

21世纪高等学校物联网专业规划教材



物联网工程 技术及开发实例

◎ 黄 静 编著

清华大学出版社



物联网工程 技术及开发实例

◎ 黄 静 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共分3篇,其中第1篇(第1~第3章)主要讲解物联网概论,第2篇(第4~第6章)主要讲解物联网的相关技术,第3篇(第7~第12章)通过6个实际发生的案例,讲解依托物联网技术、面向远程操作平台搭建的软硬件设计和操作。

全书内容包括物联网的定义及内涵、物联网产业环境以及发展现状与发展趋势、物联网重点应用领域与机遇、物联网核心技术、物联网关联技术、物联网关联辅助技术、工厂化食用菌生产厂数据采集开发实例、葡萄滴灌远程控制系统开发实例、基于 ZigBee 的元丰村物联网三网合一开发实例、农村水利灌溉区块控制系统开发实例、铁皮石斛培育系统开发实例、智慧农业平台系统开发实例。

本书既可以作为本科物联网概论的教材,也可以作为电子信息和计算机等学科本科毕业设计的指导教材,还可以在实际中指导研究生从事网络平台的开发工作。

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

物联网工程技术及开发实例/黄静编著. —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 978-7-302-49865-0

I. ①物… II. ①黄… 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 050854 号

责任编辑:刘 星 赵晓宁

封面设计:刘 键

责任校对:焦丽丽

责任印制:丛怀宇

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:三河市君旺印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:12.5

字 数:297千字

版 次:2018年9月第1版

印 次:2018年9月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:39.00元

产品编号:069302-01

前言

FOREWORD

本书是编者多年物联网教学、科研从业的经验结晶。在从事本科物联网工程概论的教学中,参阅了大量书籍,特别是中国物联网研究发展中心出版的《中国物联网产业发展年度蓝皮书》(2013—2015年版),给了编者对物联网整体概念的把握和研究趋势的指引,只是蓝皮书非常贵,远非本科生所能承受,因此,每年追踪蓝皮书,将我国权威机构对物联网发展的政策导向、关键技术和发展趋势阅读整理并填补到授课的教案就成了常规事务。

编者自身有传感器、计算机网络、大型软件平台架构、通信等专业背景,以前一直苦于学的偏杂,难以聚焦成高层次的研究方向,是物联网带来了福音,让编者有机会将所学、所研究分整合,架构网络平台开发大型支撑系统,触角伸到各个节点的软硬件功能和性能的提升,依赖不同网络的层次协议的制定,游刃有余地从事多种应用开发,并取得多项成果。将自己掌握的技术汇总提炼出来,让所学者有据可依、有实例可参考成为编者撰写本书的初衷。

感谢编者带的浙江大学研究生温琪、赵海丹、陈秋红、裘剑生和章璐杰,感谢浙江理工大学的陈汉伟、李炳、郭明扬、牛鸽、岳梦婕、郦森良、刘琴琴、蔡立雄和陈智威,是他们和老师一起完成了大量案例的开发过程,积累了大量资料并整理展示出来,在成就自己的同时为实验室留下了宝贵财富。感谢浙江大学周亦卿、大楼308实验室与浙江理工大学10号楼305实验室的全体本科生和研究生,大家的努力成就了这本书的出版。

编 者

2018年3月

目录

CONTENTS

第 1 篇 物联网概论

第 1 章 物联网的定义及内涵	3
1.1 物联网的起源	3
1.1.1 物联网与互联网	3
1.1.2 物联网发展历程	5
1.2 物联网概述	6
1.2.1 物联网的基本特征	6
1.2.2 物联网的基本概念	7
1.2.3 物联网的体系结构	8
1.3 物联网的应用领域	11
1.3.1 云计算应用简介	11
1.3.2 大数据应用简介	13
1.3.3 移动互联网应用简介	15
1.3.4 其他应用简介	16
1.4 物联网的标准	18
1.4.1 物联网标准体系	18
1.4.2 物联网标准化组织	21
1.4.3 物联网标准化进展	26
第 2 章 物联网产业环境、发展现状与发展趋势	29
2.1 中国物联网产业	29
2.1.1 中国物联网产业发展的经济和科技环境	29
2.1.2 中国物联网产业发展的政策和社会环境	30
2.1.3 中国物联网环境发展的投资环境	32
2.1.4 中国物联网产业与发展现状	33

