



21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

物联网基础与应用

李蔚田 主 编



感知精准品质
物联智慧地球
开创全新生活



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

物联网基础与应用

主 编 李蔚田

副主编 杨 俊 杨锐征 杨志明

主 审 神会存



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书本着科学性、理论性和实用性相结合、现实性和前瞻性相结合的原则,共设计了12章,介绍了物联网的关键技术,对物联网的应用以案例和典型范例的形式做了详细的解读,尽可能将国外的先进理论、方法和实践经验与实际需要紧密联系起来;针对创新型人才的培养目标,系统介绍了物联网的理论构架,包括它的含义、性质、特点、职能、基本内容、形成发展、环境因素、基本原理、基础理论、应用和实践等问题。内容以专业的实践性、应用性和普及性为主,集实践与理论于一体,使其理论叙述少、应用示例多,力避空洞枯燥;同时做到形象资料多、生动案例多,使学生能系统地学习物联网技术与方法,掌握基本理论和实践,培养学生作为未来实践者所具备的技能,学会用理论分析和解决实际问题的方法。

本书定位为技术应用型教材,以区别于传统的以理论教学为主的研究型教材,编写的主要目的是加强对应用能力的培养,使学生不仅具备理论知识,更具备应用能力。

图书在版编目(CIP)数据

物联网基础与应用/李蔚田主编. —北京:北京大学出版社,2012.4

(21世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-20394-1

I. ①物… II. ①李… 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. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第043009号

书 名: 物联网基础与应用

著作责任者: 李蔚田 主编

策 划 编 辑: 郑 双

责 任 编 辑: 郑 双

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-20394-1/TP·1213

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 22印张 509千字

2012年4月第1版 2012年4月第1次印刷

定 价: 44.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书作为 21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材，主要从国内的具体实际出发，选择典型范例施教，并尽可能将国外的先进理论、方法和实践经验与我国的实际需要紧密联系起来。

本书可作为高等院校电气、电信、信息类专业本科生的教材，并可作为电子、信息管理、交通管理、物流管理、供应链管理、交通管理、电子商务、工程管理等专业的教学参考书，也可作为物联网技术培训教材或 IT 科研人员和管理人员的参考读物。

在教材编写中，我们按照理论与应用相结合的方针，始终贯穿以职业技能培养为编写的主线；根据应用型教学的特点，内容上以实用、够用为原则，做到理论教学和应用相结合。为了逐步推广高等教育应用型教学，既要求突出重要的理论又要求注重实际的应用技术，故将本书定位为技术应用型教材。

目前，我国物联网的应用还处在吸收引进和探索阶段，尤其是一些热点仍处于探讨与争议之中；本书中的大部分理论是国内外实践中已取得的成果，我们对一些理论与实务方面的内容进行了长期的探索、整合、编排，但是依然会有一些自己不成熟的构想和设计。

本书适应形势发展的需要，准确地选取了源于社会的典型案例，注重时代性、社会性、市场性、实用性、理论性、典型性与操作性。在编写结构上，每章都明确学习目标、应当掌握的知识点和能力要求；并通过引例导入了学习的内容；各章节都准确选择了经典的案例，用以阐明所对应的理论；在编选实例的过程中，要求理论必须深入浅出、简明扼要、通俗易懂、符合实际，并且大篇幅地描述了物联网的应用，缩减了枯燥的技术理论。本书作为本科教材近乎全面，范围也适中；作为专业教材时，教师可根据实际情况选用各相关章节为主要教学内容，其中部分章节中的一些内容可以视实际情况进行删减或增添。

物联网所涉及的技术众多，对于学科而言是一个新型交叉学科，包括电子通信、物流、计算机、交通、供应链等多项内容。当前，对于物联网的研究已经逐步走出实验室，面向大众化的物联网应用也开始渗透到人们的日常生活中。

本书的编者为博士、硕士、教授和专业人员，有技术工作和管理工作的经历，多年来从事教学和科研工作取得了丰硕的研究成果；其中，李蔚田博士负责设计全书的体系构架和统稿工作并撰写了第 1 章、第 5 章和第 9 章，杨俊博士撰写了第 6~8 章，杨锐征老师撰写了第 10~12 章，杨志明老师撰写了第 2~4 章，神会存教授担任本书主审。

物联网是一门新兴的学科，成熟且很完善的教材很少，在教材编写过程中，通过我们对教学与应用的体验，采用的主要理论大部分是参考和借鉴了国内外众多专家学者的著述或研究成果经过加工整理和延伸而成的，在此对这些文献的作者一并表示感谢，同时对提供资料和参加编写的各位老师表示感谢！

由于时间仓促，不足和遗漏之处在所难免，特别是许多新的资料还来不及补充，殷切希望读者批评指正。本书中的电子教学课件、附录等参考资料可在配套的教学网站 (<http://www.pup6.cn>) 上下载。

