

铁路物联网

钟章队 谢健骊 李翠然 编著

TIELU
WULIANWANG



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路物联网

钟章队 谢健骊 李翠然 编著

中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书系统阐述了物联网基本理论和关键技术,并从铁路信息化角度出发,深入探讨了物联网在铁路领域的应用,主要包括:物联网概念、铁路信息系统、物联网与铁路安全监测及控制、物联网理论及标准化进程、物联网感知与识别技术、物联网通信与网络技术、物联网技术在铁路领域的既有应用以及未来应用。

本书既可作为高等院校相关专业本科生、硕士生学习物联网技术和知识的教材和教学参考书,也可作为从事铁路信息化、铁路物联网工程建设的科技工程人员的培训教材或自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路物联网/钟章队,谢健骊,李翠然编著. —北京:中国铁道出版社,2014.9
ISBN 978-7-113-18992-1

I. ①铁… II. ①钟… ②谢… ③李… III. ①互联网—应用—铁路运输—物流—研究 ②智能技术—应用—铁路运输—物流—研究 IV. ①F53-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 169169 号

书 名: 铁路物联网
作 者: 钟章队 谢健骊 李翠然 编著

策 划: 崔忠文
责任编辑: 李嘉懿 徐 清 编辑部电话: (路) 021-73420 电子信箱: dianwu@vip.sina.com
(市) 010-51873420

封面设计: 郑春鹏
责任校对: 龚长江
责任印制: 陆 宁 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址: <http://www.tdpress.com>
印 刷: 三河市兴达印务有限公司
版 次: 2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 16.5 字数: 406 千
书 号: ISBN 978-7-113-18992-1
定 价: 45.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010) 51873174(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010) 51873659,路电(021) 73659,传真(010) 63549480

前 言

2010年,“国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定”(国发〔2010〕32号)文中明确指出,物联网为我国战略性新兴产业之一。2011年政府工作报告中指出,要加快培育战略性新兴产业,积极发展现代信息技术产业,建设高性能宽带信息网,加快实现“三网融合”,促进物联网示范应用。同时也指出,要全面加强人才工作,以高层次和高技能人才为重点,加快培养造就一大批创新型科技人才和急需紧缺人才。

铁路是国家的重要基础设施、国家的大动脉、大众化交通工具,在综合交通体系中处于骨干地位,没有铁路的现代化就难以实现国家的现代化。中国幅员辽阔、内陆深广、人口众多,资源分布及工业布局不平衡,铁路运输在各种运输方式中占有的优势更加突出,在经济社会发展中具有重要的地位和作用。

物联网的兴起与发展将对我国铁路运输领域带来深远的影响。我国铁路系统近几年来取得了显著成绩,高速铁路发展成就尤为突出,为适应这种发展,实现铁路的智能化、信息化迫在眉睫。铁路系统的设计、施工、管理必须与时俱进,建立更加高效的管理体系,减少铁路故障、保障安全行驶等也是铁路建设的首要任务之一。物联网技术的应用,将会提高铁路安全保障和运营效率,进一步推动铁路运输信息化的进程。

本书系统地阐述了物联网基本理论和关键技术,并从铁路信息化角度出发,对物联网在铁路领域的应用展开探讨,期望能对物联网理论、技术在我国铁路建设、运营中的应用具有一定指导意义。

全书共分8章,各章节主要内容及安排分别为:

第1章介绍物联网的概念和发展历史,对互联网、物联网、泛在网等概念的异同进行辨析,讨论了UID、EPC等物联网体系结构、物联网关键技术以及物联网在各行业的应用,阐述“物联网工程专业”在我国高校,特别是铁路相关高校的设置情况。

第2章首先阐明铁路信息系统与物联网的关系,给出“铁路物联网”的概念,进而探讨如何从物联网的角度来规划铁路信息系统的各个方面;接下来以欧洲铁路运输管理系统(ERTMS)为例,论述铁路信息系统,同时对支撑铁路物联网的铁路专用移动通信系统GSM-R和LTE-R进行介绍;进一步地,以铁路信息系统未来发展趋势为基础,分析IBM“智慧铁路”的相关解决方案;最后,鉴于铁路信息化建设需要实现精准控制的观点,对信息—物理融合系统(CPS)进行论述。

第3章通过分析物联网的特点和铁路安全运输要求,提出基于物联网的铁路安全信息保障系统模型,论述对目前铁路安全控制中已经得到应用的一些设备信息、环境信息的采集及处理技术,概括“基于物联网的铁路安全信息保障”面临的技术难题和挑战。

第4章首先对2种得到广泛认同的物联网体系结构以及一些具有特殊应用的物联网体系结构进行介绍;之后,从泛在通信、海量数据处理、无线资源管理、智能信息处理、物联网安全几方面对与物联网密切相关的基础理论进行论述,并简要介绍物联网相关标准化进程。

