

# 烟叶定级系统的 Zigbee 通信的设计和实现

黄 勇<sup>1</sup>, 郭 兵<sup>1</sup>, 沈 艳<sup>2</sup>, 伍元胜<sup>1</sup>, 刘啸滨<sup>1</sup>

(1. 四川大学 计算机学院, 四川 成都 610065;

2. 成都信息工程学院 控制工程学院, 四川 成都 610225)

**摘 要:**为了实现易于拆装的烟点收烟设备,减少烟点收购线设备之间的有线通信,提出了一种基于 Zigbee 的烟叶定级嵌入式系统。介绍了可选择的几种无线通信方式并简要阐述了 Zigbee 通信协议的优势和关键技术;介绍了组成该系统的各部分硬件的选型、性能及整个系统的工作原理,重点研究了烟叶定级系统与中心节点数据的可靠性传输和 C 语言实现;给出了移植嵌入式 Linux 系统后上电运行信息和发送日志信息。结果表明,该系统方案可行,具有结构简单、可靠性高、实时性好的特点。

**关键词:**嵌入式系统; Zigbee; At91sam9263

**中图分类号:** TP391.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2014)07-0188-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.07.0147

## Design and Implementation of Zigbee Communication in Tobacco Grading Embedded System

HUANG Yong<sup>1</sup>, GUO Bing<sup>1</sup>, SHEN Yan<sup>2</sup>, WU Yuan-sheng<sup>1</sup>, LIU Xiao-bin<sup>1</sup>

(1. Department of Computer, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. College of Control Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** A Zigbee-based tobacco grading embedded systems is proposed in order to achieve easy installation of the devices and reduce wired communication lines between each device in the station for purchasing tobacco. Introduce several selectable wireless communication way and describe the overview of Zigbee and its advantage. The hardware composition and performance for the system and the working principle of the whole system are presented, highlighting the data transmission and C language realization between center node and tobacco grading system. Give the running information and content of the send\_log after transplanting the embedded Linux. The result of the experiment shows that the scheme is feasible, and has the advantages of simple structure, high reliability and good real-time.

**Key words:** embedded system; Zigbee; At91sam9263

## 0 引 言

传统的烟叶收购采用人工方式,效率较低,考虑到烟叶收购人员收购效率,近年来国家烟叶收购自动化越发普及。烟叶收购设备包括烟农排号系统、交烟刷卡系统、烟叶定级系统、烟叶磅码系统和确认交烟系统,五个系统形成烟叶收购点流水线。其中,烟叶定级系统负责采集定级人员对交售的烟叶输入的定级数据,检验定级数据是否符合规定并发送数据至烟叶收购中心节点(以下简称中心节点),是整套烟叶收购设

备重要的一环。

烟叶定级系统的通信方式的选择和设计是烟叶定级系统研究的重点,其通信方式大体可分为有线传输方式和无线传输方式两大类。有线的通信方式主要包括串口线(RS485)传输、现场总线传输、电话线传输等。无线的通信方式主要包括 WIFI、蓝牙和 Zigbee 等<sup>[1-2]</sup>。其中,Zigbee 是以 IEEE 802.15.4<sup>[3]</sup> 标准为基础发展起来的,是一种具有低功耗、低成本、低传输速率、高保密性、时延短等特点的双向无线通信技术,工作于免费申请免费使用的 2.4 GHz 频段,其 PHY 层和

**收稿日期:** 2013-09-10

**修回日期:** 2013-12-18

**网络出版时间:** 2014-04-24

**基金项目:** 国家自然科学基金重点项目(61332001); 国家自然科学基金资助项目(61272104, 61073045); 四川省杰出青年科技基金(2010JQ0011)

**作者简介:** 黄 勇(1988-),男,硕士研究生,研究方向为嵌入式实时系统;郭 兵,博士后,教授,研究方向为 RTOS、嵌入式软件开发、SoC 芯片等。

**网络出版地址:** <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140424.0407.038.html>

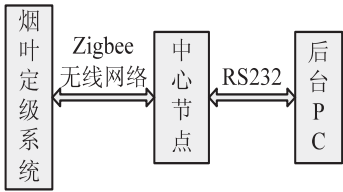
MAC 层协议为 IEEE 802. 15. 4 协议标准,网络层由 Zigbee 技术联盟制定,应用层的开发根据用户自身的应用需要对其进行开发利用<sup>[4-6]</sup>。在组网性能上 Zigbee 设备可按照星形或点对点方式来构造网络,在由 Zigbee 组成的无线网络内,连接地址码分为 16 bit 短地址或 64 bit 长地址,可容纳的最大设备个数分别为 2 个和 2 蚪个,因此具有较大的网络容量。在无线通信技术上采用免冲突多载波信道接入方式,有效避免了无线电载波之间的冲突<sup>[7-10]</sup>,适合无收烟设备的要求。

