

# 基于 IEEE 802.11b 和 CDMA 网的多路监控系统的设计与实现

王 恒, 李 勇, 王 泉, 赵 双

(重庆邮电大学 自动化学院, 重庆 400065)

**摘 要:**提出了一种基于 IEEE 802.11b 和 CDMA 网的远程监控系统, 监控现场设备之间通过无线局域网相连接, 监控现场设备与远程控制设备之间通过 CDMA2000-1X 移动通信网和 Internet 网相连接, 可通过后台软件、Web 服务器和手机短信等多路方式进行远程监控。阐述了该系统的总体结构, 给出了基于嵌入式技术的软硬件实现方案, 并进行了测试。结果表明, 本监控系统具有不受现场布线束缚、监控设备可自由移动、监控手段灵活多样等优点。

**关键词:** IEEE 802.11b; CDMA; 远程监控; 无线监控; 嵌入式系统

**中图分类号:** TP273+.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2008)06-0192-03

## Design and Implementation of a Multi-Channel Monitoring System Based on IEEE 802.11b and CDMA Networks

WANG Heng, LI Yong, WANG Quan, ZHAO Shuang

(College of Automation, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** A remote monitoring system based on IEEE 802.11b and CDMA networks is proposed. The field monitoring devices are connected by WLAN while field devices and remote devices are connected by CDMA2000-1X communication system. Many methods for remote monitoring are provided such as special software, Web server and mobile phone messages. The main structure of monitoring system is introduced. The hardware and software design based on embedded system technology are presented and the tests of the systems are given. The results of tests demonstrate that the monitoring system has the advantages of unwired layout, mobility and flexibility.

**Key words:** IEEE 802.11b; CDMA; remote monitoring; wireless monitoring; embedded system

### 0 引 言

远程监控系统广泛应用于金融、交通、工业控制、智能家居等领域, 具有较大的技术需求和市场价值。传统的监控系统多采用有线的方式。随着 Internet 的普及, 远程监控系统逐渐向网络化方向发展, 监控节点和后台系统之间可通过 Internet 网络相连接, 但仍需要在监控现场布线。因此, 采用有线方式的监控系统易受布线的束缚, 尤其在地理位置比较恶劣无法进行人工布线的环境下或没有 Internet 网络的偏远地区, 监控系统便会无法发挥作用。此外, 监控现场的节点移动性差, 提供给用户的监控手段较为单一, 这些都导

致了系统缺少灵活性。随着无线通信技术的迅速发展, 通信网络的数据传输能力愈来愈强, 把无线技术应用到远程监控系统中, 成为当前监控技术研究中的热点问题。文中提出了一种基于 IEEE802.11b<sup>[1]</sup> 和 CDMA 网的无线远程多路监控系统, 采用嵌入式技术进行软硬件实现, 监控现场的设备间采用 IEEE 802.11b 技术组成本地无线局域网, 监控现场的设备与远程控制设备之间采用 CDMA2000-1X 移动通信系统相连接, 用户可在异地对现场进行多路监控, 除了提供传统的专用后台控制软件外, 还提供了手机短信和 Web 服务器的方式对现场进行监控。

### 1 系统结构

监控系统由现场监控节点、现场监控接入点和远程控制设备三部分组成。如图 1 所示。现场监控节点负责传感和执行功能, 分布在监控区域的不同位置。每个监控节点均支持 IEEE 802.11b 协议, 所有监控节点与监控接入点之间组成无线局域网。现场监控接入

收稿日期: 2007-09-23

基金项目: 国家 863 课题(2006AA040302-1); 重庆邮电大学自然科学基金(A2007-38)

