



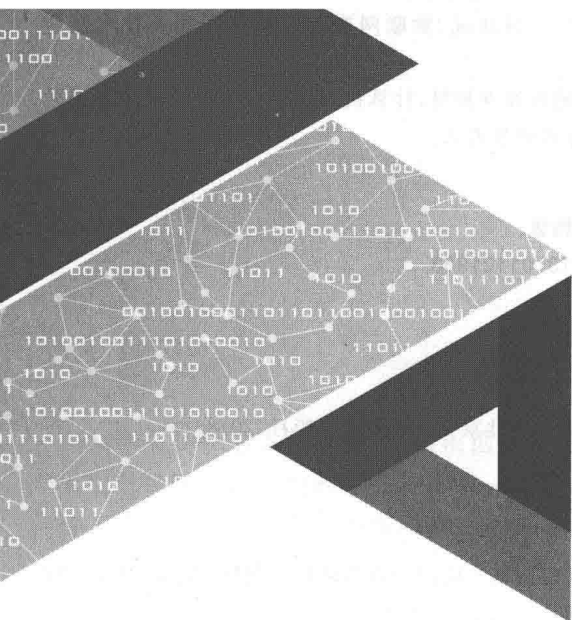
物联网工程导论

(第2版)

◎ 何凤梅 詹青龙 王恒心 主编
翁曙光 陈逸怀 副主编

清华大学出版社





物联网工程导论

(第2版)

◎ 何凤梅 詹青龙 王恒心 主编
翁曙光 陈逸怀 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书借鉴国内物联网课程的教材和业界最新技术及动态,全面介绍了物联网工程相关知识和实践项目。全书共分为10章,主要介绍了物联网的基本概念、发展状况、物联网产业及物联网相关技术及应用等。

本书适合作为高等院校物联网工程、网络工程专业的必修课教材,计算机科学与技术专业的选修课教材,也可作为物联网技术培训教材,还可作为物联网爱好者的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

物联网工程导论/何凤梅,詹青龙,王恒心主编.—2版.—北京:清华大学出版社,2018

(21世纪高等学校物联网专业规划教材)

ISBN 978-7-302-50175-6

I. ①物… II. ①何… ②詹… ③王… 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. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第113091号

责任编辑:黄芝李晔

封面设计:刘键

责任校对:时翠兰

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:20.25

字 数:493千字

版 次:2011年12月第1版 2018年10月第2版

印 次:2018年10月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.00元

产品编号:073061-01

前言

FOREWORD

本书是在第1版的基础上,根据目前物联网技术发展及其应用编写而成的,目标是让大学生对物联网工程中的相关技术有一个整体框架式的了解,为今后进一步学习物联网专业打下全面基础。本书第1版得到了广大教师和学生的充分肯定,在客观上适应了国内物联网行业快速发展的需求。

人类社会从本源上存在着三种流:人流、物流和信息流。因特网的发展和应用,解决了信息的全球化流动问题。物联网的诞生和发展,有效整合了人流、物流和信息流,让物品“开口说话”,让地球“充满智慧”。物联网利用二维码、RFID、各类传感器等技术和设备,使物体与互联网等各类网络相连,获取无处不在的现实世界的信息,实现物与物、物与人之间的信息交互,支持智能的信息化应用,实现信息基础设施与物理基础设施的全面融合,最终形成统一的智能基础设施。从物联网的概念出发,可以看到三个世界:真实的物理世界、数字世界以及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的关系。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。物联网已经广泛应用于智能家居、交通物流、能源、城市基础设施、金融服务、安防、环保、农业等领域,并形成物联网产业链。

物联网新技术更迭出现,为满足物联网工程最新技术发展的教学需要,我们组织相关老师在第1版基础上修改编写了本书。

本书共分10章,相关内容如下:

第1章主要介绍了物联网的基本概念,物联网兴起的背景,互联网和泛在网与物联网的关系,国内外物联网发展状况,我国物联网发展的机遇与挑战等。

第2章主要介绍物联网产业,物联网在各个领域的典型应用案例,包括智能交通、智能物流、智能家居、智能农业、医疗健康、智能工业、智慧城市、环境监测等。

第3章主要介绍了物联网的体系架构和技术特征,详述了感知层、网络层、应用层和公共技术的功能和技术,物联网的标准体系和研究组织等。

第4章主要介绍了自动识别技术的概况,详述了条码识别技术、RFID射频识别系统、卡类识别技术、机器视觉识别和生物特征识别技术等。

第5章主要介绍了物联网感知技术的基本知识、典型的传感器和智能传感器技术、无线

传感器技术等。

第6章主要介绍了物联网通信技术,包括无线网络概述、无线接入网技术和有线接入网技术等。

第7章主要介绍了无线传感网络的基本概述、体系结构、关键技术和协议等。

第8章主要介绍了物联网软件和中间件、物联网中间件的分类和特点,列举了RFID中间件和云计算中间件等。

第9章主要介绍了物联网数据处理的关键技术、海量数据存储技术、物联网实体标记语言PML、云计算、物联网中的智能决策等。

第10章主要介绍了物联网信息安全概述、物联网安全关键技术和RFID安全管理问题等。

本书适合作为高等院校物联网工程、网络工程专业的必修课教材,计算机科学与技术专业的选修课教材,也可作为物联网技术培训教材,还可作为物联网爱好者的参考书。

全书由何凤梅、詹青龙、王恒心担任主编,并负责全书的统稿工作。第1~3章由何凤梅撰写,第4~6章由翁曙光撰写,第7章、第9章、第10章由王恒心撰写,第8章由陈逸怀撰写。由于作者的经验和水平有限,书中难免会有不足或疏漏之处,恳请各位专家和读者提出宝贵的意见和建议。

编者

2018年4月

第 1 章 物联网概述	1
1.1 物联网的基本概念	2
1.1.1 物联网兴起的背景	2
1.1.2 物联概念的提出	3
1.1.3 物联网的定义	4
1.1.4 物联网的发展历程	5
1.1.5 智慧的地球	8
1.1.6 物联网生活	8
1.2 互联网和泛在网	10
1.2.1 物联网的传输保障——互联网	10
1.2.2 物联网发展的方向——泛在网	12
1.3 国内外物联网发展状况	14
1.3.1 国外物联网发展现状	14
1.3.2 国内物联网发展现状	16
1.4 我国物联网发展的机遇与挑战	18
1.4.1 国家信息化发展战略	18
1.4.2 我国物联网发展中的问题	19
1.4.3 “十三五”时期的形势	21
1.5 练习	23
第 2 章 物联网的典型应用	25
2.1 物联网产业	26
2.1.1 物联网产业客户群	27
2.1.2 物联网应用	27
2.1.3 物联网产业链	29
2.1.4 物联网产业的效益	31

2.2	物联网在智能交通方面的应用	31
2.2.1	概述	31
2.2.2	应用案例	32
2.3	物联网在智能物流方面的应用	37
2.3.1	概述	37
2.3.2	应用案例	39
2.4	物联网在智能家居方面的应用	42
2.4.1	概述	42
2.4.2	应用案例	44
2.5	物联网在智能农业方面的应用	48
2.5.1	概述	48
2.5.2	应用案例	49
2.6	物联网在医疗健康方面的应用	52
2.6.1	概述	52
2.6.2	应用案例	53
2.7	物联网在智能工业方面的应用	56
2.7.1	概述	56
2.7.2	应用案例	58
2.8	物联网在智慧城市方面的应用	60
2.8.1	概述	60
2.8.2	应用案例	62
2.9	其他方面的应用	65
2.9.1	环境监测	65
2.9.2	智能电网	67
2.9.3	智能旅游	70
2.9.4	国防军事	73
2.10	练习	77
第3章	物联网的体系架构	79
3.1	物联网的体系架构	80
3.1.1	人对物理世界问题处理的基本方法	80
3.1.2	物联网的工作原理	81
3.1.3	物联网的工作步骤	81
3.1.4	物联网的体系架构	81
3.1.5	物联网的技术特征	83
3.2	感知层	85
3.2.1	感知层概述	85
3.2.2	感知层功能	85
3.2.3	感知层关键技术	86

