

北京市共建项目——《国际关系学院信息技术创新实践基地》资助项目

国际关系学院中央高校基本科研业务费项目（3262015T70）

北京市教育科学“十三五”规划2016年度立项课题（3048-0003）

——《网络空间安全一级学科创新人才培养机制研究》资助项目

# 物联网概论

WULIANWANG GAILUN

主编 周新丽



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

北京市共建项目——《国际关系学院信息技术创新实践基地》资助项目  
国际关系学院中央高校基本科  
北京市教育科学“十三五”规划  
——《网络空间安全一级学科1

03)  
项目

# 物联网概论

周新丽 主编



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

## 内 容 简 介

本书主要介绍了物联网理论、技术和应用。内容包括物联网的定义、发展概况、物联网感知层、自动识别技术和RFID技术、传感器技术、近距离通信技术和ZigBee技术、远距离移动通信技术、数据融合、物联网的信息安全、物联网应用等。

本书可作为普通高等院校物联网概论等相近课程的教材,也可供物联网、计算机及相关专业的教学人员、科研人员或相关人员使用。高职高专类学校也可以选用本教材,使用时可以根据学校和学生的实际情况略去某些章节。

### 图书在版编目(CIP)数据

物联网概论 / 周新丽主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2016. 8

ISBN 978-7-5635-4799-9

I. ①物… II. ①周… III. ①互连网络—应用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第148141号

---

书 名: 物联网概论

著作责任者: 周新丽 主编

责任编辑: 徐振华 孙宏颖

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 11.5

字 数: 284千字

版 次: 2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

---

ISBN 978-7-5635-4799-9

定 价: 25.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 前 言

物联网是一种实现物理世界和信息空间互连和整合的新型技术,代表着信息技术重要的发展趋势。中科院院士何积丰表示,未来的物联网技术要得到发展,需要在信息采集与处理、芯片研发和算法设计等方面有所突破,而做到这些的关键是如何培养人才。目前,教育部审批设置了“物联网工程”“传感网技术”和“智能电网信息工程”3个与物联网技术相关的专业。物联网成为国家倡导的新兴战略性新兴产业,掌握相关理论和技术可以从事物联网的通信架构、网络协议和标准、无线传感器、信息安全等的设计、开发、管理与维护,也可在高校或科研机构从事科研和教学工作。

本书分为8章。第1章针对物联网的定义、发展概况、架构、关键技术及应用领域进行了简要介绍。第2~4章介绍了物联网的感知层:第2章讲解了自动识别技术和RFID技术;第3章讲解了传感器技术;第4章介绍了传感器网络、近距离通信技术和ZigBee技术。第5章介绍了物联网的远距离移动通信技术。第6章介绍了物联网的数据融合问题。第7章介绍了物联网的信息安全问题。第8章介绍了物联网的应用及其典型应用案例。

本书附录A为各章习题答案;附录B为物联网大事记;附录C是物联网常用词汇的中英文对照表。

本书每章之后附有习题,可在教学过程中练习使用。本书可作为普通高等院校物联网概论或物联网技术等相近课程的教材,也可供物联网、计算机及相关专业的教师、学生、科研人员或相关人员使用。高职高专类学校也可以选用本教材,使用时可以根据学校和学生的实际情况略去某些章节。

周新丽  
于国际关系学院

# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 基本概念	2
1.1.1 产生背景	2
1.1.2 物联网的定义	2
1.1.3 物联网与互联网、传感网的联系与区别	3
1.1.4 物联网与 EPC 的联系与区别	4
1.1.5 物联网和 CPS	5
1.1.6 物联网与 M2M、大数据、云计算的联系	5
1.2 全球物联网发展现状	6
1.2.1 美国物联网产业的创新发展战略与进程	6
1.2.2 欧、日、韩等国的创新发展战略与进程	7
1.2.3 中国物联网产业的发展现状	8
1.3 体系架构和关键技术	10
1.3.1 物联网架构	10
1.3.2 关键技术	12
1.3.3 物联网的三大特征	14
课后习题	14
第 2 章 感知层——自动识别和 RFID	17
2.1 自动识别技术	18
2.1.1 基本概念	18
2.1.2 种类	18
2.2 条形码技术	25
2.2.1 条形码概述	25
2.2.2 一维码	25
2.2.3 二维码	29
2.2.4 一维码和二维码比较	32
2.3 物联网 RFID 系统	34
2.3.1 RFID 系统概述	34
2.3.2 RFID 系统组成	35
2.3.3 RFID 系统主要技术	38
2.3.4 RFID 技术的标准化	42



