

本书出版受北京邮电大学“可信分布式计算与服务”教育部重点实验室
国家自然科学基金重点项目“跨语言社会舆情分析基础理论与关键技术研究”
教育部新世纪优秀人才支持计划的资助

物联网环境下控制 安全技术

WULIANWANG HUANJING XIA
KONGZHI ANQUAN JISHU

杨金翠 邱莉榕◎著

中央民族大学出版社
China Minzu University Press

本书出版受北京邮电大学“可信分布式计算与服务”教育部重点实验室
国家自然科学基金重点项目“跨语言社会舆情分析基础理论与关键技术研究”
教育部新世纪优秀人才支持计划的资助

物联网环境下控制 安全技术

WULIANWANG HUANJING XIA
KONGZHI ANQUAN JISHU

杨金翠 邱莉榕◎著

中央民族大学出版社
China Minzu University Press

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网环境下控制安全技术 / 杨金翠, 邱莉榕著. —北京:
中央民族大学出版社, 2018.9 重印

ISBN 978-7-5660-1109-1

I. ①物… II. ①杨…②邱… III. ①互联网络—应用—安全技术 IV. ①TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 276349 号

物联网环境下控制安全技术

著 者 杨金翠 邱莉榕

责任编辑 满福玺

封面设计 汤建军

出版者 中央民族大学出版社

北京市海淀区中关村南大街 27 号 邮编: 100081

电话: 68472815 (发行部) 传真: 68932751 (发行部)

68932218 (总编室) 68932447 (办公室)

发 行 者 全国各地新华书店

印 刷 厂 北京建宏印刷有限公司

开 本 787×1092 (毫米) 1/16 印张: 14.5

字 数 320 千字

版 次 2018 年 9 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5660-1109-1

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

物联网是当前在国际上非常受关注的前沿热点研究领域，受到国内外学术界和工业界的高度重视，被认为是对 21 世纪产生巨大影响力的技术之一。作为我国新兴的战略产业，物联网得到了大力发展，在国家科技创新、可持续发展和产业升级中都具有重要地位。

目前，随着物联网技术的不断发展和成熟，人们逐渐开始将物联网与控制系统进行有效结合，使它们充分发挥各自的优势，并广泛应用于航空航天、轨道交通、工业制造、医疗卫生、军事、灾害应急响应等领域。当物联网技术应用到工业控制等重要领域时，带来的就不仅仅是更为智能化的系统、更为高效的管理和更为便捷的控制，同时还有更为严峻的安全挑战。

传统的物联网安全研究关心两个要素：安全保护和隐私保护。其中安全保护是为了保护控制系统不被攻击，包括传统安全问题考虑的一些属性，如完整性、可用性、机密性等；隐私保护是为了保护用户信息不被攻击。但是当物联网在控制系统上做应用时，还需要考虑物联网的控制安全问题，即被控系统的安全问题。本书就从这个角度出发，研究物联网环境下的控制安全问题。本书主要内容如下：

第 1 章详细介绍了物联网的基本概念、物联网的发展过程、物联网的应用情况、物联网的架构及技术体系。

第 2 章介绍了物联网面临的安全威胁、物联网安全的国内外现状、物联网安全的战略、政策及措施、物联网公共安全典型应用领域及关键技术。

第 3 章从体系结构、终端安全、传输安全、控制安全、隐私保护、安全管理、评估机制及方法等方面介绍了物联网的安全问题研究方向。

第 4 章首先介绍了物联网的信息安全模型和工业控制系统的信息安全风险，还介绍了物联网环境下的通用控制系统模型及通用控制系统安全模型。

第 5 章针对物联网环境下的来源安全问题，介绍了一些传统的物理保护方法和认证机制，并进一步给出了一种适合物联网控制环境下，设备与设备或者设备与被控设备之间的双向认证机制。

