

物联网关键技术 及系统应用

第2版

张鸿涛 徐连明 刘臻 等编著



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

物联网关键技术及系统应用

第2版

张鸿涛 徐连明 刘 臻 等编著



机械工业出版社

本书系统地介绍了物联网的概念、3层架构、实现技术及典型应用,首先讨论了物联网的背景、特点、架构、标准及产业链等;其次介绍了感知层技术,包括EPC技术、RFID技术、传感器技术、短距离无线通信技术;然后按照汇聚网→接入网→承载网路线展开阐述了物联网传输层技术;接着论述了物联网应用层技术,包括中间件技术、智能技术、大数据、数据挖掘、云计算、联网安全架构及策略等;最后介绍了物联网的典型行业应用。

本书是一部紧跟物联网技术前沿研究的专业性著作,主要适合物联网领域的研究人员和工程技术人员阅读,也可以作为通信工程及相关专业的高年级本科生、研究生和教师的专业性新技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物联网关键技术及系统应用/张鸿涛等编著. —2版. —北京:机械工业出版社, 2016. 12

ISBN 978-7-111-55124-9

I. ①物… II. ①张… III. ①互联网络-应用②智能技术-应用
IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第246421号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:朱林 责任编辑:朱林

封面设计:路恩中 责任校对:杜雨霏

责任印制:李飞

北京玥实印刷有限公司印刷

2017年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·390千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-55124-9

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

第2版前言

随着经济与科学技术的高速发展，物联网技术对于提高生产发展和生活质量起到了越来越重要的促进作用。物联网的推广将会成为推进经济发展的驱动器，为产业开拓潜在的发展机会。2010年，国家发展和改革委员会及工业和信息化部出台了支持物联网产业化发展的一系列政策，2016年李克强总理在政府工作报告中提出，在“十三五”期间要促进大数据、云计算、物联网广泛应用。数据显示，2015年我国物联网整体市场规模高达7500亿元。新兴的物联网产业正在逐渐占据我国各地区战略性发展的关键领域。

由于科技发展的日新月异，物联网在短短几年内也具有长足的发展，物联网的应用已经体现在生活和生产的方方面面，这些应用和技术较之几年前已经发生了巨大的变化，本书根据物联网近来的热点和发展趋势，对第1版中的一些章节内容进行了增删和修改，旨在跟上时代的脚步，为后续更多研究者提供参考，并希望能为其有所启发和帮助。

本书介绍的物联网基本结构没有发生变化，主要分为3层：感知层、传输层和应用层。感知层处于3层架构的最底层，是物联网的实现基础。感知层实现对物体的感知，感知层在物联网中，如同人的感觉器官对人体系统的作用，用来感知外界环境的温度、湿度、压强、光照、气压、受力情况等信息，通过采集这些信息来识别物体。传输层所要完成的功能是将感知层搜集感知的数据信息传输给应用层，使得应用层可以方便地对信息进行分析管理，从而控制整个系统。目前，物联网传输层都是基于现有的通信网和互联网建立的，主要实现感知层数据和控制信息的双向传递、路由和控制。物联网应用层主要将物联网技术与行业专业系统相结合，感知数据处理封装，以服务的方式提供给用户，实现广泛的物物互联的应用解决方案。

本书分为5部分：第一部分（第1章）是物联网背景知识介绍，包括物联网的背景、特点、架构、标准及产业链等。第二部分（第2章）对物联网的感知层技术进行了介绍，包括资源寻址、EPC技术、RFID、传感器技术、无线传感器网络技术等。第三部分（第3~5章）按照汇聚网→接入网→承载网路线展开阐述了物联网传输层技术。其中第3章论述了汇聚网，即主要采用短距离通信技术（如ZigBee、蓝牙和UWB等技术），实现小范围感知数据的汇聚，其中第2版中增加了对低功耗蓝牙及Bluetooth 4.0协议的介绍。第4章论述了接入网，主要采用6LoWPAN、M2M及全IP融合架构等实现感知数据从汇聚网到承载网的接入。第5章论述了承载网的发展阶段及各阶段的承载方式。第四部分（第6~8章）论述了物联网应用层技术。其中第6章论述了应用层支撑技术，包括中间件技术、对象名称解析服务、实体标记语言、智能技术和云计算等技术，第2版中加入了物联网中的大数据和数据挖掘技术的应用。第7章论述了物联网业务系统及电信运营商的发展策略。第8章论述了物联网安全架构及策略，新增了物联网3层中关键技术的具体安全策略的实现。第五部分（第9章）内容全部进行了更新，介

绍了近年来物联网行业中新兴的热门应用，是对前几章物联网技术的实现，可以帮助读者更好地理解物联网的内涵。

本书作者长期从事移动通信网络和物联网研究工作，具有丰富的理论基础和实践经验。本书主要由北京邮电大学张鸿涛（国家自然科学基金 61302090 项目负责人）、徐连明和中国信息通信研究院刘臻编著，牛沐楚、杨梓华、孟娜等参与了部分编写工作。全书由张鸿涛、徐连明统编定稿。最后，还要感谢机械工业出版社的大力支持和高效工作，使本书能尽早与读者见面。

