

普通高校物联网工程专业规划教材

物联网 工程技术

伍新华 陆丽萍 主编

清华大学出版社

普通高校物联网工程专业规划教材

物联网工程技术

伍新华 陆丽萍 主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是一本较全面、系统地介绍物联网工程技术的综合教程。全书共分8章,从内容上组织为5个部分。第1部分是物联网缘起、概念、结构体系和技术体系、关键技术、应用前景及国内外发展状况的概述;第2部分介绍物联网(感知层网络)终端设备技术、组网与接入技术,主要包括数据采集与识别技术,RFID技术,传感器与无线传感器网络技术,蓝牙技术,现场总线技术,WiFi、Mesh与WiMAX技术,电力线通信(PLC)技术等;第3部分介绍数据智能处理与定位技术,包括中间件技术、云计算、GIS和GPS技术,以及物联网应用案例;第4部分讲述物联网所面临的安全问题以及所采用的安全策略与安全技术;第5部分综述物联网的未来与挑战。

本书可以作为高等院校物联网工程专业和相关专业的物联网工程技术导论的教材或参考书,也可以作为物联网工程技术开发或研究人员、相关专业研究生、企业管理者的培训教材或参考书籍。

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 / 伍新华等主编. —北京:清华大学出版社, 2011.8

(普通高校物联网工程专业规划教材)

ISBN 978-7-302-25508-6

I. ①物… II. ①伍… III. ①计算机网络—应用—物流—高等学校—教材
IV. ①F253.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第085411号

责任编辑:袁勤勇

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:16

字 数:400千字

版 次:2011年8月第1版

印 次:2011年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元

产品编号:039735-01

物联网是通过信息传感设备,按约定的协议实现人与人、人与物、物与物全面互联的网络,其主要特征是通过射频识别、传感器等方式获取物理世界的各种信息,结合互联网、移动通信网等网络进行信息的传送与交互,采用智能计算技术对信息进行分析处理,从而提高对物理世界的感知能力,实现智能化的决策和控制。或者说物联网一般是指通过各种环境感知设备(如各类传感器、RFID等),按约定的协议,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、监控和管理的网络。

物联网技术和产业的发展将引发新一轮的信息技术革命和产业革命,是信息产业领域未来竞争的制高点和产业升级的核心驱动力。物联网概念是庞大和丰富的,其中涵盖了大量现有的专业门类和技术体系,而在其系统集成和应用端,可以说物联网技术将能够应用于工业、农业、服务业、环保、军事、交通、家居等几乎所有的领域。

随着信息采集与智能计算技术的迅速发展和互联网与移动通信网的广泛应用,大规模发展物联网及相关产业的时机日趋成熟,欧美的发达国家将物联网作为未来发展的重要领域。美国将物联网技术列为在经济繁荣和国防安全两方面至关重要的技术,以物联网应用为核心的“智慧地球”(其核心是无所不在的智能对象,被无处不达的网络与人连接在一起,再被无所不能的超级计算机调度和控制)计划得到了奥巴马政府的积极回应和支持;2009年6月欧盟制定并公布了涵盖标准化、研究项目、试点工程、管理机制和国际对话在内的物联网领域14点行动计划;2009年8月7日,温家宝总理视察中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心时发表重要讲话,提出了“在激烈的国际竞争中,迅速建立中国的‘传感信息中心’或‘感知中国’中心”的重要指示;相继启动了“感知中国”发展战略。

物联网技术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和高速的信息处理技术为基础发展起来的技术。因其联网对象向各种物品、各种机器和设备上的扩展,会遇到许多技术甚至理论上的问题,将会产生大量的新兴技术,目前正在快速发展。学习与掌握物联网的技术理论、发展方向及其行业应用是目前高等教育的核心目标。

物联网中的物体有唯一的标识;能够与周围环境通信;能够获得自身信息并保存信息;能够通过某种语言描述自身特性(用途,处理需求等);并能够根据相应情况做出决策。物联网的物理前端是由大量传感器构成的网络。物联网试图实现物理世界与虚拟世界的无缝连接。与传统网络相比,物联网在网络自组织与自适应、海量数据处理、云计算、软件体系结构、智能化应用以及安全与隐私保护等方面提出了全新的挑战。

