

高等学校物联网专业系列教材



物联网组网技术

乔平安◎主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

013032782

TP393.4
504

高等学校物联网专业系列教材

物联网组网技术

乔平安 主编
朱广华 夏虹 张弛 廖银花 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



北航

C1640823

TP393.4

504

内 容 简 介

本书详细地介绍了物联网的基础知识及物联网组网的相关技术。

全书共分 10 章, 主要内容包括: 绪论、物联网网络协议、IPv6 技术、物联网数据链路层互联技术、物联网规划与综合布线、路由器与交换机配置技术、物联网的网络管理、物联网对象名称解析服务、物联网实体标记语言、物联网设计。每章都配有小结和习题。

本书在内容选材上, 注重理论与实践并重, 突出实践应用; 在内容编排上, 注重各知识点的合理安排, 层次清楚; 在写作方法上, 由浅入深, 循序渐进。

本书适合作为高等学校物联网专业及信息、通信、电子、计算机、工程管理等专业本科生的教材, 也可作为从事物联网研究的专业技术人员、管理人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网组网技术 / 乔平安主编. —北京: 中国铁道出版社, 2013. 2

高等学校物联网专业系列教材

ISBN 978-7-113-13362-7

I. ①物… II. ①乔… III. ①互联网络—应用—高等学校—教材②智能技术—应用—高等学校—教材 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 031939 号

书 名: 物联网组网技术
作 者: 乔平安 主编

策 划: 巨 凤

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 王占清 徐盼欣

封面设计: 一克米工作室

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京新魏印刷厂

版 次: 2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16 字数: 351 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-13362-7

定 价: 31.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材图书营销部联系调换。电话: (010) 63550836

打击盗版举报电话: (010) 6349504

总 序

物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息产业的革命性发展。目前物联网已被正式列为国家重点发展的战略性新兴产业之一。其涉及面广,从感知层、网络层,到应用层均有核心技术及产品支撑,以及众多技术、产品、系统、网络及应用间的融合和协同工作;物联网产业链长、应用面极广,可谓无处不在。

近年来,中国的互联网产业发展迅速,网民数量全球第一,这为物联网产业的发展奠定基础。当前,物联网行业的应用需求领域非常广泛,潜在市场规模巨大。物联网产业在发展的同时还将带动传感器、微电子、新一代通信、模式识别、视频处理、地理空间信息等一系列技术产业的同步发展,带来巨大的产业集群效应。因此,物联网产业是当前最具发展潜力的产业之一,是国家经济发展的又一新增长点,它将有力带动传统产业转型升级,引领战略性新兴产业发展,实现经济结构的战略性调整,引发社会生产和经济发展方式的深度变革,具有巨大的战略增长潜能,目前已经成为世界各国构建社会经济发展新模式和重塑国家长期竞争力的先导性技术。

物联网技术的发展和应用,不但缩短了地理空间的距离,也将国家与国家、民族与民族更紧密地联系起来,将人类与社会环境更紧密地联系起来,使人们更具全球意识,更具开阔眼界,更具环境感知能力。同时,带动了一些新行业的诞生和提高社会的就业率,使劳动就业结构向知识化、高技术化发展,进而提高社会的生产效益。显然,加快物联网的发展已经成为很多国家乃至中国的一项重要战略,这对中国培养高素质的创新型物联网人才提出了迫切的要求。

2010年5月,国家教育部已经批准了42余所本科院校开设物联网工程专业,在校人数已经达到万人以上。按照教育部关于物联网工程专业的培养方案,确定了培养目标和培养要求。其培养目标为:能够系统地掌握物联网的相关理论、方法和技能,具备通信技术、网络技术、传感技术等信息领域宽广的专业知识的高级工程技术人才;其培养要求为:学生要具有较好的数学和物理基础,掌握物联网的相关理论和应用设计方法,具有较强的计算机技术和电子信息技术的能力,掌握文献检索、资料查询的基本方法,能顺利地阅读本专业的英文资料,具有听、说、读、写的能力。

