

# 基于 GPRS 的无线传感器网络网关的设计与实现

黄小波

(广东工业大学自动化学院, 广州 510090)

**摘要:** 介绍无线传感器网络的体系结构, 分析网关节点的特点和功能, 在此基础上提出基于 GPRS 模块的网关实现方案。

**关键词:** 无线传感器网络; 网关; GPRS; 嵌入式操作系统

## Design and Implementation of Gateway Based on GPRS Model in Wireless Senesor Network

HUANG Xiao-Bo

(Faculty of Automation, Guangdong university of Technology, Guangzhou 510090, China)

**Abstract:** This paper introduces the communication architecture of wireless sensor network, and analyzes the features and functions of the gateway. Based on these, the solution of gateway based on GPRS model is put forward.

**Keywords:** Wireless sensor network; Gateway; GPRS; Embedded OS

无线传感器网络(wireless sensor network, WSN)是由分布在监测区内大量的低成本微型传感器节点组成, 节点间通过无线、多跳通信方式形成一个自组织网络系统。在 WSN 中, 传感器节点协作地采集和处理网络覆盖区域中感知对象的信息并通过网关节点发送到监控中心。它具有自组织、快速展开、抗毁性强等特点, 应用于军事、环境监测、医疗健康、工业控制等众多领域, 并且, 能够完成传统系统无法完成的任务。无线通信、集成电路和微电机系统等技术的发展使得大规模生产体积小、成本低、处理能力强的传感器节点成为可能, 因此, 近年无线传感器网络成为国内外研究的热点。

WSN 中网关的地位特殊, 作用关键。它负责网络间协议的转换、不同网络类型的网络路由、网络数据聚集、存储、处理等重要任务, 成为网络间连接的不可缺少的纽带。因此, 设计出高效、稳定的网关节点是整个 WSN 设计中的重要部分。提出了基于 GPRS 的无线传感器网络网关节点的软硬件设计与实现方案, 并实现了网关节点可靠的数据传送, 较好地满足低功耗和实时性的要求。

### 1 WSN 的体系结构

WSN 系统通常是由大量具有数据采集功能的传

感器节点、一个或多个网关节点和监控中心组成, 如图 1 所示。传感器网络节点通过其传感部件采集到的数据沿着其它传感器节点逐跳地进行传输, 数据经过多跳后路由到网关节点, 网关节点在对数据进行分析、融合等处理后通过有线或无线的方式将数据送入监控中心。用户通过监控中心对传感器网络进行配置和管理, 发布监测任务和收集监测数据。

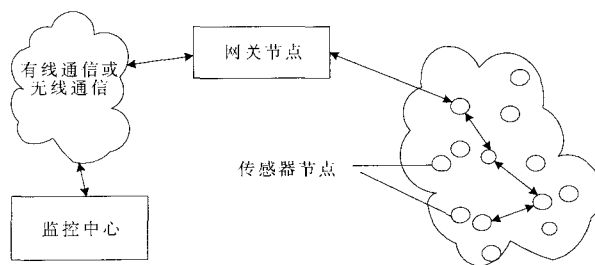


图 1 WSN 的体系结构

### 2 网关节点的特点和功能

#### 2.1 特点

网关节点作为整个 WSN 网络数据的出口, 它具有数据吞吐量大, 计算能力、存储能力高的特点。另外, 在通信距离方面, 网关节点的传输范围要比传感器节点大得多, 以保证数据能传输到外网的监控中心。在采用无线网络作为网关节点与监控中心接口时, 网关节点的发射功率应保证其与最近基站的通信。

#### 2.2 功能

网关节点具有丰富的软硬件资源。在完成协议转

**作者简介:** 黄小波(1968-), 实验师, 研究方向为网络技术及应用、嵌入式开发系统。

**收稿日期:** 2010-02-05

换的同时,可以承担组建和管理WSN网络的许多工作。它具有如下主要功能:

- (1)扫描并选定数据传输的物理信道,分配WSN内的网络地址,发送广播同步帧,初始化WSN网络设置。
- (2)配合WSN网络所采用的MAC算法和路由协议,协助其它网络节点完成与邻居节点连接建立路由。
- (3)完成不同网络之间的协议转换。
- (4)对从各传感器节点接收的数据根据具体应用需求和当前带宽,自适应地启动数据融合算法,降低数据冗余度。
- (5)处理来自监控中心的控制指令。

