

基于 ZigBee 的绕线机系统的应用与研究^①

顾约翰, 何通能, 李荣佳

(浙江工业大学 信息工程学院, 杭州 310023)

摘 要: 绕线机的数量过多, 导致了监控与管理的不便, 为了改善绕线机的监控与管理, 利用 ZigBee 技术在绕线机上实现了远程监控. 完成了绕线机上 ZigBee 模块的软硬件设计, 实现了系统参数, 产品个数, 故障信息等相关信息的传输. 经过试验, 可以有 20 台绕线机同时运行, 终端节点每隔 1s 往协调器传输数据, 协调器节点每隔 1s 将绕线机上采集到的数据发送到 PC 终端. 这样就大大方便了管理人员的远程监控和管理.

关键词: ZigBee; 绕线机; 数据传输; 远程监控

Applications and Research of Monitoring System for Winding Machines Based on ZigBee

GU Yue-Han, HE Tong-Neng, LI Rong-Jia

(College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: There are too many winding machines, which led to the inconvenience of monitoring and management. In order to improve the efficiency monitoring and management of winding machines, the ZigBee technology was used in the winding machines. We had completed the design of the software and hardware about ZigBee module which was used in winding machines. This module could transmit the system parameters, the number of products, fault information and other related information. After testing, There are 20 winding machine running at the same time. End device sent data to coordinator every 1s. Coordinator node sent the data which collected from winding machine to the PC terminal every 1s. After that, manager had greatly facilitated the remote management and monitoring.

Key words: ZigBee; winding machine; data transmission; remote monitoring

在传统的工业控制系统中, 采用的是有线连接整个工业系统, 然后通过 PC 监控整个工业系统的运作, 这样做的弊端很明显, 当你的系统很大的时候, 可能需要很多的线, 这会导致线路复杂, 当系统需要移动的时候, 大量的线也会给我们造成很大的困扰. 这个缺点在我们的绕线机系统上同样明显, 绕线机是一种在磁环上绕线圈的机器, 当厂家开始批量生产磁环的时候, 可能会需要几十台甚至几百台机器进行大量的生产, 但是管理者又希望能够远程了解到各个机器的运行情况, 生产磁环的个数, 单个磁环生产的时间, 故障情况等等, 这个时候如果通过有线网络来传输数据, 需要几十甚至几百条网线, 会造成布线繁琐, 效率低下, 走动不便等问题. 如果能够采用 ZigBee 技术来传输我们所需要的信息, 将会大大减少网线的数量, 增加机器的可移动性^[1-5].

1 监控系统的基本结构

1.1 系统整体框架

根据我们绕线机系统的特点和需求, ZigBee 在绕线机上的应用, 如图 1 所示. 绕线机检测系统由无线传感器节点和 PC 构成. 根据硬件结构的不同, 节点分别为检测节点和传输节点. 系统运行的时候, 各个终端节点周期性的进行数据的采集, 采集绕线机当前生产产品的个数, 生产每个所需要的时间, 将采集到的数据通过最优路径发送到协调器节点, 协调器节点负责整个网络的初始化和运行, 协调和管理网络, 控制路由节点, 并通过串口将数据发送到 PC 平台, 由 PC 平台进行监控. 当绕线机突然发生报错的时候, 产生硬件中断, 系统解除休眠状态, 将数据立刻发送到协调器节点. 在 PC 机上收到周期性的数据后, 可以对数

^① 收稿时间:2013-01-09;收到修改稿时间:2013-02-25

据进行显示, 查询, 管理^[6].

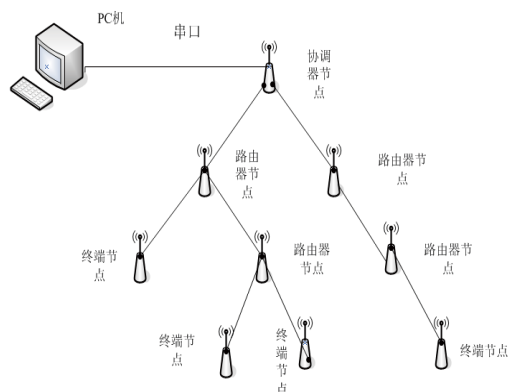


图 1 系统总体结构框图

1.2 通信协议的选择

目前常用的无线通信协议有蓝牙, IEEE802.11b, ZigBee 等, 在工业上应用比价广泛的是蓝牙和 ZigBee, 但是从多方面考虑过后我们决定采用 Zigbee.