物联网工程专业是以工学多种技术融合形成的综合性、复合型学科,它培养的是适应现代社会需要的复合型技术人才,但是我国物联网的建设和发展任务绝不仅仅是物联网工程技术所能解决的,物联网产业发展更多的需要是规划、组织、决策、管理、集成和实施的人才,因此物联网学科建设必须要得到经济学、管理学和法学等学科的合力支

撑,因此我们也期待着诸如物联网管理之类的专业面世。物联网工程专业的主干学科与课程包括:信息与通信工程、电子科学技术、计算机科学与技术、物联网概论、电路分析基础、信号与系统、模拟电子技术、数字电路与逻辑设计、微机原理与接口技术、工程电磁场、通信原理、计算机网络、现代通信网、传感器原理、嵌入式系统设计、无线通信原理、无线传感器网络、近距离无线传输技术、二维条码技术、数据采集与处理、物联网安全技术、物联网组网技术等。

物联网专业教育和相应技术内容最直接地体现在相应教材上,科学性、前瞻性、实用性、综合性、开放性应该是物联网专业教材的五大特点。为此,我们与相关高校物联网专业教学单位的专家、学者联合组织了本系列教材“高等学校物联网专业系列教材”,为急需物联网相关知识的学生提供一整套体系完整、层次清晰、技术先进、数据充分、通俗易懂的物联网教学用书,出版一批符合国家物联网发展方向和有利于提高国民信息技术应用能力,造就信息化人才队伍的创新教材。

本系列教材在内容编排上努力将理论与实际相结合,尽可能反映物联网的最新发展,以及国际上对物联网的最新释义;在内容表达上力求由浅入深、通俗易懂;在知识体系上参照教育部物联网教学指导机构最新知识体系,按主干课程设置,其对应教材主要包括物联网概论、物联网经济学、物联网产业、物联网管理、物联网通信技术、物联网组网技术、物联网传感技术、物联网识别技术、物联网智能技术、物联网实验、物联网安全、物联网应用、物联网标准、物联网法学等相应分册。

本系列教材突出了“理论联系实际、基础推动创新、现在放眼未来、科学结合人文”的特色,对基本概念、基本知识、基本理论给予准确的表述,树立严谨求是的学术作风,注意与国内外的对应及对相关概念、术语的正确理解和表达;从实践到理论,再从理论到实践,把抽象的理论与生动的实践有机地结合起来,使读者在理论与实践的交融中对物联网有全面和深入的理解和掌握;对物联网的理论、研究、技术、实践等多方面的发展状况给出发展前沿和趋势介绍,拓展读者的视野;在内容逻辑和形式体例上力求科学、合理,严密和完整,使之系统化和实用化。

自物联网专业系列教材编写工作启动以来,在该领域众多领导、专家、学者的关心和支持下,在中国铁道出版社的帮助下,在本系列教材各位主编、副主编和全体参编人员的参与和辛勤劳动下,在各位高校教师和研究生的帮助下,即将陆续面世。在此,我们向他们表示衷心的感谢并表示深切的敬意!

虽然我们对本系列教材的组织和编写竭尽全力,但鉴于时间、知识和能力的局限,书中难免会存在各种问题,离国家物联网教育的要求和我们的目标仍然有距离,因此恳请各位专家、学者以及全体读者不吝赐教,及时反映本套教材存在的不足,以使我们能不断改进出新,使之真正满足社会对物联网人才的需求。

高等学校物联网专业系列教材编委会

2011年10月1日

前

言

2005 年,国际电联发表了一份题为《物联网》的报告。在这份报告中,劳拉·斯里瓦斯塔瓦说:“我们现在站在一个新的通信时代的入口处,在这个时代中,我们所知道的因特网将会发生根本性的变化。因特网是人们之间通信的一种前所未有的手段,现在因特网又能把人与所有的物体连接起来,还能把物体与物体连接起来。”

