

智能家居的系统结构及相关无线通信技术研究

闵丽娟¹, 卢捍华¹, 陈玲², 刘剑², 闵红涛²

(1. 南京邮电大学, 江苏南京 210003;

2. 福建富士通信信息软件有限公司, 福建福州 350013)

摘要:智能家居系统主要是指利用计算机技术、网络技术、自动控制技术将家居生活中各种与信息相关的通信设备、家用电器等集成, 实现集中或异地的监视、控制。文中从提高家庭内部设备之间的互联能力以及家庭网络与外部网络之间互联能力的角度, 对智能家居的系统现状进行了总结, 对理想的系统结构进行了描述; 在此基础上, 从频率、传输距离、传输速度等方面, 对短距离无线通信技术进行了分析和比较, 指出了 Zigbee 技术发送控制信息、UWB 技术传送多媒体信息的优越性。最后对无线通信技术实施过程中的问题提出了一些建议。

关键词:智能家居; 系统结构; 无线通信

中图分类号: TP273^{*}.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)08-0169-04

Research of Architecture of Smart Home and Related Wireless Communication Technology

MIN Li-juan¹, LU Han-hua¹, CHEN Ling², LIU Jian², MIN Hong-tao²

(1. Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;

2. Fujian Fujitsu Communication Software Co., Ltd. Fuzhou 350013, China)

Abstract: In the system of smart home, all kinds of household-related communications equipments and household appliances were centrally or remotely monitored and controlled based on computer technology, network technology and automatic control technology. As viewed from improving interconnection capability of equipments within the family and internet capability between home network and external network, system status and reasonable architecture of smart home were described. Short-distance wireless communication technology were analyzed and compared according to frequency, transmission distance and transmission speed. Some conclusion were proposed that transmitting controlled information based on Zigbee and transmitting multimedia information based on UWB had the advantage of other wireless communication technology. At last some suggestions about wireless communication technology's implementation in smart home were proposed.

Key words: smart home; architecture; wireless communication

0 引言

随着我国物联网的大力发展, 智能家居作为物联网的一种重要应用也被大力推进。智能家居, 也称之为家庭自动化、智能建筑等, 现在对于智能家居没有一个标准的定义, 一般理解的智能家居是指以住宅为平台, 利用计算机技术、网络技术、自动控制技术将家居生活中各种与信息相关的通信设备、家用电器等设备进行集成, 实现集中或异地的监视、控制。

早期的智能家居主要致力于照明、供暖等设备的控制, 而随着技术的发展, 智能家居的概念得到了延伸和发展, 房屋里的所有电器和电子设备都可以通过家庭内部局域网或互联网电话网等方式进行操作控制。目前, 从服务提供角度, 智能家居应用范围包括^[1]:

1) 家庭安防: 包括家庭摄像头监控, 烟雾、煤气报警, 防盗门磁、窗磁报警等, 为用户提供家庭安全服务。家庭安防监控系统也可与小区安全系统相连接, 监控、报警可通过通信网络实现与用户的远程沟通。

2) 家电控制: 包括空调的远程启动、关闭和温度调节, 冰箱温度控制, 热水器的远程启动、关闭和温度调节, 电动窗帘控制, 电视节目的远程录制等。

3) 开关照明控制: 包括远程或遥控的方式对插座和灯光进行控制, 也可以随意设置灯光设备与开关的控制对应关系。

收稿日期: 2011-01-19; 修回日期: 2011-04-22

基金项目: 国家高技术研究发展计划"863"项目(2009AA01Z212); 国家自然科学基金项目(61003237); 南邮福富实验室基金项目(KH0110308014)

作者简介: 闵丽娟(1975-), 女, 湖北襄樊人, 讲师, 主要从事电信运营支撑系统方面的研究。

4) 信息服务:包括语音通信、宽带上网等通信类业务, IPTV、网络游戏等娱乐类业务以及数字社区、数字城市等各类信息类业务。

5) 日常生活服务:包括电力、自来水、燃气的远程抄表, 各类公用事业费的支付等。

就现阶段而言, 上述多种应用系统分别处于信息孤岛状态^[2], 互联互通非常有限, 减低了家庭内部的信息资源共享程度, 同时增加了家庭建设的投资成本。因此笔者从提高家庭内部设备之间的互联能力以及家庭网络与外部网络之间互联能力的角度, 对智能家居的系统结构进行了描述, 并从家庭内部信息传送的角度, 对可用的无线通信技术进行了探讨。

