

基于ZigBee无线传感器网络的智能仓储节点设计

战美玲 杨济民 徐进飞 李腆腆 刘婷
(山东师范大学 物理与电子科学学院)

摘要: 针对传统仓储管理自动化程度不高、人工依赖性等问题,提出一种基于ZigBee技术的智能仓储管理。文章给出了协调器节点及终端节点的硬件框图及主要软件运行流程,并对节点的能耗进行分析,实现对仓储温度、湿度等环境参数进行无线传输和实时监测的设计。

关键词: 智能仓储; Z Stack; CC2530; 能耗

The Node Design of ZigBee Wireless Sensor Networks Based Intelligent Warehousing

Zhan Meiling Yang Jimin Xu Jinfei Li Tiantian Liu Ting

(College of Physics and Electronics, Shandong Normal University, Jinan, Shandong)

Abstract: In view of the issues of low level automation and artificial dependency in traditional warehouse management, an intelligent warehouse management based on ZigBee technology is proposed. This paper introduces the hardware composition and main software operating flow about the coordinator node and terminal nodes, and analyses the energy consumption of the nodes, so as to realize the wireless transmission and the real-time monitoring for warehouse's environmental parameters, such as temperature, humidity and so on.

Key words: intelligent warehousing; Z Stack; CC2530; energy consumption

0 引言

随着现代物流业和供应链管理理念的不断发展,仓储管理在物流管理中的重要性日益提高,仓储管理已成为物流管理的核心部分和关键环节^[1]。目前我国仓储管理存在自动化程度不高、人工依赖性强等诸多问题,降低了仓储管理的效率。本文设计了一种基于ZigBee无线传感器网络的智能仓储系统,在原有仓储系统的基础上引入ZigBee技术,利用无线传感器节点能耗低、网络容量大、成本低的特点,在仓储区域内让其自组织构成智能测控网络^[2]。这样能够有效地解决传统仓储存在的各种问题,同时还能够对温度、湿度等环境参数进行实时监测,从而构建了智能化的仓储环境监测系统。

1 系统方案设计

为了保证系统的可靠运行,必须选择合适的网络拓扑结构。由于本仓储系统节点有限,节点位置较为固定,因而采用了节点易于扩充、寻找路径比较方便的树型结构。树型结构由网络协调器、路由器、终端设备组成,其中网络协调器通过串口与PC机相连,主要负责网络的建立、发送PC机的指令和接收节点的数据,并将接收的数据发送给PC机^[3]。路由节点作为一种中介使协调器与终端设备通信,实现路由通信功能,同时也可以采集数据。终端设备完成对数据的控制和数据的采集,包括温度、湿度、空气成分等数据。

2 节点硬件设计

传感器节点是无线传感器网络的基本单元,它

负责传感和信息预处理,响应监控主机的指令发送数据等^[4]。传感器节点由传感器、处理器、无线通信和能量供应等模块组成,其结构如图1所示。

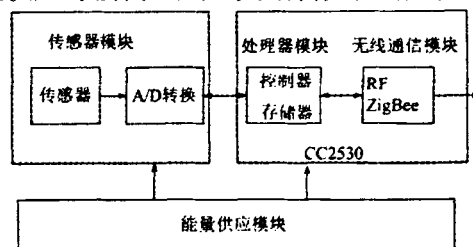


图1 节点的硬件框图

CC2530是TI公司生产的一款基于具有SOC(片上系统),支持IEEE802.15.4、ZigBee、ZigBee PRO标准,芯片集成了2.4GHz直接序列扩频RF收发器、工业级增强型8051微处理器、高达256kB闪存、8kB RAM、8通道12位ADC,2个USART接口,21个通用接口GPIO等,4种供电模式,具有较高的无线接收灵敏度和抗干扰性能,传输距离大于75m,最高传输速率250kbps^[5]。

传感器模块主要包括温度传感器和湿度传感器。温度传感器采用CC2530上的模拟温度传感器,使能时电流消耗(不包括ADC电流)为0.5mA,温度系数为4.5/10℃,压力系数为1/0.1V。湿度传感器采用瑞士Sensirion公司推出的SHT75,默认的湿度测量分辨率为12bit,工作的最低电压为2.4V,湿度的量程范围0~100% RH,温度的量程范围为-40~123.8℃^[6]。

3 节点软件设计

节点的软件以TI公司推出的ZigBee协议栈Z-

Stack为基础,通过添加传感器采集函数和应用层函数完成。Z_stack可实现绝大部分代码公用,大大增加了项目的通用性和易移植性。Z-Stack协议栈是以简单的任务轮询形式运行的,该协议栈的主循环结构如下^[7]:

```
const pTask Event HandlerFn taskArr[]={
    macEventloop,
    Nwk_event_loop,
    Hal_ProcessEvent,
    #if defined (MT_TASK)
    MT_ProcessEvent,
    #endif
    APS_event_loop,
    ZDApp_event_loop,
    SennorApp_ProcessEvent,
    SerialApp_ProcessEvent
}
```