基于以上对物联网的认识,在梳理物联网相关知识的基础上,我们编写了本教材,以满足我国高等学校物联网工程专业或相关专业的需要。本书可作为物联网工程技术或原理的专业教材,以期帮助读者能够全面了解物联网的基本理论知识,初步掌握物联网关键技术及其应用方法,为运用这些技术和方法构建物联网应用系统打下基础。

全书共分8章,从内容上组织为5个部分。第1部分(第1章)是物联网缘起、概念、结构体系和技术体系、关键技术、应用前景及国内外发展状况的概述;第2部分由第2、第3和

第4章组成,介绍物联网(感知层网络)终端设备技术、组网技术和互联网接入技术,主要包括数据采集与识别技术,RFID技术,传感器与无线传感器网络技术,蓝牙技术,现场总线技术,WiFi、Mesh与WiMAX技术,电力线通信(PLC)技术;第3部分由第5和第6章组成,介绍数据智能处理与定位技术,包括中间件技术、云计算、GIS和GPS技术,以及物联网应用案例;第4部分(第7章)讲述物联网所面临的安全问题以及所采用的安全策略与安全技术;第5部分(第8章)综述物联网的未来与挑战。

本书第1章的一部分、第3章和第7章由伍新华编写,第1章的一部分、第5章和第8章由姚寒冰编写,第2章和第6章的一部分由陆丽萍编写,第4章和第6章的一部分由程煜编写,伍新华统编全书。黄利、姚超、谭翠婷等做了大量的资料整理和图片编辑工作,还有许多老师、同学以不同的形式对本书做出了贡献,在此一并致谢!

物联网工程技术是一个不断发展的技术,有一些技术内容没有在本书中得到反映;同时,由于作者水平有限,书中难免有对一些技术的理解有误或不准确的地方,存在不少缺点或疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011年5月于武汉理工大学

第 1 章 绪论

1.1 物联网的基本概念	1
1.1.1 物联网与互联网	2
1.1.2 物联网的相关概念	4
1.2 物联网的结构与特征	6
1.2.1 物联网的体系结构	6
1.2.2 物联网技术体系结构	9
1.2.3 物联网的特征	10
1.3 物联网关键技术分析	10
1.4 物联网的应用前景	13
1.4.1 物联网应用领域简介	13
1.4.2 物联网下的新的工作和生活方式	14
1.5 物联网的国内外发展现状	15
1.5.1 物联网国外发展状况	15
1.5.2 物联网国内发展状况	17
习题	19

第 2 章 射频识别技术

2.1 自动识别和数据采集技术	20
2.1.1 自动识别技术的概念和分类	20
2.1.2 常用的数据采集技术	20
2.1.3 射频标签与条形码的区别	24
2.1.4 RFID 在中国的发展现状	25
2.2 RFID 系统的组成	26
2.2.1 硬件组成	26
2.2.2 软件组成	28
2.3 RFID 电子标签	29
2.3.1 电子标签的工作原理	29
2.3.2 RFID 标签的天线	30
2.3.3 RFID 标签的分类	31
2.4 读写器	33
2.4.1 读写器的工作原理	33
2.4.2 读写器的功能	34

2.4.3	读写器的分类	35
2.5	RFID 系统的工作原理	36
2.5.1	射频识别系统中信号的编码和调制	38
2.5.2	多标签同时识别与系统防碰撞	39
2.6	RFID 组网技术	42
2.7	RFID 的标准化	43
2.7.1	RFID 的标准体系	43
2.7.2	RFID 标准化组织	44
2.7.3	EPCglobal 标准体系	45
2.7.4	UID 系统	50
2.7.5	ISO 标准	53
2.7.6	三大编码体系的区别	53
2.8	系统部件的选择	54
2.8.1	电子标签的选择	54
2.8.2	读写器的选择	55
2.8.3	标准选择	55
2.8.4	频率选择	56
2.9	RFID 技术和其他技术的结合	57
2.9.1	RFID 技术与无线传感器网络	57
2.9.2	RFID 技术与 NFC	59
2.9.3	RFID 技术与 3G	60
2.9.4	RFID 系统中数据挖掘技术的研究	60
2.9.5	RFID 系统中定位技术的研究	62
	习题	63