第5章论述物联网感知与识别技术,介绍传感器的分类、特征及发展方向;分析RFID工作原理、标准化进程及其中间件技术;并根据嵌入式技术在物联网中的应用特点,对其进行讨论。

第6章介绍与物联网发展密切相关的一些无线通信技术和网络技术,主要的无线通信技术包括 Zigbee、蓝牙、超宽带、NFC 等技术;网络技术方面主要讲述 WSN、Ad hoc 网络、IPv6 网络技术,同时对物联网中间件技术和 M2M 进行介绍。

第7章介绍物联网技术在铁路领域的既有应用,包括:无线车次号识别与追踪、列车定位技术、集装箱及危险品运输管理等;并从物联网的角度对列车控制中的点式应答器进行了阐述;此外,论述物联网技术在铁路防灾预警系统中的综合应用。

第8章探讨物联网技术在铁路维修维护、物资管理、设备溯源、产品生命周期管理、铁路建设项目管理等领域的未来可能性应用。

本书由钟章队、谢健骊、李翠然编著。第1章由钟章队、谢健骊、李翠然编写,第2章、第3章由钟章队、谢健骊编写,第4章、第5章由谢健骊编写,第6章由钟章队、谢健骊编写,第7章、第8章由钟章队、谢健骊、李翠然编写。在本书编写过程中,得到了轨道交通控制与安全国家重点实验室(北京交通大学)和兰州交通大学相关老师、同学的大力支持和帮助,在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书编写受到国家自然科学基金铁道联合项目(No. U1334202),教育部科学研究重大项目(No. 313006),国家自然科学基金项目(No. 61261014)的资助。

由于作者水平有限,书中错误在所难免,敬请同仁与读者批评指正。

作者

2014年6月

于轨道交通控制与安全国家重点
实验室(北京交通大学)

目 录

第 1 章 物联网简介	1
1.1 物联网的概念及发展历史	1
1.2 物联网、互联网、泛在网的异同	3
1.3 物联网体系结构	4
1.4 物联网关键技术	12
1.5 物联网的应用	14
1.6 物联网工程专业	17
第 2 章 铁路信息系统	18
2.1 铁路信息化现状	18
2.2 铁路信息化总体结构	19
2.3 铁路物联网的概念	22
2.4 欧洲铁路运输管理系统(ERTMS)	24
2.5 铁路运输调度管理系统(TDMS)	29
2.6 铁路专用移动通信系统	30
2.7 IBM 智慧铁路	38
2.8 信息物理融合系统(CPS)	40
第 3 章 物联网与铁路安全监测及控制	42
3.1 轴温检测	43
3.2 尾部风压监测	48
3.3 轨道几何状态检测预警	51
3.4 基于物联网的铁路安全信息保障	57
第 4 章 物联网理论及标准化进程	61
4.1 物联网体系结构	61
4.2 物联网的特征和要素	65
4.3 物联网相关理论	66
4.4 物联网标准化进程	93
第 5 章 物联网感知与识别技术	102
5.1 传感技术	102
5.2 RFID 技术	107

5.3 嵌入式系统技术	113
第6章 物联网通信与网络技术	121
6.1 ZigBee 技术	121
6.2 蓝牙技术	122
6.3 超带宽(UWB)技术	123
6.4 NFC 技术	128
6.5 WSN 技术	131
6.6 Ad hoc 网络技术	137
6.7 IPv6 技术	148
6.8 中间件技术	160
6.9 M2M 技术	168
第7章 物联网技术在铁路领域的既有应用	174
7.1 基于 RFID 的无线车次号追踪	174
7.2 列车定位	177
7.3 现代物流中的铁路集装箱与危险品运输	186
7.4 RFID 应答器与列车控制	188
7.5 铁路自然灾害及异物侵限监测系统	192
第8章 物联网技术在铁路领域的未来应用	207
8.1 铁路的维修维护	207
8.2 铁路物资管理	219
8.3 铁路设备溯源	226
8.4 产品生命周期(LCC)管理	230
8.5 铁路项目建设中的物联网	234
附录 缩略语	243
参考文献	252

第 1 章 物联网简介

物联网的时代即将到来,物联网将上升为国家战略,成为下一阶段 IT 产业的任务。而物联网的兴起与发展将对中国铁路运输领域带来深远的影响。中国铁路系统近几年来取得了显著成绩,高速铁路发展成就尤为突出,为了适应这种发展,实现铁路的智能化、信息化迫在眉睫。随着科技的进步、信息化的发展,铁路通信信息正朝着数据化、可移动性以及宽带化发展,如铁路客票系统、铁路车号采集系统等,物联网技术在其中已经起到了巨大的作用。而减少铁路故障、保障安全行驶等也是铁路建设的首要任务之一。铁路系统的设计、施工、管理必须要与与时俱进,建立更加高效的管理体系。结合物联网技术的应用,将会使铁路更好地发挥其功能,从而推动铁路的高速发展。

