



物联网 技术与应用

于宝明 金明 / 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

物联网技术与应用

主编 于宝明 金 明

参编 (按姓氏笔画排序)

汪 宁 胡国兵 聂佰玲

东南大学出版社

·南京·

前 言

物联网正在推动着一场新的技术革命,将改变人类经济生活与社会生活的各个方面,提高人们感知世界的能力。

2009年8月,国务院总理温家宝视察无锡微纳物联网工程技术研究中心时指示:中国要抓住机遇,大力发展物联网技术,并提出要在无锡建设“感知中国”中心;2009年11月,温家宝总理在人民大会堂向首都科技界发表了题为《让科技引领中国可持续发展》的讲话,提出要尽快突破物联网、传感网关键技术。物联网产业随即被列入国家五大新兴产业之一;2010年3月5日,温家宝总理在十一届全国人大三次会议的《政府工作报告》中再次指出:大力培育战略性新兴产业。与此同时,在科研院所和厂矿企业的积极参与下,我国物联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被采纳。

物联网的发展有着强烈的社会需求,物联网将广泛应用于工业、农业、医疗卫生、环境保护、防灾救灾、安全保卫、航空航天、军事等领域。要积极培育国内的大型物联网企业,就需要大量的高素质、高技能的工程技术人才。许多高等职业院校利用已有的教学资源,设置了物联网专业,为新兴产业培养相关人才,为此,我们编写了《物联网技术与应用》这本教材。

尽管高职物联网专业的方向并不十分明确,但作者还是结合自己的体会和高职培养目标的定位,旨在编写一本能够反映信息技术发展现状与发展趋势的工程类信息技术导论的教材。

教材的编写始终围绕着物联网工程技术人员所需的专业知识展开,本书涵盖了当前物联网工程领域所需的所有新技术及研究成果。第1章主要讲述物联网的概念、架构、系统组成与关键技术;第2章讲述产品电子代码原则与方法;第3章重点讲述了RFID原理、RFID系统、读写器和中间件及RFID系统应用实例;第4章重点介绍了GIS与定位技术;第5章介绍物联网的传感器与数据融合技术;第6章介绍了物联网通信与网络技术;第7章重点讲述无线传感器网的架构、关键技术、组网模式和各种路由协议与访问协议,还介绍了无线传感器网的特点与安全;第8章介绍了目前物联网的应用案例。通过本书的学习,读者不仅会对物联网技术有一个整体认识,而且通过案例对物联网的应用有初步的了解。

本书由南京信息职业技术学院于宝明和金明主编,聂佰玲编写了第3章、第4章,汪宁编写了第6章,胡国兵编写了第8章,其余章节由金明教授编写,于宝明院长负责统稿与定稿。本书在编写过程中得到了新联电讯仪器有限公司的大力支持,也得到了许多专家和同行的支持,在此表示感谢,同时还要感谢参考文献的作者。

本书编者尽管花了大量时间和精力准备资料,精心编写,但限于作者的水平,难免有错误和遗憾,恳请读者批评指正(联系方式:jinming@njcit.cn)。

编 者
2012年3月

目 录

1 物联网概述	(1)
1.1 物联网产生的背景	(1)
1.2 物联网的概念	(3)
1.2.1 物联网的定义	(3)
1.2.2 物联网的特征	(3)
1.2.3 物联网中“物”的涵义	(4)
1.3 物联网的技术架构	(4)
1.3.1 构建物联网体系结构的原则	(5)
1.3.2 物联网概念模型	(5)
1.3.3 物联网的 EPC 体系结构	(7)
1.3.4 物联网的 UID 技术体系	(9)
1.4 物联网系统的基本组成	(9)
1.4.1 物联网硬件系统的组成	(9)
1.4.2 物联网软件系统的组成	(11)
1.5 物联网的关键技术	(11)
1.5.1 感知与标识技术	(12)
1.5.2 网络与通信技术	(14)
1.5.3 数据融合与服务技术	(17)
1.5.4 管理与支撑技术	(18)
1.6 物联网在中国的发展与应用	(19)
2 产品电子代码	(24)
2.1 EPC 的产生与发展	(24)
2.2 EPC 体系	(25)
2.2.1 EPC 的特性	(25)
2.2.2 EPC 系统的特点	(25)
2.3 EPC 标准	(26)
2.3.1 EPCglobal 标准	(26)
2.3.1 EPCglobal Gen 2 标准	(27)
2.4 EPC 编码	(29)
2.4.1 EPC 编码原则	(29)
2.4.2 EPC 编码结构	(29)
2.4.3 EPC 编码实现	(30)
2.4.4 物流业 EPC 编码方案实例	(32)

