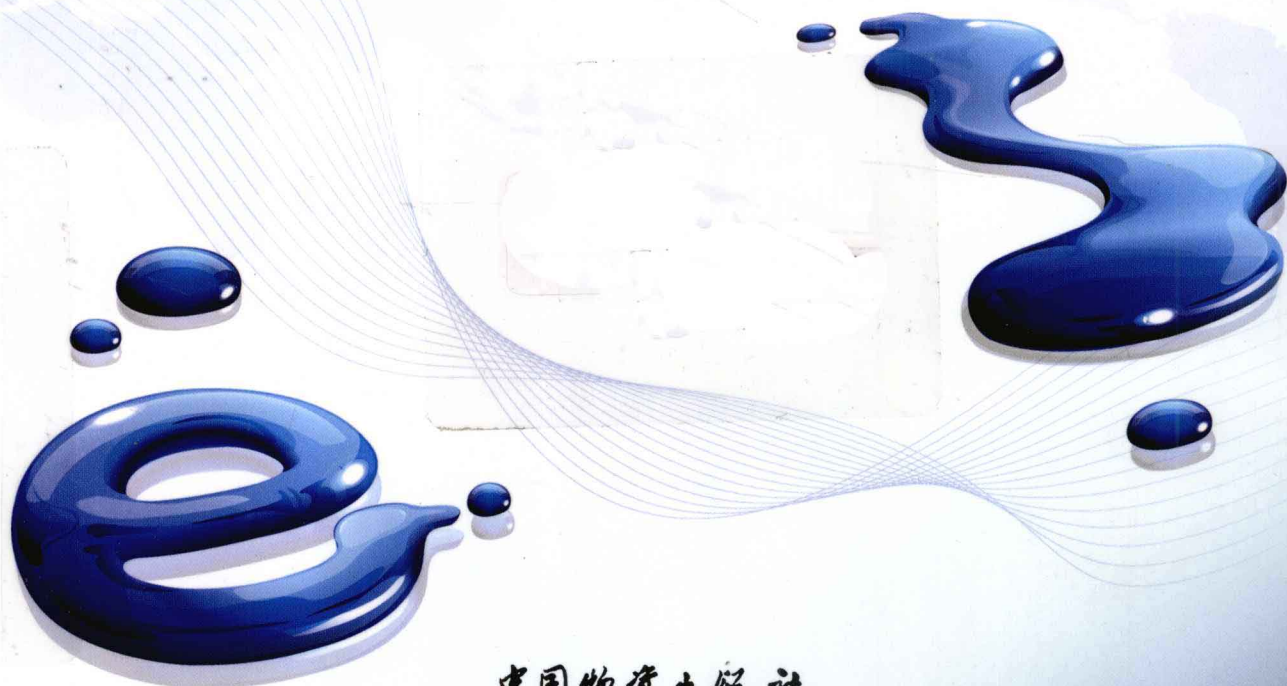


物联网

技术与应用基础

彭扬 蒋长兵 编著

物联网是在计算机互联网的基础上，利用RFID、传感设备、无线数据通信等技术，构造一个覆盖世界上万事万物的“Internet of Things”。在这个网络中，物品(商品)能够彼此进行“交流”，而无需人的干预。其实质是利用射频自动识别(RFID)、传感器网络、无线通信等智能化采集技术，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。



中国物资出版社

物联网技术与应用基础

彭 扬 蒋长兵 编著

中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网技术与应用基础/彭扬, 蒋长兵编著. —北京: 中国物资出版社, 2011. 1
ISBN 978 - 7 - 5047 - 3628 - 4

I. ①物… II. ①彭…②蒋… III. ①计算机网络—应用—物流 IV. ①F253.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 230663 号

策划编辑 钱 瑛

责任编辑 董 涛

责任印制 何崇杭

责任校对 孙会香 杨小静

中国物资出版社出版发行

网址: <http://www.clph.cn>

社址: 北京市西城区月坛北街 25 号

电话: (010) 68589540 邮编: 100834

全国新华书店经销

中国农业出版社印刷厂印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 21 字数: 311 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978 - 7 - 5047 - 3628 - 4/F · 1440