第 3 章 传感与感知层组网技术

3.1	传感技术	65
3.1.1	传感器的基本概念	65
3.1.2	传感器的分类	68
3.1.3	测控技术	70
3.2	无线传感器网络	74
3.2.1	无线传感器网络概述	74
3.2.2	无线传感器网络体系结构	79
3.2.3	物理层协议	82
3.2.4	MAC 层协议	87
3.2.5	拓扑控制技术	94
3.2.6	路由协议	98
3.3	蓝牙无线技术	102
3.3.1	蓝牙标准化协议进程	103

3.3.2	蓝牙系统组成	105
3.3.3	蓝牙协议体系结构	105
3.3.4	蓝牙设备的工作方式	108
3.3.5	蓝牙的安全管理	110
3.3.6	蓝牙应用系统	111
3.3.7	相关技术比较	112
3.4	现场总线技术	112
3.4.1	现场总线产生的背景和基础	112
3.4.2	现场总线的特点	113
3.4.3	现场总线的技术基础	114
3.4.4	DeviceNet 网络	115
3.4.5	现场总线技术发展趋势	123
习题		124

第4章 网络层技术

4.1	WiFi 技术	126
4.1.1	WiFi 简介	126
4.1.2	WiFi 协议	126
4.1.3	蜂窝结构与漫游	134
4.1.4	无线网络的组建	134
4.2	无线 Mesh 网络	136
4.2.1	无线 Mesh 网络简介	136
4.2.2	Mesh 网络的优势与缺陷	136
4.2.3	无线 Mesh 网络结构	138
4.2.4	802.16(WiMAX)标准	140
4.2.5	无线 Mesh 网络路由协议	141
4.2.6	Mesh 网络的应用	143
4.3	电力线通信技术	145
4.3.1	电力线通信技术简介	145
4.3.2	PLC 通信系统标准	145
4.3.3	PLC 接入网	146
4.3.4	PLC 系统的体系结构	151
习题		154

第5章 支撑层技术

5.1	物联网中间件	155
5.1.1	物联网中间件的作用	155
5.1.2	物联网中间件的特点	157
5.1.3	物联网中间件的发展	157

5.2	云计算	159
5.2.1	云计算基础	159
5.2.2	云计算架构	163
5.2.3	典型云计算平台	166
5.3	GIS 与 GPS	171
5.3.1	地理信息系统	171
5.3.2	全球定位系统	175
5.3.3	北斗卫星导航系统简介	178
习题		178

第6章 物联网应用

6.1	物联网应用概述	180
6.2	物流管理与配送	181
6.2.1	基于 EPC 的物流全球供应链	182
6.2.2	物联网拓展物流信息增值服务	183
6.2.3	基于 RFID 技术的物流管理信息系统	185
6.2.4	基于 RFID 的配送中心系统架构案例	186
6.3	环境监测与保护	189
6.3.1	数字环保的基本概念	189
6.3.2	我国的环境监测物联网	191
6.3.3	环境监测应用案例	191
6.4	行业检测与监控	193
6.4.1	行业检测与监控概述	193
6.4.2	矿井安全应用案例	194
6.5	交通管理	197
6.5.1	交通管理技术简介	197
6.5.2	RFID 交通监管技术	198
6.5.3	应用案例 ETC	201
习题		204

第7章 物联网安全

7.1	物联网的安全问题	205
7.1.1	物联网安全风险来源	205
7.1.2	物联网面对的特殊安全问题	206
7.2	网络安全策略	207
7.2.1	网络安全技术	207
7.2.2	物联网安全架构	212
7.3	RFID 系统安全	219
7.3.1	RFID 系统的安全问题	219

