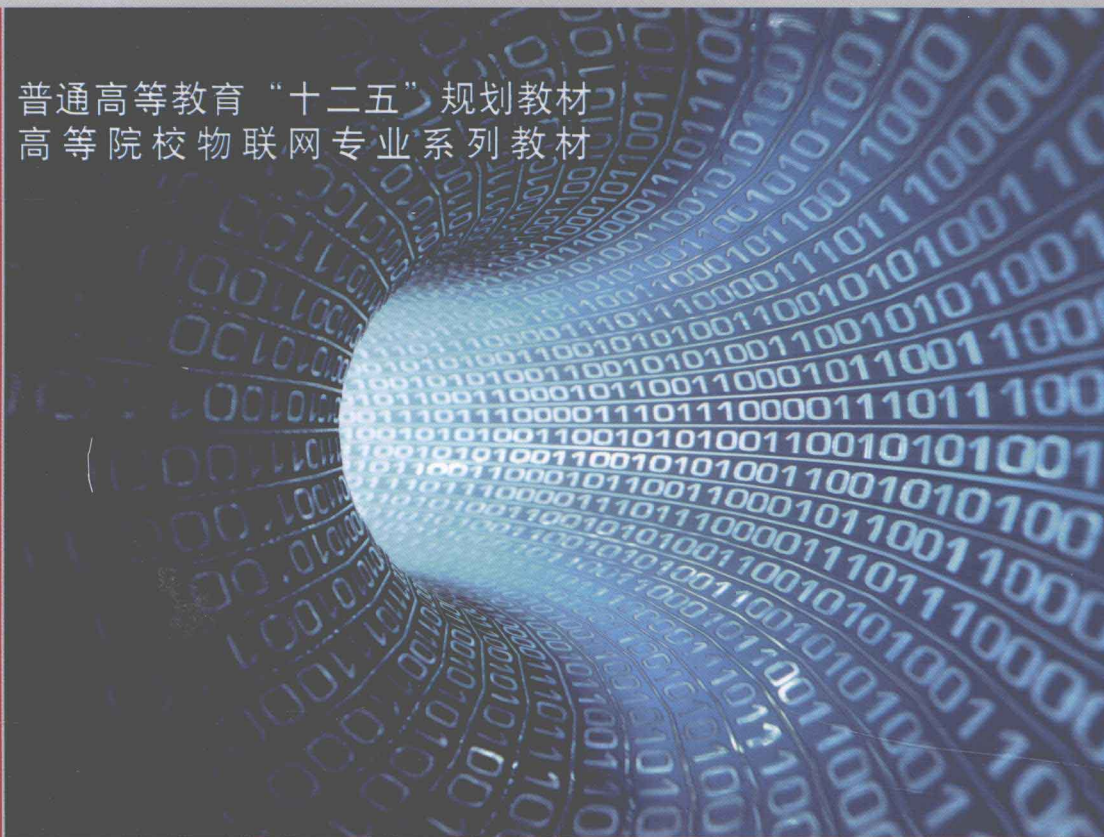




普通高等教育“十二五”规划教材
高等院校物联网专业系列教材



物联网技术与应用

主 编 吴成东

副主编



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
高等院校物联网专业系列教材

物联网技术与应用

主 编 吴成东
副主编 徐久强 张云洲

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书主要讲述物联网的基本理论与应用技术。首先介绍物联网的基本概念和知识、物联网技术的研究现状与发展趋势;然后重点介绍物联网领域的关键性技术问题,主要包括物联网传感技术、控制技术、通信网络及通信技术、物联网信息安全技术等;最后通过典型工程应用案例,介绍物联网技术的应用领域与特点。本书内容丰富,深入浅出,图文并茂,不仅讲述基本理论与关键性技术,而且结合典型工程应用案例进行介绍,具有较强的普适性。

本书可作为高等院校物联网工程、自动化、电气工程、计算机、通信工程等专业的教材,也可供相关专业的工程技术人员和管理人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术与应用/吴成东主编. —北京:科学出版社,2012

(普通高等教育“十二五”规划教材·高等院校物联网专业系列教材)

ISBN 978-7-03-033517-3

I. ①物… II. ①吴… 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(2012)第 020309 号

责任编辑:余 江·潘继敏 / 责任校对:刘小梅

责任印制:张克忠 / 封面设计:速成书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市安泰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 2 月第一次印刷 印张:15 1/2

字数:390 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着信息时代的到来,以计算机技术和网络技术为代表的信息技术已经对人类社会的政治、经济、文化等产生了深远影响。以计算机技术为核心的第一次信息产业浪潮推动了信息处理的智能化,实现了人与计算机之间的对话;以互联网技术为核心的第二次信息产业浪潮推动信息技术进入网络化时代,互联网技术的广泛应用满足了人与人之间的快速交流。随着通信、控制和感知等技术的迅猛发展,信息技术向物理世界的扩展和延伸,被称为继计算机、互联网之后信息产业的第三次浪潮的物联网应运而生。

物联网是在人与物、物与物之间交流信息的泛在网络,它融合了智能感知技术、自动识别技术、普适计算和泛在网络思想,将带来技术、生产和生活方式的进步与变革。物联网应用前景广阔、市场巨大,是当前最具发展潜力的产业之一,受到各国政府、企业和学术界的高度重视。