印数: 0001—3000 册

定价: 38.00 元

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)



前 言

物联网是在计算机互联网的基础上，利用 RFID、传感设备、无线数据通信等技术，构造一个覆盖世界上万事万物的“Internet of Things”。在这个网络中，物品（商品）能够彼此进行“交流”，而无须人的干预。其实质是利用射频自动识别（RFID）、传感器网络、无线通信等智能化采集技术，通过互联网实现物品（商品）的自动识别和信息的互联与共享。“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：一方面是货物、交通、建筑，另一方面是数据中心、电脑、宽带、移动网络等。而在“物联网”时代，物品的流动将与芯片、宽带整合为统一的基础设施，在此意义上，物联网基础设施更像是一张新的智慧化地球网络，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。

物联网是物与物之间的网络，可类比于人际间交流的互联网。当今社会已开始出现许多“物—物”联网的应用：如运输车辆的 GPS 卫星定位系统，装有 RFID 射频识别芯片的集装箱，可以实现“不停车收费”，在无人化码头自动完成装卸。生活中的物品变得“聪明”、“善解人意”，通过芯片自动读取信息，并通过互联网进行传递，物品会自动获取信息并进行传递，使得信息的处理—获取—传递整个过程有机地联系在了一起，这是对人类生产力又一次重大的解放。“物联网”是继计算机、互联网与移动通信网之后的世界信息产业的第三次浪潮。目前世界上有多个国家花巨资深入研究探索“物联网”，中国与德国、美国、英国等国家一起，成为国际标准制定的主导国之一。

有不少 IT 专家、经济学家、企业家和政府官员都认为，“物联网”与“互联网”的创新融合，将成为下一轮世界经济发展的技术驱动力。建设庞大的物联网，不仅可拉动新的投资，而且能提高原有经济运行效率，具有双重效应。未来几年是中国物联网相关产业以及应用迅猛发展的时期。以物联网为代表的信息网络产业成为七大新兴战略性新兴产业之一，成为推动产业升级、



迈向信息社会的“发动机”。据称到2020年，全球物物互联的业务与现有的人人互联业务之比将达到30:1，物联网的大规模普及，将成为一个万亿美元级产业。

构建网络无所不在的信息社会已成为全球趋势，当前世界各国正经历由“e”社会过渡到“u”社会，即无所不在的网络社会的阶段，构建“u”社会已上升为国家的信息化战略，如美国的“智慧地球”以及中国的“感知中国”。“u”战略是在已有的信息基础设施之上重点发展多样的服务与应用，是完成“e”战略后新一轮国家信息化战略。

条码的普及花了30年时间，RFID要完全达到条码的应用程度，还需要20年左右的时间。物联网的普及需要大约20年的时间。但应用的发展是伴随着技术的成熟而逐渐应用到各个方面的，并不是在等待技术完全成熟以后才会开始应用。在某些领域，物联网将率先展开应用，同时，伴随着技术的进步，会逐渐拓展到我们生活的方方面面。物联网技术可以实现智能交通管理、智能物流、智能医疗等，各行各业都可以和这个新一代的IT充分地结合，而这些大量的新应用会带来信息技术新一轮的增长。

本书主要就物联网的概念和技术基础及应用等方面进行比较全面的阐述，内容主要包括：物联网概念与发展，物联网结构与原理，EPC物联网，二维码技术及其应用，射频识别技术，RFID硬件，RFID中间件技术，无线传感器网络，通信与网络技术，物联网实现形态——M2M以及物联网应用领域。在这些章节里，作者尽可能地将基础理论和实践应用两方面结合起来加以介绍，希望能起到抛砖引玉的作用，给渴望了解物联网技术的读者和相关产业界人士提供帮助。

