

# 基于 ZigBee 的无线家庭网络节点的设计\*

冯琳<sup>1,2</sup> 刘国田<sup>2</sup> 石雷<sup>2</sup> 张本宏<sup>2</sup>

1 合肥工业大学图书馆 安徽 合肥 230009

2 合肥工业大学计算机与信息学院 安徽 合肥 230009

**摘要:** 给出了一种基于 ZigBee 的家庭内部组网的无线网络节点的设计方案, 对其中几个关键问题——硬件设计、射频通讯模块、协议规范、软件结构等进行了阐述, 设计中充分考虑了家庭联网设备资源受限和成本敏感性等因素, 适合家庭内部无线控制网络的组建。

**关键词:** 家庭网络 ZigBee 无线节点 嵌入式设备

## 1 引言

ZigBee 是一种新兴的近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术。ZigBee 技术的低数据速率和通信范围较小的特点, 决定了 ZigBee 技术适合于承载数据流量较小和对 QoS 要求不高的业务。家庭内部网络中的控制网络, 主要用于家庭安防系统、能源管理、家庭环境控制和各种家电、设备的控制, 虽然这些应用中所需要的数据通信量不大, 对数据率的要求不高, 通讯距离也比较短; 但是需要一个成本低、容易安装、配置灵活、具有移动功能的传感和控制网络<sup>[1-2]</sup>。相对于现有的各种无线通信技术, ZigBee 将是最低功耗和低成本的技术之一, 非常适合于家庭内部网络中控制网络的组网<sup>[3]</sup>。

本文提出了一种基于 ZigBee 的无线家庭网络节点的设计方案, 主要用来嵌入信息家电中构建家庭控制网络。硬件方面采用高效低耗快速的 AVR 芯片作为主控 MCU, 无线通讯部分采用 04 年新推出的 CC2420 射频通讯芯片。软件部分采用源码开放的 uC/OS-II 操作系统构建软件平台, 并且统一了模块调用的接口, 便于开发。

## 2 ZigBee 协议栈

ZigBee 协议栈的体系结构如图 1 所示。物理层和 MAC 层的协议由 IEEE802.15.4 工作组负责制定, 对应 IEEE802.15.4 标准, 其余协议主要参照和采用现有的标准, 高层应用、测试和市场推广等方面的工作由 ZigBee 联盟负责。ZigBee 协议栈采用分层结构, 于 2004 年 12 月颁布了 1.0 版本, 包括: 网络层、应用接口层和应用层<sup>[4-6]</sup>。

物理层采用直接序列扩频系统 (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS), 与一般模拟或数字通信系统比较, DSSS 在信息识别与解调、射频的上变频和下变频情况基本相同。DSSS 系统的主要特点在于直扩信号的产生, 即扩频调制和直扩信号的接收。IEEE802.15.4 定义了两个物理层标准, 分别是 2.4GHz 物理层标准和 868/915MHz 物理层标准。两个物理层标准都基于直接序列扩频技术, 使用相同的物理层数据包格式, 区别在于工作频率、调制技术、扩频码片长度和传输速率。

\* 基金资助: 合肥工业大学学生创新基金 (XS05006)

作者简介: 冯琳 (1979-), 女, 河南洛阳人, 合肥工业大学图书馆教师; 刘国田 (1954-), 安徽合肥人, 合肥工业大学计算机学院教师; 石雷 (1980-), 男, 安徽合肥人, 合肥工业大学计算机学院教师。

### 3 家庭网络节点的设计

网络节点包括硬件和软件两部分，硬件部分由主控制器、射频通讯模块、电源模块和时钟等组成，软件部分采用了嵌入式实时操作系统来构建软件平台，统一上层应用接口，便于进行开发。

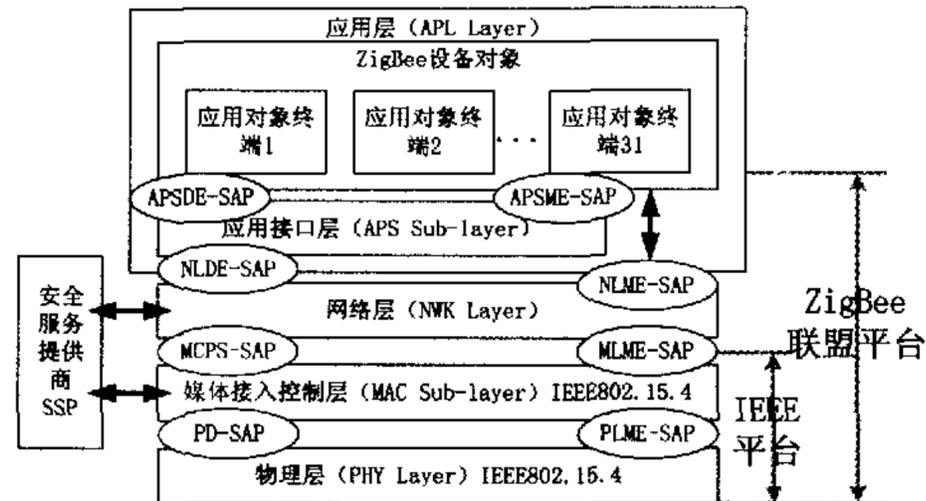


图1 ZigBee协议栈结构

#### 3.1 硬件设计

主控制器选取Atmel公司的AVR系列的单片机—8位低功耗微控制器ATMEGA128L，它是一种精简指令集（Reduced Instruction Set）单片机，片内程序存储器采用FLASH存储器，可以反复编程修改上千次，便于新产品开发；程序高度保密避免非法窃取；速度快，大多数指令仅用一个晶振周期；能采用C语言编程，从而能高效快速地开发出目标产品；CMOS工艺生产，功耗低；有主电源3V以下的品种，进一步降低功耗，一般只需要几mA；还有多种低功耗方式，在掉电方式下，工作电流小于1uA。