1 智能家居的系统结构

目前市场上已经推出了智能家居范畴内的各种产品, 能够分别提供不同的服务, 图 1 示意性地描述了目前智能家居系统的现状。从应用系统的角度来看, 安装在室内的各类产品基本都由终端节点(例如各种家电、电子设备等)和控制节点(例如机顶盒、电器开关等)组成, 其中部分控制节点对应的设备功能比较集中, 既可以与终端节点进行通信, 也可以与外部网络联通, 例如 IPTV 机顶盒; 而有的控制节点的功能分别由专业控制设备和网关来提供。此外, 终端节点的控制命令, 可以在室内通过开关、电脑、手持终端等方式发送, 也可以在室外通过电话拨号、手机短信、电脑操作等方式远程操控。

从图 1 可以看到, 各种应用系统内部都可以实现信息的传递, 但是系统之间的互联互通非常不方便。原因在于行业标准的制定不足, 互联互通的接口部分没有统一要求, 此外, 各种产品采用的通

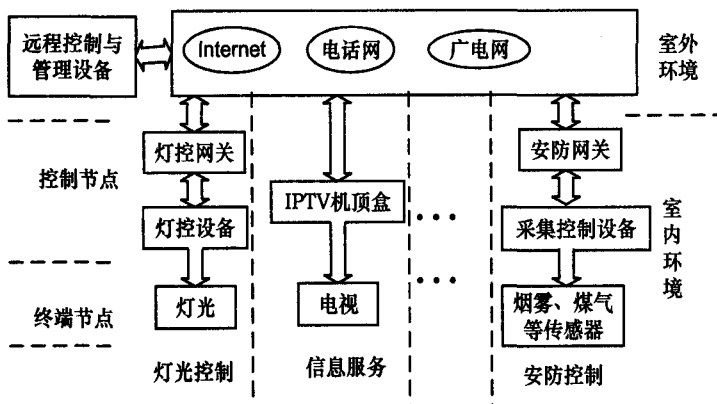


图 1 智能家居系统现状示意图

信机制不同, 没有一个统一的中间平台(例如统一网关)实现信息的交互, 也导致家庭内部信息无法做到无缝连接。从用户的角度来看, 上述问题的存在, 使得

购买产品的功能单一, 兼容性差, 在需要多种服务时, 家庭建设的投资成本就会增加。

因此, 提供网关的兼容性、以统一网关为核心的智能家居系统是未来的发展趋势。图 2 示意性地描述了理想的智能家居系统的架构^[3]。从传送的信息类型来看, 家庭内部的智能设备分成两类: 一类主要是需要传送控制命令, 例如各种家电, 包括: 冰箱、空调等, 以及各种控制设备, 包括: 烟雾、红外等传感器、开关电源、继电器等, 这些设备都可以与家庭网络连接起来, 查询它们的状态、以及接受指令; 一类主要是需要传送大量信息数据的设备, 包括各种音频、视频、图形图像设备等, 这些设备提供了标准的用户接口。这些智能设备可使人们足不出户就能进行操控和监视。家庭网关是实现智能设备与外部网络连接的关键, 通过家庭网关和家庭内部网络, 所有设备可随意地在室外被操控, 就像室内一样。在室外环境中, 网络提供商、服务提供商、内容提供商可以为居民提供各种服务。