李蔚田

2011 年 11 月

目 录

第1章 绪论	1	2.1.3 射频识别技术特点	37
1.1 物联网及其体系结构	2	2.2 电子标签	38
1.1.1 认识物联网	3	2.2.1 电子标签的供电形式分类	38
1.1.2 物联网含义	4	2.2.2 电子标签的技术分类	39
1.1.3 物联网的基本属性	5	2.2.3 电子标签的可读性分类	40
1.1.4 物联网的特征	7	2.2.4 电子标签的工作方式分类	42
1.1.5 物联网、传感器网及泛在网 相关概念	8	2.3 RFID 技术应用	42
1.2 物联网的支撑技术与演进	12	2.3.1 RFID 与无线传感网	43
1.2.1 物联网与互联网的区别	12	2.3.2 近距离无线通信技术	44
1.2.2 物联网在信息化发展中的位置	13	2.3.3 RFID 与 3G 技术	45
1.2.3 物联网的演进路径	14	2.4 RFID 系统	47
1.3 物联网与 CPS 和 WSN	15	2.4.1 RFID 系统的硬件组件	48
1.3.1 物联网与 CPS(网络化物理 系统)	16	2.4.2 RFID 系统软件	54
1.3.2 物联网与 WSN(无线传感网)	17	2.4.3 RFID 系统的工作原理	56
1.3.3 物联网的技术框架	18	2.5 RFID 中间件技术	56
1.4 物联网发展综述	19	2.5.1 RFID 中间件的组成及功能 特点	56
1.4.1 国外的物联网发展概况	19	2.5.2 RFID 中间件体系结构	58
1.4.2 国内的物联网发展概况	22	2.6 RFID 系统的风险与安全技术	60
1.4.3 物联网发展面临的问题	24	2.6.1 RFID 系统面临的安全风险	60
1.4.4 物联网的未来	26	2.6.2 安全风险分类与安全缺陷	61
1.5 物联网应用与发展优势	27	2.6.3 RFID 安全需求	62
1.5.1 物联网的应用领域	27	本章小结	64
1.5.2 物联网应用的发展优势	29	习题	64
1.5.3 协同推进物联网业务发展	31	第3章 云计算与云服务平台	65
本章小结	32	3.1 云计算概述	66
习题	32	3.2 云计算体系架构	71
第2章 射频识别技术	33	3.2.1 三层 SPI 架构	72
2.1 射频识别技术概述	34	3.2.2 四种部署方式	73
2.1.1 射频识别的概念	34	3.2.3 五大关键功能	74
2.1.2 RFID 的基本原理	35	3.2.4 八大基本特性	74
		3.2.5 互联云	75
		3.3 云存储与云移动	76



3.3.1 云存储技术	76	4.6.3 无线传感器网络在智能交通 系统中的应用	124
3.3.2 云移动计算	77	本章小结	126
3.4 云物联	79	习题	127
3.4.1 云物联网的概念与架构	79	第 5 章 物联网的规划与设计	128
3.4.2 云物联的构成	81	5.1 物联网的框架结构	130
3.4.3 云物联的应用模式	82	5.1.1 服务类型及属性	130
3.4.4 云物联应用实例——IBM 物联网云方案	83	5.1.2 节点分类和互联类型	133
3.5 云服务平台	85	5.2 设计原则与重要环节	135
3.5.1 云服务平台概述	85	5.2.1 设计的基本条件	135
3.5.2 云平台的主流类型和功能	87	5.2.2 重要环节	136
3.5.3 平台核心系统	89	5.3 RFID 应用系统设计	140
3.5.4 云平台的商业价值	93	5.3.1 物联网业务体系架构设计	140
本章小结	94	5.3.2 M2M 的系统架构	144
习题	95	5.4 基于 RFID 技术的 ETC 系统的设计	147
第 4 章 无线传感器网络与无线通信 技术	96	5.4.1 ETC 系统的软件设计	147
4.1 无线传感器网络概念	97	5.4.2 ETC 系统硬件	149
4.1.1 无线传感器网络概述	98	5.5 智慧城市物联网应用支撑平台规划	150
4.1.2 WSN 的特点	100	5.5.1 系统架构、技术特色及应用	151
4.2 WSN 主要用途、安全需求与协议 标准	102	5.5.2 整体方案的规划	152
4.2.1 WSN 的主要用途	102	本章小结	155
4.2.2 WSN 的安全性	105	习题	156
4.2.3 网络协议标准和平台的功能	106	第 6 章 组网技术与应用	157
4.3 WSN 的关键技术和传感器分类	107	6.1 物联网组网业务体系架构	159
4.3.1 WSN 的关键技术	107	6.1.1 组网的系统与功能	159
4.3.2 物联传感器的分类	108	6.1.2 组网方案技术要点	160
4.4 无线通信技术	109	6.2 云物联运营平台技术架构	163
4.4.1 无线通信技术概述	109	6.2.1 云物联网平台的关键技术	163
4.4.2 无线通信技术的种类	111	6.2.2 通过物联网网关构建可管理的 体系架构	165
4.4.3 展望 4G 无线通信技术	115	6.3 基于 RFID 和 WLAN 的组网技术	167
4.5 Wi-Fi 技术在物联网中的应用	117	6.3.1 RFID 系统和 WLAN 技术 简介	167
4.5.1 Wi-Fi 定位系统	117	6.3.2 RFID 与 WLAN 的联合应用 方案	169
4.5.2 Wi-Fi 系统的市场应用	118	6.4 新型数据采集与监控系统	170
4.6 物联网传输层技术	120	6.4.1 数据采集与监控系统	170
4.6.1 有线通信传输层	120		
4.6.2 无线通信传输层	122		

