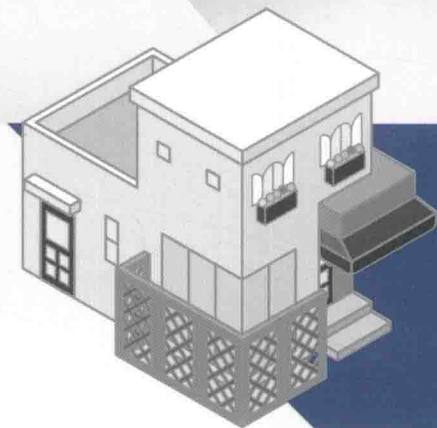


智能家居技术

付蔚 童世华 王浩 王平 著



科学出版社

TU241
412

智能家居技术

付蔚 童世华 王浩 王平 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共十章,比较全面、系统地介绍智能家居系统。具体内容主要包括智能家居的概念和发展、智能家居组网技术、节点设备、家庭网关、中间件、本地终端控制以及移动终端控制的研究、智能小区服务器的研究、安全性研究以及智能家居标准与协议规范等内容。

本书的特点是章节安排合理、概念准确、论述严谨、内容新颖、图文并茂,突出基本原理和基本概念的阐述,同时力图反映出智能家居发展的一些最新情况。

本书对物联网、计算机、自动化和通信信息类等专业的学生以及相关研究人员有学习参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

智能家居技术 / 付蔚等著. —北京: 科学出版社, 2016.4
ISBN 978-7-03-036639-9

I. ①智… II. ①付… III. ①住宅—智能化建筑—研究 IV. ①TU241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 076270 号

责任编辑: 赵艳春 余 丁 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年4月第一版 开本: 720×1 000 1/16

2016年4月第一次印刷 印张: 15

字数: 289 000

定价: 82.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

随着物联网的快速发展，智能家居也应运而生，智能家居就是在互联网影响之下物联化的体现。自从世界上第一幢智能建筑1984年在美国出现后，美国、加拿大、欧洲、澳大利亚和东南亚等经济比较发达的国家和地区先后提出了各种智能家居的方案。智能家居在美国、德国、新加坡、日本等国都有广泛的应用。当然，我国的智能家居也发展迅速。智能家居最初的发展主要以灯光遥控控制、电器远程控制和电动窗帘控制为主，随着技术的发展，智能控制的功能越来越多，控制的对象不断扩展，控制的联动场景要求更高，其不断延伸到家庭安防报警、背景音乐、可视对讲、门禁指纹控制等领域，真正实现了智能家居为人们提供一个舒适、安全、方便和高效的生活环境的最基本的目标。

本书针对目前发展前景广泛的智能家居系统，从概念和技术上都进行了比较全面、准确的介绍。

全书共十章。第1章概述，阐述智能家居的定义，介绍智能家居国内外发展状况、设计原则、面临的问题以及发展趋势。第2章智能家居组网技术研究，主要介绍智能家居几种常见的无线组网技术，如 ZigBee、6LoWPAN、蓝牙等；还有几种常见的有线组网技术，如现场总线、CAN 总线、LonWorks 总线等。第3章智能家居节点设备研究，主要介绍智能家居几种模块节点功能、节点硬件设计以及节点驱动设计，如监测节点、安防设备节点、家电设备节点、能耗设备节点、家庭医疗设备节点。第4章智能家居家庭网关研究，介绍了网关和多协议融合的基本概念，家庭网关和网络节点、移动终端、服务器的通信模式，以及网络管理方案的研究。第5章智能家居中间件的研究，介绍中间件的概念和分类，以及主流中间件技术和中间件的发展趋势。第6、7章可以归为一类，一种是本地终端控制，一种是移动终端控制，本地终端搭载 Linux 操作系统，移动终端控制操作平台有 Android、iOS。第8章智能小区服务器的研究，介绍智能小区服务器概念、构成、平台规划、管理。第9章基于无线物联网的智能家居物联网安全研究，主要介绍智能家居安全威胁、安全目标、安全框架和安全技术等。第10章智能家居标准与协议规范，主要介绍现在智能家居标准现状、智能家居国际标准、智能家居国内标准，以及智能家居标准发展规划。