基于烟叶定级设备与中心节点的通信距离短,数据可靠性传输要求高这两个因素和 Zigbee 的上述特点,文中提出一种基于 Zigbee 的烟叶定级系统。

1 系统组成及工作原理

文中采用的 Zigbee 模块为 SZ05-ADV 模块,该模块将来自烟叶收购中心节点的数据接收之后,通过串口(TX)输出到 CPU 的串口 1(RX)进行处理。反之,CPU 将待发送的烟草等级数据写至串口(TX),然后经由 Zigbee 模块将数据发送到中心节点。

该烟叶定级系统采用三级数据传输方案<sup>[11]</sup>,如图 1 所示。



烟叶定级系统负责数据采集与等级数据规范性检测,之后通过 Zigbee 模块将数据发送至中心节点模块,中心节点接收相关数据并把相关内容显示在 LCD 上,同时通过串口传输至后台 PC 机。Zigbee 的组网方式选择星型,节点类型设置为终端节点。相应的,中心节点的 Zigbee 模块的组网方式同为星型,节点类型设置为中心节点。

由于系统利用 Zigbee 技术实现数据交互,所以设计的重点是烟叶定级系统和中心节点,这两者之间的通信方式采用 Zigbee 技术。

定级系统的工作过程为:键值处理芯片 zlg7290 采集矩阵键盘输入的键值,通过 I2C 总线传送给主控模块,主控模块接收数据,完成数据处理工作,最后将要传送给中心节点的写入串口设备,通过 Zigbee 模块 SZ05-ADV 发送到中心节点,如图 2 所示。

图中 Zigbee 通信模块负责烟叶定级系统与烟叶收购中心节点的无线数据通信,烟叶定级系统通过向串口写定级数据,将读取的烟叶等级信息传送给中心节点。

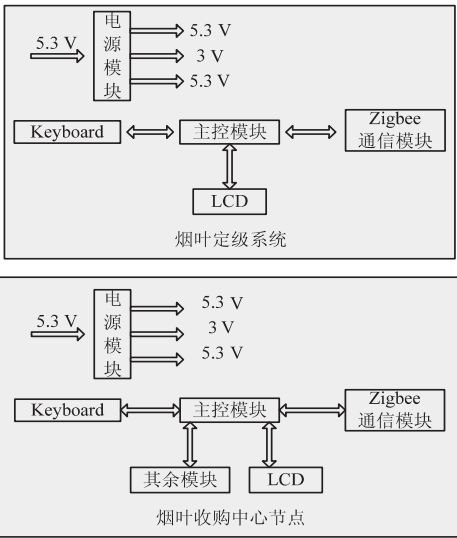
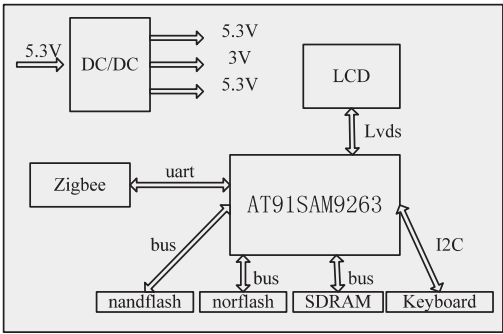


图 2 中心节点与烟叶定级系统数据交互图

2 系统硬件设计

烟叶定级系统涉及烟叶等级的输入,烟叶等级数据的传输和显示。依据上述要实现的功能,加上必须的电源模块、CPU 模块和存储模块,完成芯片的选型。烟叶定级系统的硬件结构如图 3 所示。