物联网并不是一项全新的技术,它是以成熟的传感技术、发达的网络与通信技术、高速的信息处理技术为基础发展起来的技术。物联网通过传感器、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,通过各类可能的网络接入,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。物联网是通过智能感知、识别技术与普适计算、泛在网络的融合应用,被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。

本书在对物联网基础知识介绍的基础上,通过讲述物联网组网的相关技术,旨在培养学生的物联网意识,提高学生物联网设计的能力。

本书在内容组织上注重理论与实践并重,突出实践能力的提高;在讲述方法上注重由浅入深,突出重点内容。

本书共分 10 章。第 1 章介绍了物联网的概念及物联网的体系结构,以及物联网的软、硬件平台的组成;第 2 章介绍了物联网网络协议;第 3 章介绍了 IPv6 技术原理及 IPv6 的配置;第 4 章介绍了以太网、无线局域网、无线传感网及其他的物联网数据链路层互联技术;第 5 章介绍了物联网规划基础、物联网综合布线标准及安装;第 6 章介绍了路由器及交换机配置技术;第 7 章介绍了常见的物联网管理协议;第 8 章介绍了物联网对象名称解析服务的原理及解析实现框架;第 9 章介绍了物联网实体标记语言(PML)的关键技术及 PML 服务器设计与实现;第 10 章介绍了物联网系统设计的相关内容。

本书由乔平安任主编,由朱广华、夏虹、张弛、廖银花任副主编。乔平安负责全书的组织、审核,并编写了第 1 章、第 10 章,朱广华编写了第 5 章、第 8 章、第 9 章,夏虹编写了第 2 章、第 3 章、第 7 章,张弛编写了第 4 章、第 6 章,廖银花提供了一些相关资料。

本书适合作为高等学校物联网专业及信息、通信、电子、计算机、工程管理等专业本科生的教材,也可作为从事物联网研究的专业技术人员、管理人员的参考用书。

本书的编写得到了很多老师、同仁和亲友的帮助与支持,秦承德老师对本书的编写提供了极大的帮助。本书的编写和出版得到了中国铁道出版社的大力支持。邵凯、

李莹莹、段立军参与了本书的校对工作。在此对以上人士和单位表示衷心的感谢。

由于时间较为仓促，以及编者水平有限，而物联网又是一个多学科交叉融合、发展迅速的新兴技术领域，书中难免存在不妥、疏漏之处，殷切希望广大同行、读者批评指正。

编者

2013年1月

目 录

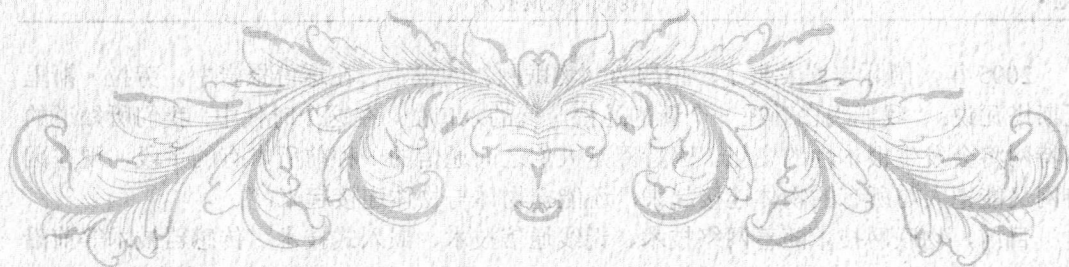
第 1 章 绪论	1
1.1 网络改变世界	2
1.2 物联网网络工程概述	3
1.2.1 从一则童话故事说起	3
1.2.2 物联网的概念与本质	4
1.2.3 物联网与互联网的区别与联系	12
1.3 物联网的体系结构	13
1.3.1 计算机网络体系结构	13
1.3.2 物联网体系结构	17
1.4 物联网联网组成	19
1.4.1 物联网硬件平台	19
1.4.2 物联网软件平台	27
小结	31
习题	31
第 2 章 物联网网络协议	33
2.1 物联网网络协议概述	34
2.2 TCP/IP 协议基础	35
2.2.1 分类的 IP 地址	35
2.2.2 IP 地址与硬件地址	38
2.2.3 地址解析协议 (ARP) 与反向地址解析协议 (RARP)	39
2.2.4 划分子网与构造超网	41
2.3 路由技术	43
2.3.1 路由和数据包转发	43
2.3.2 静态路由	45
2.3.3 动态路由	45
2.3.4 OSPF 路由协议	45
小结	48
习题	48
第 3 章 IPv6 技术	49
3.1 IPv6 技术概述	50

