

Key Technology and Application of
Digital Community Based on Internet of Things

基于物联网的 数字社区关键技术及应用

裴庆祺 习 宁 沈玉龙◎编著

马建峰 徐启建◎审校



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Key Technology and Application of
Digital Community Based on Internet of Things

基于物联网的 数字社区关键技术及应用

裴庆祺 习 宁 沈玉龙◎编著
马建峰 徐启建◎审校



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

基于物联网的数字社区关键技术及应用 / 裴庆祺, 习宁, 沈玉龙编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2017. 10
ISBN 978-7-115-45795-0

I. ①基… II. ①裴… ②习… ③沈… III. ①互联网—应用—社区管理②智能技术—应用—社区管理 IV. ①TP393.4②C916.2-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第112881号

内 容 提 要

本书主要从数字社区关键技术及应用示范两个方面进行介绍。在关键技术部分:第1章对数字社区的概念及核心技术体系进行概述;第2章结合数字社区技术架构,对主流的感知技术进行介绍;第3章首先对数字社区中多网融合的网络架构进行介绍,随后按照覆盖范围由小到大的顺序对其中具体的网络技术进行详述;第4章对大数据存储及处理相关技术进行描述;第5章对目前常用的Web服务技术进行说明;第6章结合数字社区的体系架构,分层次地对数字社区安全支撑技术进行详述。在应用示范部分:第7~9章针对具体的数字家庭、电子医疗应用以及农业电子商务系统进行介绍,内容涉及各类系统的开发需求、总体架构、详细设计以及应用场景。

本书适合作为高等院校物联网专业本科生和研究生的教材,也可作为无线通信领域研究人员的参考书。

◆ 编 著 裴庆祺 习 宁 沈玉龙

审 校 马建峰 徐启建

责任编辑 邢建春

执行编辑 肇 丽

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 15.5

2017年10月第1版

字数: 303千字

2017年10月北京第1次印刷

定价: 98.00元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

前言

近 20 年来,我国互联网和信息化互联网技术快速发展,特别是随着移动互联网、大数据、云计算、物联网等技术的日趋成熟,数字化、信息化、智能化贯穿于社会生活的方方面面,对维持国家经济的快速增长、社会的和谐发展、人民生活的安定起到了积极的推动作用。2015 年,我国先后提出了“互联网+”和“网络强国”的未来发展战略,旨在通过加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施,充分发挥信息技术在生产要素中的优化和集成作用,将创新成果深度融合于经济社会各领域之中,提升实体经济的创新力和生产力,形成更广泛的以信息技术为基础设施和实现工具的经济发展新形态。在当前的网络发展趋势下,数字社区、数字城市作为物联网、智慧地球的典型应用,是未来信息化、数字化社会的发展方向,也将是未来我国信息化建设的重点。

数字城市的概念最早由 IBM 提出,但由于涉及计算机、通信、电子等多个领域的技术限制,一直处于缓慢发展过程中。近年来,随着相关核心关键技术逐渐发展和规范化,以及智能交通、智能医疗等服务的普及,数字社区、数字城市正在逐步由概念转换为现实。针对目前数字社区所涉及各类复杂的关键技术,本书采用循序渐进的方法分为基础篇和进阶篇两个部分介绍,适合初学者和开发者等不同人群。在基础篇中,以数字社区为应用背景,结合感知、大数据、云计算和服务相关标准及前沿技术对物联网核心关键技术进行深入浅出的介绍,使读者对物联网技术有深入的认识。该篇从数字社区发展背景和历程开始介绍,然后引出具有普适性的数字社区技术体系结构,并在此基础上结合感知层、网络层、数据层以及应用层建立层次化关键技术体系,进而详细分析物联网在信息感知与识别、网络构建与传输、数据分析与处理以及服务协同应用等方面的核心关键技术,最后对数字社区中的安全支撑技术进行了系统介绍。在进阶篇中,以数字社区为具体应用示范,指导读者进一步思考如何根据不同的应用需求构建所需的数字社区应用系统。该篇以智能家居、智慧医疗和农产品电子商务系统 3 种典型应用为