3.3	网络层	86
3.3.1	网络层概述	86
3.3.2	网络层功能	87
3.3.3	网络层技术	87
3.4	应用层	88
3.4.1	应用层概述	88
3.4.2	应用层功能	88
3.4.3	应用层技术	89
3.5	公共技术	89
3.6	物联网标准	90
3.6.1	物联网的标准体系	90
3.6.2	物联网标准研究组织及进展	92
3.6.3	核心技术标准化现状	93
3.7	练习	100
第4章	自动识别技术	101
4.1	自动识别技术概述	102
4.1.1	自动识别技术的发展背景	103
4.1.2	自动识别技术的基本概念	103
4.1.3	自动识别技术分类	103
4.1.4	自动识别技术的一般性原理	104
4.1.5	自动识别技术的发展现状	104
4.2	条码识别技术	105
4.2.1	条码识别技术概述	105
4.2.2	一维条码	107
4.2.3	二维条码	109
4.2.4	一维条码和二维条码的比较	112
4.2.5	条码的识读	113
4.3	RFID 射频识别系统	115
4.3.1	RFID 概述	115
4.3.2	RFID 的应用领域	117
4.3.3	RFID 系统的组成	119
4.3.4	RFID 系统的工作原理	120
4.3.5	RFID 标准体系结构	122
4.3.6	RFID 频率标准和技术规范	125
4.3.7	RFID 电子标签与读写器	126
4.3.8	RFID 防碰撞技术	130
4.3.9	RFID 的安全	132
4.4	卡类识别技术	134

4.4.1	卡类识别技术的分类	134
4.4.2	卡类识别技术读写设备	135
4.4.3	接触式 IC 卡	136
4.5	机器视觉识别	137
4.5.1	概述	137
4.5.2	机器视觉系统的典型结构	138
4.5.3	机器视觉识别技术的应用	138
4.6	生物特征识别技术	139
4.6.1	概述	139
4.6.2	常用生物特征识别技术	140
4.6.3	生物特征识别技术发展趋势	141
4.7	练习	144
第 5 章	物联网感知技术	146
5.1	传感器技术概述	148
5.1.1	传感器概念	148
5.1.2	传感器的组成与分类	149
5.1.3	传感器的作用与地位	150
5.1.4	传感技术的未来发展	150
5.2	典型的传感器	151
5.2.1	传感器的特性	151
5.2.2	几种典型的传感器	153
5.2.3	选用传感器的原则	157
5.3	智能传感器	159
5.3.1	智能传感器概述	159
5.3.2	智能传感器的发展	160
5.4	无线传感器	162
5.4.1	无线传感器概述	162
5.4.2	无线传感器的发展	164
5.5	练习	165
第 6 章	物联网通信技术	167
6.1	无线网络概述	168
6.1.1	无线网络技术简介	168
6.1.2	无线网络体系结构	171
6.1.3	协议参考模型	174
6.2	无线接入网技术	178
6.2.1	无线接入网技术概述	178
6.2.2	ZigBee	178

6.2.3	蓝牙	181
6.2.4	UWB	184
6.2.5	60GHz 通信	187
6.2.6	WLAN	189
6.2.7	WiMAX	192
6.2.8	3G	194
6.2.9	4G	197
6.3	有线接入网技术	199
6.3.1	基于双绞线传输的接入网技术	199
6.3.2	基于光传输的接入网技术	200
6.3.3	基于五类线的以太网接入技术	202
6.3.4	混合光纤和同轴接入网技术	203
6.4	未来物联网通信技术	204
6.5	练习	206
第 7 章	无线传感网络	208
7.1	无线传感网概述	209
7.1.1	无线传感网概念	209
7.1.2	无线传感网的发展	210
7.1.3	无线传感网的特点	211
7.1.4	无线传感网的应用	213
7.2	无线传感网的体系结构	215
7.2.1	无线传感网节点类型与结构	215
7.2.2	无线传感网层次化网络协议结构	218
7.2.3	无线传感网拓扑结构	220
7.3	无线传感网的关键技术	224
7.3.1	无线传感网拓扑管理	224
7.3.2	无线传感网的定位技术	227
7.3.3	无线传感网的时间同步机制	230
7.3.4	无线传感网的数据融合	233
7.3.5	无线传感网的安全技术	237
7.4	无线传感网协议	239
7.4.1	无线传感网的 MAC 协议	239
7.4.2	无线传感网的路由协议	240
7.5	练习	243
第 8 章	物联网软件和中间件	244
8.1	物联网软件	245
8.1.1	物联网软件和中间件是物联网的灵魂	245