由于物联网技术的日新月异，在编写过程中尽管我们力求精益求精，及时吸纳最新的物联网研究成果和技术，但由于作者理论水平和时间所限，疏漏错误之处在所难免，敬请读者原谅和指正。

作者
于北京邮电大学
2016年8月

第1版前言

物联网为我们展示了生活中任何物品都可以变得“有感觉、有思想”的智能图景，是世界下一次信息技术浪潮和新经济引擎。在我国，物联网已经成为国家发展战略，并且初步明确了未来发展方向和重点领域。相关部门正在着手制定相关财政、金融政策和法规以确保物联网发展体制的有效性。我国企业正在随着国家的快速发展，持续提升竞争力和国际影响力，对物联网的需求逐步呈现。企业对信息化方面的认知提高，经济支付能力也将增强。

物联网的发展离不开相关技术的发展，技术的发展是物联网发展的重要基础和保障。物联网的整体架构分为3层：感知层、传输层和应用层。感知层处于3层架构的最底层，是物联网的实现基础。感知层实现对物体的感知，在物联网中，如同人的感觉器官对人体系统的作用，用来感知外界环境的温度、湿度、压强、光照、气压、受力情况等信息，通过采集这些信息来识别物体。传输层所要完成的功能是将感知层收集感知的数据信息传输给应用层，使得应用层可以方便地对信息进行分析管理，从而控制整个系统。目前，物联网传输层都是基于现有的通信网和互联网建立的，主要实现感知层数据和控制信息的双向传递、路由和控制。物联网应用层主要将物联网技术与行业专业系统相结合，感知数据处理封装，以服务的方式提供给用户，实现广泛的物物互联的应用解决方案。

本书分为5部分：第一部分（第1章）是物联网背景知识介绍，包括物联网背景、特点、架构、标准及产业链等。第二部分（第2章）对物联网的感知层技术进行介绍，包括资源寻址、EPC技术、RFID、传感器技术、无线传感器网络技术等。第三部分（第3~5章）按照汇聚网→接入网→承载网路线展开阐述物联网传输层技术，其中第3章论述了汇聚网，即主要采用短距离通信技术如ZigBee、蓝牙和UWB等技术，实现小范围感知数据的汇聚，第4章论述接入网，主要采用6LoWPAN、M2M及全IP融合架构等实现感知数据从汇聚网到承载网的接入，第5章论述承载网的发展阶段及各阶段的承载方式。第四部分（第6~8章）论述物联网应用层技术。其中第6章论述应用层支撑技术包括中间件技术、对象名称解析服务、实体标记语言、智能技术和云计算等技术，第7章论述物联网业务系统及电信运营商的发展策略；第8章论述物联网安全架构及策略。第五部分（第9章）介绍了物联网的典型行业应用。

本书作者长期从事移动通信网络和物联网研究工作，具有丰富的理论基础和实践经验。本书由北京邮电大学张鸿涛、徐连明、张一文和宋振峰编著。全书由张鸿涛、徐连明统编定稿。最后，还要感谢机械工业出版社的大力支持和高效工作，使本书能尽早与

读者见面。

由于物联网技术的日新月异，在编撰过程中尽管我们力求精益求精，及时吸纳最新的物联网研究成果和技术，但由于作者理论水平和时间所限，疏漏错误之处在所难免，敬请读者原谅和指正。

作者
于北京邮电大学
2011年6月

目 录

第2版前言	
第1版前言	
第1章 绪论	1
1.1 物联网的定义	2
1.2 物联网的特点	3
1.3 物联网的背景	4
1.4 物联网的现状	5
1.5 物联网的基本架构	7
1.5.1 感知层	7
1.5.2 传输层	8
1.5.3 应用层	8
1.6 物联网技术	8
1.7 物联网标准	9
1.8 物联网产业链	10
1.9 展望	12
参考文献	13
第2章 感知层技术	14
2.1 资源寻址与EPC技术	14
2.1.1 EPC技术发展背景	15
2.1.1.1 国际发展情况	15
2.1.1.2 国内发展情况	16
2.1.2 EPC	16
2.1.2.1 EPC规则	16
2.1.2.2 EPC应用举例	18
2.2 RFID	20
2.2.1 RFID简介	20
2.2.1.1 RFID系统分类	20
2.2.1.2 RFID发展状况	23
2.2.2 RFID技术标准	24
2.2.2.1 RFID标准概述	24
2.2.2.2 主要技术标准体系	24
2.2.3 RFID工作原理及特性	26
2.2.3.1 RFID系统工作原理	26
2.2.3.2 RFID工作特性	28
2.2.4 RFID中的关键技术	28
2.2.4.1 RFID中的天线技术	28
2.2.4.2 RFID中的防冲突技术和算法	
设计	29
2.2.5 RFID的应用标签	29
2.3 传感器技术	30
2.3.1 传感器工作原理及分类	31
2.3.2 传感器技术发展趋势	34
2.3.3 传感器的特性	35
2.4 无线传感器网络技术	36
2.4.1 无线传感器网络的组成	37
2.4.2 无线传感器网络的通信协议	38
2.4.3 无线传感器网络的特点	39
2.4.4 无线传感器网络面临的挑战	40
2.4.5 无线传感器网络的关键技术	40
2.4.6 无线传感器网络的应用	41
参考文献	42
第3章 传输层——汇聚网技术	44
3.1 ZigBee	44
3.1.1 ZigBee技术简介	44
3.1.1.1 什么是ZigBee	44
3.1.1.2 ZigBee的产生背景	45
3.1.1.3 ZigBee联盟	45
3.1.1.4 ZigBee性能分析	45
3.1.1.5 ZigBee与蓝牙、IEEE 802.11b的区别	46
3.1.2 ZigBee网络拓扑结构	46
3.1.2.1 星形网络	47
3.1.2.2 树状网络	47
3.1.2.3 网状网络	48
3.1.3 ZigBee的协议栈	49
3.1.3.1 物理层	50
3.1.3.2 媒体访问控制层	52
3.1.3.3 网络层	56
3.1.3.4 应用层	58
3.1.4 ZigBee在物联网中的应用前景	59
3.2 蓝牙	60
3.2.1 蓝牙概念	60
3.2.1.1 蓝牙技术背景介绍	60