实例对数字社区系统设计过程进行说明，从而使读者在完成本书的阅读时，能够具备基本的物联网系统设计能力。

通过本书，希望读者能够更充分地学习物联网相关专业知识，借鉴已有数字社区示范，进一步改进物联网系统的设计工作，推出更智慧的成果。

本书在编写过程中得到习宁、沈玉龙老师在提纲设计、内容编排方面的大力支持，同时，杨焱、王如凯、宋泊为、舒天泽、魏大卫、田创、胡俊等在本书编写方面付出了大量辛勤的劳动，在此表示深深的感谢。本书还参考了大量的相关资料，在此对原资料作者深表谢意。

目 录

第一篇 基础篇

第 1 章 数字社区概述	3
1.1 概念	3
1.2 数字社区发展及国内外现状	5
1.2.1 物联网发展	5
1.2.2 数字社区发展	6
1.3 数字社区核心技术体系	8
1.3.1 数字社区技术架构	8
1.3.2 数字社区关键技术	10
1.4 数字社区典型应用	12
第 2 章 信息感知与识别	16
2.1 数字社区感知识别体系	16
2.2 传感器技术	17
2.2.1 传感器概述	18
2.2.2 传感器的分类	20
2.2.3 传感器的基本应用	22
2.3 自动识别技术	24
2.3.1 语音识别	25
2.3.2 生物特征识别	27
2.3.3 图像识别	31
2.3.4 条码识别	32
2.3.5 RFID 识别	35

2.3.6	IC 卡技术	39
2.4	定位技术	41
2.4.1	GPS 定位技术	41
2.4.2	基站定位技术	44
2.5	智能信息设备采集技术	46
2.5.1	智能设备信息采集	46
2.5.2	典型智能设备	47
第 3 章	网络构建与传输	49
3.1	多网融合的数字社区网络体系	49
3.2	无线低速网络	51
3.2.1	红外线通信	51
3.2.2	蓝牙	52
3.2.3	ZigBee	55
3.2.4	无线低速网络的应用	61
3.3	无线宽带网络	62
3.3.1	无线局域网概述	62
3.3.2	WLAN 网络结构及工作原理	63
3.3.3	WLAN 的应用	66
3.4	移动通信网络	67
3.4.1	移动通信网络概述	67
3.4.2	第三代移动通信技术——3G	68
3.4.3	第四代移动通信系统——4G	69
3.4.4	下一代移动通信系统——5G	72
3.4.5	移动通信系统的应用	73
3.5	核心骨干网	73
3.5.1	OSI 网络模型	73
3.5.2	TCP/IP 网络模型	76
3.5.3	骨干网路由和寻址原理	78
第 4 章	数据存储与处理	81
4.1	数字社区数据存储与管理體系	81
4.1.1	关系型数据库系统	82
4.1.2	NoSQL 数据库	85
4.2	数据存储体系结构	90

4.2.1	直连式存储	91
4.2.2	网络接入存储	92
4.2.3	存储区域网络 (SAN)	93
4.2.4	数据存储结构对比分析	95
4.3	基于 Hadoop 的数据存储及计算架构	96
4.3.1	Hadoop 概述	96
4.3.2	Hadoop 核心架构	97
4.3.3	MapReduce 并行处理架构	98
4.3.4	Hadoop 分析	99
4.4	基于 Spark 的数据计算架构	100
4.4.1	Spark 概述	100
4.4.2	Spark 架构及工作原理	101
4.4.3	Spark 架构分析	102
第 5 章	服务提供与协同	104
5.1	数字社区面向服务的体系结构	104
5.1.1	SOA 概述	105
5.1.2	SOA 基本框架	106
5.2	Web 服务	107
5.2.1	Web 服务概述	107
5.2.2	Web 服务模型	108
5.2.3	Web 服务标准体系	109
5.2.4	Web 服务关键技术	111
5.3	服务组合与服务事务	115
5.3.1	Web 服务组合框架	115
5.3.2	业务流程执行语言	121
5.3.3	事务型 Web 服务	125
第 6 章	数字社区中的信息安全	128
6.1	数字社区信息安全体系	128
6.2	感知层安全	130
6.2.1	感知层安全需求	130
6.2.2	感知层安全机制	130
6.3	网络层安全	133
6.3.1	概述	133

