



普通高等教育创新型人才培养规划教材

# 物联网技术及应用

邵欣 刘继伟 曹鹏飞 编著

WULIANWANG JISHU JI YINGYONG



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高等教育创新型人才培养规划教材

# 物联网技术及应用

邵欣 刘继伟 曹鹏飞 编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书在阐述物联网概念及其分层架构的基础上,重点介绍了物联网的RFID技术、传感器技术、自动识别技术、ZigBee网络技术、无线传感器网络技术、物联网支撑技术等物联网关键技术,深入探讨了物联网技术在智能物流、智能家居、智能交通等生产与生活领域中的应用。通过本书的学习,读者可以对物联网技术有较为系统和全面的了解与认识,为从事物联网相关工作奠定一定的基础。

本书可作为物联网、电气信息类、自动化类、工程类及相关专业本科及高职院校物联网技术教材或教学参考书;同时,本书也可以作为有一定相关基础并希望在物联网技术方面有所提高的工程技术及管理人士的参考读物。

### 图书在版编目(CIP)数据

物联网技术及应用 / 邵欣, 刘继伟, 曹鹏飞编著

—北京: 北京航空航天大学出版社, 2018.5

ISBN·978-7-5124-2698-6

I. ①物… II. ①邵… ②刘… ③曹 III. ①互联网—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(2018)第079871号

版权所有,侵权必究。

### 物联网技术及应用

邵欣 刘继伟 曹鹏飞 编著

责任编辑 蔡喆 李丽嘉

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:486千字

2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷 印数:3000册

ISBN 978-7-5124-2698-6 定价:49.00元

# 前 言

物联网作为一个近些年形成并迅速发展的新概念,是感知、信息、控制、网络、云计算等多学科相互渗透与融合的发展结果,是一种将现有的、遍布各处的传感设备和网络设施联为一体的应用模式。物联网作为一个新生事物,被称为继计算机、互联网之后,信息产业的一次新浪潮,开发应用前景十分巨大。

从“智慧地球”的理念到“工业 4.0”“中国制造 2025”概念的提出,全球一体化、工业自动化和信息化进程不断加深,物联网应用已经涉及生产的方方面面,渗透到人们的日常工作和生活当中。物联网是通过各种信息传感设备及系统、条码与二维码、全球定位系统(GPS),以各种接入网、互联网等传输信息载体进行信息交换,按约定的通信协议将物与物、人与物之间连接起来,从而实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种信息网络。网络中的任何一个物体都可以寻址和控制,都能实现通信,这是物联网的显著特征。

物联网对新一代信息技术的应用具有非常重要的意义,美国、欧盟等国家和组织都将其作为重点战略领域之一,我国也已将物联网的发展提升至国家战略层面。作为带动中国经济结构转型的重要引擎之一,我国已经明确将物联网作为战略性新兴产业来培育发展,重点支持包括智能工业、智能农业、智能物流、智能交通、智能电网、智能环保、智能安防、智能医疗和智能家居等领域在内的各行业的发展。

本书紧紧围绕物联网中“感知、网络、应用”所涉及的各项技术架构的物联网知识体系,比较全面地介绍了物联网的概念、实现技术和典型应用。本书兼顾理论和实践,通过系统、清晰、生动的内容使读者掌握物联网技术的基本知识和技术,全面展示物联网涵盖的关键技术和强大功能,帮助读者建立从原理到应用、从概念到技术且软硬件兼顾的物联网知识体系。物联网涉及的新知识和新技术众多,本书在各种复杂技术中准确把握知识脉络,突出重点,为读者深入学习物联网技术搭建了一条有效途径。

本书第 1 章介绍物联网的概念。第 2~4 章按照物联网的数据流动和层次划分,分别介绍感知层、网络层、应用层等物联网的相关知识和技术,重点介绍自动识别、RFID、WSN 技术、云计算、数据挖掘等技术。第 5 章介绍物联网安全技术。第 6 章介绍物联网在各行业中的应用。第 7 章使用物联网系统开发平台作为实验工具,在理论学习的基础上,帮助读者进一步了解和學習物联网开发的基本知识和技术。