2.3.5 RFID技术的应用 .....	44
2.4 EPC和EPC系统 .....	46
2.4.1 EPC概念 .....	46
2.4.2 EPC系统的工作流程 .....	46
课后习题 .....	48
<b>第3章 传感器技术 .....</b>	<b>52</b>
3.1 传感器的概述 .....	53
3.2 传感器的特性 .....	53
3.3 传感器的分类 .....	55
3.3.1 分类方式 .....	55
3.3.2 电阻式传感器 .....	55
3.3.3 电容式传感器 .....	56
3.3.4 电感式传感器 .....	57
3.3.5 光电式传感器 .....	57
3.4 常见的传感器 .....	58
3.4.1 常见的传感器 .....	58
3.4.2 手机里常用的传感器 .....	62
3.5 MEMS传感器 .....	64
3.5.1 MEMS的概念 .....	64
3.5.2 MEMS的特点 .....	65
3.5.3 MEMS的应用 .....	65
3.6 知名传感器厂商 .....	66
3.6.1 美国传感器厂商 .....	67
3.6.2 德国传感器厂商 .....	68
3.6.3 日本传感器厂商 .....	69
3.6.4 中国传感器厂商 .....	69
3.7 传感器信息处理实例 .....	70
3.7.1 传感器的选择 .....	70
3.7.2 传感器数据处理的实例 .....	71
课后习题 .....	74
<b>第4章 近距离通信技术和无线传感网 .....</b>	<b>75</b>
4.1 物联网传感层近距离通信技术 .....	76
4.1.1 Bluetooth .....	76
4.1.2 UWB .....	77
4.1.3 ZigBee .....	78
4.1.4 现场总线 .....	83
4.1.5 802.15无线个域网 .....	84



4.2 传感器网络	85
4.2.1 定义	85
4.2.2 发展历史	85
4.2.3 无线传感网的特点	86
4.2.4 传感器网络结构	87
4.2.5 无线传感器网络协议栈	89
4.2.6 无线传感器网络的应用	91
4.3 无线传感网 MAC 层	93
4.3.1 探讨 MAC 协议的必要性	93
4.3.2 竞争型 MAC 协议	94
4.3.3 分配型 MAC 协议	96
4.3.4 混合型 MAC 协议	98
4.3.5 802.15.4 中的 MAC	98
4.4 无线传感网路由协议	99
4.4.1 以数据为中心的路由	99
4.4.2 层次路由	101
4.4.3 地理位置路由	102
4.4.4 基于网络流量和服务质量的路由	103
课后习题	104
<b>第 5 章 物联网网络构建</b>	<b>105</b>
5.1 无线宽带网络	106
5.1.1 WiFi 无线局域网	106
5.1.2 WiMax: 无线城域网	107
5.2 移动通信网络	108
课后习题	111
<b>第 6 章 数据融合</b>	<b>112</b>
6.1 数据融合概述	112
6.2 数据融合的基本原理	113
6.3 物联网中的数据融合技术	115
6.4 数据融合的算法	116
6.4.1 贝叶斯方法	116
6.4.2 D-S 证据理论方法	120
6.4.3 其他方法	123
课后习题	124
<b>第 7 章 物联网中的信息安全</b>	<b>125</b>
7.1 物联网感知层安全	126



7.1.1 概述 .....	126
7.1.2 RFID 安全问题 .....	128
7.2 物联网网络层安全 .....	137
7.3 物联网应用层安全 .....	139
7.4 物联网的信息安全与隐私 .....	139
7.5 位置信息与个人隐私 .....	140
7.6 如何面对物联网的信息安全挑战 .....	141
课后习题 .....	141
<b>第 8 章 物联网应用</b> .....	<b>143</b>
8.1 物联网的应用领域 .....	143
8.2 环境监测 .....	151
8.2.1 环境监测中无线传感网的优势 .....	151
8.2.2 部署案例 .....	152
8.2.3 无线传感网环境监测的挑战及改进措施 .....	152
8.3 智能家居 .....	154
8.3.1 智能家居的功能 .....	154
8.3.2 “智能家居”的系统结构 .....	154
8.3.3 智能家居面临的问题 .....	155
<b>附录 A 各章参考答案</b> .....	<b>156</b>
<b>附录 B 世界物联网发展大事记</b> .....	<b>166</b>
<b>附录 C 物联网词汇中英对照表</b> .....	<b>168</b>