第 6 章首先介绍了传统网络拒绝服务攻击的类型及解决方案，分析了 WSN 环境下拒绝服务攻击的特点，给出了 WSN 环境下的拒绝服务攻击的多等级检测预警模型。

第 7 章首先介绍了容错与冗余技术、冗余表决算法，接下来介绍了面向工业控制物联网的算法冗余设计方法，给出了一种改进的多数表决算法。

第8章首先对复杂系统和仿真技术进行了介绍，在此基础上，给出了复杂系统的仿真与实时评估流程，提出了基于仿真的复杂系统安全保障机制。

第9章针对物联网环境下的控制安全需求，介绍了物联网环境下的控制安全应该遵循的几个基本原则。

本书第1章至第3章由邱莉榕老师撰写，第4章至第9章由杨金翠老师撰写。

在成书的过程中，我们得到了很多人的帮助，借此机会，向各位表示深深的感谢，特别感谢方滨兴院士，同时感谢出版社领导与编辑的鼓励与支持。

本书出版受北京邮电大学“可信分布式计算与服务”教育部重点实验室、国家自然科学基金重点项目“跨语言社会舆情分析基础理论与关键技术研究”（No. 61331013）、教育部新世纪优秀人才支持计划（NCET-12-0579）的资助。

由于时间仓促，水平有限，书中难免有所疏漏，敬请广大读者批评指正。

著 者

目 录

第 1 章 物联网技术概述	1
1.1 物联网基本概念	1
1.2 物联网的发展	4
1.3 物联网的未来	10
1.4 物联网应用	11
1.5 物联网架构与技术体系	24
第 2 章 物联网信息安全概述	35
2.1 物联网与信息安全	35
2.2 物联网面临的安全威胁与攻击	41
2.3 物联网安全的国内外现状	42
2.4 物联网与公共安全	52
第 3 章 物联网安全关键技术	65
3.1 体系架构安全	65
3.2 终端安全	68
3.3 传输安全	70
3.4 控制安全	74
3.5 隐私保护	78
3.6 评估机制及方法	81
3.7 安全管理	82
第 4 章 物联网环境下的控制系统安全模型	92
4.1 物联网信息安全模型	92
4.2 工业控制系统的信息安全	100
4.3 面向工业控制的物联网体系结构	105
4.4 物联网环境下的通用控制系统模型 IoTC	109
4.5 物联网环境下的通用控制系统安全模型 S-IoTC	112

4.6	本章小结	117
第5章	物联网控制系统的身份认证机制	120
5.1	引言	120
5.2	相关研究	122
5.3	增强型双向认证机制	126
5.4	认证过程模拟	133
5.5	认证模型安全性分析	138
5.6	认证模型应用	139
5.7	本章小结	141
第6章	WSN 环境下拒绝服务攻击的监测预警	144
6.1	传统网络的拒绝服务攻击	144
6.2	WSN 环境下的拒绝服务攻击	156
6.3	WSN 环境下 DDoS 攻击的多等级检测预警模型框架	158
6.4	基于响应时间的拒绝服务攻击检测算法	161
6.5	针对拒绝服务攻击的多等级预警模型	166
6.6	仿真实验	170
6.7	本章小结	173
第7章	面向工控物联网的算法冗余设计	177
7.1	容错与冗余技术	178
7.2	冗余同步技术	180
7.3	冗余表决算法	182
7.4	算法冗余设计	184
7.5	一种改进的多数表决算法	186
7.6	高阶表决算法	191
7.7	冗余设计的应用	194
7.8	本章小结	196
第8章	复杂系统的仿真与实时评估	197
8.1	复杂系统	197
8.2	仿真技术	201
8.3	向量相似度的度量方法	207
8.4	复杂系统仿真与实时评估流程	208
8.5	仿真与实时评估方案应用	212
8.6	本章小结	213

第 9 章 物联网控制安全基本原则	217
9.1 综合防范原则	217
9.2 适度防范原则	218
9.3 异构冗余原则	219
9.4 适度分权原则	220
9.5 回路截断原则	220
9.6 最坏假定原则	221
9.7 本章小结	222

