

Internet of Things

物联网工程与技术规划教材

物联网系统安全 与应用

赵贻竹 鲁宏伟 徐有青 甘早斌 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

物联网工程与技术规划教材

物联网系统安全与应用

赵贻竹 鲁宏伟 徐有青 甘早斌 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是物联网安全课程的教材，全书共分为8章。本书分析了物联网的安全特征，在系统介绍物联网安全体系及物联网安全中所用到的信息安全基础知识的基础上，比较详尽地介绍了物联网的各个层次所面临的安全威胁及解决方案，给出物联网信息安全评估准则、方法、工具及报告和建议，并通过应用实例介绍物联网安全的应用。

本书可供高等院校信息安全类、物联网工程类、计算机类专业研究生和本科生使用，对从事信息和网络安全研究的科研人员、从事物联网安全技术研究以及应用和管理的工程技术人员也有学习参考价值。

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。

图书在版编目(CIP)数据

物联网系统安全与应用 / 赵贻竹等编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.5

物联网工程与技术规划教材

ISBN 978-7-121-22792-9

I. ①物… II. ①赵… III. ①互联网络—安全技术—高等学校—教材 ②智能技术—安全技术—高等学校—教材 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 065429 号



策划编辑: 章海涛

责任编辑: 郝黎明

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 13.75 字数: 352 千字

版 次: 2014 年 5 月第 1 版

印 次: 2014 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

物联网由于其广阔的应用前景和巨大的经济效益而受到世界各国的关注，我国也在《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》中明确将物联网作为重要任务和重大工程。但是，在网络攻击手段日趋多样化的今天，由于物联网的特殊性，使得其面临的安全威胁更多。物联网的安全问题制约了物联网的快速发展。因此，了解物联网应用过程中的安全问题，对于物联网的应用和发展十分必要。

本书面向的主要对象包括高等院校信息安全类、物联网工程类、计算机类专业研究生和本科生、从事信息和网络安全研究的科研人员、从事物联网安全技术研究以及应用和管理的工程技术人员。

全书共分 8 章。

第 1 章主要介绍物联网的基础知识，包括物联网的概念、物联网的系统架构、关键技术、物联网的发展状况，以及物联网的典型应用等。

第 2 章介绍物联网的安全体系，分析了物联网的安全特征，总结了物联网中的安全问题以及物联网对安全的需求，并给出了物联网大概的安全体系架构。

第 3 章介绍物联网安全中所用到的信息安全基础知识，包括密码技术、公钥基础设施、身份认证、访问控制和入侵检测。

第 4 章首先从整体上分析物联网中感知层的安全威胁和相关的安全技术，然后针对 RFID 和传感器网络，分别分析它们所受到的安全威胁以及对安全的需求，并分别介绍相关的安全技术。

第 5 章首先详细讨论物联网中网络层所面临的安全威胁、安全需求以及安全机制，然后从核心网安全、移动通信接入安全和无线接入安全三个方面深入讨论各自面临的安全威胁、安全需求以及相应的防范手段。

第 6 章介绍物联网应用层面面临的主要安全威胁，以及针对不同的安全问题应该采用的对策和相关技术。同时，对云计算与物联网相结合的可行性，以及由此带来的安全问题，特别是云存储存在的安全问题和解决方案有些初步的认识。

第 7 章介绍物联网信息安全评估准则、方法、工具及报告和建议，并给出一种基于系统的基线安全模型实例以加强对物联网安全管理的理解。

第 8 章通过介绍物联网感知层、传输层的安全应用实例，使读者加深对物联网安全意识的认知，同时介绍一个物联网健康普适服务的应用实例。

本书由赵贻竹、鲁宏伟、徐有青、甘早斌共同编著。由于作者的水平和学识有限，编写时间仓促，本书难免存在不足之处，恳请各位专家和读者不吝指出。本书在编写的过程中，参阅了大量的书籍和刊物，其中包括从互联网上获得的许多资料，而这些资料难以一一列举出来，在此向所有这些资料的作者表示衷心的感谢。最后感谢所有对本书的写作和出版提供帮助的人们。读者在阅读本书的过程中如有反馈信息，请发邮件至 missbamboo@hust.edu.cn。