本书为作者团队多年的研究成果，其中，童世华、张永负责第1章的撰写；付蔚、谢磊、王炳鹏和杜亮负责第2章和第3章的撰写；敬章浩和黄修谋负责第4章的撰写；邓晓渝和廖海波负责第5章的撰写；李倩、敬章浩和邹鹏举负责第6章的

撰写；赖宜荣、潘光吉和巩莉负责第 7 章的撰写；吴有义、张昱东和邓晓渝负责第 8 章的撰写；王浩、黄修谋和任丽娟负责第 9 章的撰写；付蔚、任丽娟负责第 10 章的撰写；王平负责本书的审阅。

本书凝聚了物联网智能家居领域科研人员多年的智慧与研发经验，衷心感谢工业物联网与网络化控制教育部重点实验室的全体教师与学生的支持！在本书撰写过程中，作者广泛听取了院校一些教师的意见和一些学生的建议，力争克服书中的不足，在科学性、完备性、严谨性和新颖性方面都是一次很好的突破。但由于作者水平有限，加之技术发展日新月异，还有许多不足之处，希望读者批评指正。

付 蔚

2015 年 11 月

目 录

前言

第 1 章	智能家居系统概述	1
1.1	智能家居的定义	1
1.2	智能家居的发展	1
1.2.1	智能家居的起源	1
1.2.2	国内外现状	2
1.3	智能家居的设计原则	2
1.4	智能家居技术架构	3
1.5	智能家居面临的问题	6
1.6	智能家居的发展新趋势	6
第 2 章	智能家居组网技术研究	11
2.1	智能家居常用无线组网技术	11
2.1.1	无线传感器网络技术	11
2.1.2	Z-Wave 技术	15
2.1.3	ZigBee 技术	20
2.1.4	6LoWPAN 技术	27
2.1.5	蓝牙技术	34
2.1.6	WiFi 技术	39
2.1.7	GPRS 技术	42
2.1.8	RFID 技术	48
2.1.9	其他(EnOcean)	53
2.2	智能家居中的常用有线组网技术研究	56
2.2.1	现场总线技术	56
2.2.2	CAN 总线技术	63
2.2.3	LonWorks 总线技术	66
2.2.4	RS-485 总线技术	68
2.2.5	其他有线技术	69
2.3	其他组网方案在智能家居中的应用研究	70

2.3.1	融合有线和无线	70
2.3.2	电力线载波技术	71
第 3 章	智能家居节点设备研究	73
3.1	智能家居节点设备概述	73
3.2	智能家居环境监测节点设备	74
3.2.1	节点功能描述	74
3.2.2	节点硬件设计	75
3.2.3	节点驱动设计	79
3.3	智能家居家庭安防设备节点设备	80
3.3.1	节点功能描述	80
3.3.2	节点硬件设计	81
3.3.3	节点驱动设计	83
3.4	智能家居智能家电设备节点设备	85
3.4.1	节点功能描述	85
3.4.2	节点硬件设计	85
3.4.3	节点驱动设计	90
3.5	智能家居能耗设备节点设备	92
3.5.1	节点功能描述	92
3.5.2	节点硬件设计	93
3.5.3	节点驱动设计	96
3.6	智能家居家庭医疗设备节点设备	97
3.6.1	节点功能描述	97
3.6.2	节点硬件设计	98
3.6.3	节点驱动设计	102
第 4 章	智能家居家庭网关研究	104
4.1	家庭网关概述	104
4.2	家庭网关中的多协议融合	104
4.3	家庭网关与家庭网络节点的通信模式	105
4.4	家庭网关与移动终端的通信模式	107
4.4.1	点对点通信模式	107
4.4.2	广播通信模式	107
4.4.3	组播通信模式	107
4.5	家庭网关与服务器的通信模式	107