2.5	EPC 类型	(34)
2.5.1	SGTIN	(34)
2.5.2	SSCC	(36)
2.5.3	SGLN	(38)
2.5.4	GRAI	(39)
2.5.5	GIAI	(41)
2.6	SNPC-96 编码实例	(42)
2.6.1	SNPC-96 码的结构	(42)
2.6.2	SGTIN-96 编码步骤	(43)
2.7	EPC 系统	(44)
2.7.1	EPC 系统构成要素	(44)
2.7.2	EPC 容量扩展方法	(45)
2.7.3	EPC-URI 通用编码	(45)
2.7.4	其他编码转换为 EPC 码的方法	(46)
2.7.5	EPC-RFID 系统结构	(46)
2.7.6	EPC 系统工作流程	(47)
2.7.7	EPC 信息网络系统	(47)
3	射频识别技术	(49)
3.1	RFID 原理及 RFID 系统	(49)
3.1.1	自动识别技术	(49)
3.1.2	射频识别系统的构成及工作原理	(52)
3.2	RFID 标签	(55)
3.2.1	RFID 标签的构成	(56)
3.2.2	RFID 标签的封装	(58)
3.2.3	RFID 标签的生产、制造	(60)
3.3	RFID 读写器	(61)
3.3.1	读写器的基本组成	(62)
3.3.2	读写器的种类	(63)
3.3.3	读写器天线	(65)
3.4	RFID 中间件	(68)
3.4.1	RFID 中间件的分类	(69)
3.4.2	RFID 中间件的组成及功能特点	(70)
3.4.3	RFID 中间件的体系结构	(72)
3.4.4	RFID 中间件的特征和作用	(73)
3.4.5	RFID 中间件产品	(74)
3.5	RFID 系统应用实例	(75)
3.5.1	电子不停车收费系统	(75)
3.5.2	动物识别管理	(76)

3.5.3	RFID 在矿业生产中的应用	(76)
3.5.4	铁路车号自动识别系统	(76)
3.5.5	RFID 在医疗上的应用	(77)
3.5.6	RFID 在人员跟踪上的应用	(77)
4	地理信息系统与定位技术	(78)
4.1	地理信息系统(GIS)	(79)
4.1.1	GIS 的概念	(79)
4.1.2	GIS 的组成	(81)
4.1.3	GIS 的功能	(82)
4.1.4	GIS 的发展	(84)
4.2	网络 GIS(WebGIS)概述	(86)
4.2.1	WebGIS 的概念	(86)
4.2.2	WebGIS 的特点	(86)
4.2.3	WebGIS 的设计方法	(87)
4.2.4	WebGIS 的应用前景	(90)
4.3	组件式 GIS	(90)
4.3.1	组件式 GIS(ComGIS)的概念	(90)
4.3.2	ComGIS 的特点	(91)
4.3.3	ComGIS 的设计与开发	(92)
4.4	GIS 的应用领域	(93)
4.5	GIS 与其他系统的区别与联系	(96)
4.6	全球定位系统(GPS)	(98)
4.6.1	GPS 系统的架构	(99)
4.6.2	GPS 的关键技术	(100)
4.6.3	GPS 的定位特点	(101)
4.6.4	短距离定位技术	(102)
5	传感器与数据融合技术	(104)
5.1	传感器概述	(104)
5.1.1	传感器的分类	(104)
5.1.2	传感器产业	(106)
5.1.3	传感器的发展趋势	(106)
5.2	传感器的结构	(107)
5.3	传感器的特性	(108)
5.3.1	传感器的静态特性	(108)
5.3.2	传感器的动态特性	(109)
5.3.3	传感器动态的线性度	(109)
5.3.4	传感器的灵敏度	(110)
5.3.5	传感器的分辨率	(111)

5.4	典型传感器介绍	(111)
5.4.1	电阻式传感器	(111)
5.4.2	激光传感器	(112)
5.4.3	温度传感器	(112)
5.4.4	光敏传感器	(112)
5.4.5	变磁阻式传感器	(113)
5.4.6	位移传感器	(114)
5.4.7	湿度传感器	(114)
5.4.8	生物传感器	(115)
5.4.9	网络传感器	(116)
5.4.10	智能传感器	(116)
5.5	环境对传感器性能的影响	(117)
5.6	数据融合	(118)
5.6.1	数据融合的作用	(119)
5.6.2	数据融合的层次	(119)
5.6.3	数据融合的分类	(120)
5.6.4	数据融合系统结构	(120)
5.6.5	数据融合的理论	(121)
5.6.6	数据融合的算法	(121)
5.6.7	数据融合研究现状	(124)
5.6.8	数据融合的应用	(125)
5.7	无线传感器网络的数据融合技术	(125)
5.7.1	应用层和网络层的数据融合	(125)
5.7.2	独立的数据融合协议层	(127)
6	物联网通信与网络技术	(129)
6.1	无线通信与网络概述	(129)
6.1.1	无线通信发展历史	(129)
6.1.2	无线通信技术	(129)
6.1.3	无线通信网络	(130)
6.2	无线个域网	(132)
6.2.1	IEEE 802.15.4 标准	(132)
6.2.2	ZigBee 协议体系结构	(133)
6.2.3	蓝牙技术	(134)
6.3	无线局域网	(136)
6.3.1	IEEE 802.11 标准	(136)
6.3.2	无线局域网组成结构	(138)
6.3.3	无线局域网 MAC 协议	(139)
6.3.4	Ad Hoc 网络	(140)