随着物联网技术的快速发展,人们对相关知识的需求越加迫切。然而,物联网技术领域涉及信息获取、传输、存储、处理、应用等多个方面,相关学科包括计算机科学与技术、自动化技术、通信技术、传感技术、电子科学与技术等多个领域,其相关知识属于多学科知识的交叉与融合。为了充分反映物联网理论与技术的研究成果,促进物联网知识的普及与推广,使相关人员深入认知物联网技术,我们特编写了本书。

为使本书内容清晰易懂,方便读者掌握物联网知识,我们从技术分类角度组织书中的内容。全书共6章,分为三部分。第一部分(第1章)介绍物联网的基本概念和知识,物联网技术的发展现状与趋势;第二部分(第2~5章)从技术层面介绍物联网涉及的关键性技术问题,包括感知物理世界的传感技术、实现物联网与物理世界互动的控制系统组成及控制技术、在物联网各组成部分间传输信息的通信网络及通信技术、物联网信息安全技术等;第三部分(第6章)介绍物联网的典型工程应用案例。各章主要内容如下:

第1章主要介绍物联网的概念、沿革、系统构成、应用领域、发展趋势及面临的亟待解决的问题,力图使读者建立物联网系统的整体概念。

第2章介绍物联网系统中常用的传感知识,主要内容包括传感技术的基本概念、物联网与传感技术的关系、传感系统的构成、传感技术及典型传感器等,扩展内容包括射频识别、模式识别、图像处理、无线传感器网络及纳米与系统小型化技术等。

第3章阐述物联网控制技术,主要包括物联网控制系统构成、网络远程控制技术、物联网控制终端、物联网控制策略、物联网数据融合与优化决策等内容,从不同角度对物联网控制技术进行阐述。

第4章介绍物联网通信技术,主要包括物联网通信系统的架构、因特网通信、嵌入式因特网技术、短距无线通信技术、现场控制网络通信等内容,并对物联网的通信融合进行阐述。

第5章叙述物联网信息安全技术,主要包括物联网的信息安全体系、物联网中信息传递的安全性、信息隐私权与保护、数据计算安全性、业务认证与加密技术、物理设备安全问题,以及移动互联网安全漏洞与防范技术等内容。

第6章介绍物联网的应用领域及典型应用,包括物联网在物流、数字家庭、医疗、工业、智

能交通、商业零售等领域的应用案例,并讨论物联网应用的特点及相关技术。

本书由吴成东教授任主编,徐久强教授和张云洲副教授任副主编。第1、2、6章由徐久强、刘铮、朱剑、张君、毕远国负责编写,第3、4、5章由吴成东、张云洲、陈莉负责编写。全书由吴成东统稿。

参与本书编写和资料整理工作的有纪鹏讲师、贾子熙讲师、陈东岳副教授、贾同副教授、楚好讲师、王晓哲副教授,以及研究生王力、于晓声、齐苑辰、司鹏举、陈世峰、卢佰华、李翠娟、张娜、韩泉城、夏志佳、张笑骋、孙金晨、商世博、李立强、肖磊、项姝。

在本书的编写过程中,我们参阅了大量的文献资料,主要参考文献列于书后,在此谨对这些文献资料的作者表示诚挚的谢意。本书的出版得到国家自然科学基金和东北大学教材出版基金的资助。赵海教授为本书的策划出版提出了宝贵的意见与建议。科学出版社的余江编辑为本书的顺利出版做了大量的工作。在此,对所有为本书顺利出版提供帮助的各界人士表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之物联网理论与技术发展很快,尽管我们力争做到精益求精,但在编写中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年10月

目 录

前言

第 1 章 概论	1
1.1 物联网技术与定义	1
1.1.1 物联网的定义	1
1.1.2 物联网的概念解析	2
1.1.3 物联网的早期应用	4
1.1.4 物联网认识的误区	6
1.2 物联网与互联网	7
1.2.1 互联网是物联网的实现基础	7
1.2.2 物联网是对互联网的扩展和延伸	9
1.2.3 物联网与互联网特性的差别	10
1.3 物联网系统的基本构成	11
1.3.1 物联网的体系结构	11
1.3.2 泛在化的末端感知网络	12
1.3.3 融合化的网络通信基础设施	13
1.3.4 普适化的应用服务支撑体系	14
1.4 物联网技术的发展	15
1.4.1 国外物联网的发展现状	15
1.4.2 中国物联网的发展现状	19
1.4.3 物联网发展中面临的问题	20
1.5 物联网技术的主要应用领域	23
1.5.1 物流领域的应用	24
1.5.2 数字家庭领域的应用	24
1.5.3 医疗领域的应用	25
1.5.4 工业领域的应用	25
1.5.5 智能交通领域的应用	26
1.5.6 零售商贸领域的应用	27
1.5.7 电力管理领域的应用	27
1.5.8 农业领域的应用	28
1.6 物联网技术发展趋势	28
思考题	29
第 2 章 物联网传感技术	30
2.1 传感技术概述	30
2.1.1 传感技术的定义及作用	30
2.1.2 传感技术的现状及国内外发展趋势	31