3.2.1.2 蓝牙技术的应用前景	61	4.1.5 6LoWPAN 协议栈	84
3.2.2 架构及研究现状	62	4.1.6 6LoWPAN 链路层	85
3.2.2.1 底层硬件模块	63	4.1.7 6LoWPAN 寻址	86
3.2.2.2 中间协议层	63	4.1.8 6LoWPAN 适配层	87
3.2.2.3 高层应用框架	63	4.2 M2M 接入方法	88
3.2.3 蓝牙功能模块	63	4.2.1 概述	90
3.2.3.1 无线单元	63	4.2.1.1 M2M 研究背景	90
3.2.3.2 链路控制单元	64	4.2.1.2 M2M 的概念	90
3.2.3.3 链路管理和软件功能 单元	64	4.2.1.3 M2M 系统在物联网中的 作用	90
3.2.4 关键技术点	64	4.2.1.4 M2M 业务运营碰到的主要 问题	91
3.3 低功耗蓝牙 (iBeacon) 及蓝牙 4.0 协议	65	4.2.2 M2M 对蜂窝系统的优化需求	91
3.3.1 什么是低功耗蓝牙和 iBeacon	65	4.2.2.1 增强网络能力	92
3.3.2 低功耗蓝牙如何工作	66	4.2.2.2 增强接入能力	92
3.3.3 低功耗蓝牙协议	67	4.2.3 M2M 模型及系统架构	92
3.3.4 iBeacon 功能	69	4.2.3.1 中国移动 M2M 模型及系统 架构	92
3.3.5 低功耗蓝牙 (iBeacon) 的优势与 劣势	69	4.2.3.2 ETSI 系统结构图	94
3.3.6 低功耗蓝牙的未来走向	70	4.2.4 核心网针对 M2M 的优化	96
3.4 UWB	70	4.2.5 M2M 的通信管道	98
3.4.1 UWB 的概念	71	4.2.5.1 基于蜂窝移动通信	98
3.4.1.1 UWB 技术介绍	71	4.2.5.2 基于其他无线技术	98
3.4.1.2 UWB 的特点	72	4.2.6 核心网对 M2M 业务的支持 优化	99
3.4.1.3 UWB 的应用前景	73	4.2.6.1 设备标识资源	99
3.4.2 UWB 的架构及研究现状	74	4.2.6.2 核心网负荷	99
3.4.2.1 UWB 无线传输系统的基本 模型	74	4.2.6.3 核心网安全	99
3.4.2.2 UWB 的研究现状	74	4.2.6.4 终端管理和计费	100
3.4.3 UWB 与物联网结合的关键 技术	75	4.2.6.5 其他方面	100
3.4.4 UWB 的发展趋势	77	4.2.7 WMMP 通信协议概述	100
3.4.4.1 认知超宽带系统	77	4.2.8 M2M 技术的发展趋势	103
3.4.4.2 基于协作模式的 UWB 定位 技术	78	4.2.9 M2M 应用前景	104
参考文献	78	4.2.9.1 视频监控	104
第4章 传输层——网络接入技术	79	4.2.9.2 智能交通	106
4.1 6LoWPAN	79	4.3 全 IP 融合与 IPv6 以及 IPv9	107
4.1.1 无线嵌入式设备网络对网络协议 的挑战	80	参考文献	109
4.1.2 6LoWPAN 的技术优势	80	第5章 传输层——承载网技术	110
4.1.3 6LoWPAN 的历史和标准	81	5.1 物联网承载网发展阶段	111
4.1.4 6LoWPAN 架构	82	5.2 物联网当前的混同承载	111
		5.2.1 物联网业务对承载网的要求	111
		5.2.2 3G + WLAN 是目前承载物联网的 较佳模式	112

