

# ZigBee 无线通信技术在智能家居中的应用

乔小双

(辽宁师范大学海华学院 管理系, 辽宁 沈阳 110000)

**摘要:** 为解决智能家居系统中内部通讯存在的能量消耗高、节点数量少、覆盖面积小等一系列问题, 笔者提出一种基于家居网络节点智能家居通讯系统。ZigBee 技术的提出解决了短距离范围、低传输数据速率的问题。此外, ZigBee 技术表现出的低能耗优势可以满足智能家居的高要求。基于此, 笔者对 ZigBee 技术相关概念和特点进行了综述, 并设计了 ZigBee 技术支持下的智能家居系统架构, 旨在为智能家居行业的发展提供一定的参考。

**关键词:** ZigBee; 无线通信技术; 智能家居系统

**中图分类号:** TN925; TU855 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9767 (2020) 02-188-03

## Application of ZigBee Wireless Communication Technology in Smart Home

Qiao Xiaoshuang

(Department of Management, Liaoning Normal University Haihua College, Shenyang Liaoning 110000, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of high energy consumption, small number of nodes and small coverage area in the internal communication of smart home system, the author proposes a smart home communication system based on home network node. The proposal of ZigBee technology solves the problem of short distance range and low data transmission rate. In addition, ZigBee technology shows the advantages of low energy consumption to meet the high requirements of smart home. The architecture of smart home system supported by ZigBee technology is designed, to provide some reference for promoting the development of smart home industry.

**Key words:** ZigBee; Wireless Communication Technology; Smart Home System

### 0 引言

随着物联网的兴起, 政府和企业积极开展相关领域的研究, 以培养有前途的新兴信息产业。同时, 物联网新技术的发展, 使智能家居得到了人们的关注, 相关市场潜力巨大<sup>[1]</sup>。

ZigBee 联盟开发的 ZigBee 协议是基于 IEEE 802.15.4 地无线传感器网络协议。ZigBee 标准可以形成大型无线网络, 并使用灵活的 ad-hoc 和多跳网络, 有助于克服现有智能家居系统的侵入式安装问题。智能家居系统采用 ZigBee 设计, 需要一个网关来连接 ZigBee 网络和外部网络<sup>[2]</sup>。在智能家居系统中, 主控制器设计了网关功能。基于此, 笔者介绍了一种基于 ZigBee 的智能家居系统的设计与实现方法, 这个系统具有良好的灵活性、高可移植性、易扩展性等特点。

### 1 ZigBee 技术概述

#### 1.1 ZigBee 技术的概念

ZigBee 技术可应用于具有超低功耗的无线网络, 以满足 ISO/OSI 参考模型。其主要应用于家庭自动化、楼房自动化、

工业和农业监控、传感器、电信和其他控制领域(医疗、消费电子、计算机外围设备等)。

#### 1.2 ZigBee 技术特点

ZigBee 的主要技术特征包括以下几点。

(1) 低功耗。在使用 ZigBee 技术时, 设备的模式调整为低功率模式, 这样就能将 5 号电池的使用时间提升至 6 ~ 24 个月, 或者更长的时间。

(2) 低成本。ZigBee 降低了通信协议的复杂程度, 减少了与之匹配的通信控制器的数量, 而且作为核心设备的芯片也只需不到 2 美元, 加之协议免费, 这些使 ZigBee 的成本大幅度降低。

(3) 低速率。ZigBee 着重在 20 ~ 250 kb/s 的频率工作, 按照工作阶段, 其可以分为 20 kb/s(868 MHz)、40 kb/s(915 MHz)、250 kb/s(2.4GHz) 的数据吞吐量, 最大程度满足了用户低速率数据传输的需求。

(4) 网络容量大, 网络灵活。ZigBee 可以使用星型、树型、网状网络结构。大型网络由多达 65 536 个节点组成。网状网

**作者简介:** 乔小双 (1997—), 女, 内蒙古锡林浩特人, 本科。研究方向: 计算机科学与技术。

络架构具有自动配置、自动修复和小干扰的特点,特别适用于家庭系统。

(5) 安全性能高。目前 ZigBee 共有 3 种安全模式,分别为安全设定、使用访问控制清单 (Access Control List, ACL) 防止非法获取数据以及采用高级加密标准 (AES 128) 的对称密码。

家庭网络通信具有以下特征:数据传输的速度较小,家庭设备组成的大容量网络,简便的网络消息,小成本。ZigBee 技术的出现对满足家庭网络通信的各种需求提供了保证<sup>[3]</sup>。