7.3.2	RFID 系统的安全风险与需求	223
7.3.3	协议安全性	225
7.3.4	现有的 RFID 安全机制	227
7.3.5	RFID 安全措施	237
习题		238

第 8 章 物联网未来与挑战

8.1	物联网技术未来趋势	239
8.2	物联网的挑战	240
8.2.1	标准化的挑战	241
8.2.2	技术挑战	242
习题		244

参考文献		245
------	-------	-----

第 1 章 绪 论

1.1 物联网的基本概念

物质、能量、信息是物质世界的三大支柱,是当今人类社会赖以生存和发展的重要条件。新经济时代的 21 世纪是人类进入信息化的世纪,信息已是今天一种不可或缺的开放资源,社会信息化、信息时代化成为新经济时代的基本标志。目前在通信、互联网、射频识别等新技术的推动下,一种能够实现人与人、人与机器、人与物乃至物与物之间直接沟通的全新网络构架——“物联网”(Internet of Things)正日渐清晰。互联网时代,人与人之间的距离变小了,而继互联网之后的物联网时代,则是物与物之间的距离变小了。互联网改变了人们的世界观,而物联网的出现将再次强烈改变人们对世界的认识。

1998 年,美国麻省理工学院(MIT)创造性地提出了当时被称为 EPC(Electronic Product Code,EPC,电子产品编码)系统的物联网架构。1999 年在美国召开的移动计算和网络国际会议上就提出了“传感网是下一个世纪人类面临的又一个发展机遇”。同年,中科院启动了“传感网”研究,目前已建立了一些实用的传感网。1999 年,美国麻省理工学院成立自动标识中心(MIT Auto-ID Center),进行 RFID(Radio Frequency Identification,射频识别)技术研发;在美国统一代码委员会(Uniform Code Council,UCC)的支持下,将 RFID 与互联网结合,提出了 EPC 解决方案。即物联网主要建立在物品编码、射频识别技术和互联网的基础上,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。

2005 年 11 月 17 日在突尼斯举行的信息社会世界峰会上,ITU(International Telecommunications Union,国际电信联盟)发布了《ITU 互联网报告 2005:物联网》,正式提出了物联网的概念,包括所有物品的联网和应用。例如,危险品运输中为了保证物品在运送过程中的安全,可以利用物联网实施对物品状态的全程监控,这时通过分布在危险品周围的温度、湿度、气压、振动等传感器探头和 GPS(Global Positioning System,全球定位系统)定位模块等,定期或不定期地采集危险品温度、湿度、气压、振动、位置等信息,然后通过通信网络将信息发送到远程的集中监控处理系统,由该系统进行信息处理,并根据处理结果实施相应的控制处理。

物联网概念可以看成是对普适计算(Ubiquitous Computing)概念的扩展,其中 ubiquitous 源自拉丁语,意为存在于任何地方。1991 年 Xerox 实验室的计算机科学家 Mark Weiser 首次提出此概念,描述了任何一个人无论何时何地都可通过合适的终端设备以小而可见的方式获取计算能力的全新信息社会。在此基础上,日韩衍生出了泛在网络(Ubiquitous Network),欧盟提出了环境感知智能(Ambient Intelligence),虽然这些概念与物联网不尽相同,但是其理念都是一致的。

近年来,全球主要发达国家和地区纷纷提出了与物联网相关的信息化战略,期望借助物

联网寻求金融危机解决之道,从而刺激经济增长。2008 年底 IBM 向美国政府提出的“智慧地球”战略,2009 年 6 月欧盟的“物联网行动计划”,以及 2009 年 8 月日本的“i-Japan”计划等,都是利用各种信息技术来突破互联网的物理限制,以实现无处不在的物联网络。美国的战略强调传感器及其网络等感知技术的应用,提出建设智慧型基础设施,以达到“无处不在的智能对象,被无处不达的网络与人连接在一起,再被无所不能的超级计算机调度和控制”的目标。欧盟的计划具体而务实,强调 RFID 的广泛应用,注重信息安全。日本的计划强调电子政务和社会信息服务等信息化应用。三者的共同点是:融合各种信息技术,突破互联网的限制,将物体(品)接入信息网络,将信息技术应用到各个领域,从而影响到国民经济和社会生活的方方面面。