由于国内关于物联网的资料不多，而且物联网的概念和应用也刚刚处于启蒙阶段，所以编写此书面临着许多困难，同时也不可避免地会出现疏漏和错误，希望广大读者批评指正。

本书由浙江工商大学彭扬和蒋长兵编写，彭扬主要负责组织编写第1、2、3、5、6、7、8、9章，蒋长兵主要负责组织编写第4、10、11章，另外丁晓韵、朱涛、何中杰、何伟等在资料收集和文稿整理等方面做了大量的工作，浙江工商大学计算机与信息工程学院的凌云教授、琚春华教授、傅培华教授、历小军教授、魏贵义副教授等给予了很大的支持和帮助，在此一并表示感谢。同时，在本书撰写过程中收集整理了大量网站上和期刊、书籍中的资料，这

前 言



里要特别对相关作者表示诚挚的谢意，由于有些资料无法考证作者出处，这里也表示歉意。

谨以此书献给所有关爱我们的人们，也祝愿中国物联网产业发展顺利！
读者如有任何意见和建议，请发电子邮件至 hxicpy@163.com。

作 者

2010年10月



目 录

1 物联网概念与发展	(1)
1.1 物联网概念	(2)
1.1.1 物联网的定义	(2)
1.1.2 物联网概念的演进	(3)
1.1.3 物联网的显著特征	(4)
1.1.4 物联网概念辨析	(6)
1.2 物联网的发展历史	(7)
1.2.1 全球物联网的发展	(7)
1.2.2 中国物联网的发展	(8)
1.3 物联网行业发展	(10)
1.3.1 物联网的产业链	(10)
1.3.2 以 RFID 为代表的物品识别技术	(10)
1.3.3 传感与传动技术	(11)
1.3.4 网络和通信技术	(11)
1.3.5 数据处理与存储	(12)
1.3.6 以 3C 融合为代表的智能物体技术	(12)
1.4 物联网的主要用途	(13)
1.4.1 信息与分析	(14)
1.4.2 自动化与控制	(16)
1.5 物联网现状与发展	(17)
1.5.1 物联网应用市场现状	(17)
1.5.2 物联网技术研究现状	(18)
1.5.3 物联网技术发展阶段	(19)
1.5.4 物联网发展对社会经济的影响	(20)
1.5.5 物联网发展面临的问题	(22)
1.6 物联网发展趋势	(26)
1.6.1 物联网发展雏形	(26)
1.6.2 物联网高速发展期	(26)
1.6.3 物联网的广泛应用	(27)



1.6.4	物联网市场前景预计	(28)
2	物联网结构与原理	(33)
2.1	物联网的体系架构与组成	(33)
2.1.1	物联网的五层体系结构	(33)
2.1.2	物联网的四/三层技术框架	(34)
2.1.3	物联网的组成	(34)
2.2	物联网的核心技术	(36)
2.2.1	感知层技术	(36)
2.2.2	信息会聚层技术	(37)
2.2.3	传输层技术	(38)
2.2.4	运营层技术	(39)
2.2.5	应用层技术	(40)
2.3	物联网工作原理	(40)
2.3.1	M2M 技术是物联网实现的关键	(40)
2.3.2	无线感知是物物相连的技术	(41)
2.4	物联网工作基本流程	(43)
2.5	物联网工作模式	(46)
2.5.1	物联网的主要实现形态——M2M	(46)
2.5.2	M2M 所面临的挑战	(47)
2.6	物联网的商业模式	(48)
2.6.1	国内外主要商业模式	(48)
2.6.2	中国物联网可能存在的 4 种商业模式	(49)
2.7	物联网标准	(49)
2.7.1	物联网标准体系	(49)
2.7.2	物联网标准研制任务	(50)
2.7.3	中国物联网标准研制进程	(51)
3	EPC 物联网	(57)
3.1	EPC 概述	(57)
3.1.1	EPC 的产生	(57)
3.1.2	EPC 的定义	(59)
3.1.3	EPC 国内外发展状况	(59)
3.1.4	EPC 系统的构成及其特点	(61)
3.1.5	EPC 系统的工作流程	(63)
3.2	EPC 编码	(65)



