

# 基于 WLAN 的嵌入式电子衡器数据传输系统设计与实现

## Design a Data Transmission System for Embedded Electric Balance Based on WLAN

彭元<sup>1</sup>, 孙卫宁<sup>2</sup>

PENG Yuan<sup>1</sup>, SUN Wei-ning<sup>2</sup>

(1. 广西科学院, 广西南宁 530007; 2. 广西计算中心, 广西南宁 530022)

(1. Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 2. Guangxi Computing Center, Nanning, Guangxi, 530022, China)

**摘要:**采用无中心拓扑结构构建 WLAN 环境,通过支持 802.11 协议的单片机设计实现嵌入式电子衡器数据传输系统。系统能够主动侦听并获取电子衡器串口(RS232)的称重数据,可以在同个网段使远程计算机与衡器设备进行联网并获取计量数据,可以通过在单片机发射端和客户机接受端都加装信号增益器和使用定向天线的方式实现在 1300m 的距离内有效传输数据。

**关键词:**数据传输系统 电子衡器 无线局域网 嵌入式

**中图分类号:** TP312 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2008)04-0347-04

**Abstract:** A data transmission system for embedded electric balance on a single board computer compatible with 802.11 protocol which runs in WLAN environment of the construction of topology lack of a central control is described. The system can search, detect and catch weight data from the parallel port (RS232) of the electric balance and communicate between the remote computer and electric balance within the same segment. Data can be transmitted in as long as 1300m distance using a signal amplifier or beam antenna at either the single board computer emitter or client receiver.

**Key words:** data transmission system, electric balance, WLAN, embedded

电子衡器设备是生产、贸易等活动中自动称重计量的重要设备,具有速率高、准确度高、稳定性高、可靠性高等优点。随着近年来计算机技术的发展,各类电子衡器的计算机控制日益普及,多台电子衡器之间通过网络化实现衡器数据的信息共享成为必然趋势。由于电子衡器通常分布于同一生产系统的不同生产环节中,空间分布零乱无序,利用有线网络进行组网通信的困难比较大,无线互联就显现出较大的优势;同时,如果仍使用传统计算机来完成网络服务控制就更难以满足低成本、高稳定性、高效率的任务要求。无线局域网(简称 WLAN)具有安装便捷、

使用灵活、经济节约、易于扩展等优点<sup>[1]</sup>。随着 WLAN 技术的成熟以及嵌入式设备性价比的提高,嵌入式设备的无线互联成为可能。嵌入式设备无线互联的标准主要有 IEEE 的 802.11 系列,由基本服务组(BSS)和分布式系统(DS)两种模式构成<sup>[2]</sup>。我们采用 802.11 协议的无线网络连接嵌入式设备,设计实现嵌入式电子衡器数据传输系统,使其能对电子衡器串口(RS232)主动侦听并获取设备称重数据;同时,我们还采用无中心拓扑结构构建 WLAN 环境,配置发射及接收设备的 IP 地址、子网掩码、网关和通讯端口,可以在同个网段使远程计算机与衡器设备进行联网并获取计量数据,并通过在单片机发射端和客户机接受端都加装信号增益器和使用定向天线的方式,实现在 1300m 内的数据有效传输。

收稿日期:2008-10-11

作者简介:彭元(1970-),男,助理研究员,主要从事计算机网络技术研究。

## 1 系统设计

### 1.1 主要模块设计

系统主要包括电子衡器数据获取、数据发送、数据接收三部分。

对于电子衡器数据获取通过串口(EIA-RS-232C标准)完成。串口在空闲时处于逻辑“1”状态,当有数据时,首先产生一起始位,起始位为一个比特时间的逻辑“0”,紧随其后为所要传送的数据,所要传送的数据有最低位开始依此送出,并以一个结束位标志该字节传送结束,结束位为一个比特时间的逻辑“1”状态。因此,程序通讯时可通过一个循环方式来查询串口,如果状态位发生变化,就开始接收数据,如果结束位变为“1”状态时,说明数据接收完成,返回查询串口,完成一次获取数据过程。

