



21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

物联网概论

主 编 王金甫
王 亮
副主编 胡冠宇
陈 明
施 勇



全面讲解物联网结构，完成“从上层到下层”
系统介绍物联网应用，实现“从技术到方法”
图文并茂增强可读性，最新知识体现前沿性



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

物联网概论

主 编 王金甫 王 亮
副主编 胡冠宇 陈 明 施 勇



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

全书较为全面地讲述了物联网基本知识、技术体系以及相关理论。本书首先对物联网进行了总的论述,介绍了物联网的起源、定义、体系结构、标准、关键技术和应用等。接下来对物联网的关键技术,如EPC和RFID技术、传感器技术、无线传感器网络技术、M2M技术等进行了详细分章讲解。然后对物联网的通信技术进行了全面的论述,同时对与物联网密切相关的云计算、智能技术、安全技术也进行了深入的论述。本书图文并茂,在写作构思和结构编排上力争为读者提供全面、系统的讲述,使读者不仅对物联网有一个较为清晰的了解和认识,还能进一步地理解和掌握。

本书可作为物联网工程专业及其相关专业的教材,供需要掌握物联网基础知识的高年级本科生学习和研究生选读,还可作为希望了解物联网知识的企业管理者、科研人员、高等院校教师等读者朋友的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

物联网概论/王金甫,王亮主编. —北京:北京大学出版社,2012.12

(21世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-21439-8

I. ①物… II. ①王… ②王… III. ①互连网络—应用—高等学校—教材 ②智能技术—应用—高等学校—教材 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第243409号

书 名: 物联网概论

著作责任者: 王金甫 王 亮 主编

策 划 编 辑: 程志强

责 任 编 辑: 程志强

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-21439-8/TN·0091

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.com> 新浪官方微博:@北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 21.25印张 492千字

2012年12月第1版 2012年12月第1次印刷

定 价: 42.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

前 言

互联网的热浪尚未退去，物联网的高潮又在形成。这波科技革命的浪潮不仅催生出一批新兴产业，更拓展出一片广阔的应用领域。由于在多个领域将引发一系列的飞跃，并将深刻地改变着全人类的生产与生活方式，物联网也因此成为独立的新兴战略性产业而备受世人关注。我国从政府到行业对此都予以高度的重视，温家宝视察无锡物联网产业研究院，政府将物联网列入《国家中长期科学技术发展规划（2006—2020年）》，并发布了2050年国家产业路线图等，都为促进物联网在我国的全面发展提供了有力的支持和保障。

在物联网这个新领域中，我国的技术研发还是比较早的，发展比较领先，所以我们应有充分的信心抢占这一新一代信息技术革命的制高点，为中国经济的发展、产业结构调整 and 提档升级做出新贡献。

科技发展，教育先行，推广普及物联网知识就是当前的要务之一。麦肯锡咨询公司认为，物联网将在信息采集分析、自动化与控制两大领域中，从精确跟踪、环境动态感知、传感驱动型决策控制、流程精优、优化资源消耗与复杂自治系统等六大方面发挥革命性的作用。可见，单从物联网涉及的知识范畴与结构来看，其涉及广泛而复杂的多学科领域，这也成为对物联网领域知识点作综合性、交叉性、均衡性和全面性的阐述难点之一。

为此，本书立足于面向物联网基础知识和重点应用，理论结合实际，较为全面地讲述了物联网基本知识、技术体系以及相关理论，对物联网的关键技术，如EPC和RFID技术、传感器技术、无线传感器网络技术、M2M技术等进行了详细分章讲解，同时对与物联网密切相关的云计算、智能技术、安全技术也进行了深入的论述。本书图文并茂，在写作构思和结构编排上力争为读者提供全面、系统的讲述，使读者不仅对物联网有一个较为清晰的了解和认识，还能进一步地理解掌握。

本书共分9个章节，第1章对物联网进行概述，介绍物联网的发展史、物联网的一些基本概念、体系结构、标准体系、关键技术、应用和发展；第2章介绍传感器的基础知识、常用传感器简介、智能传感器介绍、MEMS简介等；第3章介绍EPC和RFID技术；第4章介绍无线传感器网络；第5章介绍M2M的起源、标准、体系、应用模式、关键技术；第6章介绍物联网的通信技术，包括核心传输技术和接入技术；第7章介绍云计算的基本概念，论述云计算与物联网的联系，并详细讲述云计算的实现机制及相关技术；第8章介绍物联网的智能处理技术；第9章介绍物联网安全与管理技术。根据各章介绍的内容还配有相应习题。

为方便教师的教学，本书还配有教师用电子教案和各章节习题的答案。

本书由长春理工大学光电信息学院王金甫，长春工业大学王亮、胡冠宇、陈明和沈阳建筑大学施勇共同编写。王金甫编写了第1章、第4章和第6章的主要内容，王亮编写了第5章、第7章的主要内容；胡冠宇编写了第8、9章的主要内容；陈明编写了第3章的主要内容，施勇编写了第2章的主要内容。