4.6	家庭网关的网络管理方案研究	109
第 5 章	智能家居中间件的研究	110
5.1	中间件的概念	110
5.2	中间件的分类	110
5.2.1	终端仿真/屏幕转换	111
5.2.2	数据访问中间件	111
5.2.3	远程过程调用中间件	111
5.2.4	消息中间件	111
5.2.5	交易中间件	111
5.2.6	对象中间件	112
5.3	主流中间件技术平台	112
5.3.1	CORBA 的定义	112
5.3.2	CORBA 的历史	112
5.3.3	CORBA 的特点	113
5.3.4	CORBA 的体系结构	114
5.3.5	分布式	114
5.3.6	服务	115
5.3.7	开发环境	117
5.4	控制系统及创新应用	118
5.4.1	控制系统	118
5.4.2	技术创新	118
5.4.3	应用	119
5.5	中间件技术的趋势展望	120
5.5.1	趋势特征	120
5.5.2	需求发展	120
第 6 章	智能家居本地控制终端研究	122
6.1	智能家居本地控制终端概述	122
6.2	智能家居本地控制终端的架构设计	124
6.2.1	智能家居本地控制终端需求分析	126
6.2.2	智能家居本地控制终端整体方案设计	128
6.3	硬件层架构	131
6.3.1	整体硬件部署	131
6.3.2	核心处理平台	132

6.4	Linux 操作系统层的功能实现	132
6.4.1	嵌入式 Linux 交叉编译环境搭建	133
6.4.2	引导加载实现	134
6.4.3	嵌入式 Linux 内核实现	136
6.4.4	根文件系统实现	138
6.4.5	makefile 文件实现	139
6.4.6	Linux 设备驱动实现	140
6.5	用户应用层的设计实现	141
6.5.1	总体设计方案	141
6.5.2	人机交互模块	143
6.5.3	以太网通信模块	149
6.5.4	应用层通信协议处理模块	152
6.5.5	视频处理模块	157
第 7 章	智能家居移动控制终端研究	163
7.1	移动终端架构设计	163
7.1.1	Android、iOS 简介	163
7.1.2	Android 开发关键技术	167
7.1.3	iPhone 开发关键技术	169
7.1.4	基于 Android 的智能家居系统设计实例	171
7.1.5	基于 iOS 的智能家居系统设计实例	173
7.2	移动终端与服务器的传输	175
7.2.1	传输层的通信协议	175
7.2.2	基于数据的传输	176
7.2.3	移动终端的推送机制	181
7.3	移动终端控制方法研究	182
7.3.1	移动终端设备	182
7.3.2	移动终端的人机交互技术	184
7.3.3	移动终端的通信连接技术	186
7.4	移动终端中的用户安全	191
7.4.1	移动终端中的用户安全威胁	191
7.4.2	云计算环境下新的安全威胁	192
7.4.3	移动终端用户安全威胁的原因分析	194
7.4.4	提高移动终端的安全性	195

第 8 章 智能小区服务器的研究	197
8.1 智能小区服务器概述	197
8.2 智能小区的构成	198
8.3 智能小区的平台规划	202
8.3.1 智能小区平台概述	202
8.3.2 智能小区平台架构	202
8.4 智能小区服务器的管理	203
8.4.1 智能小区用户管理	203
8.4.2 智能小区新闻管理	203
8.4.3 用户家庭监测数据管理	204
8.4.4 智能小区事务管理	204
第 9 章 基于无线物联网的智能家居物联网安全研究	205
9.1 安全威胁	205
9.2 安全目标	207
9.3 安全框架	207
9.3.1 感知层的安全框架	208
9.3.2 网络层的安全框架	208
9.3.3 应用层的安全框架	209
9.3.4 非技术管理机制	209
9.4 安全技术	210
9.4.1 加密技术	210
9.4.2 访问控制技术	212
9.4.3 认证技术	212
9.4.4 入侵检测技术	213
第 10 章 智能家居标准与协议规范	215
10.1 智能家居标准化现状	215
10.1.1 国外智能家居标准现状	215
10.1.2 我国智能家居标准现状	215
10.2 智能家居国际标准	216
10.2.1 家庭网络	216
10.2.2 综合布线及总线技术	218
10.2.3 通信技术	223
10.3 智能家居国内标准	224

10.3.1 电子行业·····	224
10.3.2 通信行业·····	225
10.3.3 建筑行业·····	225
10.3.4 家电行业·····	226
10.3.5 重庆市地方标准·····	227
10.4 智能家居标准发展规划·····	227
参考文献·····	229