对于获取到的衡器数据,我们设计在WLAN环境下发送。首先电子衡器要具备无线传输硬件设备,其次要构建一个用于数据传输的无线网络。无线传输硬件设备设计采用支持802.11协议的单片机模块嵌入到衡器系统内。无线网络构建采用无中心拓扑结构或称为对等模式(Peer to Peer)拓扑结构。无中心拓扑的网络要求网中任意两个站点均可直接通信。采用这种拓扑结构的网络一般使用公用广播信道,各站点都可竞争公用信道<sup>[3]</sup>。在组网时,先定义好电子衡器无线传输硬件设备的IP地址、子网掩码、网关和通讯端口。例如:在设备上定义IP为192.168.1.200,子网掩码为255.255.255.0,网关为192.168.1.1,通讯端口为10101。这样设定好后,在同个网段的计算机都可以与衡器设备进行联网,使用10101端口来获取计量数据。

在数据接收部分,我们将工作计算机的无线网络设备设为与电子衡器相同的对等模式,并将网络设在同个网段,设置通讯软件的通讯端口为10101,并让软件自动循环侦听该端口数据。当有数据到来时,自动开始接收数据,存放在一个变量中,当接收到数据结束的定义标记,如:<EOF>时,则停止接收数据,并对所存数据进行下一步的处理。

### 1.2 数据传输系统硬件环境结构设计

数据传输系统硬件结构(图1)中的单片机设计成即插即用方式,通过RS232与衡器相连获取数据,通过无线方式发送到另一端。图1中的HOST为单片机的系统,主要是用于获取和处理数据,首先是不断的扫描串口,然后将取得数据进行重新编码,送到iChip进行数据打包,通过PHY设备转成无线

信号发射出去。

单片机结构(图2)中CPU内核是ARM7系列,支持32/16位RISC体系架构,支持32位ARM指令集和16位Thumb指令集,3级流水线,,主处理器数据速率3Mbps,使用串口模式,在数据处理方面可以满足衡器的要求。而iChipSec CO2128无线模块支持10个主动TCP/UDP Socket、2个侦听的Socket,IP协议栈和Internet配置参数可以存储在外部Flash中,断电也不会丢失<sup>[4]</sup>。

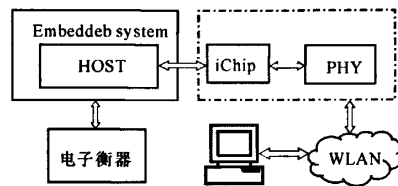


图1 数据传输系统硬件结构

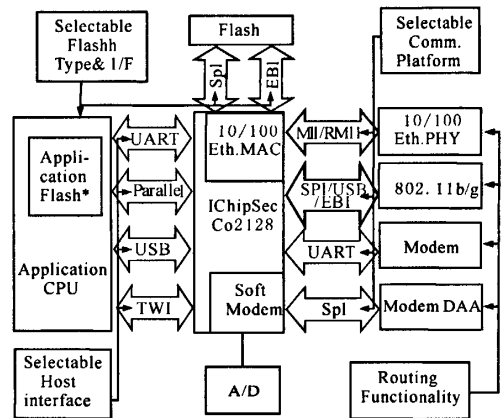


图2 单片机结构

### 1.3 数据传输系统设计

#### 1.3.1 电子衡器软件

在衡器软件平台上,针对单片机部分,我们采用C语言开发了获取串口数据模块和无线发送数据模块。

在获取串口数据模块程序设计中,我们首先定义一个512字节的数据缓冲区和一个串口D, serDopen(\_232BAUD)打开串口D,使用循环语句调用函数serDgetc()不断的查询串口是否有新的数据,如果有新的数据,则保存在定义的缓冲区中。serDrdFlush()函数是用来刷新串口缓冲区中的数据。

在无线发送数据模块程序设计中,无线发送数据模块函数接受两个参数:即数据和数据长度。我们在设计无线发送数据前首先检查远程主机是否存在,如果不存在,退出本模块;否则,打开远程主机端

口,sock\_flush()函数刷新sock数据缓冲区,sock\_write(&s\_sent,data,datalen),向sock写入要发送的数据。sock\_close(&s\_sent)数据发送完成后,关闭连接,完成一次数据发送的过程。