6.4.2 物联网的组网技术实例	173	8.5.2 RFID 技术在粮食收购中的 应用	225
本章小结	176	8.5.3 移动农业物联网在智慧农业 中的应用	227
习题	176	本章小结	229
第 7 章 智能卡技术与应用	178	习题	229
7.1 智能卡技术概述	180	第 9 章 物联网在工业生产中的应用	230
7.1.1 智能卡基础知识	180	9.1 物联智能电网的应用	231
7.1.2 工作原理及主要功能	183	9.1.1 物联智能电网的应用环节	232
7.1.3 智能卡的分类	185	9.1.2 物联智能电网的主要功用与 效益	234
7.1.4 光卡技术的应用	188	9.2 无线移动物联网的应用	236
7.1.5 非接触式智能卡	190	9.2.1 无线移动通信网络	236
7.2 校园一卡通系统的基础平台建设 应用	192	9.2.2 无线移动物联网应用	238
7.2.1 一卡通系统平台建设概述	192	9.3 物联网在煤矿安全生产中的应用	240
7.2.2 自动指纹识别系统	196	9.3.1 智能煤矿概述	240
7.2.3 校园一卡通系统的应用与 分析	198	9.3.2 煤矿物联网系统技术	241
7.2.4 校园一卡通系统安全性设计	200	9.3.3 基于安全生产的物联煤矿 系统	243
本章小结	202	9.3.4 RFID 井下人员跟踪定位	247
习题	202	9.4 物联网在油田中的应用	250
第 8 章 物联网在农业领域的应用	203	9.4.1 物联网技术智能整合数字化 油田	250
8.1 农业物联网技术概述	204	9.4.2 物联网智能油田监控系统	251
8.1.1 农业物联网发展趋势及技术 需求	205	9.4.3 物联网油井应用实例	253
8.1.2 农业物联网的管理	208	9.5 物联网在智能建筑中的应用	254
8.2 智能农业无线传感器网络	210	9.5.1 物联智能建筑概述	255
8.2.1 农用传感器网络的应用	210	9.5.2 物联智能建筑的应用	256
8.2.2 智能农业无线监控系统	212	本章小结	258
8.2.3 智能农业无线监控系统功能	213	习题	258
8.2.4 采集的信息种类与系统特点	215	第 10 章 物联网在公共服务管理中的 应用	259
8.3 蔬菜大棚智能监控系统的应用	216	10.1 物联网在教育领域的应用	260
8.3.1 系统架构设计	217	10.1.1 物联网在教学中的应用	260
8.3.2 系统组成与功能	218	10.1.2 物联网教育应用的分析	263
8.4 农业物联网在畜牧业中的应用	219	10.2 物联网在智能医疗服务领域的应用	264
8.4.1 农业物联网畜牧业管理系统	219	10.2.1 医疗工作智能化的作用	264
8.4.2 农业物联网在智能鸡舍中的 应用	220		
8.5 物联网在智慧农业中的应用	223		
8.5.1 物联网的蔬菜可追溯系统	223		



10.2.2 智能医疗在医务护理系统中的应用	266	11.3.3 RFID 技术的物流配送中心管理	302
10.3 RFID 公路收费管理中的应用	268	11.3.4 物联网在供应链管理中的应用	303
10.3.1 车辆智能识别管理系统应用领域	268	11.4 物流可视化的应用案例	307
10.3.2 路桥不停车收费系统	270	本章小结	309
10.3.3 路桥不停车收费系统构成与软件	272	习题	309
10.4 智能小区和智能家居系统	275	第 12 章 物联网经济	311
10.4.1 智能小区主系统控制方式	275	12.1 物联网环境下的新经济模式	312
10.4.2 无线传输智能小区系统	276	12.1.1 物联网打破传统思维模式	313
10.4.3 智能家居系统	278	12.1.2 物联网应用是物联网经济的核心	315
本章小结	283	12.2 新兴产业下的商业模式创新	317
习题	283	12.2.1 物联网的经济增长点	317
第 11 章 物联网在商业领域的应用	284	12.2.2 物联网的规模经济	320
11.1 物联网时代的电子商务模式	285	12.3 物联网经济学的“技术+商业”模式	322
11.1.1 物联电子商务的概念与应用价值	286	12.3.1 物联网经济学的概念	322
11.1.2 RFID 技术在移动电子商务中的应用	288	12.3.2 物联网的资源争夺战	326
11.2 物联网在超市中的应用	290	12.4 物联网的商业模式与投资	328
11.2.1 超市物联网购物引导系统	290	12.4.1 商业模式	328
11.2.2 应用案例——法国欧尚成功应用 RFID 技术追踪货框	294	12.4.2 物联网投资趋势	331
11.3 RFID 在现代物流中的应用	295	12.5 物联网的典型应用案例	334
11.3.1 智能物流概述	295	本章小结	337
11.3.2 RFID 仓储条码管理系统	300	习题	337
		参考文献	338