8.1.2	物联网之服务器端软件	246
8.1.3	物联网之嵌入式软件	248
8.2	物联网中间件	250
8.2.1	物联网中间件基本概念	250
8.2.2	中间件是物联网软件的核心	251
8.2.3	中间件分类和特点	252
8.2.4	RFID 中间件	253
8.2.5	云计算中间件	258
8.2.6	流行中间件产品	262
8.3	练习	264
第9章	物联网数据处理技术	265
9.1	物联网数据处理技术概述	266
9.1.1	物联网数据特点	266
9.1.2	物联网数据处理关键技术	267
9.2	海量数据存储技术	269
9.2.1	物联网对海量数据存储的需求	269
9.2.2	数据库技术	270
9.3	物联网实体标记语言 PML	272
9.3.1	PML 概述与结构	272
9.3.2	PML 开发技术与应用	272
9.3.3	数据存储管理和设计策略	274
9.3.4	PML 的核心技术——XML	274
9.3.5	PML 服务器的基本原理	277
9.4	云计算	279
9.4.1	云计算概述	279
9.4.2	云计算系统的组成	281
9.4.3	云计算的应用实例	283
9.5	物联网中的智能决策	285
9.5.1	数据挖掘的基本概念	285
9.5.2	数据挖掘的基本工作原理	287
9.5.3	物联网与智能决策、智能控制	290
9.6	练习	292
第10章	物联网信息安全技术	294
10.1	物联网安全概述	295
10.1.1	物联网安全引发的事件	295
10.1.2	物联网安全模型	296
10.1.3	物联网安全特性	297

10.1.4	物联网安全框架	298
10.2	物联网安全关键技术	299
10.2.1	密钥管理机制	299
10.2.2	数据处理与隐私性	300
10.2.3	认证与访问控制	301
10.3	RFID 安全管理	302
10.3.1	RFID 标签的安全缺陷	302
10.3.2	对 RFID 系统的攻击方法	303
10.3.3	基于 RFID 的位置服务与隐私保护	305
10.4	练习	307
	参考书目及相关网站	309

第 1 章 CHAPTER 1

物联网概述

内容提要

物联网把信息技术、传感器技术等加以综合,应用于各个行业、各个产业,覆盖地球万事万物,将极大地促进全球化发展。本章主要介绍物联网产生的背景,概念定义,物联网的传输保障、发展方向和未来趋势,国内外物联网的发展现状,以及我国物联网发展的机遇与挑战等。

学习目标和重点

- 了解国内外物联网发展现状;
- 了解我国物联网发展的机遇与挑战;
- 理解物联网与互联网和泛在网之间的关系;
- 掌握物联网的基本概念。

引入案例

天 网

在好莱坞大片《终结者 2018》中,主要角色“天网”就是一个理想的物联网例子。抛弃掉影片故事情节中设计的“天网”敌视人类的行为,“天网”从技术上讲就是一个展现物联网很好的实例。



“天网”几乎满足物联网所有的特征:

(1) 全面感知,通过各种各样的传感器来感知外界信息,监视人类的一举一动。

(2) 可靠传输,超宽带的“天网”通信一流,关键是网络还具有强大的自组织、自修复、自搜索的功能。

(3) 高度智能,可以主动去感知物理世界,并自由地操控它自身的任何组成部分,能够智能感知、智能组织和决策。

当然,我们设计的各种各样的物联网还是希望能为我们所用并且可控。影片同时也展现了物联网的安全问题,一旦高度智能的物联网失控了,或者被他人入侵或掌控,物联网的负面作用就不言而喻了,因此物联网的安全始终是一个伴随物联网研究和应用的重大课题。

物联网把新一代 IT 技术充分运用到各行各业中,具体地说,就是把传感器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、大坝、供水系统、油气管道等各种物体中,然后将物联网与现有的互联网整合起来,实现人类社会与物理系统的整合。在整合中,存在能力超级强大的中心计算群,能够对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实施实时的管理和控制。在此基础上,人类可以用更加精细和动态的方式管理生产和生活,以达到“智慧”的状态。毫无疑问,物联网时代的来临,人们的日常生活将发生翻天覆地的变化。

1.1 物联网的基本概念

物联网(Internet of Things, IoT),这一概念从 1999 年诞生至今,不同的组织机构、不同的专家学者、不同的企业都曾赋予了它不同的定义。在这里通过对物联网相关概念的介绍,帮助我们全面地理解物联网。

1.1.1 物联网兴起的背景

20 世纪末的一系列新兴市场遭受金融危机的冲击后,诞生了互联网这一新兴行业;10 年后,由美国引发的次贷危机一发不可收拾,金融危机的余波尚未平息,新一轮的技术革命已经拉开帷幕,物联网技术有助于建立新观念,带动了新的生产供给和消费需求,对于加快世界经济的复苏、各种利益的重新分配意义重大。