作者简介: 王 恒(1981-), 男, 硕士研究生, 研究方向为无线通信网络在工业领域中的应用、嵌入式系统的研究与应用、无线传感器网络等。

点是监控现场的中心设备,同时支持 IEEE 802.11b 和 CDMA2000-1X 两种无线传输方式。一方面通过无线局域网与监控节点相连接,完成 IEEE 802.11b 中的 AP(接入点)功能;另一方面则通过 CDMA2000-1X 移动通信系统以无线方式接入 Internet,与远程控制设备相连接,接收用户的远程控制指令并传递现场监控数据。远程控制设备分为三种,前两种采用 PC 机接入 Internet,一种方法是利用专门设计的后台软件对现场进行全方位控制,另一种方法是采用通用的互联网浏览器连入监控接入点中的 Web 服务器,通过 Web 页面来监控现场状况。第三种是采用手机短消息的方式,通过短消息发送控制命令和接收现场状态信息。

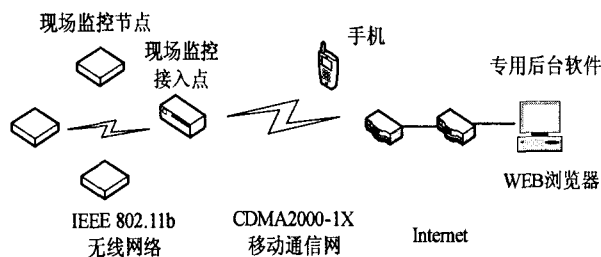


图1 监控系统总体结构图

## 2 硬件设计

### 2.1 现场接入点的硬件设计

本系统的现场接入点采用基于 ARM9 核心的 S3C2410 微处理器<sup>[2]</sup>,并配有 8M 的 RAM 和 32M 的 FLASH 存储器。微处理器与 CDMA2000-1X 网络之间的连接通过 BCM860 模块来实现。BCM860 是一款支持短消息和数据业务的 CDMA 模块,与微处理器之间经串口相连接。采用 Intel 公司的 PCMCIA 接口芯片 CL-PD6710,为 S3C2410 扩充一个 PCMCIA 接口,可连接基于 Prism2.5 芯片组的无线网卡。现场接入点的硬件设计如图 2 所示。

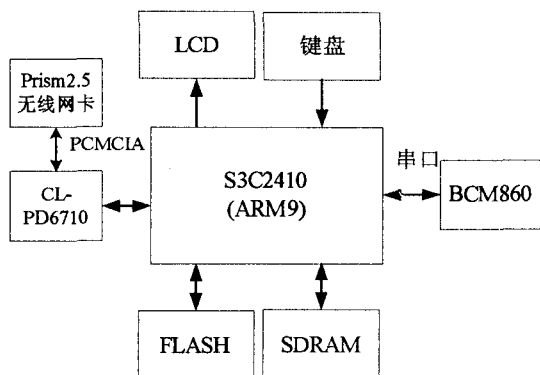


图2 现场接入点的硬件结构图

### 2.2 现场监控节点的硬件设计

现场监控节点仍采用 S3C2410 处理器。各类传

感器通过串口、通用 I/O 口等方式连接到微处理器上。同接入点相比,可降低 RAM 和 FLASH 的配备容量。S3C2410 自身带有 2 个 USB Host 接口,其中一个可用于连接采用 USB 接口的基于 Prism2.5 芯片组的无线网卡,实现 IEEE 802.11b 网络的站点(STA)功能。另外一个可用于连接 USB 摄像头,进行现场图像监控。每个现场监控节点根据需要可接一个或多个传感器单元,多个现场监控节点布置在现场的不同位置上。一个典型的带图像功能的现场监控节点的硬件结构如图 3 所示。