中国紧随美欧日之后,对物联网有关的技术研究与设施建设提出了一系列可操作的构想,并为物联网技术的研发提供了宽松的环境和人力、物力的支持。2009 年 8 月 7 日,国务院总理温家宝在视察无锡无线传感网工程研发中心时明确指出,要集中力量突破核心技术,着力提升自主创新能力,推动传感网更好地为产业可持续发展服务。从此,“感知中国”的战略浮出水面。

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。国际电联曾预测,未来世界是无所不在的物联网世界,到 2017 年将会有 7 万亿传感器为地球上的 70 亿人口提供服务。一方面物联网可以用于提高经济效益,大大节约成本;另一方面可以为全球经济的复苏提供技术动力。目前,美国、欧盟等都在投入巨资,深入研究探索物联网。中国也正在高度关注、重视物联网的研究,工业和信息化部会同有关部门,在新一代信息技术方面正在开展研究,以形成支持新一代信息技术发展的政策措施。

1.1.1 物联网与互联网

物联网的概念分为广义和狭义两方面。广义来讲,物联网是一个未来发展的愿景,等同于“未来的互联网”或者“泛在网络”,能够实现人在任何时间、地点,使用任何网络与任何人与物的信息交换以及物与物之间的信息交换;狭义来讲,物联网是物品之间通过传感器连接起来的局域网,不论接入互联网与否,都属于物联网的范畴。

物联网的一种定义是:通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统(GPS)、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。显然物联网的这一概念来自于同互联网的类比。

物联网的另一种定义是: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需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。这个定义有两层意思: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。

根据物联网与互联网的关系分类,不同的专家学者对物联网给出了各自的定义,归纳起来有如下四种类型。

1. 物联网是传感网而不接入互联网

有的专家认为,物联网就是传感网,只是给人们生活环境中的物体安装传感器,这些传感器可以更好地帮助人类认识环境,这个传感器网不接入互联网。例如,上海浦东机场的传感器网络,本身并不接入互联网,却号称是中国第一个物联网。物联网与互联网的关系是相对独立的两个网。

2. 物联网是互联网的一部分

物联网并不是一个全新的网,实际上早就存在了,它是互联网发展的自然延伸和扩张,是互联网的一部分。互联网是可包容一切的网络,将会有更多的物品加入到这个网中,物联网包含于互联网之内。

3. 物联网是互联网的补充网络

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,两个网的主体是不同的,因此物联网是互联网的扩展和补充。互联网好比是人类信息交换的动脉,物联网就是毛细血管,二者相互联通,物联网是互联网的有益补充。

4. 物联网是未来的互联网

从宏观的概念上讲,未来的物联网将使人置身于无所不在的网络之中,在不知不觉中,人可以随时随地与周围的人或物进行信息的交换,这时物联网也就等同于泛在网络,或者说未来的互联网。物联网、泛在网络、未来的互联网,它们的名字虽然不同,但表达的都是同一个愿望,那就是人类可以随时、随地、使用任何网络、联系任何人或物,达到信息自由交换的目的。

总而言之,不论是哪一种类型的概念,物联网都需要对物体具有全面感知能力,对信息具有可靠传送和智能处理能力,从而形成一个连接物体与物体的信息网络。也就是说,全面感知、可靠传送、智能处理是物联网的基本特征。

“全面感知”是指利用 RFID、二维码、GPS、摄像头、传感器、传感器网络等感知、捕获、测量的技术手段,随时随地对物体进行信息采集和获取。

“可靠传送”是指通过各种通信网络与互联网的融合,将物体接入信息网络,随时随地进行可靠的信息交互和共享。

“智能处理”是指利用云计算、模糊识别等各种智能计算技术,对海量的跨地域、跨行业、跨部门的数据和信息进行分析处理,提升对物理世界、经济社会各种活动和变化的洞察力,实现智能化的决策和控制。

物联网概念的问世,打破了之前的传统思维,过去的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开:一方面是机场、公路、建筑物等,而另一方面是数据中心、个人计算机、宽带等。在物联网时代,钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施,换句话说,基础设施更像是一块新的地球工地,世界的运转就在它上面进行,其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。具体地说,就是把感应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,通过现有的互联网整合起来,实现人类