5.2.3 TD-SCDMA 为物联网发展	5.5.1.3 互联网	136
加速	5.5.2 下一代网络	136
5.3 物联网未来的区别承载	5.5.2.1 NGN 的产生	136
5.3.1 LTE 与物联网	5.5.2.2 下一代网络的定义	137
5.3.1.1 LTE 简介	5.5.2.3 NGN 特点	137
5.3.1.2 物联网技术与 LTE 技术的结合	5.5.2.4 NGN 的体系结构	138
115	5.5.2.5 支撑 NGN 的关键技术	139
5.3.1.3 采用 LTE 技术的物联网体系结构	5.5.3 下一代广播电视网	139
115	5.5.3.1 NGB 的架构	139
5.3.2 LTE-A 与物联网	5.5.3.2 NGB 的功能特点	139
5.3.2.1 LTE-A 简介	5.5.4 下一代互联网	140
5.3.2.2 LTE-A 的演进	5.5.4.1 下一代互联网的三个计划	141
5.3.2.3 LTE-A 与物联网的结合——D2D	5.5.4.2 下一代互联网的目标	141
119	5.5.5 三网融合与物联网	142
5.3.3 物联网与光通信技术	参考文献	142
5.3.3.1 概述	第 6 章 支撑及应用技术	143
5.3.3.2 PON 技术	6.1 中间件	143
123	6.1.1 中间件的概念	143
5.4 三网融合	6.1.2 中间件的发展现状及分类	144
5.4.1 三网融合综述	6.1.2.1 国内外中间件的发展现状	144
5.4.1.1 什么是三网融合	6.1.2.2 中间件的分类	144
5.4.1.2 三网融合的表现形式	6.1.3 中间件技术在物联网中的应用	146
5.4.1.3 三网融合的优点	6.1.3.1 RFID 中间件	147
126	6.1.3.2 嵌入式中间件	154
5.4.2 三网融合的研究现状和发展趋势	6.1.3.3 数字电视中间件	156
5.4.2.1 国外现状	6.2 对象名称解析服务	159
5.4.2.2 国内现状	6.2.1 ONS 的体系结构	159
5.4.2.3 发展趋势	6.2.2 ONS 的工作过程	160
128	6.2.3 ONS 的安全分析	160
5.4.3 三网融合的网络架构	6.3 实体标记语言	161
5.4.4 三网融合的技术条件	6.3.1 PML 概述	161
5.4.4.1 数字通信技术	6.3.2 PML 的设计	161
5.4.4.2 大容量光纤通信技术	6.3.3 PML 的应用举例	162
5.4.4.3 IP 技术	6.4 物联网智能	164
130	6.5 物联网中的大数据分析	165
5.4.5 电力线通信及四网合一	6.5.1 物联网与大数据	166
5.4.5.1 电力线信道特性分析	6.5.2 海云协同模型	166
5.4.5.2 IEEE 电力线通信标准	6.5.2.1 海端实时响应服务请求	167
5.4.5.3 PLC 系统	6.5.2.2 云端实时响应服务请求	168
5.4.5.4 PLC 技术在物联网中的应用	6.5.2.3 云端大数据分析与挖掘服务	
案例：智能家庭		
135		
5.5 NGN、NGB、NGI 与三网融合		
5.5.1 三网的现状、问题和发展趋势		
5.5.1.1 电信网		
5.5.1.2 有线电视网		

请求	169	7.3.2.2 对外接口设计	194
6.5.2.4 海云协同模型的协同机制	169	7.3.2.3 关键模块	194
6.5.2.5 海端计算系统	169	7.4 电信运营商在物联网业务发展中的策略	195
6.5.2.6 云端物联网大数据管理系统	170	7.4.1 广泛开展产业合作,积极整合产业链资源	195
6.6 云计算	172	7.4.2 选取具体行业进行重点突破	196
6.6.1 云计算概述	173	7.4.3 开展有针对性的部署和差异化应用服务	197
6.6.2 云计算的特点	174	7.4.4 M2M 市场发展策略建议	198
6.6.3 云计算的分类	175	参考文献	198
6.6.4 云计算体系结构及其技术	175	第8章 安全与管理	199
6.6.4.1 云计算体系结构	175	8.1 物联网的安全体系结构	199
6.6.4.2 云计算的关键技术	177	8.2 感知层安全需求和安全策略	201
6.7 物联网中的数据挖掘	179	8.2.1 感知层的安全挑战和安全需求	201
6.7.1 物联网与数据挖掘	179	8.2.2 感知层的安全策略	203
6.7.1.1 数据挖掘技术简介	179	8.2.3 具体案例:RFID 安全问题及策略	203
6.7.1.2 物联网中的大数据应用	180	8.2.3.1 RFID 系统面临的安全攻击	203
6.7.2 物联网数据挖掘的关键问题	181	8.2.3.2 主要解决策略	204
6.7.2.1 物联网系统中数据的特点	181	8.3 传输层的安全需求和安全策略	206
6.7.2.2 物联网对数据挖掘的要求	182	8.3.1 传输层的安全挑战和安全需求	206
6.7.2.3 物联网环境数据挖掘存在的挑战	182	8.3.2 传输层的安全策略	207
6.7.3 基于云计算的物联网数据挖掘模型	182	8.3.3 M2M 安全问题及策略	207
6.7.3.1 结构层次	183	8.3.3.1 M2M 系统安全问题分析	207
6.7.3.2 功能模块	184	8.3.3.2 M2M 系统安全措施	208
参考文献	184	8.4 应用层的安全需求和安全策略	209
第7章 物联网业务支撑平台	186	8.4.1 应用层的安全挑战和安全需求	210
7.1 物联网业务	186	8.4.2 应用层的安全策略	211
7.1.1 物联网的业务介绍	186	8.4.3 云计算安全问题	211
7.1.2 物联网的业务分类	187	8.4.3.1 云计算安全问题概述	211
7.1.2.1 身份相关业务	187	8.4.3.2 云计算应用中存在的安全问题	212
7.1.2.2 信息汇聚型业务	187	8.4.3.3 云计算安全模型介绍	213
7.1.2.3 协同感知型业务	188	8.4.3.4 云计算中的关键安全技术	214
7.1.2.4 泛在服务	188	8.4.3.5 云计算安全的解决方案	216
7.2 物联网业务系统架构	189	参考文献	216
7.2.1 基于RFID的应用架构	189	第9章 物联网典型行业应用	217
7.2.2 基于传感网络的应用架构	190	9.1 物联网应用的背景及发展趋势	217
7.2.3 基于M2M的应用架构	191		
7.3 物联网业务支撑参考平台	191		
7.3.1 业务平台需求分析	191		
7.3.2 物联网业务运营支撑平台方案举例	193		
7.3.2.1 平台框架	193		