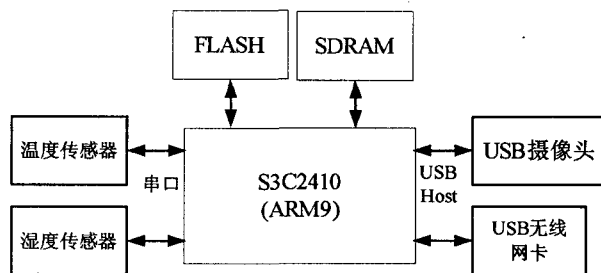


图3 一个典型的现场监控节点的硬件结构图

## 3 软件设计

### 3.1 现场接入点的软件设计

现场接入点和监控节点均运行嵌入式 Linux 操作系统。现场接入点的软件设计如图 4 所示。

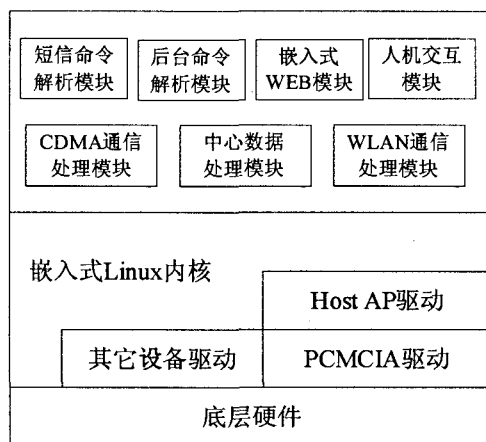


图4 基于嵌入式 Linux 系统的现场接入点软件设计

驱动程序部分的设计重点在于 IEEE 802.11b 接入点的驱动实现。Host AP Drivers 是一个专门根据该特点设计的一个 Linux 下的开源的接入点驱动程序<sup>[3]</sup>,利用该程序可驱动普通的 Prism2/2.5/3 的网卡来实现 IEEE 802.11b 接入点的功能。Host AP 驱动程序的下层需要实现对 PCMCIA 接口的驱动。Linux 系统具有完整的 PCMCIA 驱动子系统。应用程序设计部分采用模块化的编程思路,主体部分由七个模块组成,分别是 CDMA 通信处理模块、WLAN 通信处理

模块、中心数据处理模块、短信命令解析模块、后台命令解析模块、嵌入式 Web 服务器模块和人机交互模块。嵌入式 Linux 系统强大的多进程处理能力,保证了上述各个模块能有条不紊地并行工作。

### 3.2 现场监控节点的软件设计

现场监控节点的软件设计如图 5 所示。采用开源的 Linux-wlan-ng 驱动程序来实现 IEEE 802.11b 的 STA 功能,该驱动程序支持各种接口的基于 Prism 芯片组的无线网卡<sup>[4]</sup>。网卡驱动程序的下层需要实现对 USB 接口的驱动。现有的 ARM-Linux 操作系统提供了对 S3C2410 处理器的 USB Host 接口的良好支持。对于带有 USB 摄像头模块的监控节点,USB 驱动子系统还需要提供对摄像头驱动的底层数据通信支持。现场监控节点的应用程序主要由传感器数据采集模块、数据处理模块和 WLAN 通信处理模块三部分组成。

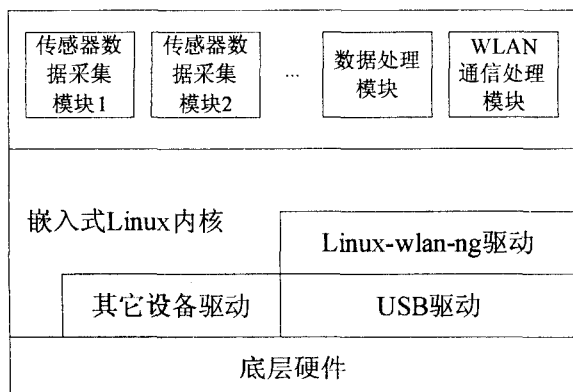


图 5 现场监控节点的软件设计图

### 3.3 CDMA2000-1X 网络的接入

监控接入点通过串口采用 PPP 协议接入 CDMA2000-1X 移动通信系统的数据服务部分。嵌入式 Linux 内核中已经集成了 PPP 协议。Linux 系统亦提供了开源的 PPP 拨号程序 pppd 和 chat。建立系统的 PPP 链路<sup>[5]</sup>后,接入点便可采用无线方式连入 Internet。嵌入式 Web 服务器使用经过移植的支持动态页面的 Boa 程序,通过编写动态 CGI 程序,实现与客户端浏览器的动态交互监控功能。