第 1 章 智能家居系统概述

1.1 智能家居的定义

智能家居是以住宅为平台,利用综合布线技术、网络通信技术、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活有关的设施集成,构建高效的住宅设施与家庭日程事务的管理系统,提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性,并实现环保节能的居住环境^[1]。

智能家居是一个集成性的系统体系环境,而不是单单一个或一类智能设备的简单组合,传统的家居通过利用先进的计算机技术、网络通信技术、综合布线技术,将与家居生活有关的各种子系统有机地结合在一起,通过统筹管理,让家居生活更加舒适、安全、有效。与普通家居相比,智能家居不仅具有传统的居住功能,提供舒适安全、高品位且宜人的家庭生活空间;还由原来的被动静止结构转变为具有能动智慧的工具,提供全方位的信息交换功能,实现了“与家居对话”的愿望,帮助家庭与外部保持信息交流畅通,优化人们的生活方式,帮助人们有效地安排时间,增强家居生活的安全性,甚至为各种能源费用节约资金。

1.2 智能家居的发展

1.2.1 智能家居的起源

智能家居概念的起源甚早,但一直未有具体的建筑案例出现,直到 1984 年美国联合科技公司(United Technologies Building System)将建筑设备信息化、整合化概念应用于美国康乃迪克州(Conneticut)哈特佛市(Hartford)的 CityPlaceBuilding,才出现了首栋的智能型建筑,从此揭开了全世界争相建造智能家居的序幕。

最著名的智能家居要算比尔·盖茨的豪宅。比尔·盖茨在他的《未来之路》一书中以很大篇幅描绘他正在华盛顿湖建造的私人豪宅。他描绘他的住宅是“由硅片和软件建成的”并且要“采纳不断变化的尖端技术”。经过 7 年的建设,1997 年,比尔·盖茨的豪宅终于建成。他的这个豪宅完全按照智能住宅的概念建造,不仅具备高速上网的专线,所有的门窗、灯具、电器都能够通过计算机控制,而且有一个高性能的服务器作为管理整个系统的后台。

1.2.2 国内外现状

几年前,比尔·盖茨花费巨资在华盛顿湖畔建造的智能化豪宅,曾一度吸引了众多目光。如今,智能化家电、智能化照明系统、智能化保安系统,乃至智能化小区等各种提法早已见怪不怪。中国智能化家居的前进步伐开始越走越快。

智能家居是住宅智能化的核心部分,目前我国智能家居市场有三个特点:①市场潜力大,现在房地产业在全国的发展都很火爆,作为其下游产业,智能家居市场前景还是非常乐观的;②产品多,厂家多,这些厂家大部分集中在上海、北京、深圳、广州等地,但到目前为止还没有一家形成规模化;③在智能家居行业国家还没有统一的行业标准,使得很多中小企业各自为政,按自己对市场的理解来开发产品,相互间的产品不具兼容性,这种局面就好像春秋战国时代诸侯争霸的感觉。因此,今后几年智能家居市场会进入一个行业整合阶段,最终可能会出现几家规模比较大、品牌影响力好的厂家。而就智能家居市场的发展来说,近几年智能家居的概念已经被逐步推广,我国自行设计和生产的可联网的家用电器/设备也将有相当的规模。同时,在国内家电市场中,包括美的、海尔等知名品牌在内的不少厂商已经着手开发智能化家电产品,如真善美遥控智能照明系统、美的智能空调、海尔智能冰箱等,由于其价格大众化、操作简便,占据的市场份额逐渐扩大。

1.3 智能家居的设计原则

智能家居又称智能住宅。通俗地说,它是融合了自动化控制系统、计算机网络系统和网络通信技术于一体的网络化、智能化的家居控制系统。一个住宅小区智能化系统的成功与否,并非仅取决于智能化系统的多少、系统的先进性或集成度,而是取决于系统的设计和配置是否经济合理并且系统能否成功运行,系统的使用、管理和维护是否方便,系统或产品的技术是否成熟适用,换句话说,就是如何以最少的投入、最简便的实现途径来换取最大的功效,实现便捷、高质量的生活。为了实现上述目标,智能家居系统设计时要遵循以下原则。