本书具有如下特色。

(1) 清晰完整的知识体系结构：全书以物联网体系结构为基础，按照“从上层到下层，从具体技术到方法论”的思路进行编写，便于读者从总体上把握物联网工程的知识内涵。

(2) 深入浅出、易于理解：本书内容由浅入深，从具体的标签、传感器等技术到无线传感器网络、云计算、智能处理技术和安全技术等。

(3) 具有较强的可读性和前沿性：本书加入大量的图表，图文并茂，便于阅读和理解；同时本书融入了最新的物联网知识、最近的物联网新闻以及优秀的教改成果。

本书可作为物联网工程专业及其相关专业的教材，供需要掌握物联网基础知识的高年级本科生学习，还可作为希望了解物联网知识的企业管理者、科研人员、高等院校教师等读者朋友的参考用书。

由于时间仓促，加之作者水平有限，不当之处在所难免，恳请读者不吝赐教。我们的E-mail地址是 wangjinfu@mail.ccut.edu.cn。

编者
2012年9月



目 录

第 1 章 绪论	1	2.3.4 基于 IEEE 1451 的网络化 智能传感器	45
1.1 物联网起源与发展现状	3	2.3.5 智能传感器标准体系	49
1.1.1 物联网的由来	3	2.3.6 智能传感器的应用	50
1.1.2 国内外物联网发展的现状	4	2.3.7 智能传感器发展趋势	50
1.2 物联网的相关概念	7	2.4 MEMS 技术	51
1.2.1 物联网的基本定义、特征与 功能	7	2.4.1 MEMS 概述	51
1.2.2 物联网与其他网络的关系	8	2.4.2 MEMS 特点	52
1.3 物联网的体系结构	10	2.4.3 MEMS 应用	52
1.4 物联网的关键技术简介	12	2.4.4 常用的 MEMS 传感器	53
1.5 物联网的标准体系	14	2.5 传感器接口技术	57
1.5.1 制定标准的意义	14	2.5.1 传感器接口特点	57
1.5.2 物联网的标准体系的划分 情况	14	2.5.2 常用传感器接口电路	58
1.6 物联网的应用领域	18	2.5.3 传感器与微机接口的一般 结构	59
1.7 物联网的演进与发展	22	2.5.4 接口电路应用实例	60
本章小结	23	本章小结	61
习题 1	24	习题 2	61
第 2 章 传感器技术	25	第 3 章 EPC 和 RFID 技术	63
2.1 传感器知识概述	26	3.1 EPC 编码	64
2.1.1 传感器的概念	26	3.1.1 什么是 EPC	65
2.1.2 传感器的作用	27	3.1.2 EPC 的产生	65
2.1.3 传感器的组成	30	3.1.3 EPC 编码原则	66
2.1.4 传感器的分类	30	3.1.4 EPC 系统的构成	67
2.1.5 传感器的基本特性	31	3.1.5 信息网络系统	69
2.2 常用传感器介绍	32	3.1.6 EPC 系统的工作流程	69
2.2.1 温度传感器	32	3.1.7 EPC 系统的特点	70
2.2.2 湿度传感器	35	3.2 EPC 编码类型	70
2.2.3 超声波传感器	37	3.2.1 EPC-64 码	71
2.2.4 气敏传感器	39	3.2.2 EPC-96 I 型码	72
2.3 智能传感器	43	3.2.3 EPC-256 码	73
2.3.1 智能传感器的基本概念	43	3.3 EPC 条形码标签	74
2.3.2 智能传感器的组成	44	3.4 射频识别技术(RFID)	74
2.3.3 智能传感器的功能与 特点	44	3.4.1 RFID 技术的基本工作 原理	74