6.3.5	低功耗 WiFi 网络	(142)
6.4	无线城域网	(144)
6.4.1	标准系列	(144)
6.4.2	IEEE 802.16 协议体系结构	(145)
6.4.3	WiMAX 网络	(147)
6.5	无线广域网	(150)
6.5.1	面向语音的无线广域网	(150)
6.5.2	面向数据的无线广域网	(151)
7	无线传感器网络技术	(159)
7.1	概述	(159)
7.1.1	无线传感器网络技术发展背景	(159)
7.1.2	无线传感器网络的特点	(160)
7.1.3	无线传感器网络的应用	(162)
7.2	无线传感器网络的体系结构	(163)
7.2.1	传感器节点模块	(164)
7.2.2	汇聚节点	(164)
7.2.3	多传感器节点上的协议栈	(164)
7.3	无线传感器网络管理技术与核心技术	(165)
7.3.1	无线传感器网络管理技术	(165)
7.3.2	无线传感器网络核心技术	(166)
7.4	无线传感器网络拓扑结构	(168)
7.4.1	平面网络结构	(168)
7.4.2	分级网络结构	(168)
7.4.3	混合网络结构	(169)
7.4.4	Mesh 网络结构	(170)
7.5	无线传感器网络协议	(171)
7.5.1	媒体访问控制协议	(172)
7.5.2	无线传感器网络路由协议	(180)
7.6	无线传感器网络的安全与防御	(193)
7.6.1	无线传感器网络安全威胁分析	(193)
7.6.2	无线传感器网络面临的攻击	(194)
7.6.3	无线传感器网络面临的威胁分析与对策	(196)
8	物联网应用案例	(199)
8.1	智能农业	(200)
8.1.1	eKo 系统	(200)
8.1.2	基于声信息的智能化鱼群自动给食系统	(204)
8.2	食品安全监控体系	(208)
8.2.1	食品安全质量控制体系(HACCP)	(208)

8.2.2	食品产销履历	(209)
8.2.3	食品安全查验	(211)
8.3	门禁系统管理.....	(211)
8.3.1	ZigBee 协议	(212)
8.3.2	门禁系统概述	(212)
8.4	通用停车场管理系统.....	(215)
8.4.1	通用停车场管理系统架构	(215)
8.4.2	停车场的管理	(216)
8.4.3	复杂停车场子系统设计	(216)
参考文献		(221)

1 物联网概述

1.1 物联网产生的背景

物联网作为一种模糊想法最早出现在1995年比尔·盖茨《未来之路》一书中。

1999年美国麻省理工学院(MIT)成立了自动识别技术中心(Auto-ID Center),提出了产品电子代码(EPC)概念,该中心的Ashton教授在研究RFID时就提出了结合物品编码、RFID和互联网等技术的物联网技术方案。主要是通过互联网技术、RFID技术、EPC标准,在计算机互联网的基础上,利用射频识别技术、无线数据通信技术等,构造一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网“Internet of Things”(简称物联网)。同年,在美国召开的移动计算和网络国际会议首先确定了物联网这个概念,提出了“传感网是下一个世纪人类面临的又一个发展机遇”。随后世界上著名的5个研究性大学:英国剑桥大学、瑞士圣加仑大学、澳大利亚的阿德雷德大学、日本庆应大学、上海复旦大学相继加入参与研发EPC,同时,该技术得到了100多个国际大公司的支持,许多研究成果开始运用到实际生活中去。

1999年至2003年是物联网研究发展极为重要的一个时期。研究的重点主要集中在物品身份自动识别技术上,包括怎样识别和提高识别率等。当时,EAN·UCC组建了一家非营利性国际组织(EPCglobal)来负责管理和推广EPC工作,并促进EPC物联网标准的制定以及EPC物联网在全球范围的应用。2003年,“EPC决策研讨会”在芝加哥召开,可以看做是物联网方面的第一个国际会议。确定了EPC系统主要由EPC编码、EPC标签、解读器、Savant TM(神经网络软件)、对象名解析服务(ONS)、物理标记语言(PML)等6部分组成,这6部分共同运作组成了叠加在互联网上的一层通信网络。EPC网络是一个支持计算机自动识别与跟踪物品的基础设施。

EPC决策研讨会在工业界产生了巨大的影响,从此,SUN、IBM等IT界巨头纷纷加入到物联网研发队伍中,物联网相关工作开始走出实验室。这被形象地比喻为19世纪的机器知道如何去做,20世纪的机器试着去思考,21世纪的机器将具备洞察响应能力。因此,2003年,美国《技术评论》就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。