第1章

绪论



学习目标

- 了解物联网的基本概念、特点和成因
- 了解物联网的本质及性能指标
- 熟悉无线传感器网络基本知识
- 了解物联网发展的态势
- 掌握物联网技术的基本方法
- 了解物联网的体系框架
- 掌握物联网应用的基础理论



教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
物联网的概念 射频识别技术 传感器网络 物联网的构成体系	(1) 理解物联网基本概念、特点和创新性 (2) 掌握物联网与互联网区别与联系 (3) 了解射频识别技术的特点、工作流程	(1) 传感器网及泛在网相关概念 (2) 功能数据
支撑技术泛在网 CPS / WSN	(1) 了解相关技术的主要内容 (2) 掌握基本知识点	(1) 物联网的建立模式 (2) 物联网运行系统结构
体系框架 物联网应用	(1) 掌握物联网服务类型 (2) 熟悉物联网发展优势	通用设计基本内容和原则



引 例

物联网应用案例：无人驾公交

北京朝阳区将修建一座占地 4 平方千米的物联网应用服务产业园。无人驾驶节能公交车、手机刷卡付费等生活方式将在园区内实现。朝阳区信息办相关负责人表示，作为国内首个物联网示范园区，一期工程将在未来 3 年内建成。

据市场调查资料显示，朝阳区一座占地 4 平方千米的物联网产业示范园已经进入规划阶段。这座物联网产业园区位于东五环外，朝阳区已初步为其选定建设用地，将采取“政企共建”的模式，将能够嵌入物联网的所有高科技产品在园内投入使用，初步划分为商业区域、企业区域、生活区域以及公共区域。

朝阳区的物联网应用案例使人们对物联网的含义有了一个基本的认识，“所谓物联网，通俗地说是将生活中的每个物件安装芯片，再通过无线系统综合联系起来，通过一个终端就能控制包括家中和户外所有设备。”该负责人表示，目前物联网技术中包括芯片嵌入、远程指令等很多内容已能够应用，关键是将这些内容在一个有限的空间内进行整合，实现综合应用，朝阳区物联网示范园的兴建，正是为这种综合应用提供实验场所。

据介绍，朝阳区物联网示范园最大的看点应该是无人驾驶的公交系统，市民在园区乘坐无人驾驶的节能环保公交车，经过十字路口的时候，红绿灯也能够自动感应到公交车驶近，从而迅速变灯。



章前导读

物质、能量、信息是物质世界的三大支柱，是当今人类社会赖以生存和发展的重要条件。新经济时代的 21 世纪是人类进入信息化的世纪，信息已是今天一种不可或缺的开发资源，社会信息化、信息时代化成为新经济时代的基本标志。目前在通信、互联网、射频识别等新技术的推动下，一种能够实现人与人、人与机器、人与物乃至物与物之间直接沟通的全新网络构架——“物联网”正日渐清晰。互联网时代，人与人之间的距离变小了；而继互联网之后的物联网时代，则是物与物之间的距离变小了。互联网改变了人们的世界观，而“物联网”的出现将再次强烈改变人们对世界的认识。

1.1 物联网及其体系结构

物联网(IOT, Internet of Things)被称为继计算机、互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮。国际电联曾预测，未来世界是无所不在的物联网世界，到 2017 年将有 7 万亿传感器为地球上的 70 亿人口提供服务。一方面物联网可以用于提高经济效益，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。有专家预测，未来 10 年内物联网在全球有可能大规模普及。目前，美国、欧盟等都在投入巨资，深入研究探索物联网。

1.1.1 认识物联网

物联网概念最早出现于比尔·盖茨 1995 年出版的《未来之路》一书。该书提出了“物—物”相连的物联网雏形，只是当时受限于无线网络、硬件及传感器设备的发展，并未引起世人的重视。

1998 年，美国麻省理工学院创造性地提出了当时被称为 EPC(Electronic Product Code, 产品电子代码)系统的“物联网”构想。1999 年，美国 Auto-ID 首先提出“物联网”的概念，主要是建立在物品编码、射频识别(RFID, Radio Frequency Identification)技术和互联网的基础上。这时对物联网的定义很简单，主要是指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，实现智能化识别和管理。也就是说，物联网是指各类传感器和现有的互联网相互衔接的一种新技术。

2005 年，国际电信联盟(ITU)在《ITU 互联网报告 2005：物联网》中，正式提出了“物联网”的概念。该报告指出，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互联网主动进行交换。射频识别技术、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。如图 1.1 所示，物联网是在任何时间、环境，任何物品、人、企业、商业，采用任何通信方式(包括汇聚、连接、收集、计算等)，以满足所提供的任何服务的要求。按照 ITU 给出的这个定义，物联网主要解决物品到物品(T2T, Thing to Thing)、人到物品(H2T, Human to Thing)、人到人(H2H, Human to Human)之间的互连。