3.4.2	RFID 应答器	75	4.6.3	6LoWPAN 草案简介	143
3.4.3	RFID 阅读器	77	4.7	无线传感器网络与物联网	145
3.4.4	RFID 的天线	82	本章小结		145
3.4.5	RFID 的中间件	84	习题 4		145
3.5	EPC、RFID、条形码的区别	84	第 5 章 M2M 技术		147
3.6	EPC、RFID 的关系	86	5.1	概述	148
本章小结		87	5.1.1	M2M 概念	148
习题 3		87	5.1.2	M2M 的发展现状	149
第 4 章 无线传感器网络		88	5.2	M2M 的标准化	151
4.1	无线传感器网络的体系结构	89	5.2.1	概述	151
4.1.1	无线传感器节点结构	90	5.2.2	M2M 在 ETSI 的进展	
4.1.2	无线传感器网络结构	90	概况		152
4.1.3	无线传感器网络协议体系结构	91	5.2.3	M2M 在 3GPP 标准的进展	
4.2	无线传感器网络的特点	92	概况		154
4.3	无线传感器网络的关键技术简介	93	5.2.4	M2M 在 3GPP2 的标准进展	
4.3.1	无线传感器网络的通信协议	94	概况		155
4.3.2	无线传感器网络的网络管理技术	94	5.2.5	M2M 在 CCSA 的进展	
4.3.3	无线传感器网络的网络支撑技术	95	概况		156
4.4	无线传感器网络的通信协议	95	5.3	M2M 的技术构成	156
4.4.1	无线传感器网络路由协议	95	5.4	M2M 应用现状与典型应用	159
4.4.2	无线传感器网络的 MAC 协议	101	5.5	M2M 应用关键技术	167
4.4.3	无线传感器网络拓扑控制协议	107	5.6	应用前景	169
4.5	无线传感器网络的主要支撑技术	111	5.6.1	前景预测	169
4.5.1	节点定位技术	111	5.6.2	M2M 应用发展所面临的问题	171
4.5.2	时间同步技术	116	本章小结		172
4.5.3	无线传感器网络安全技术	124	习题 5		172
4.5.4	无线传感器网络数据融合技术	127	第 6 章 物联网的通信技术		173
4.6	无线传感器网络的通信标准	133	6.1	传输层	175
4.6.1	IEEE 802.15.4 标准简介	133	6.1.1	IPv4 简介	175
4.6.2	ZigBee 标准简介	136	6.1.2	IPv6 简介	185
			6.1.3	核心网过渡	189
			6.2	接入层	191
			6.2.1	有线接入技术	191
			6.2.2	无线接入技术	201
			6.2.3	移动通信(3G 和 4G)	216
			本章小结		224
			习题 6		224
			第 7 章 云计算		226
			7.1	云计算简介	227



7.1.1 云计算的起源	227	8.6 分布式人工智能	275
7.1.2 云计算的基本概念	229	8.6.1 Agent 技术概述	276
7.1.3 云计算的特点	231	8.6.2 多 Agent 系统	278
7.2 云计算实现技术	231	本章小结	279
7.2.1 云计算的核心技术	231	习题 8	279
7.2.2 云计算体系结构	233	第 9 章 物联网的安全与管理技术	281
7.2.3 云计算的主要服务形式	235	9.1 物联网面临的安全威胁	282
7.3 云计算应用	238	9.1.1 物联网感知节点的本地 安全威胁	282
7.3.1 典型云计算平台	238	9.1.2 感知网络的信息安全 威胁	283
7.3.2 云存储	241	9.1.3 核心网络的信息安全 威胁	283
7.3.3 云安全	243	9.1.4 物联网管理的安全威胁	284
7.4 云计算与物联网	249	9.2 物联网的安全架构	284
本章小结	250	9.2.1 感知层的安全架构	284
习题 7	250	9.2.2 网络层的安全架构	285
第 8 章 物联网智能处理技术	251	9.2.3 应用层的安全架构	285
8.1 智能处理技术概述	252	9.3 物联网与传统的安全技术	285
8.1.1 人工智能的概念	252	9.3.1 加密机制	285
8.1.2 软计算的概念	253	9.3.2 认证机制	291
8.2 智能计算	253	9.3.3 访问控制机制	295
8.2.1 遗传算法	254	9.3.4 入侵检测技术	296
8.2.2 粒子群算法	259	9.3.5 信息隐藏技术	299
8.2.3 蚁群算法	261	9.3.6 数字取证技术	300
8.2.4 鱼群算法	263	9.4 物联网身份识别技术	302
8.3 人工免疫系统	264	9.4.1 信息系统识别技术	302
8.3.1 自然免疫系统的经典 模型	264	9.4.2 生物识别技术	304
8.3.2 人工免疫系统经典模型	267	9.5 物联网的密钥管理	305
8.3.3 克隆选择模型	268	9.5.1 集中管理密钥方式	306
8.4 人工神经网络	269	9.5.2 PGP	307
8.4.1 大脑神经元	269	本章小结	308
8.4.2 人工神经元模型	269	习题 9	308
8.4.3 人工神经元的学习规则	270	习题答案	310
8.4.4 人工神经元的网络结构	271	参考文献	322
8.5 模糊系统	273		
8.5.1 模糊系统的数学基础	273		
8.5.2 模糊系统的结构	274		

第 1 章 绪 论



教学目标

- 了解物联网的起源与发展现状
- 了解物联网标准体系
- 掌握物联网的相关概念
- 掌握物联网的体系架构
- 掌握物联网应用领域
- 理解物联网关键技术



教学要求

知识要点	能力要求
物联网起源与发展现状	(1) 了解物联网的由来 (2) 了解国内外物联网发展的现状
物联网的相关概念	(1) 掌握物联网的基本定义、特征与功能 (2) 理解物联网与其他网络的关系
物联网的体系架构	(1) 理解物联网分层思想 (2) 掌握每一层的功能
物联网关键技术	理解每一层所用的关键技术
物联网标准体系	(1) 理解制定标准的意义 (2) 理解物联网标准的总体划分思想 (3) 了解主要的物联网国际标准化组织 (4) 了解我国物联网的标准化工作
物联网应用领域	掌握物联网在各个领域中的应用