6.3.2	无线局域网安全	133
6.3.3	移动通信网络安全	137
6.3.4	核心网安全	139
6.4	数据层安全	142
6.4.1	概述	142
6.4.2	数据信息安全需求	142
6.4.3	数据安全存储机制	143
6.4.4	其他数据安全防护机制	145
6.5	服务层安全	146
6.5.1	Web 服务安全需求	146
6.5.2	Web 安全标准体系	147
6.5.3	Web 关键安全技术	148

第二篇 进阶篇

第7章	智能家居	155
7.1	智能家居概述	155
7.2	多网融合的智能家居系统设计	156
7.2.1	智能家居设计需求	156
7.2.2	面向多网融合的智能家居网络模型	157
7.2.3	面向多网融合的智能家居系统结构	158
7.3	智能家居网关的设计与实现	161
7.3.1	功能概述	161
7.3.2	软件架构概述	161
7.3.3	核心功能系统	163
7.3.4	安全管理系统	164
7.3.5	业务管理系统	166
7.4	应用域中心的设计与实现	169
7.4.1	功能概述	171
7.4.2	软件架构概述	171
7.4.3	核心功能系统	172
7.4.4	服务平台开发	174
7.5	家居典型业务	178
7.5.1	家庭安防	178

7.5.2	智能控制	179
7.5.3	智能娱乐	179
第 8 章	智慧医疗	181
8.1	智慧医疗概述	181
8.2	智慧医疗系统设计	182
8.2.1	功能需求	182
8.2.2	智慧医疗网络架构	183
8.2.3	智慧医疗系统结构	184
8.3	医疗终端的设计与实现	186
8.3.1	功能概述	186
8.3.2	医疗终端软件架构	187
8.4	医院网关设计与实现	189
8.4.1	功能概述	189
8.4.2	医院网关软件架构	190
8.5	科室信息平台设计与实现	191
8.5.1	功能概述	191
8.5.2	医疗任务调度系统软件架构	192
8.6	医生诊断系统的设计与实现	193
8.6.1	功能概述	193
8.6.2	医生诊断系统软件架构	194
8.7	智慧医疗数据中心	195
8.7.1	功能概述	196
8.7.2	数据中心系统设计与实现	197
8.8	智慧医疗典型业务	199
8.8.1	智慧医疗家庭应用	199
8.8.2	社区、公共场所	200
8.8.3	救护车	200
第 9 章	农产品电子商务系统	203
9.1	农产品电子商务概述	203
9.2	农产品电子商务系统设计	203
9.2.1	需求分析	203
9.2.2	农产品电子商务系统网络结构	204
9.2.3	农产品电子商务系统结构	207