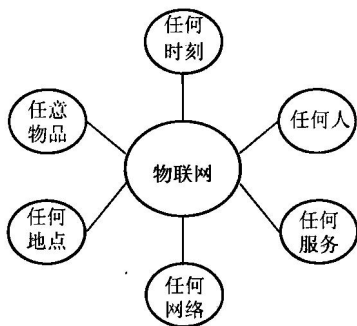


图 1.1 ITU 物联网示意图

目前在业界出现了 3 个概念，即物联网的概念、传感器网概念，以及泛在网的概念；它们的区别在于传感器网络主要位于末端，是传感器加一个近距离的无线通信网，中间不包括基础的网络，所以它只是末端，可以说是末端近距离通信的网络。它是物对物的通信，由传感器网、RFID，以及内置通信终端组成。物联网传输这个环节，它要跨越几个网络，可能要跨越一个运营商到另一个运营商的网络，在前期是通过专网进行传输，到后期各个行业的网络，各个运营商的网络，融合进行协同，所以说，物联网不但涵盖了末端的网络，还涵盖中间基础网络。它的通信对象是物对物和物对人。另外一个概念就是泛在网，这个概念在 ITU 也提出过，它和物联网的区别在于它的末端，除了物联网的末端以外，还包括手机、上网卡等，它的通信对象包括物联网的物对人，物对物等，它涵盖了固定通信网和



移动通信网的业务和范围。它的基础网络,应该比物联网的基础网络有更大的范围,例如跨越多网络的多技术,可能要进行异构协同的智能,要跨技术、跨网络、跨行业、跨应用等,泛在网具有比传感器网、物联网更广泛的内涵。

1.1.2 物联网含义

虽然物联网技术已经引起国内外学术界、工业界和媒体的高度重视,但当前对物联网的定义、内在原理、体系结构、关键技术、应用前景等方面都还在进行着热烈讨论。虽然大家都在谈论物联网,但是谈的内容却似乎并不一样。

1. 物联网的定义

目前,物联网的精确定义并未统一。关于物联网比较准确的定义应该是:物联网是通过各种信息传感设备及系统(传感网、射频识别系统、红外感应器、激光扫描器等)、条码与二维码、全球定位系统,按约定的通信协议,将物与物、人与物、人与人连接起来,通过各种接入网、互联网进行信息交换,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种信息网络。这个定义的核心是,物联网的主要特征是每一个物件都可以寻址,每一个物件都可以控制,每一个物件都可以通信。

2. 物联网的3个主要含义

物联网,顾名思义,“物物相连的互连的互联网”。主要包含以下3个含义。

(1) 物联网是指对具有全面感知能力的物体及人的互连集合。两个或两个以上物体如果能交换信息即可称为物联。使物体具有感知能力需要在物品上安装不同类型的识别装置,如电子标签、条码与二维码等,或通过传感器、红外感应器等感知其存在。同时,这一概念也排除了网络系统中的主从关系,能够自组织。

(2) 物联必须遵循约定的通信协议,并通过相应的软、硬件实现。互连的物品要互相交换信息,就需要实现不同系统中的实体的通信。为了成功地通信,它们必须遵守相关的通信协议,同时需要相应的软件、硬件来实现这些规则,并可以通过现有的各种接入网与互联网进行信息交换。

(3) 物联网可以实现对各种物品(包括人)进行智能化识别、定位、跟踪、监控和管理等功能。这也是组建物联网的目的。也就是说,物联网是指通过接口与各种无线接入网相连,进而连入互联网,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相互间的沟通和对话,即对物体具有全面感知能力,对数据具有可靠传送和智能处理能力的连接物与物的信息网络。

3. 对物联网内涵的进一步理解

对于实现人与人、人与物、物与物广泛互连,构建一个智能化社会这样一个远大愿景的物联网,在开始阶段是很难给出一个全世界公认、统一的定义的。实际上,对一个新兴的技术领域没有必要给出一个准确的定义,也不可能形成完美的定义。在目前阶段,对物联网的理解先从其近来受到热捧的原因开始,然后就其技术本身及其应用层面来认识理解它的现实意义可能更为准确一些。

4. 从应用的角度理解

透过信息网络发展应用过程,可以认为物联网是网络的应用延伸,物联网不是网络而是应用和业务。它能把世界上所有的物品都连接到一个网络中,形成物联网,其主要特征是每一个物品都可以寻址,每一个物品都可以控制,每一个物品都可以通信。因此,也可以认为物联网是信息网络上的一种增值应用。例如,把与人们日常生活密切相关的应用设备(如洗衣机、冰箱、电视、微波炉等)互联互通,实现全球统一的物联网。