# 第1章 绪 论



## 前 言

本章讨论了物联网的起源与发展、定义特征、体系结构和应用领域,本章系统地阐述了物联网的层次划分,提出了3层体系结构。对物联网和相关概念以及相近概念进行了分析。希望本章能为读者展示一个鲜明的物联网世界,进一步激发探索物联网的兴趣。



## 教学目标

知识要点	能力要求
了解物联网的概念和特点	① 了解物联网的发展历程 ② 掌握物联网的定义 ③ 相关概念辨析
物联网的发展状况	了解美国、欧洲、日韩、中国物联网发展状况
掌握体系架构和初步了解关键技术	① 掌握物联网的三层架构 ② 初步了解关键技术



## 推荐资料

- [1] 国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见. 国发[2013]7号.
- [2] 工业和信息化部电信研究院. 物联网白皮书(2011).
- [3] 通信产业网. 欧洲、美国、日韩及中国物联网发展战略. (2010-11-17)[2016-03-26]http://www.ccidcom.com.
- [4] 王平. 物联网概论. 北京:北京大学出版社,2014.
- [5] 宁焕生. RFID 重大工程与国家物联网. 北京:机械工业出版社,2012.

在互联网大规模应用的基础上,由于通信、控制和感知等技术的快速发展,信息技术将构成人与物、物与物之间互联的网络,这就是物联网(The Internet of Things, IOT)。物联网是继计算机、互联网和移动通信后的又一次信息革命。可以想象,当电网、铁路、桥梁、大

坝、汽车、家居等物理实体嵌入了传感器,从而形成网络的时候,我们将进入智能管理,也是智慧地球的网络新时代。

## 1.1 基本概念

### 1.1.1 产生背景

我们可以通过表 1-1 直观看到物联网的起源和历史发展。

表 1-1 物联网的起源和历史发展

时 间	起 源	发 展
1995 年	比尔·盖茨在《未来之路》	首次提出“物联网”的设想,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
1998 年	美国麻省理工学院(MIT)	提出了 EPC 系统的物联网构想
1999 年	美国 MIT AUTO-ID 中心	在物品编码、RFID 技术基础上,提出物联网的概念
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轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过因特网主动进行交换信息。射频识别技术(RFID)、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术是实现物联网的四大技术,将得到更加广泛的应用。国际电信联盟专门成立了“泛在网络”社会国际专家工作组,是物联网的常设咨询机构
2008 年	美国国家情报委员会(NIC)	发表的《2025 对美国利益潜在影响的关键技术》报告中将物联网设为 6 种关键技术之一
2009 年 1 月	IBM 首席执行官彭明盛	提出“智慧地球”,其中物联网为“智慧地球”不可或缺的一部分
2009 年	奥巴马	就职演讲后已对“智慧地球”构想提出积极回应,并提升到国家级发展战略

各个国家也开始部署物联网的规划,我国也把物联网提升到国家战略层面,温家宝总理在《政府工作报告》中将“加快物联网的研发应用”纳入重点振兴产业。物联网也被正式列为国家五大战略性新兴产业之一,写入“政府工作报告”。欧洲、日本、韩国等也相继出台了自己的发展计划。有人说物联网在历史丰碑上应该为奥巴马和温家宝记功,世界两个超级大国政要的呼吁推动了物联网的浪潮。

### 1.1.2 物联网的定义

物联网包含了感知技术、网络技术、自动化技术等多领域,物联网是我国的称呼方法,美国称其为 CPS(Cyber-Physical Systems),欧盟称其为 IOT(Internet of Things),日本称其为 U-JAPAN(Ubiquitous, 泛在),其定义还有很多。



1999年MIT提出的物联网的定义很简单: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,实现智能化管理。这里有两个重要的观点:一是物联网要以互联网为基础发展起来;二是RFID是实现物品与物品连接的主要手段。