9.1.1 应用背景	217	9.5.1 物联网在智能硬件中的应用	231
9.1.2 发展趋势	217	9.5.2 智能硬件的典型应用	232
9.2 O2O 室内商场应用	218	9.5.2.1 智能手表简介	232
9.2.1 概述	219	9.5.2.2 智能电视简介	232
9.2.2 室内位置服务典型应用	219	9.5.2.3 智能路由器简介	232
9.2.2.1 Wi-Fi 室内定位系统	219	9.6 车联网	233
9.2.2.2 iBeacon 室内定位系统	220	9.6.1 车联网概述	233
9.2.2.3 O2O 商场位置服务	220	9.6.1.1 车联网基本概念	233
9.2.3 室内位置服务平台	222	9.6.1.2 车联网与物联网的联系	234
9.2.4 室内定位技术	223	9.6.2 自动驾驶与车联网	234
9.2.4.1 Wi-Fi 定位	223	9.6.3 车联网关键技术	235
9.2.4.2 iBeacon 定位	223	9.7 自动驾驶	236
9.3 iBeacon 应用——智能图书馆	223	9.7.1 自动驾驶简介	236
9.3.1 智能图书馆系统架构	223	9.7.2 自动驾驶的应用场景	237
9.3.2 定位传感网	224	9.7.3 Google 自动驾驶汽车原理	238
9.3.3 图书馆 LSB 位置服务	225	9.7.4 自动驾驶存在的问题	238
9.4 可穿戴设备	226	9.8 物联网在医疗保健中的应用	239
9.4.1 可穿戴设备定义	226	9.8.1 医疗保健物联网应用概述	239
9.4.2 可穿戴设备分类	226	9.8.2 医疗保健物联网应用方案	240
9.4.2.1 按照物理形态分类	227	9.8.2.1 应用模式	241
9.4.2.2 按照应用类型分类	227	9.8.2.2 应用前景	242
9.4.2.3 按照通信类型分类	227	9.8.2.3 主要参数指标	243
9.4.3 可穿戴技术关键技术	228	9.9 库存管理	243
9.4.3.1 传感器技术	228	9.9.1 大数据时代云会计对库存管理的 影响	244
9.4.3.2 可穿戴计算技术	229	9.9.2 大数据时代基于云会计的库存管 理框架模型构建	245
9.4.4 已发布智能可穿戴设备	230	参考文献	247
9.4.5 可穿戴设备存在的问题及发展 方向	230		
9.5 智能硬件	231		

第1章 绪 论

太阳渐渐升起来了，温度也开始升高了，房屋里的光传感器和温度传感器感受到世界微妙的变化；7点钟你房间的窗帘自动拉开，天花板上显示着今天的天气情况和衣着建议。床头的电子提示器告诉你昨晚的睡眠质量和目前各项身体指标并将这些身体信息发送给你的私人医生。

衣柜前的显示屏已经根据今天的天气情况给出了3套服装搭配方案，你选择自己最喜欢的一种。在你穿衣服的时候，洗漱室的水已经调整到你设定的温度，你出门锻炼时，选择了离开模式，家门自动运行到“主人离家状态”。带有智能传感器的手表一路跟踪显示你运动消耗的热量、跑步速度、呼吸频率、脉搏等信息。30min之后，自动提示你运动任务已完成。你回到家中依靠指纹识别系统开门，灯光自动打开。