从应用的角度来看,物联网主要是在提升数据传送效率、提高生产率、降低企业管理成本、改善民生等方面发挥重要作用。例如,就电信运营的产业链而言,物联网的内涵主要是基于特定的终端,以有线或无线(IP/CDMA)等为接入手段,为集团和家庭客户提供机器到机器、机器到人的解决方案,满足客户对生产过程/家居生活监控、指挥调度、远程数据采集和测量、远程诊断等方面的信息化需求。

应用是技术进步的原动力,只有具有广阔的应用前景,技术才能得以发展。在目前技术背景、政府高度重视的大环境下,重要的是社会各领域深度挖掘物联网应用价值和产业链效益,让人们清楚,对于消费者来说物联网到底能给他们带来什么?下面分别叙述。

- (1) 自动化,降低生产成本和效率,提升企业综合竞争能力。
- (2) 信息的实时性,借助通信网络,及时地获取远端的信息。
- (3) 提高便利性,如 RFID 电子支付交易业务。
- (4) 有利于安全生产,及时发现和消除安全隐患,便于实现安全监控监管。
- (5) 提升社会的信息化程度等。这些都是发挥物联网作用的领域。只有广泛地挖掘应用需求,才能使物联网的内涵更加丰富、具体和清晰。

1.1.3 物联网的基本属性

物联网的属性分为广义和狭义两方面。广义来讲,物联网是一个未来发展的愿景,等同于“未来的互联网”或者“泛在网络”,能够实现人在任何时间、地点,使用任何网络与任何人与物的信息交换以及物与物之间的信息交换;狭义来讲,物联网是物品之间通过传感器连接起来的局域网,无论接入互联网与否,都属于物联网的范畴。因此,物联网的相关属性包括集中、内容、收集、计算、通信以及场景的连通性。这些属性表现的是人们与物体之间或者物体与物体之间的无缝连接,上述属性之间的关系如图 1.2 所示。

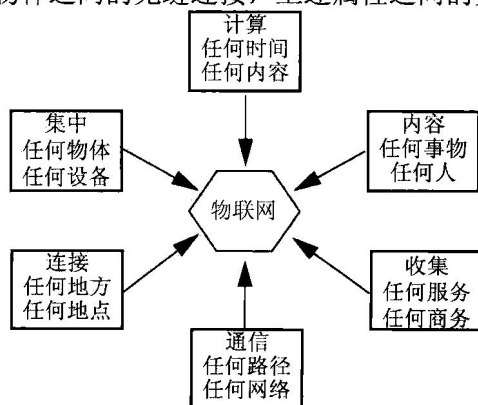


图 1.2 物联网基本属性



物联网的一种定义是通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统(GPS)、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。显然,物联网的这一概念来自同互联网的类比。根据物联网与互联网的关系分类,不同的专家学者对物联网给出了各自的定义,归纳起来有如下4种类型。

1. 物联网是传感网而不接入互联网

有的专家认为,物联网就是传感网,只是给人们生活环境中的物体安装传感器,这些传感器可以更好地帮助人们认识环境,这个传感器网不接入互联网。例如,上海浦东机场的传感器网络,其本身并不接入互联网,却号称是中国第一个物联网。物联网与互联网的关系是相对独立的两张网。

2. 物联网是互联网的一部分

物联网并不是一张全新的网,实际上早就存在了,它是互联网发展的自然延伸和扩张,是互联网的一部分。互联网是可包容一切的网络,将会有更多的物品加入到这张网中。也就是说,物联网是包含在互联网之内的。

3. 物联网是互联网的补充网络

通常所说的互联网,是指人与人之间通过计算机结成的全球性网络,服务于人与人之间的信息交换。而物联网的主体则是各种各样的物品,通过物品间传递信息从而达到最终服务于人的目的,两张网的主体是不同的,因此物联网是互联网的扩展和补充。互联网好比是人类信息交换的动脉,物联网就是毛细血管,两者相互连通,且物联网是互联网的有益补充。

4. 物联网是未来的互联网

从宏观的概念上讲,未来的物联网将使人置身于无所不在的网络之中,在不知不觉中,人可以随时随地与周围的人或物进行信息的交换,这时物联网也就等同于泛在网络,或者说未来的互联网。物联网、泛在网络、未来的互联网,它们的名字虽然不同,但表达的都是同一个愿景,那就是人类可以随时、随地、使用任何网络、联系任何人或物,达到信息自由交换的目的。

总而言之,无论是哪一种类型的概念,物联网都需要对物体具有全面的感知能力,对信息具有可靠传送和智能处理的能力,从而形成一个连接物体与物体的信息网络。也就是说,全面感知、可靠传送、智能处理是物联网的基本特征。全面感知是指利用RFID、二维码、GPS、摄像头、传感器、传感器网络等感知、捕获、测量等技术手段,随时随地对物体进行信息采集和获取;可靠传送是指通过各种通信网络与互联网的融合,将物体接入信息网络,随时随地进行可靠的信息交互和共享;智能处理是指利用云计算、模糊识别等各种智能计算技术,对海量的跨地域、跨行业、跨部门的数据和信息进行分析处理,提升对物理世界、经济社会各种活动和变化的洞察力,实现智能化的决策和控制。因此,物联网概念的问世,打破了之前的传统思维。