2.1.3	传感技术与传感系统	32
2.1.4	物联网与传感技术	33
2.2	传感器技术分类	33
2.2.1	传感器概述	33
2.2.2	传感器的分类	34
2.3	射频识别技术	41
2.3.1	射频识别技术概述	41
2.3.2	射频识别系统基本构成	42
2.3.3	射频识别系统分类及典型应用	43
2.3.4	射频识别基本原理及关键技术	46
2.4	模式识别技术	48
2.4.1	模式和模式识别	48
2.4.2	模式识别的发展和应用	50
2.4.3	模式识别的研究方法及分类	52
2.4.4	模式识别的基本概念	53
2.5	图像处理技术	54
2.5.1	图像的定义	55
2.5.2	图像的分类	55
2.5.3	数字图像处理	55
2.5.4	图像变换	60
2.5.5	图像增强	60
2.5.6	图像恢复	62
2.5.7	图像的编码与压缩	62
2.6	无线传感器网络技术	64
2.6.1	无线传感器网络体系结构	64
2.6.2	传感器节点结构	65
2.6.3	传感器网络协议栈	65
2.6.4	传感器网络的特征	66
2.6.5	传感器网络的应用	69
2.6.6	传感器网络关键技术	71
2.7	纳米技术与小型化技术	72
2.7.1	纳米技术	73
2.7.2	微机电系统及装置	73
2.7.3	封装、组装与连接技术	76
	思考题	78
第3章	物联网控制技术	79
3.1	概述	79
3.2	物联网控制系统构成	80
3.2.1	物联网控制系统结构	80
3.2.2	物联网控制关键技术	84

3.2.3	物联网控制模式	86
3.2.4	物联网控制系统设计原则	88
3.3	网络远程控制技术	89
3.3.1	移动通信远程控制	89
3.3.2	网络遥操作	91
3.3.3	Web 动态服务及控制	92
3.4	物联网控制终端	94
3.4.1	可编程控制器	94
3.4.2	数字控制器	100
3.4.3	物联网嵌入式控制器	103
3.5	物联网控制策略	106
3.5.1	物联网智能控制策略	106
3.5.2	物联网自适应控制系统	108
3.5.3	物联网能耗控制	110
3.5.4	物联网实时监控	111
3.6	物联网数据融合与优化决策	113
3.6.1	物联网数据融合的原理	113
3.6.2	物联网数据融合结构	114
3.6.3	物联网优化决策	116
	思考题	118
第 4 章	物联网通信技术	119
4.1	概述	119
4.2	通信系统架构	119
4.2.1	物联网通信系统简介	119
4.2.2	感知网络层	120
4.2.3	通信网络层	121
4.3	因特网通信	121
4.3.1	因特网的构成	121
4.3.2	TCP/IP 协议——因特网的标准通信协议	122
4.3.3	IPv6——支持物联网的新一代 TCP/IP 协议	123
4.4	嵌入式因特网技术	127
4.4.1	嵌入式因特网技术的发展	127
4.4.2	嵌入式 Internet 实现技术	127
4.4.3	嵌入式 Internet 系统应用	128
4.5	短距无线通信技术	129
4.5.1	ZigBee 无线通信协议	129
4.5.2	蓝牙网络技术	134
4.5.3	WLAN 通信技术	136
4.5.4	超宽带通信技术	139
4.6	现场控制网络通信	140

4.6.1	现场总线简介	140
4.6.2	基金会现场总线	141
4.6.3	局部操作网络 LonWorks	143
4.6.4	过程现场总线 PROFIBUS	145
4.6.5	CAN 总线网络	146
4.7	网络融合技术	148
4.7.1	网络融合技术在物联网中的应用	148
4.7.2	物联网通信网关	149
	思考题	151
第 5 章	物联网信息安全技术	152
5.1	物联网的信息安全体系	152
5.1.1	感知层	153
5.1.2	网络层	153
5.1.3	应用层	154
5.2	物联网中信息传递的安全性	155
5.2.1	物联网中信息传递的安全问题	155
5.2.2	物联网中信息传递的安全策略	156
5.3	信息隐私权与保护	159
5.3.1	物联网中的隐私保护	159
5.3.2	物联网中隐私保护面临的威胁	160
5.3.3	物联网中隐私权的保护策略	161
5.4	物联网中数据计算的安全性	165
5.4.1	物联网数据计算的关键技术——云计算	165
5.4.2	物联网中云计算的安全问题	167
5.4.3	云计算安全关键技术	167
5.5	业务认证与加密技术	171
5.5.1	物联网的业务认证机制	171
5.5.2	物联网的加密机制	174
5.6	物理设备安全问题	176
5.6.1	RFID 装置	176
5.6.2	传感器网络的安全问题	178
5.6.3	其他物理设备	180
5.7	移动互联网安全漏洞与防范技术	181
5.7.1	移动互联网的基本概念	181
5.7.2	移动互联网面临的安全威胁	183
5.7.3	移动互联网的安全机制与保障体系	185
	思考题	186
第 6 章	物联网技术应用	187
6.1	概述	187
6.2	物联网技术在物流领域的应用	188