### 3.4 后台命令通路和短信通路的设计

在采用专用后台软件的监控方式下,需要在应用层设计一套独立的传输协议。一方面用于区分命令和数据,另一方面可在应用层数据包进一步加入校验码,提高无线传输的抗干扰性能。短信通路的设计需要使用单向解析的信息传输协议。在回传命令执行结果或监控数据到用户手机时,以自然语言的形式提供给用户。用户采用三种通路进行控制时,均需要进行身份验证,以保证系统的安全性。在短信通路和后台命令通路的方式下,设计有效的重传协议,以降低无线数据

通路的干扰性和不确定性所带来的影响。

## 4 测试

将文中所述的远程监控系统的软硬件设计方案应用到一个机房监控系统的项目原型中,以测试系统方案的有效性和可行性。该机房监控系统设计了两个现场监控节点,分布在两个机房内,能够检测机房的温度和湿度,其中一个监控节点还具有图像监控功能。监控接入点位于第三个房间内,连接到 CDMA 网络。后台控制软件运行在另外一个房间的已接入 Internet 的 PC 机上。

测试分两步进行,首先测试现场节点和接入点之间的 IEEE 802.11b 无线数据传输的有效性。在断开 CDMA 无线网络的情况下利用 IEEE 802.11b 网络读取节点的温度、湿度和图像数据。测试结果表明,监控节点每次均能正常传回数据并接受控制。采用 IEEE 802.11b 构建监控现场的无线网络是一个有效的方案。第二步是连入 CDMA 网络,分别利用后台控制软件、Web 服务器和手机短信三种方式读取现场监控节点的数据。测试结果表明,三种方式都可以正确读取现场数据,前两种控制方式还可以获得现场图片。实际测试中还发现,前两种监控方式的命令数据到达接入点的时间会受到 CDMA 网络数据业务流量的影响,而手机短信控制方式有时会具有较大的传输时延,由此可见设置重传协议是必要的。

## 5 结 语

提出了一种基于 IEEE 802.11b 和 CDMA 网的无线远程多路监控系统,阐述了系统的总体结构,然后给出了现场监控节点、监控接入点的软硬件设计方案,并进行了测试。本方案的主要优点有:(1)监控现场不需要布线,可以在无法实施布线的恶劣环境下使用;(2)可以在本地局域网内根据需要自由移动现场监控节点,现场布局具有灵活性;(3)具有多路监控方式,可以采用后台专用软件、Web 服务器和手机短信三种方法进行监控,较大提高了监控手段的灵活性。因此,本监控方案具有良好的应用性和发展前景。

### 参考文献:

- [1] IEEE Standard for Information Technology, Telecommunications and information exchange between systems. Local and metropolitan area networks, Specific Requirements, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Higher Speed Physical Layer

(下转第 198 页)

```
void Lan9218_input(struct netif * netif)
```

//网卡发送函数,给 IP 层传过来的 IP 报文加上以太网包头并通过网络接口发送,调用底层发送函数

```
err_t low_level_output(struct netif * netif, struct pbuf * p)
```

```
err_t Lan9218_output(struct netif * netif, struct pbuf * p, struct ip_addr * ipaddr)
```