引例 1

物联网实现了物理世界和信息世界的联接

从图 1.1 中人们可以看到 3 个世界：真实的物理世界、数字世界与连接两者的虚拟控制的世界。真实的物理世界与数字世界之间存在着物的集成关系；物理世界与虚拟控制的世界之间存在着描述物与活动之间的语义集成关系；数字世界与虚拟控制的世界之间存在着数据集成关系。三者之间的集成关系共同形成了物联网社会的知识集成关系。

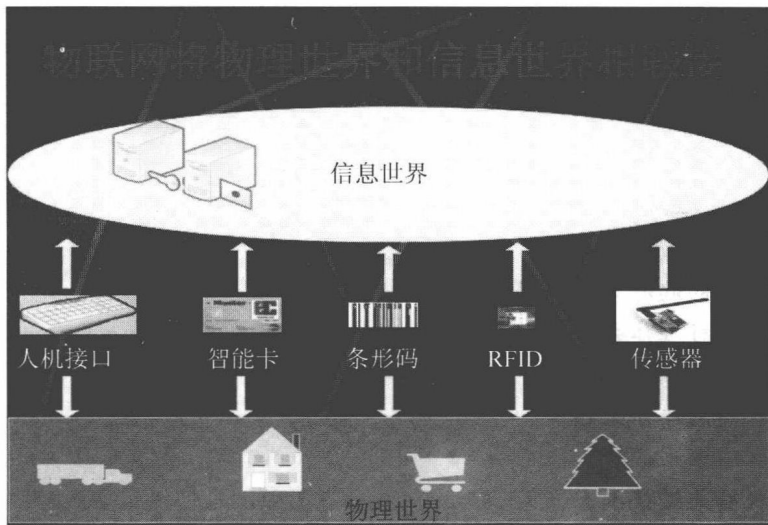


图 1.1 物联网将物理世界和信息世界联接

引例 2

车联网

到上海世博会园区里的热门场馆——“上汽—通用汽车馆”，看一部科幻大片《2030》，就可以超前体验到具有“车联网”的汽车生活。在片中，2030 年的上海拥有 5 层立体交通网络。人们驾驶着 EN-V、叶子和海贝这 3 种未来车型出行，任何人都可以开车，车速飞快，而且在“车联网”的保护下实现了零交通事故率，堪称绝对安全。通过“车联网”，汽车具备了高度智能的车载信息系统，并且可以与城市交通信息网络、智能电网以及社区信息网络全部连接，从而可以随时随地获得即时资讯，并且做出与交通出行有关的明智决定。智能的“车联网”，甚至可以以“一键通”接通呼叫中心的形式帮助司机获取周边信息、寻找停车场，以及找到充电站完成充电。“车联网”借助无线通信，实现城市内车与车之间、车与建筑物之间，以及车与城市基础设施之间互联互通。这就如同一个蝙蝠定位系统，在接收到局部信息后，迅速地传递到范围更广的网络中，帮助交通系统将车流分配到不同的区域内。再加上高智能的车辆驾驶系统，车辆如深海中的鱼群快速地游动却彼此永不相撞。

引例 3

智能家居

它能够让你无论身居何处都能洞悉家中的任何风吹草动，哪怕是自来水管刚被冻裂，远在千里之外

的你能立即感知并可切断水阀，而不至于赶回家时已是满地狼藉。也可能一次匆忙的出差让你忘记了关窗户，当你坐上火车听到暴风雨预报想起这些时，你再也不必焦虑万分，你需要做的只是掏出手机切换到出差模式，窗户会自动关闭；雨过天晴，窗户又会自动打开通风透气，不致使你的居所开始滋生霉菌。

当然你更可以将你家的安全提示交给信任的网友，如果你想轻松旅行，那你只需关掉手机，将无线门、窗磁抽屜锁、人体入侵等安全信息分享至微博，家里的安全将得到更多人的关注，帮你看门护院的不仅是有限的几个物业保安，还有千千万万的网友，当然对于不请而入的不速之客其犯罪行为将暴露在整个互联网上，犯罪风险如此之高，犯罪分子肯定也会三思而行。



本章导读

2009年11月3日，温家宝总理在人民大会堂向首都科技界发表了题为《让科技引领中国可持续发展》的讲话。他提出：“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”。这篇讲话对我国物联网的发展目标提出了明确要求，把对物联网概念的研究推向了新的高潮。

本章将简要介绍物联网领域目前的研究状况，从物联网概念定义、发展历程、体系架构、技术标准、关键技术等角度，对物联网研究的核心问题、本质特色等进行阐述，并根据目前物联网标准发展情况，分析其应用领域，以达到推动物联网的未来发展和物联网工程专业及其相关学科学术研究、学习的目的。