6.2.1	物流与物联网	188
6.2.2	RFID 技术在物流领域的应用	190
6.2.3	智能物流的建设	194
6.3	物联网技术在数字家庭领域的应用	199
6.3.1	数字家庭与物联网	199
6.3.2	数字家庭的应用与功能	200
6.3.3	数字家庭技术	203
6.3.4	物联网数字家庭系统结构	205
6.3.5	数字家庭应用案例	206
6.4	物联网技术在医疗领域的应用	211
6.4.1	智能医疗与物联网技术	211
6.4.2	物联网技术在医疗领域的应用案例	216
6.5	物联网技术在工业领域的应用	219
6.5.1	物联网工业应用案例	219
6.5.2	工业物联网支撑技术	227
6.5.3	工业物联网面临的技术问题	228
6.6	物联网技术在智能交通领域的应用	228
6.6.1	车联网系统	228
6.6.2	车联网的功能	229
6.6.3	车联网系统结构	229
6.6.4	车联网系统关键技术	230
6.7	物联网技术在零售商贸领域的应用	231
6.7.1	零售业物联网功能	231
6.7.2	零售业物联网应用案例	232
6.8	物联网应用有待解决的技术问题	234
6.8.1	物联网面临的技术问题	234
6.8.2	物联网面临的政策法规问题	235
6.8.3	物联网面临的商业问题	235
	思考题	235
	参考文献	236

第 1 章 概 论

1.1 物联网技术与定义

从计算机的诞生到互联网的大规模应用,经过半个多世纪的发展,信息技术给人们的工作和生活带来了巨大变化。这些变化给人们带来惊喜的同时,由于通信、控制和感知等技术的快速发展,信息技术突破传统的人-机交互领域,向物理世界扩展和延伸,在人与物、物与物之间构成信息传输和控制的平台,这就是被称为继计算机、互联网之后掀起信息化发展第三次高潮的物联网(the Internet of things, IOT)技术。

如果说计算机技术的出现和发展实现了人-机之间的直接对话,互联网技术的广泛应用满足了人-人之间的快速交流,那么物联网的出现将实现人-物交流、物-物交流的场景。每天清晨,公文包会提醒你不要忘记带上重要的文件;洗衣机会自动根据放入衣物的质地和颜色选择清洁剂的投放量和洗涤时间;家里的窗户会在大雨来临之际自动闭合;房间里的灯光会根据天气情况的变化调节亮度;手中的遥控器可以随时随地操控家中的电器,等等。物联网将人类社会与物理系统进行整合,通过控制中心对网络内的人员、计算机、设备和基础设施等进行实时控制和管理,提高资源利用率和生产力水平,改善人与自然的关系。

1.1.1 物联网的定义

物联网的概念最早出现在 1995 年,比尔·盖茨在《未来之路》中首次提到“物联网”的设想,只是受限于当时无线网络、硬件和传感设备的发展状况,这一设想并未引起重视。1998 年,美国麻省理工学院(MIT)提出被称为电子产品编码(electronic product code, EPC)的物联网构想,并在随后的 RFID(radio frequency identification)技术研究中,将 RFID 与互联网相结合提出 EPC 的解决方案,即在物品编码、RFID 技术和互联网的基础上,建立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的物联网。这是物联网最初的定义。

2003 年,美国的《技术评论》(Technical Review)杂志提出传感器网络技术将是未来改变人们生活的十大技术之首。2005 年,国际电信联盟在突尼斯召开的信息社会世界峰会上,发布了《ITU 互联网报告 2005:物联网》,正式提出物联网的概念。报告指出,无所不在的物联网通信时代即将来临,通过在各种各样的日常用品上嵌入一种短距离的移动收发器,人类将获得与传统通信交流方式不一样的沟通渠道,在任何时间、任何地点,人与人的沟通连接将扩展到人与物、物与物的沟通连接。世界上的所有物体,大到房屋建筑、道路桥梁,小到毛巾牙刷、杯盘碗筷,都可以通过互联主动交换它们的感觉和信息。在这种场景下,射频识别技术、传感器技术、纳米技术和智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。

图 1-1 所示为一个典型的物联网应用场景。

简单来说,物联网就是物物相连的互联网。一般认为,物联网的概念包括狭义和广义两种。狭义的物联网概念从物联网的实现技术出发,认为物联网是通过传感器、RFID 等传感技术和识别技术实现人与物、物与物信息交流的网络,无论是否接入互联网都属于物联网的范