过去的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开,一方面是机场、公路、建筑物等,另一方面是数据中心、个人电脑、宽带等。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,换句话说,基础设施更像是一块新的地球工地,世界的运转就在它上面进行,其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。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、油气管道等各种物体中,通过现有的互联网整合起来,实现人类社会与物理系统的整合。在这个整合的网络当中,存在能力超级强大的中心计算机群,能够对整个网络内的人员、机器、设备和基础设施进行实时的管理和控制。在此基础上,人类可以用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。

1.1.4 物联网的特征

物联网作为新兴的物品信息网络,其应用领域很广,其中一个应用领域最为突出的,就是为实现供应链中物品自动化的跟踪和追溯提供基础平台。物联网可以在全球范围内对每个物品实施跟踪监控,从根本上提高对物品产生、配送、仓储、销售等环节的监控水平,成为继条码技术之后,再次变革商品零售、物流配送及物品跟踪管理模式的一项新技术。它从根本上改变供应链流程和管理手段,对于实现高效的物流管理和商业运作具有重要的意义;对物品相关历史信息的分析有助于库存管理、销售计划以及生产控制的有效决策;通过分布在世界各地的销售商可以实时获取其商品的销售和使用情况,生产商则可及时调整其生产量和供应量。由此,所有商品的生产、仓储、采购、运输、销售以及消费的全过程将发生根本性的变化,全球供应链的性能将获得极大的提高。

物联网的关键不在“物”,而在“网”。实际上,早在物联网这个概念被正式提出之前,网络就已经将触角伸到了物的层面,如交通警察通过摄像头对车辆进行监控、通过雷达对行驶中的车辆进行车速的测量等。然而,这些都是互联网范畴之内的一些具体应用。此外,还有人们在多年前就已经实现了对物的局域性联网处理,如自动化生产线等。物联网实际上指的是在网络的范围之内,可以实现人对人、人对物以及物对物的互联互通,在方式上可以是点对点,也可以是点对面或面对点,它们经由互联网,通过适当的平台,可以获取相应的资讯或指令,或者传递相应的信息或指令。比如,通过搜索引擎来获取信息或指令,当某一数字化的物体需要补充电能时,它可以通过网络搜索到自己的供应商,并发出需求信号,当收到供应商的回应时,能够从中寻找到一个优选方案来满足自我需求。而这个供应商,既可以由人控制,也可以由物控制。这样的情形类似于人们现在利用搜索引擎进行查询,得到结果后再进行处理一样。具备了数据处理能力的传感器,可以根据当前的状况作出判断,从而发出供给或需求信号,而在网络上对这些信号的处理,成为物联网的关键所在。仅仅将物连接到网络,还远远没有发挥出它最大的威力。网的意义不仅是连接,更重要的是交互,以及通过互动衍生出来的种种可利用的特性。

物联网的精髓不仅是对物实现连接和操控,它通过技术手段的扩张,赋予网络新的含义,实现人与物、物与物之间的相融与互动,甚至是交流与沟通。物联网并不是互联网的翻版,也不是互联网的一个接口,而是互联网的一种延伸。作为互联网的扩展,物联网具



备互联网的特性,但也具有互联网当前所不具有的特征。物联网不仅能够实现由人找物,而且能够实现以物找人,通过对人的规范性回复进行识别,还能够作出方案性的选择。

另一方面,合作性与开放性以及长尾理论的适用性,是互联网在应用中的重要特征,引发了互联网经济的蓬勃发展。对物联网来说,通过人物一体化,就能够在性能上对人和物的能力都进行进一步的扩展,就犹如一把宝剑能够极大地增加人类的攻击能力与防御能力;在网络上可以增加人与人之间的接触,从中获得更多的商机,就好像通信工具的出现,可以增加人们之间的交流与互动,而伴随着这些交流与互动的增加,产生出了更多的商业机会;如同在人物交汇处建立起新的节点平台,使得长尾在节点处显示出最高的效用,如在互联网时代,各式各样的大型网站由于汇聚了大量的人气,从而形成了一个节点,通过对这些节点进行利用,使得长尾理论的效应得到大幅度的提高,就好像亚马逊作为一个节点在图书销售中所起到的作用一样。

合作性与开放性指的是不仅仅是物与物之间,而且发生在人与物之间。互联网之所以有现在的繁荣,是与它的合作性与开放性这两大特征分不开的,开放性使得无数人通过互联网得以实现了他们的梦想,可以说没有开放性所带来的创新激励机制,就不可能有互联网今天的多姿多彩;合作性使得互联网的效用得到了倍增,使得其运作更加符合经济原则,从而给它带来竞争上的先天优势,没有合作性,互联网就不可能大面积地取代传统行业成为主流。这样一来,在“物联”之后,就不仅能够产生出新的需求,而且还能够产生新的供给,更可以让整个网络在理论上获得进一步的扩展和提高,从而创造出更多的机会。正是由于这些特性,将使物联网在功能上得到更大的扩展,而并不仅仅局限于传感功能。