9.3 农产品电子商务系统的设计与实现209

9.3.1 新闻和产品发布系统209

9.3.2 用户管理系统210

9.3.3 在线订购系统211

9.3.4 支付结算系统213

9.3.5 物流管理系统217

9.3.6 查询搜索系统220

9.3.7 技术支持系统223

9.3.8 统计管理系统225

9.3.9 农场服务系统227

9.3.10 用户界面设计229

9.4 农产品电子商务典型业务230

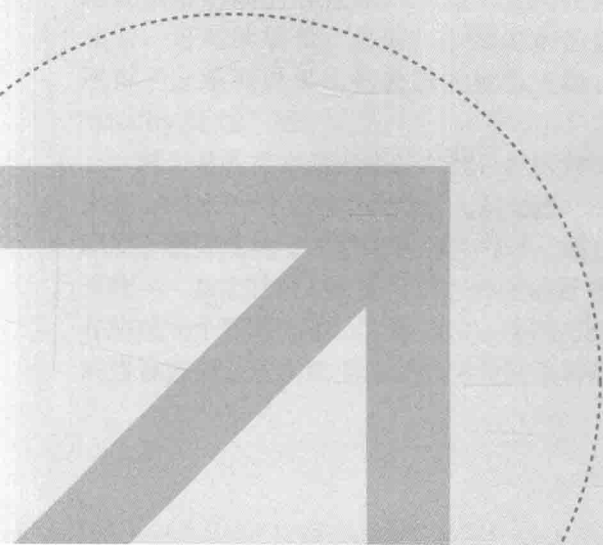
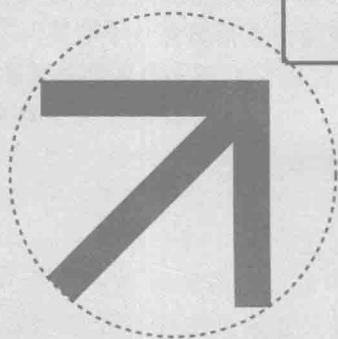
9.4.1 农产品网上订购230

9.4.2 农产品生产监控231

参考文献233

第一篇

基础篇



第1章

数字社区概述

1.1 概念

物联网及云计算技术的快速发展和广泛应用，在改变人们的生产和生活方式的同时，也将数字化贯穿于社会经济生活的各个方面。这种趋势下，“智慧城市”“数字社区”等一系列的信息化、智能化的信息系统得到了广泛的研究和部署，为人们的日常生活带来极大的便捷^[1,2]。

“智慧城市”作为人类社会进入信息时代的标志化产物，通过感知和通信技术来实时获取城市中物理世界的信息，如交通流量、人员分布等，再通过云计算、大数据分析技术来分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息，在此基础上，结合多样化信息服务提供技术，对包括民生、环保、公共安全、交通管理等多个方面的城市管理需求做出智能服务。由此可见，智慧城市的实质是基于最新的信息化技术，大幅度提高城市运行管理与服务响应的效率，保证城市活动的高效运行，为广大人民群众创造更美好的生活，促进城市的和谐、可持续成长。目前，智慧城市的建设在国内外许多地区已经展开，并取得了一系列成果，如我国的智慧上海、新加坡的“智慧国计划”和韩国的“U-City 计划”等。

城市是人类文明发展的产物，社区作为城市居民生存和发展的载体，是城市的基本组成单元，同样承担着人员居住、公共管理、医疗卫生、教育等基本城市职能。在智慧城市建设趋势的影响下，通过建设城市局部范围内的统一数字信息系统——数字社区，来提供更加有效的管理、更加丰富的文化、更加全面的服务，并构建一个环境优雅、设施齐全、生活方便、居住安全的城市社区，是未来社区的建设方向。从本质上说，数字社区是智慧城市的一个缩影，是整个智慧城市的

基础和支撑，也是现阶段智慧城市的具体表现形式。

数字社区的提出，是从传统强调以技术为核心到强调以技术为人类服务为核心的一种转变。“数字社区”是智慧地球、智慧城市的原子节点，是通过采用物联网、云计算、软件服务等新兴技术所构建的数字化、融合化的复杂信息系统，具备泛在数据感知、网络互连互通、大规模数据处理与分析、智能化信息服务提供等核心系统功能，实现了城市社区中生活者、管理者以及服务提供者之间信息的高效连接与互动，提供了智能家居、公共安全、交通控制、智慧医疗、教育教学等多元化、综合化、智能化的城市服务，为广大城市居民提供一个安全、舒适、便利的现代生活环境。数字社区的具体应用如图 1-1 所示，它的典型应用包括视频诊断、网络广播、远程医疗、电子数字、电子政务、视频会议、高速 Internet 服务、VoIP 服务等。