1) 实用性、便利性

智能家居最基本的目标是为人们提供一个舒适、安全、方便和高效的生活环境。对智能家居产品来说,最重要的是以实用为核心,摒弃那些华而不实、只能充当摆设的功能,产品以实用性、易用性和人性化为主。

在设计智能家居系统时,应根据用户对智能家居功能的需求,整合以下最实用、最基本的家居控制功能:包括智能家电控制、智能灯光控制、电动窗帘控制、防盗报警、门禁对讲、煤气泄漏等,同时还可以拓展如三表抄送、视频点播等服务增值

功能。对很多个性化智能家居的控制方式丰富多样，如本地控制、遥控控制、集中控制、手机远程控制、感应控制、网络控制、定时控制等，其本意是让人们摆脱烦琐的事务，提高效率，如果操作过程和程序设置过于烦琐，容易让用户产生排斥心理。所以在对智能家居进行设计时一定要充分考虑到用户体验，注重操作的便利化和直观性，最好能采用图形图像化的控制界面，让操作所见即所得。

2) 系统安全可靠

整个建筑的各个智能化子系统应能二十四小时运转，系统的安全性、可靠性和容错能力必须予以高度重视。对各个子系统，在电源、系统备份等方面采取相应的容错措施，保证系统正常安全使用，质量、性能良好，具备应付各种复杂环境变化的能力。

3) 系统高扩展性

智能家居系统方案的设计应依照国家和地区的有关标准进行，确保系统的扩充性和扩展性，在系统传输上采用标准的 TCP/IP 网络技术，保证不同产商之间系统可以兼容与互连。系统的前端设备是多功能的、开放的、可以扩展的设备。例如，系统主机、终端与模块采用标准化接口设计，为家居智能系统外部厂商提供集成的平台，而且其功能可以扩展，当需要增加功能时，不必再开挖管网，简单可靠、方便节约。设计选用的系统和产品能够使本系统与未来不断发展的第三方受控设备进行互通互连。

4) 系统便捷性

布线安装是否简单直接关系到成本、可扩展性、可维护性的问题，一定要选择布线简单的系统，施工时可与小区宽带一起布线，简单、容易；设备方面容易学习掌握、操作和维护简便。系统在工程安装调试中的方便设计也非常重要。

家庭智能化有一个显著的特点，就是安装、调试与维护的工作量非常大，需要大量的人力、物力投入，成为制约行业发展的瓶颈。针对这个问题，系统在设计时，就应考虑安装与维护的方便性，如系统可以通过 Internet 远程调试与维护。通过网络，不仅使住户能够实现家庭智能化系统的控制功能，还允许工程人员远程检查系统的工作状况，对系统出现的故障进行诊断。这样，系统设置与版本更新可以在异地进行，从而大大方便了系统的应用与维护，提高了响应速度，降低了维护成本。

1.4 智能家居技术架构

围绕着智能家居的设计理念：方便、舒适、安全、节能，将智能家居系统

按照功能划分为 5 个部分, 分别为家居安防、环境监控、家电控制、能耗管控和智能医疗。并实现本地控制终端(即室内机)、远程控制终端(即智能手机和平板电脑)和 Web 网页等方式的查看与控制。图 1.1 为智能家居的体系架构图。