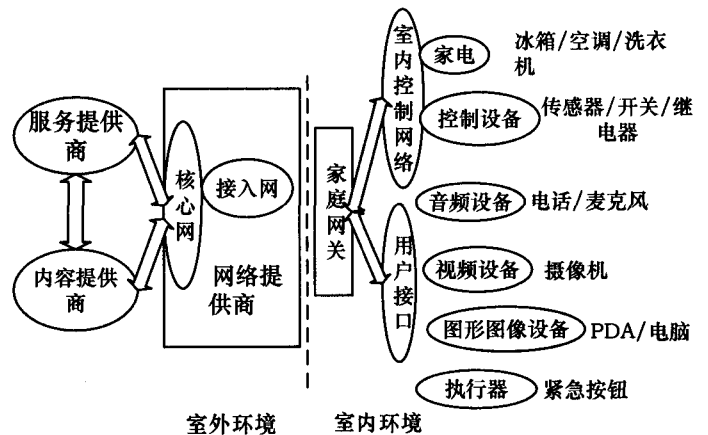


图 2 智能家居系统的架构图

2 无线通信技术研究

2.1 家庭内部网络中传送信息的分类

图 2 所示的智能家居系统的家庭内部网络中, 通过家庭网关交互的信息主要分为以下两类^[4]:

1) 控制信息: 主要对应于家庭网关与室内控制网络之间的交互。这种情况下, 传输的信息主要是对器件控制信息(如电视机的开/关控制, 对电灯的亮/灭和亮度控制等)以及电子产品和家用电器的物理量参数(如湿度、温度, 各种气体含量等)。它的特点决定了对各种信号的传输速率要求一般比较低, 数十 kbps 就可以, 但是它对信息传输的可靠性要求比较高。

2) 多媒体信息: 主要对应于家庭网关与用户接口之间的交互。这种情况下, 连接的设备有 PC、电视、录

像机、数码相机以及手机、固定电话、音响系统等等,传输的主要是音频和视频信号,信息传输速率要求比较高,普遍要求达到 10Mbps 以上。而在传输的可靠性上,它的要求没有控制信息那么高。

2.2 家庭内部网络中适用的无线通信技术

控制信息和多媒体信息都可以通过有线通信方式或者无线通信方式进行传输。与无线通信方式相比,采用有线通信方式的智能家居系统在扩展性、可移动性、布线繁琐程度、美观程度等方面略显弱势,结合智能家居的特点,本节重点概述了国际上比较通用的几种短距离低功率的无线通信技术,并针对家庭内部网络,从上述信息分类的角度,对各种技术进行了分析和比较。

1) 红外通讯技术是一种点对点的数据传输协议,是传统的设备之间连接线缆的替代。它的通讯距离一般在 1 米以内,通讯介质为红外波段内的近红外线。IrDA(红外数据协会)将红外数据通讯所采用的光波波长的范围限定在 850nm 至 900nm 之内。IrDA1.0 协议规定最高通信速率在 115.2kbps,随后 IrDA1.1 协议提高通信速率到 4Mbps,之后,IrDA 又推出了最高通信速率在 16Mbps 的协议^[5]。由于红外线的传输不受无线电干扰,成本低,因此应用范围很广,家庭内部主要体现在家用电器的红外遥控、以及电子产品提供的红外传输接口等。但是红外线的传输距离比较短,对非透明物体的透过性极差,不能透过墙壁,无法利用该技术向室内的其他房间的产品发送遥控信号,因此该技术只适合超近距离的传送控制信息和多媒体信息。

2) 蓝牙(Bluetooth)是支持点到点连接、点到多点连接的无线通信协议。针对点到多点连接时,若干蓝牙设备连成一个微微网(Pico net),一个微微网内寻址 8 个设备。蓝牙基于 IEEE802.15.1 标准,采用全球开放的 2.4GHz 的无线电收发频率进行传输,不需要执照许可证^[6]。蓝牙的通信距离是 10 米(或者 0dBm),在加入额外的功率放大器后,可以将距离扩展到 100 米(或者 20dBm)。采用跳频扩频技术来提高传输的抗干扰性。蓝牙 1.0 版本规定的信道数据传输速率为 1Mbps,其 211+EDR 版本的信道传输速率最高将提高至 3Mbps,可实现近距离的控制信息和多媒体信息的传送。目前蓝牙技术主要应用在计算机、移动电话、打印机、键盘、鼠标和其他设备等在没有电缆连接的情况下相互通信,或实现无线因特网共享。由于蓝牙的成本始终高居不下,这也成为未来的大规模家居控制应用中的绊脚石。