“物联网”被称为继计算机、互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮，专家认为，物联网一方面可以提高经济效益，大大节约成本；另一方面可以为经济发展提供技术推动力。物联网(Internet of Things, IOT)已被看成是信息领域的一次重大发展与变革，其广泛应用将在未来5~15年中为解决现代社会问题做出极大贡献。但整体而言，无论国内还是国外，物联网的研究和开发都还处于起步阶段，不同领域的专家、学者对物联网研究的起点各异，关于物联网的定位和特征的认识还未能统一，对于其框架模型、标准体系和关键技术都还缺乏清晰化的界定。

1.1 物联网起源与发展现状

1.1.1 物联网的由来

物联网概念最早出现于比尔·盖茨1995年的《未来之路》一书中，在书中，比尔·盖茨已经提及物联网概念，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展，并未引起世人的重视。1998年，美国麻省理工学院(MIT)创造性地提出了当时被称作EPC系统的“物联网”的构想。1999年，美国Auto-ID首先提出“物联网”的概念，主要是建立在物品编码、RFID技术和互联网的基础上。过去在我国，物联网被称为传感网。中科院早在1999年就启动了传感网的研究，并已取得了一些科研成果，建立了一些适用的传感网。同年，在美国召开的移动计算和网络国际会议提出了“传感网是下一个世纪人类面临的又一个发展机遇”的新思想。2003年，美国《技术评论》提出传感网络技术将是未来改变人们生活的十大技术之首。

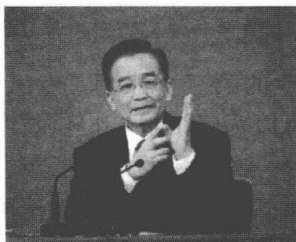


2005年11月17日,在突尼斯举行的信息社会世界峰会(W SIS)上,国际电信联盟(ITU)发布了《ITU互联网报告2005:物联网》,正式提出了“物联网”的概念。报告指出,无所不在的“物联网”通信时代即将来临,世界上所有的物体从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过因特网主动进行交换。射频识别技术(RFID)、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。根据ITU的描述,在物联网时代,通过在各种各样的日常用品上嵌入一种短距离的移动收发器,人类在信息与通信世界里将获得一个新的沟通维度,从任何时间、任何地点的人与人之间的沟通连接扩展到人与物和物与物之间的沟通连接。

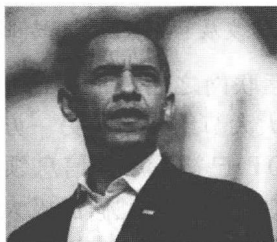
1.1.2 国内外物联网发展的现状

1. 物联网发展战略规划现状

当前,国际国内社会普遍面临经济、社会、安全、环境等问题带来的挑战,低碳经济、节能减排、气候、能源等问题日益受到关注。美国、欧盟、日本、韩国等国家和组织纷纷制定了各自的信息技术战略发展规划,物联网在这些战略规划中具有举足轻重的地位。在我国,物联网已被确定为五大新兴国家战略产业之一。图1.2是中外国家领导人在物联网战略规划方面提出的概念。



温总理:感知中国



奥巴马:智慧地球



戈尔:数字地球

图 1.2 中外领导人在物联网战略规划方面提出的概念

1) 美国“智慧地球”战略

美国在世界上率先开展传感器网络、RFID、纳米技术等物联网相关技术的研究。2008年美国国家情报委员会发布报告,将物联网列为6项“2025年前潜在影响美国国家利益”的颠覆性民用技术之一。

“智慧地球”概念最初由美国IBM公司提出,2009年得到上台伊始的美国总统奥巴马的积极回应,物联网被提升为一种战略性新技术,全面纳入到智能电网、智能交通、建筑节能和医疗保健制度改革等经济刺激计划中。IBM公司的“智慧地球”市场策略在美国获得成功,随后迅速在世界范围内被推广。

IBM将“智慧地球”的构建归纳为3个步骤,一是完成部署,二是实现互联,三是使其智能。“智慧地球”的特征在我国推广时被进一步归纳为“更透彻的感知”、“更全面的互联互通”和“更深入的智能化”。

IBM公司围绕“智慧地球”的策略推出了涵盖智慧医疗、智慧城市、智慧电力、智慧铁路、智慧银行等一揽子解决方案,包括基于系统的观念构建智慧地球的方案,力求在物联网这一新兴战略性领域和市场占据有利地位。





2) 欧盟物联网发展计划

2009年6月欧盟委员会发布物联网发展规划,给出了未来5~15年欧盟物联网发展的基础性方针和实施策略。该规划中对物联网的基本概念和内涵进行了阐述,指出物联网不能被看成是当今互联网的简单扩展,而更应该是包括许多独立的、具有自身基础设施的新系统(也可以部分借助于已有的基础设施)。同时,物联网应该与新的服务共同实现。规划中指出,物联网应当包括多种不同的通信连接方式,如从物到物、从物到人、从机器到机器等,这些连接方式可以建立在网络受限或局部区域,也称为以面向公众可接入的方式建立。物联网需要面临规模(Scale)、移动性(Mobility)、异构性(Heterogeneity)和复杂性(Complexity)所带来的技术挑战。这份规划还对物联网发展过程中涉及的主要问题,如个人数据隐私和保护、可信和安全、标准化等进行了对策分析。