3.2 IPv6 技术原理	51
3.2.1 IPv6 地址	51
3.2.2 IPv6 报文	54
3.2.3 ICMPv6	58
3.2.4 IPv6 邻居发现协议	59
3.3 IPv6 配置	63
3.3.1 Windows 系统下 IPv6 配置命令	63
3.3.2 Linux 系统下 IPv6 配置命令	67
3.3.3 IPv6 静态路由配置	68
3.3.4 IPv6 DHCP 服务	69
3.4 IPv6 与物联网	70
小结	73
习题	73
第 4 章 物联网数据链路层互联技术	75
4.1 以太网	76
4.1.1 以太网工作原理	76
4.1.2 以太网的 MAC 层	78
4.1.3 虚拟以太网	80
4.1.4 典型的以太网举例	83
4.2 无线局域网	84
4.2.1 IEEE 802.11 标准系列	84
4.2.2 IEEE 802.11 组成结构	88
4.2.3 一个典型的无线局域网构建	89
4.3 无线传感网	92
4.3.1 传感网概述	92
4.3.2 传感网部署	93
4.3.3 传感网系统设计	96
4.3.4 传感网广域互联	98
4.4 其他链路层技术	99
4.4.1 蓝牙技术	99
4.4.2 ZigBee 技术	103
4.4.3 UWB 技术	105
小结	109
习题	109
第 5 章 物联网规划与综合布线	111
5.1 物联网规划基础	112
5.1.1 物联网规划设计原则	112
5.1.2 物联网应用系统设计	114

5.1.3	物联网系统集成	117
5.1.4	智能家居物联网系统示例	119
5.2	物联网综合布线标准	121
5.2.1	EIA/TIA-568A 标准	121
5.2.2	综合布线设计规范	124
5.3	物联网布线与安装	126
5.3.1	设计原则	126
5.3.2	各子系统	128
5.3.3	综合布线安装	130
5.3.4	综合布线系统测试	132
	小结	136
	习题	136
第 6 章	路由器与交换机配置技术	137
6.1	路由器内部构造	138
6.1.1	路由器简介	138
6.1.2	路由器操作系统及启动	141
6.2	路由器 CLI 及基本配置技术	143
6.2.1	基本路由器配置	143
6.2.2	构造路由表	146
6.2.3	路径选择和交换	149
6.3	交换机基本概念	152
6.3.1	交换机的特性	152
6.3.2	第二层与第三层交换	153
6.3.3	使用交换机转发帧	155
6.4	交换机基本配置	156
6.4.1	常见交换机配置方式	156
6.4.2	交换机管理命令行	156
6.4.3	验证交换机配置	160
	小结	161
	习题	161
第 7 章	物联网的网络管理	163
7.1	物联网管理功能	164
7.2	常见网络管理协议	165
7.2.1	网络管理协议的发展	165
7.2.2	SNMP	166
7.2.3	CMIS/CMIP	167
7.3	网络管理系统举例	168
7.3.1	Solarwind	168