第 1 章 物联网技术概述

物联网被认为是 21 世纪的新技术典范，不但可以融合较多学科的交叉研究，而且能够促进相关产业发展，带来巨大的生产力提升，备受众多国家关注。2009 年初，美国将物联网正式引入国家战略，随后，欧盟、日韩、中国等国家和地区也看到了物联网的巨大潜力，纷纷将物联网作为信息领域国家战略。目前，物联网广泛应用于工业制造、航天航空、轨道交通、医疗卫生、国防军事等重要领域，为国民经济带来新的增长。

1.1 物联网基本概念

1.1.1 什么是物联网

物联网的概念可追溯至 1995 年出版的《未来之路》一书，在书中，盖茨多次提到“物—物互联”的构想^[1]。该构想在当时是超前的，但受限于网络技术及传感器技术，该理念并未受到重视。随着物联网的发展，其概念内涵也在不断完善，并且产生出几种较为典型的概念。

定义 1：把所有物品通过射频识别（Radio Frequency Identification, 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^[2]。

该定义最早由麻省理工学院的 Auto-ID 中心于 1999 年提出。他们认为，RFID 技术可以在计算机互联网中实现物品的自动识别和信息的互联共享。因此，该定义实质上是将 RFID 技术与互联网应用技术进行结合的产物。

定义 2：物联网应是任何时刻、任何地点、任何物体之间的互联，无所不在的网络和无所不在的的计算的发展远景^[3]。

该定义由国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）于 2005 年在《The Internet of Things》报告中提出，并指出除 RFID 技术外，应在物联网中广泛应用传感器技术、纳米技术、智能终端技术等。

定义 3：由具有标识、虚拟个性的物体或对象所组成的网络，这些标识和个性信息在智能空间使用智能的接口与用户、社会和环境进行通信^[4]。

该定义由欧洲智能系统集成技术平台（The European Technology Platform on Smart Systems Integration, EPoSS）于 2008 年在题为《Internet of things in 2020》的报告中提

出。该报告认为物联网发展应更侧重于应用及物品智能化，并且将 RFID 等相关智能化识别技术作为物联网发展的基石。

定义 4：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^[5]。

该定义由欧盟第七框架计划（the EU's Seventh Framework Programme for Research, FP7）RFID 和物联网研究组于 2009 年提出。该研究组致力于欧盟内部物联网研究的协调及技术平衡，以实现欧盟内部物联网项目的研究效果最大化。

可见，物联网的内涵与 RFID 技术息息相关，源于对客观物体的标识及信息的网络交换，并在不断发展中得到补充与完善。

1.1.2 物联网的特征

物联网具有全面感知、可靠传递、智能处理三大特征。

1. 全面感知

物联网将多种信息感知的技术融合在一起，可以认为其是感知技术的广泛应用。物联网部署了各种类型的海量传感器，实时捕获数据，并周期性更新数据^[6]。

2. 可靠传递

物联网通过各种有线和无线网络与互联网及其他网络相融合，并将通过传感器实时采集的数据通过网络准确传输出去。由于物联网上部署了数量庞大的传感器节点，因此产生的信息量同样庞大，在信息传输过程中，适应各种异构的网络，保障数据的可靠传输和时效性尤为重要^[7]。

3. 智能处理

物联网在传感器互连的基础上，实现了对信息的智能处理，并能够对物体实施智能控制。物联网利用模糊处理、数据挖掘等智能处理技术，从传感器获得的海量信息中分析、加工和处理有意义的信息，以适应不同应用领域的不同用户需求，且扩展新的应用领域和应用模式^[8]。

