

台州市继续教育系列教材

物联网

基础理论与实践应用

王如考 詹国华 主编

西泠印社出版社



台州市继续教育系列教材

物联网

基础理论与实践应用

王如考 詹国华 主编

西泠印社出版社

图书在版编目(CIP)数据

物联网基础理论与实践应用 / 王如考, 詹国华主编

— 杭州: 西泠印社出版社, 2015. 5

ISBN 978-7-5508-1485-1

I. ①物… II. ①王… ②詹… III. ①互联网络—应用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第103982号

物联网基础理论与实践应用

王如考 詹国华 主编

出品人: 江 吟

责任编辑: 朱晓莉 徐 炜

责任出版: 李 兵

封面设计: 王 欣

设计制作: 杭州林智广告有限公司

出版发行: 西泠印社出版社

地 址: 杭州市西湖文化广场 32 号(邮编: 310014)

电 话: 0571-87243279

经 销: 全国新华书店

印 刷: 上虞印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/32

印 张: 9.25

字 数: 272千

版 次: 2015年5月第1版

印 次: 2015年5月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5508-1485-1

定 价: 30.00元

顾问	尹学群				
主编	王如考	詹国华			
副主编	李志华	石勇			
编委	吴莹	江吟	吕凤棠	高飞	
	陈彦兴	缪准	马君健	牟锡荣	
	王晓波				
撰稿人	詹国华	李志华	李秋栾	黄锦文	
支持人员	李阳	陈翔	虞歌	何宗见	
	何炎雯				

目录

CONTENTS

第一章 物联网概述	1
第一节 物联网产生的背景	1
1. 社会经济发展的需要	1
2. 科学技术发展的成果	3
第二节 物联网定义与技术特征	8
1. 物联网的定义	9
2. 物联网的基本特征	13
3. 物联网的关键技术	15
第三节 物联网与其他网络关系	21
1. 物联网的体系架构	21
2. 物联网与其他网络关系	28
第四节 物联网面临问题及发展展望	30
1. 物联网面临问题	30
2. 物联网发展展望	34
第二章 国外物联网发展现状	38
第一节 美国物联网发展状态	38
1. 美国物联网发展现状	38
2. “智慧地球”战略	39
3. 美国物联网典型应用	45

第二节 欧盟物联网发展状态	49
1. 欧盟物联网发展现状	49
2. 《欧盟物联网行动计划》	52
第三节 日本物联网发展状态	58
1. 日本物联网研究现状	58
2. 日本物联网国家战略	62
3. 日本物联网典型应用	66
第四节 其他国家物联网发展状态	69
1. 韩国物联网发展状态	69
2. 其他国家物联网发展状态	73
第三章 国内物联网发展现状与政策	81
第一节 国内物联网发展现状	81
1. 中国物联网发展现状	81
2. 中国物联网发展优势和障碍	84
第二节 国家物联网发展政策	89
1. 物联网“十二五”发展规划	89
2. “感知中国”战略	95
第三节 浙江省物联网发展现状与政策	98
1. 浙江省物联网发展现状	98
2. 《浙江省物联网产业发展规划(2010—2015 年)》	104
第四章 物联网应用(上)	111
第一节 智能交通	111
1. 智能交通基本概念	111
2. 基础功能与行业现状	112
3. 智能交通应用案例	117
第二节 智能电网	125

1. 智能电网基本概念	125
2. 基础功能与行业现状	130
第三节 智能安防	141
1. 智能安防基本概念	141
2. 基础功能与行业现状	143
3. 智能安防应用案例	148
第四节 智能物流	151
1. 智能物流基本概念	151
2. 基础功能与行业现状	153
3. 智能物流应用案例	156
第五章 物联网应用(下)	161
第一节 智能家居	161
1. 智能家居基本概念	161
2. 基础功能与行业现状	166
3. 智能家居应用案例	174
第二节 智能医疗	185
1. 智能医疗基本概念	185
2. 基础功能与行业现状	186
3. 智能医疗应用案例	193
第三节 智能金融	201
1. 智能金融基本概念	201
2. 框架功能与行业现状	202
3. 智能金融应用案例	207
第四节 物联网其他应用	214
1. 智慧农业	214
2. 智慧旅游	217
3. 智慧校园	221