经过工业界与学术界的共同努力,2005年11月17日,在突尼斯举行的信息社会世界峰会(W SIS)上,国际电信联盟(ITU)发布《ITU互联网报告2005:物联网》,引用了“物联网”的概念,物联网概念也开始正式出现在官方文件中。报告从综合的、整体的角度提出,物联网将以感知和智能的形式连接世界上的物品。物联网的定义和范围已经发生了变化,覆盖范围有了较大的拓展,不再只是指基于RFID技术的物联网,而是无所不在、无时不在的“物联网”通信时代即将来临。根据ITU的描述,在物联网时代,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,人类在信息与通信世界里将获得一个新的沟通维度,从任何时间任何地点的人与人之间的沟通连接扩展到人与物、物与物之间的沟通连接。世界上所有的物体,例如

从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过互联网主动进行信息交换。图 1-1 所示为智能家庭物联网示意图。射频识别技术 (RFID)、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。同时,该报告还指出了发展物联网过程中的几个最重要的挑战性问题,包括:标准化与一致性、隐私保护以及社会伦理问题。

物联网概念的兴起,很大程度上得益于国际电信联盟 2005 年以物联网为标题的年度互联网报告。然而,ITU 的报告对物联网缺乏一个清晰的定义。

虽然目前国内对物联网还没有一个统一的标准定义,但从物联网本质上看,物联网是现代信息技术发展到一定阶段后出现的一种聚合性应用与技术提升,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,如图 1-2 所示。物联网技术被称为是信息产业的第三次革命性创新。物联网的本质概括起来主要体现在三个方面: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连网络;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与物物通信 (M2M) 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。

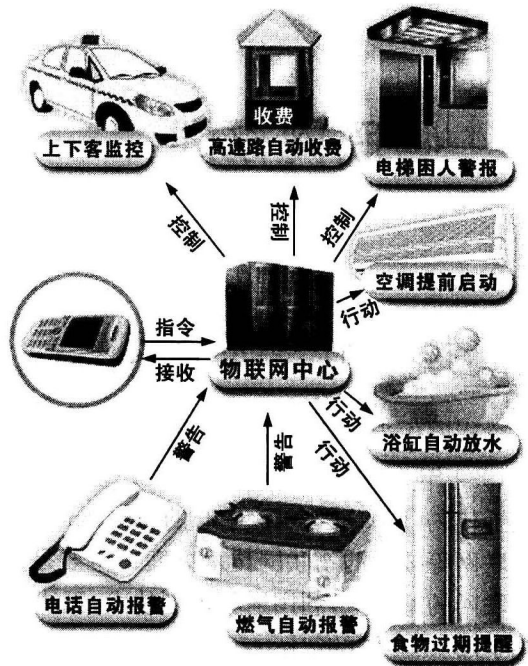


图 1-1 智能家庭物联网示意图

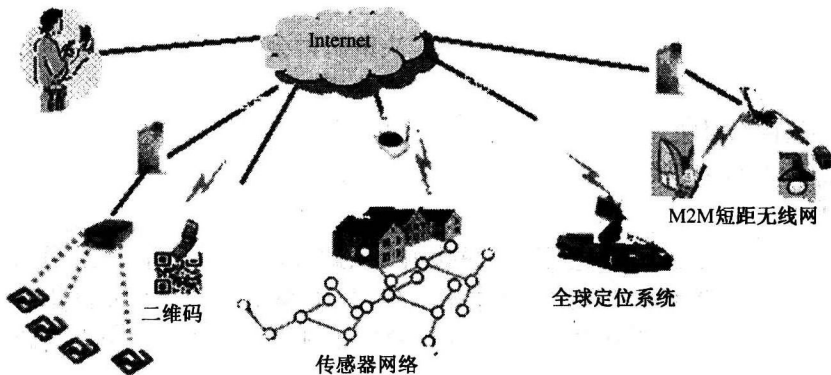


图 1-2 物联网集成的技术

2008 年后,为了促进科技发展,寻找经济新的增长点,各国政府开始重视下一代的技术规划,将目光放在了物联网上。在中国,同年 11 月在北京大学举行的第二届中国移动政务研讨会“知识社会与创新 2.0”提出移动技术、物联网技术的发展,代表着新一代信息技术的形成,并带动了经济社会形态、创新形态的变革,推动了面向知识社会的以用户体验为核心的下一代创新(创新 2.0)形态的形成,创新与发展更加关注用户、注重以人为本。而创新 2.0 形态的形成又进一步推动新一代信息技术的健康发展。