ZigBee 的系统复杂性要远小于蓝牙的系统复杂性. 这可以从它们的协议栈的参考模型中看出. 蓝牙协议栈相对来说复杂, 它需要系统资源大概为 250Kb; ZigBee 协议栈简单, 实现相对容易开发, 需要的系统资源也相对较少, 据估计运行 ZigBee 需要系统资源约 28Kb^[7].

由于我们在绕线机上应用的时候对数据的安全性要求不高, 我们可以选择成本和功耗更低的 ZigBee 而非蓝牙.

一个网络必须有一个协调器, 他必须是 FFD, 其他终端设备可以使 RFD, 也可以使 RFD, RFD 的价格相对 FFD 要便宜的多, 占用的资源很少, 网络成本相对蓝牙来说低很多. 但是当需要路由器的时候, 路由器也必须是 FFD^[8].

综上所述, 我们选择 ZigBee 而非蓝牙作为我们的通信协议.

2 网络节点功能模块设计

本文主要对树状网络进行了设计, 由一个协调器和若干个路由器及在终端节点组成.

本系统采用 CC2530 芯片, CC2530 是 TI 公司在 2.4G 频段推出的第二代支持 IEEE 802.15.4/Zigbee 协议的片上系统芯片. 结合了领先的 RF 收发器的优良性能, 业界标准的增强型 8051CPU, 系统内可编程闪

存, 8-KB RAM 和许多其他强大的功能. CC2530 有四种不同的闪存版本: CC2530F32/64/128/256, 分别具有 32/64/128/256KB 的闪存. CC2530 具有不同的运行模式, 使得它尤其适应超低功耗要求的系统. 运行模式之间的转换时间短进一步确保了低能源消耗^[9].

CC2530 的应用比较简单, 只需要少数的外围电路即可. 因为 CC2530 本身带有射频功能, 所以普通小功率的网络节点的设计是不需要带射频芯片的, 只需要外接一些简单的外围电路即可实现射频功能. 如图 2.

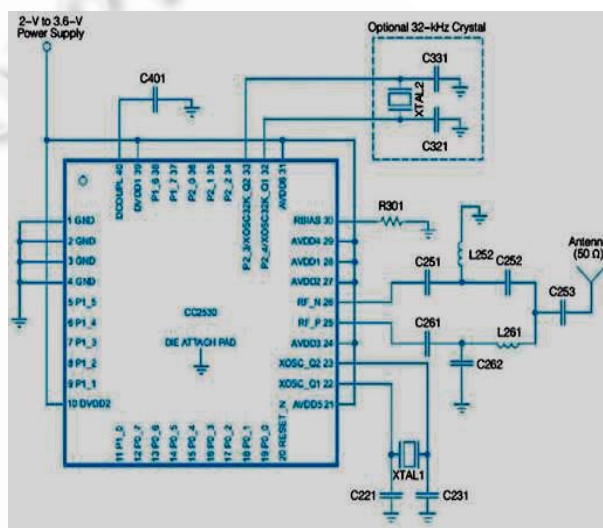


图 2 CC2530 的基本应用

2.1 协调器和路由节点功能模块

如图 3 所示, 本文的协调器和路由器主要包括: CC2530 数据处理模块, LCD 模块, LED 模块, 键盘模块, 串口模块, 电源模块组成. CC2530 主要负责节点数据的处理, 任务管理. 串口模块主要是为了和 PC 机相连, 将数据传送到 PC 机. LED 是为了显示网络是否连接成功, 数据是否正在发送等状况. 协调器一般由于是整个网络的中心, 功耗较大, 一般采用交流供电^[10].