这里需要强调的是,如果认为物联网是传感网的概念,则会使得物联网的外延缩小。如1999年时所提出的物联网的概念,是把所有物品通过RFID等信息传感设备与互联网连接起来,实现智能化识别和管理。其中没有人、物之间的相连、沟通与互动。如果仅仅作为传感网,物在联网之后,只需服从控制中心的指令,而各系统的控制中心则是互相分离的。如果是作为互联网的延伸,则可以将所有在网络内的系统与点有机地联成一个整体,起到互帮互助的作用。换句话说,传感网完全可以将其包容在作为互联网的扩展形式的物联网的概念之内。

1.1.5 物联网、传感器网及泛在网相关概念

由于物联网概念出现不久,其内涵在不断地发展、完善。有人认为,物联网是基于互联网和RFID技术发展的网络,是在计算机互联网的基础上,利用RFID、无线数据通信等技术,构造一个覆盖世界上万事万物的网络。其实质就是利用RFID技术,通过计算机互联网以实现全球物品的自动识别,达到信息的互联与实时共享。由此可以看出,物联网主要涉及RFID和传感器两项技术。RFID技术用于标识物,给每个物品一个“身份证”;传感器技术用于感知物,包括采集实时数据(如温度、湿度)、执行与控制(打开空调、关上电视)等。因此,可以进行如下划分。

- (1) 从RFID技术出发,在RFID网络的基础上,构建基于RFID的物联网。
- (2) 从传感器技术出发,在传感网络的基础上,构建基于传感器的物联网。
- (3) 将RFID技术和传感器技术融合,构建更广义的物联网,即泛在网。

目前,对于物物互联的网络这一概念的准确定义业界一直未达成统一的认识,存在着几种相关概念:物联网(Internet of Things)、无线传感器网络(WSN, Wireless Sensor Network)以及泛在网(Ubiquitous Network)(亦称 U 网络),它们之间的关系如图 1.3 所示。

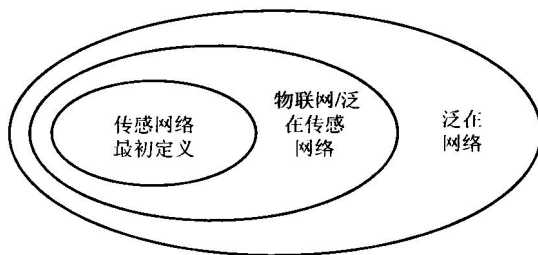


图 1.3 物联网、传感网、泛在网之间的关系

1. 关于物联网的其他定义

定义 1. 把所有物品通过 RFID 和条码等信息传感设备与互联网连接起来,实现智能化识别和管理。

该定义最早于 1999 年由麻省理工学院 Auto-ID 研究中心提出,实质上等于 RFID 技术和互联网的结合应用。RFID 标签可谓是早期物联网最为关键的技术与产品环节,当时认为物联网最大规模、最有前景的应用就是在零售和物流领域。利用 RFID 技术,通过计算机互联网实现物品/商品的自动识别和信息的互联与共享。

定义 2. 2005 年,ITU 在 The Internet of Things 这一报告中对物联网概念进行扩展,提出任何时刻、任何地点、任意物体之间的互联,无所不在的网络和无所不在计算的发展愿景,除 RFID 技术外,传感器技术、纳米技术、智能终端等技术将得到更加广泛的应用。

定义 3. 由具有标识、虚拟个性的物体/对象所组成的网络,这些标识和个性等信息在智能空间使用智慧的接口与用户、社会和环境进行通信。

该定义出自欧洲智能系统集成技术平台(EPoSS)在 2008 年 5 月 27 日发布的报告“Internet of Things in 2020”。该报告分析预测了未来物联网的发展,认为 RFID 和相关的识别技术是未来物联网的基石,因此更加侧重于 RFID 的应用及物体的智能化。

定义 4. 物联网是未来互联网的一个组成部分,可以被定义为基于标准的和可互操作的通信协议,且具有自配置能力的、动态的全球网络基础架构。物联网中的“物”都具有标识、物理属性和实质上的个性,使用智能接口实现与信息网络的无缝整合。

这个定义来源于欧盟第七框架下 RFID 和物联网研究项目组在 2009 年 9 月 15 日发布的研究报告。该项目组的主要研究目的是便于欧洲内部不同 RFID 和物联网项目之间的组网,协调 RFID 的物联网研究活动、专业技术平衡与研究效果最大化,以及项目之间建立协同机制等。

从上述 4 种定义不难看出,物联网的内涵是起源于由 RFID 对客观物体进行标识并利用网络进行数据交换这一概念的,并通过不断扩充、延展、完善而逐步形成的。这种物联网主要由 RFID 标签、读写器、信息处理系统、编码解析与寻址系统、信息服务系统和互联网组成。通过对拥有全球唯一编码的物品的自动识别和信息共享,实现开环环境下对物