



普通高校“十二五”规划教材

- 全面介绍基本概念理论
- 国内外各行业应用案例
- 提供多种配套教学资源

物联网技术

彭 力 编著

WULIANWAN JISHU GAILUN

概论（第2版）



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材

物联网技术概论

(第2版)

彭 力 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书全面介绍了物联网的基本理论、技术基础以及物联网在众多生产与生活领域中的应用。

本书内容全面,兼顾理论与实际,既全面介绍了物联网领域的基础知识,又广泛吸收了各国最新的发展成果。每一章均配有习题,既方便教师教学,又让学习者全面、实际地学到解决各类实际问题的思路与方法。

本书可作为高等院校物联网专业和通信类、计算机类、工程类、管理类及经济类等专业的“物联网技术概论”课程的教材。由于本书收集了国内外大量应用案例与成功经验,故对相关企事业单位、政府机构等从事物联网开发、应用研究与产业管理的人员也有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术概论 / 彭力编著. — 2 版. — 北京:

北京航空航天大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5124-1838-7

I. ①物… II. ①彭… 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(2015)第 168940 号

版权所有,侵权必究。

物联网技术概论

(第 2 版)

彭 力 编著

责任编辑 蔡 喆 赵钟萍

*

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:13.75 字数:352 千字

2015 年 8 月第 2 版 2015 年 8 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1838-7 定价:29.00 元

第2版前言

当前,物联网技术随着网络技术、无线通信、嵌入式、单片机、集成电路、传感器技术、自动化技术等前沿技术的快速发展,已经成为新经济模式的引擎,有可能带动多个传统行业进入一个崭新的时代。它所涉及的技术领域非常广阔,如农业、工业、商业、建筑、汽车、环保、交通运输、自动化、机械设计、医学、安防、物流、海运、渔业等,将成为国家经济发展的重大战略需求。

物联网技术的本质是网络通信技术,核心是无线技术。高度集成的控制器是它的大脑,各种传感器是它的触角,它使得物体间形成更加广泛的互联,随时随地提供智能服务,实现更大规模的网络覆盖和系统集成。由此,物联网的基础应该包括如下五大模块内容:

第一,无线通信技术,包括信号与噪声、数字通信、调制解调、短距离无线通信、无线 SoC 等;第二,传感器技术,包括常用温湿度、压力、振动、光敏等传感器选型,传感器与网络节点接口等;第三,网络技术,包括基础网络(如简单网络、无线网络低功耗技术、网络拓扑和算法等),无线网络技术(如 ZigBee 传感器网络、高频和超高频射频识别、网络加密与安全、无线定位等),以及物联网网络层技术(如嵌入式 WiFi、嵌入式蓝牙网络、蜂窝网络、GPRS/3G 远程网络、多网络路由和融合等);第四,智能与信息处理技术,包括智能技术、数据库技术、信息提取、分析、加工、融合等;第五,应用层技术,包括物联网应用工程设计方法和如何使用前面学习的基本技术来自己构架一个典型的物联网应用项目,亦即集成技术。

全书围绕 20 多个核心知识点,分为 10 章展开教学和物联网技术学习之旅。第 1 章概要介绍物联网的相关知识点,第 2~9 章分别介绍物联网的各项关键技术,第 10 章结合上述技术介绍其应用。本书使用通俗易懂的语言,讲解每个物联网技术知识点的原理,理论和具体实物相结合,由浅入深、层层深入,从相关物联网技术的原理和知识,深入到相关技术领域,为读者进行学习和研究打下坚实的基础。本书特点是理论联系实际,针对目前物联网在全球蓬勃发展的势态,特别遴选了一

批在重点生产与生活领域中的应用案例进行详细的分析与介绍,以期“授人以渔”,使学习者能举一反三、拓展思维、开阔视野。

本书可作为物联网技术专业普通高校、高职教材和工程师物联网培训教材,由江南大学物联网工程学院的彭力教授编著,江南大学的谢林柏教授、吴治海副教授、闻继伟副教授、李稳高级工程师、冯伟工程师以及研究生温黎茗、秦毅、徐红、高宁、陈容、戴菲菲、马晓贤、张佳宇等参加了编写工作。在此向他们表示感谢,同时感谢北京航空航天大学出版社理工图书分社各位编辑的辛勤工作。