近几年,物联网获得跨越式的发展,美国、中国、日本以及欧洲一些国家纷纷将发展物联网

基础设施列为国家战略发展规划的重要内容。在美国,IBM 提出了“智慧地球”的构想,其中物联网是不可缺少的一部分。2009 年 1 月 28 日,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”,IBM 首席执行官彭明盛首次提出“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。奥巴马总统积极回应,将其提升到国家战略。当年,美国将新能源和物联网列为振兴经济的两大重点。在我国,2009 年 8 月温家宝总理视察无锡中科院物联网技术研发中心时指出并强调,要尽快突破物联网核心技术,把传感技术和 TD 的发展结合起来。温总理提出的“感知中国”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》。此后,我国官方对物联网的发展已正式提上议事日程。物联网在中国受到了全社会极大的关注,其受关注程度是在美国、欧盟以及其他各国不可比拟的。在日本,总务省提出以发展 Ubiquitous 社会为目标的 u-Japan 构想,文化教育体育与科学技术部(MEXT)积极响应,提出了对信息技术、生命科学的支持计划,经济贸易与工业部(METI)于 2008 年启动了绿色 IT 项目,旨在通过物联网技术实现经济与环境之间的平衡。在欧洲,2009 年 6 月,欧盟在比利时首都布鲁塞尔向欧洲议会、欧洲理事会、欧洲经济与社会委员会和地区委员会提交了以《欧盟物联网行动计划》为题的公告,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。在计划书中,欧盟委员会提出物联网的三方面特性:第一,不能简单地将物联网看作互联网的延伸,物联网建立在特有基础设施上,将是一系列新的独立系统,当然,部分基础设施仍要依存于现有的互联网;第二,物联网将伴随新的业务共同发展;第三,物联网包括了多种不同的通信模式,物与人通信,物与物通信,其中特别强调机对机通信(M2M)。

1.2 物联网的概念

1.2.1 物联网的定义

顾名思义,物联网就是“物物相联的互联网”,包含两个意思:第一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上延伸和扩展的网络;第二,其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间,进行信息交换和通信。因此,物联网是指通过各种信息传感设备,如传感器、射频识别(RFID)技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器、气体感应器等各种装置与技术,实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程,采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息,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,以实现了对物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。其目的是实现物与物、物与人、所有的物品与网络的连接,方便识别、管理和控制。

1.2.2 物联网的特征

和传统的互联网相比,物联网有其鲜明的特征。

(1) 物联网是各种感知技术的广泛应用。物联网上部署了海量的多种类型传感器,每个传感器都是一个信息源,不同类别的传感器所捕获的信息内容和信息格式不同。传感器获得的数据具有实时性,按一定的频率周期性地采集环境信息,不断更新数据。

(2) 物联网是一种建立在互联网上的泛在网络。物联网技术的重要基础和核心仍旧是互

联网,通过各种有线和无线网络与互联网融合,将物体的信息实时准确地传递出去。在物联网上的传感器定时采集的信息需要通过网络传输,由于其数量极其庞大,形成了海量信息,在传输过程中,为了保障数据的正确性和及时性,必须适应各种异构网络和协议。

(3) 物联网不仅仅提供了传感器的连接,其本身也具有智能处理的能力,能够对物体实施智能控制。

物联网将传感器和智能处理相结合,利用云计算、模式识别等各种智能技术,扩充其应用领域。从传感器获得的海量信息中分析、加工和处理出有意义的数据,以适应不同用户的不同需求,发现新的应用领域和应用模式。

因此,我们不能把传感器网或 RFID 网等同于物联网。事实上传感器技术也好、RFID 技术也好,都仅仅是信息采集技术之一。除传感器技术和 RFID 技术外, GPS、视频识别、红外、激光、扫描等所有能够实现自动识别与物物通信的技术都可以成为物联网的信息采集技术。传感器网或者 RFID 网只是物联网的一种应用,但绝不是物联网的全部。另外,也不能把物联网当成互联网的无限延伸,把物联网当成所有物的完全开放、全部互联、全部共享的互联网平台。但物联网既可以是我们的平常意义上的互联网向物的延伸,也可以根据现实需要及产业应用组成局域网、专业网。现实中没必要也不可能使全部物品联网,也没必要使专业网、局域网都必须连接到全球互联网共享平台,认为物联网就是物物互联的无所不在的网络,因而认定物联网是空中楼阁是错误的,只是技术目前很难实现。事实上物联网是实实在在的,很多初级的物联网应用早就在为我们服务。物联网理念就是在很多现实应用基础上推出的聚合型集成的创新,是对早就存在的具有物物互联的网络化、智能化、自动化系统的概括与提升,它从更高的角度升级了我们的认识。还有把物联网简单化,把仅仅能够互动、通信的产品都当成物联网应用,如仅仅嵌入了一些传感器,就成为了所谓的物联网家电,把产品贴上了 RFID 标签,就成了物联网应用等认识也是错误的。

1.2.3 物联网中“物”的涵义

物联网中的“物”,不是普通意义的“物”,是需要通过改造、加入某些硬件才能称为物联网中的“物”。因此,这里的“物”要满足以下条件才能够被纳入“物联网”的范围:

- (1) 要有相应信息的接收器;
- (2) 要有数据传输通路;
- (3) 要有一定的存储功能;
- (4) 要有 CPU;
- (5) 要有操作系统;
- (6) 要有专门的应用程序;
- (7) 要有数据发送器;
- (8) 遵循物联网的通信协议;
- (9) 在世界网络中有可被识别的唯一编号。