2.2 全球物联网产业	36
2.2.1 全球物联网产业发展的经济和科技环境	36
2.2.2 全球物联网产业发展的政策和社会环境	37
2.2.3 全球物联网产业发展的投资环境	38
2.2.4 全球物联网产业与企业发展现状	38
2.3 物联网发展趋势	40
2.3.1 中国物联网发展趋势	40
2.3.2 全球物联网发展趋势	42
第3章 物联网重点应用领域与机遇	44
3.1 物联网重点应用领域	44
3.1.1 物联网医疗	44
3.1.2 物联网家居	46
3.1.3 物联网金融	49
3.1.4 物联网电商	53
3.1.5 物联网其他应用	56
3.2 中国物联网产业重点发展区域	58
3.2.1 环渤海地区	59
3.2.2 长三角地区	61
3.2.3 珠三角及周边地区	61
3.2.4 其他地区	64
第2篇 物联网技术	
第4章 物联网核心技术	69
4.1 物联网技术架构	69
4.2 感知层核心技术	70
4.2.1 传感器技术	70
4.2.2 二维条码	71
4.2.3 RFID技术	73
4.3 共性支撑层核心技术	73
4.3.1 中间件技术	73
4.3.2 物联网安全	74
4.4 应用层核心技术	76
4.4.1 M2M技术	76
4.4.2 人工智能技术	78
第5章 物联网关联技术	81
5.1 云计算技术	81

5.1.1	云计算概念和特点	81
5.1.2	物联网发展历程和现状	82
5.1.3	云计算的关键技术	86
5.1.4	云计算应用领域	88
5.2	大数据技术	89
5.2.1	大数据概念探讨	89
5.2.2	大数据发展历程和现状	90
5.2.3	大数据关键技术	91
5.2.4	大数据应用领域	92
5.3	移动互联网技术	93
5.3.1	移动互联网概念及影响	93
5.3.2	移动互联网的发展历程及现状	94
第 6 章	物联网关联辅助技术	95
6.1	GIS 技术	95
6.1.1	GIS 的基本概念和特点	95
6.1.2	GIS 的发展现状	95
6.1.3	GIS 的关键技术	97
6.1.4	GIS 的应用领域	98
6.2	RFID 技术	100
6.2.1	RFID 的基本概念和特点	100
6.2.2	RFID 的发展历程	100
6.2.3	RFID 的关键技术	100
6.2.4	RFID 的应用领域	101
6.3	ZigBee 技术	101
6.3.1	ZigBee 的基本概念和特点	101
6.3.2	ZigBee 的发展现状	104
6.3.3	ZigBee 的关键技术	105
6.3.4	ZigBee 的应用领域	112
6.4	中间件技术	113
6.4.1	中间件	113
6.4.2	中间件关键实现技术	114
6.4.3	中间件三层模式	114
6.4.4	物联网与中间件	114

第 3 篇 案 例

第 7 章	工厂化食用菌生产厂数据采集开发实例	117
7.1	案例背景	117

7.2	拓扑结构	118
7.3	组成与方案	119
7.3.1	开发环境与框架	119
7.3.2	数据采集平台模块	120
7.4	实施方案	123
7.4.1	登录验证模块	123
7.4.2	系统主界面模块	124
7.4.3	栽培库配置模块	124
7.4.4	数据监测模块	125
7.5	应用价值	126
第 8 章	葡萄滴灌远程控制系统开发实例	127
8.1	案例背景	127
8.2	采集与控制过程	128
8.3	组成与方案	129
8.4	实施方案	130
8.5	应用价值	131
第 9 章	基于 ZigBee 的元丰村物联网三网合一开发实例	133
9.1	案例背景	133
9.2	服务器协议	134
9.2.1	TCP/IP 通信协议	134
9.2.2	Socket 编程	142
9.2.3	485 通信协议	148
9.2.4	协议设定	151
9.3	组成与方案	153
9.4	实施方案	154
9.5	应用价值	158
第 10 章	农村水利灌溉区块控制系统开发实例	159
10.1	案例背景	159
10.2	Visual Basic 系统	160
10.3	组成与方案	161
10.4	实施方案	164
10.5	应用价值	167
第 11 章	铁皮石斛培育系统开发实例	168
11.1	案例背景	168
11.2	视频、长度识别	168