如图 3 所示,烟叶定级系统由电源转换模块、键盘模块、主控模块、LCD 模块、Zigbee 模块组成。主控模块选择 Atmel 公司的 AT91SAM9263<sup>[12]</sup> 芯片,等级输入键盘采用 8 \* 8 矩阵键盘,选择 zlg7290 芯片作为处理输入键值的芯片,LCD 采用 4.3 寸 LCD 液晶显示屏,电源转换模块接输出为 12 V 的电源适配器,Zigbee 部分采用 SZ05-ADV 芯片<sup>[13-14]</sup>。

其中 Zigbee 模块 SZ05-ADV 引脚如图 4 所示。

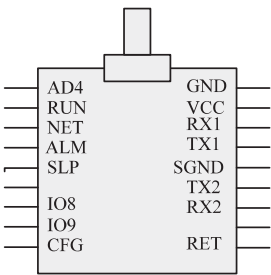


图 4 SZ05-ADV 模块引脚图

如图 4 所示,输出引脚 RUN,NET,ALM 接 LED 灯指示 Zigbee 模块工作状态,输入引脚 SLP,CFG 分别实现 Zigbee 休眠和配置,串口 1 和串口 2 对应 TTL 电平和 RS232/485 电平的串口,RX 接 CPU 的 TX,TX 接 CPU 的 RX。

3 系统软件设计

软件由 Bootloader,OS,驱动程序,应用程序等几个模块组成。

软件各模块简介如下:  
1) Bootloader 和 OS: Bootloader 为 bootstrap (nor-flash 启动),OS 采用嵌入式 Linux 2.6.30。

2) 驱动程序: LCD 控制模块及 LCD 屏幕驱动,键盘驱动模块,Zigbee 配置模块。

3) 应用程序: 由于应用程序涉及的烟草业务逻辑较多,比较繁琐,所以此处只介绍其中关于 Zigbee 通信的部分。

(1) 打开驱动模块生成的/dev/zlg7070key 字符设备文件,获取用户输入的键值。此函数为简单的读写文件函数,不做介绍。

(2) 定义文件描述符,设置 Zigbee 对应的串口的参数,打开串口。代码如下:

```
Int zigbee;
Void zigbee_open(void)
{
    zigbee = uartinit ( DEVICE, O _ RDWR | O _ NOCTTY,
BAUDRATE,3,SERIALNORMAL,&newtio,&oldtio);
    if( zigbee == -1 )
    {
        printf( " ERROR:% s\n",strerror( errno));
        exit(1);
    }
}
```

(3) 从定级键盘读到的键值将被送入一个已定义的全局结构体变量数组 levels[ ] 以便其他函数对其进行处理。由于数据处理的代码涉及具体业务流程,较繁琐,此处只给出发送处理后的等级数据的函数。

因为发送数据来自全局结构体变量数组,发送也只是将数据写入 Zigbee 所对应的串口,所以该函数的输入输出都为空。代码中的 write\_exact( ) 函数是 write( ) 函数的封装,功能是将等级数据确实写入串口。发送数据的格式如图 5 所示。

