

无线传感器网络的硬件设计

褚家美^{1, 2}

(1 东南大学 信息科学与工程学院, 江苏 南京 210096;
2 东南大学 毫米波国家重点实验室, 江苏 南京 210096)

[摘要] 根据无线传感器网络(WSN)的设计要求, 结合系统的实际情况, 给出了无线传感器节点的硬件设计方案, 包括传感器单元、处理器单元、A/D单元、射频单元、供电单元以及扩展接口单元的设计. 选用CC2431作为系统的微处理器, 采用温度、湿度以及烟雾等3种传感器, 并选用ZigBee协议作为无线传感器的传输协议, 实现了一种低功耗的无线传感器网络节点硬件平台. 并采用所设计系统进行了无线测温实验.

[关键词] 无线传感器网络, 节点, 硬件设计

[中图分类号] TP212 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2010)04-0008-04

The Hardware Design of Wireless Sensor Networks

Chu Jiamei^{1, 2}

(1. School of Information Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China
2. National Key Lab of Millimeter Waves, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract This paper shows the hardware design of wireless sensor networks nodes according to the requirements of WSN and the actual situation of the system, containing a sensor unit, processor unit, A/D modules, RF modules, power supply unit and expanded interface unit. CC2431 is used as the microprocessor in the system. Temperature, humidity and smoke sensor are used. And ZigBee protocol is selected as the WSN transmission protocols to achieve a low-power wireless sensor network node hardware platform. And wireless temperature measurement experiment is completed using the designed system.

Key words WSN, node, hardware design

无线传感器网络(WSN)是一种全新的信息获取和处理技术, 目前这一技术的应用逐渐受到重视^[1-3]. 它的硬件设计中包含了集成电路技术、微处理技术、通讯技术以及传感器技术^[4-6]. 本文设计的无线传感器节点, 包含有传感器单元、处理器单元、A/D单元、射频单元、供电单元以及扩展接口单元. 节点选用 Zig-Bee协议作为 WSN 的传输协议, 实现了一种低功耗的无线传感器网络节点硬件平台.

1 系统结构概述

本文设计的 WSN 硬件平台, 由若干传感器节点、具有无线接收功能的汇聚节点以及一台 PC 机组成. 根据无线传感器网络的应用需求以及功能要求, 节点的设计主要包括如下几个基本部分: 传感器单元、处理器单元、A/D单元、射频天线单元、供电单元以及扩展接口单元. 传感器单元负责对所关心的物理量进行测量并采集数据, 提供给处理器单元进行处理; 处理器单元负责数据处理及控制整个节点的正常工作; 射频天线单元负责与其他节点进行无线通信, 交换控制信息和相关数据; 供电单元负责为节点提供运行所需的能量; 扩展接口可以实现节点平台的功能拓展, 以适应不同的应用需求. 节点的硬件体系结构如图 1 所示.

收稿日期: 2010-09-27
通讯联系人: 褚家美, 工程师, 研究方向: 电磁兼容. E-mail mmwcjn@seu.edu.cn

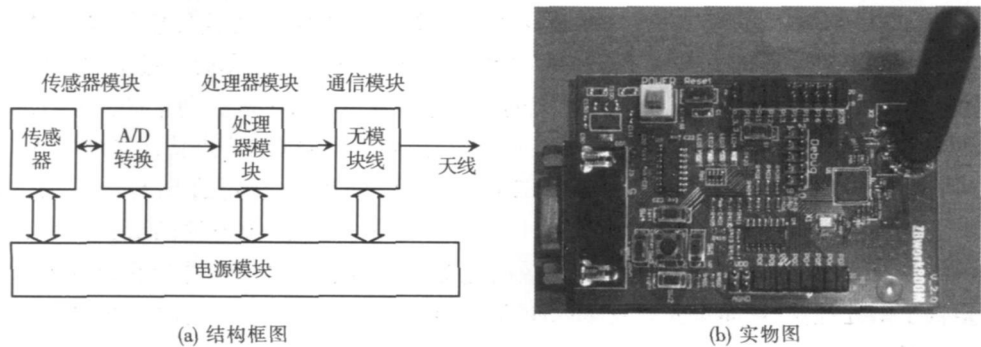


图 1 节点的硬件结构图
Fig.1 Hardware structure of a node

2 节点核心模块设计

2.1 电源模块设计

电源是设计中的关键部分, 电源稳定工作是整个节点正常工作的保证, 设计合理的电源电路至关重要. 节点包含模拟器件和数字器件, 模拟器件的抗干扰能力较差, 且数字器件常常为模拟器件的噪声源, 为了提高电路的抗干扰能力, 模拟器件接模拟地, 并让数字地与模拟地单点共地. 电源可选用电池或干电池, 电源芯片可选用 XC6209 XC6221 系列的 LDO 电源芯片, 分别提供 3.3V 和 1.8V 的数字与模拟电压.