图 1-1 展示了物联网的产业链构成，“标识”的代表产业为 RFID，“感知”的代表产业为传感器，“处理”的代表产业为智能芯片，“传输”的代表产业是商业网络。



图 1-1 物联网产业链构成

按照信息的流动过程，可得出物联网的信息流动模型，如图 1-2 所示。

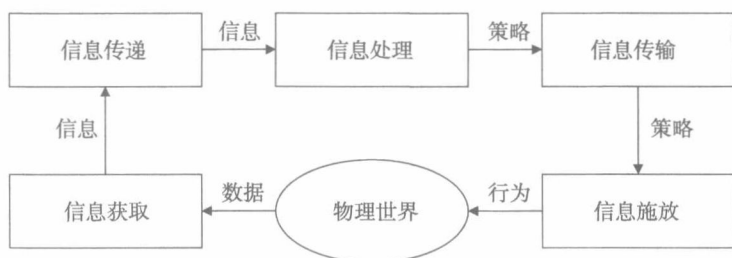


图 1-2 物联网信息流动模型

(1) 信息获取。信息获取包括对信息的感知及识别，即对事物的状态及变化方式进行感受并通过特定方式进行表示。

(2) 信息传输。信息传输即为将信息从空间（或时间）上一点开始，将事物状态及其变化方式发送、传输并被接收到另一点的过程。

(3) 信息处理。信息处理是对信息进行加工并制定决策的过程。其目的是通过获取的知识对事物进行认知，并产生新信息。

(4) 信息施放。信息施放是指信息最终发挥效用的过程，具有很多不同的表现形式，其中最重要的就是通过调节对象事物的状态及其变换方式，使对象处于预期的运动状态^[9]。

1.1.3 几种典型网络概念

物联网、传感网、互联网、泛在网间的关系如图 1-3 所示。

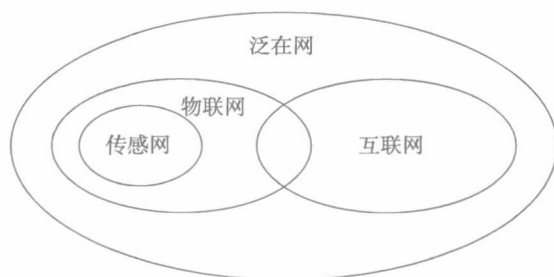


图 1-3 物联网、传感网、互联网、泛在网间的关系

传感网又称为无线传感器网络（Wireless Sensor Networks, WSN），它是由一组传感器以自组织方式构成的无线网络，其目的是协作的感知、采集和处理网络覆盖地理区域中感知对象的信息，并发布给观察者^[10]。物联网在感知、传输、计算等各方面具有比传感网更大的范畴，除了可以使用 RFID、二维码等标识技术感知事物及其变化外，还可以在多种互联模式的基础上，对人与物、物与物进行感知、标识与测控。

互联网（Internet）是由多个网络遵循一定的通信协议互联而成的网络，现在特指由美国国防部高级研究计划署资助的 ARPANET 分组交换网演变而成的、采用 TCP/IP

协议的一种互联网络^[11]。从概念上来说,互联网主要解决人与人之间的通信,把人们的使用吸引在信息空间(Cyber Space)中,主要依赖桌面型计算获得服务和支持^[12]。物联网与互联网的基础设施在一定程度上是重合的,实现了人与物、物与物间的通信,极大地扩展了互联网的应用领域。

泛在网(Ubiquitous Networks)的概念最早由施乐(Xerox)首席科学家 Mark Weiser 1991年在《21世纪的计算》一文中提出。泛在网是指基于个人和社会的需求,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,网络具有超强的环境感知、内容感知及智能性,为个人和社会提供泛在的、无所不包的信息服务和应用^[13]。物联网与泛在网均旨在突破人与人通信的模式,并建立人与物、物与物间的通信,可以说物联网是走向泛在网的重要过程。

1.1.4 物联网与信息化革命

电子技术、计算机技术和通信技术跨越式发展,使信息技术对物体信息的处理和服务水平实现了前所未有的提高,也深刻改变着现实人类的生活工作方式。信息技术通过各种IT基础设施,如计算机、宽带网、移动网等很好地模拟了人与人间的信息交流方式,但并未影响物理世界的运行方式。