打开冰箱，按照智能冰箱提供的健康绿色的食谱做好早饭。吃完早饭，开车去公司上班。走到车库门口，车库自动感应到主人，库门、车门也自动开启，在确认了你的目的地之后，汽车提供了一套参考行车路线，行车过程中不断与道路对话，感知拥堵并不断更换最佳行车路线；汽车同时通过与其他车进行对话，感知车距以避免事故。你在车内听着当日新闻，并且通过手机查看了办公室的状态，发送了自己将要到达的信息。

当你到达公司大厅的时候，今天的工作日程早已发送到了你的手机中，你走进办公室，秘书送来了温度适宜的咖啡。美好的一天就这样拉开了序幕……

这一切看似像科幻小说中才有的场景，在物联网（Internet of Things）时代都将变成现实。

今天，物联网已经成为一个社会各界关注研究的热点问题。随着互联网的普及，借助网络，人与人之间已经能够完成跨越空间的交流互通，物联网所要做的是将我们身边的每一件物体也连入网中，实现物与物之间的交互。“物联网”是继计算机、互联网与移动通信网之后的第三次信息浪潮，通信网之后的世界信息产业的又一次创举。世界各国都非常重视物联网技术。

物联网顾名思义，就是“物物相连的网络”。实现物物相连的核心和基础仍然是目前存在的各种各样的网络，包括互联网、通信网等，物联网是在现有各种网络基础上进行延伸和扩展形成的功能更加强大的网络；网络功能延伸和完善后使得用户端扩展到了物体上，让任何物体都能够进行信息交换和通信。

物联网是一个未来网络的部分，它可以被定义为一个动态的全球网络架构，具有依据标准和互操作通信协议的自配置功能，定义了物理和虚拟的“物体”。在物联网中，物理实体、虚拟个体、智能交互界面被无缝接入到信息网络之中。

在物联网中，“物体”可以灵活地参与商业、信息和社会财产活动，它们可以互相通信，也可以通过互相交换环境感应的数据和信息与周围环境进行互动，并对环境的改变自动做出相应的反应。

如今，全世界科技的快速发展使得物联网能有更进一步的发展，通过嵌入小范围的移动

传输设备，让指定范围中的物体连接到网络中，实现人与物、物与物之间的通信。一个新的维数已经建立，如图 1-1 所示，在任何时间、任何地点、任何人都可以与任何物体建立连接。

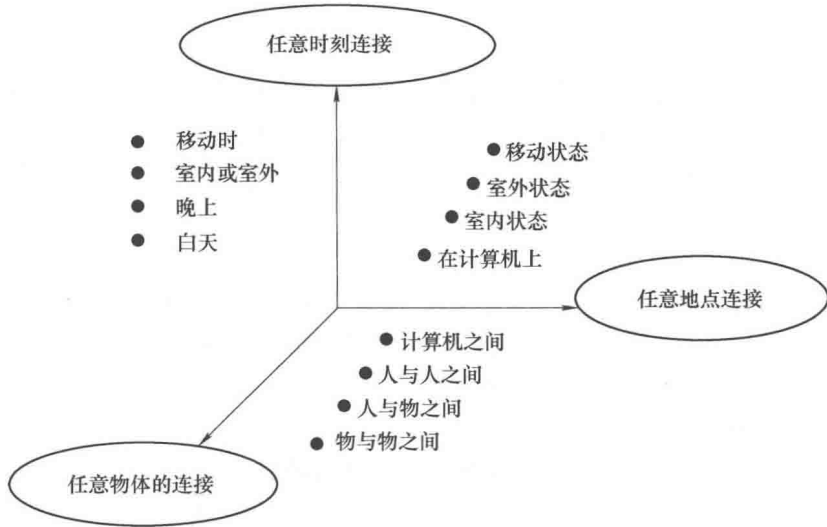


图 1-1 物联网的新维度

与其说物联网是网络，不如说物联网是业务和应用，物联网也被视为互联网的应用拓展。

1.1 物联网的定义

物联网 (Internet of Things) 这个词，国内外普遍公认的是 MIT Auto-ID (美国麻省理工学院自动识别中心) Ashton 教授 1999 年在研究 RFID 时最早提出来的。在 2005 年国际电信联盟 (ITU) 发布的同名报告中，物联网的定义和范围已经发生了变化，覆盖范围也有了较大的拓展，不再只是指基于 RFID 技术的物联网。

物联网是指通过传感器、射频识别技术、全球定位系统等技术，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程，采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息，通过各种可能的网络接入，实现物与物、物与人的泛在链接，实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。

物联网中的“物”能够被纳入“物联网”的范围是因为它们具有接收信息的接收器；具有数据传输通路；有的物体需要有一定的存储功能或者相应的操作系统；部分专用物联网中的物体有专门的应用程序；可以发送接收数据；传输数据时遵循物联网的通信协议；物体接入网络中需要具有世界网络中可被识别的唯一编号。

物联网通俗地讲是指将无处不在的末端设备和设施，如贴上 RFID 的各种资产、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”，通过各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互连互通 (M2M)、应用大集成以及基于云计算的 SaaS 营运等模式，在内网 (Intranet)、专网 (Extranet) 和/或互联网 (Internet) 环境下，采用适当的信息安