11.2.1 图像采集	168
11.2.2 幼苗识别与测量	169
11.3 组成与方案	171
11.4 实施方案	172
11.5 应用价值	173
第 12 章 智慧农业平台系统开发实例	174
12.1 案例背景	174
12.2 LNMP 架构	176
12.2.1 基于 Nginx 的静态服务器	177
12.2.2 基于改进的 MVC 模型的应用服务	178
12.2.3 基于 ORM 的数据库	180
12.3 组成与方案	181
12.4 实施方案	183
12.4.1 采集控制模块的实施	183
12.4.2 服务器模块的实施	183
12.4.3 Web 应用软件模块的实施	184
12.5 应用价值	187
参考文献	189

第 1 章

CHAPTER 1

物联网的定义及内涵

1.1 物联网的起源

1.1.1 物联网与互联网

因特网始于 1969 年的美国,是美军在 ARPANET(由美国国防部高级研究计划局组建)制定的协定下,首先用于军事连接,后来将美国西南部的加利福尼亚大学洛杉矶分校、斯坦福大学研究学院、加利福尼亚大学和犹他州大学的 4 台主要的计算机连接起来。ARPANET 协定由剑桥大学的 BBN 和 MA 执行,在 1969 年 12 月开始联机。实际上 Internet 表示的意思是互联网,又称网际网路,根据音译也叫做因特网,是将网络与网络串连而成的庞大网络,这些网络以一组通用的协议相连,形成逻辑上单一且巨大的全球化网络,在这个网络中有交换机、路由器等网络设备以及各种不同的连接链路、种类繁多的服务器和数不尽的计算机和终端。使用互联网可以将信息瞬间发送到千里之外的人手中,它是信息社会的基础。通常 internet 泛指互联网,而 Internet 则特指因特网。这种将计算机网络互相连接在一起的方法称为“网络互联”,在此基础上发展出覆盖全世界的全球性互联网络,称为互联网,即互相连接在一起的网络结构。

互联网最初指的是通过 TCP/IP 协议将异机种计算机连接起来,实现计算机之间资源共享的网络技术。互联网包括一个分组数据网(IP 网)和用于进程复用的 TCP(UDP)协议,互联网还包括基于 IP 数据分组技术和使用 TCP/IP 的全部业务和应用。从这个定义出发,不使用 IP 网和不使用 TCP/IP 协议的网络不能称为互联网。互联网是 20 世纪最伟大的发明之一,自 20 世纪 90 年代以来,互联网高速发展,与全球化深入交织,对生产生活、科技创新、社会服务和文化传播产生了深远影响,推动了世界发展格局巨大变迁和人类社会向信息社会的深刻转型。

物联网即“物物相连的网络”。“物联网”是在“互联网”的基础上,将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间,进行信息交换和通信的一种网络概念。其定义是: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,按约定的协议把任何物品与互联网相连接,进行信息交换、计算、处理和知识挖掘,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理,达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的,实现人与人、人与物、物与物之间的信息交互和无缝链接。物联网应用系统是运行在互联网核心交换结构基

础上的。在如智能交通、物流、公共安全、设备检测等领域应用比较广泛,可以使未来的世界变得更智能。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。

物联网在 ITU-T 中写成 Internet of things,从而很容易理解成物联网是互联网向物体世界的延伸,目前的互联网中就有大量的物与物的通信,如果从这一点出发,物联网只要对互联网作适当的延伸就可以了。但事实上,物联网与互联网在技术需求上又有很大不同,物联网很难从目前的互联网延伸而来,尤其是互联网的承载网(端到端)是单一的,它是 IP 网;而物联网的承载网(端到端)无论如何不可能是单一的承载网。互联网与物联网的区别主要表现在以下几个方面。

(1) 从终端系统接入方式来看。互联网用户通过端系统的服务器、台式机、笔记本和移动终端访问互联网资源,发送或接收电子邮件;阅读新闻;写博客或读博客;通过网络电话通信;在网上买卖股票,订机票、酒店。而物联网中的传感器节点需要通过无线传感器网络的汇聚节点接入互联网;RFID 芯片通过读写器与控制主机连接,再通过控制节点的主机接入互联网。因此,由于互联网与物联网的应用系统不同,所以接入方式也不同。物联网应用系统将根据需要选择无线传感器网络或 RFID 应用系统接入互联网。