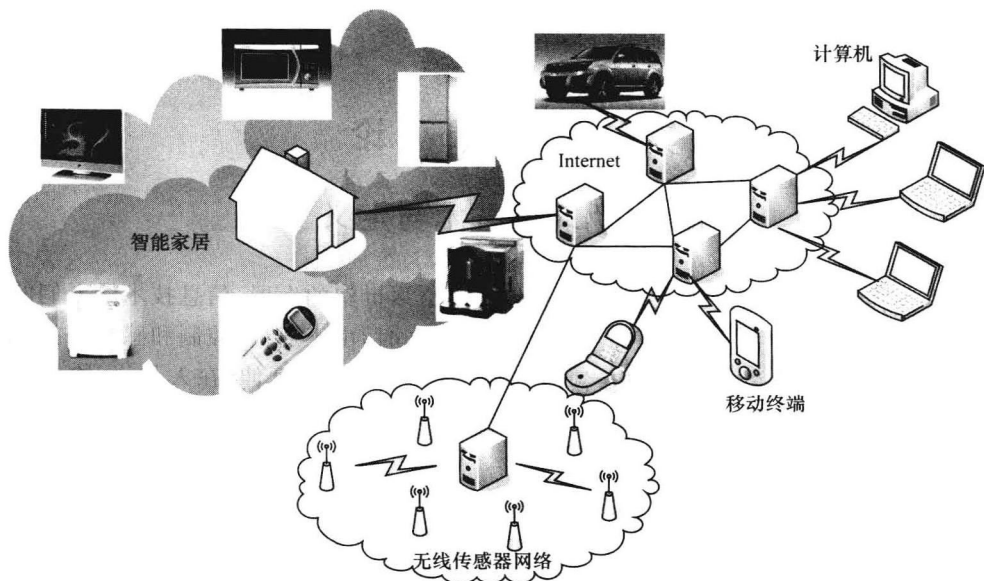


图 1-1 物联网中的物物相连

畴。广义来说,物联网是能够实现任何时间、任何地点、任何人与任何物之间进行信息交互的网络,这是对互联网未来技术的延展,也称为未来的互联网或泛在网络。

随着物联网技术的发展和对未来应用的展望,广义的物联网概念更多地被人们接受。目前,一种被广泛接受的物联网的定义为:物联网是指通过传感器、射频识别技术、红外感应器、激光扫描器和全球定位系统等信息传感设备,实时采集并获取物体的声、光、热、电、位置等信息,并利用各种方式将物体接入互联网中,在物体之间进行信息的交流和传送,以达到对物体的感知、定位、监控、管理等目的的一种网络。

物联网的核心思想是实现物-物连接,不仅要实现连接和操控,更要通过新技术的扩展改变传统网络的工作模式,赋予其新的含义,实现人-物交互、物-物交流。

1.1.2 物联网的概念解析

从物联网的定义可以看出,物联网仍以互联网为基础和核心,是在互联网的基础上通过延伸和扩展产生的一种网络,物联网的用户端由互联网中的人扩展为一般物品,可以在任何物品和物品之间进行信息交换。此外,物联网还是一种具有智能属性的网络,能够进行智能控制、自动监测和自动操作。

互联网的基本功能是在人与人之间建立沟通的途径,使人与人的交流更加便捷和顺畅,实现资源快速广泛的共享。物联网在互联网的接入方式和端系统上进行了延伸,利用射频识别技术和无线传感器网络技术使物品具有自我表达能力,进而构建一个物物相连的网络信息系统,实现人与物、物与物之间信息交流和资源共享。因此,物联网也可以看作是互联网在功能服务上的扩展。

欧盟委员会对物联网进行了如下描述,物联网是一个动态的全球网络基础设施,它具有基于标准和互操作通信协议的自组织能力,其中物理的和虚拟的“物”拥有身份标识、物理属性、虚拟特性和智能接口,并与互联网无缝连接。

IBM公司在“智慧地球”概念的基础上,对物联网的概念进行进一步的解读。智慧地球通过将感应器设备嵌入公路、桥梁、建筑、供水供电系统、输油输气管道等基础设施中,利用云计算方式和中心计算机群,整合物理世界的资源,实现网络内人员、机器、设备和基础设施的管理和控制,在此基础上,以更加准确和灵活的方式管理生产和生活,提高资源利用率,促进生产力提升,实现人与自然和谐发展。

因此,物联网技术的本质是将世界上的人、物、网与社会融合为一个整体,将人类社会的所有活动,包括经济活动、社会活动、生产活动和个人活动等融合到统一的物联网基础之上运行,构成一个动态的全球信息基础设施。

物联网的终端接入设备从互联网中的计算机和一般计算设备扩展到了各种基础设施和日常用品,使参与网络交互的实体更加丰富,网络发挥作用的范围更加广泛,互联网的服务更加普及和多样化。但是,并非任何物品都可以作为终端设备加入物联网当中,加入物联网的设备必须满足以下基本要求:

1) 具有感知能力

物联网中的“物”与一般物品的不同是具有自主表达能力,能够将它周围的情况及自身的感受明确地表达出来,并作为物联网处理和传递的信息。传感器技术是使物品具有感知能力的重要技术之一,嵌入物品中的各类传感设备是物品的重要感觉器官。通过传感器网络,物品及其周围的环境情况被实时采集,并利用无线网络将这些采集到的信息传递出去,实现物品的自主表达。因此,传感网往往被人们称为物联网。事实上,它是物联网的一种具体实现方式。随着传感器和无线传感器网络技术的发展,许多传感网已经在现实世界中得到了有效应用,并在多个领域内发挥重要作用。这些传感网的应用实例也正是物联网的早期应用。

RFID是一种重要的感知技术,它是一种非接触式的自动识别技术,通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据,识别工作无需人工干预,可工作于各种恶劣环境。RFID技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签,操作快捷方便。近年来,随着微型集成电路技术的进步,微型智能RFID标签技术得到快速发展。安装在物品上的RFID标签中存储物品的基本信息,当该物品进入磁场后,阅读器通过发射特定频率的无线电波传输能量给标签,驱动标签电路将内部的数据送出,此时阅读器便依序接收解读数据,并送至中央信息系统进行有关数据处理。RFID技术可以广泛应用于物流和供应链管理、生产制造和装配、航空行李处理、邮件和快运包裹处理、文档追踪、图书馆管理、动物身份标识、运动计时、门禁控制、电子门票、道路自动收费等领域,还可以根据客户的需求进行定制化的生产,以满足用户的各种需求。