本书由天津中德应用技术大学邵欣博士(副教授)、天津理工大学中环信息学院刘继伟(副教授)和天津中德应用技术大学曹鹏飞(高级工程师)共同编著,并受到天津市自然科学基金(基金号 17JCYBJC16800)的资助和支持。本书第 2 章的第 2.1~2.10 节(约 11 万字)由天津中德应用技术大学邵欣负责编写,第 3 章的第 3.3~3.9 节(约 11 万字)由天津理工大学中环信息学院刘继伟负责编写,第 4 章的 4.1 节、第 5 章的 5.1 节和第 6 章的 6.1 节(约 10.5 万

字)由天津中德应用技术大学曹鹏飞负责编写,第6章的6.2~6.7节(约5.5万字)由檀盼龙负责编写,第2章的2.11节、第3章的3.1~3.2节和第6章的6.8~6.9节(约5.5万字)由张莹负责编写,第1章(约4万字)由韩思奇负责编写。

本书引用了互联网上一些最新资讯内容,在此一并向原作者和刊发机构致谢,对于由于时间、疏忽等原因不能一一注明引用来源的深表歉意。同时,天津中德应用技术大学的王崇超、李梦月、马学彬和张灵旺四位同学在本书的资料整理、排版和校稿方面也做了许多工作。此外,由于作者能力有限,加之时间仓促,本书的欠缺之处,恳请读者批评指正。

编 者

2018年3月

# 目 录

第 1 章 物联网的概念和体系结构	1
1.1 物联网概述	1
1.1.1 物联网定义	1
1.1.2 物联网的发展历程	2
1.1.3 物联网与 RFID、传感器网络和泛在网的关系	3
1.1.4 物联网的基本特征	5
1.1.5 物联网的四大技术形态	6
1.1.6 设计物联网系统的步骤和原则	7
1.2 物联网体系架构	8
1.2.1 感知层	9
1.2.2 网络层	9
1.2.3 应用层	9
1.2.4 未来物联网架构	10
1.3 物联网关键技术	11
1.4 物联网发展趋势与挑战	14
1.4.1 物联网产业趋势	14
1.4.2 物联网发展面临的挑战	17
1.5 物联网技术开发平台简介	18
1.5.1 产品概述	18
1.5.2 产品特点	19
1.5.3 平台硬件资源	19
1.5.4 平台的连线使用	22
习 题	23
第 2 章 物联网感知技术	24
2.1 自动识别技术	24
2.2 生物识别技术	25
2.3 语音识别技术	30
2.3.1 语音识别的特点	30
2.3.2 语音识别技术基本方法	30
2.3.3 语音识别系统结构	32
2.4 磁卡及 IC 卡技术	34
2.5 图像识别技术	38
2.6 条形码技术	40



2.6.1	条形码概述	40
2.6.2	条形码的识别原理	41
2.6.3	条形码技术的优点	42
2.6.4	条形码的结构及其扫描	43
2.6.5	条形码的编码规则和编码方案	43
2.6.6	条形码的制作	44
2.6.7	二维条码	45
2.7	RFID 技术概述	48
2.7.1	RFID 技术的特点	48
2.7.2	RFID 系统的组成	49
2.7.3	RFID 技术基础	52
2.7.4	RFID 系统的工作原理	53
2.7.5	电子标签	55
2.7.6	双频标签和双频系统	61
2.7.7	读写器的基本原理	61
2.8	EPC 系统	64
2.9	传感器技术	68
2.9.1	传感器简介	68
2.9.2	传感器的命名	71
2.9.3	传感器的分类与选择	72
2.9.4	传感器的标定与校准	74
2.9.5	典型传感器的工作原理	75
2.9.6	传感器的应用	80
2.10	定位系统	83
2.10.1	航天航空遥感技术	83
2.10.2	全球定位系统	84
2.10.3	地理信息系统	89
2.11	传感器实验	92
2.11.1	光照传感器	92
2.11.2	温湿度传感器	96
	习 题	100
<b>第 3 章</b>	<b>物联网通信技术</b>	<b>101</b>
3.1	蓝牙技术	101
3.1.1	蓝牙的基本概念	101
3.1.2	蓝牙系统协议	102
3.1.3	蓝牙的组网	103
3.1.4	蓝牙的特点	105
3.1.5	蓝牙技术的应用	105
3.2	ZigBee 技术	106