本书为读者提供相关教学资料，可从华信教育资源网站 (<http://www.hxedu.com.cn>) 下载。

编著者

目 录

第 1 章 物联网基础	1
1.1 物联网的基本概念	2
1.2 物联网和其他网络的关系	4
1.2.1 物联网和互联网的关系	4
1.2.2 物联网和传感网的关系	5
1.2.3 物联网和泛在网的关系	5
1.3 物联网的发展状况	6
1.3.1 欧美发展状况	6
1.3.2 日韩发展状况	8
1.3.3 中国发展状况	10
1.4 物联网系统架构	13
1.5 物联网的关键技术	15
1.6 物联网技术的典型应用	17
第 2 章 物联网安全体系	22
2.1 物联网的安全特征	23
2.2 物联网特有的安全问题	25
2.2.1 感知层安全问题	25
2.2.2 网络层安全问题	26
2.2.3 应用层安全问题	28
2.3 物联网安全需求	29
2.4 物联网安全体系架构	32
第 3 章 物联网信息安全基础	34
3.1 密码技术	35
3.1.1 密码技术概述	35
3.1.2 对称密码学	36
3.1.3 公钥密码学	39
3.1.4 杂凑函数 (Hash)	41
3.2 公钥基础设施 (PKI)	42
3.2.1 公钥基础设施概述	42
3.2.2 PKI 组件	44
3.2.3 PKI 系统结构	49
3.2.4 PKI 功能	51
3.2.5 PKI 应用	53

3.3	身份认证	56
3.3.1	身份认证定义	56
3.3.2	身份认证方法	56
3.3.3	身份认证协议	59
3.4	访问控制	62
3.4.1	访问控制概述	62
3.4.2	访问控制实现机制	64
3.4.3	基本访问控制方法	65
3.4.4	多域访问控制技术	67
3.5	入侵检测	69
3.5.1	入侵检测概述	69
3.5.2	入侵检测过程	69
3.5.3	入侵检测技术	72
3.5.4	入侵检测系统	76
第4章	物联网感知层安全	80
4.1	感知层安全概述	81
4.1.1	感知层安全威胁	81
4.1.2	感知层安全技术	82
4.2	RFID 安全	83
4.2.1	RFID 系统简介	83
4.2.2	RFID 安全威胁	85
4.2.3	RFID 安全需求	88
4.2.4	RFID 安全技术	90
4.3	传感器网络安全	96
4.3.1	传感器网络简介	96
4.3.2	传感器网络安全威胁	99
4.3.3	传感器网络安全需求	101
4.3.4	传感器网络安全技术	103
4.3.5	传感器网络安全解决方案	104
第5章	物联网网络层安全	110
5.1	网络层安全概述	111
5.1.1	网络层面临的安全威胁	111
5.1.2	网络层安全需求	113
5.1.3	网络层安全机制	114
5.2	核心网安全	114
5.2.1	核心网安全需求	114
5.2.2	核心网安全威胁	116
5.2.3	核心网安全机制	116
5.3	移动通信接入安全	121
5.3.1	移动通信接入安全需求	122

5.3.2	移动通信接入安全机制	122
5.3.3	移动通信接入终端安全	123
5.4	无线接入安全	125
5.4.1	无线接入安全需求	126
5.4.2	无线接入安全威胁	126
5.4.3	无线接入安全机制	127
第6章	物联网应用层安全	133
6.1	应用层安全威胁	134
6.2	数据安全	134
6.2.1	数据机密性与完整性	134
6.2.2	数据起源保护	137
6.2.3	数据处理安全	140
6.2.4	数据存储安全	143
6.2.5	数据库加密	144
6.2.6	数据保护法规	149
6.3	隐私安全	150
6.3.1	隐私保护技术的目标及分类	150
6.3.2	数据起源隐私	151
6.3.3	RFID 隐私安全	152
6.3.4	位置隐私	155
6.4	云计算安全	160
6.4.1	云计算简介	160
6.4.2	基于云计算的物联网安全威胁	162
6.4.3	云计算安全技术	162
6.4.4	云存储安全	164
第7章	物联网安全评估与管理	170
7.1	物联网安全评估	171
7.1.1	风险评估过程和准备	171
7.1.2	信息技术安全性评估准则	171
7.1.3	安全评估方法	173
7.1.4	安全评估工具	175
7.1.5	安全评估报告及建议	178
7.2	物联网安全管理	179
7.2.1	信息安全管理体系	179
7.2.2	安全管理指南	180
7.2.3	基于业务系统的基线安全模型	181
7.2.4	安全基线的建立和应用	182
7.2.5	某种安全基线的体系结构	182