除此之外,红外线识别、模式识别等也是物联网中的重要感知技术。

2) 具有通信能力

具有感知能力的物品不仅要有感觉和表达能力,还要能够把它的感觉告诉其他人或物品,这就需要物品具有一定的通信能力,能够把感知到的信息传递出去。无论物联网是构建在局域网还是互联网上,若要实现通信,参与通信的终端就必须具有收发数据的能力,即在物品上要有数据发送器和接收器。对于收发的数据,物品还必须能够暂时存储以保证信息处理的顺利进行,因此,这些物品上一定存在着某一形式的存储器。在与网络中其他终端进行通信的过程中,通信双方遵循统一的通信协议是通信工作的基础,无论物品采用传感器还是RFID标签作为其感觉器官,都需要遵循适合其工作的相应的通信协议。

3) 能够被识别

在网络通信中,通信双方必须在网络中具有唯一标识,以便通信过程中对发送方和接收方

的正确识别,确保数据的正确发送和接收。接入物联网中的物品是通信的参与者,这些物品必须具有可被识别的编码。在组建物联网系统时,需要给具有感知能力的物品进行标识认定。对于传感器,首先将传感器编号,然后将带有编号的传感器安装在指定位置上,成为传递传感信息的主体。如果物品采用 RFID 技术进行智能感知,那么物品的编号将和物品的基本信息一起写入 RFID 标签中进行存储,利用 RFID 阅读器可以读出物品的编号,进而确认物品的身份。当所有的物品都具有可被标识的编号之后,就能够通过无线网络或互联网随时掌握具有不同编号的传感器或 RFID 标签目前所处的位置,读取物品传递出来的信息,并将信息传送给中央处理设备。利用中央处理设备的计算能力和数据分析能力,可以明确接下来对物品的操作,将相应的控制信息发送回指定编号的传感器或 RFID 标签。

4) 可以被控制

物联网中的物品都具有智能性,除了利用各种感知技术使物品可以表达它们自身的情况和周围环境的相关信息外,它们还需要能够完成双向的信息交流,即除了发送传感信息和标签信息外,还能够作为通信的接收方接收由控制设备发送给它们的控制信息,并按照控制指令完成相应的操作。比如,一套安装了传感器的照明系统,在周期性地将当前环境的亮度信息发送给中央控制器的同时,中央控制器会根据实时的环境光线情况来向照明灯具发出控制信息,如果光线过暗,控制器会要求照明系统调高照明光线的亮度,如果光线过亮,控制器会发出要求照明系统降低光线亮度的控制信号。因此,照明系统必须能够接收控制器向其发出的控制信息,并依照控制命令的要求完成相应的操作。为了对控制信息进行识别并遵照信息执行动作,物联网中的物品需要嵌入基本的数据处理单元,并安装简单的操作系统和具有针对性功能的应用软件,通过硬件与软件的协同工作最终实现人-物交流或物-物交流。

物联网概念的出现彻底改变了人们的传统思维。过去人们总是将计算设施与实际设施分开对待,通常认为处理数据的是专门的 IT 设施,比如计算机和互联网,而基础设施,比如建筑物、道路、桥梁仅仅是没有感觉和思想的静态物体。而在物联网时代,这些冷冰冰的钢筋混凝土等基础设施将与处理芯片、特定网络整合为统一的基础设施。由此看来,这些统一的基础设施更像是一个地球工地,世界就在它上面运转,其中包括社会管理、经济管理、生产运行乃至个人生活。

1.1.3 物联网的早期应用

物联网的思想是在普适计算思想上发展而来的。普适计算的思想由 Weiser 在 1991 年提出,并从 20 世纪 90 年代后期开始被广泛关注。它描述了一种无处不在、以人为本的计算模式,计算真正为人的需求而存在和服务,在任何时候任何地方,人们都可以根据自己的需要通过合适的终端设备获取,无需刻意感知的计算资源。大部分物品上都装有被动式的识别标签,它们可以被自动识别和定位,利用大量安装在物品中的传感器,物品可以随时将它们的“感觉”传递出来。在此基础上又出现了泛在网络和智能感知等概念,尽管概念的具体内容不同,但它们的理念都是一致的。

在物联网世界中,物体通过感知技术获取自身及周围环境的信息,利用通信技术传递这些信息,并提供对其进行进一步控制和处理的建议方案,这使人和物体的关系从以往的由人单方面主动发出控制管理命令转变为人与物体通过互动交流来协作完成控制管理。这种由物体主动发出的交流信息可以帮助人们更好地了解物体的现状,有针对性地制定出合理的决策,高效地对其进行控制和管理。例如,在商品生产流通领域,用于识别商品身份的条形码技术已经成