与物联网发展规划相呼应,欧盟在其第七科技框架计划下的信息通信技术、健康、交通等多个主题中实施物联网相关研究计划,目的是在物联网相关科技创新领域保持欧盟的领先地位。

3) 日本“i-Japan”及韩国“U-Korea”战略规划

作为亚洲乃至世界信息技术发展强国,日本和韩国均制定了各自的信息技术国家战略规划。

2009年7月,在之前“e-Japan”、“U-Japan”战略规划的基础上,日本发布了面向2015年的“i-Japan”信息技术战略规划,其目标之一就是建立数字社会,实现泛在、公平、安全、便捷的信息获取和以人为本的信息服务,其内涵和实现物理空间与信息空间互联融合的物联网相一致。以医疗和健康领域为例,“i-Japan”计划通过信息技术手段实现了高质量的医疗服务和电子医疗信息系统,并建立了基于医疗健康信息的以实现全国范围流行病研究和监测的系统。

早在2006年,韩国就制定了“U-Korea”规划,其目标是通过IPv6、USN(Ubiquitous Sensor Network)、RFID等信息网络基础设施的建设建立起泛在的信息社会。为实现这一目标,韩国启动了名为“IT839”的战略规划。

“U-Korea”分为发展期和成熟期两个执行阶段。发展期(2006—2010年)以基础环境建设、技术应用以及U社会制度建立为主要任务,成熟期(2011—2015年)以推广U化服务为主。目前,韩国的RFID发展已经从先导应用开始转向全面推广,而USN也已进入实验性应用阶段。

4) 中国“感知中国”计划

我国现代意义的传感器网络及其应用研究几乎与发达国家同步启动,首次正式在1999年中国科学院《知识创新工程试点领域方向研究》的信息与自动化领域研究报告中提出,并作为该领域的重大项目之一。中国科学院和国家科学技术部在传感器网络方向上,陆续部署了若干重大研究项目和方向性项目。

经过10多年的发展,我国传感器网络研究领域已取得了阶段性进步。2009年8月7日,温家宝总理在中国科学院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心考察时指出,要大力发展传感网,掌握核心技术,并指出“把传感系统和3G中的TD技术结合起来”。

在2009年11月3日,温家宝总理在《让科技引领中国可持续发展》的讲话中,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’”。

2009 年 11 月 13 日，国务院批复同意《关于支持无锡建设国家传感网创新示范区(国家传感信息中心)情况的报告》，物联网被确定为国家战略性新兴产业之一。

2010 年，《政府工作报告》指出，要加快物联网的研发应用，抢占经济科技制高点。至此，“感知中国”计划正式上升至国家战略层面。

2010 年 6 月 5 日，胡锦涛总书记在两院院士大会上讲话指出，当前要加快发展物联网技术，争取尽快取得突破性进展。“感知中国”计划进入战略实施阶段，中国物联网产业发展面临着巨大机遇。

2. 物联网产业总体现状

总体上看，物联网作为新兴产业，目前正处于产业化初期，大规模产业化与商业化时代即将到来。欧洲智能系统集成技术平台(EPOSS)在《Internet of Things in 2020》报告中分析预测，未来物联网的发展将经历 4 个阶段，2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域，2010—2015 年物体互联，2015—2020 年物体进入半智能化，2020 年之后物体进入全智能化。

我国在这一新兴领域自 20 世纪末与国际同时起步，具有同等水平，部分达到领先，如何将技术优势快速转化为国际产业优势，是我国面临的严峻挑战。

在物联网产业化进程方面，由于物联网应用众多、环境差异大、物物互联系统异构性、用户需求和市场培育速度等诸多因素，当前物联网在成果转化和技术熟化方面存在的主要问题见表 1-1。

表 1-1 当前物联网在成果转化和技术熟化方面存在的主要问题

1	在物联网产品开发环境方面，缺乏物联网产品开发和工程化平台，如物联网设计与仿真平台、样本数据库平台、专用测试平台等的缺乏，限制了物联网各研发机构对核心技术的成果转化，降低了科研成果转化率
2	在物联网产品测试方面，缺乏规范的测试平台，难以批量化生产，生产类测试、工艺类测试、功能类测试、性能类测试等规范化物联网测试环境缺乏，使得绝大多数的物联网相关设备没有达到批量化生产的要求，从而严重制约了产业化发展进程
3	在物联网应用示范方面，缺乏物联网多行业应用的集成示范平台，物联网应用场景多种多样，并且行业要求各异，在各应用领域内建立完整系统的解决方案有待进一步推进
4	在物联网标准化方面，缺乏统一的标准体系，难以形成明确的市场分工
5	在物联网产品认证方面，缺乏具有行业公信力的认证机构；物联网系列标准认证是促进物联网大规模应用推广和建立完整、规范的产业链的重要基础。物联网国际、国内标准仍在进一步制定中。因此，物联网行业内的各类机构仍处于粗放式的发展过程中。缺乏具有行业公信力的认证机构的认证，使得产品难以被社会接受，更加难以规模化推广
6	在物联网系统集成和商业模式方面，缺乏较成熟和规模化的发展模式。由于物联网具有多样的应用场景，因此在规模化发展模式设计时应当基于共性的应用需求，在此基础上再通过成熟的商业模式真正实现物联网的规模化应用和发展