第 8 章 物联网系统安全应用实例	184
8.1 终端安全管理系统	185
8.1.1 终端安全管理的需求	185
8.1.2 终端安全管理的基本要求	186
8.1.3 终端安全管理体系	186
8.1.4 终端安全管理的功能	187
8.2 基于内容的安全管理系统	190
8.2.1 基于内容的安全管理的必要性	191
8.2.2 基于内容的安全管理体系架构	191
8.2.3 基于内容的安全管理系统的功能	192
8.3 基于物联网的健康普适服务	195
8.3.1 健康普适服务系统	195
8.3.2 业务与管理流程	198
8.3.3 系统设计与实现	199
8.3.4 系统的实施	205
参考文献	208

第 1 章

物联网基础

本章导读

通过本章的学习，读者可以熟悉物联网的基本概念及其系统架构，了解物联网与其他网络的区别，并了解当前各国物联网的发展状况及物联网技术的典型应用。此外，本章还介绍了物联网在发展过程中涉及的关键技术。

1.1 物联网的基本概念

灯泡亮多久它自己“决定”、植物浇水晒太阳全自动、手机一刷就知香蕉“履历”；进门不需要“动手”，而是根据主人事先的设定的识别方式，比如指纹识别、人脸识别来开门，也可以用手机来开门，这是科幻小说中的场景吗？不是，这是南京邮电大学 70 周年校庆时学校的物联网生活体验区。

近年来，物联网成为炙手可热的名词，许多人预言物联网将彻底改变人们的生活方式，带动万亿级的产业发展，成为信息化发展的新的推动力量。但是究竟什么是物联网呢？

仅就概念而言，物联网这个概念从诞生到现在，已经经历了一个发展的阶段。

物联网概念的发展可追溯到 1995 年，比尔·盖茨在《未来之路》中首次提出物联网，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。

传统物联网（The Internet of Things）的概念是 MIT Auto-ID 中心的 Ashton 教授在 1999 年研究 RFID（Radio Frequency Identification，射频识别）时最早提出来的，它的定义很简单：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。在这个网络中，物品能够彼此进行交流，而无须人的干预。其实质是利用 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。在物联网的构想中，RFID 标签中存储着规范而具有互用性的信息，通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统，实现物品（商品）的识别，进而通过开放性的计算机网络实现信息交换和共享，从而实现对物品的透明管理。

2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上，国际电信联盟（ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》，正式提出了物联网的概念。ITU 在报告中指出，信息与通信技术（Information and Communications Technology ICT）的目标已经从满足人与人之间的沟通，发展到实现人与物、物与物之间的连接，无所不在的物联网通信时代即将来临。物联网使人们在信息与通信技术的世界里获得一个新的沟通维度（图 1-1），将任何时间、任何地点、连接任何人，扩展到连接任何物品，万物的连接就形成了物联网。在该报告中，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。



图 1-1 物联网中的连接维度

随着近年来互联网技术、多种接入网络以及智能计算技术的飞速发展，ITU 于 2008 年 2 月

发表了《泛在传感器网络》研究报告。ITU 在报告中提出,传感器网络已经向泛在传感器网络的方向发展,它是由智能传感器节点组成的网络,能够以“任何地点、任何时间、任何人、任何物体”的形式被部署。该技术可以在广泛的领域中推动新的应用和服务,从安全保卫和环境监控到推动个人生产力和增强国家竞争力。从以上定义可见,传感器网络已被视为物联网的重要组成部分。如果将智能传感器的范围扩展到 RFID 等其他数据采集技术,从技术构成和应用领域来看,泛在传感器网络等同于现在人们提到的物联网。

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,它是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。

从以上的信息可以看出,到目前为止,对于物联网,业界并没有一个精准而公认的定义,而比较为大众接受的定义如下。

物联网是新一代信息技术的高度集成和综合运用,即“物物相联之网”,指通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器、传感器节点等信息传感设备,按约定的协议,把物与物、人与物进行智能化连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种新兴网络。这有以下两层意思。

第一,物联网不是一种物理上独立存在的完整网络,而是架构在现有互联网、下一代公网或专网基础上的联网应用和通信能力。它是基于社会、经济领域的实际管理和应用需求,利用感知技术和智能装置对物理世界进行感知识别,通过互联网、移动通信网等网络的传输互联,进行计算、处理和知识挖掘,实现人与物、物与物信息交互和无缝链接,提升人对物理世界实时控制、精确管理和资源优化配置能力,从而实现生产生活的科学智能决策。物联网强调智能应用,其核心和基础仍然是互联网,是互联网、移动通信网和传感网等网络的融合,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络,具有整合感知识别、传输互联和计算处理等功能,是对新一代信息技术的高度集成和综合运用。