熟,通过印制在商品上的条码,每件商品的身份都会被唯一识别,这在商品的仓储、零售、物流运输过程中发挥了重要的作用。随着物联网技术的发展和应用,在全球范围内对每件商品实施跟踪监控,从商品的生产、配送、仓储、销售等环节全程对其进行跟踪管理,能从根本上改变传统的商业运作模式,用最大化的效率实现商品零售、物流配送和定位跟踪管理。这种新的模式从根本上改变了供应链流程和管理手段,生产商根据分布在世界各地的商品销售网点获取商品的实时销售和使用情况,并根据这些信息及时调整其生产策略、生产量和供应量。根据物品历史信息的查询和分析,销售部门可以及时更新库存管理策略,制定新的销售计划和商品推广策略。而分布在世界各地的零售商根据每个商品上的身份标识可以清楚地了解商品由生产、包装到配送运输的完整历史过程,进而充分了解商品的基本属性及其品质。

尽管从物联网概念的诞生至今只有十几年的时间,但物联网的应用早已出现在我们身边,而且表现形式多种多样。

目前,拥有用户最多的移动终端设备是手机,随着 GSM、GPRS 和 3G 技术的相继开发和应用,由大量手机构成的物联网成为最早也是目前最大的物联网应用。手机及其内置的摄像头、听筒、麦克风构成了物联网的传感器和反应控制器。手机网络服务得到了快速发展,而且越来越多的人使用手机访问互联网。如此庞大的用户群构成了今天最简单也是最庞大的物联网。

RFID 技术是物联网中实现物品对信息采集处理的重要技术之一,利用 RFID 技术建立的物联网也早已出现在了我们的生活中。中国的第二代居民身份证项目被称为全球最大的电子身份证项目,身份证中嵌入的 IC 卡芯片就是典型的 RFID 技术的应用。每个居民的个人信都写入内嵌的芯片,通过射频仪和阅读器的合作实现对居民身份的识别。此外,RFID 技术还被大量应用到各种 IC 卡的制作上。比如公共汽车上使用的公交卡,在公司中具有考勤和门禁功能的员工卡,还有各种社保卡、医疗卡、就餐卡等。这些卡片的工作都是通过芯片发出无线射频信号,由阅读器对其进行感应识别来完成的。

图 1-2 所示是一个典型的考勤卡应用示意图。

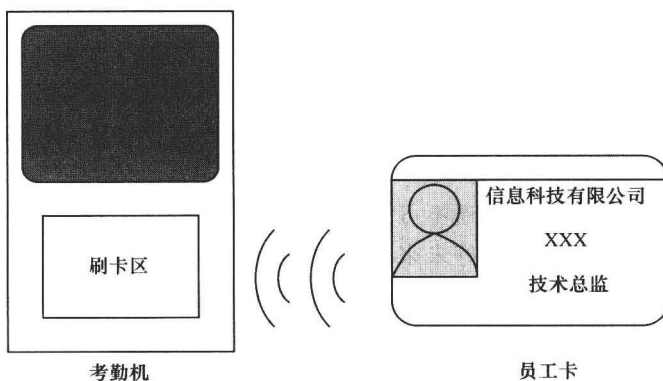


图 1-2 考勤卡应用

除了 RFID 技术,模式识别技术和二维码技术也是构成简单物联网的主要技术。模式识别的一个典型应用实例是指纹识别。很多品牌的笔记本电脑都带有指纹识别功能,通过指纹完成进入系统的身份验证,最大限度保证了计算机内资料的安全性。二维码又称 QR(quick response)码,采用按一定规律在平面(二维方向上)分布的某种特定的几何图形构成的黑白相

间的图形记录数据符号信息,在代码编制上利用构成计算机内部逻辑基础的“0”、“1”比特流的概念,使用若干个与二进制相对应的几何形体表示文字数值信息,通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息自动处理。由于二维码能够在横向和纵向两个方位同时表达信息,因此能在很小的面积内表达大量信息。目前,很多印刷品上都印有 QR 码,比如火车票、飞机票等,通过摄像头和模式识别软件,可以方便地识别车票持有人的信息。如果在物流快递的物品上标有 QR 码,在整个物流过程中都可以通过对 QR 码的识别,将物品信息通过网络在公司的中心数据库中进行查询,以完成对其全程管理。

1.1.4 物联网认识的误区

物联网概念是从对物联网功能的需求和实际应用中总结得来的,在物联网技术发展的过程中,物联网的概念也在不断地丰富和完善,不断融入人们对物联网技术新的理解和认识。目前,关于物联网的认识还存在着一些误区,主要有以下几个方面:

误区之一 传感网或 RFID 网等同于物联网。无论是传感技术还是射频识别技术,它们都是构建物联网过程中物品感知技术的具体实现手段。除了传感技术和射频识别技术之外,红外线技术、模式识别技术、激光扫描技术、GPS 技术等都可以作为信息采集技术应用到物联网中。因此,传感网或 RFID 网只是物联网的一种典型应用,并不是物联网的全部,不能把传感网或 RFID 网简单地等同于物联网。