1.3 物联网的技术架构

物联网主要解决物品到物品(T2T)、人到物品(H2T)、人到人(H2H)之间的互联。T2T、

H2T、H2H 这 3 个层面的互联是物联网不可缺少的,单纯物品与物品之间的互联并不构成一个物联网,单纯在局部范围之内连接某些物品也不构成物联网,物联网一定是由物品可以自然连接的互联网。这里有两个概念是在讨论物联网中不可忽略的:其一,物联网一定属于未来互联网,物联网一定是未来网络社会的基础设施,即物联网一定可以自然扩展到全球的系统;其二,物联网中物品的连接一定是“自然连接”,也就是保留了物品在物理世界中时间和空间特性的连接。如果我们把某些物品连接上网,既无法确定这个物品当前的位置,也无法确定该物品的状态信息属于什么时刻的,则这样连接物品的网络不属于物联网。因此,物联网的构建具有自身的某些原则和特征。

1.3.1 构建物联网体系结构的原则

物联网主要是从应用出发,利用互联网、无线通信技术进行业务数据的传送,是互联网、移动通信网应用的延伸,是自动化控制、遥控遥测及信息应用技术的综合展现。当物联网概念与近程通信、信息采集、网络技术、用户终端设备结合之后,其价值才能逐步得到展现。因此。设计物联网体系结构应该遵循以下几条原则:

(1) 多样性原则 物联网体系结构必须根据物联网的服务类型、节点的不同,分别设计多种类型的体系结构,不能也没有必要建立起唯一的标准体系结构。

(2) 时空性原则 物联网尚在发展之中,其体系结构应能满足在时间、空间和能源方面的需求。

(3) 互联性原则 物联网体系结构需要平滑地与互联网实现互联互通,如果试图另行设计一套互联通信协议及其描述语言,那将是不现实的。

(4) 扩展性原则 对于物联网体系结构的架构,应该具有一定的扩展性,以便最大限度地利用现有网络通信基础设施,保护已投资利益。

(5) 移动性原则 物联网体系结构中物体大多是移动的,其节点通信要满足高速或低速移动的需求。

(6) 安全性原则 物物互联之后,物联网的安全性将比计算机互联网的安全性更为重要,因此物联网的体系结构应能够防御大范围的网络攻击。

(7) 健壮性原则 物联网体系结构应具备相当好的健壮性和可靠性。

1.3.2 物联网概念模型

由于人类目前还没有研究成功真正的物联网系统,所以,对于物联网的构成也有不同的说法。物联网的组成架构称为物联网的概念模型,不同物联网的概念模型可以产生不同的物联网技术架构。因此,物联网概念模型已经无法采用传统的分层模型进行描述。通常采用物品、网络、应用三维模型建立物联网的概念模型,构成由信息物品、自主网络、智能应用为构件的物联网概念模型,如图 1-3 所

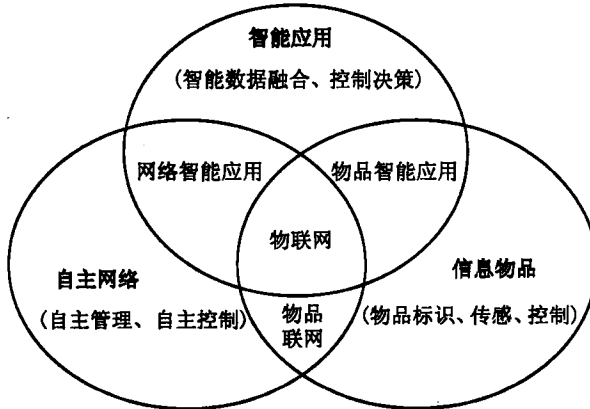


图 1-3 物联网概念模型

示。这种物联网三维概念模型在每个维度内还可以采用分层模型描述,例如,自主网络本身可以由分层模型描述。

按照物联网三维概念模型,物联网由信息物品、自主网络 and 智能应用三个部分构成。这三个部分有其各自技术架构。这三类技术构成了物联网技术架构,如图 1-4 所示。即物联网技术架构由信息物品技术、自主网络技术和智能应用技术构成。