从图 1.1 中可看出整套系统的核心是家庭物联网网关, 它是底层传感器设备、控制器和控制终端之间的桥梁。家庭物联网网关转发传感器采集的数据和用户下发的控制命令, 是一个综合性设备。另一个综合性设备为室内机, 它一般位于家居的门口, 实现对整个智能家居控制系统与用户的信息交互。室内机在整个智能家居系统中占据着重要地位, 它实现了对家庭中各系统的集中管理和控制, 并与门口机相连, 实现视频对讲功能, 处理门禁问题。智能家居首选应解决的是安全问题, 建设部就智能家居发展提出的《全国住宅小区智能化技术示范工程建设大纲》将智能家居划分为几个等级标准, 将家居安防智能化技术纳入智能家居必备的功能中。传统的机械式(防盗网、防盗窗)家居防卫在实际使用中暴露出一些隐患, 智能家居安防将红外探测器、窗磁门磁、烟雾及有害气体传感器、网络摄像机结合起来, 利用控制终端进行查看和报警, 为用户提供一个全方位的智能安防系统。当今社会科技飞速发展, 使人们的生活水平不断地提高, 大家对居住环境的关注度也越来越高, 对环境的监控也成为智能家居系统必不可少的一部分。通过分析温湿度传感器等环境传感器采集到的环境值, 利用对灯光、窗帘、空调等家庭设备的智能控制调节家中的环境, 使家居内部保持舒适环境。家电控制系统通过建立以舒适、便捷、节能为目标的家电控制网络, 将各种家电设备和系统(包括各种智能终端(手机、PDA(Personal Digital Assistant))、移动通信网络、云端服务器等)在一起融合, 形成以家庭生活云为构想的物联网应用系统, 可以有效地实现随时随地对家用电器的控制。能源的短缺是当今社会的热门话题, 家居中对能耗的管控给用户带来好处的同时也对整个社会具有一定的现实意义。能耗管控系统通过对家中大型用电设备的监测和家中三表(即电表、水表和气表)数据的采集, 对家中的能耗情况进行监测和管理。在现今的智能家居系统中, 家庭医疗和老人监护功能越来越受到人们的重视和关注。因为受计划生育的影响, 我国人口结构也随之发生着巨大的变化, 4+2+1 的家庭成员结构越来越明显, 没有子女或子女都不在老人身边的家庭越来越多, 这对老年人独居和医疗保健服务提出了严峻的挑战, 此外, 如何更好地护理家中的认知障碍者、残疾人、慢性病者、婴幼儿, 也是中国构建和谐需要重视的问题。智能医疗提供给行动不便和心脏病、高血压等慢性病患者, 可以足不出户地随时监测身体健康状况, 接受健康管理中心和社会后勤资源协同提供的综合性医疗服务, 具有很好的现实意义。