(2) 从所提供的服务功能来看,无论是基本的互联网服务功能(如 Telnet、E-mail、FTP、Web 与基于 Web 的电子政务、电子商务、远程医疗、远程教育),还是基于对等结构的 P2P 网络新应用(如网络电话、网络电视、博客、播客、即时通信、搜索引擎、网络视频、网络游戏、网络广告、网络出版、网络存储与分布式计算服务等),主要是实行人与人之间的信息交互与共享,因此在互联网端节点之间传输的文本文件、语音文件、视频文件都是由人输入的,即使是通过扫描和文字识别 OCR 技术输入的文字或图形、图像文件,也都是在人的控制之下完成的。而物联网的端系统采用的是传感器和 RFID,因此物联网感知的数据是传感器主动感知或者是 RFID 读写器自动读出的。由此可见,在网络端系统数据采集方式上互联网与物联网是有区别的。

(3) 从技术现状来看,物联网涉及的技术种类包括无线技术、互联网、智能芯片技术和软件技术,几乎涵盖了信息通信技术的所有领域。物联网目前更多的是依赖于“无线网络”技术,各种短距离和长距离的无线通信技术是采用智能计算技术对信息进行分析处理,从而提升对物质世界的感知能力并实现智能化的决策和控制。

总体来说,互联网着重信息的互联、互通和共享,解决的是人与人的信息沟通问题;物联网则是通过人与人、人与物、物与物的相连,解决的是信息化的智能管理和决策控制问题。物联网比互联网技术更复杂、产业辐射面更宽、应用范围更广,对经济社会发展的带动力和影响力更强。

物联网和互联网发展有一个最本质的不同点,即两者发展的驱动力不同。互联网发展的驱动力是个人,因为互联网的开放性和人人参与的理念,互联网的生产者和消费者在很大程度上是重叠的,极大地激发了以个人为核心的创造力。而物联网的驱动力必须是来自企业,因为物联网的应用都是针对实物的,而且涉及的技术种类比较多,在把握用户的需求以及实现应用的多样性方面有一定的难度。物联网的实现首先需要改变的是企业的生产管理模式、物流管理模式、产品追溯机制和整体工作效率。实现物联网的过程,其实是一个企业真正利用现代科学技术进行自我突破与创新的过程。

物联网的发展推动了工业化和信息化的结合。从某种意义上来说,互联网是物联网灵

感的来源；同时，物联网的发展又进一步推动互联网向一种更为广泛的“互联”演进。这样一来，人们不仅可以和物体“对话”，物体和物体之间也能“交流”。物联网的应用是虚拟的，而物联网的应用是针对实物的。这个差异形成了两者的应用在成本上的差异。互联网需要购买服务器、处理器以及各种技术，而物联网针对实物的成本会稍微小一些。

1.1.2 物联网发展历程

回顾历史，不知是巧合还是有意，在大的危机之后，总会有新的行业诞生，引领和支撑经济的复苏、发展，从而带动社会进入新的经济上升周期。20 世纪末，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。而在这次人类历史上数一数二的金融危机余波未了时，在人们热切关注新能源行业发展时，又出现一个新名词和新概念，即物联网。物联网逐渐成为了人们眼中的“救世主”，尽管仍有一些学术界或者是技术精英对这种说法莫衷一是，但不可否认的是，包括美国在内的一些国家正在试图通过“物联网”走出经济的泥潭。信息产业的每一次跨越都不是技术上的偶然发明，而是国家发展战略结出的硕果。

物联网的发展，从一开始就是和信息技术、计算机技术，特别是网络技术密切相关。“计算模式每隔 15 年发生一次变革”这个被称为“15 年周期定律”的观点，一经美国国际商业机器公司(即 IBM)前首席执行官郭士纳提出，便被认为同英特尔创始人之一的戈登·摩尔提出来的摩尔定律一样准确，并且都同样经过历史的检验。摩尔定律的内容为：集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔 18 个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。纵观历史，1965 年前后发生的变革以大型机为标志，1980 年前后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。每一次的技术变革又都引起企业、产业甚至国家间竞争格局的重大动荡和变化，而 2010 年发生的变革极有可能出现在物联网领域，如图 1.1 所示。