由于时间仓促,本次修订后如仍有不妥之处,请读者原谅,并提出宝贵意见。

编 者

2015 年春于无锡

本书为任课教师免费提供配套教学资源,包括教学大纲、教案、课件等。如申请索取或有与本书相关的其他问题,请联系理工图书分社,电子邮箱 goodtextbook@126.com,联系电话 010-82317036。

目 录

第 1 章 物联网概述	1
1.1 物联网的定义与发展	1
1.1.1 物联网的定义	1
1.1.2 物联网的发展及挑战	2
1.2 物联网的体系构成	3
1.3 物联网与传感网、互联网、泛在网的区别与联系	3
1.4 物联网的特征	4
1.5 物联网的关键技术	5
1.6 各国物联网发展战略或进展	7
1.7 未来展望——人类将进入物联网时代	9
思考题	10
第 2 章 RFID 技术	11
2.1 RFID 技术概述	11
2.1.1 自动识别技术	11
2.1.2 RFID 技术的组成与特点	15
2.1.3 RFID 技术的发展	16
2.2 RFID 系统工作的物理学原理	17
2.2.1 相关的电磁场基本原理	17
2.2.2 数据传输原理	18
2.3 RFID 系统的分类	19
2.4 RFID 技术的原理	22
2.4.1 工作原理	22
2.4.2 标签原理	23
2.4.3 读写器原理	25
2.5 RFID 标准	27
2.5.1 RFID 标准体系	27
2.5.2 RFID 技术标准	29
2.5.3 中国 RFID 标准	30
2.6 RFID 的安全问题	31
2.6.1 RFID 技术存在的安全隐患	31
2.6.2 RFID 安全问题解决方案	31
思考题	32

第3章 无线通信系统	33
3.1 无线通信系统结构	33
3.2 调制与解调技术	35
3.3 数据传输方式	35
3.4 数据通信技术指标	36
3.4.1 工作速率——衡量数据通信系统通信能力	36
3.4.2 有效性指标——频带利用率	36
3.4.3 可靠性指标——传输的差错率	36
3.5 无线通信系统的多路访问技术	37
3.5.1 频分多址(FDMA)访问技术	37
3.5.2 时分多址(TDMA)访问技术	37
3.5.3 载波侦听(CSMA)访问技术	38
3.5.4 跳频通信(FHSS)访问技术	39
思考题	39
第4章 无线单片机技术	40
4.1 无线单片机概述	40
4.2 无线单片机的结构	42
4.3 无线单片机的介绍	44
4.3.1 CC2430 简介	44
4.3.2 CC2530 简介	46
4.3.3 CC2430 与 CC2530 比较	47
4.3.4 IAR 简介	48
4.4 嵌入式智能传感器概述	49
4.4.1 嵌入式智能传感器基础	50
4.4.2 嵌入式智能传感器一般结构	50
4.5 嵌入式系统	51
思考题	53
第5章 传感器技术	54
5.1 传感器的基本知识	54
5.1.1 传感器的概念	54
5.1.2 传感器的物理定律	55
5.1.3 传感器的分类	55
5.1.4 现代传感器应用	56
5.2 常见传感器	58
5.2.1 温度传感器及热敏元件	58
5.2.2 光传感器及光敏元件	60

