闭了浏览器, uIP 也会自动检测到这一事件(应用程序中可以用 uip _ closed() 来检测) 并且释放掉这个连接项.

3 结论

将 uIP1.0 配置成允许 5 个并发连接,1 个监听端口,10 个 ARP 表项,去掉 UDP 支持,UIP _ BUF - SIZE = 1500 和其它优化选项.用 ADS 1.2 编译,整个 uIP1.0 内核模块代码量约为 20KB,内核对 RAM 的占用小于 3KB.整个系统程序的代码量约为 32KB,占用的 RAM 小于 10KB.另外,在校园网上测试了该模块的传输速度,大于 50Kbps,现正在校园网核心机房试运行.

参考文献:

- [1] Adam Dunkels. uIP 源代码 uip - 1.0. tar. gz [EB/OL]. <http://www.sics.se/~adam/uip/index.php/Download>. 2003 - 05 - 18.
- [2] Adam Dunkels. The uIP 1.0 Reference Manual [EB/OL].

<http://www.sics.se/~adam/uip/index.php/Documentation>, 2004-09-22.

[3] REALTEK SEMI-CONDUCTOR CO., LTD. rtl8019 芯片

文档 [EB/OL], <http://www.ethernut.de/pdf/8019asds.pdf>, 2001-01-03.

Implement of Remote Monitoring System in the Computer Room Based on uIP Protocol Stack

GONG Jin - hong

(School of Electrical and Electronic Engineering ,East China Jiaotong University ,Nanchang 330013 ,China)

Abstract: For the security of real-time monitoring on campus network room, the paper designs the remote monitoring system which observes the real-time state of the environment and server. Alarm information can be sent to the mobile phone through setting a certain threshold. Based on the opening source uIP stack, Web Server module has been developed, which can send the monitoring information to internet browser and deliver the alarm information to the mobile telephone by GSM communication module.

Key words: uIP; Web Server; GSM

(责任编辑: 周尚超)

(上接第73页)使用时,该应用可部署在任意 Web 服务器上.而单机方式下,可直接用浏览器以文件浏览方式打开课件进行操作.脚本代码用客户端执行的 Javascript 编写.程序中利用 XML DOM 和 XSL 来实现对 XML 内容的访问处理,利用 DHTML 技术实现动态页面显示处理.该应用具有通用性,各门课程只要编写自己的 XML 文件即可.在实际应用平台中是将数据库中的试题抽取自动转换产生 XML 格式

的试卷.

参考文献:

- [1] 丁振凡.网络考试系统的可定制性设计[J].华东交通大学学报 2003 20(5):52-55.
- [2] Steven Holener. XML 完全探索[M].师夷工作室,译.北京:中国青年出版社 2001:231-238.

Design and Implementation of Unit Self Examination Based on XML

DING Zhen - fan ,LI Zhuo - qun

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

Abstract: The arrangement of unit self examination of each unit in network courseware will not only improve the interaction of courseware, but also make student have a better understanding of knowledge. With the representation and store of paper through XML, the software implements the paper display by using DHTML techniques and javascript code to access XML. In the process of paper display, it uses DOM and XSL techniques for the XML access and transformation. The application can be used by web mode and file access mode.

Key words: unit self examination; XML; Javascript; XSL; DOM

(责任编辑: 周尚超)