## 2 智能家居概述

### 2.1 智能家居的概念

智能家居通常是对住宅而言的,该住宅使用家庭控制器来集成各种家庭自动化系统。智能家居是一个高效、舒适、安全、便捷的生活环境。它以家庭为平台,将建筑、自动化、智能化融为一体。智能家居将采用先进的计算机技术、网络通信技术和控制技术,创建家庭综合服务和管理集成系统,包括家庭安全保护系统、网络服务系统和家庭自动化系统,以实现家庭的全面安全保护、便捷的通讯网络和舒适的生活环境。最流行的家庭控制器是那些在编程期间连接到基于 Windows PC 的家用控制器,单独执行家庭控制任务。集成家庭系统允许它们通过家庭控制器相互通信,从而在预编程的场景或操作模式下同时实现各种家庭系统的单按钮和语音控制。

### 2.2 智能家居的发展

智能家居起源于美国,在中国发展了十多年。随着网络技术特别是无线网络技术的发展,智能家居系统可以提供照明控制、家电控制、门禁禁防、家庭环境监控报警、能源管理、火灾报警等功能,并启用各种控制手段,包括电脑、智能手机遥控器。

目前智能家居的概念已经广泛流行,地产、家居设计产业均开始了智能家居系统的研发。这些产业通过智能家居系统渲染自己的产品,提升产品的特性,加之媒体的报道,使消费者传统的家居设计理念发生了变化。在这种环境下,智能家居产业飞速发展,融入人们的家居生活中。但也正是由于这种“大跨步”,导致智能家居在应用时出现了一系列的问题,如智能家居系统需要布线,布线过程较为复杂、不够灵活、维修成本较高,总的来说,智能家居系统还停留在初级发展阶段,并不能与人们的生活很好地契合。除了系统自身的问题,智能家居系统市场也不完善,整个行业缺少统一的标准,监管缺乏,整个行业发展缓慢。另外,一套智能家居系统需要几万元甚至几十万元的生产和维护费用,普通人很难负担得起。同时,应进一步增强市场上智能家居产品的稳定性和功能性,以更好地满足用户要求。

## 3 基于 ZigBee 的智能家居系统组件

在智能家居系统设计中,ZigBee 无线网络技术应用于家

庭网络控制。安装 ZigBee 无线网络,不仅使家庭网络消除了布线等麻烦,还提供了更大的灵活性。ZigBee 联盟开发得标准通信协议,允许各个供应商按照统一标准生产产品,而且其低成本将加速智能家居的普及。

### 3.1 家居网络

智能家居系统主要是嵌入无线网络收发芯片中的基于 ZigBee 无线网络的各种家用电子设备,通过这些无线模块在子节点之间传输数据,实现家庭内无线互联的电子设备的家庭自动化。ZigBee 网络协调器通过许多 ZigBee 网络路由器负责建立整个家庭网络,其余部分的 ZigBee 网络设备作为功能部件。考虑到可靠性和灵活性,整个系统采用网状网络拓扑结构,当网络覆盖范围不够时可适当添加路由设备,保证网络通信。

(1) 智能家居对数据传输量的要求较低而对数据传输的安全性有较高的要求。因为该系统需要传输家居设备状态和控制信息,传递的信息出现错误,会给家居设备带来难以想象的毁坏。所以,智能家居设计需要将各个家居设备相连接,使其成为一个统一协调的整体,以有效地保证数据传输过程的安全。

(2) 家居环境和家庭网关之间存在较大的关联行,大部分用户的家具设备的位置是不一样的,也不固定的。这一特点就需要对家居网络的组织性和适用性提高要求。

(3) 智能家居系统对数据传输的安全性有一定的要求。所以,智能家居应充分利用 ZigBee 技术,在内部网中设置一定的传感器节点,建立家居网络,并且通过传感器节点来收集和传递信息。同时节点的存在可以帮助检测家庭温度和监控家居设备的使用状态。

### 3.2 家居网关

家庭网关用于互连家庭网络内的各种设备,也可以连接外部设备。家庭网关可以利用 GPRS 通信模块连接互联网,并且利用互联网对家庭网络进行控制,比如通过 WiFi,用户可以连接到家庭局域网,实现本地控制,然后通过家庭控制器或其他局域网设备控制家庭网络。除此之外,还可以利用手机等设备连接计算机网络,对家庭中的设备进行控制。

数量众多且应用 ZigBee 技术的无线通信传感器组成了家庭网关,这使家庭网关能调控数个无线通信传感器,组成内部通信,还能够检测网络运行情况。内部网络与外部网络的连接包括电话网与因特网两种方式,其中,电话网是利用电话线进行数据传输的,这种连接方式传输的数据量较小,灵活性较差,影响 ZigBee 技术优势的发挥。

#### 3.2.1 管理传感器节点

利用 ZigBee 技术组成的智能家居系统,可以实现对传感器的高效管理,并在管理过程中生成管理日志。管理日志是对连接设备自身状态和控制行为的全面记录,用户利用管理日志可以查询各个传感器的状态、异常、控制等内容。

### 3.2.2 与外界信息交互

应保证家庭网关对外部信息的鉴定和执行能力,保证内容信息收集和处理的质量。在利用 ZigBee 技术设计家庭网关时,应结合使用者的实际需求开发程序,满足客户的需求。