5.2.3 气敏传感器及气敏元件	62
5.2.4 力敏传感器及力敏元件	63
5.2.5 磁敏传感器及磁敏元件	63
5.3 MEMS 传感器	64
5.4 传感器和微控制器接口	66
5.4.1 标准接口	67
5.4.2 串行接口	69
5.4.3 SPI 接口	70
5.4.4 I ² C 接口	71
5.4.5 I ² C、SPI、RS-232 的区别	73
思考题	74
第 6 章 无线传感器网络技术	75
6.1 概 述	75
6.2 无线传感器网络的体系结构	75
6.2.1 无线传感器网络结构	76
6.2.2 无线传感器网络的特征	77
6.2.3 无线传感器网络应用领域	78
6.3 无线传感网络协议栈	78
6.3.1 协议栈整体结构	78
6.3.2 无线传感器网络 MAC 协议	80
6.3.3 无线传感器网络的路由协议	87
6.4 无线传感网络的支撑技术	90
6.4.1 定位技术	90
6.4.2 时间同步	90
6.4.3 安全技术	91
6.4.4 数据融合	91
6.5 无线传感器网络的应用	92
思考题	94
第 7 章 短距离无线通信技术	95
7.1 短距离无线通信技术概述	95
7.2 RFID 技术	96
7.3 ZigBee 技术	96
7.3.1 概 述	96
7.3.2 ZigBee 物理层	98
7.3.3 ZigBee 数据链路层	99
7.3.4 ZigBee 网络层	100
7.3.5 ZigBee 应用层	103

7.3.6 ZigBee 技术的特点	104
7.4 蓝牙技术	105
7.4.1 基本原理	105
7.4.2 蓝牙网络基本结构	106
7.4.3 蓝牙的协议栈	107
7.4.4 蓝牙的特点	108
7.4.5 蓝牙技术的应用	109
7.5 Wi-Fi 技术	110
7.5.1 概念	110
7.5.2 Wi-Fi 网络结构和原理	111
7.5.3 Wi-Fi 技术的特点	113
7.5.4 Wi-Fi 技术的应用	114
7.6 超宽带(UWB)技术	115
7.6.1 概念	115
7.6.2 UWB 无线通信系统的关键技术	115
7.6.3 UWB 技术的特点	118
7.6.4 UWB 技术的应用	118
思考题	119
第 8 章 远程通信技术	120
8.1 通信与远程通信概述	120
8.2 远程信号的传输	121
8.3 常见多路复用技术	123
8.3.1 基带和宽带技术	124
8.3.2 波分多路复用与分布频谱	124
8.3.3 时分多路复用	124
8.4 现代远程通信系统	125
8.4.1 码分多址(CDMA)蜂窝移动通信系统	125
8.4.2 3G 无线远程通信	129
8.4.3 卫星通信系统	130
思考题	140
第 9 章 智能信息处理技术	141
9.1 机器学习	141
9.1.1 机器学习概念	141
9.1.2 机器学习的基本结构	142
9.1.3 机器学习的主要策略	143
9.2 模式识别	146
9.2.1 模式识别的基本概念	146

9.2.2 模式识别的主要方法	148
9.3 信息融合	151
9.3.1 信息融合概述	151
9.3.2 信息融合结构与级别	152
9.3.3 信息融合的原理和方法	154
9.3.4 信息融合主要研究方法	155
9.4 数据挖掘	156
9.4.1 数据挖掘技术的产生及定义	156
9.4.2 数据挖掘的功能	157
9.4.3 常用的数据挖掘方法	159
9.4.4 数据挖掘工具	163
9.5 云计算	164
9.5.1 云计算的概述	164
9.5.2 云计算的数据存储	165
9.5.3 云计算的数据管理	166
9.5.4 云计算的编程模型	167
思考题	168
第 10 章 物联网技术的应用	169
10.1 物联网技术在通信网络中的应用	170
10.2 物联网技术在智能交通中的应用	171
10.3 物联网技术在智能家居中的应用	172
10.4 物联网技术在超市购物中的应用	175
10.5 物联网技术在农林业中的应用	178
10.6 物联网技术在医疗中的应用	183
10.7 物联网技术在物流中的应用	186
10.8 物联网技术在手机技术中的应用	196
10.9 物联网技术在工业生产中的应用	200
10.10 物联网技术在环境监控中的应用	204
思考题	206
参 考 文 献	207

第 1 章 物联网概述

从 2009 年起,“物联网”这个词频繁见诸报端。“当司机出现操作失误时汽车会自动报警;公文包会提醒主人忘带了什么东西;衣服会告诉洗衣机对洗涤时间和水温的要求”——国际电信联盟用这样的语句描绘物联网时代的图景。