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。物联网通过信息共享和业务协同,将人与人之间的信息交互沟通向人与物、物与物扩展延伸,它的应用为优化资源配置、加强科学管理、缓解资源能源约束提供了可能,拓宽了道路。

物联网发展中最重要理念是融合。物联网通过设备融合、网络融合、平台融合实现服务融合、业务融合和市场融合。设备融合指研发出一体化的感知终端。网络融合指用户可使用任意终端(移动台、掌上电脑、个人计算机等)通过任一方式接入网络(WLAN、GPRS、3G网络等),而且号码唯一、账单唯一。平台融合指用户数据集中管理、公用的业务平台、分类的管理平台和应用平台,支持用户跨业务系统的互操作,形成统一认证系统,实现基于统一账号、统一密码的集中认证。服务融合指在服务层面实现融合,例如在固话和移动网络之间共享收信人的地址、电话号码、用户名称等。业务融合指物联网同时提供语音、数据、视频等多种业务。市场融合就是以市场机制为引导,把各类通信和信息产品和服务捆绑起来打包销售。

在实际应用中,可以把感应器、处理器和无线通信模块嵌入或装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑等各种物体中,使它们相互连接,构成物联网。因此,物联网的核心是完成物体信息的可感、可知、可传和可控。

今天所说物联网外延要大得多,所涉及的关键技术包括射频技术、分布式计算、传感器、嵌入式智能、无线传输及实时数据交换和互联网等。通过多种传感技术和传输技术交叉与融合,建立一个“物物”相连的网络,从而完成远程实时数据交换与控制,逐步实现人们生活的智能化,更使得信息作为一种重要的资源参与到经济、社会和生活中间。物联网是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体,让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。

1.2 物联网和其他网络的关系

1.2.1 物联网和互联网的关系

ITU对物联网的定义是:通过在各种各样的日常用品上嵌入一种信息传感装置(如射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等),将它们与互联网相连,使人们在信息与通信的世界里获得一个新的沟通维度,将沟通从任何时间、任何地点、任何人之间的沟通连接、扩展到人与物、物与物之间的沟通连接。

从这个定义可以看出,互联网是物联网的核心与基础,是物联网的基础网络,是物联网接收感知信息的承载载体。而物联网是互联网的一种扩展和延伸应用,是互联网应用能力的一种放大,是互联网更加生活化、实用化、人性化的一种体现。物联网本质上是使互联网由信息传输网络向“通人性”网络发展和过渡的一种扩展应用。互联网构建了一个与现实的物理世界相对应的虚拟的信息世界,物联网则使虚拟世界进一步与现实世界更紧密地相互联系,为两者之间构建了一座桥梁。

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,它利用各种感知技术使得各种物体能够接入互联网,实现基于互联网的连接和交互,包括物与人之间、物与物之间的交互。目前的互联网应用则主要面向人与人之间的交互,如E-mail、IM、SNS、微博、博客等。

(2)物联网的信息鲜活的、动态的,是对若干感知节点信息的接收、上传、集成和整合,而不是从外在网络上获取。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,按一定的频率周期性地采集环境信息,不断更新数据,传感器获得的数据具有实时性。物联网服务的对象是对鲜活信息及时做出动态反应的特定需求者和接收者。而互联网是信息资源的集聚地和蓄水池,是汇集信息资源、提升信息资源、整合信息资源、开发信息资源的阵地。其服务的对象是信息的一般需求者和接收者。

(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信息,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。而互联网对于数据的处理没有过多的需求,仅限于一般的应用。

(4)物联网往往是区域性的、局部的、特指的,或以完成特定任务为主的专用网络,这种特指性和特定性决定了物联网只有这个任务群的人,才可以互相连接。这种专用性往往需要中间件来适配,才能满足其对承载平台的需求。而互联网是全球性的、普适的、开放的。

(5)物联网要求对特指信息的收集、集成安全和稳定。更要求上传信息或返回信息的安全可

靠，不被外人发现或截获。并需要对信息进行传输，具有无线接收能力，能进行智能处理和数据挖掘，给节点以决策支撑。互联网要求平台资源的丰富、网络的稳定、安全、便捷和开放。