2.2 传感器模块设计

传感器模块根据功能的不同分为温度传感器、烟雾传感器和湿度传感器分别进行设计.

2.2.1 温度传感器

本设计采用 LM75DM-33R2 串行可编程温度传感器, 这种传感器在环境温度超出用户预设值时通知主控制器. 滞后可以编程解决. 它采用 2 线总线方式, 允许读入当前温度, 并可配置器件. 数字型温度传感器, 直接从寄存器读出温度参数, 并可实现编程设置 NT/CMPTR 输出极性. 由于设计中只是简单的监测环境温度, 故只需一片 LM75 地址线 A0 A1 A2 置地, NT/CMPTR 悬空, 设计的接口电路如图 2 所示.

2.2.2 烟雾传感器

采用 NS-05 离子式传感器, 这是一种低放射型的标准传感器, 最大供电电压 24V, 由于阻抗很高容易被外界电子噪音所干扰, 所以 PCB 板设计时要注意保护措施. NS-051 脚为 VCC, 2 脚电压输出, 3 脚接地. 由于阻抗高, 2 脚输出电流很小, 需采用输入电流较小的运放, 采用 IMC6042

2.2.3 湿度传感器设计

湿度检测采用电容式 HS1101 型湿敏传感器. 利用 NE555 定时器和湿度传感器 HS1101 以及一些电阻构成多谐振荡器电路. 该电路把湿敏传感器随环境湿度不同体现的电容值变化量转换为输出脉冲的频率变化量, 电路输出的 f_o 脉冲信号的振荡频率中包含了环境湿度信息. 也可以采用另一种集成的湿度传感器设计方案, 采用 DHT11 数字湿度传感器, DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器. 它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术, 确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性. 传感器包括一个电阻式感湿元件和一个 NTC 测温元件, 并与一个高性能 8 位单片机相连接. 由于其外围电路比较简单, 在这里就不再介绍.

2.3 处理器及通信模块设计

在无线传感器节点各单元中, 核心单元为处理器单元以及射频单元. 根据具体应用的需求, 目前节点平台中的处理器有以下几种选择: (1) 增强 RISC 内载闪存 (Flash) 的 ATMega128L 芯片; (2) 具有超低功耗

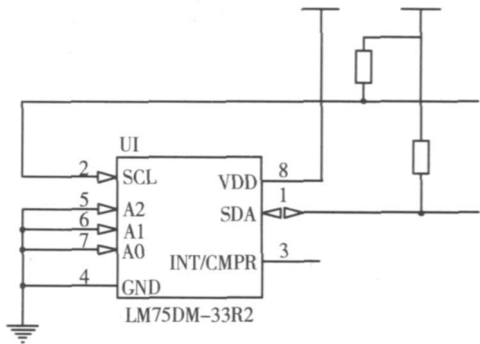


图 2 接口电路图
Fig.2 Interface circuit diagram

特性 MSP430 系列单片机; (3)最高主频达 624MHz 的 PXA270 处理器. 在无线传感器网络中, 广泛应用的底层通信方式包括使用 ISM 波段的普通射频通信以及具有 802. 15. 4 协议和蓝牙通信协议的射频通信. 使用普通 ISM 频段的无线传感器网络节点主要采用的射频芯片包括 Chipcon 公司生产的 CC1000, Nordic 公司生产的 nrf903, Semtech 公司生产的 XE1205 还有部分无线传感器网络节点使用了带有 802. 15. 4/ZigBee 协议的通信芯片, 主要包括 Chipcon 公司的 CC2420 芯片和 RFWave 公司的 RFW102 芯片组.