1.1 物联网的定义与发展

物联网的概念原型曾出现比尔盖茨 1995 年《未来之路》一书,比尔盖茨在此书提及了物联网的概念,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。随着技术不断进步,国际电信联盟(International Telecommunications Union,ITU)于 2005 年正式提出物联网概念,2009 年美国总统奥巴马就职演讲中对 IBM 提出的“智慧地球”给予积极响应后,物联网再次引起广泛关注。

1.1.1 物联网的定义

物联网(Internet of Things,IOT)指的是将各种信息传感设备,如射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等与互联网结合起来而形成的一个巨大网络;其目的是让所有的物品都与该网络连接在一起,系统可自动、实时地对物体进行识别、定位、追踪、监控并触发相应事件。物联网是继计算机、互联网与移动通信网络之后的世界信息产业第三次浪潮。物联网概念的问世,打破了之前的传统思维。过去人们一直将物理基础设施和 IT 基础设施分开:一方面是机场、公路、建筑物,而另一方面是数据中心、个人电脑、宽带网络。而在物联网时代,钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施,在此意义上,基础设施更像是一块新的“地球工地”,世界就在它上面运转,其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。

物联网的概念简单地说就是:把所有物品通过射频识别等信息传感设备,通过某种协议与互联网连接起来,实现对物体的智能化识别和管理。也就是说,物联网是指借助各类传感器和现有的互联网相互衔接的新技术。

2005 年国际电信联盟发布了《ITU 互联网报告 2005:物联网》,报告指出,“我们现在站在一个新的通信时代的入口处,在这个时代因特网将会发生根本性的变化。因特网是人们之间通信的一种前所未有的手段,现在因特网又能把人与所有的物体连接起来,还能把物体与物体连接起来”。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轮胎到牙刷、从房屋到纸张都可以通过因特网主动进行信息交换。国际电联报告提出物联网主要有四个关键性的应用技术:标签事物的 RFID,感知事物的传感网络技术,思考事物的智能技术,微缩事物的纳米技术。

1.1.2 物联网的发展及挑战

1. 物联网的发展

2008年3月在苏黎世举行了全球首个国际物联网会议“物联网2008”,探讨了物联网的新理念、新技术以及如何将物联网推进发展到下个阶段。奥巴马就任美国总统后,与美国工商业领袖举行了一次圆桌会议。作为仅有的两名代表之一,IBM首席执行官彭明盛提出“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,阐明其短期和长期效益。奥巴马对此给予了积极的回应:“经济刺激资金将会投入到宽带网络等新兴技术中去。毫无疑问,这就是美国在21世纪保持和夺回竞争优势的方式。”此概念一经提出,即得到美国各界的高度关注,甚至有分析认为,IBM公司的这一构想极有可能上升至美国的国家战略,并在世界范围内引起轰动。

2009年8月7日温家宝总理到无锡微纳传感网工程技术研发中心视察并发表了重要讲话。8月24日,中国移动总裁王建宙赴中国台湾考察时首次发表公开演讲,提出了中国的物联网理念。王建宙指出,通过装置在各类物体上的电子标签(RFID)、传感器、二维码等经过接口与无线网络相连,从而给物体赋予智能,可以实现人与物体的沟通和对话,也可以实现物体与物体互相间的沟通和对话。这种将物体联接起来的网络被称为物联网。王建宙同时指出,要真正建立一个有效的物联网,有两个重要因素:一是规模性,只有具备了规模,才能使物品的智能发挥作用;二是流动性,物品通常都不是静止的,而是处于运动的状态,必须保持物品在运动状态,甚至高速运动状态下都能随时实现对话。

2. 物联网面临的主要问题

物联网的发展潜力和市场巨大,但是构建物联网需要解决一系列问题,主要是核心技术、标准规范、产品研发、安全保护等技术方面问题,以及产业规划、体制机制、协调合作、推广应用等管理方面的问题。