本章首先对物联网进行介绍,包括物联网的概念、物联网与互联网和泛在网的异同、物联网体系结构、关键技术以及物联网的应用。其次,对物联网工程专业做出介绍,特别是几个铁路相关高校的物联网工程专业建设情况。通过本章的概述,希望读者可以对物联网有一个全方位的认识,为理解“铁路物联网”奠定基础。

1.1 物联网的概念及发展历史

物联网的概念是在 1999 年提出的。它是在计算机互联网的基础上,利用无线射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)技术、产品电子代码(Electronic Product Code,EPC)标准、无线数据通信技术等,以构造一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网(简称物联网)。

物联网的英文名称为“The Internet of Things”,由该名称可见,物联网就是“物物相连的互联网”。它有两层意思:第一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础之上延伸和扩展的一种网络;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。因此,物联网的定义是,通过 RFID 装置、红外感应器、全球定位系统、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相连接,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。

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。

2005年11月17日,在突尼斯举行的信息社会世界峰会(World Summit of Information Society, WSIS)上,国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)发布了《ITU互联网报告2005:物联网》,引用了“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,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。RFID技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛地应用。

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和物与物之间的沟通连接。物联网概念的兴起,很大程度上得益于ITU 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。

欧盟于2006年成立工作组,专门进行RFID技术的研究,并于2008年发布了《2020年的物联网-未来路线》;2009年,欧洲物联网研究项目工作组在欧盟委员会资助下制订了《物联网战略研究路线图》、《RFID与物联网模型》等意见书。2009年5月,欧洲信息业、商业领域的科研人员、官员和企业负责人齐聚欧盟总部所在地布鲁塞尔,就物联网的发展前景做了广泛讨论,旨在为欧盟寻找危机解决之道、保持经济长期发展做出新的尝试。2009年6月,欧盟委员会向欧盟议会、理事会、欧洲经济和社会委员会及地区委员会递交了《欧盟物联网行动计划》(Internet of Things-An Action Plan for Europe),该计划包括的14项内容主要为:管理体系、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、统计数据和进展监督等一系列工作。

在美国,IBM公司2008年首次提出了“智慧地球”的概念。IBM“智慧地球”战略的主要内容是,IT产业下一阶段的任务是把新一代IT技术充分运用在各行各业之中。即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,并且被普遍连接,形成所谓“物联网”,并通过超级计算机和云计算将“物联网”整合起来,实现人类社会与物理系统的整合。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,从而达到“智慧”状态。为了实施这一全新的战略,IBM已经推出了各种“智慧”的解决方案,如智慧的医疗、智慧的电网、智慧的油田、智慧的城市、智慧的企业等。

在中国,2010年《政府工作报告中》提出了一个物联网的普遍定义:物联网就是通过信息传感设备,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。

虽然目前中国对物联网还没有一个统一的标准定义,但从本质上看,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。物联网技术的发展几乎涉及信息技术的方方面面,是一种聚合性、系统性的创新应用与发展,也因此被称为是信息技术的第三次革命性创新。

1.2 物联网、互联网、泛在网的异同

物联网(Internet of Things, IoT)是指在物理世界的实体中部署具有一定感知能力、计算能力或执行能力的各种信息传感设备,通过网络设施实现信息传输、协同和处理,从而实现广域或大范围的人与物、物与物之间信息交换需求的互联。物联网强调应用。物联网包括各种末端网、通信网络和应用3个层次,其中末端网包括各种实现与物互联的技术,如传感器网络、RFID、二维码、短距离无线通信技术、移动通信模块等。传感器网络是物联网末端采用的关键技术之一。

互联网,即广域网、局域网及单机按照一定的通信协议组成的国际计算机网络。它是指将两台计算机或者是两台以上的计算机终端、客户端、服务端通过计算机信息技术的手段互相联系起来的结果,人们可以与远在千里之外的朋友相互发送邮件、共同完成一项工作、共同娱乐。

泛在网(Ubiquitous Networking, UN)是指基于个人和社会的需求,利用现有的和新的网络技术,实现人与人、人与物、物与物之间按需进行的信息获取、传递、存储、认知、决策、使用等服务,网络超强的环境感知、内容感知及其智能性,为个人和社会提供泛在的、无所不备的信息服务和应用。

人们一般把互联网称为“外网”,互联网是一个“平台”,着重于“互联互通”和信息共享,而物联网则不同,既然有“物”,就一定有产权和归属权,共享也一定是有条件的。所以,在很长一段时间内,“物联网”主要将以“物连网”的形态存在于内网和专网中。