## 3 网关节点的软硬件设计

WSN网关采用嵌入式系统,主要由嵌入式微处理器、射频收发模块、GPRS通信模块、存储单元、嵌入式操作系统以及应用程序等硬件、软件组成,如图2所示。

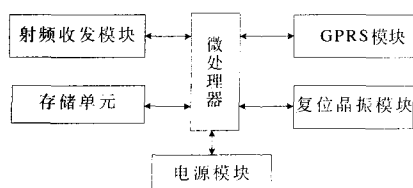


图2 网关的体系结构

### 3.1 嵌入式处理器

网关的MCU主要用来进行信息融合并完成协议的转换,实现WSN与外部网络的通信。MCU采用Atmel公司的AT91RM9200微处理器。AT91RM9200是基于ARM920T指令集的ARM处理器,具有丰富的外设以及接口,这使得它在低成本、低功耗的条件下能完成一些功能丰富的应用。集成了许多外设接口,包括USB2.0接口和以太网接口。该处理器提供多个符合工业标准的通信接口,包括音频、闪存卡、智能卡接口等。

网关的操作系统采用网络化的嵌入式Linux,它是一种开源的嵌入式实时操作系统。特别适用于网络应用,很容易在其基础上开发自己的应用程序。

### 3.2 射频收发模块

网络节点通信模块的功能采用CC2420射频收发器来实现。CC2420是Chipcon AS公司推出的首款符合2.4GHz IEEE 802.15.4标准的射频收发器,只需极少外部元器件,性能稳定且功耗极低。利用此芯片开发的无线通信设备支持数据传输率高达250kbps,可以实现多点对多点的快速组网。CC2420的主要性能参数如下:

- (1)工作频带范围:2.400~2.4835GHz。
- (2)采用IEEE 802.15.4规范要求的直接序列扩频方

式;O-QPSK调制方式。

(3)超低电流消耗(RX 19.7mA,TX:17.4mA),高接收灵敏度( $-94\text{dBm}$ )。

(4)抗邻频道干扰能力强(39dB)。

(5)IEEE 802.15.4 MAC层硬件可支持自动帧格式生成、16bits CRC校验、电源检测、全自动MAC层安全保护。其MAC层的帧格式为:头帧+数据帧+校验帧;PHY层的帧格式为:同步帧+PHY头帧+MAC帧。帧头序列的长度可以通过寄存器的设置来改变。

(6)与控制微处理器的接口配置容易(4总线SPI接口)。

CC2420只需要极少的外围元器件,其典型应用电路如图3所示。

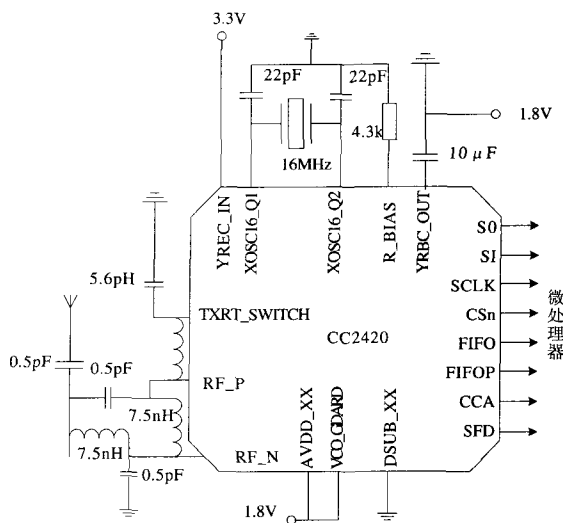


图3 CC2420的典型应用电路

RF的软件设计中最主要的是CC2420数据收发的应用程序。CC2420的数据收发采用中断方式处理:当CC2420收到节点的RF信号时,在主循环中进行软件置位,接收中断响应,启动函数halRfReceivePacket接收数据,存入缓冲区,并发送给AT91RM9200,完成RF数据接收过程通信;当CC2420收到AT91RM9200发送的数据或命令信息时,在主循环中启动函数halRfSendPacket发送,从而将数据发出,完成数据发送任务。CC2420接收节点的RF信号的程序示例:

```
BYTE halRfReceivePacket (BYTE* pData, BYTE* pRssi,
BYTE* pLqi, BYTE timeOut)
{
    BYTE i=0x00
    ISFLUSHRX; // 确定接收缓冲区为0
    ISFLUSHRX; // 再次确认重置SFD位
    RFIF &= ~IRQ_FIFOP; // 进入接收状态
    Length= (RFD & 0x7F); // 存储数据
```

```

for(i=0;i<(length-2);i++)
{
    pData[i]=RFD;
}
*pRssi=RFD; //接收信号的强度指示值
*pLqi=RFD; //CRC校验值
If (*pLqi & 0x80) // 校验值正确,则进入下一个数据的接收
{ // 不正确,则返回
    .....
}