1) 核心技术有待突破。目前我国处于物联网关键技术研发和规模化应用的初始阶段,关键在于尽快突破核心技术,抢占技术“制高点”。其中,传感器核心芯片和传感器网接入因特网的技术瓶颈,将是今后几年技术攻关的重点。

2) 标准规范有待制定。制定一种能被世界各国认可的统一的物联网国际标准,难度很大。目前我国正处于研究制定物联网标准框架阶段,需要科学严谨地制定标准化体系、产业链体系、研发与应用项目规范等。

3) 信息安全有待解决。物联网中的物与物、物与人之间互联,使用大量的信息采集和交换设备,信息安全和保护隐私成为亟待解决的问题。

4) 统一协议有待制定。在物联网核心层面是基于TCP/IP协议;但是在接入层面,协议种类很多,如GPRS、短信、传感器、TD SCDMA等,还需要一个统一的协议基础。

5) IP地址有待扩充。物联网中的每个物体都需要一个唯一的IP地址,这需要IPv6来支撑。由IPv4向IPv6转型,以及妥善处理与IPv4的兼容性问题,将经历一个漫长的过程。

1.2 物联网的体系构成

根据国际电信联盟的建议,物联网的应用自底向上可分为以下层次。

(1) 感知

该层的主要功能是通过各种类型的传感器对物质属性、环境状态、行为态势等静态/动态的信息进行大规模、分布式的信息获取与状态辨识。针对具体感知任务,常采用协同处理的方式对多种类、多角度、多尺度的信息进行在线计算与控制,并通过接入设备将获取的信息与网络中的其他单元进行资源共享与交互。

(2) 接入

该层的主要功能是通过现有的移动通信网(如 GSM 网、TD-SCDMA 网)、无线接入网(如 WiMAX)、无线局域网(如 Wi-Fi)、卫星网等基础设施,将来自感知层的信息传送到互联网中。

(3) 互联网

该层的主要功能是以 IPv6/IPv4 及后 IP(Post-IP)为核心建立互联网平台,将网络内的信息资源整合成一个可以互联互通的大型智能网络,为上层服务管理和大规模行业应用建立起一个高效、可靠、可信的基础设施平台。

(4) 服务管理

该层的主要功能是通过具有超级计算能力的中心计算机群,对网络内的海量信息进行实时管理和控制,并为上层应用提供良好的用户接口。

(5) 应用

该层的主要功能是集成系统底层,构建起面向各类行业的实际应用体系,如生态环境与自然灾害监测、智能交通、文物保护与文化传播、远程医疗与健康监护等。

基于目前物联网的发展现状,特别是针对传感器网络的技术复杂性和非成熟性,必须深入开展传感网的核心技术研究。未来将进一步推进芯片设计、传感器、射频识别等技术的发展,在此基础上逐步开展感知层的网络(核心为传感器网络)与后 IP 网络的整合,扩展服务管理层的信息资源,探索商业模式,并以若干个典型示范应用为基础,推进物联网在各个行业的应用。同时,在各个层面开展相关标准的制定。

1.3 物联网与传感网、互联网、泛在网的区别与联系

物联网与传感网、互联网和泛在网有着显著的区别,同时也存在着密切的联系。

1) 从广义上说,物联网与传感网构成要素基本相同,是对同一事物的不同表述,其中物联网比传感网更贴近“物”的本质属性,强调信息技术、设备为“物”提供更高层次的应用服务,而传感网(传感器网)是从技术和设备角度进行的客观描述,设备、技术的元素比较明显。

2) 从狭义上说,传感网特别是传感器网可以看成是“传感模块+组网模块”共同构成的一个网络,它仅仅强调感知信号,而不注重对物体的标识和指示。物联网则强调人感知物、强调标识物的手段,即除传感器外,还有射频识别(RFID)装备、二维码、一维码等。因此,物联网应该包括传感网,但传感网只是物联网的一部分。也有人简单地将传感网当作物联网,但从本质