物联网从嵌入物体中的各类信息感知设备中,实时感知并获取物体状态信息。物体状态信息通过由传感器节点互联组织的通信网络进行交互,并被智能处理。通过此过程,物联网将物理世界的各类设施与IT基础设施整合为统一的基础设施,实现了对物体的管理和控制,使现实世界的运行更加精细、更加智能。

物联网被称为继计算机、互联网之后,世界信息产业的第三次革命,它体现了信息通信技术在人类生活领域不断扩展和深化的需求^[14]。与前两次信息革命停留在信息世界的不同,物联网强调建立依托物质生命形态的信息虚拟世界,把虚拟世界和现实世界结合起来,并采用智能计算的技术对信息进行分析和处理,通过对虚拟世界的管理来实现对现实世界的管理、协调和控制,从而实现人类社会与物理世界的有机结合。

1.2 物联网的发展

1.2.1 物联网大事记

1990年施乐公司发明的网络可乐贩售机——Networked Coke Machines实现了通过传感技术操控设备,从而人们渐渐发现了传感技术潜在的价值。伴随着互联网和感知技术的发展,物联网成为可能。物联网的发展历程如图1-4所示。

1995年, Bill Gates在《未来之路》中提出了“物—物互联”的概念。

1998年, MIT Auto-ID中心的Kevin Ashton将RFID技术与传感器技术用于日常物品中,在计算机互联网的基础上,利用射频识别技术、无线数据通信技术等,构造了一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网“Internet of Things”(简称物联网)。

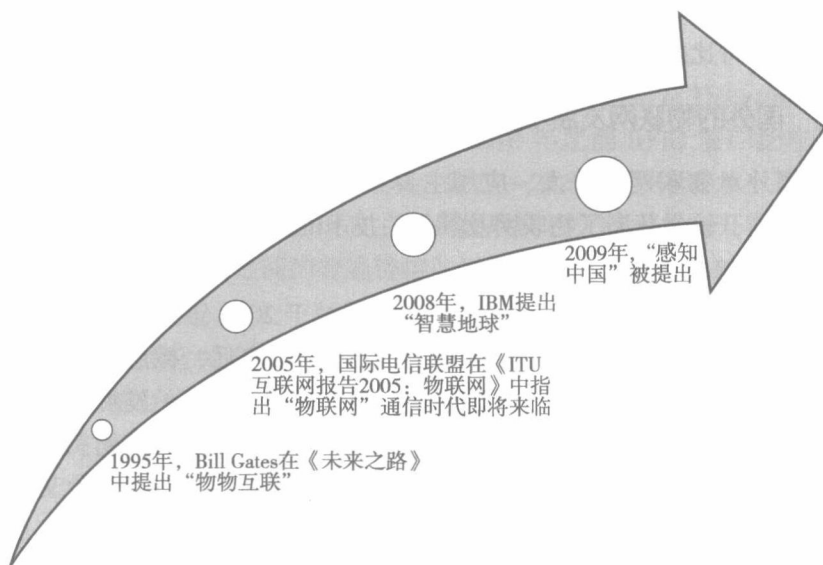


图 1-4 物联网发展历程

1999年,在美国召开的移动计算和网络国家会议中,MIT Auto-ID中心的Kevin Ashton教授首先提出物联网(Internet of Things)这个概念,会议认为“传感网是下一个世纪人类面临的又一个发展机遇”^[15]。

2003年,美国《技术评论》提出传感网络技术将是未来改变人们生活的十大技术之首。

2005年,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《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信息交换,射频识别技术(RFID)、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术都将得到更加广泛的应用^[16]。为此,国际电信联盟专门成立了“泛在网络社会国际专家工作组”,提供了一个在国际上讨论物联网的常设咨询机构。