第六章 台州市物联网发展现状与政策	226
第一节 台州市物联网政策	226
1. 《台州市战略性新兴产业发展规划 (2011—2015 年)》	228
2. 《台州智慧城市发展规划 2014—2018 年》	229
第二节 台州市物联网技术应用案例	232
1. “智慧水务”在台州市的成功应用	233
2. 智慧农业在台州市的成功应用	241
3. 台州“机器换人”向制造物联网转变	247
4. 物联网监测与救援指挥系统	258
5. 智能一卡通在台州市的成功应用	266
6. 物联网在台烟物流的应用探索与实践	271
第三节 台州市物联网面临问题及展望	278
1. 台州市物联网面临问题	278
2. 台州市物联网展望	282

第一章 物联网概述

国际电信联盟 2005 年一份报告曾描述“物联网”时代的图景：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”洗衣机对颜色和水温的要求等。在这张蓝图中，物联网技术将对各行各业进行改造升级，各种嵌入式传感器将被装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种工业单元中，形成一张名副其实的“物联网”。与此同时，物联网可与现有的互联网进行整合，实现人类社会与物理世界的全方位连接，从而使人类可以一种更加精细和动态的方式管理生产和生活，提高资源利用率和生产水平，改善人与自然之间的关系。

第一节 物联网产生的背景

1. 社会经济发展的需要

回顾历史，我们会发现，每一次经济危机都会催生一些新的技术与行业，引领和支撑经济的复苏，带动世界经济进入新的上升期。在这次世界范围内的金融危机与欧债危机出现时，人们普遍将注意力集中在物联网上。

(1) 社会经济的发展催生物联网

每一次大危机都会催生一些新技术，而新技术是促使社会经济走出危机的巨大推动力。2008 年全球金融危机爆发后，各国经济发展速度迅速下降，尤其是美国经济遭受严重打击。美国总统奥巴马就职后，为寻找新的经济增长点，对 IBM 针对下一代信息浪潮提出的“智慧地球”战略高度关注，由此引发了世界各国对物联网的追捧。日本在 2004 年提出了“u-Japan”战略，韩国在 2006 年提出了“u-Korea”战略，这些都

是从国家工业角度提出的重大信息发展战略。2009年,物联网更是引起了全球范围内的广泛关注。

为应对全球金融危机,中国政府在2009年进行了4万亿元的经济刺激计划,43%用于基础设施建设和节能减排,25%用于地震灾区重建。在这样的背景下,如果科技行业和相关企业能将物联网引入这些项目,就可以将金融危机的影响转化成自身发展的契机,也可为建设一个更加智能的社会做出贡献。

在新一代信息浪潮即将掀起的大趋势下,为使我国物联网发展与国外保持一致,促进新型战略性新兴产业的发展,2009年,温家宝总理提出了“感知中国”的发展战略。2009年8月,国务院总理视察中科院嘉兴无线传感网工程中心无锡研发分中心,提出“在传感网发展中,要早一点谋划未来,早一点攻破核心技术”,并且明确要求尽快建立中国的传感信息中心。2009年11月,总理在北京人民大会堂向北京科技界发表了题为《让科技引领中国可持续发展》的讲话,强调可持续发展的五大方面,其中包括着力突破传感网、物联网关键技术,尽早部署后IP时代相关技术研发,使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。