上来说传感网不能代替物联网,因为物联网包含了传感网所有属性,且指向上更加明确贴切。

3) 物联网是基于互联网的一种高级网络形态,它们之间最明显的不同点,是物联网的联接主体从人向“物”的延伸,网络社会形态从虚拟向现实的拓展,信息采集与处理从人工为主向智能化为主的转化,可以说物联网是互联网发展创新的伟大成果,是互联网虚拟社会联接现实社会的伟大变革,是实现泛在网目标的伟大实践。

4) 物联网+互联网 $\approx$ 泛在网。所谓泛在网就是运用无所不在的智能网络、最先进的计算技术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,实现在任何时间、任何地点,任何人、任何物都能顺畅地通信。从泛在的内涵来看,首先关注的是人与周边的和谐交互,各种感知设备与无线网络不过是手段。最终的泛在网形态上,既有互联网的部分,也有物联网的部分,同时还有一部分属于智能系统范畴。由于涵盖了物与人的关系,因此泛在网似乎更大一些。人与物、物与物之间的通信被认为是泛在网的突出特点,无线、宽带、互联网技术的迅猛发展使得泛在网应用不断深化。多种网络、接入、应用技术的集成,将实现商品生产、传送、交换、消费过程的信息无缝链接。泛在计算系统是一个全功能的数字化、网络化、智能化的自动化系统,系统的设备与设备之间实现全自动的数据处理和信息处理,以及全自动的信息交换;人与物的联网、人与人的联网、物与物的联网,可以实现人与物的信息的完全的、系统化的、智能化的整合,应用范围十分广泛。由此可以看出,泛在网包含了物联网、传感网、互联网的所有属性,而物联网则是泛在网实现目标之一,是泛在网发展过程中的先行者和制高点。

1.4 物联网的特征

物联网就是通过各种感知设备和互联网,连接物体与物体的,实现物体间全自动、智能化地信息采集、传输与处理,并可随时随地和科学管理的一种网络。网络化、物联化、互联化、自动化、感知化、智能化是物联网的基本特征。

(1) 网络化

网络化是物联网的基础。无论是 M2M(机器到机器)、专网,还是无线、有线传输信息,感知物体,都必须形成网络状态;不管是什么形态的网络,最终都必须与互联网相联接,这样才能形成真正意义上的物联网(泛在性的)。目前,从网络形态来看,多数是专网、局域网,只能算是物联网的雏形。

(2) 物联化

人物相联、物物相联是物联网的基本要求之一。计算机和计算机连接成互联网,可以完成人与人之间的交流。而物联网,就是在物体上安装传感器、植入微型感应芯片,然后借助无线或有线网络,让人们和物体“对话”,让物体和物体之间进行“交流”。可以说,互联网完成了人与人的远程交流,而物联网则完成人与物、物与物的即时交流,进而实现由虚拟网络世界向现实世界的转变。

(3) 互联化

物联网集成了多种网络、接入技术、应用技术,是实现人与自然界、人与物、物与物进行交流的平台,因此,在一定的协议关系下,实行多种网络融合,分布式与协同式并存,是物联网的显著特征。与互联网相比,物联网具有很强的开放性,具备随时接纳新器件、提供新的服务的能力,即自组织、自适应能力。这既是物联网技术实现的关键,也是其吸引人的魅力所在。

(4) 自动化

自动化可实现:通过数字传感设备自动采集数据;根据事先设定的运算逻辑,利用软件自动处理采集到的信息,一般不需人为的干预;按照设定的逻辑条件,如时间、地点、压力、温度、湿度、光照等,可以在系统的各个设备之间,自动地进行数据交换或通信;自动地按指令执行对物体的监控和管理。

(5) 感知化

物联网离不开传感设备。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,就像视觉、听觉和嗅觉器官对于人的重要性一样,它们是物联网不可或缺的关键元器件。有了它们才可以实现近(远)距离、无接触、自动化感应和数据读出、数据发送等。之所以物联网也称传感网,就是因为传感设备在网络中的关键作用感知化而得名。