```

### 3.3 GPRS 通信模块

为了能够将网络中的数据及时可靠地传到监控中心,本设计采用GPRS(通用分组无线业务)实现与Internet网连接。该方式具有永远在线、快速登陆、按流量计费等优势。实际中采用Simcom公司生产的GPRS通信模块SIM100E,该模块具有标准的AT命令接口,为GSM语音、短信息以及GPRS数据业务提供无线接口。其提供速率为300~115200。通过标准RS-232串口,使用AT命令完成对模块的操作,实现数据的无线拨号GPRS连接。连接的初始设置如下:

(1)初始化GPRS模块,与基站服务器建立连接。插入SIM卡,在超级中端用AT+IPR=115200设置波率,然后“AT+CGDCONT=1,IP,CMNET”命令定义PDP上下文,用“AT+CGCLASS=B”命令设置终端类型,用“AT+CGACT=1”激活GPRS模块,返回OK。与基站服务器建立了连接。

(2)与基站服务器建立ppp连接,通过TCP/IP数据包与Internet传递数据。在操作系统中运行minicom,输入Ctrl-A、Z,再按D就出现拨号界面,选择manual输入ISP的电话号码:“\*99\*\*\*1#”登陆到移动梦网网关GGSN上动态分配到Internet网的IP地址。SIM100E与GGSN通信采用点对点协议(ppp),使用ppp协议登陆网关GGSN之后,SIM100E模块就转入在线模式(On-line),此时WSN网关MCU发送的所有数据通过SIM100E模块透明地传送给梦网网关GGSN,同样GGSN的应答信息也透明传回WSN网关。从而实现WSN网关通过梦网网关GGSN与Internet互联。

ppp协议提供了在串行点对点链路上传输数据的方法,支持异步8位数据同步连接,目前逐渐成为点对点网络的标准。数据帧结构如表1所示。

表1 ppp 数据帧结构

开始标志	地址	控制	协议	代码	ID	长度	信息域	校验	结束标志
0x7E	0xFF	0x03	(2B)	(1B)	(1B)	(2B)	(可变)	(2B)	0x7E

为了建立点对点链路上的通信连接,发送端ppp首先发送LCP帧,以配置和测试数据链路。在LCP建立好数据链路并协调好所选设备后,发送端ppp发送NCP帧,以选择和配置一个或多个网络层协议。当所选的网络层协议配置好后,便可以将各网络层协议的数据包发送到数据链路上。配置好的链路将一直处于通信状态,直到LCP帧或NCP帧明确提示关闭链路,或有其它的外部事件发生。连接建立后,ppp将在原有协议的基础上调用网络协议(TCP/UDP协议)。考虑WSN节能的需要,TCP协议建立需要大量交互信息,本WSN网关采用UDP协议实现数据可靠传输。上述通信实现过程描述如图4所示。

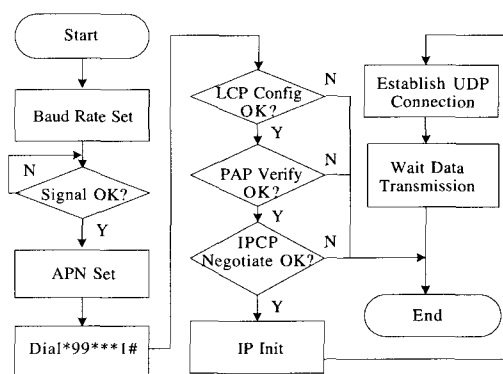


图4 WSN 网关拨号上网通信实现

ppp报文解析实现框架如下:

```

void ppp_negotiate (void)
{ if (pppStatus & IsFrame) //已经得到一个ppp帧
{ switch ( *(WORD*) (& InBuffer [2])) // 判断是LCP、
PAP、IPCP或IP包
{ case LCP_PACKET:
    Handle_LCP(); // 处理LCP包
    Break;
case PAP_PACKET:
    If ( InBuffer [4]==0x02) // 验证成功
    NoOperation;
    Break;
case IPCP_PACKET: // 处理IPCP包
    Handle_IPCP();
    Break;
case IP_DATA: // 处理IP包
    ...}
}}