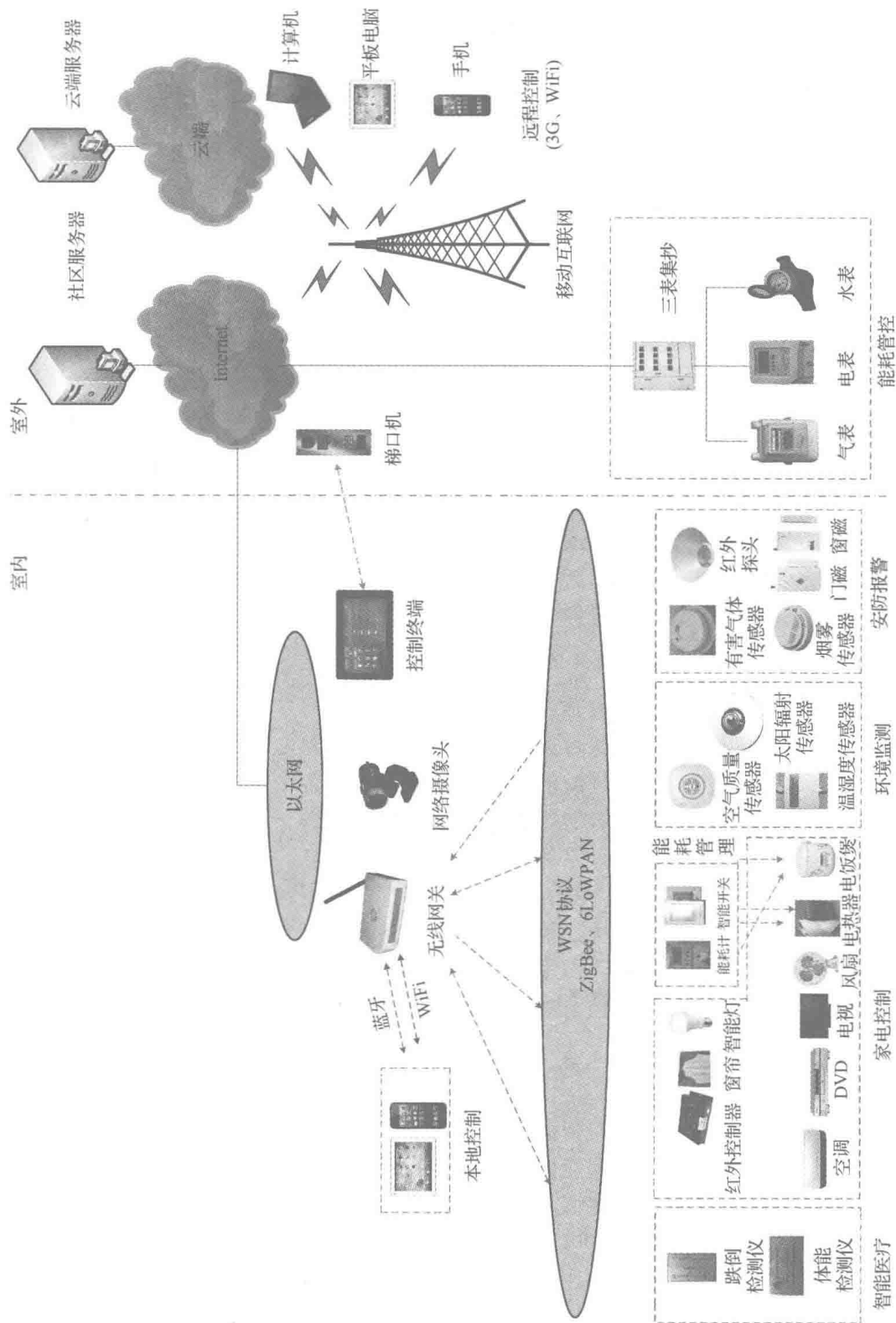


图 1.1 智能家居的体系架构图

1.5 智能家居面临的问题

1) 智能家居成本偏高, 消费门槛过于局限

智能家居的概念虽然已经深入人心, 但由于技术的局限性, 产品采购成本相对较高, 产品投入与研发成本比较大, 缺乏灵活性, 导致价格居高不下。现在一套功能比较完善的智能家居系统, 其标准配置中无线摄像头、光线感应器、中央触摸屏和自动化系统动辄以万元为计算单位, 让众多普通人望而却步。例如, 普通家庭一套 130m² 的房子装修花费了 50 万元, 其中室内整体家居系统就要占用 20 万元费用, 而这仅是智能家居概念中最简单的防盗照明系统, 加上后期维护和修理的费用, 各项成本消耗都会让普通消费者望而却步。据相关资料统计, 智能家居产品最具有消费能力和消费需求的是一些高收入的消费群体, 面积大于 120m² 的公寓房、复式房、别墅安装智能家居系统, 才能体会到更大的实用性和舒适享乐性。定位于高端市场, 仅在部分大面积的豪宅才会配备或局部配备相应的智能家居系统, 消费群体集中在高端客户群体的特殊性, 使产品智能家居的推广推进缓慢, 普及面临严峻考验, 广大工薪消费者只能望而却步, 致使整个行业发展更是举步维艰。

2) 智能家居行业标准不统一, 阻碍智能家居行业发展

目前智能家居研发和生产的企業众多, 行业中不乏海尔、美菱、格力、三洋等知名品牌的参与, 但由于市场认可度低, 产品技术不成熟, 产品质量不稳定, 尤其是家庭网络系统方面没有形成统一的技术框架和标准, 各个品牌的设备自成一派, 各种产品难以互通互连, 使用者的智能家居系统出现问题、需要更换配件时, 只能选择开发商提供的同品牌产品, 不能更换其他厂家的产品, 这给用户带来了诸多不便, 使得智能家居企业开发的产品和系统仅停留在体验阶段, 无法实现产业化、规模化, 整个行业也难以得到持续、健康的发展, 严重限制了智能家居行业的壮大。

1.6 智能家居的发展新趋势

1) 无线传输技术大显身手

我国的城市建设正逐步在向智慧城市方向发展, 而这其中智能化的进步, 直接带动了相关产业的发展, 其中智能化家居的普及, 正随着其技术发展越来越走向现实。在人们的生活中偶尔会出现哪里的灯忘关、电视忘关等一些生活细节问题, 而未来智能家居系统的普及就可以很好地解决这些问题, 人们只需要通过手中的相关设备就可控制家里的一切操作, 带来非常便捷的生活。而要实现这些控制技术, 就需要无线网络传输大显身手了。