3.2.1	ZigBee 概述 .....	106
3.2.2	ZigBee 物理层 .....	108
3.2.3	ZigBee 数据链路层 .....	109
3.2.4	ZigBee 网络层 .....	111
3.2.5	ZigBee 应用层 .....	113
3.3	Wi-Fi 技术 .....	114
3.3.1	IEEE802.11X .....	114
3.3.2	Wi-Fi 与 WLAN 的关系 .....	116
3.3.3	Wi-Fi 技术特点 .....	117
3.3.4	Wi-Fi 体系结构 .....	118
3.3.5	Wi-Fi 技术的应用 .....	120
3.4	UWB 技术 .....	121
3.5	LoRa 与 NB-IoT 技术 .....	125
3.5.1	LoRa 技术 .....	125
3.5.2	NB-IoT 技术 .....	127
3.5.3	LoRa 与 NB-IoT 技术比较 .....	129
3.6	以太网技术 .....	129
3.6.1	计算机网络七层模型 .....	130
3.6.2	局域网技术 .....	131
3.6.3	以太网通信 .....	132
3.7	移动通信技术 .....	138
3.7.1	移动通信的分类与特点 .....	138
3.7.2	移动通信网络 .....	140
3.7.3	移动通信与物联网 .....	144
3.7.4	常用移动通信技术 .....	145
3.8	无线传感器网络 .....	149
3.8.1	无线传感器网络概述 .....	149
3.8.2	无线传感器网络的体系结构 .....	150
3.8.3	无线传感器网络主要特点 .....	154
3.8.4	无线传感器网络协议结构模型 .....	156
3.8.5	无线传感器网络的 MAC 协议 .....	159
3.8.6	无线传感器网络的路由协议 .....	161
3.8.7	无线传感器网络的传输协议 .....	164
3.8.8	传感器网络的支撑技术 .....	166
3.8.9	能量管理 .....	171
3.8.10	WSN 网络的应用 .....	172
3.9	ZigBee 通信实验 .....	173
3.9.1	LED 灯控制 .....	173
3.9.2	点对点无线通信 .....	175





习 题	180
<b>第 4 章 物联网支撑技术</b>	<b>181</b>
4.1 大数据	181
4.1.1 大数据概述	181
4.1.2 大数据关键技术	183
4.1.3 大数据发展前景	184
4.2 云计算	186
4.2.1 云计算的概念	186
4.2.2 云计算关键技术	189
4.3 机器学习	190
4.3.1 机器学习概念	190
4.3.2 机器学习系统	191
4.3.3 机器学习的主要策略	192
4.3.4 机器学习的应用领域	196
4.4 人工智能技术	196
4.4.1 人工智能技术的研究重点	196
4.4.2 智能决策支持系统	199
4.5 数据挖掘技术	201
4.5.1 数据挖掘的概念	201
4.5.2 数据挖掘的研究内容	203
4.6 搜索引擎技术	208
4.6.1 搜索引擎技术概述	208
4.6.2 搜索引擎的关键技术	211
4.6.3 物联网搜索引擎发展趋势	213
4.7 嵌入式系统	214
4.7.1 嵌入式系统概述	214
4.7.2 嵌入式系统的组成	215
4.7.3 嵌入式系统的发展前景及趋势	217
习 题	219
<b>第 5 章 物联网安全技术</b>	<b>220</b>
5.1 物联网信息安全	220
5.1.1 物联网面临的信息安全问题	220
5.1.2 物联网信息安全关系	222
5.1.3 物联网信息安全的特征	223
5.2 物联网安全的关键技术	226
5.3 物联网信息安全体系	230
5.3.1 物联网的安全层次模型及体系结构	230
5.3.2 物联网感知层安全	230