```

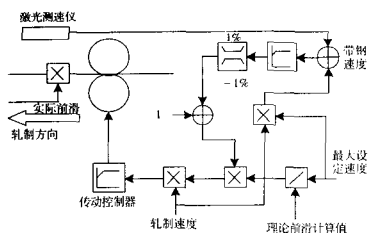


图3 激光测速仪在速度控制中的应用

### 3 使用时遇到的问题与解决办法

(1)该测量仪的信号处理器与传感器探头之间的连接只有一根特制电缆,该电缆为多芯电缆,进行检测信号的传输和给探头供电。因此对外界的抗干扰性要求特别严格,供电电源要有可靠的接地,避免周围出现强电干扰。

(2)激光测速仪安装时一般距带钢1m左右,测速仪探头必须与带钢平面垂直,每相差 $1^\circ$ ,将给仪表带来0.015%的误差。安装角度可以通过底脚螺丝的位置尺寸微调。安装好后,先开架运行进行测试,此时因没有轧制力,架前与架后的带钢速度差应为0,可以此确认激光测速仪的安装效果。

(3)光测速是一个动态的过程,带钢运行时的振动会影响测量精度。在生产中,根据激光多普勒技术的原理,将激光测速仪的采样周期设为带钢振动周期的整数倍,可以取得较好的滤波效果。

(4)激光测速仪实际的测量精度受工作环境影响较大,由于冷轧轧时要使用乳化液冷却轧制辊,带钢表

面常被乳化液覆盖,干扰了激光的发射与反射通道,通过增加吹扫管和吹扫压缩空气改善带钢表面的环境,提高测量精度。由于激光测速仪传感部分在 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ 的环境中工作,加上自身发热,水冷管的故障也将严重影响激光测速仪的测量精度。

### 4 结语

激光测速仪在厚度控制系统中的应用,能够有效地消除测厚仪物理位置造成的控制滞后问题,使得模型结果更加精确,控制响应更加快速,实现了真正的秒流量平衡控制;激光测速仪参与常规的厚度控制后厚度精度在同等基础上可提高 $0.1\% \sim 0.3\%$ ;通过控制各机架的速度,可有效预防和发现轧机轧辊间或轧辊与带钢间的打滑现象;使用激光测速参与自动厚度控制的方法能较大程度地提高带材的产品质量和成品率。因此,在冷轧薄板加工行业受到广泛欢迎。随着科学技术的发展,这种控制技术的检测精度和响应时间还会继续提高,给金属加工行业带来更高的成品率和更好的产品质量。

#### 参考文献

- [1] 沈熊. 激光多普勒技术及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004
- [2] 华建新,王贞祥. 全连续式冷轧机过程控制[M]. 北京:冶金工业出版社,2000
- [3] 周坚刚,李山青,许健勇. 冷轧带钢板形自动控制概况[J]. 世界钢铁,2006

(上接第59页)

### 4 实验结果

图5是监控中心记录下的通过网关传回的传感器节点采集的温度值。传感器节点使用的温度传感器是美国Dallas公司推出的单总线技术的数字温度计芯片DS1822,它能测量 $-55 \sim 125^\circ\text{C}$ 的温度。

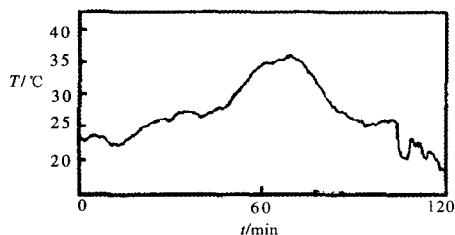


图5 温度曲线

### 5 结论

针对无线传感器网络特点,提出基于GPRS模块的

WSN网关节点的设计和实现方案。该方案采用AT91RM9200与CC2420芯片为核心,利用内嵌TCP/IP协议栈的GPRS模块SIM100E作为网络的数据出口,较好地解决了WSN到监控中心的传输问题。

#### 参考文献

- [1] 蔡皓,冯仁剑,等. 具有多种通信方式的无线传感器网络网关[J]. 传感技术学报,2008,21(1):169-172
- [2] 匡兴红,邵惠鹤. 无线传感器网络网关研究[J]. 计算机工程,2007,33(6):228-230
- [3] 欧杰峰,刘兴华. 基于CDMA模块的无线传感网络网关的设计[J]. 计算机工程,2007,33(1):115-116
- [4] 朱莹,林基明. 基于Zig Bee 无线传感器网络网关的设计与实现[J]. 传感器与系统,2009,28(7):80-81
- [5] 刘新平,董占勇,唐磊. 基于GPRS的浅海无人采油平台远程安全监控系统[J]. 工业控制计算机,2007,20(4):23-24