1.2.2 物联网和传感网的关系

传感器网又称为传感网，指的是利用各种传感器（如光、电、温湿度、光照、压力等）加上各种近距离无线通信技术组建的一个独立网络，网络中的传感器大部分都是一些低功耗、小体积产品，每个网络结点与传感器连接，以有线通信或无线通信的方式和计算机联系。这种网络通常用于局域或小范围内物与物之间的信息交换。传感器仅仅感知到信号，并不强调对物体的标识。例如可以让温度传感器感知到森林的温度，但并不一定需要标识哪根树木。

物联网的概念比传感器网大一些。从物联网的概念可以看出，物联网应该具备全面感知、可靠传递以及智能处理 3 个特征。而传感器网络只是物联网的一个组成部分，传感器网络技术是物联网末端采用的关键的技术之一。传感网所指的主要标的器件是传感器，而当今的物联网感知物、标识物的手段，除了有传感器网，还可以用二维码/一维码/RFID 等。传感网所指的应用范围较窄，主要指的是在零售和物流行业的应用；而今物联网的应用范围已经扩展到众多的行业和十分广泛的领域。此外，物联网和传感网最根本的差异在于信息的存储方式和系统的开放性不同。大部分的传感器网络是在特定领域的应用，其本质上大都是利用传感器的自组网特征的一种闭环应用。由于分属于不同领域的应用，有着不同的协议和标准，因此这种闭环应用、标准和协议很难兼容，信息也难以共享。而物联网是基于通用协议和标准的开环应用。其数据可以存放在 RFID 芯片中，也可以集成在云端，从而在更大范围内，可以按照权限实现对标的物品和关键环节的自动控制和远端管理，还可以实现云端的信息共享。这种物联网的云存储模式，不仅简化了 RFID 的标签和读写设备的功能，降低了成本，还使跨领域信息共享成为了可能。

1.2.3 物联网和泛在网的关系

泛在网即广泛存在的网络，它是基于个人和社会的需求，以无所不在、无所不包、无所不能为基本特征，以实现在任何时间、任何地点、任何人、任何物都能顺畅地通信为目标，利用现有的网络技术和新的网络技术，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。泛在网网络具备超强的环境感知、内容感知及其智能性，为个人和社会提供泛在的、无所不包的信息服务和应用。目前，随着经济发展和社会信息化水平的日益提高，构建“泛在网络社会”，带动信息产业的整体发展，已经成为一些发达国家和城市追求的目标。

物联网、泛在网的目标都是突破人与人通信的模式，建立物与物、物与人之间的通信，但是其出发点和侧重点不完全一致。从泛在的内涵上看，泛在网更多地以人为核心，它关注的不仅是人与物的交互，还包括了人与物交互中与周边关系的和谐，几乎包含了目前所有的网络概念和研究范畴。泛在网强调在人机交互中注重与自然的融合，更注重和强调应用的普遍性和广泛性。泛在网打破了物联网应用的行业界限，倡导在不同的行业之间共享传感器信息和应用，并为公共需求提供服务。而物联网强调的只是物联网向末端和节点延伸的可能性。这种延伸还并不具有普遍性的特征。从传感网、物联网和泛在网三者技术与应用上的比较中可以看得很清楚，如表 1-1 所示。

表 1-1 传感网、物联网和泛在网的对比

	末梢及关键技术	网络设施与应用	连接对象
传感网	传感器、近距离无线通信	不包括	物到人
物联网	传感器、RFID、二维码、近距离无线通信、摄像头	前期一个或多个网络；后期包括多网络协作	物到物、物到人
泛在网	传感器、RFID、二维码、近距离无线通信、摄像头、GPS 等	网络具有更强的协同、应用处理能力	物到物、人到人、物到人

综上所述，传感器网是泛在网、物联网的组成部分，而物联网又是泛在网发展的物联阶段，传感网、互联网、物联网之间相互协同融合是泛在网发展的终极目标。从发展的角度来看，未来的网络看重的更多的是无处不在的网络基础设施的发展，帮助人类实现“4A”化通信，即在任何时间（Anytime）、任何地点（Anywhere）、任何人（Anyone）、任何物（Anything）之间都可以顺畅地通信。通过新的信息通信技术改变人们传统的生产方式、工作方式、生活方式，并深入人们生活、工作的方方面面，包括知识结构、社会关系、经济和商业生活、政治、媒体、教育、医疗和娱乐等，由此解决社会与经济问题，实现信息化发展的蓝图。