目前,不同领域的研究者对物联网思考所基于的起点各异,对物联网的描述侧重于不同的方面,短期内还没有达成共识。下面给出几个具有代表性的物联网定义。

**定义 1.1** 由具有标识、虚拟个性的物体和对象所组成的网络,这些标识和个性运行在智能空间,使用智慧的接口与用户、社会 and 环境的上下文进行连接和通信。——2008年5月,欧洲智能系统集成技术平台(EPoSS)。

**定义 1.2** 物联网是未来网络的整合部分,它以标准、互通的通信协议为基础,具有自我配置能力的全球性动态网络设施。所有实质和虚拟的物品都有特定的编码和物理特性,通过智能界面无缝链接,实现信息共享。——2009年9月,欧盟第七框架RFID和互联网项目组报告。

**定义 1.3** 物联网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。——2010年3月,我国政府工作报告所附注的注释中物联网的定义。

**定义 1.4** 物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸,它利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别,通过网络传输互联,进行计算、处理和知识挖掘,实现人与物、物与物信息交互和无缝连接,达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策的目的。——工业和信息化部电信研究院发布的《物联网白皮书(2011)》。

**定义 1.5** 物联网实现人与人、人与物、物与物之间的任意通信,使联网的每一个物件均可寻址,联网的每一个物件均可通信,联网的每一个物件均可控制。——2010年,邬贺铨院士。

### 1.1.3 物联网与互联网、传感网的关系与区别

现在有很多名词概念和物联网相近或相关,互联网、无线网、传感网与物联网的关系如图1-1所示,把它们之间的关系、不同点弄清楚,对我们理解物联网非常有益。

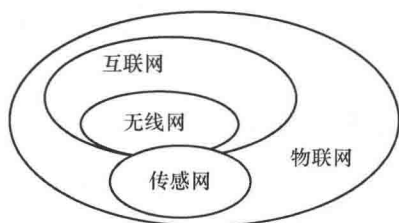


图 1-1 几种网络的关系

#### 1. 物联网与互联网

物联网与互联网的比较如表 1-2 所示。

表 1-2 物联网和互联网的比较

不同之处		相同之处
互联网	物联网	
① 互联网是物联网的基础 ② 互联网强调机器与机器的连接 ③ 互联网指的是通过 TCP/IP 将异种计算机连接起来,实现计算机之间资源共享的网络技术;互联网包括基于 IP 数据分组技术和使用 TCP/IP 的全部业务和应用 ④ 互联网初始没有考虑安全问题	① 物联网是互联网连接对象、应用领域的延伸 ② 物联网是人、物、机器连接 ③ 物联网特有的感知层中的传感器和 RFID 技术可以实现“物物相联”,目前物联网的网络构建仍然要借助互联网的技术,如 3G、4G、WiFi、蓝牙技术等 ④ 物联网的安全性、可靠性要求更高	物联网和互联网的共同点是:技术基础是相同的,即它们都是建立在分组数据技术基础之上的

## 2. 物联网和无线网

物联网底层关键是 RFID 和传感器网络,是集成了监测、控制以及无线通信的网络系统。传感器节点具有的能量、处理能力、存储能力和通信能力等十分有限;节点数目更为庞大,节点分布更为密集,由于环境影响和能量耗尽,节点更容易出现故障;环境干扰和节点故障容易造成网络拓扑结构的变化。由于有这些特点存在,传统无线网络的首要设计目标是提高服务质量和高效率带宽利用,其次才考虑节约能源;而物联网的首要设计目标是能源的高效使用。

## 3. 物联网与传感网

传感网是包含互联的传感器节点的网络,这些节点通过有线或无线通信交换传感数据。传感器节点是由传感器和可选的能检测处理数据及联网的执行元件组成的设备。传感网网络具有资源受限、自组织结构、动态性强、应用相关、以数据为中心等特点。物联网与传感网的比较如表 1-3 所示。

表 1-3 物联网和传感网的比较

传感网	物联网
狭义的物联网就是传感网	广义物联网是“泛在网络”,无所不在、无所不包
传感器节点仅仅感知到信号	物联网既有传感器感知信号,又有对物体的标识
仅提供小范围内的信号采集和数据传递	物品到物品的连接能力
从技术角度传感器网络	从产业和应用角度谈物联网