### 1.3.2 计算机软件

针对计算机部分,我们采用.net平台开发了串口发送数据模块、无线数据接收模块、数据加密解密模块、保存数据模块等。

在串口发送数据模块中,我们首先定义构造函数SerialPort()和串口参数。用InitSerialPort()初始化串口。再用ComOpen()函数判断串口是否打开,如果关闭,则主动将其打开。ReadComBuff()和WriteComStr(string writestr)函数为串口读写。研究表明,由于在电脑上发送数据较快,单片机处理速度相对较慢,如果没有延时,接收时往往导致某些数据的丢失。为了解决这一问题,我们用Thread.Sleep()作为延时函数。

在无线数据接收模块中,我们定义StartListening()函数,用于绑定IP和端口,并等待一个有效连接。listener.Listen(100)侦听端口,并允许接受100的连接。当有新的连接时,新建一个socket对象并接受连接,等待接收数据,将数据存入DataSet的对象中。

对于数据加密解密模块,我们采用RC4算法,RC4算法是Ron Rivest在1987年为RSA数据安全公司开发的可变密钥长度的序列密码<sup>[6]</sup>,根据密码(种子)字符串初始化加密种子数组,数组有256个元素,各元素取值从0到255,无重复值sPassW为输入的密码(种子),种子数组序列各元素的初始值为0到255依次递增,根据密码数组序列重新排列种子数组序列的元素,原文与加密种子数组的元素异或,生成密文,解密过程也完全相同。

## 2 系统实际测试

### 2.1 测试方法

系统测试分两步进行:第一步是选择开阔地进行,MCU使用定向天线,客户端使用内置的无线网卡;第二步是选择有障碍物的实际生产现场进行,MCU和客户端均使用定向天线。这两步的测试均取距离为500m,1000m,1200m,1400m,1600m几个测试点,在每个点上测试无线的信号强度,以及检测网络的连通情况和分析网络速度。

测试采用的硬件有单片机、HDJ-2400A切割栅状抛物面天线、内置Intel pro/wireless 3945ABG无

线网卡的笔记本电脑等,通过Network Stumbler等软件对测试区域内的无线电信号进行扫描,并记录下相关的数据信息。

### 2.2 测试结果

#### 2.2.1 开阔的实地近距离测试结果

2008年5月30日在开阔地测试,MCU使用定向天线,客户端使用内置的无线网卡。测试距离为500m左右时,信号强度为最高为-70dBm,测试数据截图如图3A所示;测试距离为700m左右时,信号强度最高为-69dBm,测试数据截图如图3B所示。

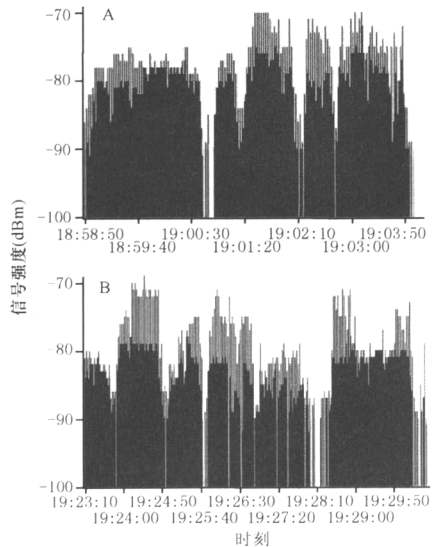


图3 开阔地测试数据截屏结果

A:测试距离500m;B:测试距离700m。

从图3测试结果看,信号强度都在-70~-85dBm的范围内,定向天线的角度是非常重要的,当角度有偏差时,信号就会有很大的影响,甚至会无信号。图3中的信号缺失部分就是因为调节天线角度时,偏差过大,造成无信号状态。

#### 2.2.2 有障碍物的实地远距离测试结果

2008年9月20日在有高楼、树木等障碍物的实地现场测试。MCU和客户端都加装定向天线和信号增益器。在距离1200m处的货运楼下进行测试,信号基本上是处于-55~-67dBm(图4A);在距离1300m的货运楼上的复核室,天线放在复核室窗外,信号基本上是处于-64~-70dBm,信号稳定(图4B)。

#### 2.2.3 无线网卡工作状态测试结果

在上述测试的同时,我们也用系统查看了无线网卡实际工作状态,检测到速度为11Mbps,信号强度为54%,连接质量为30%,连接质量并不是十分

理想(图5)。

通过实地测试我们发现在增加传输距离后,无线网络不稳定,容易受干扰,会影响数据的收发,出现数据丢失现象,无法保证数据收发中所有数据传输一次性完成。为此,我们在通过提高信号强度或者是增加接收的灵敏度来提高无线网络的质量的同时,也将待传数据进一步分割打包后传输,以保证数据传输的完整有效。