1.3 物联网的发展状况

1.3.1 欧美发展状况

作为物联网发展排头兵的 RFID 技术，早在第二次世界大战时期就出现了，后来在美国对伊拉克战争中得到大量使用，用于管理军需后勤物资。

1991 年，由美国提出普适计算的概念，它具有两个关键特性：一是随时随地访问信息的能力；二是不可见性，通过在物理环境中提供多个传感器、嵌入式设备，在用户不察觉的情况下进行计算和通信。美国国防部的研究机构资助了多个相关科研项目，美国国家标准与技术研究院也专门针对普适计算制订了详细的研究计划。普适计算总体来说是概念性和理论性的研究，但首次提出了感知、传送、交互的三层结构，是物联网的雏形。

1995 年，比尔·盖茨在其著作《未来之路》中提出物联网的概念，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展，并未引起重视。

1998 年，美国麻省理工学院创造性地提出 EPC 系统的“物联网”概念。他们认为，物联网就是将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的网络。

1999 年，美国麻省理工学院（MIT）建立了自动识别中心（Auto-ID Labs），提出万物皆可通过网络互联，阐明了物联网的基本含义。同年，在一场移动计算和网络国际会议上，美国专家提出：传感网将是 21 世纪人类面临的一个大机遇。当时观点为物物互相感知。美国国防部在 2000 年时把传感网定为五大国防建设领域之一，仅在美墨边境“虚拟栅栏”（即防入侵传感网）上就投入了 470 亿美元。

2000 年 3 月在葡萄牙的里斯本举行的欧洲首脑特别会议上，欧洲理事会提出了一个未来十年的战略目标——使欧盟成为世界上最有竞争力、经济最活跃的知识经济体。为了实现这个目标，需要一个全球性的战略，即建设“所有人的信息社会（Information Society for all）”。在这个过程中，

欧盟具体实施了“e-Europe”行动计划，旨在充分利用欧洲的整个电子潜力、依靠电子业务和互联网技术及其服务，使欧洲在核心技术领域如移动通信方面保持领头羊的地位。

2005年6月1日，欧盟委员会在比利时的布鲁塞尔公布了一个新的战略计划——Initiative “i2010: European Information Society 2010”，其目的在于促进欧盟经济增长和创造就业。i2010-Initiative 是一个全面的战略计划和目标，是继2000年欧洲理事会制定的里斯本战略目标“到2010年把欧洲建设成世界上经济最活跃、最有竞争力的知识经济体”后，又提出一个重要的战略计划，是欧盟为了应对现代信息社会的巨大挑战的一个产物。i2010-Initiative 包括一系列措施和政策，计划在2005—2010年之间实现。在该战略计划中，欧盟最注重的是ICT的创新和研发投入及其对国民经济发展的影响，关心ICT产业——信息服务业的发展所带来的巨大经济前景。

2005年国际电信联盟（ITU-T），在突尼斯举行的信息社会世界峰会（WSIS）上正式确定了“物联网”的概念，并随后发布了《ITU Internet reports 2005——the Internet of things》，介绍了物联网的特征、相关的技术、面临的挑战和未来的市场机遇，声称在未来10年左右时间里，物联网将得到大规模应用，革命性地改变世界的面貌。

ITU 报告的推出，使得物联网的发展被看做信息领域一次重大的发展和变革机遇，在全球范围内得到了重视。一些发达国家纷纷将物联网作为新兴产业，并出台战略措施予以落实。

2006年3月，欧盟召开会议“From RFID to the Internet of Things”，对物联网做了进一步的描述。2008年在法国召开的欧洲物联网大会的重要议题包括未来互联网和物联网的挑战、物联网中的隐私权、物联网在主要工业部门中的影响等内容。欧盟委员会和欧洲技术专家们则将目光重点放在EPC global 网络架构在经济、安全、隐私和管理等方面的问题上，他们希望能够建立一套公平的、分布式管理的唯一标识符。

2008年7月，美国国家情报委员会发表的《2025年对美国利益潜在影响的6种关键技术》报告将“物联网”技术列入其中，认为物联网技术存在裂变性的影响能力，将对人类社会的生产和生活带来巨大的影响。2008年11月，IBM公司对外公布了“智慧地球（Smarter Planet）”战略，其中提到，在信息文明的下一个发展阶段，人类将实现智能基础设施与物理基础设施的全面融合，实现IT与各行各业的深度融合，从而以科学和智慧的方式对社会系统和自然系统实施管理。