7.3.2	MRTG	170
7.3.3	SunNet Manager	170
7.4	一个典型的网络管理实例	172
7.4.1	故障管理	172
7.4.2	配置管理	174
7.4.3	性能管理	178
	小结	183
	习题	183
第 8 章	物联网对象名称解析服务	185
8.1	名称解析服务系统概述	186
8.2	名称解析服务原理	188
8.2.1	因特网名称服务原理	188
8.2.2	物联网名称服务原理	189
8.2.3	名称解析服务层次结构	190
8.3	名称解析实现框架	191
8.3.1	因特网域名系统工作流程	191
8.3.2	物联网名称解析服务工作流程	193
8.3.3	物联网名称解析服务实现框架	194
8.4	名称解析实现实例	196
8.4.1	域名配置文件	196
8.4.2	根记录	196
8.4.3	正向地址解析	197
8.4.4	反向地址解析	198
8.5	IPv6 中的名称解析扩展	200
	小结	201
	习题	201
第 9 章	物联网实体标记语言	203
9.1	PML 概述	204
9.2	PML 的目标、范围和组成	205
9.3	PML 设计方法与策略	206
9.4	PML 关键技术	207
9.4.1	XML 语法规则	207
9.4.2	XML 数据岛	209
9.4.3	XML 的 DOM 对象	211
9.5	PML 服务器设计与实现	211
9.5.1	PML 服务器工作原理	212
9.5.2	PML 服务器实现	213
9.6	PML 实例分析	215

小结	216
习题	217
第 10 章 物联网设计	219
10.1 物联网系统设计	220
10.1.1 物联网系统分析	220
10.1.2 物联网系统设计流程	222
10.2 物联网工程设计	223
10.2.1 需求分析	223
10.2.2 总体方案设计	225
10.2.3 系统功能设计	227
10.3 物联网系统设备选择	230
10.3.1 传感器选择	231
10.3.2 电子标签选择	231
10.3.3 读写器选择	232
10.3.4 中间件选择	233
10.3.5 无线传感器网络及拓扑结构选择	233
10.4 物联网系统集成	234
10.5 系统测试	235
10.6 物联网典型应用：智慧农业系统 ITS-WSNCE/A	236
10.6.1 项目背景	236
10.6.2 需求分析	237
10.6.3 系统设计	237
10.6.4 主要系统设备选择	240
10.6.5 系统测试	240
小结	241
习题	241
参考文献	242



第1章 绪论

学习重点

物联网是把任何物品通过信息传感设备，按约定的协议与互联网连接起来，进行信息交换和共享，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种无所不在的网络。本章在介绍物联网概念的基础上，重点讲述物联网的体系结构、物联网的系统组成等内容。通过本章学习，应理解物联网的概念与本质，掌握物联网的体系结构及物联网系统的软、硬件平台组成。

2005 年, 国际电联发表了一份题为《物联网》的报告, 在这份报告中, 劳拉·斯里瓦斯塔瓦说: “我们现在站在一个新的通信时代的入口处, 在这个时代中, 我们所知道的因特网将会发生根本性的变化。因特网是人们之间通信的一种前所未有的手段, 现在因特网又能把人与所有的物体连接起来, 还能把物体与物体连接起来。”

目前, 物联网技术随着网络技术、无线通信技术、嵌入式技术、传感器技术等前沿技术的快速发展, 已经成为新经济模式的引擎, 带动多个传统行业进入一个崭新的时代。

1.1 网络改变世界

作为 20 世纪最伟大的发明之一, 互联网以及以互联网为代表的信息技术革命, 对社会政治、经济、文化和生活产生了极大影响, 促进了社会的变革和进步, 推动了社会快速进入信息化时代。今天, 互联网已经渗透到政治、经济、文化、生活的方方面面, 成为人们生活不可或缺的一部分。目前, 全球约有 50 亿台设备接入互联网, 以及 10 亿名移动工作者。全球互联网的信息平均每月超过 280 亿 GB, 并且正在以 34% 的复合年增长率增长。