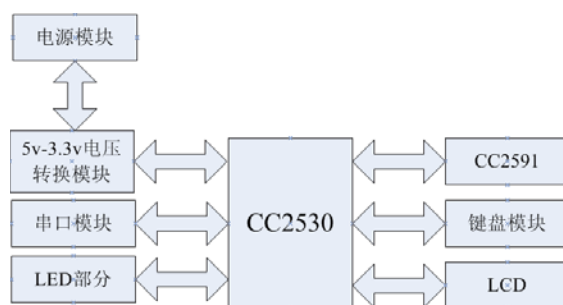


图 3 协调器和路由器模块

2.2 终端模块

如图 4 所示，终端模块主要由 CC2530 数据处理模块，LCD 模块，LED 模块，键盘模块，串口模块，电源模块组成。串口模块是为了从绕线机的上位机把数据传送到 CC2530 数据处理模块。从而采集到绕线机的相关数据。由于终端节点的低功耗，因此终端节点采用两节电池实现。

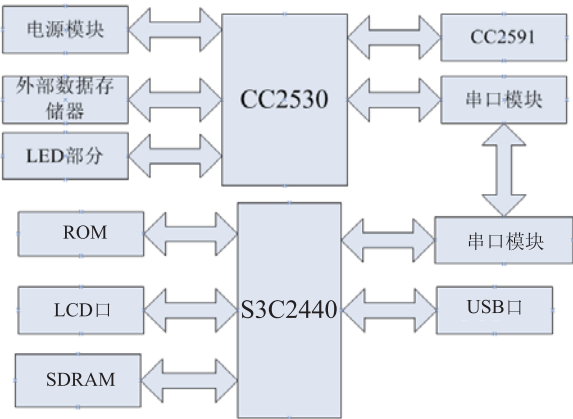


图 4 终端模块

3 软件功能设计

软件设计主要分为两部分，ZigBee 模块的软件设计和 PC 平台的应用程序编写。

PC 平台的应用程序，主要基于 C# 编写，在 windows 平台下应用 C# 编写终端界面程序，能够生产产品的数量，故障记录，产品参数以及能够输入产品参数直接对绕线机进行设置。

ZigBee 模块的软件设计主要是基于 Z-stack 协议栈。Z-stack 协议栈已经将 ZigBee 功能全部体现，用户只需要在应用层编写自己的应用程序，来适应一个新的项目的需要。在 Z-Stack 协议栈初始化结束后，就开始运行 OSAL 操作系统。OSAL 采用轮询机制，当有事件的时候，系统被唤醒，开始查询和处理事件，处理完成后，系统回到低功耗模式。当多个事件同时发生的时候，根据优先级，从高到低，逐个处理。

协调器的主要两大功能是：建立网络和进行网络管理。ZigBee 协调器主要负责建立 ZigBee 网络。整个 ZigBee 网络由协调器组建，各个绕线机上的 ZigBee 模块作为终端节点通过绑定的方式加入协调器建立的网络，并进行初始化，处理任务消息，传输数据等^[11]。流程如下。