(2) 物联网发展带来的社会效益

近百年来,人类一共经历了三次里程碑式的科技革命,每一次都让人类生活方式发生了翻天覆地的变化,对整个社会的发展起到了巨大的推动作用。第一次科技革命以蒸汽机、内燃机的出现为标志,由此人类实现了从手工业向机器大生产的转变;第二次科技革命以电灯、电动机的出现为标志,为人类社会带来了新能源;第三次科技革命就是以电子信息技术为代表的科技革命。现在电子信息技术已经渗透到人们生活的各个方面,极大地提高了劳动生产率,促进了生产的迅速发展,并由此产生了一大批新型工业,推动了经济全球化的发展。

物联网的产生是社会发展的必然需求,物联网的全球发展形势将可能提前推动人类进入“智能时代”(也称“物联时代”),即任何事物可以在任何时间、任何地点互联,实现智能互动,这对人类的健康、安全有着不可估量的现实意义。

(3) 物联网成为重要的经济增长点

产业和经济发展的需求对物联网的发展而言是一种更大的推动力。一种技术难度有限、社会需求强烈的产物,快速发展是必然的。有专家预测,10年内物联网就可能大规模普及。如果预测成真,建设物联网必然需要大量的信息传感设备,互联网也需要加速升级。因此,相关设备生产企业将迅猛发展,与之相配套的服务产业也将应运而生。届时,物联网将是继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮,一个上万亿元规模的高科技市场将指日可待。

物联网一方面可以提高经济效益,大大节约成本;另一方面可以为全球经济的复苏提供技术动力。目前,美国、欧盟等国家和地区都在投入巨资深入研究探索物联网。我国也高度关注物联网的研究,工业和信息化部会同有关部门正在新一代信息技术方面开展研究,以制定支持新一代信息技术发展的政策措施。

物联网产业链可以细分为标识、感知、处理和信息传送四个环节,每个环节的关键技术分别为射频识别、传感器、智能芯片和电信运营商的无线传输网络。

作为物联网发展的排头兵,射频识别技术是市场最为关注的技术,同时它又包括了标签、阅读器、其他基础设施、软件和服务等方面。2009年,射频识别市场规模达到50亿元,年复合增长率为33%,其中电子标签超过38亿元、读写器接近7亿元、软件和服务达到5亿元。按照目前对物联网的需求,近年就需要按亿计的传感器和电子标签,这将大大推进信息技术元件的生产、增加大量的就业机会。美国权威咨询机构Forrester预测,到2020年,世界上物物互联的业务,跟人与人通信的业务相比,将达到30比1。因此,物联网被称为是下一个万亿级的信息产业。

2. 科学技术发展的成果

除国内外形势的发展需求外,技术的逐步成熟,也推动了物联网快速发展。随着互联网技术的进一步广泛应用,国际和中国多家研究机构,在物联网技术方面有了一定的技术储备,在物流、零售、工业自动化控制等方面已经有了一些成功的应用案例。在这样的背景下,2009年物联网得到了快速发展,中国业内人士称之为“感知中国”的“发展元年”。

(1) 从条形码到电子标签

条形码(如图 1.1.1)诞生于 20 世纪 20 年代。时至今日,条形码技术已经无处不在,几乎所有的商品都会打上条形码。我们正在读的这本书一定印有条形码。商场的收银员用条形码读写器扫一下条形码,就能马上知道商品的名称与价格,

图 1.1.1 条形码示意图

我们对此已经非常熟悉了。进入 21 世纪之后,商品流通与运输业高度发展,条形码已经不能够满足人们的要求,而能够提供更细致、更精确产品信息,并能够实现物流过程高度自动化的电子标签技术日益受到人们的重视。当电子标签技术与互联网技术结合在一起时,就可以构成全世界物品信息实时共享的“物—物”互联的物联网,一场影响深远的技术革命便随之到来。

1) 条形码标识技术的局限性

条形码虽然在目前应用广泛,而且也大大提高了物流的效率,但仍存在许多不足:

- ① 条形码只能识别一类产品,无法识别单品;
- ② 条形码是可视传播技术,即扫描仪必须“看见”条形码才能读取它,使得人们必须将条形码对准扫描仪才有效;
- ③ 如果印有条形码的横条被撕裂、污损或脱落,相应的商品就无法被扫描。

二维条形码(如图 1.1.2)标识系统在零售结算和库存管理中发挥了重要的作用,但在供应链中还有几个方面的不足:

- ① 没有做到真正的“一物一码”:对每一个商品的管理不到位,无法实现产品的实时追踪;
- ② 没有分类和属性信息:不能实现分类查询、统计等应用,电子商务中的应用受到限制。

总之,条形码只适用于流通领域(商流和物流的信息管理),不能透明地跟踪和贯穿供



图 1.1.2 二维码示意图

应链过程。

2) 电子标签技术及其优越性

电子标签(如图 1.1.3)在本质上是物品标识的一种手段,被认为将会最终取代现今应用非常广泛的传统条形码,成为物品标识的最有效方式。电子标签具有一些非常明显的优点:与条形码对比,电子标签在标签信息容量、一次读取数量、读取距离远近、读写更新能力(标签信息可反复读写)、读取方便性(读取速度与可否高速移动读取)、环境

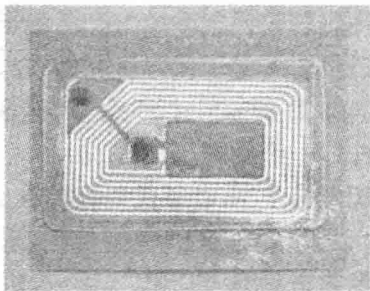


图 1.1.3 电子标签示意图

适应性(全方位穿透性读取、在恶劣环境下仍可读取,全天候工作)等方面都具有较强的优越性。电子标签技术已逐渐成为企业提高物流供应链管理水平、降低成本,实现企业管理信息化、增强企业核心竞争能力不可缺少的技术工具和手段。

电子标签使用的射频识别技术作为快速、实时、准确采集与处理信息的高新技术和信息标准化的基础,通过对实体对象(包括零售商品、物流单元、集装箱、货运包装、生产零部件等)的唯一有效标识,已被广泛应用于生产、零售、物流、交通等各个行业。射频识别系统利用电子标签承载信息,电子标签和识读器间通过感应、无线电波或微波能量进行非接触双向通信,达到自动识别的目的。射频识别技术最突出的特点是:

- ① 可以非接触识读,距离可以从十厘米至几十米;
- ② 可识别高速运动物体;
- ③ 抗恶劣环境;
- ④ 保密性强;
- ⑤ 可同时识别多个识别对象等。

(2) 射频识别(RFID)技术的发展

在射频识别(RFID)技术与互联网技术结合方面最有代表性的研究是由美国麻省理工学院的自动识别技术中心实验室完成的。1999年10月, Sanjay Sarma 与 David Brock 教授提出了依托产品电子代码

(EPC)标准,构建物—物互联的物联网概念与解决方案。产品电子代码研究的内容主要包括三个方面:产品电子代码编码体系、产品电子代码射频识别系统与产品电子代码信息网络系统。

产品电子代码研究的核心思想是:

① 为每一个产品(而不是每一类产品)分配一个唯一的电子标识符——产品电子代码;

② 产品电子代码存储在 RFID 标签的芯片中;

③ 通过无线数据传输技术,RFID 读写器能以非接触方式自动采集到产品电子代码;

④ 连接在互联网中的服务器可以解析产品电子代码所存储的产品相关信息。

(3) 产品电子代码基本工作原理

基于产品电子代码的物联网是建立在互联网的基础之上的,同时它需要增加必要的物联网基础设施:对象名字(ONS)服务与服务器体系、产品电子代码信息服务(EPCIS)与服务器体系。