Device_Type	Cmd	Data_Length	Data
-------------	-----	-------------	------

图 5 发送数据格式

发送数据之前对数据做了编码处理,编码过程为对发送数据的每 4 bit 添 01,其目的是防止数据出现连

续 0 电平和连续 1 电平的情况。

发送函数代码如下:

```
void send_to_cnode(void)
{
    int i,j,sd_length;FILE * fp;
    unsigned char * buf_head, * buf_body;
    unsigned char tmp;
    unsigned char *
data_after_encoding;
    unsigned char raw_length;
    i = count_sendlev( );
    /* 计算原始数据长度 */
    raw_length = ws->sfirst_line+
ws->current_curse+1-i;
    /* 分配空间 */
    buf_head = ( unsignedchar * ) malloc( sizeof( char ) * 3 );
    if( buf_head == NULL)
        printf( " malloc buf_body error\n" );
    buf_body = ( unsigned char * ) Malloc( sizeof( char ) * raw_
length);
    if( buf_body == NULL)
        printf( " malloc buf_body error\n" );
    for(i,j=0;i<=ws->sfirst_line+ws->current_curse;i++,j++)
    {
        tmp = string2hex( levels[ i ]->print_lev );
        buf_body[j] = tmp;
    }
    /* 创建发送日志文档以便验证发送是否成功 */
    fp = fopen( " send_log. txt" , " w" );
    fprintf( fp, " raw data: \n" );
    fflush( fp );
    for( i=0;i<raw_length;i++)
    {
        fprintf( fp, " % x" ,buf_body[ i ] );
        if( ( i% 10 == 0) &&( i! = 0))
            fprintf( fp, " \n" );
    }
    sd_length = get_encode_mem ( &data_after_encoding, raw_
length);
    /* 发送数据编码 */
    zig_encoding( buf_body, ( int ) raw_length, data_after_enco-
ding,sd_length);
    fprintf( fp, " ready to send data: \n" );
    for(i=0;i<sd_length;i++)
    {
        fprintf( fp, " % x" ,data_after_encoding[ i ] );
        if( ( i% 10 == 0) &&( i! = 0))
            fprintf( fp, " \n" );
    }
    fprintf( fp, " \n" );
    buf_head_init( buf_head,sd_length);
```

```
/* 发送头部,包括 Device_Type, Cmd, Data_length 三个字
段 */
if( write_exact( zigbee, buf_head, 3) == 3)
{
    fprintf( fp, " write buf head success\n" );
}
/* 写串口,发送数据 Data 字段 */
if( write_exact( zigbee, data_after_encoding, sd_length) == sd
_length)
{
    fprintf( fp, " write %d data after encoding success\n", sd_
length);
    fflush( fp);
}
free( buf_head ); free( buf_body ); free( data_after_encoding );
}
```

4 实验结论

1) 利用 Atmel 官方提供的烧写软件 SAM-BA-v2.10 将制作好的 bootstrap, 嵌入式 Linux 操作系统和 ubifs 类型的文件系统分别烧写至 norflash 与 nand-flash。通过 minicom 串口工具查看上电启动后的终端信息, 输入 PS 命令查看当前运行的进程, 系统启动之后先运行 Shell 程序, 之后是字符编码转换程序, 最后运行/my\_bin/DingJi\_1 烟草定级业务处理程序。

2) 模拟烟叶定级过程: 从键盘输入烟叶等级信息, 然后发送给烟叶收购中心节点。查看发送日志文件: 未经编码的原始数据 (raw data) 为: 1a, 25, b, 1a, 1a。编码之后的数据为: 16, 92, 55, 6, d1, 69, 16, 90。发送过程和发送日志的创建已由上面代码贴出。

实验表明, 该设计满足项目需求, 可以支持烟叶定级系统与中心节点之间数据的可靠传输。

参考文献:

[1] Lee Jin-Shyan, Su Yuwei, Shen Chung-Chou. A comparative study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi[C]//Proceedings of the 33rd annual conference of the IEEE industrial electronics society. Taipei: IEEE, 2007:46-51.

[2] Baker N. ZigBee and Bluetooth strengths and weaknesses for industrial applications[J]. Journal of Computing & Control Engineering, 2005, 16(2):20-25.

[3] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)[S]. New York:IEEE Press, 2003.

[4] 潘永平, 黄道平, 孙宗海. 欠驱动船舶航迹 Backstepping 自适应模糊控制[J]. 控制理论与应用, 2011, 28(7):907-914.

[5] 陈学松, 杨宜民. 基于执行器一评价器学习的自适应 PID 控制[J]. 控制理论与应用, 2011, 28(8):1187-1192.

[6] 莫巨华, 黄敏, 王兴伟. 基于模糊控制的拉式策略在装配生产控制中的应用[J]. 自动化学报, 2011, 37(1):118-123.

[7] 陈在平. 现场总线及工业控制网络技术[M]. 北京:电子工业出版社, 2008.

[8] 洪春跃, 金姝, 金建祥, 等. CAN 总线设备在 DCS 中的应用[J]. 自动化仪表, 2010, 31(11):41-43.

[9] 黄文君, 谢东凯, 卢山, 等. 一种高可用性的冗余工业实时以太网设计[J]. 仪器仪表学报, 2010, 31(3):704-708.

[10] Baronti P, Pillai P, Chook V W C, et al. Wireless sensor networks: a survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards[J]. Computer Communications, 2007, 30(7):1655-1695.

[11] 鲍卫兵, 陈伟杰, 朱向军. 基于 ZigBee 的无线抄表系统的设计与实现[J]. 工业仪表与自动化装置, 2013(2):34-37.

[12] 姚文俊, 裴焕斗. 基于 AT91SAM9263 的嵌入式系统启动过程分析[J]. 电子世界, 2011(10):11-13.

[13] 张晓林, 崔迎帅. 嵌入式系统设计与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2006.