误区之二 将物联网认为是互联网在地域上的无限延伸。物联网是在互联网基础上建立起来的,但并不是对互联网无边无际的扩展。在物联网中,并非所有物品都能在互联网的公共平台上实现全部互连和全部共享。在互联网中,有广域网和局域网之分,有公用网和专用网并存,并不仅仅是通常认为的覆盖全球的资源共享的计算机网络。物联网对互联网的延伸主要是将互联网的面向对象由人延伸到物,将互联网的功能由在人-人之间传递信息延伸到在人-物之间、物-物之间实现信息的交流。在覆盖范围方面,物联网也和互联网一样具有广域覆盖和局域覆盖之分。物联网主要是针对具体场景下的应用组建的,只需要根据应用的需求将同一应用和同一场景下相关的物品组织起来。对于那些不需要连接到全球互联网共享平台上的应用来说,其组建的物联网就是在有限范围内构成的局部网络,物品之间在该局部网络范围内实现互连。事实上,大多数物联网的应用都不是构建在全球互联网共享平台上的,像智慧物流、智能交通、智能电网等物联网的具体应用都是组建在专用网络中,而智能家庭、智能小区、智能办公等是构建在局域网之上的。

误区之三 认为物联网的实现遥不可及。物联网的目标是实现一种无处不在、物物相连的网络,因此,有人认为这只是对美好未来的幻想,在技术上很难实现。实际上很多物联网的典型应用已经在生活中发挥了重要作用,只是人们没有刻意用物联网的概念去描述它们。物联网的很多理念就是从实际应用中获得灵感并加以升华的,对早已存在的具有物物互连的网络化、智能化、自动化系统进行概括和提升。物联网技术是对现有信息技术进行整合并加以创新的。

误区之四 把所有可以互动、通信的产品互连都当作物联网的应用。近几年来,各国纷纷加快物联网技术研究的步伐,围绕物联网衍生出很多新兴的研究领域和产业。为了迎合物联网的热度,有些人将一些简单的仅能实现通信的设备都归纳为物联网的应用范畴,比如,一些仅嵌入了传感器的家电就号称为物联网家电,产品贴上 RFID 标签就是物联网的应用等。

从根本上了解物联网技术产生的动因、相关技术的实现方式及物联网技术的应用载体,正确认识物联网,将有助于人们对物联网技术发展和应用的理解。

1.2 物联网与互联网

互联网作为一个信息产业发展中的重要标志,人们总是将物联网与之相提并论。物联网的建立是否需要互联网作基础?物联网与互联网提供的网络服务存在什么样的差异?物联网最终是否能取代互联网?这些问题最终归结为互联网与物联网是怎样的关系问题。从目前互联网的发展现状来看,在互联网发展的前30年中,其主要功能是把通信和信息网络化,使人们可以通过关键字的检索获取遍布全球的资源。而在信息化之后,无论是信息的来源还是信息的获取者,其挑战都是如何能将网络中的信息最大化。如果可以通过网络将物理世界中的一切事物都接入网,把温度、湿度、位置等物理世界中的因素进行存储并通过网络传递,最终完成信息的融合和计算,以对物理世界中的相关事物进行了解和控制,那么这样的网络就是物联网。

1.2.1 互联网是物联网的实现基础

40多年前,互联网的前身ARPAnet在美国出现并投入使用,成为现代计算机网络诞生的标志。ARPAnet首先应用于军事领域,目的是为军事研究和战争服务。它的主要构建思想是网络必须经受得住故障的考验而维持正常工作,一旦发生战争,当网络的某一部分因遭受攻击而失去工作能力时,网络的其他部分应能维持正常的通信工作。除此之外,在ARPAnet开发的过程中,TCP/IP协议簇随之研发出来,并最终得到实现。作为Internet的早期骨干网,ARPAnet的出现和应用奠定了Internet存在和发展的基础,较好地解决了异种机网络互联等一系列理论和技术问题。

随后ARPAnet分解为民用的ARPAnet和军用的MILnet两部分,同时,局域网和广域网的产生和蓬勃发展对互联网的进一步发展起到重要作用。其中,最引人注目的是美国国家自然科学基金会NSF(National Science Foundation)建立的NSFnet。它在全美国建立了按地区划分的计算机广域网,并将这些地区网络和超级计算机中心互联起来。NSFnet于1990年6月取代了ARPAnet而成为Internet的主干网。

早期的互联网用户都是各研究机构、科研院所的研究人员和一些特殊领域的专业人员,互联网工作的领域非常有限,其所发挥的作用也仅局限在一些科研领域和一些专门的行业内部,互联网技术对于大多数普通民众来说还是一种高深莫测的技术。但是,随着万维网(world wide web, WWW)技术的出现和浏览器的问世,互联网从只被少部分人操作利用的专业技术转型为可以被大多数普通人使用、进而改变人们生活方式的一种新技术。随着互联网技术应用的普及,人们很快发现在这个陌生世界中存在实时通信、信息共享、远程服务等方面的潜力,于是商业机构纷纷进入,世界各地的企业也开始寻求在互联网中的发展空间。

互联网技术的应用缩短了时空距离,大大加快了信息的传递速度,使社会的各种资源得以共享;同时,在互联网的应用中创造出更多的机会,可以有效地提高传统产业的生产效率,有力地拉动消费需求,促进经济增长,推动生产力的进步。另外,互联网还为各个层次的文化交流提供了良好平台。今天,互联网已经成为人们生活中不可或缺的一部分,受其影响,人们的工作、学习、娱乐、消费等很多传统的生活模式都发生了根本性变化,而这些变化使人们的生活在信息化的世界里越来越高效,越来越便捷。互联网给世界带来了非同