社会与物理世界的整合。在这个整合的网络当中,存在能力超级强大的中心计算机群,能够对整个网络内的人员、机器、设备和基础设施进行实时的管理和控制。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,达到“智慧”状态,提高资源利用率和生产力水平,改善人与自然间的关系。

1.1.2 物联网的相关概念

由于物联网概念出现不久,其内涵在不断地发展、完善。目前,存在着以下几种相近的概念:物联网、无线传感器网络(Wireless Sensor Network, WSN)以及泛在网(Ubiquitous Network)。

1. 物联网

定义 1: 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。

该定义最早于 1999 年由麻省理工学院提出,实质上等于 RFID 技术和互联网的结合应用。RFID 标签可谓是早期物联网最为关键的技术与产品环节,当时认为物联网最大规模、最有前景的应用就是在零售和物流领域。利用 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。

定义 2: 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。

2005 年,ITU 在《The Internet of Things》这一报告中对物联网概念进行扩展,除 RFID 技术外,传感器技术、纳米技术、智能终端等技术将得到更加广泛的应用。

定义 3: 由具有标识、虚拟个性的物体/对象所组成的网络,这些标识和个性等信息在智能空间使用智慧的接口与用户、社会和环境进行通信。

该定义出自欧洲智能系统集成技术平台(EPOSS)在 2008 年 5 月发布的报告——《Internet of Things in 2020》。该报告分析预测了未来物联网的发展,认为 RFID 和相关的识别技术是未来物联网的基石,因此更加侧重于 RFID 的应用及物体的智能化。

定义 4: 物联网是未来互联网的一个组成部分,可以被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。

这个定义来源于欧盟 RFID 和物联网研究项目组在 2009 年 9 月发布的研究报告。该项目组的主要研究目的是便于欧洲内部不同 RFID 和物联网项目之间的组网,协调 RFID 的物联网研究活动、专业技术平衡与研究效果最大化,以及项目之间建立协同机制等。

从上述 4 种定义不难看出,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。物联网主要由 RFID 标签、标签阅读器、信息处理系统、编码解析与寻址系统、信息服务系统和互联网组成。通过对拥有全球唯一编码的物品的自动识别和信息共享,实现开环环境下对物品的跟踪、溯源、防伪、定位、监控以及自动化管理等功能。

2. 无线传感器网络

定义 1: 无线传感器网络是由若干具有无线通信能力的传感器节点自组织构成的网络。

此定义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资助卡耐基-梅隆大学进行分布式传感器网络的研究项目。在当时缺乏互联网技术、多种接入网络以及智能计算技术的条件下,该定义局限于由节点组成的自组织网络。

定义 2: 泛在传感器网络(Ubiquitous Sensor Network)是由智能传感器节点组成的网络,可以以“任何地点、任何时间、任何人、任何物”的形式被部署。

此定义出自 2008 年 2 月 ITU 的研究报告《Ubiquitous Sensor Networks》。该报告中提出了泛在传感器网络体系架构,自下而上分为底层传感器网络、接入网络、基础骨干网络、中间件、应用平台 5 个层次。底层传感器网络由传感器、执行器、RFID 等各种信息设备组成,负责对物理世界的感知与反馈;接入网络实现底层传感器网络与上层基础骨干网络的连接;基础骨干网络基于互联网构建;中间件处理、存储传感数据并以服务的形式提供对各类传感数据的访问;应用平台实现各类传感器网络应用的技术支撑。

定义 3: 传感器网络以对物理世界的数据采集和信息处理为主要任务,以网络为信息传递载体,实现物与物、物与人之间的信息交互,提供信息服务的智能网络信息系统。

该定义出自我国信息技术标准化技术委员会的传感器网络标准工作组 2009 年 9 月的工作文件,该文件认为传感器网络具体表现为:综合微型传感器、分布式信号处理、无线通信网络和嵌入式计算等多种先进信息技术,能对物理世界进行信息采集、传输和处理,并将处理结果以服务的形式发布给用户。