图 1.1 15 年周期定律

从 1999 年概念的提出到 2010 年的崛起，物联网经历了 10 年发展历程，特别是最近几年的发展极其迅速，不再停留在单纯的概念、设想阶段，而是逐渐成为国家战略和政策扶植的对象。表 1.1 列出了物联网发展历程中的关键点。

表 1.1 物联网发展关键点

时 间	事 件
2005 年	国际电信联盟发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，引用了“物联网”的概念，并且指出无所不在的“物联网”通信时代即将来临。然而，报告对物联网缺乏一个清晰的定义，但覆盖范围有了较大的拓展

续表

时 间	事 件
2009 年年初	美国国际商业机器公司(即 IBM)提出了“智慧的地球”概念,认为信息产业下一阶段的任务是把新一代信息技术充分运用到各行各业之中,具体就是把传感器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中,并且被普遍连接,形成物联网
2009 年 6 月	欧盟委员会向欧盟议会、理事会、欧洲经济和社会委员会及地区委员会递交了《欧盟物联网行动计划》,其目的是希望欧洲通过构建新型物联网管理框架来引领世界“物联网”发展
2009 年 8 月	日本提出“智慧泛在”构想,将传感网列为国家重要战略,致力于一个个性化的物联网智能服务体系
2009 年 8 月	国务院总理温家宝来到中国科学院无锡研发中心考察,指出关于物联网可以尽快去做 3 件事情:一是把传感系统和 3G 中的 TD 技术结合起来;二是在国家重大科技专项中,加快推进传感网发展;三是尽快建立中国的传感信息中心,或者叫“感知中国”中心
2009 年 10 月	韩国通信委员会通过《物联网基础设施构建基本规划》,将物联网确定为新增长动力,树立了“通过构建世界最先进的物联网基础实施,打造未来广播通信融合领域超一流信息强国”的目标
2010 年 3 月	国务院总理温家宝在《政府工作报告》中,将“加快物联网的研发应用”明确纳入重点产业振兴,表明物联网已经被提升至国家战略高度,中国开启物联网元年

1.2 物联网概述

1.2.1 物联网的基本特征

物联网的核心是物与物以及人与物之间的信息交互,其基本特征可简要概括为全面感知、可靠传送和智能处理,如表 1.2 所示。

表 1.2 物联网的 3 个特征

特 征	描 述
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

由上述 3 个特征,物联网大致被分为以下 3 个层次。

(1) 用来感知数据的感知层,是物联网发展和应用的基础,可以类比为人的各种感觉器官,运用不止一种传感感知技术与标识识别技术,实现对现实世界信息的感知与识别,并将被采集识别的物体或环境特征等信息进行预处理。感知层的主要功能为感知和标识功能,通过射频识别、传感器控制、二维码识别以及短距离无线传输通信技术实现。可感知或标识的信息类别大致为温度、湿度、压力、气体浓度、视频、音频、环境测距、加速度、经纬度、化学组分、呼吸、心跳、血压、疲劳度等;采集方式为功能各异的智能型传感器,包括二维码识读者、

射频识别读写器、摄像头、GPS、指纹及面部识别、物理量传感器、生物特征传感器等。

(2) 数据交换处理和通信的中间层运用可靠性高、安全性高的实现感知信息的相互传送,涵盖多种无线传输技术、有线传输技术、信息交换技术、网络组织技术等不限于介质的互联网、数据中心、管理中心及对应数据处理的云计算平台,实现数据交换的畅通性。该层的感知数据管理与处理技术是实现物联网功能的关键。感知数据管理与处理技术主要包括感知数据的存储、分析、理解、挖掘以及感知数据库的决策和行为的理论。作为物联网发展的核心平台云计算平台,能大量存储、快速分析海量感知数据,是物联网网络层的重要组成部分,也是应用层众多应用发展的基础。

(3) 最上层是功能应用层,信息进行人机交互发生的问题在本层解决。物联网核心支撑技术是大量感知识别信息的快速和高效处理,体现在行业服务和应用这两个方面。运用云计算技术、模糊识别技术等各种智能计算技术,对大量的信息数据给予分析及处理,用来完成对任何物体的控制管理智能化。把经过分析处理的数据为应用层所用,提供各种各样的应用给用户,把个人、企业信息化需求与物联网技术相结合,依据行业自身特点将物体及环境信息进行整合处理,构建适用于各行各业的可定制应用系统。例如,构建基于消防报警、物体识别、地理位置及消防人员、装备设施信息物联的远程消防监控与指挥调度系统;构建基于物体识别及地理信息等参数的现代化仓储、物流监控管理系统;构建基于远程控制、全息影像、生物识别等相关子系统的现代远程医疗体系;构建基于农产品自主微环境可控调节及过程可追溯的现代农业生产体系;构建基于家庭智能控制及安全需求的智能家庭与社区智能防范系统;构建基于机器人技术、复杂电磁环境下各波长通信技术、无人机技术等现代战争作战指挥系统;构建物流监控、智能环境、智能交通、手机钱包、高速不停车收费系统等。