### 1.1.4 物联网与 EPC 的联系与区别

EPC(Electronic Product Code,电子产品编码)是由美国麻省理工学院的自动识别研究中心(Auto-ID Center)开发的,2003 年 11 月,国际物品编码协会(EAN-UCC)正式接管了 EPC 在全球的推广应用工作,成立了电子产品代码全球推广中心(EPC Global),标志着 EPC 正式进入全球推广应用阶段。

EPC 以 RFID 标签作为载体,代码通过物联网进行电子数据交换,随着实物在现实社会中流通。任何东西都在物联网上,每个物品都有唯一的 EPC 代码,这样就可以通过物联网查到档案的情况,防伪的问题和一系列问题都得到解决。



### 1.1.5 物联网和 CPS

#### 1. CPS

信息物理系统(Cyber Physical Systems, CPS)是计算机驱动的数字世界和物理世界交互的网络系统,该系统通过传感器和执行器将数字系统连接到物理世界,具有关键的监视和控制功能,美国把这种连接物理系统的网络称为 CPS。

信息物理系统包含将来无处不在的环境感知、嵌入式计算、网络通信和网络控制等系统工程,使物理系统具有计算、通信、精确控制、远程协作和自治功能。它注重计算资源与物理资源的紧密结合与协调,主要用于一些智能系统上,如机器人、智能导航等。

CPS是在环境感知的基础上,深度融合计算、通信和控制能力的可控、可信、可扩展的网络化物理设备系统,它通过计算进程和物理进程相互影响的反馈循环实现深度融合和实时交互来增加或扩展新的功能,以安全、可靠、高效和实时的方式检测或者控制一个物理实体。

#### 2. 区别

① CPS 是美国的称呼方法,物联网是中国的名称。CPS 定义出现在国际电信联盟有关物联网的定义以及 PCAST 咨询有关报告。

② CPS 更加强调循环反馈。CPS 侧重于物联网内部的技术内涵;而物联网侧重于 CPS 在生活中的应用。

### 1.1.6 物联网与 M2M、大数据、云计算的联系

#### 1. M2M

M2M(Machine-to-Machine, 机器对机器)就是机器与机器的对话。M2M 不是什么新概念,如我们上班用的门禁卡、超市的条码扫描、NFC 手机支付均属这个范畴。M2M 通信与物联网的核心理念一致,不同之处是物联网的概念、所采用的技术及应用场景更宽泛。而 M2M 则聚焦在无线通信网络应用上,是物联网应用的一种主要方式。

我们要注意“物联网”定义中的“巨大”和“网络”两个关键词,M2M 是一个点,或者一条线,只有当 M2M 规模化、普及化,并彼此之间通过网络来实现智能的融合和通信,才能形成“物联网”。所以,星星点点的、彼此孤立的 M2M 并不是物联网,但 M2M 的终极目标是物联网。

#### 2. 物联网和大数据

物联网产生大数据。我们现在处于大数据时代,全世界物联网上虚拟网络上,产生了大量的数据。物联网产生的大数据与一般的大数据有不同的特点。物联网的数据是异构的、多样性的、非结构和有噪声的,更大的不同是它的高增长率。物联网的数据有明显的颗粒性,其数据通常带有时间、位置、环境和行为等信息。物联网数据可以说也是社交数据,但不是人与人的交往信息,而是物与物、物与人的社会合作信息。物联网的混搭将使物联网的数据变得更有用,将物联网感知的数据与通过社交媒体获得的数据结合,就是人跟机器的社会联网,将使决策更科学。

大数据技术助力物联网。随着物联网的广泛应用,加上使用先进的自动数据生成和采集工具,数据挖掘从大量数据中提取出隐藏在数据之后的有用信息,在物联网中数据处理将会有重要的用武之地。

#### 3. 物联网和云计算

首先,云计算是实现物联网的核心,运用云计算模式使物联网中以兆或吉比特计算的各

类物品的实时动态管理和智能分析变得可能。物联网通过将射频识别技术、传感技术、纳米技术等新技术充分运用在各行业之中,将各种物体充分连接,并通过无线网络将采集到的各种实时动态信息送达计算机处理中心进行汇总、分析和处理。建设物联网的三大基石包括:

- ① 传感器技术的成熟应用;
- ② 网络接入、传输带宽的变化;
- ③ 数据处理智能化:高效的、动态的、可以大规模扩展的技术资源处理能力。

其中第三个基石——“高效的、动态的、可以大规模扩展的技术资源处理能力”——正是通过云计算模式帮助实现的。

其次,云计算促进物联网和互联网的智能融合,从而构建智慧地球。物联网和互联网的融合,需要更高层次的整合,需要“更透彻的感知,更安全的互联互通,更深入智能化”。这同样也需要依靠高效的、动态的、可以大规模扩展的技术资源处理能力,而这正是云计算模式所擅长的。同时,云计算的创新型服务交付模式,简化服务的交付,加强物联网和互联网之间及其内部的互联互通,可以实现新商业模式的快速创新,促进物联网和互联网的智能融合。

## 1.2 全球物联网发展现状

业内专家认为,物联网涉及下一代信息网络和信息资源的掌控利用,有望成为管理全球的主要工具之一,因此受到了各国政府、企业和学术界的重视。目前,美国、欧盟、日本、韩国等国家都在投入巨资深入研究物联网,我国政府也重视中国物联网建设。

### 1.2.1 美国物联网产业的创新发展战略与进程

#### 1. 美国“智慧地球”战略

“智慧地球”(Smarter Planet)这一概念于2008年11月由IBM公司首席执行官彭明盛首次提出,其战略核心就是“云计算(Cloud Computing)+物联网”。“智慧地球”概念一经提出,就上升至美国的国家战略,并在世界范围内引起轰动。该战略认为IT产业下一阶段的任务是把新一代IT技术充分运用到各行各业中。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、油气管道等物体中,并且普遍连接,形成所谓“物联网”,然后将“物联网”与现有的互联网整合起来,实现人类社会与物理系统的整合,在这个整合的网络中,存在能力超级强大的中心计算机群,能够对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实施实时的管理和控制。在此基础上,人类可以以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。

#### 2. 美国物联网规划

美国非常重视物联网的战略地位,国家情报委员会将物联网列为6种关键技术之一。国家科学基金会的全球网络环境研究(GENI)把在下一代互联网基础上组建物联网作为重要内容。美国在更加大力度地进行物联网、信息化战略部署,推进信息技术领域的企业重组,巩固信息技术领域的垄断地位。

美国在物联网的基础架构、关键技术上有优势地位,EPC global标准已经在国际上取得主动地位,许多国家采纳了这一标准架构。并且美国在物联网技术开发和应用方面一直居世界领先地位,RFID技术最早在美国军方使用,无线传感网络WSN也首先用作



战时的单兵联络。新一代物联网、网格计算技术等也首先在美国开展研究,新近开发的各种无线传感技术标准主要由美国企业所掌控。在智能微机电系统(MEMS)传感器开发方面,美国也领先一步,德州仪器、英特尔、高通、IBM、微软在通信芯片和通信模块设计制造上全球领先。2010年,美国 Digi 公司率先推出物联网无线构建平台。这些技术将为物联网发展奠定良好的基础。

### 3. 美国物联网发展的特点

政府:言论高调、行动低调,重心放在谋划下一代网络基础设施上。

企业:在政府高调言论的支持下,结合企业全球业务的优势,大炒概念。

## 1.2.2 欧、日、韩等国的创新发展战略与进程

### 1. 欧盟“欧洲物联网行动计划”战略

在美国“智慧地球”这一战略的刺激和推动下,欧盟委员会(EC)确立“物联网”为欧洲信息通信技术的战略性发展计划。

2009年6月,欧盟委员会宣布了“欧洲物联网行动计划”(Internet of Things—An Action Plan for Europe),将各种物品如书籍、汽车、家用电器甚至食品连接到网络中,确保欧洲在构建下一代智能化新型互联网络的过程中起到主导作用。行动计划包括14项内容,主要包括管理、隐私及数据保护、“芯片沉默”的权利、潜在危险、关键资源、标准化、研究、公私合作、创新、管理机制、国际对话、环境问题、统计数据 and 进展监督等一系列工作。欧盟认为,此项行动计划将帮助欧洲在互联网的变革中获益,同时也提出了将会面临的挑战,如隐私问题、安全问题以及个人的数据保护问题等。

欧盟促使现有标准向包含物联网应用方面延伸,或在需要时发起新标准的制定。欧盟委员协调欧洲标准化组织(European Standards Organizations: ETSI, CEN, CENELEC)以及他们的国际合作机构(ISO, ITU)和其他标准实体(IETF, EPC global等),以开放、透明和各方参与者协商的方式促进物联网标准化工作。