(6) 智能化

智能是指个体对客观事物进行合理分析、判断及有目的地行动和有效地处理周围环境事宜的综合能力。物联网的产生是微处理技术、传感器技术、计算机网络技术、无线通信技术不断发展融合的结果,从其自动化、感知化要求来看,它已能代表人、代替人对客观事物进行合理分析、判断及有目的地行动和有效地处理周围环境事宜,智能化是其综合能力的表现。

1.5 物联网的关键技术

2005年,国际电联发表了一份题为《物联网》的报告,其第一作者劳拉·斯里瓦斯塔瓦说:“我们现在站在一个新的通信时代的入口处,在这个时代中,我们所知道的因特网将会发生根本性的变化。因特网是人们之间通信的一种前所未有的手段,现在因特网又能把人与所有的物体连接起来,还能把物体与物体连接起来。”国际电联报告提出物联网主要有4个关键性的应用技术:标签事物的RFID,感知事物的传感网络技术 Sensor technologies,思考事物的智能技术 Smart technologies,微缩事物的纳米技术 Nanotechnology-RFID。

1. 物联网包含的关键技术之——RFID

RFID射频识别是一种非接触式的自动识别技术,它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据,识别过程无须人工干预,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。RFID技术与互联网、通信等技术相结合,可实现全球范围内物体跟踪与信息共享。

RFID电子标签是一种把天线和IC封装到塑料基片上的新型无源电子卡片,具有数据存储量大、无线无源、小巧轻便、使用寿命长、防水、防磁和安全防伪等特点,是近几年发展起来的新型产品,也是未来几年代替条形码的关键技术之一。阅读器(即PCE机)和电子标签(即PICC卡)之间通过电磁场感应进行能量、时序和数据的无线传输。在PCD机天线的可识别范围内,可能会同时出现多张PICC卡。如何准确识别每张卡,是A型PICC卡的防碰撞(即anticollision,也叫防冲突)技术要解决的关键问题。

RFID的技术标准由ISO和IEC制定,主要有ISO/IEC10536、ISO/IEC 14443、ISO/IEC 15693和ISO/IEC18000。应用最多的是ISO,IEC 14443和ISO/IEC15693,这两个标准都由

物理特性、射频功率和信号接口、初始化和反碰撞及传输协议 4 部分组成。

RFID 基本上是由 3 部分组成:

- 标签(Tag):由耦合元件及芯片组成,每个标签具有唯一的电子编码,附着在物体上标识目标对象;
- 阅读器(Reader):读取(有时还可以写入)标签信息的设备,可设计为手持式或固定式;
- 天线(Antenna):在标签和读取器间传递射频信号。

ID 的技术难点可以概括为 RFID 反碰撞防冲突问题、RFID 天线研究、工作频率的选择和安全与隐私问题。

2. 传感器网络与检测技术

传感器是机器感知物质世界的“感觉器官”,可以感知热、力、光、电、声、位移等信号,为网络系统的处理、传输、分析和反馈提供最原始的信息。随着科学技术的不断发展,传统的传感器正逐步实现微型化、智能化、信息化、网络化,经历着从传统传感器(Dumb Sensor)、智能传感器(Smart Sensor)、嵌入式 Web 传感器(Embedded Web Sensor)的内涵不断丰富的发展过程。

无线传感器网络(Wireless Sensor Network, WSN)是集分布式信息采集、信息传输和信息处理技术于一体的网络信息系统,以其低成本、微型化、低功耗和灵活的组网方式、敷设方式及适合移动目标等特点受到广泛重视,是关系国民经济发展和国家安全的重要技术。物联网正是通过遍布在各个角落和物体上的形形色色的传感器及由它们组成的无线传感器网络,来最终感知整个物质世界的。

传感器网络节点的基本组成包括:传感单元(由传感器和模数转换功能模块组成)、处理单元(包括 CPU、存储器、嵌入式操作系统等)、通信单元(由无线通信模块组成)以及电源。此外,可以选择的其他功能单元有:定位系统、移动系统及电源自供电系统等。在传感器网络中,节点可以通过飞机布撒或人工布置等方式,大量部署在被感知对象内部或者附近。这些节点通过自组织方式构成无线网络,以协作的方式实时感知、采集和处理网络覆盖区域中的信息,并通过多跳网络将数据经由 Sink 节点(接收发送器)链路把整个区域内的信息传送到远程控制管理中心。另一方面,远程管理中心也可以对网络节点进行实时控制和操纵。