要理解产品电子代码物联网的结构与原理,首先要搞清楚一个问题:为什么要增加对象名字服务并建立相应的服务器体系?我们回忆一下在互联网上访问一个网站的过程:每个网站都有一个域名和对应的 IP 地址,但互联网上网站那么多,我们不可能也没有必要记住每个网站对应的 IP 地址,因为互联网上域名解析功能与域名解析服务器体系将会自动为我们提供这种服务。举一个例子,如果我打算访问清华大学的网站,但只记得清华大学网站的域名是“http://www.tup.edu.cn”,这时计算机可以通过互联网上的域名服务器(域名解析)去查询对应的 IP 地址。我的计算机连接在杭州师范大学网络实验室的局域网中,因此计算机首先向杭州师范大学域名服务器查询,如果杭州师范大学域名服务器上也没有清华大学网站的 IP 地址,那么它会在浙江教育科研网的域名服务器上查找;如果还找不到,那么浙江教育科研网域名服务器就向国家教育科研网 CERNET 的根域名服务器查找。CERNET 的根域名服务器一定有清华大学网站对应的 IP 地址,找到之后它就将这个 IP 地址回送到浙江教育科研网域名服务器;浙江教育科研网域名服务器再将查询结果回送到杭州师范大学域名服务器;杭

州师范大学域名服务器再将查询结果回送给我的计算机。我的计算机就可以根据这个 IP 地址直接访问清华大学网站。在此之后,各层的域名服务器都可以将清华大学网站与对应的 IP 地址存储起来,以后就不需要再重复查询了。这个过程称为“域名解析”,完成域名解析的服务器就组成了互联网“域名服务器体系”。域名服务器体系由根域名服务器与各层的域名服务器组成。

产品电子代码物联网在 RFID 商品信息查询中采用了与互联网域名解析服务相似的对象名字解析服务体系。对象名字解析服务体系也是由本地对象名字解析服务器、区域对象名字服务器与根对象名字服务器等多级对象名字服务器组成。我们也可以用例子来说明这个问题。如果一家零售商店进了 10 台智能冰箱,每一台智能冰箱都贴有一个 RFID 标签。在销售之前,商店必须要有每一台冰箱详细的生产时间、批号、性能、质量、检验、价格信息。假如其中一台冰箱 RFID 存储的 96 位产品电子代码是“01002A...100ABD09”,那么在产品电子代码物联网上,商店通过本地的对象名字服务器,查找存储产品电子代码是“01002A...100ABD09”的生产商电子代码服务器的资源定位标识符(URL)。资源定位标识符包含了该产品电子代码服务器的域名信息,产品电子代码信息服务中间件软件需要通过互联网的域名解析服务,解析出对应这个域名的 IP 地址。接着,商店的本地产品电子代码服务器就可以根据这个 IP 地址,寻找到电子代码是“01002A...100ABD09”的生产商电子代码服务器,并将这一台智能冰箱的查询结果存储在本地的产品电子代码服务器中。一旦前台有人购买或查询这台智能冰箱时,商家就能够快速地从本地产品电子代码服务器中获得有关这台智能冰箱的详细信息。

图 1.1.4 给出了由商品零售企业信息系统、对象名字服务体系与产品电子代码服务体系组成的产品电子代码物联网的结构与工作原理示意图。

由于物联网上需要存储的物品电子代码信息非常多,电子代码信息服务器也必然很多,因此支持物联网产品电子代码应用的对象名字服务器、产品电子代码服务器不可能采用集中式的服务器与数据库,而需采取与互联网域名解析类似的设计方法,通过建立分布在不同地理