3) RFID(Radio Frequency Identification),即射频识别,俗称电子标签,由标签、解读器和天线三个基本要素组成^[7]。它是一种非接触式的自动识别技术,通过

射频信号自动识别目标对象并获取相关数据。RFID 技术可以用于家庭内部的移动物体的感应、静态物体的信息获取等,通信距离最远可达 30 米,数据传输速率和 RFID 标签信息长度、编码方式及每秒钟要求读取标签次数有关。我国为 RFID 使用频率划分了双频段:920 MHz ~ 925 MHz,840 MHz ~ 845 MHz。但由于目前制造技术复杂、生产成本高、标准尚未统一等原因,RFID 技术在智能家居应用中大规模使用的环境不很成熟。

4) Zigbee 技术是一组基于 IEEE802.15.4 无线标准研制开发的有关组网、安全和应用软件方面的通信技术,其突出特点是近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本,具有自组网和自恢复能力,单个网络可以支持 255 个设备。Zigbee 技术的工作频段为 2.4GHz、868MHz(欧洲)、915 MHz(美国),其中,在 2.4 GHz 频段的通信速率为 10 ~ 250 kbit/s,通信距离在 10 米 ~ 100 米^[8,9]。Zigbee 技术是一种比较完善的近距离低速率双向无线通信技术,适合控制信息的发送和接收。

5) Z-Wave 技术是由 Zensys 公司开发,Z-Wave 联盟推动的一种专门针对智能家居领域的短距离无线通信技术。Z-Wave 技术结构简单、低功耗,工作频段为 908.42MHz(美国)和 868.42MHz(欧洲),采用 FSK 调制方式,传输速率为 9.6kbit/s^[10],信号传输距离为室内 30m 以上,室外 100m 以上,单个网络可以支持 232 个设备。Z-Wave 技术适合控制信息的发送和接收。

6) UWB(ultra wideband),即超宽带无线技术,是一种基于 IEEE802.15.3 无线标准的近距离无线通信技术,通信距离为 10 米以内,通信速度可以达到 480Mbit/s 以上^[11]。FCC(美国联邦通信委员会)规定 UWB 的工作频段为 3.1GHz ~ 10.6GHz。具有传输速率高、带宽极宽、消耗电能小、保密性好、低成本、发送功率小等诸多优势,但是带宽高也导致了一大缺陷,即 UWB 系统可能会干扰现有其他无线通信系统。由于 UWB 的传输速率高,非常适合传送多媒体信息,实现数字家庭 TV、PC、打印机、音响、DC/DV 和其它外设间的高速无线应用。

表 1 从 4 个方面对上述 6 种通信技术进行了分析比较,从理论角度综合各方面来看,Zigbee 技术最适合控制信息的传送,UWB 技术最适合多媒体信息的传送,而红外技术在超短距离范围内可以适应两种信息类型的处理。但是从目前实际情况来看,UWB 系统可能会干扰其他无线通信系统,因此 UWB 系统的频率许可问题一直在争论之中,该技术在智能家居方向的应用也有待考量。

3 存在的主要问题及建议

与有线通信技术相比,无线通信技术的最大优点是:无须布设任何线路、安装方便、可以移动、便于扩容。但是由于其传输距离短、易被干扰、穿墙能力差,信号很可能会受到墙体和障碍物的阻碍。一般来说,无线射频信号最多只能穿透两层左右的墙体,而且无法穿透金属材质,因此很容易出现控制信号无法到达的“死角”。

对于上述问题,文中提出如下建议:

1) 针对房间个数比较多的环境,可以适当增加无线中继。通过信号的转发,来减少无线通信的盲点。

2) 对于复式、别墅等多层建筑环境,可以将不同技术交叉应用、互相协调。例如有线通信方式与无线通信方式相结合,特别是楼层之间最好通过有线的方式进行信号的转发,避免内有钢筋网的楼板成为无线