5.3.3	物联网网络层安全 .....	232
5.3.4	物联网应用层安全 .....	233
5.4	无线传感器网络安全机制 .....	234
5.4.1	WSN 安全问题 .....	234
5.4.2	传感器网络的安全策略 .....	235
5.5	WLAN 面临的安全风险 .....	237
5.6	云计算面临的安全风险 .....	238
5.7	IPv6 面临的安全风险 .....	240
5.8	我国信息安全战略 .....	241
	习 题 .....	242
<b>第 6 章</b>	<b>物联网应用 .....</b>	<b>243</b>
6.1	智慧地球与智慧城市 .....	243
6.1.1	智慧地球 .....	243
6.1.2	智慧城市 .....	244
6.2	智能电网 .....	245
6.2.1	电力系统概述 .....	246
6.2.2	智能电网的技术支撑 .....	248
6.2.3	智能电网与物联网 .....	250
6.3	智能物流 .....	252
6.3.1	智能物流概述 .....	252
6.3.2	智能物流的发展现状 .....	254
6.3.3	智能物流的建设存在的问题及解决措施 .....	254
6.3.4	智能物流常见应用领域 .....	255
6.4	智能交通应用 .....	258
6.4.1	智能交通系统的模型框架 .....	258
6.4.2	智能交通系统体系结构 .....	260
6.4.3	物联网在智能交通方面的应用 .....	261
6.5	智慧医疗应用 .....	263
6.5.1	智慧医疗的概念 .....	263
6.5.2	智慧医疗系统体系结构 .....	265
6.5.3	智慧医疗实施案例及分析 .....	267
6.6	物联网与智能制造 .....	270
6.6.1	工业 4.0 时代 .....	270
6.6.2	制造业概述 .....	270
6.6.3	物联网工业生产应用 .....	273
6.7	精细农业 .....	275
6.7.1	精细农业概述 .....	275
6.7.2	物联网在农业中的应用 .....	279
6.8	智能家居 .....	280



---

6.8.1	智能家居系统概述 .....	281
6.8.2	家庭自动化 .....	281
6.8.3	家庭网络 .....	283
6.9	基于无线传感网的智能家居实训 .....	284
习 题	.....	294

# 第 1 章 物联网的概念和体系结构

物联网(Internet of Things,IOT)就是将所有物品通过自动识别、传感器等信息采集技术与互联网连接起来,实现物品的智能化管理。物联网是信息技术发展到一定阶段后出现的集成技术,被认为是继计算机、互联网和移动通信技术之后信息产业最新的革命性发展。这种集成技术具有高度的聚合性和提升性,涉及的领域比较广泛。

## 1.1 物联网概述

### 1.1.1 物联网定义

物联网的英文名是 Internet of Things(IOT),也称为 Web of Things。1999 年,美国麻省理工学院建立了自动识别中心(Auto-ID),首次提出“物联网”的概念,即把所有物品通过射频识别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。其设想是基于射频识别(RFID)、电子代码(EPC)等技术,在互联网的基础上,构造一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网,即物联网。这一理念包含两方面含义:一方面强调物联网的核心和基础是互联网,它是在互联网基础上延伸和扩展的网络;另外一方面说明用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间,并进行信息交换和通信。

2010 年,时任总理温家宝在十一届全国人大三次会议上所作政府工作报告中对物联网做了如下定义:物联网是指通过信息传感设备,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。

另外,国际上一些组织机构也为物联网做出了相关的定义。

① 国际电信联盟(International Telecommunication Union,ITU)对物联网的定义是: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)之间的互连。与传统互联网含义有所不同,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连。传统互联网没有考虑的、对于任何物品连接的问题需要利用物联网才能获得解决。对于物联网里涉及的 M2M 的概念,其实质是人到人(Man to Man)、人到机器(Man to Machine)、机器到机器(Machine to Machine)的连接。换句话说,大部分机器与机器、人与机器的相互交互过程是为了实现人与人之间的信息交互。

② 欧盟对物联网的定义是:将现有的互联的计算机网络扩展到互联的物品网络。

对于物联网,虽然不同的组织进行了不同的定义,但是目前国内外还没有一个统一的共识,未形成标准定义。物联网技术的发展几乎涉及了信息技术的各个方面,被称为是信息产业的第三次革命性创新,是一种聚合性、系统性的创新应用与发展。物联网技术在本质上主要体现在三个方面:一是具有识别与通信特征,即加入物联网的“物”一定要具备自动识别、物物通