物联网的3个层次并没有一个明确的界限,具有松散、灵活的层次结构。在某些情况下感知层与应用层在物理空间上是同一物体,通过自连接完成信息交换,在形式上根本无法找出明确的中间层。灵活的结构为物联网在各行各业的普及应用提供了快速实施的可能,为已部署且未被认识的物联网提供了方便的扩展形式。

1.2.2 物联网的基本概念

物联网自诞生以来,已经引起巨大关注,被认为是继计算机、互联网和移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。有关资料表明,国内外普遍认为物联网是麻省理工学院 Ashton 教授于 1999 年最早提出来的,其理念是基于射频识别技术、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。此设想有两层意思:一是物联网的核心和基础是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络;二是其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 年温总理在十一届人大第三次会议上所作政府工作报告中对物联网做了这样的定义: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。

除了上面的定义之外,还有一些具体环境下物联网的定义。

欧盟定义：将现有互联的计算机网络扩展到互联的物品网络。

国际电信联盟(ITU)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。这里与传统互联网不同的是, 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。需要利用物联网才能解决的是传统意义上的互联网没有考虑的、对于任何物品连接的问题。物联网是连接物品的网络, 有些学者在讨论物联网时, 常常提到 M2M 的概念, 可以解释成为人到人(Man to Man)、人到机器(Man to Machine)和机器到机器(Machine to Machine)。本质上, 在人与机器、机器与机器的交互, 大部分是为了实现人与人之间的信息交互。

ITU 物联网研究组的定义：物联网的核心技术主要是普适网络、下一代网络和普适计算。这 3 项核心技术的简单定义如下, 普适网络是指无处不在的、普遍存在的网络; 下一代网络是指可以在任何时间、任何地点互连任何物品, 提供多种形式信息访问和信息管理的网络; 普适计算是指无处不在的、普遍存在的计算。其中下一代网中“互连任何物品”的定义是 ITU 物联网研究组对下一代网络定义的扩展, 是对下一代网络发展趋势的高度概括。从现在已经成为现实的多种装置的互联网络, 如手机互连、移动装置互连、汽车互连、传感器互连等, 都揭示了下一代网络在“互连任何物品”方面的发展趋势。

目前国内外对物联网还没有一个统一公认的标准定义, 但从物联网的本质分析, 物联网是现代信息技术发展到一定阶段才出现的一种聚合性应用与技术提升, 它是将各种感知技术、现代网络技术和人工智能与自动化技术聚合与集成应用, 使人与物智慧对话, 创造一个智慧的世界。因此, 物联网技术的发展几乎涉及了信息技术的方方面面, 是一种聚合性、系统性的创新应用与发展, 因此被称为信息产业的第三次革命性创新。其本质主要体现在 3 个方面: 一是互联网特征, 即对需要联网的物一定要能够实现互联互通的互联网络; 二是识别与通信特征, 即纳入物联网的“物”一定要具备自动识别和物物通信的功能; 三是智能化特征, 即网络系统应具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。

总之, 物联网可以概括为通过传感器、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、互动的物体或过程的声、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、物与人的泛在连接, 从而实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。

因此, 物联网初步定义是通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物体与互联网相连接, 进行信息交换和通信, 以实现物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。需特别注意的是, 物联网中的“物”, 不是普通意义上的万事万物, 这里的“物”要满足以下条件: 要有相应信息的接收器; 要有数据传输通路; 要有一定的存储功能; 要有处理运算单元(CPU); 要有操作系统; 要有专门的应用程序; 要有数据发送器; 遵循物联网的通信协议; 在世界网络中有可被识别的唯一编号。

1.2.3 物联网的体系结构

物联网包括物联网感知层、物联网网络层、物联网应用层, 如图 1.2 所示。