物联网与互联网还有一个显著的区别,就是目前在互联网的“内容”,绝大部分都是“人工输入”的,而物联网上的内容将主要是“工业化”和“自动化”两个融合的机器“自动生成”的。同时,也应该看到,互联网目前是以有线 TCP/IP 网络为主要载体的,而物联网的很多应用更依赖于“无线网络”技术,各种短距离 RF(RFID 等)和长距离(GSM 和各种 CDMA)的无线通信技术是目前物联网产业发展的主要基础设施。

物联网可用的基础网络有很多,根据应用需要可以用公网也可以用专网,没有说一定是什么网络。通常互联网是最适合作为物联网的基础网络,特别是当物物互联范围超出局域网的时候已经需要公众网来传送信息处理的时候互联网是最常用的。物联网是全球性的,但往往具有行业性和区域性,尽管在架构上物联网可以连接全世界,但是所建设的物联网不是谁都可以接入的。物联网相当于互联网上面面向特定任务来组织的专用网络,与其说物联网是网络,不如说物联网是业务和应用,它应该是通信网络里的一个应用拓展,底层传感网是原来通信网不包含的。

泛在网是指无所不在的网络,又称泛在网络 U。最早提出 U 战略的日韩给出的定义是:无所不在的网络社会将是由智能网络、最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,即在任何时间、任何地点、任何人、任何物都能顺畅地通信。故相对于物联网技术的当前可实现性来说,泛在网属于未来信息技术发展的理想状态和长期愿景。在互联网和物联网中,所有联网的网络终端不仅仅只有人,更多的是无穷尽的多媒体终端,而连接的技术也是多种多样,包括有线和无线,仅仅无线技术就存在 WiFi、蓝牙、RFID 等多种标准。复杂的连接设备加上复杂的连接方式都注定终端需要实现智

能化,而泛在网恰好能够很好地实现这种功能。所以说物联网是互联网应用拓展重点,物联网是泛在网的起点。

1.3 物联网体系结构

物联网引起了包括企业、科研团体、新闻媒体和政府机构的广泛关注。一些研究机构也进行了一些对物联网关键技术以及体系结构的研究。但目前对于物联网的研究尚未形成统一的看法,对于物联网技术内涵的分析也不够专业和深入。有一些专业的或非专业的出版物将RFID或者传感器网络当做物联网,实际上,这些只是物联网的一个组成部分或者物联网的一种类型而已。真正的物联网的定义与结构,比这些描述更加广泛和简单。物联网就是一个连接物与物的网络,RFID是其中一种,传感器网络也是其中一种,除此之外,还有很多的“物”可以与“物”通过网络连接起来,它们也同样构成物联网。

物联网大致被公认为有三个层次:底层是用来感知数据的感知层,第二层是数据传输的网络层,最上层则是应用层。如图1—1所示。



图 1—1 物联网分层结构

1. 感知层

物联网的感知层包括传感器等数据采集设备和数据接入到网关之前的传感器网络。感知层是物联网发展和应用的基础,RFID技术、传感和控制技术、短距离无线通信技术是感知层涉及的主要技术。

RFID系统应用不同其组成会有所不同,但基本都是由读写器、RFID电子标签和计算机通信网络三大部分组成,如图1—2所示。

读写器是利用射频技术读写电子标签信息的设备。RFID系统工作时,一般首先由读写器发射一个特定的询问信号,当电子标签感应到这个信号后,就会给出应答信号,应答信号中含有电子标签携带的数据信息。读写器接收这个应答信号,并对其进行处理,然后将处理后的应答信号返回给外部主机,进行相应操作。

电子标签由芯片及天线组成,附着在物体上标识目标对象,每个电子标签具有唯一的电子编码,存储被标识物体的相关信息。它所存储的信息通常可被射频读写器通过非接触方式读/写获取。