从推动经济发展的角度来讲,物联网可以作为计算机、互联网、移动通信后的又一次信息化产业浪潮;从长远来看,物联网有望成为后金融危机时代经济增长的引擎。20 世纪 90 年代,克林顿政府的“信息高速公路”发展战略使美国经济走上了长达 10 年左右的繁荣道路。出于信息技术对经济的拉动作用,奥巴马政府的“智慧地球”构想旨在找出美国经济新的增长点,在此背景下,物联网概念应运而生。

物联网这个概念产生的背景至少有两个因素:一是世界的计算机及通信科技已经发生了巨大的、颠覆性的改变;二是物质生产科技发生了巨大的变化,使物质之间产生相互联系的条件成熟,没有瓶颈。

物联网就是可以实现人与人、物与物、人与物之间信息沟通的庞大网络。将为我们带来新的消费体验,广泛应用于购物、交通、物流、医疗等重要领域,其经济潜力很容易让人想到互联网经济的辉煌。

2010年,所有关心中国政治经济的人,都开始熟悉一个名词——物联网。物联网就像当初互联网猝不及防地来到,轰然打开我们的世界一样,而且比互联网更快、更猛。美国权威咨询机构 FORRESTER 预测,到2020年,世界上物物互联的业务,跟人与人通信的业务相比,将达到30:1。因此,“物联网”被称为下一个万亿级的通信业务。所有迹象都表明,世界已经开始进入物联网时代。

1.1.2 物联概念的提出

与互联网类似,最初的传感网应用在军事领域。20世纪80年代后期及90年代,美国军方陆续建立了多个局域传感网,包括海军的CEC项目、FDS项目和陆军的远程战场感应系统REMBASS等。物联网是随着技术进程的不停演化而最终提出并形成的,其相关技术的应用可以追溯到1946年。

1946年,苏联的莱昂·泰勒发明了用于转发携带音频信息的无线电波,通常认为它是RFID的前身。

1948年,美国的哈里·斯托克曼发表了《利用反射功率的通信》,正式提出RFID一词,被认为标志着RFID技术的面世。

1973年,马里奥·卡杜勒所申请的专利是现今RFID真正意义上的原型。

1973年,在美国LOS ALAMOS实验室,诞生了第一个RFID标签的样本。

1980年,日本东京大学坂村健博士倡导的全新计算机体系TRON,计划构筑“计算无所不在”的环境。

1991年,马克·维瑟发表文章《21世纪的计算机》,预言泛在计算(无所不在的计算)的未来应用。

1995年,巴黎最早开始在交通系统中使用RFID技术。随后在很多欧洲城市的交通系统中,都开始普及RFID。

1995年,比尔·盖茨所著的《未来之路》一书提及物联网概念,书中多次提到“物-物互联”的设想。并想象用一根别在衣服上的“电子别针”与家庭电子服务设施接通,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、电视等家电设备。只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展,并未引起重视。

1998年,马来西亚发布了全球第一张RFID执照。

1999年,麻省理工学院的Auto-ID实验室将RFID技术与互联网结合,提出了EPC,提出早期的物联概念,当时称之为“传感网”。

1999年,在美国召开的移动计算机和网络国际会议提出“传感网是下一个世纪人类面临的又一个发展机遇”,传感网迅速成为全球研究热点。

【知识链接 1-1】

传 感 网

传感网(Sensor Network)是指随机分布的集成由传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点,通过自组织的方式构成的无线网络。现在谈到的传感网,一般是指无线传感器网络,即 Wireless Sensor Network (WSN)。

无线传感网由许多功能相同或不同的无线传感器节点组成,每一个传感器节点由数据采集模块(传感器、A/D 转发器)、数据处理和控制模块(微处理器、存储器)、通信模块(无线收发器)和供电模块(电池、DC/AC 能量转换器)构成。

其中,数据采集模块主要就是各种各样的传感器。现有传感器的种类非常多,常见的有温度传感器、压力传感器、湿度传感器、震动传感器、位移传感器、角度传感器等。目前,我国从信息化发展新阶段的角度提出传感网,其研究和探讨的重点更多地聚焦在了通过各种低功耗、短距离无线传感技术,构成自组织网络准确传输数据上。