2009年10月,欧盟发布了物联网战略,在ICT研发计划上投资4亿欧元。2011年至今每年投入3亿欧元支持物联网相关公司短期项目建设。作为支持上述研究活动的补充,欧盟委员会将考虑通过CIP计划实施物联网部署先导项目。这些先导项目聚焦在为社会带来强大利益的物联网应用上,如e-健康计划(e-health)、e-可接入计划(e-accessibility)、气候变化项目、帮助打通数字割裂的项目计划(helping to bridge the digital divide)等。相比美国,欧盟的态度是“谨慎的积极”。

### 2. 日本“I-JAPAN 战略:2015”

日本政府于1999年提出了E-JAPAN战略,计划建成一个任何时间、任何地点、任何人、任何物都可以上网的环境。日本是第一个提出泛在战略的国家。

2004年,日本信息通信产业的主管机关总务省(MIC)提出U-JAPAN战略。日本泛在网络发展的优势在于其有较好的嵌入式智能设备和无线传感器网络技术基础,泛在识别(UID)的物联网标准体系就是建立在日本开发的TRON(The Real-time Operating system Nucleus,实时操作系统内核)的广泛应用基础上。

2009年7月,日本IT战略本部提出I-JAPAN战略,强化了物联网在交通、医疗、教育和环境监测等领域的应用。日本政府希望通过“I-JAPAN”战略,开拓支持日本中长期经济发展的新产业,大力发展以绿色信息技术为代表的环境技术和智能交通系统等重大项目。



### 3. 韩国“物联网基础设施构建基本规划”

韩国的物联网发展和日本相似。2009年10月,韩国在2006年确立的“U-KOREA”(Ubiquitous Network Society of Korea,泛在网韩国)战略的基础上更新了其最新的信息产业发展战略,发布了“物联网基础设施构建基本规划”,将物联网产业确定为韩国经济发展新的增长动力。该规划树立了到2012年“通过构建世界最先进的物联网基础设施,打造未来广播通信融合领域超一流信息与通信技术(ICT)强国”的目标,并为实现这一目标确定了构建物联网基础设施、发展物联网服务、研发物联网技术、营造物联网扩展环境四大领域的12项详细任务。

### 4. 其他国家

新加坡也公布了“智慧国2015”大蓝图。还有澳大利亚、新加坡、法国、德国等发达国家也都在加快部署物联网发展规划。

## 1.2.3 中国物联网产业的发展现状

### 1. 中国物联网的政府支持

自2009年8月温家宝总理提出“感知中国”以来,物联网被正式列为国家五大新兴战略性新兴产业之一,写入政府工作报告,物联网在中国受到了全社会极大的关注,其受关注程度是欧盟以及其他各国不可比拟的。

在2009年12月的国务院经济工作会议上,明确提出了要在电力、交通、安防和金融行业推进物联网的相关应用。我国已在无线智能传感器网络通信技术、微型传感器、传感器终端机和移动基站等方面取得重大进展,目前已拥有从材料、技术、器件、系统到网络的完整产业链。目前,我国传感网标准体系已形成初步框架,向国际标准化组织提交的多项标准提案已被采纳,中国与德、美、韩一起成为国际标准制定的主导国。2010年6月,由工信部等相关组织组成的物联网标准联合工作组成立。

### 2. 中国物联网的现状

中国在物联网发展方面起步较早,技术和标准发展与国际基本同步。《国家中长期科技发展规划纲要(2006—2020)》在重大专项、优先主题、前沿技术3个层面均列入传感网的内容,正在实施的国家科技重大专项也将无线传感网作为主要方向之一,对若干关键技术领域与重要应用领域给予支持。

在应用发展方面,物联网已在中国公共安全、民航、智慧交通、医疗卫生、工业控制、环境监测、智能电网、农业等行业得到初步规模性应用,部分产品已打入国际市场,例如,智能交通中的磁敏传感节点已布设在美国旧金山的公路上;中高速图传传感网设备销往欧洲,并已安装于警用直升机;周界防入侵系统水平处于国际领先地位。2009年中国的物联网芯片“唐芯一号”研制成功。