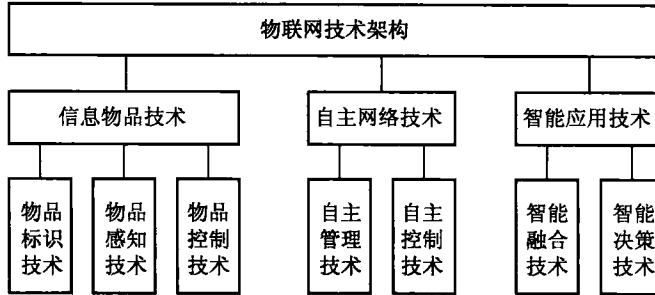


图 1-4 物联网的技术架构

欧洲物联网研究者一般把射频标识(RFID)技术、近距离通信(NFC)、无线传感器和执行器网络(WSAN)作为构成连接现实世界与数字世界构建物联网。物联网的末端设备和设施,主要包括具有“内在智能”的设备如传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等,以及具有“外在使能”的物品如贴上 RFID 的各种资产、携带无线终端的个人或车辆等“智能化物件或动物”、通过各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互联互通、应用大集成。物联网可以基于云计算的 SaaS 等营运模式,在内网(Intranet)、专网(Extranet/VPN)或互联网(Internet)环境下,采用适当的信息安全保障机制,提供安全可控(隐私保护)乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、进程控制、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面等管理和服务功能,实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化服务。因此,单从应用的层面来看,物联网应用的技术架构也可分为三层:感知层、网络层和应用层,如图 1-5 所示。

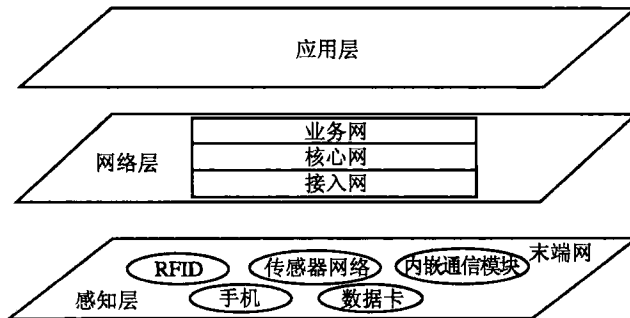


图 1-5 物联网应用的技术架构

(1) 感知层 由各种传感器以及传感器网关构成,包括温度传感器、湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS 等感知终端。感知层的作用相当于人的眼耳鼻喉和皮肤的神经末梢,其主要功能是识别物体、采集信息。

(2) 网络层 由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台

等组成,相当于人的神经中枢和大脑,负责传递和处理感知层获取的信息。

(3) 应用层 是物联网和用户(包括人、组织和其他系统)的接口,它与行业需求结合,实现物联网的智能应用。

如果再加上用户终端,还可再增加业务层、用户层等。

(1) 业务层 物联网业务层可将业务化的物联网信息转化为可计费的物联网信息,包括物联网门户网站,物联网搜索引擎,基于身份和信用的个性化定制服务,物联网用户 Web 平台,信息安全和隐私保护等。业务层主要由软件来实现。

(2) 用户层 最终用户在用户层通过终端设备接入物联网以实现物联网功能。终端设备包括无线和有线两种,无线终端设备包括手机、PDA、PC 和各种专用设备,有线终端包括 PC、有线电话、机顶盒和各种专用设备。专用设备有智能家电、智能电表,等等。

物联网的行业特性主要体现在其应用领域内,目前绿色农业、工业监控、公共安全、城市管理、远程医疗、智能家居、智能交通和环境监测等各个行业均有物联网应用的尝试,如图 1-6 所示,某些行业已经积累一些成功的案例。