在互联网发展史上, 通常把 1969 年 9 月 2 日视为互联网的“誕生日”。这一天, 由美国军方研发的“阿帕网 (Arpanet)”首次在校加州大学洛杉矶分校实现了两台计算机间的数据交换测试。从此以后, 一个接一个的里程碑见证了互联网成长: 第一封电子邮件发出, TCP/IP 协议诞生, 网络域名出现, 万维网 (即真正意义上的全球互联网) 启用, 等等。

1987 年 9 月 20 日, 钱天白先生通过国际互联网向前西德卡尔斯鲁厄大学发出了我国第一封电子邮件——《穿越长城, 走向世界》, 揭开了中国人使用 Internet 的序幕。1989 年, 中国科学技术网建成, 成为我国第一个互联网络。1994 年 4 月, 中国科学技术网第一次实现了与国际互联网的全连接。网络技术的不断进步, 令互联网在展现平台和使用方式方面迎来一场场“革命”。互联网应用也才从最初的电子邮件服务, 发展到网络新闻、BBS 论坛、博客、搜索引擎、网络交友、即时通信、视频分享、电子商务、网络游戏、远程医疗等, 各种网络应用日渐丰富, 互联网不断改变着人们生活、工作、娱乐的方式。中国网民的数量也从 1995 年的不到 6 千人, 发展到如今的 3 亿多人, 据中国互联网络信息中心 (CNNIC) 发布《第 30 次中国互联网络发展状况统计报告》显示, 截至 2012 年 6 月底, 中国网民数量达到 5.38 亿人, 互联网普及率为 39.9%。其中手机网民规模达到 3.88 亿。我国网民规模、宽带网民数、顶级域名注册量 3 项指标稳居世界第一, 中国已真正成为互联网大国。

互联网已经渗透到社会生活的方方面面, 成为信息社会中重要的基础设施。在中国, 互联网已经初步显示了其作为学习、娱乐、公共服务平台的作用, 也正在以其开放性、参与性、交互性、创新性改变着社会经济模式甚至生产方式, 改变着人们的习惯和观念, 改变着人们生活的方式和内容。以前需要在大堆的书本里去查找资料, 现在, 只要在搜索引擎里输入几个字, 所需要的资料只要几秒就能找到; 以前要从电视、报刊、收音机这些传播媒体上得知国家大事、新闻动态等, 现在, 只要在网上搜索就可以得知最新的新闻; 以前, 相隔两地的朋友们要通过写信的方式来保持联系, 现在, 朋友们都用 E-mail

保持联系,还可以用QQ、MSN等进行即时聊天;以前,想知道最新推出了什么新款的衣服,需要牺牲一天的时间去逛街,现在,想看有什么时尚新款的品牌衣服,只要动动鼠标就有自己想知道的答案;以前,看电影需到电影院里去看,现在,只要登录视频分享网站,就可以看到想看的电影;以前,喜欢外地的某些东西,需要托那里的朋友帮买了寄来,现在,在网上就可以购物,在网上直接支付,就可以马上买到所喜欢的……

随着移动互联网技术的发展,可实现“随时、随地、随意”联上互联网,达到沟通无所不在、信息无处不在的境地。正如思科首席未来畅想家 Dave Evans 称:网络联通性正在影响着人类的发展。“数百年前,如果想沟通或分享知识,可能需要花上几周或数月时间。如今,我们在数秒之内就可以与全球任何地方的数百万乃至数亿人分享信息。正因为如此,人们的学习、沟通和发展速度正在呈指数级增长。”

1.2 物联网网络工程概述

物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息产业的革命性发展。目前物联网被正式列为国家重点发展的战略性新兴产业之一,其涉及面广,从感知层、网络层到应用层均涉及标准、核心技术及产品,以及众多技术、产品、系统、网络及应用间的融合和协同工作;物联网产业链长、应用面极广,可谓无处不在。