信的功能；二是具有互联网特征，即需要联网的“物”一定要有能够实现互联互通的互联网络；三是智能化特征，即网络系统应该具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。通过对物联网的本质分析可知，物联网是现代信息技术发展到一定阶段后，伴随着聚合性应用与技术提升而出现的一种综合应用技术，它将各种感知技术、现代网络技术和人工智能技术加以组合与集成，使人与物实现智慧对话，使构建的世界智慧化。

一般而言，物联网可以概括为：利用传感器、射频识别技术、全球定位系统等技术，实时采集各种需要监控、连接、互动的物体或过程的声、光、电、热、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息，通过接入各种可靠的网络，实现物与物、人与物的广泛连接，从而实现物品和过程的智能化感知、识别和管理。

因此，可以把物联网按照功能定义为是一种通过红外感应器、射频识别(RFID)、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，把任何物体与互联网相连接，按约定的协议进行信息交换和通信，以实现对物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的网络。需要注意的地方是物联网中的“物”不是一般日常而言的物体，这里的“物”包含以下几部分内容：

- ① 具有数据收发器；
- ② 具有数据传输通路；
- ③ 具有操作系统；
- ④ 具有一定的计算和存储功能；
- ⑤ 具有专门的应用程序；
- ⑥ 遵循物联网的通信协议；
- ⑦ 在世界网络中有可被识别的唯一编号。

物联网的基本特征可以简要概括为全面感知、可靠传送和智能处理，关键是实现物与物以及人与物之间的信息交互和信息共享。

### 1.1.2 物联网的发展历程

物联网被视作为互联网的扩展应用，应用创新是其发展的核心，以用户体验为关键创新是物联网发展的灵魂。物联网的实践最早可以追溯到1990年施乐公司的网络可乐贩售机。

1999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”。同年，MIT Auto-ID中心的Ashton教授在研究RFID时最早提出物联网这个概念，提出了结合物品编码、RFID和互联网技术的解决方案。当时基于互联网、RFID技术、EPC标准，在计算机互联网的基础上，利用射频识别技术、无线数据通信技术等，构造了一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网“Internet of things”(简称物联网)，

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。同年，中国物联网应用的热潮开始逐渐兴起。

2005年11月，国际电信联盟(ITU)发布了《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，从牙刷到轮胎、从纸巾到房屋都可以通过Internet主动进行信息交换，射频识别技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入式技术将得到更加广泛的应用。物联网的定义和范围开始发生变化，不再仅仅指基于RFID技术的物联网，覆盖范围有了较大的拓展。

2008年以后，为了促进科技发展，寻找经济新的增长点，各国政府开始重视下一代技术规



划,纷纷将关注的目光放在了物联网上。美国的 IBM 提出“智慧地球”的概念,即“互联网+物联网=智慧地球”,以此作为经济振兴的战略。

同年 11 月,在北京大学举行的第二届中国移动政务研讨会“知识社会与创新 2.0”提出,移动技术、物联网技术的发展代表着新一代信息技术的形成,并带动了经济社会形态、创新形态的变革,推动了面向知识社会的以用户体验为核心的下一代创新(创新 2.0)形态的形成,创新与发展更加关注用户、注重以人为本。而创新 2.0 形态的形成又进一步推动了新一代信息技术的健康发展。

2009 年 1 月 28 日,IBM 首席执行官彭明盛首次提出“智慧地球”这一概念,建议新政府投资新一代的智慧型基础设施。当年,美国将新能源和物联网列为振兴经济的两大重点。

2009 年 2 月 24 日,2009 IBM 论坛上,IBM 大中华区首席执行官钱大群公布了名为“智慧的地球”的最新策略。IBM 认为,IT 产业下一阶段的任务是在各行各业中充分运用新一代 IT 技术,把感应器嵌入和装备到电网、公路、铁路、桥梁、隧道、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中,并且普遍连接,形成物联网。在策略发布会上,IBM 还提出,如果在基础建设的执行中,加入“智慧”的理念,不仅能够短期内有力地刺激经济、促进就业,而且能够在短时间内为中国打造一个成熟的智慧基础设施平台。IBM 希望“智慧的地球”策略能掀起“互联网”浪潮之后的又一次科技产业革命。