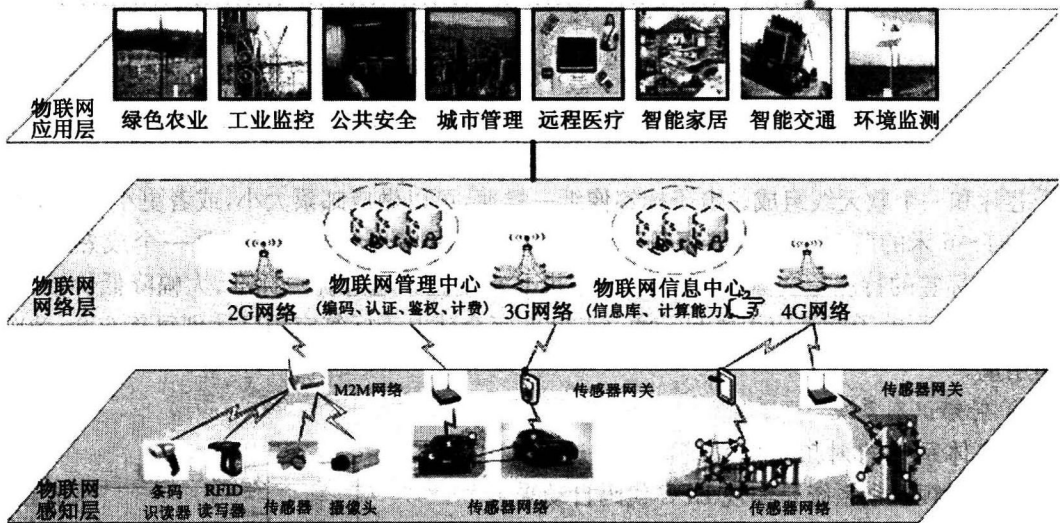


图 1-6 物联网相关应用领域

1.3.3 物联网的 EPC 体系结构

EPCglobal 构建的物联网,是由 EPC 编码体系、射频识别系统及信息网络系统三部分组成,如图 1-7 所示。一个带有电子标签的产品,电子标签中有这个产品的唯一编码,当这个带有标签的产品通过一个读写器时,这个产品的信息就会通过互联网传输到指定的计算机内,这是一个全自动的产品流动监测网络。EPC 开放网络(物联网)将在全球范围内从根本上改变对产品生产、运输、仓储、销售各环节物品流动监控的管理水平。EPC 开放网络是构建在互联网之上的全球物品流动信息传递网络,互联网上开展了许多服务,这些应用开始渗透到人们的生活中,如电子邮件、IP 电话、网上新闻、网上游戏,这些都是互联网的应用,EPC 开放网络也是一种应用,但这种应用是和产品生产、销售紧密结合的应用。

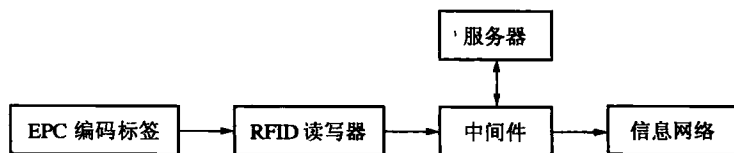


图 1-7 物联网的 EPC 体系结构

1) EPC 编码体系

物联网实现的是全球物品的信息实时共享。显然,首先要做的是实现全球物品的统一编码,即对在地球上任何地方生产出来的任何一件物品,都要给它打上电子标签。在这种电子标签中携带有一个产品代码,并且全球唯一。电子标签代表了该物品的基本识别信息,例如,表示 A 公司于 B 时间在 C 地点生产的 D 类产品的第 E 件。目前,欧美支持的 EPC 编码和日本支持的“随处可见的识别”(Ubiquitous Identification, UID)编码是两种常见的电子产品编码体系。

2) 产品电子代码

产品电子代码(EPC 编码)是国际条码组织推出的新一代产品编码体系。原来的产品条码仅是对产品分类的编码,EPC 编码是对每个单品都赋予一个全球唯一编码。EPC 编码是 96 位(二进制)方式的编码体系,可以为 2.68 亿个公司赋码,每个公司可以有 1 600 万产品分类,每类产品有 680 亿的独立产品编码,形象地说,可以为地球上的每一粒大米赋一个唯一的编码。主要通过产品电子标签(EPC 标签)来表示,产品电子标签是由一个比米粒 1/5 还小的电子芯片和一个软天线组成。电子标签像纸一样薄,可以做成邮票大小,或者更小。电子标签可以在 1~6 米的距离让读写器探测到,一般可以读写信息。电子标签是一个成熟的技术,EPC 电子标签的特点是全球统一标准,价格也非常便宜。通过统一标准、大幅降低价格、与互联网信息互通,电子标签应用风起云涌,到 2006 年全球电子标签应用已达到每年 600~800 亿片的用量。

3) 射频识别系统

EPC 体系中的射频识别系统如图 1-8 所示。EPC 射频识别系统是实现 EPC 代码自动采集的功能模块,主要由 EPC 标签和射频读写器组成。EPC 标签是产品电子代码(EPC)的物理载体,当 EPC 标签贴在物品上或内嵌在物品中时,该物品与 EPC 标签中的产品电子代码就建立起了一对一的映射关系。EPC 标签从本质上来讲就是一个电子标签,通过 RFID 读写器可以对 EPC 标签内存储的信息进行读取,这个内部存储的信息就是产品的电子代码。产品电子代码要经读写器报送给物联网中间件,经处理后存储

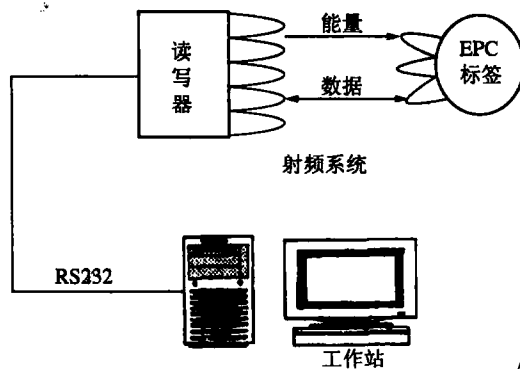


图 1-8 EPC 体系中射频识别系统

存储在分布式数据库中。用户查询物品信息时只要在网络浏览器的地址栏中输入物品名称、生产商、供货商等数据,就可以实时获悉物品在供应链中的状况。目前,与此相关的标准已制定,包括电子标签的封装标准、电子标签与读写器间数据交互标准等。EPC 系统射频标签与射频读写器之间利用无线感应方式进行信息交换,具有非接触识别、可识别快速移动物品、可同时识别多个物品等特点。因此,EPC 射频识别系统为数据采集最大限度地降低了人工干预,实