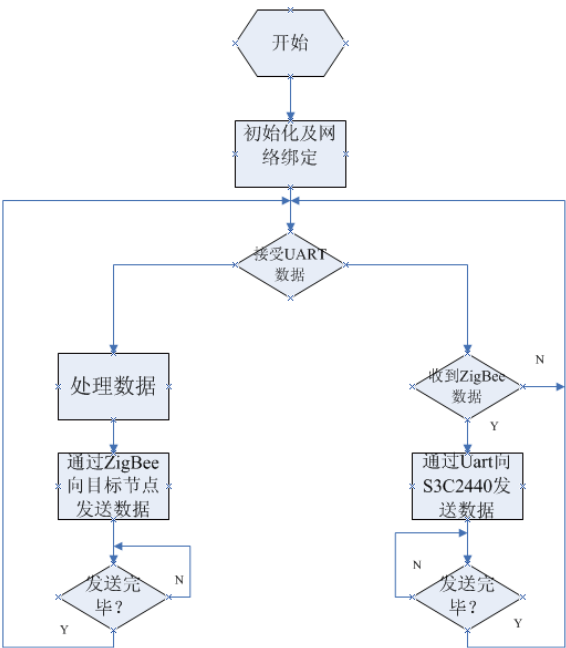


图 5 ZigBee 模块软件

(1) 网络的建立

(2) 系统的任务添加

```
const pTaskEventHandlerFn tasksArr[] = {
    macEventLoop,
    nwk_event_loop,
    Hal_ProcessEvent,
    #if defined( MT_TASK )
        MT_ProcessEvent,
    #endif
    APS_event_loop,
    #if defined ( ZIGBEE_FRAGMENTATION )
        APSF_ProcessEvent,
    #endif
    ZDApp_event_loop,
    #if defined ( ZIGBEE_FREQ_AGILITY ) || defined
( ZIGBEE_PANID_CONFLICT )
        ZDNwkMgr_event_loop,
    #endif
    GenericApp_ProcessEvent
};
```

(3) 任务初始化

osal_init_system();

(4) 绑定请求

ZDP_EndDeviceBindReq

```
(
&dstAddr,
NLME_GetShortAddr(),
GenericApp_epDesc.endPoint,
GENERICAPP_PROFID,
GENERICAPP_MAX_CLUSTERS,
(cId_t*)GenericApp_ClusterList,
GENERICAPP_MAX_CLUSTERS,
(cId_t *)GenericApp_ClusterList,
FALSE
);
```

此处发起绑定请求, 等待其他节点应答, 而如果一个节点同样发出了绑定请求, 则本节点收到一个 End_Device_Bind_rsp 的信息, 并在 SerialApp_ProcessZDOMsgs 函数中进行了处理, 如下代码:

```
GenericApp_ProcessZDOMsgs( zdoIncomingMsg_t
*inMsg )
{
switch ( inMsg->clusterID )
{
case End_Device_Bind_rsp:
if ( ZDO_ParseBindRsp( inMsg ) == ZSuccess )
{
// Light LED
HalLedSet( HAL_LED_4,
HAL_LED_MODE_ON );
}
break;
...
}
}
```

则绑定成功。

(5) 数据发送

```
if (
AF_DataRequest(
&GenericApp_DstAddr, &GenericApp_epDesc,
GENERICAPP_CLUSTERID,
(byte)osal_strlen( theMessageData ) + 1,
(byte*)&theMessageData,
&GenericApp_TransID,
AF_DISCV_ROUTE, AF_DEFAULT_RADIUS)
==afStatus_SUCCESS )
{
```

```
// Successfully requested to be sent.
```

```
}
```

(6) 数据接收

协调器和路由器节点从空中捕获到信号后, 在应用层上首先收到信息的就是 SerialApp_ProcessEvent 这个函数了, 它收到一个 AF_INCOMING_MSG_CMD 的事件, 并通知 SerialApp_ProcessMSGCmd, 执行以下代码

```
switch ( pkt->clusterId )
{
// A message with a serial data block to be
transmitted on the serial port.
case SERIALAPP_CLUSTERID1:
... ..
// Transmit the data on the serial port.
if ( HalUARTWrite( SERIAL_APP_PORT,
pkt->cmd.Data+1, (pkt->cmd.DataLength-1) ) )
{
// Save for next incoming
message
SerialApp_RxSeq = seqnb;
stat = OTA_SUCCESS;
}
}
```

(7) 退出网络

采用 C#编写 PC 终端平台的应用程序, 管理者在办公室能够通过 PC 终端观察机器的运行状况, 同时可以远程控制机器。

图 6 为 PC 控制终端显示的界面设计, 主要包括统计故障的读取, 参数的读取和设置, 生产个数的统计。图 7 为车间 1 的产品数量的统计, 1 号表示车间的 1 号机器, a1~a5 表示 a1 到 a5 五种产品类型的产量统计。图 8 为各台机器的故障情况的统计。