无线传感网技术是典型的具有交叉学科性质的军民两用战略高科技,可以广泛应用于军事、国家安全、环境科学、交通管理、灾害预测、医疗卫生、制造业、城市信息化建设等领域。

传感网可以看成是“传感模块”加上“组网模块”而构成的一个网络,更像是一个单项信息采集的网络,仅仅感知到信号,并不强调对物体的标识。例如,可以让温度传感器感知到森林的温度,但并不一定需要标识哪一个具体的区域或哪一根树木。

1.1.3 物联网的定义

最早关于物联网的定义是 1999 年由麻省理工学院 Auto-ID 实验室提出的,他们把物联网定义为:物联网就是把所有物品通过 RFID 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。其实质就是将 RFID 技术与互联网相结合并加以应用。

国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)对物联网的定义:物联网主要解决物品到物品(Thing to Thing, T2T)、人到物品(Human to Thing, H2T)、人到人(Human to Human, H2H)之间的互联。其中, H2T 是指人利用通用装置与物品之间的连接, H2H 是指人与人之间不依赖于个人计算机而进行的互联。这样我们就可以随时随地了解身边的事物,从而实现智能化识别、定位、跟踪和管理,最终让整个世界变成一个巨型的计算机,达到物联网的终极梦想。

2010 年,我国的政府工作报告对物联网有如下说明:物联网是通过传感设备按照约定的协议,把各种网络连接起来,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。

日本东京大学教授坂村健认为:让任何物品都嵌入一种标记有自己身份特征的操作系统,然后通过无线网络将所有物品都连接起来,这网是全球信息化发展的新阶段,从信息化向智能化提升,在已经发展起来的传感、识别、接入网、无线通信网、互联网、云计算、应用软件、智能控制等技术基础上的集成、发展与提升。物联网本身是针对特定管理对象的“有限

网络”，是以实现控制和管理为目的，通过传感器（或识别器）和网络将管理对象连接起来，实现信息感知、识别、情报处理、态势判断和决策执行等智能化的管理和控制。

综上所述，物联网是利用二维码、射频识别（RFID）、各类传感器等技术和设备，使物体与互联网等各类网络相连，获取无处不在的现实世界的信息，实现物与物、物与人之间的信息交互，支持智能的信息化应用，实现信息基础设施与物理基础设施的全面融合，最终形成统一的智能基础设施。从本质上看，物联网是架构在网络上的一种联网应用和通信的能力，实现了物理世界与信息世界无缝连接，如图 1-1 所示。从物联网的概念出发，我们可以看到三个世界：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的关系。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。

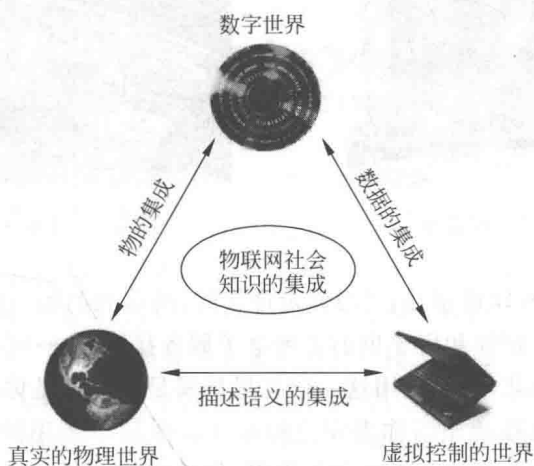


图 1-1 物理世界与信息世界的无缝连接

1.1.4 物联网的发展历程

1. “特洛伊”咖啡壶事件(1991年)

1991年英国剑桥大学特洛伊计算机实验室的科学家们在工作时，要下两层楼梯到楼下查看咖啡煮好了没有，由于经常空手而归，工作人员觉得很麻烦。于是他们编写了一套程序，并在咖啡壶旁边安装了一个便携式摄像机，镜头对准咖啡壶，利用计算机图像捕捉技术，以 3fps 的速率传递到实验室的计算机上，供工作人员可随时查看咖啡是否煮好。

1993年，这套简单的本地咖啡观测系统经过其他同事的更新，以 1fps 的速度通过实验室网站连接到了互联网上，全世界互联网有近 240 万人点击查看了“咖啡壶”网站，这就是有名的“特洛伊”咖啡壶事件。

就网络数字摄像机而言，其市场开发、技术应用以及日后的种种网络扩展都是源于这个世界上负盛名的“特洛伊”咖啡壶。