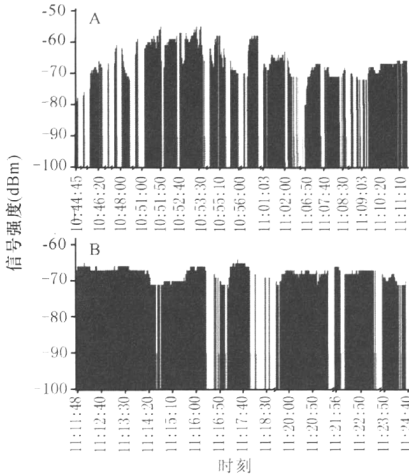


图4 有障碍物地测试数据截屏结果  
A:测试距离 1200m;B:测试距离 1300m。

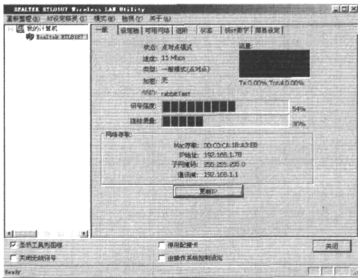


图5 无线网卡工作状态

### 3 关键技术

#### 3.1 提高 WLAN 传输距离的技术

一般情况下,采用基于 802.11b/g 标准的 WLAN 中,使用 Tcp/Ip 协议进行通讯,在数据发送和数据接收端各配一个 2~4dBm 的全向天线,在室外无线的通讯距离为 300m。如果有障碍,通讯距离会缩短。具体的通讯距离由障碍物的大小、介质和障碍物离发送或接收端的距离等因素决定<sup>[6]</sup>。

加大传输距离的有效方法是提高信号发射输出功率和增加接收灵敏度来扩大 WLAN 的通讯距离<sup>[7]</sup>。提高信号发射输出功率,这是一种提高通讯距

离的方法,提高发射功率后,发射的增益会相应提高,信号也增强,因此,信号也可以传输到更远的距离。但是,提高信号的发射输出功率是有限的,在提高信号的发射输出功率的同时本身运行的功率也是有所增加,发热量也会增大。提高信号的发射输出功率也会提高信号的噪声,如果噪声太大,对于另一端的接收也会有影响,如:信号不稳定,数据包丢失等。增加接收灵敏度,可以通过改进接收机的芯片和周围电路或是更换灵敏度更高的天线。显然,后者是比较理想的选择。经过我们实践,将原来使用的全向天线换为定向天线或是将小增益的定向天线换成大增益的,都可以提高 WLAN 的通讯距离。栅栏状抛物面天线是为了扩频通信系统设计生产的,其口面切割与馈源照射方向图相适应,保证天线工作于最佳状态,增益高,作用距离远,结构轻巧,架设方便。

在地形比较复杂时,中间有较大的障碍,在另一端无法收到信号,那可以考虑在障碍上增加中继。采用中继方式,虽然成本上有所增加,但是通讯距离也更远。

#### 3.2 确保无线网络数据安全的技术

当电子衡器设备接入无线网络后,数据的传输方式是开放的,如果不采取保密措施,很可能其他同类设备都可以窃听并且窃取数据。所以,在 WLAN 下数据传输过程的安全是非常重要的。为了保证数据的安全,在基于 802.11 协议组建的无线网络中我们采用加密的 WEP 算法<sup>[2]</sup>来为授权用户提供一种与有线传输等价的服务。这种算法可以有效的克服无线传输(开放空间)所带来的物理上的安全隐患,达到与有线传输一样的安全级别。

当然,WEP 算法只是以物理上数据链路层上的加密,为了让安全性更高,在数据发送前,还可对原始数据进行 RC4 加密。加密后的数据通过无线发送到另一方,那么,另一方要接收数据首先要通过 WEP 的解密,然后取得加密数据,最后,通过软件把加密的数据解密后,才得到真正的计量数据。基于 WLAN 的嵌入式电子衡器数据传输系统经过这两道的加密,安全性将大大提高,对于窃听者要想获取数据的难度大大增加,简单的窃听是无法得到有效数据。