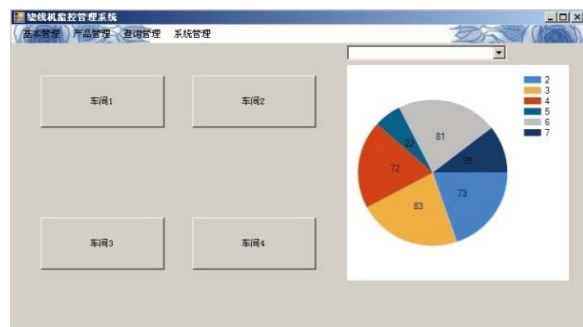


图 6 PC 控制终端界面

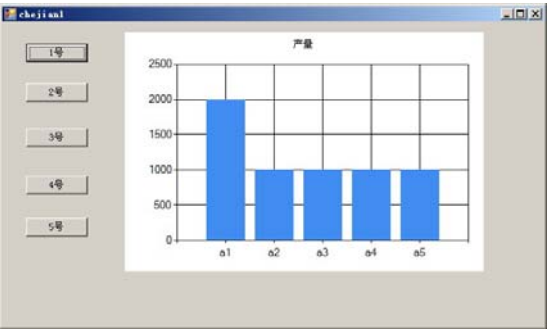


图 7 车间 1 的产品数量的统计

ID	机器号	故障信息	时间
4	1号	2工位针电机故障	2012-6-27
5	2号	0工位物料故障	2012-6-28
6	1号	1工位接线电...	2012-6-20
8	1号	3工位无料故障	2012-7-3 15:21
9	1号	3工位无料故障	2012-7-3 15:24
*			

图 8 故障情况

4 结论

本文设计了以 CC2530 为核心, 应用于绕线机上的 ZigBee 模块. 通过 ZigBee 无线通信方式, 将绕线机上的运行参数, 故障统计, 生产产品数量的统计. 并且通过 PC 终端对绕线机进行参数设置. 极大地方便了绕线机的监控和控制, 为管理者的监控提供了便利, 也便于统计绕线机生产的总个数, 大大加强了工作的效率.

参考文献

1 韩华峰,杜克明,孙忠富,等.基于 ZigBee 网络的温室环境远程监控系统设计与应用.农业工程学报,2009,25(7): 158-163.

2 江修波.ZigBee 技术及其应用.低压电器,2005(7):27-29,33.

3 方智文,邓启平,蒋良兵,等.基于 zigbee 的矿井人员管理系统设计.中国科技财富,2011(22):199.

4 冯军,宁志刚,阳璞琼,等.基于 ZigBee 的无线抄表系统设计.电力自动化设备,2010,30(8):108-111.

5 Yao XL, Hu NL, Li GQ, Chen DG. Research on mining energy measurement system based on the ZigBee. Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2012 IEEE 3rd International Conference, 2012, 6: 488-491.

6 王风.基于 CC2530 的 ZigBee 无线传感器网络的设计与实现[学位论文].西安:西安电子科技大学,2012.

7 金纯,蒋小宇,罗祖秋,等.ZigBee 与蓝牙的分析与比较.信息技术与标准化,2004,(6):17-20.

8 Higuera J, Kartsakli E, Valenzuela JL, Alonso L, Laya A, Martinez R, Aguilar A. Experimental Study of Bluetooth, ZigBee and IEEE 802.15.4 Technologies on Board High-Speed Trains. Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2012 IEEE 75th, 2012: 1-5.

9 章伟聪,俞新武,李忠成,等.基于 CC2530 及 Ziee 协议栈设计无线网络传感器节点.计算机系统应用,2011,20(7):184-187,120.

10 刘广亚,姚善化.基于 ARM9 和 ZigBee 的矿井机车运输监控系统的设计.矿山机械,2012,40(1):28-31.

11 王春,廖映华,刘高君,等.基于 ZigBee 和 CAN 总线多焊机群控系统的设计.焊接技术,2012,41(1):34-36.

(上接第 87 页)

Images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,2002,24(5):696-706.

8 Lee DS, Kim SD, Lee DW, Yoo J. 3D world space recognition system using stereo camera. Proc. of KSBE Fall Conference, 2008: 215-218.

9 Son HS, Seo IK, Kim JH, Yun TS, Lee DH. A Study on Development of Arcade Game based Gesture Recognition.

Proc. of South Korea Entertainment Society, 2010,13(2): 330-333.

10 Ko MS, Lee KH, Kim CW, Ahn JH, Kim IJ. An Implementation of User Interface Using Vision-based Gesture Recognition. Proc. of South Korea Computer Comprehensive Academic Conference, 2008, 35 (1): 507-509.