1.2 物联网的相关概念

随着信息领域及相关学科的发展,相关领域的科研工作者分别从不同的方面对物联网进行了较为深入的研究,物联网的概念也随之有了深刻的改变,但是至今仍没有提出一个权威的、完整和精确的物联网定义。

1.2.1 物联网的基本定义、特征与功能

目前,不同领域的研究者对物联网的思考所基于的起点各异,对物联网的描述侧重于不同的方面,短期内还没有达成共识。下面给出几个具有代表性的物联网定义。

概念 1(MIT 麻省理工学院, 1999): 物联网把所有物品通过射频识别技术和条码等信息传感设备与互联网连接起来,实现智能化识别和管理功能的网络。

概念 2(ITU 国际电信联盟, 2005): 将各种信息传感设备,如射频识别装置、各种传感器节点等,以及各种无线通信设备与互联网结合起来形成的一个庞大、智能网络。

概念 3(2010): 物联网是指通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按照约定的协议,把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。它是在互联网基础上延伸和扩展的网络。

从上面的定义可以看出,物联网就是物物相连的互联网。这里有两层意思:第一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络;第二,其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间,进行信息交换和通信。

概念 1、2、3 的描述基本差不多,都是通过感知和识别设备把物品(包括动物和人)通过网络连接起来,形成一个智能的网络。当然概念 3 要比概念 1 和 2 描述得更加清晰和全面一些,所以是当前比较公认的定义。

除了以上给出的定义外,还有其他的一些定义,本书比较认可的定义有如下两个,一个是 2011 年 4 月,在北京召开的第二届物联网大会上,北京邮电大学计算机学院的马华东教授提出了一个物联网的定义,描述如下:“物联网是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体,让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通从而提供智能服务的网络。”再如网络技术研究中心徐勇军提出的“物联网是把传感器与传感器网络技术、通信网与互联网技术、智能运算等技术融为一体,实现全面感知、可靠传送、智能处理为特征的,连接物理世界的网络。”

尽管关于物联网的定义众说纷纭,但人们对物联网应该具备的三大特征却达成了共识,即全面感知、可靠传送、智能处理,见表 1-2。

表 1-2 物联网的特征

全面感知	利用射频识别、二维码、传感器等感知、捕获、测量技术随时随地对物体进行信息采集和获取
可靠传送	通过将物体接入信息网络,依托各种通信网络,随时随地进行可靠的信息交互和共享
智能处理	利用各种智能计算技术,对海量的感知数据和信息进行分析并处理,实现智能化的决策和控制





从产业角度看,物联网产业链可以细分为信息获取、信息传输、信息处理和信息施教4个环节,为了更清晰地描述物联网的关键环节,围绕信息的流动过程,可以抽象出物联网的信息功能模型,如图1.3所示。

(1) 信息获取功能。包括信息的感知和信息的识别,信息感知指对事物状态及其变化方式的敏感和知觉;信息识别指能把所感受到的事物运动状态及其变化方式表示出来。

(2) 信息传输功能。包括信息发送、传输和接收等环节,最终完成把事物状态及其变化方式从空间(或时间)上的一点传送到另一点的任务,这就是一般意义上的通信过程。

(3) 信息处理功能。指对信息的加工过程,其目的是获取知识,实现对事物的认知以及利用已有的信息产生新的信息,即制定决策的过程。

(4) 信息施教功能。指信息最终发挥效用的过程,具有很多不同的表现形式,其中最重要的就是通过调节对象事物的状态及其变换方式,使对象处于预期的运动状态。

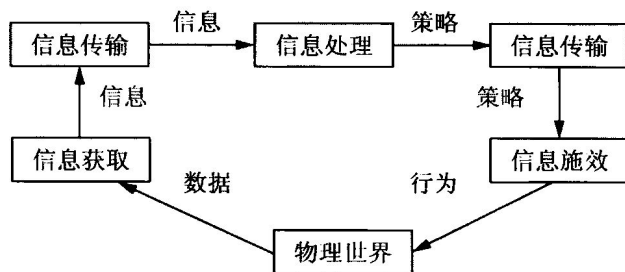


图 1.3 物联网信息功能模型

1.2.2 物联网与其他网络的关系

1. 物联网与互联网、移动互联网的关系

不同的专家对物联网与互联网的关系分别给出了不同的理解,也就是说,专家们还存在着不同的观点。但从当前物联网的现状和今后一定时期的发展来看,本书认为物联网应是互联网的一部分同时又是对互联网的补充。