### 4 结束语

基于 WLAN 的嵌入式电子衡器数据传输系统的设计是成功的,系统在 1300m 实际传输距离中,工作正常,达到了预期效果。(下转第 353 页)

个目标,才能进行文件复制;(3)不要在由远程存储管理的卷上创建文件复制服务(FRS)副本集,因为会严重影响性能;(4)不要在 DFS 根目录上启用复制;(5)使用杀毒软件或碎片整理软件会影响文件复制完成。

### 2.3.3 单个服务器负载过大

应用 DFS 优化海量文件型数据时,也会出现单个服务器负载过大的情况。这是因为维持服务器的负载均衡,需要进行服务器信息同步,所以在完成同步计划时,要综合考虑参与服务器的拓扑、可用带宽、可能产生的复制通信量以及分布式文件系统的复制计划是否合理。

### 2.3.4 用户端数据无法及时更新

应用 DFS 优化海量文件型数据时,还会出现单个服务器负载过大的情况。这是因为 DFS 命名空间中可能未包括常用网络共享,这样会导致数据丢失。所以对于那些指向具有时常更改内容目标的链接,应该使用较短的缓存超时值以确保客户端保持有更新的目标列表。

## 3 结束语

柳工在企业的管理运行实践中采用微软的 DFS 这一先进的管理技术,实现了海量文件型数据管理在多网络、多客户端的复杂环境下的优化,并且所管理的数据超过 3TB。这一事实充分说明从企业的实际情况出发,选择并应用合适的技术既能够减

少不必要的管理软件投入,又能够提高企业的管理效率,从而使 IT 管理能够配合企业的管理变革和战略发展,更好的促进企业的发展。但是由于各企业的实际情况有着很大的不同,评估需求也不相同。主要的评估需求基本有:期望随时添加文件服务器或修改文件位置;访问目标的用户分布在一个或多个站点上;大多数用户都需要访问多个目标;通过重新分布目标可以改善服务器的负载平衡状况;用户需要连续地访问目标;组织中有供内部或外部使用的网站。如果某企业或单位对上述评估需求超过 2 个以上,就可以使用 DFS 来优化海量文件数据管理。

### 参考文献:

- [1] Sean Convery. 网络安全体系结构[M]. 北京:人民邮电出版社,2005.
- [2] Rand Morimoto. Windows Server 2003 技术内幕[M]. 刘勇,吴克玲,马玉东,等译. 北京:机械工业出版社,2008.
- [3] Mark minasi, Christa anderson, Michele beveridge. Windows Server 2003 从入门到精通[M]. 马树奇,金燕,译. 北京:电子工业出版社,2004.
- [4] 尚晓航. 网络系统管理:Windows2003 篇[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [5] 李劲. Windows 2003 Server 网络管理手册[M]. 北京:中国青年出版社,2004.

(责任编辑:尹 闯 邓大玉)

(上接第 350 页)

嵌入式电子衡器数据传输系统的设计充分利用了单片机嵌入式系统集成度高、可靠性好、免维护的特点,改善了数据远程传输服务中对恶劣环境的适应能力,降低了生产成本,满足了野外设站、无人值守等应用要求。

本系统可以方便地接入国际互联网,具有成本低、速度快、覆盖面广的特性以及准确性、即时性、完整性及客观性等优点,将极大提高物流企业的工作效率和经济效益,有着广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 王峰,时良平. 无线局域网接入点数据监测的实现[J]. 今日电子,2005(6):36-37.
- [2] 陈凯迪,邱飞岳,林文斌. 嵌入式无线局域网的设计与

实现[J]. 中国有线电视,2004(11):29-31.

- [3] 聂家发. 关于 802.11 协议的研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2004:6-7.
- [4] Connect One Ltd. iChip CO2128[EB/OL]. [2008-09-30]. <http://www.connectone.com/products.asp?id=40&pid=55>.
- [5] 沈静. RC4 算法及其安全性分析[D]. 广州:广州大学,2007:4-5.
- [6] 胡建人,秦会斌,张智丰. 建筑物内 WLAN 远程无障碍通讯技术研究[J]. 仪器仪表学报,2006 27(6):2027-2029.
- [7] D Andre Ladson. 利用综合技术来扩展无线局域网的覆盖范围[J]. 中国科技信息,2006(6):305-306,308.

(责任编辑:邓大玉)