3.2.1 EPC 标准	(65)
3.2.2 GS1 全球统一标识系统	(66)
3.2.3 EPC 编码体系	(68)
3.2.4 EPC 编码策略	(68)
3.2.5 EPC 编码实现	(70)
3.3 EPC 系统结构	(73)
3.3.1 EPC global 网络与全球数据同步网络 (GDSN)	(73)
3.3.2 中间件	(75)
3.3.3 ONS 工作原理	(77)
3.3.4 EPC 信息服务 (EPCIS)	(78)
3.3.5 通信语言 PML	(79)
3.4 EPC 物联网应用解决方案	(81)
3.4.1 如何实现 EPC 物联网的应用	(82)
3.4.2 供应链中实施 EPC 的意义	(83)
3.4.3 EPC 系统应用的环境因素	(84)
3.4.4 在中国发展和推广 EPC 的若干建议	(85)
4 二维码技术及其应用	(88)
4.1 条码	(88)
4.1.1 条码技术	(88)
4.1.2 条码的分类	(90)
4.1.3 条码的应用策略	(92)
4.2 二维码技术	(94)
4.2.1 二维码定义及发展	(94)
4.2.2 二维码分类和编码原理	(95)
4.2.3 二维码特点	(96)
4.3 二维码技术标准与实现	(100)
4.3.1 条码的扫描原理和方式	(100)
4.3.2 二维码的识别	(100)
4.3.3 二维码技术标准	(102)
4.4 二维码的应用	(103)
4.4.1 典型的二维码应用	(103)
4.4.2 手机二维码	(105)
4.4.3 二维码应用前景	(107)



5 射频识别技术	(114)
5.1 射频识别技术简介	(114)
5.1.1 RFID 技术概述	(114)
5.1.2 RFID 技术的发展历史	(115)
5.1.3 RFID 系统组成	(117)
5.1.4 RFID 系统的分类	(119)
5.1.5 RFID 的技术特征	(121)
5.1.6 射频技术与条码技术的区别	(121)
5.2 RFID 系统的工作流程及原理	(123)
5.2.1 基本工作流程	(123)
5.2.2 RFID 的工作原理	(123)
5.3 RFID 技术的标准	(125)
5.3.1 RFID 标准现状	(125)
5.3.2 三大 RFID 技术标准简介	(128)
5.4 RFID 使用的频率范围	(130)
5.5 我国 RFID 标准建立面临的困境及应采取的策略	(133)
5.5.1 我国 RFID 标准建立面临的困境	(133)
5.5.2 国家应对 RFID 标准之争应采取的策略	(134)
5.5.3 企业应对 RFID 标准之争应采取的对策	(135)
5.6 RFID 的应用及发展趋势	(137)
5.6.1 RFID 的应用范围	(138)
5.6.2 主要国家应用发展情况	(139)
5.6.3 RFID 的发展趋势	(141)
5.6.4 目前面临的主要问题	(142)
6 RFID 硬件	(147)
6.1 RFID 系统构成及工作原理	(147)
6.1.1 RFID 系统基本组成	(147)
6.1.2 RFID 系统工作原理	(147)
6.2 RFID 系统相关技术	(150)
6.2.1 RFID 系统技术参数	(150)
6.2.2 能量传送	(152)
6.2.3 数据传送	(152)
6.2.4 数据完整性	(154)
6.2.5 数据安全性	(155)
6.3 RFID 标签	(155)