2009 年 8 月,时任总理温家宝在视察中科院无锡物联网产业研究所时,对物联网应用也提出了一些看法和要求。物联网被正式列为国家五大新兴战略性新兴产业之一,并在政府工作报告中进行了介绍。从此,物联网在中国受到全社会极大的关注,并得到了迅速发展。

物联网技术涵盖范围广、发展速度快,涉及的领域与时俱进,已经超越了 1999 年 Ashton 教授和 2005 年 ITU 报告所指的范围。物联网技术自从引入中国,获得了飞速的发展。

物联网的发展,从一开始就和信息技术、计算机技术,特别是网络技术紧密相关。“计算模式每隔 15 年发生一次变革”是一个被称为“15 年周期定律”的观点。它最早由美国国际商用机器公司(IBM)前首席执行官路易斯·郭士纳提出,并被认为同戈登·摩尔(英特尔创始人之一)提出来的摩尔定律一样准确,因为它们都同样经受了历史的检验。摩尔定律的内容为:集成电路上可容纳的晶体管数目,每隔约 18 个月便会增加一倍,性能也将提升一倍。从历史上看,1965 年前后发生的变革以大型机为标志,1980 年前后的变革以个人计算机的普及为标志,而 1995 年前后则发生了互联网革命。而互联网革命一定程度上是由美国“信息高速公路”战略所催化。20 世纪 90 年代,美国克林顿政府计划用 20 年时间,耗资 2 000 亿~4 000 亿美元,建设美国国家信息基础结构,由此产生了巨大的社会和经济效益。每一次技术变革又导致企业、产业甚至国家间的竞争格局发生重大动荡和变化,新一代的技术变革已经出现在了物联网领域。

从 1999 年的概念提出至今,物联网经历了 10 余年历程,特别是近几年,其发展极其迅速。伴随着我国国家大发展战略的制定,物联网不再停留在单纯的概念、设想阶段,而是逐渐成为国家支持、社会关注、企业积极投入的重点发展领域。

### 1.1.3 物联网与 RFID、传感器网络和泛在网的关系

#### 1. 传感器网络与 RFID 的关系

RFID 和传感器具有不同的技术特点,传感器可以监测感应到各种信息,但缺乏对物品的



标识能力,而 RFID 技术恰恰具有强大的标识物品能力。尽管 RFID 也经常被描述成一种基于标签并用于识别目标的传感器,但 RFID 读写器不能实时感应当前环境的改变,其读写范围受到读写器与标签之间距离的影响。在传感器网络应用中,较长的有效距离将拓展 RFID 技术的应用范围。因此,提高 RFID 系统的感应能力与覆盖能力是解决 RFID 应用问题的关键。传感器、传感器网络和 RFID 技术都是物联网技术的重要组成部分,它们彼此之间相互融合和系统集成将极大地推动物联网的应用,其应用前景势头良好。

## 2. 物联网与传感器网络的关系

传感器网络(Sensor Network)的概念最早由美国军方提出,起源于 1978 年美国国防部高级研究计划局(DARPA)资助的卡耐基梅隆大学研究的分布式传感器网络项目,当时此概念局限于由若干具有无线通信能力的传感器节点自组织构成网络。随着近年来互联网技术和多种接入网络以及智能计算技术的飞速发展,2008 年 2 月,ITU-T 发表了《泛在传感器网络(Ubiquitous Sensor Networks)》研究报告。在报告中,ITU-T 指出传感器网络已经向泛在传感器网络的方向发展,它是由智能传感器节点组成的网络,能够以“任何地点、任何时间、任何人、任何物”的形式被部署。该技术可以在广泛的领域中推动新的应用和服务,从安全保卫和环境监控到推动个人生产力和增强国家竞争力。传感器网络已被认为是物联网的重要组成部分,如果将智能传感器的范围扩展到 RFID 等其他数据采集技术,从技术构成和应用领域来看,泛在传感器网络等同于现在提到的物联网。