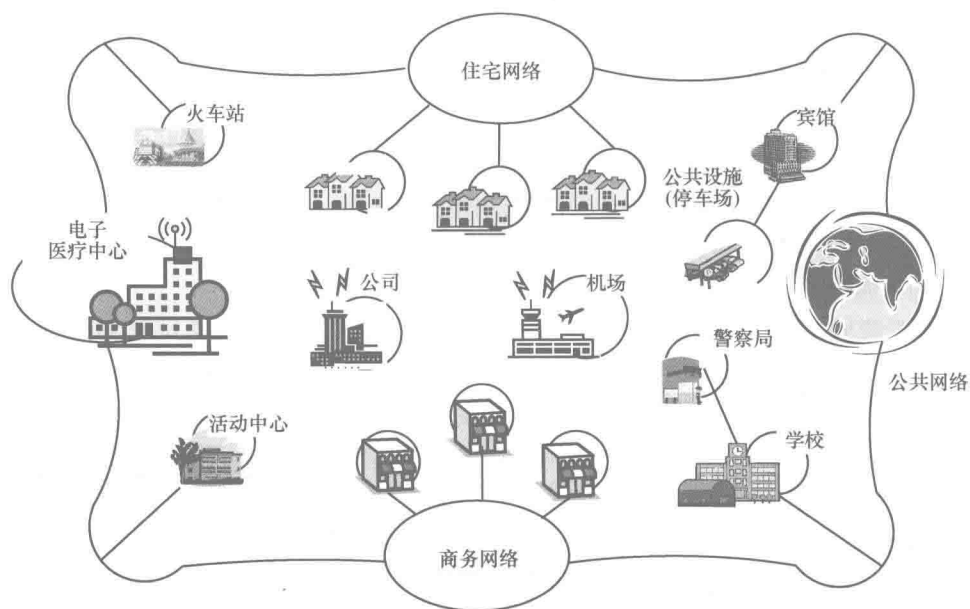


图 1-1 数字社区的具体应用

如图 1-1 所示，在数字社区的信息系统支持下，用户能够足不出户地享受网上购物、远程医疗、远程教育等服务；管理者也可以通过获取实时的环境、交通、公共安全等数据来进行有效分析，并通过规划设计、指导与控制等行为来保障社区运行的高效、和谐和安全；服务提供者则可以通过采用新兴软件技术来开发多样化的“互联网+”服务，提供了更多的创业创新机会。总之，数字社区是我国信息化社会建设的必经之路，通过数字社区建设，对我国在实现城市可持续发展、引领信息技术应用、提升综合竞争力等方面具有重要意义。

1.2 数字社区发展及国内外现状

1.2.1 物联网发展

数字社区作为物联网的典型应用，是伴随着物联网技术的不断进步而发展起来的。1995年，比尔·盖茨在《未来之路》一书中率先提及了物联网的概念。2005年11月17日，国际电信联盟（ITU）在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS, World Summit on the Information Society）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》^[3]，正式提出了物联网概念。物联网的定义和范围已经发生了变化，覆盖范围有了较大的拓展，不再只是指基于 RFID 技术的物联网。此后，物联网技术进入了快速发展期，为了促进科技发展，寻找新的经济增长点，各国政府开始将目光放在物联网上。

2006年，日本和韩国分别确立了 u-Japan^[4]和 u-Korea^[5]计划，旨在建立无所不在的社会（Ubiquitous Society），在民众的生活环境里建设智能型网络（如 IPv6、BCN、USN）和各种新型应用（如 DMB、Telematics、RFID），让民众可以随时随地享受科技智慧服务。

2009年1月，IBM 首席执行官彭明盛提出“智慧地球”的构想^[6]，建议美国政府投资新一代的智慧型基础设施，其中，“数字城市”是“智慧地球”不可或缺的一部分。而奥巴马在就职演讲后就对“智慧地球”构想积极回应，并将其提升到国家级发展战略。