6.3.1	射频识别卡	(155)
6.3.2	RFID 卡结构设计	(157)
6.3.3	电子标签与读写器的耦合	(162)
6.3.4	电子标签的制作及封装概述	(163)
6.3.5	射频标签通信协议	(163)
6.3.6	射频标签内存信息的写入方式	(164)
6.4	RFID 读写设备	(165)
6.4.1	RFID 读写器结构	(165)
6.4.2	RFID 读写器作用	(166)
6.4.3	读写器与电子标签的通信过程	(167)
6.4.4	RFID 读写器原理	(167)
6.4.5	RFID 读写器结构设计	(168)
6.4.6	RFID 读写器防碰撞实现机理	(170)
6.5	RFID 天线	(171)
6.5.1	RFID 天线的作用与分类	(171)
6.5.2	RFID 近场天线和远场天线	(172)
6.5.3	RFID 天线的设计与使用	(173)
7	RFID 中间件技术	(179)
7.1	RFID 中间件的概念	(180)
7.1.1	中间件的概述	(180)
7.1.2	RFID 中间件的网络框架结构	(181)
7.1.3	RFID 中间件的分类	(183)
7.1.4	RFID 中间件的构成	(183)
7.1.5	RFID 中间件的特点	(185)
7.2	RFID 中间件功能及实现原理	(185)
7.2.1	RFID 中间件的主要功能	(185)
7.2.2	标签清点的工作流程	(186)
7.2.3	标签清点的实现原理	(187)
7.3	RFID 中间件系统架构	(189)
7.3.1	体系架构要素	(189)
7.3.2	典型 RFID 中间件体系架构	(193)
7.4	RFID 物联网中间件的关键技术	(196)
7.4.1	数据过滤	(197)
7.4.2	数据聚合	(198)
7.4.3	信息传递	(198)



7.4.4	基于 SOA 的 RFID 中间件解决方案	(198)
7.5	RFID 中间件的发展	(204)
7.5.1	RFID 中间件的发展阶段	(204)
7.5.2	RFID 中间件的应用方向	(205)
7.5.3	国内发展情况	(205)
7.5.4	国外发展情况	(206)
7.5.5	RFID 中间件的发展趋势	(207)
8	无线传感器网络	(211)
8.1	无线传感器网络概述	(211)
8.1.1	传感器	(212)
8.1.2	无线传感器网络概念	(214)
8.1.3	主要发展历程	(215)
8.1.4	无线传感器网络的工作原理	(217)
8.1.5	无线传感器网络的主要特点	(219)
8.2	无线传感器网络结构	(220)
8.2.1	通信结构	(220)
8.2.2	无线传感器节点结构	(220)
8.2.3	拓扑结构	(220)
8.2.4	无线传感器网络的协议栈	(221)
8.3	WSN 相关技术	(224)
8.3.1	网络拓扑控制	(224)
8.3.2	路由协议	(224)
8.3.3	分布式数据管理和信息融合	(226)
8.3.4	嵌入式操作系统	(226)
8.3.5	基于 WSN 的自定位和目标定位技术	(227)
8.3.6	应用层技术	(227)
8.3.7	WSN 存在的主要问题	(227)
8.4	WSN 的主要应用	(229)
9	通信与网络技术	(235)
9.1	通信网与 IPv6	(235)
9.1.1	通信网络	(235)
9.1.2	IPv6	(236)
9.2	3G 与 4G 技术	(238)
9.2.1	3G 技术	(238)



9.2.2	4G 技术	(241)
9.3	WiFi	(244)
9.3.1	WiFi 的由来和标准	(244)
9.3.2	技术简述	(245)
9.4	无线宽带接入技术	(247)
9.4.1	WiMAX 概述	(247)
9.4.2	WiMAX 技术优势	(247)
9.4.3	WiMAX 市场定位和发展“瓶颈”	(248)
9.4.4	WiFi、WiMAX 和 3G 的比较分析	(249)
9.4.5	融合组网技术优势更强	(252)
9.5	NFC 近场通信技术	(252)
9.5.1	NFC 概述	(253)
9.5.2	NFC 技术原理	(254)
9.5.3	NFC 的应用情况	(257)
9.6	Zig Bee 技术	(258)
9.6.1	Zig Bee 技术概述	(259)
9.6.2	Zig Bee 技术特点	(259)
9.6.3	Zig Bee 协议栈结构	(261)
10	物联网实现形态——M2M	(265)
10.1	M2M 概述	(265)
10.1.1	M2M 的概念	(265)
10.1.2	M2M 的产生	(266)
10.1.3	M2M 与其他相似概念的比较	(266)
10.2	M2M 市场发展	(267)
10.2.1	M2M 市场的三个发展阶段	(267)
10.2.2	全球 M2M 市场发展现状	(268)
10.2.3	中国 M2M 市场现状	(269)
10.2.4	M2M 产业链	(271)
10.2.5	M2M 服务提供的商业模式	(273)
10.2.6	M2M 市场发展的驱动因素与抑制因素	(274)
10.2.7	M2M 市场发展展望	(275)
10.3	M2M 系统结构	(276)
10.3.1	M2M 技术体系	(276)
10.3.2	M2M 业务及应用系统	(277)
10.3.3	M2M 业务及架构	(279)