比较传感器网络的几种定义,同样可以发现传感器网络其内涵起源于“由传感器组成通信网络,对所采集到的客观物体信息进行交换”这一概念。定义 2 提出了相对完整的体系架构,并且描述了各个层次在体系架构中的位置及功能。定义 3 尽管与定义 2 文字描述不同,但其内涵基本一致,并未对定义 2 进行实质性的突破与完善。定义 2 和定义 3 都是将定义 1 所定义的“网络”作为底层的、对于客观物质世界信息获取交互的技术手段之一,并对其进行了更为精确的描述。

显然,由传感器、通信网络和信息处理系统为主构成的传感网,具有实时数据采集、监督控制和信息共享与存储管理等功能,它使目前的网络技术的功能得到极大拓展,使通过网络实时监控各种环境、设施及内部运行机理等成为可能。也就是说,原来与网络相距甚远的家电、交通管理、农业生产、建筑物安全等都能够得到有效的网络监测,有的甚至能够通过网络进行远程控制。目前,无线传感网络仍旧处在闭环环境下应用的阶段,比如,用无线传感器监控金门大桥在强风环境下的摆幅。而基于传感技术的物联网主要采用嵌入式技术(嵌入式 Web 传感器),给每个传感器赋予一个 IP 地址,应用于远程防盗、基础设施监控与管理、环境监测等领域。

3. 泛在网络

泛在网络指无所不在的网络。最早提出 U(Ubiquitous network)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、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,U 网络将以“无所不在”、“无所不包”、“无所不能”为基本特征,帮助人

类实现 4A 化通信,即在任意时间(Anytime)、任意地点(Anywhere)、任何人(Anyone)、任何物(Anything)都能顺畅地通信。

4. 各概念之间的关系

目前,对于支持人与物、物与物广泛互联,实现人与客观世界的全面信息交互的全新网络的命名,一直存在着物联网、传感网、泛在网这三个概念之争。

如果将传感器的概念进行扩展,认为 RFID、二维条码等信息的读取设备和音频视频录入设备等数据采集设备都是一种特殊的传感器,则范围扩展后的传感器网络即为物联网。

从 ITU、ISO 等国际标准组织对传感器网络、物联网定义和标准化范围来看,传感器网络和物联网其实是一个概念的不同表述,其实质都是依托于各种信息设备实现物理世界和信息世界的无缝融合。

可见无论从哪个角度看,都可以认为目前为人所熟知的“物联网”和“传感网”都是以传感器、RFID 等客观世界标识和感知技术,借助于无线传感器网络、互联网、移动网等实现人与物理世界的信息交互。

泛在网是面向泛在应用的各种异构网络的集合,也被称为“网络的网络”,更强调跨网之间的互联互通和信息聚合与应用。另外,泛在化、智能化是物联网的两大特征。所谓泛在化,是指传感器网络部署和移动通信网络覆盖的泛在化以及各类物联网业务与应用的泛在化。各种信息的协同处理以及基于数据挖掘、专家系统、商业智能的决策支持是智能化的集中体现。

1.2 物联网的结构与特征

1.2.1 物联网的体系结构

目前,对于物联网较为一致的认识是物联网包括三层结构,如图 1-1 所示,分别是感知层、网络层(传输层、互联网层)和应用层。位于底层的是用来感知数据的感知层,中间层是数据传输的网络层,顶层则是内容应用层。

物联网体系结构中的三层分别对应着物联网的三个基本特征:一是全面感知,即利用传感器、RFID 等随时随地获取物体的信息;二是实时传递,通过各种网络传输手段将物体的信息实时准确地传递出去;三是全面应用,包括资源的共享和交换、对海量数据和信息进行分析处理、对各种方案实施智能化的决策等。

1. 感知层

感知层主要包括二维码(含 IC 卡、磁卡、一维码等)和识读者、RFID 标签和读写器、摄像头(多媒体信息设备)、GPS(实时定位设备)、传感器、传感器网络和传感器网关以及执行器等。实现对物体的感知与识别,采集物理世界中发生的物理事件和数据,包括各类物理量、标识、音频、视频数据。感知层要突破的方向是具备更敏感、更全面的感知能力,解决低功耗、小型化和低成本的问题。

感知层主要负责对其工作范围内的环境变化进行监视,采集数据的方式主要分为两种:

主动式采集和被动式采集。

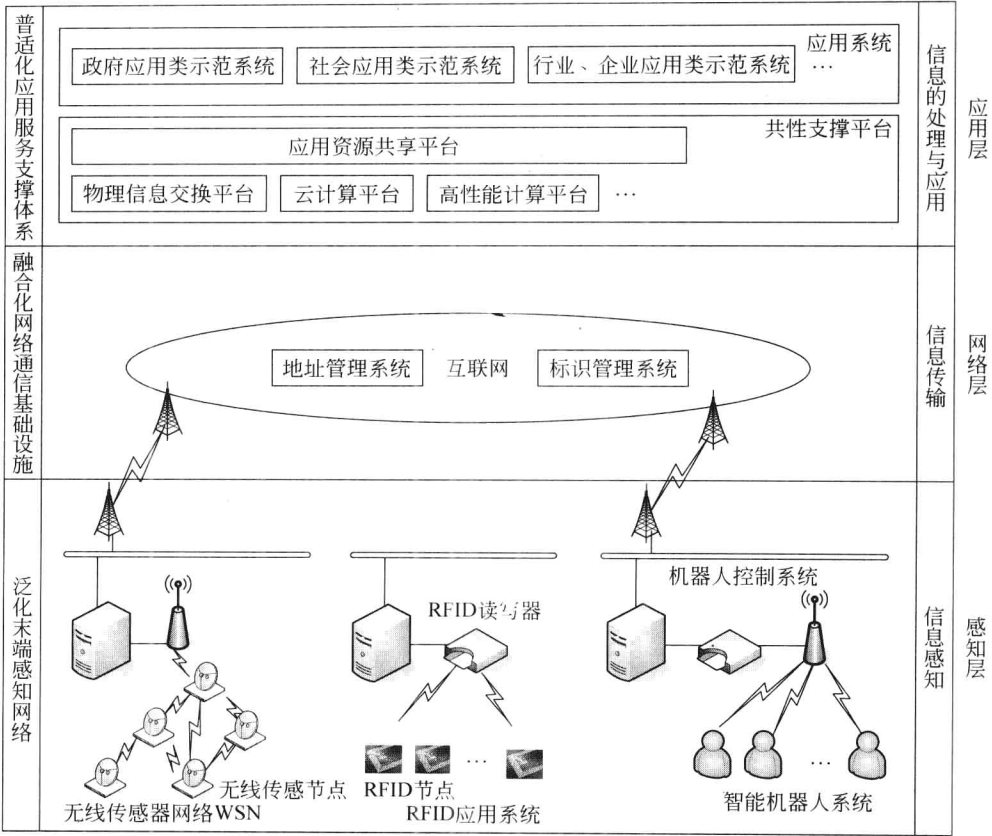


图 1-1 物联网的体系结构

主动式采集：主动式采集主要用于人们所设定的日常工作中，例如，在城市交通管理系统中，作为传感器的摄影头主要用于对违章车辆进行自动监视。一旦出现车辆违章的现象，如闯红灯、违章停车等，数据处理中心立即就对其进行特征识别，提取它的车牌号、车型等，然后将违章车辆的情况告知执法部门。

被动式采集：被动式采集主要用于获取一些特定的数据来满足特殊的需要，如对失窃车辆的追查。×年×月×日，某大城市有一辆红色宝马车被盗，车牌号为××××。当刑侦部门接到报案后，立即将相关信息传给交警部门，城市交通管理系统立即行动起来。除了应付日常工作之外，数据处理中心还将路面的车辆实施排查，当发现红色的宝马车上路时，立即提取它的车牌号。如果该车的车牌号为××××，则立即发出警报并通知有关单位进行处理。

目前主动式采集是物联网应用的主要方式，被动式采集的情况并不多。这并不是说被动式采集不重要，相反，在物联网发展到了一定的阶段时，被动式采集的重要性就会显现出来，也许会比主动式采集更加重要，所起到的作用也更大。大量使用被动式采集的前提是系统的开放性。只有系统的开放性得以实现，被动式采集的应用才有可能超过主动式采集成为应用的主流，它所带来的不仅仅是更多的信息，还意味着资源的节约共享和网络的开放。