1.2.1 从一则童话故事说起

这是一则关于人类梦想的童话。

民以食为天,天就浓缩在我的方寸间。晚上吃什么?我(厨房)会检测到哪些食材接近保鲜期限,并善意地提示你,不妨就用它烹饪菜肴。兴冲冲构思好菜谱却发现冰箱里空空如也的尴尬不复存在,只要事先设定好,一旦食材短缺,我会提醒你记得下班到菜市场转一圈。

洗好的菜蔬鲜肉放在盘子上,我会显示出它们的产地和质量:郊区村子今早宰杀的走地鸡、东北黑土地的优质土豆块、隔壁大妈亲自种的水葱儿,有没有残留的农药、污染,新不新鲜,一目了然。我同时还会告诉你这盘菜的营养总和,你完全可以按照家人的实际健康膳食需求进行增添或删减。

还记得品尝一碗盐加多了的汤,或者一碟夹生的排骨时那扭曲的面容吗?盘子兄弟能帮你精确计算这盘菜所需的调味料用量。别忘记了铲子兄弟,翻炒烹煮过程中如果方式不当,营养物质被破坏或者生成有害物质,它都会及时发出警告。

天然气如果发生泄漏,我会立刻关闭阀门。上边是默默的油烟机兄弟,随时根据油烟的浓度不断变换转速,让厨房保持清爽舒畅。

履带从厨房传送出热腾腾的饮食,墙壁伸出机械臂为你舒筋活络,旁边的机器人管家正忙着清扫积尘……

这一切只需要安坐在未来的家里,轻轻按下桌上的按钮。像这样的场景已无数次出现在书本里、漫画中乃至银幕上,是人类都曾拥有过的梦想。

这样的智能机器人时代需要极高的科技支持,大众化似乎还遥不可及。古语云:临

渊羡鱼，不如退而结网。如果说智能机器人所代表的梦想是梦寐以求的“鱼”，那么目前炙手可热的物联网概念，正是我们默默退而结之的“网”。在这张即将覆盖全球的物联网下，我们的生活和社会，将和梦想里的“鱼”一样享受着类似的便利，先行者 IBM 公司将之概括为“智慧地球”。

正像彼得·罗素在《全球大脑与万维网的进化》中所言：“我们将不再感到我们本身是孤立的个人，我们将发现我们自己是迅速整合的全球网络的一部分，是一个觉醒的全球大脑的精神细胞。”

解释智慧地球的概念看起来颇费踌躇。前工信部部长李毅中一语道破天机：“把物联网用互联网组合起来，就是智能地球。”互联网我们已经耳熟能详，物联网则是把任何物品通过信息传感设备，按约定的协议与互联网连接起来，进行信息交换和共享，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种无所不在的网络。

1.2.2 物联网的概念与本质

1. 物联网概念的起源

物联网作为一个模糊的意识或理念而出现，可以追溯到 20 世纪末。比尔·盖茨于 1995 年出版了《未来之路》一书，他在这本 276 页的书中预测了微软乃至整个科技产业未来的走势，其中多次提到了“物—物互联”的设想。比尔·盖茨想象用一根别在衣服上的“电子别针”与家庭中的电子服务设施相连，通过“电子别针”感知来访者的位置，控制室内的照明和温度，控制电话和音响、电视等家用电器。但是，受到当时的无线技术、硬件技术及传感设备技术水平的限制，比尔·盖茨的“物—物互联”的想法没有引起业界的重视，但盖茨在书中写道：“虽然现在看来这些预测不太可能实现，甚至有些荒谬，但是我保证这是本严肃的书，而决不是戏言。10 年后我的观点将会得到证实。”

1998 年，美国麻省理工学院 Auto-ID 研究中心的研究人员成功完成了产品电子代码 (Electronic Product Code, EPC) 的研究。其中，该研究中心的创始人之一 Kevin Ashton 教授在他的研究报告中第一次使用了“物联网” (The Internet of Things, IOT) 的概念，提出了在 Internet 的基础上构造一个网络，利用射频识别 (Radio Frequency Identification, RFID) 技术、无线网络与互联网，实现计算机与“物”之间的互联。