//网卡中断处理函数 ISR,用于数据来临时数据的接收工作

```
void Lan9218_isr(void)
```

以上的函数都可以分为协议栈本身的处理和对网络接口硬件的操作两部份,对硬件的操作是对上层屏蔽的。

#### 4 系统的调试程序

在所有的移植工作结束以后,就可以建立 main 程序了,在 main 函数里面要初始化  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ , 创建一个主任务 Task\_lwip\_init 任务优先级设为最高(0), 并且在该主任务里面初始化 LwIP, 还创建了 tcpip\_thread(优先级 5)和 tpecho\_thread(优先级 6)两个线程,其中 tcpip\_thread 线程是主线程, tpecho\_thread 是用 LwIP API 函数实现的一个监听 7000 端口的服务器,它可以接收来自远程主机的客户请求,并可以与客户机之间进行数据的收发操作。这里有一点需要注意的是 LwIP 的初始化必须在  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  完全启动之后也就是在任务中进行,因为它的初始化用到了信号量等 OS 相关的操作。main 函数关键代码如下:

```
main()
{
    ..... //中断、板卡的初始化
    OSInit(); //uC/OS-II init
    OSTaskCreate(Task_lwip_init, (void *)0, &Task_lwip_init_stk[4096-1], 0); //main task
    OSSStart(); //enter Idle model, wait for another higher priority task
}
```

由于 TCP/IP 协议栈代码量比较大,处理数据任务非常繁琐,所以文中利用了 TMS320C6713 的二级

缓存技术。用于提高了数据处理的速度。

编译运行后,在 PC 机上向板卡发送数据,建立连接后,数据可以返回 PC 机。用 ping ip 地址命令可以得到 ICMP reply 响应。这说明 ARP、ICMP、IP、TCP 协议都已正确运行。

#### 5 结束语

这套系统应用于音频数据的网络监听,即通过板卡上 AIC23 现场采集语音数据(可以是电话、广播、电台等),将模拟语音数据转化为数字语音,然后通过 TMS320C6713 进行数据压缩,通过网络传输到远程终端(PC 机等)。在经过对 SEED-DEC6713 系统板的进行网络模块扩展以后,移植了实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ ,解决了采集、压缩、传输各个任务之间的系统调度问题;又在此基础上移植了嵌入式 TCP/IP 协议栈 LwIP,实现 SEED-DEC6713 的网络通讯功能,解决了系统板数据的网络传输问题。经过测试该系统板可以满足网络实时性、稳定性的要求,并且具有硬件少、结构简单、容易扩充等优点。

#### 参考文献:

- [1] TMS320C6713 DataSheet[R]. [s.l.]: Texas Instruments, 2001.
- [2] LAN9218I DataSheet[EB/OL]. 2005. <http://www.smsc.com>.
- [3] EComer D. 用 TCP/IP 进行网际互连(第 1 卷):原理[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [4] Dunkels A. LwIP source code[DB/OL]. 2002. <http://prdownloads.sourceforge.net/ucoS-lwip-c6x/ucoS-lwip-c6x-src-1.0.0>.
- [5] Labrosse J.  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  源代码公开的实时嵌入式操作系统[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
- [6] 杨天怡,陈 禾,柴 毅.  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  支持下的嵌入式 TCP/IP 协议应用[J]. 计算机科学,2006,33(3):72-74.
- [7] 伊文斌,周贤娟,鄢化彪,等.  $\mu\text{IP}$  TCP/IP 协议分析及其在嵌入式系统中的应用[J]. 计算机技术与发展,2007,17(9):240-243.
- [8] 朱华均. UC/OS-II 操作系统在 ARM 处理器上的移植[J]. 计算机工程,2004(S1):64-65.

(上接第 194 页)

- [1] (PHY) Extension in the 2.4 Ghz Band[S]. [s.l.]: IEEE, 1999.
- [2] Samsung Electronics. S3C2410X 32-Bit RISC Microprocessor, User's Manual[M]. [s.l.]: Samsung Electronics, 2003.
- [3] Malinen J. Host AP Linux driver[EB/OL]. 2005. <http://hostap.epitest.fi>.

- [4] The linux-wlan Company. The linux-wlan Project[EB/OL]. 2005. <http://www.linux-wlan.org>.
- [5] 王 恒,吴宝明,林金朝. 基于 ARM 和 CDMA-1X(GpsOne)的移动远程心电监护终端的设计[J]. 医疗卫生装备,2006,27(1):7-9.