在RFID系统中,计算机通信网络通常用于对数据进行管理,完成通信传输功能。读写器可以通过标准接口与计算机通信网络连接,以便实现通信和数据传输。

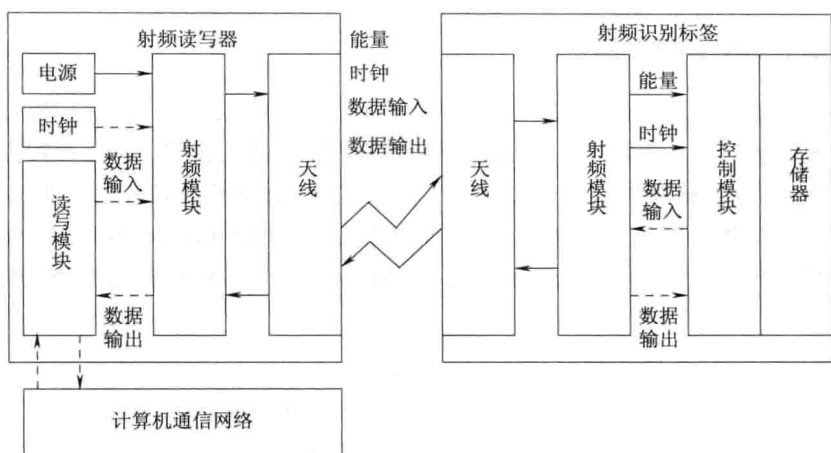


图 1—2 RFID 系统结构图

2. 网络层

物联网的网络层建立在现有的移动通信网和互联网基础上。网络层中的感知数据管理与处理技术是实现以数据为中心的物联网核心技术,包括传感网数据的存储、查询、分析、挖掘、理解及基于感知数据决策和行为的理论和技术。

3. 应用层

物联网的应用层利用经过分析处理的感知数据为用户提供丰富的特定服务。应用层是物联网发展的目的。

目前,物联网还没有一个广泛认同的体系结构。最具代表性的物联网架构是欧美支持的 EPC global 体系架构和日本的 Ubiquitous ID (UID) 系统。针对国家领域的物品编码标准体系,有韩国互联网发展处 (NIDA) 提出的可移动的 RFID 编码 (RFID Code)。EPC global 和泛在 ID 中心 (UID center) 都是为推进 RFID 标准化而建立的国际标准化团体,中国也积极参与了上述物联网体系工作,正在积极制定符合中国发展情况的物联网标准和架构。

1.3.1 UID 技术体系结构

日本在电子标签方面的发展始于 20 世纪 80 年代中期的实时嵌入式系统 TRON, T-Engine 是其核心的体系架构。在 T-Engine 论坛领导下,泛在 ID 中心设立在东京大学,于 2003 年 3 月成立,并得到日本政府经产省、总务省及大企业的支持,目前包括微软、索尼、三菱、日立、日电、东芝、夏普、富士通、NTT、DoCoMo、KDDI、J-Phone、伊藤忠、大日本印刷、凸版印刷、理光等重量级企业。UID 中心建立的目的是为了建立和普及自动识别“物品”所需的基础技术,最终实现“计算无处不在”的理想环境。

UID 技术体系架构由泛在识别码 (uCode)、泛在通信器、信息系统服务器和 uCode 解析服务器等 4 部分构成。UID 使用 uCode 作为现实世界物品和场所的标识,UC 从 uCode 电子标签中读取 uCode 获取这些设施的状态,并控制它们,UC 类似于 PDA 终端。UID 能在多种行业中得到广泛应用,是将现实世界用 uCode 标签的物品、场所等各种实体和虚拟世界中存储在信息服务器中各种相关信息联系起来,实现“物物互联”;而且,UID 是一个开放的架构,它的规范是对大众公开的。

1.3.2 基于 EPC 的物联网结构

基于 EPC 的物联网是在计算机互联网的基础上,利用全球统一的物品编码技术、RFID 技术、无线数据通信技术等,实现全球范围内的单件产品的跟踪与追溯,从而有效提高供应链管理水 平,降低物流成本,被誉为具有革命性意义的新技术,引起了世界各国企业的广泛关注。

典型的 EPC 物联网由信息采集系统、实体描述语言(Physical Markup Language,PML)信息服务器、对象名解析服务器(Object Naming System,ONS)和 Savant 系统四部分组成,如图 1—3 所示。

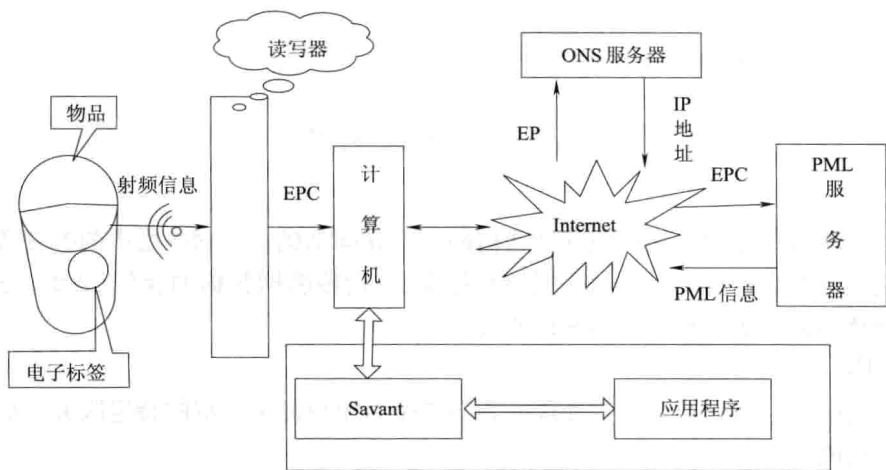


图 1—3 基于 EPC 的物联网结构

1. 信息采集系统

信息采集系统由 EPC、读写器、驻留有信息采集软件的上位机组成,主要完成产品的识别和 EPC 的采集与处理。EPC 是 Auto-ID 中心为每个物理目标分配的唯一可查询的标识码,其内含的一串数字可代表产品类别和制造商、生产日期和地点、有效日期、应运往何地等信息。同时,随着产品在工厂内的转移或变化,这些数据可以实时更新。