10.3.4	M2M 技术发展现状	(281)
10.3.5	M2M 技术发展趋势	(283)
10.3.6	M2M 网络架构的演进方向	(284)
11	物联网应用领域	(287)
11.1	电力电网	(287)
11.2	医疗系统	(290)
11.3	城市设施	(295)
11.4	交通管理	(299)
11.5	物流供应链	(303)
11.6	通信行业	(307)
11.7	农业领域	(311)
	参考文献	(317)



1 物联网概念与发展

近年来，地震、海啸等地质灾害频发，给人类生命生活带来严重影响，人们开始认识到，全球变暖让全世界处于同一个危险的边缘，人类需要更加重视自然环境的变迁，更加关注如何通过科技因素应对自然环境的变化。

在澳大利亚的昆士兰，人们正在尝试“智慧桥”的试验。通过在一座大桥上安装各种各样的传感器，不仅可以告诉城市管理者桥上有多少车、车的重量是多少、车的污染是多少、车是新车还是旧车，也可以告诉人们这辆车对这座桥整个混凝土的结构带来多大的压力。由此，交通管理部门可以进行实时评估，获得这座桥结构强度的数据，一旦压力超出了所设定的极限值，交通管理部门就可以获得警报，及时发现。

在新加坡，人们能像获得天气预报一样，获得交通堵塞预报。通过埋在路上的传感器和红绿灯上的探头，司机不仅可以看到什么地方在堵车，还能够提前预测什么地方过10min~20min会堵车，从而选择更为通畅的道路行驶。

在纽约，一个应用于公共安全的智能城市已经建立快速反应系统，也就是“犯罪信息仓库”。通过这些信息仓库的信息，纽约警察可以对犯罪分子的行为有更多的了解，也就是说一旦一种犯罪的行为出现一点点苗头的话，纽约的警察就可以根据这些信息作出预测，防止类似犯罪行为的发生。

瑞典斯德哥尔摩建立了智慧交通体系，按照不同的拥堵程度对交通收费。通过这样智慧的交通体系，斯德哥尔摩整个汽车使用量降低25%，碳排放量降低14%，在环保、防止污染等方面取得了比预期更好的效果。在人均碳排放量方面，成为了欧洲的佼佼者，平均每人碳排放量降到4t/a。而欧洲平均每人是6t/a，美国是20t/a。

饱受食品安全危害的中国，从2008年北京奥运会开始，已经在逐步实施智能的食品追溯体系，食品从农场，到市场，再到市民手中都被纳入到这个追溯体系之中，一旦出现食品方面的问题，可以及时地找到事故根源。

形形色色的传感技术、通信技术、无线技术、网络技术共同组成了以物联网为核心的智慧网络。亚里士多德曾说过“给我一个支点我可以撬起地球”，而今随着技术的发展，这句豪言完全可以与时俱进地改为：“给我一个物联网我能够感知地球。”



1.1 物联网概念

2009年起,智慧地球、物联网、RFID、传感网等几个概念在中国谈得非常火热,很多企事业单位也都纷纷自称是物联网企业,但要说起这些概念是什么意思,概念之间是什么关系,可能只有少数人能说上一些,并且这些人之间各自观点也不一样,由此造成了“物联网是什么,是不是炒作”等大量疑惑。