## 3. 物联网与泛在网络的关系

泛在网是指无所不在的网络,又称泛在网络。最早提出泛在网络战略的日本和韩国给出的定义是:无所不在的网络社会将是由智能网络、最先进的计算技术以及其他领先的数字技术基础设施武装而成的技术社会形态。根据这样的构想,泛在网络的基本特征包括“无所不在”“无所不包”“无所不能”,帮助人类实现“5A”化通信,即在任何时间(anytime)、任何地点(anywhere)、任何服务(anyservice)、任何网络(anynetwork)和任何对象(anyobject)都能顺畅地通信。故相对于物联网技术的当前可实现性来说,泛在网属于未来信息网络技术发展的理想状态和长期愿景。

传感器网络、物联网、互联网和泛在网络之间的关系如图 1-1 所示。

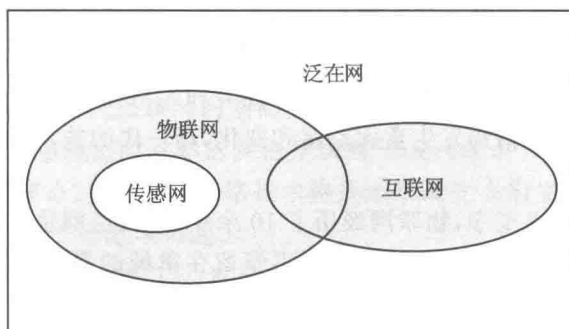


图 1-1 传感器网络、物联网、互联网和泛在网络之间的关系

未来泛在网、物联网、传感器网侧重点各不相同,传感器网络是物联网的组成部分,物联网是泛在网发展的物联阶段,通信网、互联网、物联网之间相互协同融合是泛在网发展的目标。





传感器网络最主要的特征是利用各种功能的传感器加上中低速的近距离无线通信技术搭建网络。

物联网解决的主要问题是广域或大范围的物与物、人与物之间信息交换需求的联网,其采用各种不同的技术把物理世界的各种传感器、智能物体接入网络。物联网通过接入延伸技术,实现末端网络(个域网、汽车网、家庭网络、社区网络、小物体网络)等的互联来实现人与物、物与物之间的通信,在这个网络中,物体、机器和环境都将被纳入人类感知的领域,利用传感器技术、智能技术,所有的物体将变得智能化。

虽然不同概念的起源不一样,侧重点也不一致,但是从发展的视角来看,未来的网络发展看重的是无处不在的网络基础设施的发展,以此真正帮助人类实现“5A”化通信。

### 1.1.4 物联网的基本特征

互联网的主要目的是构建一个全球性的计算机通信网络,而物联网则与互联网有着本质的区别。物联网主要是从应用出发,在传感器网络的基础上,利用互联网、无线通信网络资源进行业务信息的传送,是互联网、移动通信网应用的延伸,是综合了自动化控制、遥控遥测及信息应用技术的新一代信息系统。

物联网是在计算机互联网的基础上,利用感知技术、无线数据通信、智能计算等技术,构造的一个覆盖世界上万事万物的网络。在这个网络中,物品能够彼此进行“交流”,而无须人的干预。其关键是利用能够让物品实现信息交流的 RFID 技术,通过计算机互联网实现物品的自动识别和信息的互联与共享。在物联网实施过程中,RFID 标签中存储着规范而具有互用性的信息,通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统,实现物品的识别,进而通过开放性的计算机网络实现信息交换和共享,实现对物品的“透明”管理。因此,从嵌入式短距离的移动收发器到互联网,逐步发展到将更广泛的工具及日常用品接入互联网,促成了人与物、物与物之间互联的新通信形式的形成。

作为一种综合性信息系统,物联网还包括信息的感知、传输、处理决策、服务等多个方面。因此,物联网应该具备以下 3 个基本特征。

① 实时感知:即利用 RFID、传感器、二维码等随时随地获取物体的信息,具备在线实时、全面、精确定位感知的功能。数据采集方式众多,实现数据采集多点化、多维化、网络化。而且从感知层面来讲,不仅表现在对单一的现象或目标进行多方面的观察获得综合的感知数据,也表现在对现实世界各种物理现象的普遍感知。