主要任务有八个,其中macEventloop负责MAC层事件处理;nwk_event_loop负责网络层路由处理;Hal_ProcessEvent完成硬件管理的任务;MT_ProcessEvent模块主要用于网络调试工具;应用支持子层处理函数APS_event_loop一般用户不要修改;ZDApp_event_loop为应用层处理函数,可根据需要修改;SennorApp_ProcessEvent和SerialApp_ProcessEvent为用户应用层处理函数,前者主要用于终端和路由设备的温度、湿度等数据采集及发送模块,后者主要用于协调器与主机间串口通信模块。

3.1 协调器节点软件设计

网络协调器需要在应用层添加SerialApp_ProcessEvent处理函数,协调器工作的主程序如图2所示,协调器上电后,由启动代码来初始化硬件系统和软件架构需要的各个模块,然后协调器会在默认的信道上建立一个网络,并指定网络标号PANID,协调器建网成功后进入监控模式,当有路由或者终端节点申请加入时,对其分配16位短地址;当有数据请求时协调器会接收数据并将数据发送给PC机。

本文中协调器采用的ZStack_2.4.0版本协议,协调器组网要进行如下步骤:1)首先从NV中读出设备的逻辑类型并将设备逻辑类型改写为ZG_DEVICETYPE_COORDINATOR,设置设备的启动方式为ZCD_STARTOPT_AUTO_START;2)设备、任务初始化后,进入事件处理函数处理ZB_ENTRY_EVENT事件,执行zb_StartRequest(),该函数的功能是启动ZigBee协议栈,建立网络;3)设备启动完成后进去回调函数zb_StartConfirm,如果设备成功启动,修改设备状态为APP_START,如果设备启动失败,设置定时器,重新执行zb_StartRequest()。在与PC机通信时为了数据能够及时收发,降低能耗,需要在程序中增加采用中断方式的UART0处理函数,再通过串口写函数

HaUARTWrite()在上位机上显示接收到的信息。

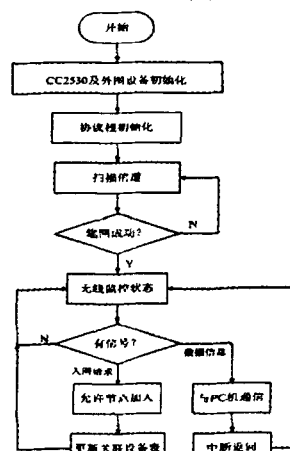


图2 协调器节点工作的主程序

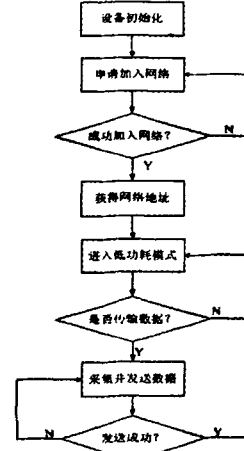


图3 传感器节点工作流程图

3.2 终端节点软件设计

终端节点需要在应用层添加SennorApp_ProcessEvent处理函数,使节点具有数据采集和无线数据传输的功能,传感器节点工作流程如图3所示。终端节点需上电后立即搜寻并请求加入网络,直接在ZB_ENTRY_EVENT事件的处理中执行zb_StartRequest(),新插入的节点必须通过已存在网络中的全功能设备(包括路由器和协调器)才能成功进入网络,在通信范围内的全功能设备会响应请求加入网络的数据包,然后为该节点分配一个唯一的网络地址。然后进入“睡眠-唤醒采集数据-睡眠”低功耗工作模式,其中通过编写void myApp_Measure()函数来采集并发送数据。

4 节点的能耗分析

能耗是无线传感器网络的重要指标,决定网络的使用寿命。为了降低整个网络的综合能耗,本设计中终端设备节点采用“睡眠-唤醒采集数据-睡眠”低功耗工作模式。

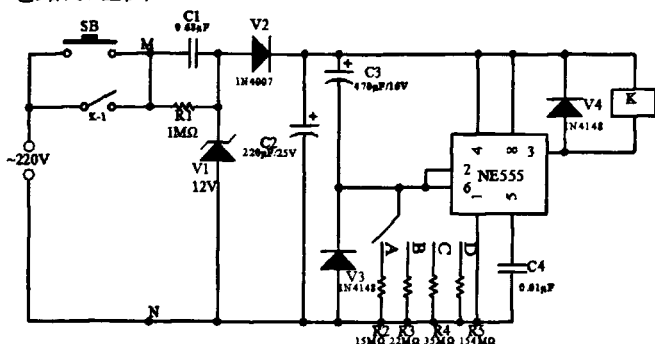
下面对网络节点的电池寿命进行了评估。测试中节点使用两节1.5V的南孚电池供电。如果使节点每15min进行一次数据采集的话,那么一次工作循环的能耗应为节点采集一次数据发送的能量(35.58mAh)加上睡眠时的能耗(360μAh),试验中3V电池电压下工作,电量大约是2200mAh,经实际测试节点上CC2530模块最低电压供电量为2.0V,传感器模块中湿度传感器的最低工作电压为2.4V,因此节点的最低供电电压应为2.4V。根据文献^[8]中介绍的能耗估算方法可知:电池能提供约为440mAh的电量使得节点有效工作,经计算得一个传感器节点可以有效工作44519次,工作时间约为1.27年。