### 3.2.3 人机界面

人机界面的设计直接关系到使用者的使用舒适性,为此,应当在保证家居设备使用状态正常、功能完好的基础上设计符合使用者需求的人机界面,为使用者带来便捷的体验。

## 3.3 基于 ZigBee 的网络拓扑结构

基于 ZigBee 技术的网络拓扑结构由路由器、网络协调器和智能终端设备共同组成。以上 3 种设备有各自的功能。智能终端设备可以灵活地检测家居设备的运行状态。网络拓扑结构可以根据智能家居系统的不同要求分为不同的形状,如网状、星型和簇状。用户在选择基于 ZigBee 技术的网络拓扑结构时需要考虑其优点和缺点。由于 ZigBee 技术支持的智能家居网络系统是一个动态的系统,与外界环境之间的关系十分紧密,因此设计者不仅要考虑网络的拓展性,还要重视能耗的问题。

星型网络拓扑结构特点是辐射状的,其特点是结构简单,设备成本低廉;主要依赖外部节点的相互连接,并与中心节点连接。其将网络协调器作为核心构件,设备智能地与网络协调器建立通信关系。因此,在构建星型网络拓扑结构的过程中,应首先利用支持子层协议建立网络协调器,利用网络协调器选择唯一的网络标识符,通过标识符明确用户与网络的主从关系,根据标识符将其他设备加入网络,利用网络协调器为这些数据信息进行分组和转发。例如,两个基于星型网络拓扑结构的智能家居系统在通信的过程中,需要将数据包发送至网络协调器,由网络协调器将数据包转发给另一智能家居系统。

## 4 基于 ZigBee 的智能家居系统设计

整体而言,ZigBee 的智能家居系统主要由控制模块、通讯模块、移动终端和家电 4 个主要部分组成。为了执行远程控制 and 监视,其已经开发出主控制器以集成 Web 服务器功能和 GSM SMS 功能。在硬件平台上,主控制器由两个模块组成,即 TI LM3S9B96 开发板和华为 GTM900 无线模块<sup>[4]</sup>。由于系统需要管理复杂的任务,因此将  $\mu C/OS-II$  嵌入式实时多任务操作系统移植到主控制器中。智能家居内部主要包括主

控器部分、ZigBee 部分和家电部分。

此外,LwIP TCP/IP 协议栈是由运行在 OS 上的瑞典计算机学院设计的开源 TCP/IP 协议栈提供 IP 通信的,因此,主控制器可以设计为具有 Web 服务器功能的网关,以远程监视和控制其家用设备。在所提出的系统中,TI 的 ZigBee 芯片 CC2530 用于组织基于树形拓扑的 ZigBee 无线传感器网络。路由器使用分层路由策略,通过网络移动数据和控制消息的树形网络适应家庭环境。在此基础上,每个 ZigBee 网络节点连接到相应的设备,如 LED、温度传感器,基于 M-bus 协议的自动抄表,模拟家用开关设备、电机设备、安全传感器设备,以及三表无线自动阅读。在 ZigBee 中,协调员负责组织整个智能家居无线传感器网络,路由器的职责是完成转发网络数据。终端设备是 ZigBee 网络运营商,可以将数据报告给网络中的其他设备,并响应来自其他设备的命令。为了减少协调器的工作量,用户的命令由主控制器预处理,主控制器和 ZigBee 协调器通过串口通信传递数据和命令。

## 5 结 语

智能家居的发展与无线通信技术密切相关。发展智能家居系统的出发点是实现为人们的生活提供便捷化服务,同时节约资源和保证健康环保,创建一种能够满足我国普通家庭家居使用的系统。ZigBee 技术是一种低成本、低功耗和可靠性安全性高的无线通信技术。由于该技术具有自动修复和自动组网的优势,所以它符合智能家居建设的基本需求,也是智能家居系统的最佳选择。笔者分析了智能家居系统的 ZigBee 技术内网和家庭网关。(1) 家庭网关使 Internet 网络和 ZigBee 家庭内网之间实现了数据传输,为使用者提供了远程控制家庭设备的功能。(2) 组建 ZigBee 内网,并将家庭中的家具设备与 Internet 网络进行连接,使家居设备实现自动化、智能化管理。

## 参考文献

- [1] 石琼,杨校权.ZigBee 技术在智能家居系统中的应用[J]. 信息通信,2011(5):70-71.
- [2] 石荣会.浅析 ZigBee 无线通信技术在智能家居中的应用[J]. 电脑迷,2018,115(12):229.
- [3] 丁飞,张西良,张世庆.基于 ZigBee 的无线通信技术及其应用[J]. 江苏通信,2006,22(5):86-91.
- [4] 吕莉,罗杰.智能家居及其发展趋势[J]. 计算机与现代化,2007(11):18-20.