采用 Chipcon AS 公司推出的 CC2430/CC2431 芯片, 它们提供了简单方便的 ZigBee/IEEE 802. 15. 4 低功耗无线传感器网络解决方案, 为节点平台的微型化提供了可能. CC2430 芯片在以往 CC2420 射频芯片的基础上整合了微处理器, 存储单元以及 ZigBee 射频 (RF) 前端. 这样在使用极少外围器件的情况下就可以实现节点方案.

对于 CC2431 的核心电路的设计还包括串口通信模块、仿真器接口以及晶振电路的设计等 3 个方面. 为了方便监测网络中数据传输的正常, 需要串口来连接计算机, 读取节点内部的数据, 还需要设计串口通信模块. 连接串口到 CC2431, 必须加 MAX232 进行电平转换. 设计中采用的是 sink 节点, 故只需一路输入输出, 用 P1-6 连接 T2IN, P1-7 连接 R2OUT. VDD 需要接电源并用 C1, C2 接地, 如图 3 所示.

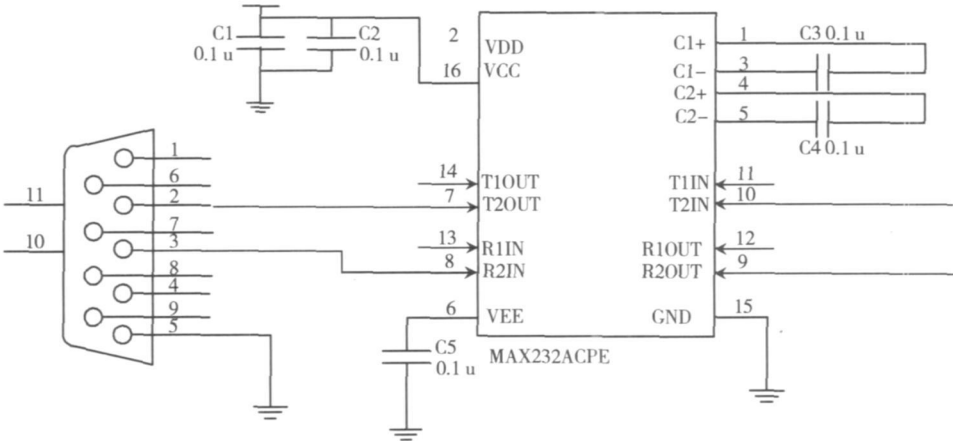


图 3 串口通信模块接口图

Fig.3 Interface diagram of serial communication module

仿真器接口采用 JTAG 口, 对于 JTAG 口的设计必须符合电路引脚要求, 否则无法连接. 并且要方便烧写和调试程序, 可根据后续需要进行改进.

晶振电路采用两个石英谐振器和 4 个电容分别构成 1 个 32MHz 的晶振电路和 1 个 32.768 的晶振电路, 如图 4 所示, R221/R261 为偏置电阻, 其中 R221 为 32MHz 晶振设置精密偏置电流.

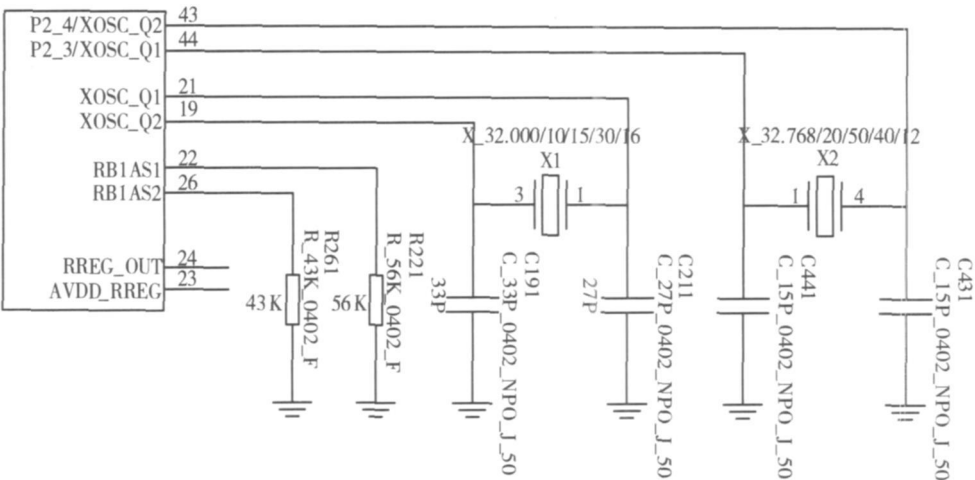


图 4 晶振电路接口图

Fig.4 Crystal oscillator circuit interface diagram

3 实验

对设计的无线传感器网络节点进行无线测温实验. 将一个无线传感器节点与仿真器相连, 再将仿真器连至电脑, 同时将另一个节点放置在周围, 就可以无线测出该节点的温度, 其实物图见图 5