1999—2003 年，有关物联网方面的工作仅局限于实验室，主要研究内容是如何对物品的身份进行自动识别，以及如何减少识别错误和提高识别效率。2003 年，“EPC 决策研讨会”在美国芝加哥举行，作为物联网方面的第一个国际会议，该会议得到了全球 90 多个公司的大力支持，从此以后，Sun (现已被 Oracle 收购)、IBM 等 IT 界巨头纷纷加入到物联网研究开发队伍中，物联网相关工作走出了实验。

2005 年 11 月 17 日，国际电信联盟 (International Telecommunication Union, ITU) 在突尼斯举行的信息社会世界峰会 (World Summit on the Information Society, WSIS) 上，发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》 (ITU Internet Report 2005: The Internet of Things)。在这份报告中，ITU 指出无所不在的物联网通信时代即将来临，泛在通信 (Ubiquitous Communication) 的形式已经从短距离的移动收发设备扩展到长距离的设备和日常用品，从而促成了人和人、物和物之间的新的通信形式的诞生。信息技术和通信

技术的世界中加入了新的维度：由过去的任何人（Anyone）之间在任何时间（Anytime）、任何地点（Anyplace）的信息交换，发展成了任何物体（Anything）之间、任何人之间在任何时间、任何地点的信息交换，如图 1-1 所示。

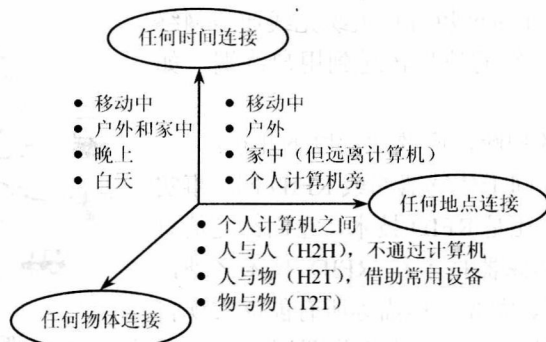


图 1-1 物联网的维度

2. 物联网的概念

自 1998 年提出物联网这个词汇以来，物联网的概念一直在不断地发展和扩充。最早的物联网概念来自于 RFID 领域，认为将所有的物品打上电子标签，然后通过射频识别技术和通信技术构成信息网络，实现物品的智能识别、定位和控制。但是，这是一个狭隘的定义，物联网的快速发展很快就突破了这个定义，引进了包括传感网、互联网在内的 IT 领域。物联网所蕴含的内容不断丰富，人们对物联网的认识也不断深入，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。国际电信联盟曾预测：未来世界是无所不在的物联网世界，到 2017 年将有 70 000 亿个传感器为地球上的 70 亿人口提供服务。那么，到底什么是物联网呢？到目前为止还没有一个统一的定义，并且随着物联网的发展，出现了许多新的解释。以下是几种常见的物联网的定义：

（1）物联网指的是将各种信息传感设备，如射频识别装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等种种装置与互联网结合起来而形成的一个巨大网络，按约定的协议，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。

（2）物联网是由具有自我标识、感知和智能的物理实体基于通信技术相互连接形成的网络，这些物理设备可以在无须人工干预的条件下实现协同和互动，为人们提供智慧和集约的服务，物联网具有全面感知、可靠传递、智能处理的特点。

（3）ITU 在 *The Internet of Things* 报告中，把物联网定义为任何时刻、任何地点、任意物体之间的互联，无所不在的网络和无所不在的计算。

（4）物联网是未来互联网的一个组成部分，可以定义为基于标准的和可互操作的通信协议，且具有自配置能力的、动态的全球网络基础架构。物联网中的“物”都具有标识、物理属性和实质上的个性，使用智能接口实现与信息网络的无缝整合。

由以上概念可以看出，物联网的内涵是起源于由 RFID 对客观物体进行标识并利用网络进行数据交换这一概念，并不断扩充、延伸、完善而逐步形成的。