全保障机制实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

2009年9月,在北京举办的物联网与企业环境中欧研讨会上,欧盟委员会信息和社会媒体司RFID部门负责人Lorent Ferderix博士给出了欧盟对物联网的定义:物联网是一个动态的全球网络基础设施,它具有基于标准和互操作通信协议的自组织能力,其中物理的和虚拟的“物”具有身份标识、物理属性、虚拟的特性和智能的接口,并与信息网络无缝整合。物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网共同构成未来互联网。

1.2 物联网的特点

物联网具有全面感知、可靠传输、智能处理三大特点,如图1-2所示。

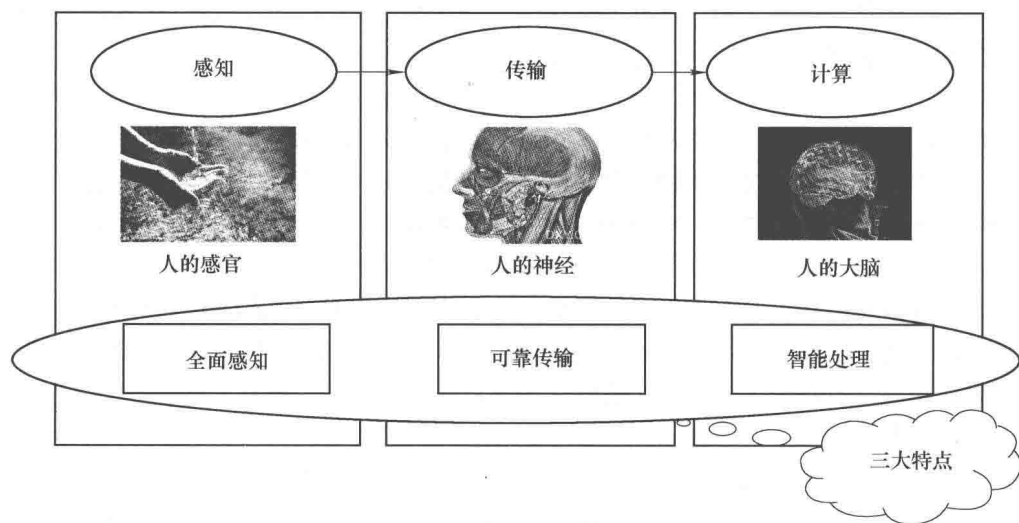


图1-2 物联网的三大特点

物联网要将大量物体接入网络并进行通信活动,对各物体的全面感知是十分重要的。全面感知是指物联网随时随地获取物体的信息。要获取物体所处环境的温度、湿度、位置、运动速度等信息,就需要物联网能够全面感知物体的各种需要考虑的状态。全面感知就像人身体系统中的感觉器官,眼睛收集各种图像信息,耳朵收集各种音频信息,皮肤感觉外界温度等。所有器官共同工作,才能够对人所处的环境条件进行准确的感知。物联网中各种不同的传感器如同人体的各种器官,对外界环境进行感知。物联网通过RFID、传感器、二维码等感知设备对物体各种信息进行感知获取。

可靠传输对整个网络的高效正确运行起到了很重要的作用,是物联网的一项重要特征。可靠传输是指物联网通过对无线网络与互联网的融合,将物体的信息实时准确地传递给用户。获取信息是为了对信息进行分析处理从而进行相应的操作控制,将获取的信息可靠地传输给信息处理方。可靠传输在人体系统中相当于神经系统,把各器官收集到的各种不同信息进行传输,传输到大脑中方便人脑做出正确的指示。同样也将大脑做出的指示传递给各个部位进行相应的改变和动作。

在物联网系统中,智能处理部分将收集来的数据进行处理运算,然后做出相应的决策,

来指导系统进行相应的改变，它是物联网应用实施的核心。智能处理指利用各种人工智能、云计算等技术对海量的数据和信息进行分析和处理，对物体实施智能化监测与控制。智能处理相当于人的大脑，根据神经系统传递来的各种信号做出决策，指导相应器官进行活动。

1.3 物联网的背景

1999年美国麻省理工学院（MIT）成立的自动识别技术中心，提出了基于RFID的物联网的概念。

2005年11月17日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上，国际电信联盟（ITU）发布《ITU互联网报告2005：物联网》。报告指出，无所不在的“物联网”通信时代即将来临，世界上所有的物体从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过互联网主动进行信息交换。射频识别技术（RFID）、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。

根据ITU的描述，在物联网时代，通过在各种各样的日常用品上嵌入一种短距离的移动收发器，人类在信息与通信世界里将获得一个新的沟通维度，从任何时间任何地点的人与人之间的沟通连接扩展到人与物、物与物之间的沟通连接。物联网概念的兴起，很大程度上得益于国际电信联盟2005年以物联网为标题的年度互联网报告。

随着物联网的提出，世界各国均提出了自己的发展策略。2004年日本提出u-Japan构想，并且表示希望建设成一个“Anytime, Anywhere, Anything, Anyone”都可以上网的环境。同年，韩国政府制定了u-Korea战略，为呼应u-Korea这一战略，韩国信通部发布《数字时代的人本主义：IT839战略》。