总体看来,中国物联网研究没有盲目跟从国外,而是面向国家重大战略和应用需求,开展物联网基础标准体系、关键技术、应用开发、系统集成和测试评估技术等方面的研究,形成了以应用为牵引的特色发展路线,在技术、标准、产业及应用与服务等方面接近国际水平。

### 3. 中国的部分关键技术相对落后

尽管我国政府和企业很重视物联网的发展,但是和美国相比由于“前沿基础研究不足,关键技术落后,标准体系不完善”等问题,部分关键技术还是相对比较落后的。具体表现在如下3个方面。

#### (1) 关键技术落后

物联网的关键技术包括传感器技术、识别技术、计算技术、软件技术、纳米技术、嵌入式





智能技术等。以传感器为例,我国传感器还处于一个初期发展阶段,技术还比较薄弱;在RFID方面,低频和高频比较成熟,超高频与国外还存在一定差距。此外,嵌入式系统、基础软件、芯片技术也相对落后。在物联网核心器件和软件方面尚做不到自主可控。

#### (2) 标准体系不完善

相关标准比较分散,各个标准组织缺乏统一的协调,而且物联网尤其需要各种标准的协调发展。针对这个问题,我国已经先后成立了国家传感器网络工作组、网络技术工作组和中国物联网标准联合工作组。当务之急是把这些标准组织协调统一起来。

#### (3) 物联网领域整体规划滞后

中国这么大,如果没有发展物联网的整体规划,没有政府的推动、政策的支持和行业的带动,很难形成大的规模。如果说国外物联网产业发展属于“市场驱动型”,国内更贴近“政策驱动型”。

### 4. 中国在物联网发展的特点

相比美国和欧盟,中国的态度是非常积极的,表现在政府支持、基地建设、项目跟进和各领域应用链初步形成。

### 5. 中国物联网专业建设和人才培养

2011年,教育部审批设置的高等学校战略性新兴产业本科专业中有“物联网工程”“传感网技术”和“智能电网信息工程”3个与物联网技术相关的专业。作为国家倡导的新兴战略性新兴产业,目前已经有哈尔滨工业大学、南京航空航天大学、北京邮电大学、北京理工大学等超过37所211院校开设了物联网专业。很多高校也开设了“物联网概论”的课程。

综合各学校情况,总体看物联网专业应该具备如图1-2所示的知识模块。

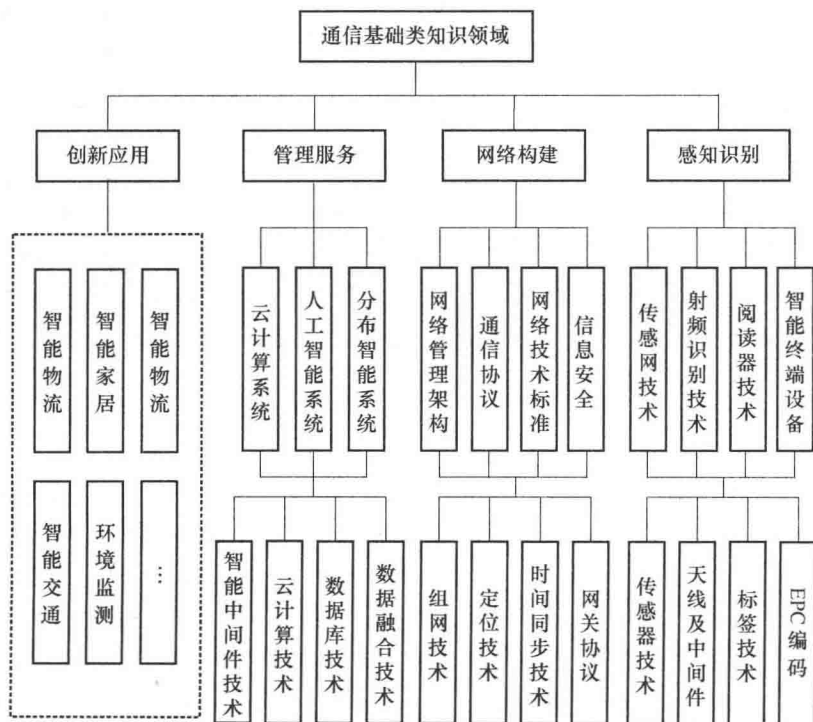


图 1-2 物联网专业应具备的知识模块