3. 智能技术

智能技术是为了有效地达到某种预期的目的,利用知识所采用的各种方法和手段。通过在物体中植入智能系统,可使物体具备一定的智能性,能够主动或被动的实现与用户的沟通,也是物联网的关键技术之一。它主要的研究内容和方向包括:

1) 人工智能理论研究:智能信息获取的形式化方法;海量信息处理的理论和方法;网络环境下信息的开发与利用方法;机器学习。

2) 先进的人—机交互技术与系统:声音、图形、图像、文字及语言处理;虚拟现实技术与系统;多媒体技术。

3) 智能控制技术与系统:对智能控制技术与系统实现进行研究。例如:研究如何控制智能服务机器人完成既定任务(运动轨迹控制、准确的定位和跟踪目标等)。

4) 智能信号处理:信息特征识别和融合技术、地球物理信号处理与识别。

4. 纳米技术

使用传感器技术就能探测到物体的物理状态,使用嵌入式智能技术就能够通过在网络边界转移信息处理能力而增强网络的威力,而纳米技术的优势意味着物联网当中体积越来越小的物体能够进行交互和连接。

纳米技术研究结构尺寸在 0.1~100 nm 范围内材料的性质和应用,主要包括:纳米物理学、纳米化学、纳米材料学、纳米生物学、纳米电子学、纳米加工学、纳米力学等。其中,纳米材料的制备和研究是整个纳米科技的基础,纳米物理学和纳米化学是纳米技术的理论基础,而纳米电子学是纳米技术最重要的内容。

5. 安全

由于物联网终端感知网络的私有特性,因此安全也是一个必须面对的问题。物联网中的传感节点通常需要部署在无人监控、不可控制的环境中,除了受到一般无线网络所面临的信息泄露、信息篡改、重放攻击、拒绝服务等多种威胁外,还面临传感节点容易被攻击者获取,通过物理手段获取存储在节点中的所有信息,从而侵入网络、控制网络的威胁。涉及安全的主要有程序内容、运行使用、信息传输等方面。

以安全为核心的认证技术,确保安全传输的密钥建立及分发机制,以及确保数据自身安全的数据加密、数据安全协议等数据安全技术。因此在物联网安全领域,数据安全协议、密钥建立及分发机制、数据加密算法设计及认证技术是关键部分。

1.6 各国物联网发展战略或进展

1. 美国的“智慧地球”战略

20 世纪,克林顿政府提出“信息高速公路”国家振兴战略,大力发展互联网,推动了全球信息产业的革命,美国经济也受惠于这一战略,并在 20 世纪 90 年代中后期出现了历史上罕见的长时间繁荣。奥巴马的振兴战略方向在哪?种种迹象表明:“智慧地球(Smart Earth)”发展战略将成为主导。

2009 年 1 月 7 日,IBM 与美国智库机构信息技术与创新基金会(ITIF)共同向奥巴马政府提交了“The Digital Road to Recover: A Stimulus Plan to Create Jobs, Boost Productivity and Revitalize America”,提出通过信息通信技术(ICT)投资可在短期内创造就业机会,美国政府只要新增 300 亿美元的 ICT 投资(包括智能电网、智能医疗、宽带网络三个领域),便可以为民众创造出 94.9 万个就业机会。

2. 日本的 u-Japan 战略

2004 年 5 月,日本提出了 u-Japan 构想,其中,“u”代表“ubiquitous”(来自拉丁文),意为“无所不在”。日本希望在 2010 年以前实现所有物品和人都能在任意时间、任意地点通过互联网接收和发送信息的技术。这与我们如今提到的物联网有些相似。

如今,日本在继“e-Japan”、“u-Japan”之后又提出了“i-Japan”,作为日本更新版本的国家