2009年1月，IBM首席执行官彭明盛提出“智慧地球”构想，其中物联网为“智慧地球”不可或缺的一部分，而美国总统奥巴马在就职演讲后已对“智慧地球”构想提出积极回应，并提升到国家级发展战略。

2009年11月，欧盟提出《欧盟物联网行动计划》，制定了一系列物联网管理规则，建立了有效的分布式管理架构，涉及药品、能源、物流、制造、零售等行业。

在我国，2009年8月，温家宝总理访问中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心时，提出“要在激烈的国际竞争中，迅速建立中国的传感信息中心，或者叫‘感知中国中心’”。同年11月3日，在《让科技引领中国可持续发展》的讲话中，温家宝总理再次提出：要着力突破传感网、物联网关键技术，及早部署后IP时代相关技术研发，使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。在2011政府工作报告中，温家宝总理再次提出，要加快构建现代产业体系，推动产业转型升级，要加快培育发展战略性新兴产业。积极发展新一代信息技术产业，促进物联网示范应用。

“感知中国”是中国发展物联网的一种形象称呼，就是中国的物联网。通过在物体上植入各种微型感应芯片使其智能化，然后借助无线网络，实现人和物体之间“对话”，物体和物体之间的“交流”。全国各地在最近几年纷纷开展关于物联网的一系列建设。

2009年11月1日，北京40余家物联网产业相关企业和大学、科研院所等发起成立中关村物联网产业联盟，半年时间内就在应用示范、产业研究、产业促进等方面取得了显著效果。继中关村物联网产业联盟“呱呱坠地”之后，北京物联网产业界在加速跑中又有新突

破：2010年7月9日，北京物联网关键应用技术工程研究中心揭牌成立，中心旨在通过“强强联合”，力求形成“产、学、研、用”一体的产业链合作创新机制，在物联网的关键应用领域实现技术创新突破。这标志着中关村物联网产业联盟成员间的合作进入新的阶段，同时也为政府加快推动物联网产业发展提供了着力点。北京是物联网高端研发和应用的聚集区，近年来在北京奥运会、国庆60周年等多层面、多领域积极探索利用物联网技术，实现多项成功示范应用。

2010年5月，江苏省公布了《江苏省物联网产业发展规划纲要（2009—2012年）》，提出发展物联网产业要“举全省之力”。以举省发展一大产业，使得物联网产业地位迅速提高，超越了经济发展方式转变中的其他五大战略性新兴产业。江苏力争用3~6年左右的时间，建设成为物联网领域技术、产业、应用的先导省。江苏省把传感网列为全省重点培育和发展的六大新兴产业之一，并提出“要努力突破核心技术，加快建立产业基地”。江苏发展物联网按照“一个产业核心区、两个产业支撑区、全省应用示范先行区”的发展思路进行。其中，以无锡为产业核心区，苏州、南京为产业支撑区，构筑物联网产业基地，并面向全省建设应用示范先行区。

2010年11月8日，上海物联网产业联盟正式宣布成立。该联盟整合与协调物联网产业，提升联盟内感知、传输、网络、集成、应用等企业的研究开发和生产制造，促进物联网产业快速健康发展，在上海市场以及将来在全国市场的推广；发布《上海市促进电子商务发展规定》，依托信息技术，加快实现制造业与物流业的对接联动；以“物联网”建设为重点，推进RFID、GPS、GIS、无线测控、数字集群、传感网络等技术在“物联网”中的应用。

2011年4月21日，重庆市28家物联网相关企业、单位和大专院校组建成立重庆物联网产业发展联盟，为重庆物联网发展“铺路架桥”，以便在2015年实现产出1500亿元的目标。近年来，重庆围绕物联网产业的发展做了大量工作，并已取得了初步成效，比如中国移动物联网基地、中国物联网基地已相继落户重庆，重庆市政府出台了《重庆市人民政府关于加快推进物联网发展的意见》。

广东省积极参与物联网国家标准的制定，推进RFID技术应用和产业发展，加强粤港RFID应用合作，促进粤港澳物流业务融合和通关便利化，同时计划5年构建物联网数字家园。2011年4月广东省物联网应用产业基地盛大启动，这将加快射频识别、传感器、云计算等物联网关键技术的研究和引进。随之推动智慧家具商贸、家电全生命周期管理平台、大宗物流配送等重点工程建设，最终推进物联网发展。

物联网为我们展示了生活中任何物品都可以变得“有感觉、有思想”的智能图景，是世界下一次信息技术浪潮和新经济引擎。在我国，物联网已经成为国家发展战略，并且初步明确了未来的发展方向和重点领域。相关部门正在着手制定相关财政、金融政策和法规以确保物联网发展体制的有效性。我国企业正在随着国家的快速发展，持续提升竞争力和国际影响力，对物联网的需求逐步呈现。企业对信息化方面的认知提高，经济支付能力也将增强。

1.4 物联网的现状

随着传感器技术的不断发展，传感器的种类越来越多，传感器现在正向着智能化、微型