② 可靠传递:包括互联网、电信网等公共网络,及电网和交通网等专用网络在内,通过各种承载网络,建立起物联网内实体间的广泛互联。具体表现在各种物体经由多种接入模式实现异构互联,网络错综复杂,但依然能将物体的信息实时准确地相互传递。

③ 智能处理:具有超越个人大脑的大智慧、超智慧的日常管理与应急处置能力以及系统集成、系统协同的巨大能量。利用云计算、模糊识别和数据融合等各种智能计算技术,能够对海量数据和信息进行处理、分析并对物体实施智能化的控制,具有全角度、无死角的庞大数据比对、查询能力。其主要体现在物联网中从感知到传输到决策应用的信息流,并最终为控制提供支持,也广泛体现出物联网中大量的物体和物体之间的关联和互动。物体互动经过从物理空间到信息空间,再从信息空间到物理空间的过程,形成感知、传输、决策、控制的开放式循环模式。物联网和互联网相比较,最突出的特征是实现了非计算设备间的点点互联、物物互联。



物联网不同于感知信息收集的传感器网络,也不同于信息传输的互联网。它包含数量庞大的物体,承载和处理海量的感知信息,容纳各种模式的接入和通信模式,实现从感知、处理到控制的循环过程。

除以上几个基本特征以外,物联网还具有显著的异构性、混杂性和超大规模等特点。异构性主要表现在不同所有者、不同制造商、不同级别、不同类型、不同范畴的对象网络共存于物联网中,网络之间在通信协议、信息属性、应用特征等多个方面存在差异,并形成混杂的异构网络或“网中网”形态。混杂性表现在网络形态和组成的异构混杂性,多信息源的并发混杂性,场景、服务和应用的混杂性等多个方面。针对物联网这些数据的特性,目前已经有了与之相关的特殊的存储和计算模式。为节省通信带宽,减少无效感知数据的传输,大量的感知信息在本地进行存储,经过处理后的中间结果或最后结果存储在互联网上,放到云中的数据中心。感知信息的预处理、判断和决策等信息处理主要在当前场景下的前端完成,有些需要大运算量的计算才通过“云端”的数据中心来处理。与此同时,通过这样的方式还可以节省存储空间,数据中心不可能做到完全保存实时流的原始感知数据,不存储原始感知数据也可以满足实时性的交互处理。如果全部通过互联网或云计算来做出处理和决定,就不能满足很多实时性的应用。更为重要的是,物联网是物理世界与信息空间的深度融合系统,涉及全球的人、机、物的综合信息系统,涵盖众多领域。所以物联网一定是分布式的系统,局部空间内的高度动态自治管理才有利于大规模扩展性的实现。

### 1.1.5 物联网的四大技术形态

物联网的四大技术形态包括 RFID、传感网、M2M 和两化融合。

#### 1. RFID

RFID 是射频识别的英文缩写,类似于我们在超市中常见的条码扫描,又被称作电子标签、无线射频识别,是一种通信技术。使用时首先把 RFID 标签附着于目标物上,然后利用专用的 RFID 读写器对标签进行感知,主要是利用频率信号将信息由标签传送给读写器。射频识别技术可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据,而无须在识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。读写器通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信,可以实现对标签识别码和内存数据的读写操作。

从有线到无线的转变,让射频识别技术迅速得以推广。目前,许多行业都运用了射频识别技术:射频标签在物流行业中,可以给仓库中的物品添加标签用于物品的定位;射频识别的身份识别卡可以使员工得以进入机房或保密基地;汽车上的射频应答器可以用来征收停车费用;射频应答器也可以附于宠物和孩子上,方便对儿童与宠物进行辨识和追踪。

#### 2. 传感网

传感网就是把传感器、定位系统、扫描仪器等信息传感设备和互联网结合起来而形成的一个巨大网络。传感网中所有的物品经由网络连接在一起,方便了物体的识别和管理,实现了物联网中的“万物互联”。传感网主要由集成了传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点组成,它们通过自组织的方式相互连接,主要解决“最后 100 m”连接问题。

#### 3. M2M

M2M 是将数据从一台终端传送到另一台终端,从狭义上说,也就是机器与机器(Machine