信号传送的障碍。

3) 对于需要红外控制的智能设备,需要在有效范围内安装红外信号转发器,用于接收长距离的信号。

4) 在产品的选型中,尽量采用抗干扰能力强的无线产品。

4 结束语

随着各种短距离无线通信技术的迅猛发展,以及在家庭领域的商用化应用的成功,无线技术越来越得到智能家居各相关产业链的青睐。但是在家庭内部网络中使用各种短距离无线通信技术手段时,如何扬长避短,增强无线信号传送的稳定性、可靠性、抗干扰性等,是智能家居行业的一个重点难点,也是实际应用中的重要研究方向。

表 1 短距离无线通信技术比较

	红外	蓝牙	RFID	Zigbee	Z-Wave	UWB
频率	—	2.4GHz	920 MHz ~ 925 MHz、840 MHz ~ 845 MHz	2. 4GHz/868MHz/ 915 MHz	908. 42MHz/868. 42MHz	3. 1GHz ~ 10. 6GHz
标准	IrDA 协议	IEEE802. 15. 1	未统一	IEEE802. 15. 4	Zensys 公司专属技术	IEEE802. 15. 3
最大传输速率	16Mbps	3Mbps	不定	250 kbit/s	9. 6kbit/s	>480M/s
最大传输距离	1 米	10 米	30 米	100 米	100 米	10 米
适合传输的信息类型	控制信息/多媒体信息	控制信息/多媒体信息	控制信息	控制信息	控制信息	多媒体信息

参考文献:

[1] 陆 洋. 智能家居中的业务及关键技术[J]. 电信技术, 2010(5):45-47.

[2] 金 海,刘文超,韩建亭,等. 家庭物联网应用研究[J]. 电信科学,2010,26(2):10-13.

[3] Ricquebourg V, Menga D, Durand D. The Smart Home Concept : our immediate future[C]//2006 1st IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics. [s. l.]:[s. n.],2006:23-28.

[4] 崔若飞. 基于 ARM 和 GPRS 智能家居监控系统的设计与研究[D]. 北京:北京交通大学,2009.

[5] 文俊峰,张文爱,王 成,等. 多接口数据通讯模块的研究与设计[J]. 微计算机信息,2007(11):143-145.

[6] Bluetooth Special Interest Group. BLUETOOTH SIG ADOPTS NEW CORE VERSION 211 + EDR[EB/OL]. [2007-07-31]. http://www.bluetooth.com/Bluetooth/Press/SIG/BLUETOOTH_SIG_ADOPTS_NEW_CORE_VERSION_211_EDR.Htm.

[7] 信部无[2007]205号. 800 MHz/900 MHz 频段射频识别(RFID)技术应用规定(试行)[S]. 2007.

[8] ZigBee Alliance. Zigbee-Specification 2008[EB/OL]. [2008-01-27]. <http://www.ZigBee.org>.

[9] 潘 伟,黄 东. 基于 Zigbee 技术的无线传感网络研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(9):244-247.

[10] Reinisch C, Kastner W, Neugschwandtner G, et al. Wireless Technologies in Home and Building Automation[C]//2007 5th IEEE International Conference on Industrial Informatics. [s. l.]:[s. n.],2007:93-98.

[11] 高旭麟,余震虹,张小康,等. 超宽带技术在无线个域网中的应用[J]. 电信科学,2006,22(11):44-47.

[10] 杨海波,田 泽,蔡叶芳,等. FC IP 软核的仿真与验证[J]. 计算机技术与发展,2009,19(9):168-172.

[11] 许宏杰,田 泽,袁晓军. 高速 1553B IP 核的设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2009,19(12):154-157.

[12] 郭 亮,李 玲,田 泽,等. ARINC659 总线接口芯片的 FPGA 原型验证[J]. 计算机技术与发展,2009,19(12):240-242.

(上接第 168 页)

[7] 王 治,田 泽. 一种高性能 AFDX 监控卡的实现技术研究[J]. 计算机技术与发展,2010,20(8):217-220.

[8] 李 哲,田 泽,张荣华. AFDX 网络中 SkewMax 的研究[J]. 计算机技术与发展,2010,20(6):249-253.

[9] 李 攀,田 泽,蔡叶芳,等. 基于 SOPC 的 PCI 通信接口设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2009,19(9):211-214.