采用 IAR730B 软件, 先把 SimpCollectorB 模块, 即测试模块串口通过 USB 转串口线连接到电脑的 USB 口. 再打开串口调试助手, 将 com 口设置成 USB 转串口线占用的 com 口, 波特率设置为 38400 再打开电源开关, 同样红灯 LED1 快速闪烁, 按下中间键, 这样就给模块分配一个随意的 IEEE 地址. 按下 up 键, 绿色灯会闪烁, 然后常亮, 表明建立起了 zigbee 网络. 再按下 up 键, 红色灯也会亮, 表明该模块允许其他模块加入网络. 再打开 SimpleSensorB 模块 (即被测模块) 电源, 红灯闪烁, 按下中间键, 黄色灯 LED2 闪烁. 按下 up 键, 过一会, 绿色灯会非常快速的闪烁, 表明加入 zigbee 网络. 再按下 up 键, 过几 s 后, 红色灯 LED1 会闪烁, 表明该模块开始向采集模块发送数据了. 过会在串口调试助手接受框中看见温度和电压了. 串口调试助手的无线测温界面如图 6 所示.

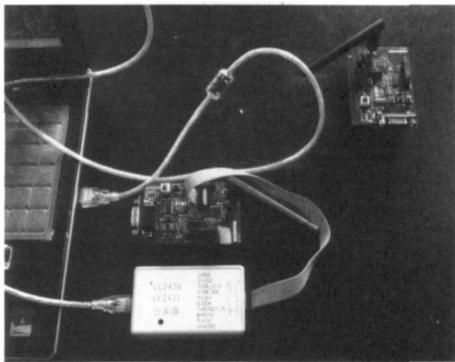


图 5 实验装置连接图

Fig.5 Experimental device connection diagram



图 6 无线测温界面

Fig.6 Wireless temperature measurement interface

4 结语

根据无线传感器的设计要求, 并结合系统的实际情况, 设计出了无线传感器节点的硬件设计方案. 选用 CC2431 处理器 (和 8051 微处理器兼容) 作为系统的微处理器, 并且配以温度、湿度以及烟雾传感器, 选用 ZigBee 协议作为无线传感器的传输协议, 实现了一种低功耗的无线传感器网络节点硬件平台, 为系统的应用提供了必要的基础.

[参考文献] (References)

[1] 孙利民, 李建中, 陈渝, 等. 无线传感器网络 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
Sun Lin in Li Jianzhong Chen Yu et al Wireless Sensor Network [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005
(in Chinese)

[2] Akyildiz IF, Su W, Sankarasubramanian Y, et al. A survey on sensor networks [J]. IEEE Communication Magazine, 2002, 40 (8): 102-114

[3] 白飞, 喻晓峰, 杨岳磊. ZigBee 网络的节能技术研究 [J]. 兵工自动化, 2008, 27 (10): 78-80
Bai Fei Yu Xiaofeng Yang Yuelei Research on energy-saving technology of ZigBee network [J]. Ordnance Industry Automation, 2008, 27 (10): 78-80 (in Chinese)

[4] 孙延明, 刘志远, 蔡春丽, 等. 低功耗无线传感器网络节点的设计 [J]. 微计算机应用, 2009, 30 (2): 21-26
Sun Yanning Liu Zhiyuan Cai Chunli et al Low power consumption design for wireless sensor networks nodes [J]. Microcomputer Applications, 2009, 30 (2): 21-26 (in Chinese)

[5] Heinzelman W, Chandrakasan A, Balakrishnan H. Energy-Efficient communication protocol for wireless microsensor [C] // Proceeding of the 3rd Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: IEEE Press, 2000

[6] Yang S X, Max Meng. An efficient neural network approach to dynamic robot motion planning [J]. Neural Network, 2000, 13 143-148

[责任编辑: 刘 健]