5 结论

基于CC2530的ZigBee技术的智能仓储系统可以对目标区域内温度、湿度等环境参数进行无线远程采集与管理,开发成本低,能量消耗低,并且安装

(下接38页)

电路原理图:



电后C2两端即输出12V的直流工作电压供整个电路用。

555时基电路接成定时工作模式,按下SB后因C3充电,555的阈值端即6脚处于高电平,时基电路处于复位状态,其3脚输出低电平继电器K动作K-1闭合自锁,M与N点的电压为输入电压,即220V。这时M与N点接去手机充电器,手机充电器可正常充电。

松开SB后因为继电器K动作K-1闭合自锁,所以C3继续充电。因电容两端的电压不能突变,时基电路的2脚仍保持高电平,输出3脚的状态不变,所以M与N点间仍有220V。此时12V电源经C3、R2充电后使C3两端电压不断升高,约经过 $t=1.1R_2C_3$ 时,C3两端电压升到 $2V_{DD}/3$ 即8V时,555复位,3脚输出高电平,继电器K释放,K-1断开,M与N点间电压为0V,充电器停止充电。本电路延迟时间可通过选择不同的电阻来调节,其中R2约2小时;R3约3小时R4约5小时;R5约24小时(电池的第一次充电一般要充24小时,所以R5是为充第一次电的电池准备的)。

元器件选择

V1用12V、1W稳压二极管,如IN4742、UZP-12B型等。

V2用IN4004~IN4007型等硅整流二极管;V3和V4选用IN4148型硅开关管。

R1~R5可用普1/8W碳膜电阻,其中R4由15M和22M两个电阻串联组成、R5由7个22M电阻串联组成。

C1要用CBB-400V、CBB-600V等聚丙烯电容器;C2、C3用CD11-25V、CD11-16V型铝电解电容器;C4可用CT4型独石或CT1型瓷介电容。

K可选用SRS-DC12V-SL-C电磁继电器。

SB选用无锁轻触动合式开关。

参考资料:

- [1] 陈有卿等编著《555时基集成电路原理与应用》北京机械工业出版社 2006年5月
- [2] 杨国治 杨照 刘猛多编著《实用电子装置制作精选》福建福建科学技术出版社 1994年2月
- [3] 实验数据来自<http://sxg505.blog.163.com/blog/static/2395712010618105716110/>

通讯地址(工作单位): 广东省佛山市三水区芦西公路四公里处三水区工业中专技工学校电工电子实习教研组

邮政编码: 528100

联系电话: 13727415288

邮箱: iamhujingfeng@163.com

(上接40页)

维护比较简单,只需一次安装就可以长期使用,具备了传统仓储管理无法比拟的优势,较好地解决了传统仓储管理中设备复杂、效率低下等问题。

参考文献:

- [1] 周鲜成,贺彩虹,石彪,等.基于物联网的智能物流仓储管理系统研究[C]. Proceedings of 2010 International Conference on Remote Sensing (ICRS 2010), 2010,3.
- [2] 王殊.无线传感器网络的理论与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [3] 黄晓亮,徐晓辉.智能家居系统中无线传感器网络的设计[J].电子设计工程,2011,19(4):35-36.
- [4] 郭清华.蔬菜大棚智能温度控制系统应用研究[J].安徽农业科学,2008,36(11):4487-4488.
- [5] Texas Instruments. CC2530ZDK User's Guide. [EB/OL]. <http://www.ti.com.cn>.
- [6] 刘锋,王平,付蔚.基于SHT75温湿度传感器的设计与应用[J].电子产品世界,2008(11):83-86.
- [7] 高守玮,吴灿阳. ZigBee技术实践教程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [8] 张凤英.基于IEEE802.15.4无线粮食仓储测控系统的应用研究[D].北京:北京邮电大学,2010.

作者简介:

战美玲, 山东师范大学 物理与电子科学学院, 信号与信息处理专业硕士研究生, 主要研究方向: 物联网技术

手机: 15098764199

电子信箱: zmljsj06@163.com

联系地址: 山东省济南市历下区文化东路88号 山东师范大学 物理与电子科学学院 战美玲(收) (250014)

基金项目:

山东省科技发展计划项目(2011GGX10111)

基于ZigBee无线传感器网络的智能仓储节点设计

作者: [战美玲](#), [杨济民](#), [徐进飞](#), [李腆腆](#), [刘婷](#), [Zhan Meiling](#), [Yang Jimin](#), [Xu Jinfei](#), [Li Tiantian](#), [Liu Ting](#)

作者单位: [山东师范大学物理与电子科学学院 250014](#)

刊名: [电子技术](#)

英文刊名: [Electronic Technology](#)

年, 卷(期): 2012, 39(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dzjs201203015.aspx