2. PML 信息服务器

PML 信息服务器由产品生产商建立并维护,储存着这个生产商生产的所有商品的文件信息。根据事先规定的原则对产品进行编码,并利用标准的 PML 对产品的名称、生产厂家、生产日期、重量、体积、性能等详细信息进行描述,从而生成 PML 文件。一个典型 PML 服务器原理图如图 1—4 所示。

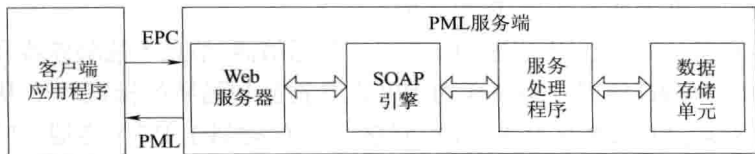


图 1—4 PML 服务器原理图

图 1—4 中各组成部分的功能如下：

Web 服务器: PML 信息服务器中唯一直接与客户端交互的模块, 位于整个 PML 信息服务器最前端的模块, 可以接收客户端的请求, 进行解析、验证, 确认无误后发送给 SOAP 引擎, 并将结果返回给客户端。

SOAP 引擎: PLM 信息服务器上所有已部署服务的注册中心, 可以对所有已部署服务进行注册, 提供相应组件的注册信息, 将来自 Web 服务器的请求定位到对应的服务处理程序, 并将处理结果返回给 Web 服务器。

服务处理程序: 客户端请求的服务实现程序, 包括实时路径更新程序、路径查询程序和原始信息查询程序等。

数据存储单元: 用于 PML 信息服务器端数据的存储, 主要用于客户端请求数据的存储, 存储介质包括各种关系数据库或者一些中间文件, 如 PML 文件。

在整个物联网系统中, PML 信息服务器主要提供以下三个功能: 实时路径信息的存储、产品路径信息查询和产品原始信息查询。

3. ONS

ONS 的作用是在各信息采集节点与 PML 信息服务器之间建立联系, 实现从产品 EPC 到产品 PML 信息之间的映射。当前, 典型的 ONS 服务用来定位某一 EPC 对应的 PML 信息服务器。ONS 服务是联系前台 Savant 软件和后台 PML 信息服务器的网络枢纽, 并且 ONS 的设计与架构都以 DNS 为基础。因此, 可以使整个 EPC 网络以 Internet 为依托, 迅速架构并顺利延伸到世界各地。

ONS 结构如图 1—5 所示, 它是一个分布式的架构, 主要由映射信息、ONS 服务器、ONS 解析器和 ONS 本地缓存组成。

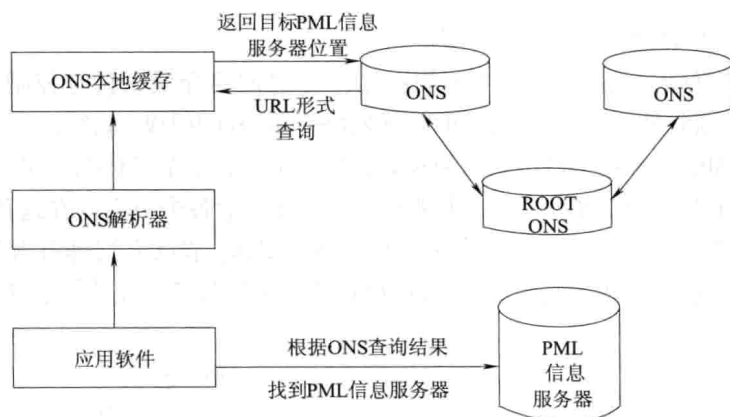


图 1—5 ONS 结构组成

4. Savant 系统

Savant 系统在物联网中处于读写器和企业应用程序之间, 相当于物联网的神经系统。它采用分布式结构, 层次化地组织、管理数据流, 具有数据搜集、过滤、整合与传递等功能, 能将有用的信息传送到企业后端的应用系统或者其他 Savant 系统中。