ATMEGA128L相对于其它通用的8位微控制器来说，具有更加丰富的资源，并且具有极低的能耗。它具有片内128K字节的程序存储器（Flash），4K字节的数据存储器（SRAM，可外扩到64K）和4K字节的EEPROM。此外，它还有8个10位ADC通道，2个8位和2个16位硬件定时/计数器，并可在多种不同的模式下工作。8个PWM通道、可编程看门狗定时器和片上振荡器、片上模拟比较器。UART、SPI、I<sup>2</sup>C总线接口。JTAG口为开发和调试提供了方便的接口。更值得一提的是，除了正常操作模式外，它还具有六种不同等级的低能耗操作模式，在每种低能耗模式下具有不同的能耗。因此该微控制器完全可以满足家庭控制网络组网要求。

在电源方面，采用微型纽扣电池，以减小整个节点的体积；如果节点嵌入信息家电内部，则就近采用连接式电源。时钟电路部分的设计比较简单，采用外部晶振与ATMEGA128L相结合产生同步信号，实现处理器与射频通讯模块的同步。

模块结构框图如图2所示，包括一个射频集成电路模块（RFIC），固化了全部物理层和媒体接入控制子层的功能，与8位微控制器相连。协议簇和应用固件常驻芯片闪存以保证整个ZigBee模块紧凑且高效。

#### 3.2 射频通讯模块

无线通讯部分采用04年新推出的CC2420射频通讯芯片来构建射频通讯模块。CC2420射频芯片是挪威半导体公司Chipcon推出的全球首颗符合ZigBee联盟标准的2.4GHz射频芯片。基于Chipcon公司的SmartRF03技术，采用0.18微米工艺。为了保持和ZigBee标准一致，CC2420支持250kbps数据传输率。

CC2420完全符合IEEE802.15.4标准，而且满足2.4GHz ZigBee产品使用要求的。它除了具有工作电压低（2.1v~3.6v均可工作）、能耗低、体积小、无须任何片外滤波电路、可直接和外部天线接口等非常适合集成的特点外，还具有输出强度和收发频率可编程的特点。



无线通信协议是设计中的一个重要问题,因为它直接关系到节点的性能。因此,在软件方面,我们设计了一个简化的 CDMA/CA 协议,即任何节点在发送之前必须进行一段随机时间的侦听,在确认目前没有别的节点在进行数据传输时才进行数据发送,收发双方通过三次握手来交换数据。在系统空闲时,关闭侦听功能,以尽可能降低功耗。当然,这种协议存在着隐含节点以及侦听时的功耗损失等问题,但在一定的节点数量范围内还是有效的。应用层软件的设计面向具体应用需求。

## 4 结束语

本文提出并实现了一种新型的智能家居无线网络节点的设计方案。利用 ZigBee 技术,实现家庭内部无线组网,并可通过网关在远地对信息家电进行控制,在家中利用内嵌 ZigBee 模块的无线 PDA 或遥控器实现对家庭联网设备的集中管理和控制。该方案还可以用来实现节点数目相对较少的工农业无线控制网络。

## 参考文献

- [1] Das, S.K.;Cook, D.J.. Smart Homes[J]. IEEE Personal Communications, 2002, 9(6):62.
- [2] 向忠宏. 智能家居[M]. 人民邮电出版社, 2002.
- [3] Callaway, E.; Gorday, P.; Hester, L.; etc. Home networking with IEEE 802.15.4: a developing standard for low-rate wireless personal area networks[J]. Communications Magazine-IEEE, 2002, 40(8):70-77.
- [4] Evans-Pughe, C. Bzzzz (ZigBee wireless standard)[J]. IEE Review, 2003, 49(3):28-31.
- [5] Gutierrez, J.A., Naeve, M., Callaway, E. IEEE 802.15.4: a developing standard for low-power low-cost wireless personal area networks[J]. Network IEEE, 2001, 15(5):12-19.
- [6] IEEE Std 802.15.4-2003, IEEE standard for information technology - telecommunications and information exchange between systems-local and metropolitan area networks specific requirements part 15.4: wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications for low-rate wireless personal area networks (LR-WPANs)[S].

## Design of Node in Wireless Home Network Based on ZigBee

FENG Lin<sup>1,2</sup> LIU Guotian<sup>2</sup> SHI Lei<sup>2</sup> ZHANG Benhong<sup>2</sup>

1 Library, HeFei University of Technology, Hefei 230009, China

2 School of Computer & Information, HeFei University of Technology, Hefei 230009, China

**Abstract:** A design and implementation approach to wireless node in home network based on ZigBee is put forward in this paper. It illustrates several key issues such as hardware design, radio frequency communication module, protocols, standards, software system and their implementation methods. It especially takes into account limited resources and low cost of the networked devices in home network. This approach makes sense for constructing wireless control network in smart home.

**Keywords:** home network; ZigBee; wireless node; embedded device