[14] 闫胜利. Altium Designer 实用宝典-原理图与 PCB 设计[M]. 北京:电子工业出版社, 2007.

+++++

(上接第 187 页)

[8] 王从书, 王炳和. 一种基于顺序定向 RTS 发射的 Ad Hoc MAC 协议[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(27):115-118.

[9] Korakis T, Jakllari G, Tassiuals L. A MAC protocol for full exploitation of directional antennas in ad-hoc wireless networks[C]//Proc of MobiHoc. New York, NY, USA: ACM, 2003:98-107.

[10] Ramanathan R, Redi J, Santivanez C, et al. Ad hoc networking with directional antennas: a complete system solution[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2005, 23(3):496-506.

[11] 王杉, 张旭东, 魏急波, 等. 定向天线在 Ad Hoc 网络中的设计与应用[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(21):99-102.

[12] 张登银, 沈邵帅. Ad Hoc 网络路由协议仿真分析[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(8):23-26.

[13] 赵寰, 全厚德. 低速 Ad Hoc 网络多信道接入协议设计[J]. 计算机工程, 2010, 36(18):91-94.

[14] Yi S, Pei Y, Kalyanaraman S. On the capacity improvement of ad hoc wireless networks using directional antennas[C]//Proc of MobiHoc. New York, NY, USA: ACM, 2003:108-116.

作者：[黄勇](#)，[郭兵](#)，[沈艳](#)，[伍元胜](#)，[刘啸滨](#)，[HUANG Yong](#)，[GUO Bing](#)，[SHEN Yan](#)，[WU Yuan-sheng](#)，[LIU Xiao-bin](#)  
作者单位：[黄勇, 郭兵, 伍元胜, 刘啸滨, HUANG Yong, GUO Bing, WU Yuan-sheng, LIU Xiao-bin\(四川大学计算机学院, 四川 成都, 610065\)](#)，[沈艳, SHEN Yan\(成都信息工程学院 控制工程学院, 四川成都, 610225\)](#)  
刊名：[计算机技术与发展](#)  
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)  
年，卷(期)：2014(7)

参考文献(14条)

1. [Lee Jin-Shyan; Su Yuwei; Shen Chung-Chou](#) [A compara-tive study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi](#) 2007

2. [Baker N](#) [ZigBee and Bluetooth strengths and weaknesses for industrial applications](#) 2005(02)

3. [Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc](#) [Wireless Medium Access Control \(MAC\) and Physical Layer \(PHY\) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Net-works \(LR-WPANs\)](#) 2003

4. [潘永平; 黄道平; 孙宗海](#) [欠驱动船舶航迹Backstepping自适应模糊控制](#) 2011(07)

5. [陈学松; 杨宜民](#) [基于执行器—评价器学习的自适应PID控制](#) 2011(08)

6. [莫巨华; 黄敏; 王兴伟](#) [基于模糊控制的拉式策略在装配生产控制中的应用](#) 2011(01)

7. [陈在平](#) [现场总线及工业控制网络技术](#) 2008

8. [洪春跃; 金姝; 金建祥](#) [CAN总线设备在DCS中的应用](#) 2010(11)

9. [黄文君; 谢东凯; 卢山](#) [一种高可用性的冗余工业实时以太网设计](#) 2010(03)

10. [Baronti P; Pillai P; Chook V W C](#) [Wireless sensor net-works: a survey on the state of the art and the 802. 15. 4 and ZigBee standards](#) 2007(07)

11. [鲍卫兵; 陈伟杰; 朱向军](#) [基于ZigBee的无线抄表系统的设计与实现](#) 2013(02)

12. [姚文俊; 裴焕斗](#) [基于AT91SAM9263 的嵌入式系统启动过程分析](#) 2011(10)

13. [张晓林; 崔迎炜](#) [嵌入式系统设计与实践](#) 2006

14. [闫胜利](#) [Altium Designer 实用宝典-原理图与 PCB 设计](#) 2007

引用本文格式：[黄勇. 郭兵. 沈艳. 伍元胜. 刘啸滨. HUANG Yong. GUO Bing. SHEN Yan. WU Yuan-sheng. LIU Xiao-bin](#)  
[烟叶定级系统的Zigbee通信的设计和实现](#) [期刊论文] - [计算机技术与发展](#) 2014(7)