Savant 系统需要对数据进行相应的处理, 其中, 最关键的三个方面为冗余数据过滤、数据聚合和信息传递。

1.3.3 物联网网络结构

虽然物联网的应用领域千变万化,其各个组成部分的物理性质、计算能力、构成形态、层次结构等也各不相同,但都可以划分为点到点、节点到控制/处理中心这两种最基本的网络结构。由这种最基本的网络结构,又可以叠加演化为更加复杂的物联网网络结构,如混合结构、分级结构等。

1. 两种基本网络结构

(1) 点到点(Point to Point, P2P)的网络结构

在点到点的物联网结构中,节点通过网络介质直接与其他节点通信,整个网络由节点和传输网络(或网络介质)共同组成,如图 1—6 所示。组成网络的节点有着相似的结构,发挥相似的功能,彼此对等。如无线传感器网络、Ad Hoc 网络就是典型的点到点结构。彼此连接的节点还可以构成不同的网络域,不同的网络域完成不同的工作划分,如不同的信息处理层级等。此外,还可以通过节点之间的协议约定,联合构成网状网(Mesh Network, Mesh)。

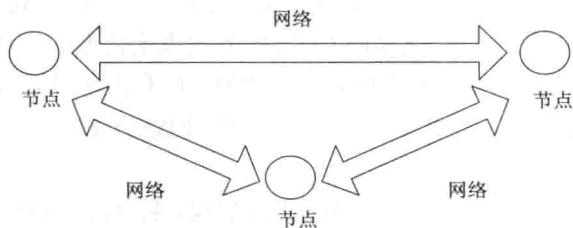


图 1—6 点到点的网络结构

(2) 节点到控制/处理中心的网络结构

在节点到控制/处理中心的物联网结构中,节点通过网络介质直接与控制/处理中心通信。整个网络由节点、控制/处理中心和传输网络(或网络介质)共同组成,如图 1—7 所示。节点负责处理终端的信息,如信息采集、分发等;控制和处理中心汇聚各个节点传送过来的信息,并进行处理,同时也控制各个节点的工作状态,将处理后的信息分发给各个节点。在这种网络结构下,各个节点在中心的控制下进行工作,中心集中对信息进行处理,节点无须具备太强的信息处理能力,只需做简单的信息采集和传递的工作,这样也降低了各个节点的设计复杂度和成本。

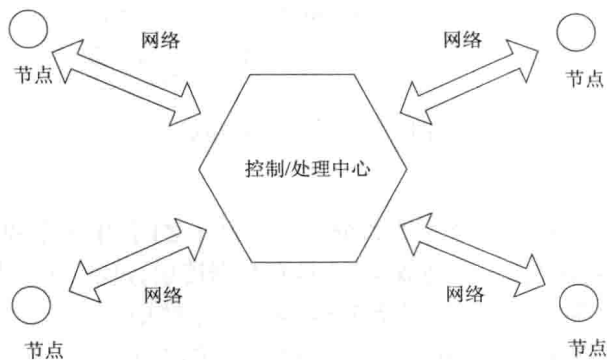


图 1—7 节点到控制/处理中心的网络结构

2. 无线传感器节点构建的物联网网络结构

以无线传感器节点构建的物联网为例对其网络结构进行分析。无线传感器网络的网络拓扑结构是组织无线传感器节点的组网技术,有多种形态和组网方式。按照其组网形态和方式,可分为集中式、分布式和混合式。集中式结构类似移动通信的蜂窝结构,集中管理;分布结构类似 Ad Hoc 网络结构,可自组织网络接入连接和分布管理;混合式结构是集中式和分布式结构的组合。无线传感器网络的网状式结构类似 Mesh 网络结构以网状分布式连接和管理。如果按照节点功能及结构层次,无线传感器网络通常可以分为平面网络结构、分级网络结构、混合网络结构以及 Mesh 网络结构。无线传感器节点经多跳转发,通过基站、汇聚节点或网关接入网络,在网络侧的任务管理节点对感应信息进行管理、分类和处理,再把感应信息送给用户使用。研究和开发有效、实用的网络结构,对构建高性能的无线传感器网络十分重要。

(1) 平面网络结构

平面网络结构是无线传感器网络中最简单的一种拓扑结构,如图 1—8 所示。所有节点为对等结构,具有完全一致的功能特性,也就是说每个节点均包含相同的 MAC、路由、管理和安全协议。这种拓扑结构简单易维护、具有较好的健壮性,事实上就是一种 Ad Hoc 网络结构形式。由于没有中心管理节点,故采用自组织协同算法形成网络,其组网算法比较复杂。