说它是一部分是因为物联网并不是一张全新的网,实际上早就存在了,它是互联网发展的自然延伸和扩张。互联网是可包容一切的网络,将会有更多的物品加入到这张网中。也就是说,物联网包含于互联网之内。说它是对互联网的补充,是因为我们通常所说的互联网是指人与人之间通过计算机结成的全球性的网络,服务于人与人之间的信息交换。而物联网的主体则是各种各样的物品,通过物品间传递信息从而达到最终服务于人的目的,两张网的主体不同。所以物联网是互联网的扩展和补充,物联网与互联网是相对平等的两张网。如果把互联网比作是人类信息交换的动脉,那么物联网就是毛细血管,两者相互连通,是互联网的有益补充。

随着业务技术的发展,物联网与互联网走向移动是必然的发展趋势,同时随着物联网的移动也给移动互联网提出了新的要求,如庞大数量的终端、稀疏传输、地址与标识、安全与计费等。这些都是移动互联网要解决的问题。



2. 物联网与传感器网络、泛在网络的关系

1) 传感器网络

ITU—TY. 2221 建议中定义传感器网是包含互联的传感器节点的网络，这些节点通过有线或无线通信交换传感数据。传感器节点是由传感器和可选的能检测处理数据及联网的执行元件组成的设备；而传感器是感知物理条件或化学成分并且传递与被观察的特性成比例的电信号的电子设备。传感器网络与其他传统网络相比具有显著特点，即资源受限、自组织结构、动态性强、应用相关、以数据为中心等。以无线传感器网络为例，一般由多个具有无线通信与计算能力的低功耗、小体积的传感器节点构成；传感器节点具有数据采集、处理、无线通信和自组织的能力，协作完成大规模复杂的监测任务；网络中通常只有少量的汇聚(Sink)节点负责发布命令和收集数据，实现与互联网的通信；传感器节点仅仅感知到信号，并不强调对物体的标识；仅提供局域或小范围内的信号采集和数据传递，并没有被赋予物品到物品的连接能力。

2) 泛在网络(Ubiquitous Networking)

ITU-TY. 2002 建议中将泛在网络描述为，在服务预订的情况下，个人和/或设备无论在何时、何地、何种方式都能以最少的技术限制接入到服务和通信的能力。简单地说，泛在网络是指无所不在的网络，可实现随时随地与任何人或物之间的通信，涵盖了各种应用；是一个容纳了智能感知/控制、广泛的网络连接及深度的信息技术(ICT)应用等技术，超越了原有电信范畴的更大的网络体系。泛在网络可以支持人到人、人到对象(如设备和/或机器)和对象到对象的通信。图 1.4 描述了泛在网络下不同的通信类型。从图 1.4 可见，人与物、物与物之间的通信是泛在网络的突出特点。

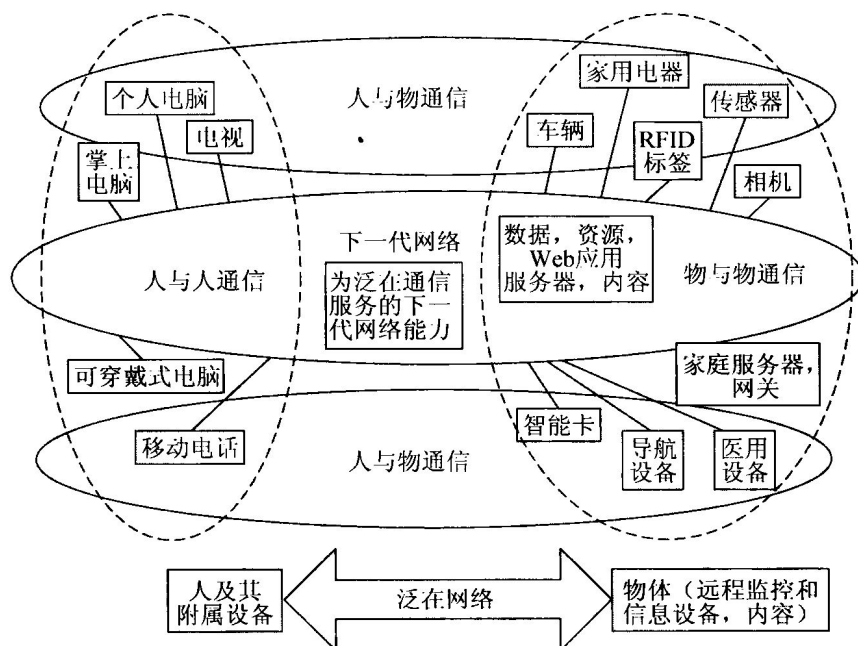


图 1.4 泛在网络通信类型