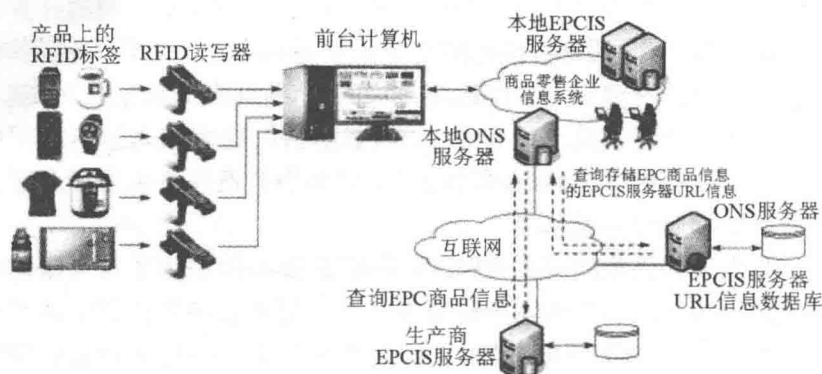


图 1.1.4 产品电子代码物联网结构示意图

位置、协同工作的分布式服务器与分布式数据库,形成层次性的对象名字服务体系与产品电子代码信息服务体系,以满足大规模物联网产品电子代码信息服务的需要。产品电子代码网络硬件、软件与数据构成了能够自动识别物品数据,实现可靠传输与智能处理的物联网应用系统。

自动识别技术中心实验室研究的产品电子代码系统为我们展示了基于RFID感知技术的一类重要物联网应用的原型系统。认真研究系统的设计思想,对于我们理解物联网的概念,研究物联网核心技术与体系结构具有重要的借鉴意义和示范作用。

第二节 物联网定义与技术特征

物联网概念的兴起,很大程度上得益于国际电信联盟的年度互联网报告,但是国际电信联盟的报告对物联网并没有给出一个清晰的定义。尽管我们可以在文章与著作中看到物联网的不同定义,但是确切地说至今仍然没有形成一个公认和准确的定义。出现这种现象一点也不奇怪,从20世纪90年代互联网大规模应用开始,所有从事互联网应用研究的学者就一直在争论“什么是互联网”的问题,最终人们达成了一种共识:互联网技术在以超出人们想象的速度发展,我们只有结合不同阶段的技术发展特点来定义互联网才是可行的。

1. 物联网的定义

(1) 物联网的概念

“物联网”(The Internet of Things, IOT)的提出源于1995年比尔·盖茨的《未来之路》,在该书中比尔·盖茨首次提出物联网概念,但由于受限于无线网络、硬件及传感器的发展,当时并没引起太多关注。1999年,美国麻省理工学院国际电信联盟成立了自动识别技术中心,构思了基于RFID的物联网概念,提出了产品电子代码(Electronic Product Code)概念。通过产品电子代码系统不仅能够对货品进行实时跟踪,而且能够通过优化整个供应链,从而推动自动识别技术的快速发展并大幅度提高消费者的生活质量。国际物品编码协会(European Article Number International, EAN)和美国统一代码委员会成立产品电子代码Global机构,负责产品电子代码网络的全球化标准。2004年,日本总务省提出的“u-Japan”构想中,希望在2010年在日本建设成一个“Anytime、Anywhere、Anything、Anyone”都可以上网的网络环境。同年,韩国政府制定了“u-Korea”战略,韩国信通部发布了《数字时代的人本主义: IT839 战略》以具体呼应 u-Korea。

2005年11月,在突尼斯举行的“信息社会全球峰会”上,联合国组织专门机构成员之一的国际电信联盟就全球电信网络和服务的相关议题发表了国际电信联盟相关报告,报告指出射频识别技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入式技术将得到更加广泛的应用。根据国际电信联盟的描述: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。这一份报告让全世界的领导人被“物联网”的魅力深深折服。

2008年11月,IBM提出“智慧地球”概念,即“互联网+物联网=智慧地球”,以此作为经济振兴战略。如果在基础建设的执行中,植入“智慧”的理念,不仅能够在短期内有力地刺激经济、促进就业,而且能够在短时间内打造一个成熟的智慧基础设施平台。

2009年初,美国总统奥巴马就职后,在和工商领袖举行的圆桌会议