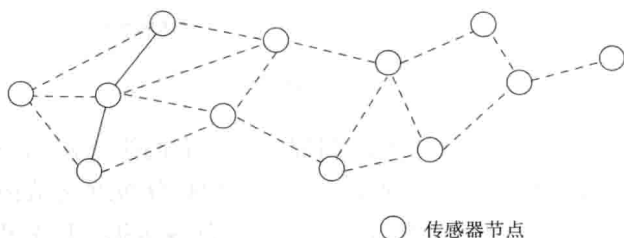


图 1—8 平面网络结构

(2) 分级网络结构

分级网络结构是无线传感器网络中平面网络结构的一种扩展拓扑结构,如图 1—9 所示。网络分为上、下两层:上层为中心骨干节点;下层为一般传感器节点。通常网络可能存在一个或多个骨干节点,骨干节点之间或一般传感器节点之间采用的是平面网络结构。具有汇聚功能的骨干节点和一般传感器节点之间采用的是分级网络结构。所有骨干节点为对等结构,骨干节点和一般传感器节点有不同的功能特性,也就是说每个骨干节点均包含相同的媒体访问控制(Medium Access Control, MAC)、路由、管理和安全等功能协议,而一般传感器节点可能没有路由、管理及汇聚处理等功能。这种分级网络通常以簇的形式存在,按照功能分为簇首(具有汇聚功能的骨干节点)和成员节点(一般传感器节点)。这种网络拓扑结构扩展性好、便于集中管理、可以降低系统建设成本、提高网络覆盖率和可靠性,但是集中管理开销大、硬件成本高、一般传感器节点之间不太可能直接通信。

(3) 混合网络结构

混合网络结构是无线传感器网络中平面网络结构和分级网络结构的一种混合拓扑结构,如图 1—10 所示。

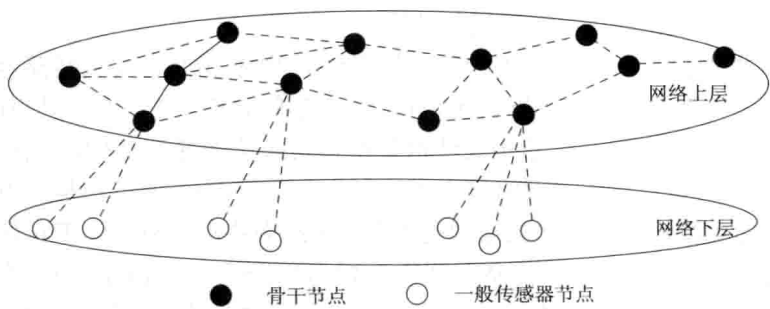


图 1—9 分级网络结构

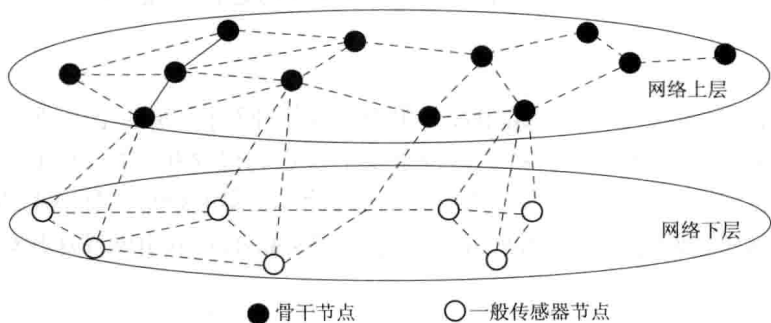


图 1—10 混合网络结构

网络骨干节点之间及一般传感器节点之间都采用平面网络结构，而网络骨干节点和一般传感器节点之间采用分级网络结构。这种网络拓扑结构和分级网络结构不同的是，一般传感器节点之间可以直接通信，可以不通过汇聚骨干节点来转发数据。同分级网络结构比较，这种结构支持的功能更加强大，但所需硬件成本更高。

(4) Mesh 网络结构

Mesh 网络结构是一种新型的无线传感器网络结构，与前面的传统无线网络拓扑结构有一些结构和技术上的不同。从结构来看，Mesh 网络是规则分布的网络，不同于完全连接的网络结构(见图 1—11)。Mesh 网络通常只允许节点和其最近的邻居节点通信，如图 1—12 所示。网络内部的节点一般都是相通的，因此 Mesh 网络也称为对等网络。

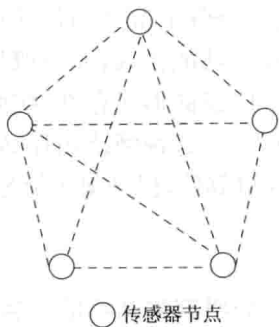


图 1—11 完全连接的网络结构

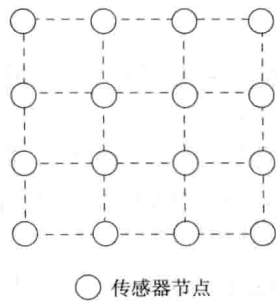


图 1—12 Mesh 网络结构