2009年1月，IBM与美国信息技术与创新基金会（ITIF）智库组织共同向奥巴马政府提交了“复兴的数字之路：增加工作、提高生产率和复兴美国的刺激计划”建议报告，提出通过ICT投资可在短期内创造就业机会。2009年2月，IBM大中华区首席执行官钱大群在IBM论坛上公布了名为“智慧的地球”的最新策略。此概念一经提出，即得到美国各界的高度关注，并在世界范围内引起轰动。IBM认为，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，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，并且被普遍连接，形成物联网。美国政府积极响应“复兴的数字之路”提议，把宽带网络等新兴技术定位为振兴经济、确立美国全球竞争优势的关键战略，并在随后出台的《复苏和再投资法》中对上述提议进行具体落实，鼓励物联网发展的政策主要体现在推动能源、宽带通信与医疗三大领域实施物联网应用。

2009年，欧盟发布了下一代全欧移动宽带长期演进与超越，以及ICT研发与创新战略，欧盟计划在未来10年将欧洲ICT研究与创新投资加倍。为确保欧洲在物联网发展过程中起到主导作用，2009年6月18日，欧盟执委会发表了《Internet of things——an action plan for Europe》，描述了物联网的发展前景，在世界范围内首次系统地提出了物联网发展和管理设想，并提出了12项行动

保障物联网加速发展，标志着欧盟已经将物联网的实现提上日程。

2009年11月，欧洲联盟发布了《未来物联网战略》，提出要让欧洲在基于互联网的智能基础设施发展上领先全球。除了通过信息与通信技术研发计划投资4亿欧元、90多个研发项目提高网络智能化水平，欧盟委员会还将于2011—2013年间每年新增2亿欧元进一步加强研发力度，同时拿出3亿欧元专款，支持物联网相关公司合作短期项目建设。

2009年12月15日，欧洲物联网项目总体协调组发布了《物联网战略研究路线图》，将物联网研究分为感知、宏观架构、通信、组网、软件平台及中间件、硬件、情报提炼、搜索引擎、能源管理、安全等10个层面，系统地提出了物联网战略研究的关键技术和路径。

2010年6月，欧盟委员会推出了《数字议程》(Digital Agenda)五年行动计划，该议程是《欧盟2020战略》七项旗舰举措中的一项，明确了利用ICT帮助实现欧盟2020战略目标的使能作用。该议程的总体目标是通过基于高速和超高速互联网及互操作应用的数字单一市场实现可持续的经济效益与社会效益。该议程提出了7个优先行动领域，分别是统一数字市场的建立、更强的互操作性、增强互联网的信任度和安全性、更快的互联网接入、更多的研发投资、增强数字化文化技能和包容性、更多地应用信息和通信技术以应对气候变化和人口老龄化。

2012年5月，在新奥尔良举行的美国无线通信和互联网协会(CTIA)的会议上，物联网成为了会议的主题，2012年12月，美国国家高速公路交通安全管理局(NHTSA)宣布，已向美国立法部门提出一条建议，即到2014年时，要求美国所有汽车厂商必须为自家所生产汽车安装电子记录设备，以方便NHTSA对收集到的数据进行汇总分析。

欧盟继续完善物联网政策体系。2012年4月，欧洲智能电网技术平台正式发布《至2035年的智能电网战略研究议程》，对2007年发布的第一版议程报告进行了更新，继续推进欧洲电网和智能电力系统发展；2012年4月，欧盟网络与信息安全局正式出台《云计算合同安全服务水平监测指南》，提供了一套持续监测云计算服务提供商服务级别协议运行情况的操作体系；2012年7月10日，欧盟委员会启动了“智能城市和社区欧洲创新伙伴行动”，将集成欧洲在新能源、智能交通和信息通信等领域的先进技术，在特定城市开展示范项目，促进绿色经济和知识经济的发展，推动城市生产和生活方式的转型。

1.3.2 日韩发展状况

日本在物联网的研究方面，也走在世界的前列。2000年7月，日本政府召开了IT战略会议，创立了IT战略总部，将其作为国家信息化的集中研究组织。2001年1月，这个成立不到一年的IT战略总部便喊出了推行e-Japan战略的响亮口号，其中的“e”是“electronic”的首字母。