2008年,美国国家情报委员会(NIC)发表的《2025对美国利益潜在影响的关键技术》报告中将物联网列为六种关键技术之一。IBM首次提出了“智慧地球”的概念,该公司认为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,就是将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、大坝等各种物体中,并且被普遍连接,形成物联网。

2009年初,美国总统奥巴马提出,将智能电网和物联网并列为振兴经济、确立竞争优势的关键战略,并明确“智慧地球”的核心和内涵是更透彻的感知、更全面的互联互通、更深入的智能化,这三者的结合就是物联网。

2009年8月,针对美国将“智慧地球”上升为国家战略,特别是IBM所谓的“智慧地球,赢在中国”,物联网被正式列为国家五大战略性新兴产业之一,写入《政

府工作报告》，物联网在中国受到了全社会极大的关注，其受欢迎程度是美国、欧盟以及其他国家不可比拟的。

1.2.2 国外的物联网发展概况

目前，国外对物联网的研发、应用主要集中在美、欧、日、韩等少数国家和地区。特别是美国，较早开展了物联网及其相关技术的研究与应用。

1. 美国的物联网研究与应用

据美国《科学时报》报道，马萨诸塞州剑桥城于2007年就着手打造全球第一个全城无线传感网。2009年1月IBM提出“智慧地球”之后，掀起物联网热潮。2009年1月，美国总统奥巴马提出将“智慧地球”提升为国家层级的发展战略，将“新能源”和“物联网”列为振兴经济的两大武器，从而引起全球的广泛关注^[17]。同时，物联网产业引起全美工商界的高度关注，并认为“智慧地球”有望成为又一个信息高速公路计划，物联网在世界范围内引起轰动。

此外，美国国防部的“智能微尘”（SmartDust）、美国国家科学基金会的“全球网络研究环境”（GENI）等项目也都把物联网作为提升美国创新能力的重要举措。与此同时，以思科、德州仪器、英特尔、高通、IBM、微软等企业为代表的产业界也在强化核心技术，抢占标准建设制高点，纷纷加大投入用于物联网软硬件技术的研发及产业化。

在2013年开幕的CES展上，美国电信企业再次将物联网推向了高潮。美国高通已于2013年1月7日推出物联网（IoE）开发平台，全面支持开发者在美国运营商AT&T的无线网络上进行相关应用的开发。双方预计，该物联网开发平台将在2013年二季度提供给开发者。与此同时，思科与AT&T合作，建立无线家庭安全控制面板。2012年思科发布了物联网路由器ISR819，同时借助于2012年的伦敦奥运会，大力地推广了其物联网技术。

2. 欧盟的物联网发展

欧盟早在2006年就成立工作组，专门进行RFID技术研究，并于2008年发布《2020年的物联网——未来路线》。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*），提出了包括监管、隐私保护、芯片、基础设施保护、标准修改、技术研发等在内的14项框架内容，主要有管理、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 and 进展监督等一系列工作^[18]。这项框架内容对物联网未来发展以及重点研究领域给出了明确的路线图，确保欧洲在构建物联网过程中起主导作用。

2009年10月，欧盟委员会以政策文件的形式对外发布了物联网战略，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ICT研发计划投资4亿欧元，启动90多个研发项目以提高网络智能化水平外，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,专门支持物联网相关公私合作短期项目建设^[19]。

欧洲智能系统集成技术平台(EPoSS)在其报告“Internet of Things in 2020”中分析预测,未来物联网的发展将经历四个阶段,2010 年之前 RFID 被广泛应用于物流、零售和制药领域,2011—2015 年物体互联,2015—2020 年物体进入半智能化,2020 年之后物体进入全智能化。就目前而言,许多物联网相关技术仍在开发测试阶段,离不同系统之间融合、物与物之间的普遍链接的远期目标还存在一定差距^[20]。