2009年，欧盟执委会发表了欧洲物联网行动计划^[7]，描绘了物联网技术的应用前景，提出欧盟要加强对物联网的管理，促进物联网的发展。

在随后多年的发展过程中，通过对物联网研究的不断深入，感知技术、智能终端、无线通信、可穿戴技术、软件服务、工业控制、数据处理及分析等技术得到了明显的提高与进步，并逐步从概念描绘进入到了具体实施阶段。2015年，各国政府和企业已经在相关领域开始了物联网应用的部署和实施。日本政府成立产学研合作组织“物联网推进联盟”，联盟将由企业相关人士和专家建立工作组，就物联网技术先进示范项目制定计划。亚马逊在其云平台的支撑下推出了物联网应用平台 AWS IoT。欧洲各国也相继将物联网技术应用到制造业中，在2016年和2017年投资10亿欧元，推动物联网制造业的发展。IBM 在慕尼黑成立了沃森（Watson）物联网全球总部，开放了大量强大的物联网技术 API，包括语音识别、机器学习、预测和分析服务、视频和图像识别服务以及非结构化

文本数据的分析服务。这些服务将允许用户为自己的产品加入复杂的界面和新功能。

在全球对物联网技术的高度关注下,我国 2009 年就提出了“感知中国”的宏伟计划,并在无锡市率先建立了“感知中国”研究中心,由中国科学院、各大运营商、多所大学共同参与到物联网关键技术研究,进一步推动新一代信息技术健康发展。截至 2015 年,无锡的物联网相关企业已突破 2 000 家,从业人员近 15 万,获得物联网领域专利 2 541 项,累计制定、修订物联网标准 49 项,物联网及相关产业规模超过 2 000 亿元。无锡作为我国唯一的国家传感网创新示范区,形成了覆盖信息感知、网络通信、处理应用、共性平台、基础支撑共 5 大架构层面的物联网产业体系。近年来,无锡物联网产业研究院院长、国家“973”项目物联网首席科学家刘海涛团队提出的物联网 3 层架构、共性平台+应用子集产业化架构与发展模式等物联网顶层设计已被物联网相关国际标准、国家标准全面采纳。

自 2009 年美国、欧盟、中国等纷纷提出物联网发展政策至今,物联网经历了高速发展的阶段。传统企业和 IT 巨头纷纷开始布局物联网,物联网在制造业、零售业、服务业、公共事业等多个领域加速渗透,正处于爆发式增长的前夜。2015 年,全球物联网市场规模达到 624 亿美元,同比增长 29%。到 2018 年全球物联网设备市场规模有望达到 1 036 亿美元。物联网在我国的发展同样如火如荼。根据工信部的数据,2014 年,我国物联网产业规模达到了 6 000 亿元人民币,同比增长 22.6%。2015 年,产业规模达到 7 500 亿元人民币,同比增长 25%。预测到 2020 年,中国物联网的整体规模将超过 1.8 万亿元。物联网作为通信行业新兴应用,在万物互联的大趋势下,将使市场规模进一步扩大。随着行业标准的完善、技术的不断进步、国家政策的扶持,中国的物联网产业将延续良好的发展势头,为经济持续稳定增长提供新的动力。移动互联向万物互联的扩展浪潮,将使我国创造出相比于互联网更大的市场空间和产业机遇。

1.2.2 数字社区发展

近 20 多年来,随着我国经济实力的不断增强,各种形态、不同行业领域的物联网信息系统不断涌现,智慧城市、智能化数字社区的建设成为我国信息化社会建设的重点领域,目前正健康有序地发展,各种行业的标准、规范都应运而生。

2011 年 5 月 20 日,工信部电信研究院在北京召开的宽带通信及物联网高层论坛上,发布了《中国移动互联网白皮书(2011)》和《中国物联网白皮书(2011)》^[8]。2011 年 5 月 26 日,上海浦东新区《智慧浦东建设纲要(iPudong 2005)——浦