2004年，日本信息通信产业的主管机关总务省提出2006—2010年间IT发展任务——u-Japan战略。用“u”(ubiquitous，意指“无所不在的”)取代“e”，虽然只有一个字母之差，却蕴含了战略框架的转变。u-Japan战略的理念是以人为本，实现所有人、物与物、人与物之间的连接(即4U，Ubiquitous、Universal、User-oriented、Unique)，希望在2010年将日本建设成一个“实现随时、随地、任何物体、任何人均可连接的泛在网络社会”。

2008年，日本总务省提出将u-Japan政策的重心从之前的单纯关注居民生活品质提升拓展到带动产业及地区发展，即通过各行业、地区与ICT的深度融合，进而实现经济增长的目的。具体来说就是通过ICT的有效应用，实现产业变革，推动新应用的发展；通过ICT以电子方式联系人与地区社会，促进地方经济发展；有效应用ICT达到生活方式变革，实现无所不在的网络社会环境。

2009年2月,日本为应对日渐疲软的经济环境,紧急出台了宏观性的指导政策“ICT新政”。2009年4月,日本总务省公布了“新政”的实施性文件——“数字日本创新计划(ICT Hatoyama Plan,也称ICT 鸠山计划)”纲要,将其作为未来3年中优先实施的政策。“数字日本创新计划”的目的是在数万亿日元的ICT行业创造新的市场,并在未来3年内增加30万至40万个就业机会(以累积方式计算),通过鼓励基于新增长策略的ICT投资行为,向ICT产业投入资金。

2009年7月6日,日本IT战略本部发表了i-Japan战略2015,目标是“实现以国民为主角的数字安心、活力社会”。为了让数字信息技术融入每一个角落,首先,将政策目标聚焦在三大公共事业:电子化政府治理、医疗健康信息服务、教育与人才培育。提出到2015年,透过数字技术达到“新的行政改革”,使行政流程简化、效率化、标准化、透明化,同时推动电子病历、远程医疗、远程教育等应用的发展。i-Japan战略中提出重点发展的物联网业务包括:通过对汽车远程控制、车与车之间的通信、车与路边的通信,增强交通安全性的下一代ITS应用;老年与儿童监视、环境监测传感器组网、远程医疗、远程教学、远程办公等智能城镇项目;环境的监测和管理,控制碳排放量。通过一系列的物联网战略部署,日本针对国内特点,有重点地发展了灾害防护、移动支付等物联网业务。

2012年实施的《活力ICT日本》计划中,重点关注关于大数据应用、传感器在内的物联网相关技术。

从“e-Japan”到“u-Japan”再到“i-Japan”,随着时代的变化,日本的信息化建设也实现了“三级跳”。

韩国也经历了类似日本的发展过程。韩国是目前全球宽带普及率最高的国家,也是移动通信、信息家电、数字内容建设居世界前列的国家,这为物联网在韩国的发展奠定了坚实的基础。

1999年,韩国信息通信部出台了《2000年国家社会信息化推进计划》,围绕“十大知识信息强国”的目标,提出了“网络韩国21世纪”的核心课题和近期实施计划。2003年,韩国政府启动了旨在使韩国科技产业保持竞争力的“IT839”计划。

韩国于2002年4月提出了e-Korea(电子韩国)战略,其关注的重点是如何加紧建设IT基础设施,使得韩国社会的各方面在尖端科技的带动下跨上一个新的发展台阶。在e-Korea实施不久后,韩国信息通信基础设施水平得到了大幅提升。其后,韩国国内方方面面都希望借助已有的先进硬件提高生产效率、生活质量等。

2004年,韩国信息通信产业部(MIC)主导成立了u-Korea策略规划小组,并于2006年确立了u-Korea计划,该计划旨在建立无所不在的社会(Ubiquitous Society),在民众的生活环境里建设智能型网络(如IPv6、BcN、USN)和各种新型应用(如DMB、Telematics、RFID),让民众可以随时随地享有科技智慧服务。其最终目的,除运用IT科技为民众创造食衣住行育乐各方面无所不在的便利生活服务,也希望扶植IT产业发展新兴应用技术,强化产业优势与国家竞争力。为实现上述目标,u-Korea包括了四项关键基础环境建设以及五大应用领域的研究开发。四项关键基础环境建设是平衡全球领导地位、生态工业建设、现代化社会建设、透明化技术建设,五大应用领域是亲民政府、智慧科技园区、再生经济、安全社会环境、u生活定制化服务。u-Korea主要分为发展期与成熟期两个执行阶段。发展期(2006—2010年)的重点任务是基础环境的建设、技术的应用以及u社会制度的建立;成熟期(2011—2015年)的重点任务为推广u化服务。