1.1.1 物联网的定义

物联网(Internet of Things)概念的提出已经有10余年的历史,并在世界范围内引起越来越高的关注。在国内,随着政府对物联网产业关注和支持力度的显著提高,物联网已经逐渐从产业愿景走向现实应用。但由于物联网的概念一直以来缺乏清晰可辨识的定义,以及一些利益相关方针对这一概念进行基于自身利益的解读,使得市场各方对其内涵和外延认识不清。

物联网的概念是在1999年提出的,以前在中国,物联网也被称为传感网。中科院早在1999年就启动了传感网的研究,并已取得了一些科研成果,建立了一些适用的传感网。

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,很大程度上得益于国际电信联盟(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。

2009年9月,在北京举办的物联网与企业环境中欧研讨会上,欧盟委员会信息和社会媒体司RFID部门负责人Lorent Ferderix博士给出了欧盟对物联网的定义:物联网是一个动态的全球网络基础设施,它具有基于标准和互操作通信协议的自组织能力,其中物理的和虚拟的“物”具有身份标识、物理属性、虚拟的特性和智能的接口,并与信息网络无缝整合。物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网一道,构成未来互联网。

国内著名的IT咨询公司易观咨询认为物联网是指通过各种手段,将现实世界的物理信息进行自动化、实时性、大范围、全天候的标记、采集、汇总和分析,并在必要时进行反馈控制的网络系统。这一定义具有简明清晰的特性,但概念也略微宽泛。

总体说来,业界对于物联网的概念理解主要有以下两个方面:

(1) 从技术角度理解

物联网是指物体通过智能感应装置,经过传输网络,到达指定的信息处理中心,最终实现物与物、人与物之间的自动化信息交互与处理的智能网络。



(2) 从应用角度理解

物联网是指把世界上所有的物体都连接到一个网络中,形成“物联网”,然后“物联网”又与现有的互联网结合,实现人类社会与物理系统的整合,达到更加精细和动态的方式管理生产和生活。

如果从一般的意义上描述物联网,可以这样定义:物联网是利用条码、射频识别(RFID)、传感器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,实现人与人、人与物、物与物的在任何时间、任何地点的连接(Anything、Anytime、Anywhere),从而进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的庞大网络系统。

国际电信联盟 2005 年一份报告曾描绘“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。物联网把新一代 IT 技术充分运用在各行各业之中,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、油气管道等各种物体中,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,在这个整合的网络当中,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。

1.1.2 物联网概念的演进

物联网是一个不断演进的概念,它从早期的普适计算思想发展到如今的智慧地球构想,使这一概念内涵不断清晰,并从思想走向实践。

1. 普适计算思想

1988 年,美国施乐公司 Palo Alto 研究中心(PARC)的 Mark Weiser 开创性地提出普适计算(Ubiquitous Computing,也译为无所不在的计算)的思想,认为普适计算的发展将使技术无缝地融入日常生活。Mark Weiser 博士认为“电脑在我们没有意识到它存在的时候,已经融入了我们的生活中”,而他认为这样的时代即将到来。此时的“物联网”更多的是作为一种思想出现,在这种思想中,人类拥有无所不在的计算能力。

2. EPC 系统

1998 年,在美国统一代码委员会(Uniform Code Council, UCC)支持下,美国麻省理工学院的研究人员创造性地提出将 Internet 与 RFID 技术有机地结合,利用 EPC 作为物品标识,实现物品与 Internet 的链接,即可在任何时间、任何地点,实现对任何物品的识别与管理。这就是早期“物联网”的概念。此后,他们联合大学、企业,对基于 EPC 的物联网相关研究实行分工工作,系统地开展研究,提出最初的由射频标签(RFID)、阅读器、Savant 系统软件、对象名称解析服务(ONS)、物品标记语言服务器(PML-Server)5 部分组成的 EPC 系统雏形。此时的“物联网”,已经从思想走向实践,主要是指利用