3. 日本的物联网发展

日本政府自 20 世纪 90 年代中期以来相继制定了“e-Japan”“u-Japan”“i-Japan”等多项国家信息技术发展战略,从大规模开展信息基础设施建设入手,稳步推进,不断拓展和深化信息技术应用,以此带动本国社会、经济发展。日本政府早在 2004 年就推出了“u-Japan”计划,着力于发展泛在网及相关产业,并希望由此催生新一代信息科技革命。2008 年,日本总务省提出“u-Japan XICT”政策。“x”代表不同领域乘以 ICT 的含义,共涉及三个领域,“产业 xICT”“地区 xICT”“生活(人)xICT”。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。

为了确保在信息时代的国际竞争地位,2009 年 7 月日本 IT 战略本部颁布了日本新一代的信息化战略——“i-Japan”战略,并于 2009 年 8 月又将“u-Japan”升级为“i-Japan”战略,提出“智慧泛在”构想,将传感网列为其国家重点战略之一,致力于构建一个个性化的物联网智能服务体系,充分调动日本电子信息企业积极性,确保日本在信息时代的国家竞争力始终位于全球第一阵营。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、教育与人才培养。提出到 2015 年,透过数位技术达到“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^[21]。同时,日本政府希望通过物联网技术的产业化应用,减轻由于人口老龄化所带来的医疗、养老等社会负担。

2012 年全日本总计发展物联网用户(放号量)超过了 317 万,其中 NTTDOCOMO 现有超过 150 万物联网用户,主要分布在交通、监控、远程支付(包括自动贩卖机)、物流辅助、抄表等九个领域;KDDI 虽然起步较晚,但一开始就追求高速大容量的物联网通信,通过推出可车载、小型、轻量、廉价的物联网通信服务,在交通、物流行业发展了超过 100 万用户;而 Softbank 因为最迟涉足物联网行业,目前仅 25 万多用户,大部分是数码相框等个人电子消费品,还有少量的电梯监控和自动贩卖机业务。

4. 韩国的物联网发展

韩国政府自 1997 年起出台了一系列推动国家信息化建设的产业政策,包括 RFID 光导计划、RFID 全面推动计划、USN 领域测试计划等。继日本提出 u-Japan 战略后,韩国也在 2006 年确立了 u-Korea 战略,并制定了详尽的“IT839 战略”,重点支持泛在网建设。u-Korea 旨在建立无所不在的社会(Ubiquitous Society),也就是在民众的

生活环境里布建智能型网络（如 IPv6、BcN、UsN）、最新的技术应用，如 DMB（Digital Audio Broadcasting，数字音频广播）、Telematics（车载信息服务）、RFID 等先进的信息基础建设，让民众可以随时随地享有科技智慧服务。其最终目的，除了运用 IT 科技为民众创造食、衣、住、行、育、乐等便利生活服务之外，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。

2009 年 10 月，韩国通信委员会出台了《物联网基础设施构建基本规划》，将物联网市场确定为新增长动力。该规划提出，到 2012 年实现“通过构建世界最先进的物联网基础实施，打造未来广播通信融合领域超一流信息通信技术强国”的目标，并确定了构建物联网基础设施、发展物联网服务、研发物联网技术、营造物联网扩散环境四大领域^[22]。

为推动 USN 在现实世界的应用并进行商业化，韩国在食品和药品管理、航空行李管理、军火管理、道路设施管理等方面进行了试点应用。韩国通信委员会（KCC）决定促进“未来物体通信网络”建设，实现人与物、物与物之间的智能通信。由首尔市政府、济州岛特别自治省、春川市江原道三地组成试点联盟，建设物体通信基础设施。其中首尔市的建设重点是与日常生活相关的业务，济州岛聚焦于建设基于无线通信技术的环境测量智能基础设施，春川市江原道则致力于打造智能化娱乐化城市。将物联网市场确定为新增增长动力，据估算至 2013 年物联网产业规模将达 50 万亿韩元。

此外，法国、德国、澳大利亚、新加坡等国也在加紧部署物联网经济发展战略，加快推进下一代网络基础设施的建设步伐。

1.2.3 我国的物联网发展概况

2009 年 8 月 7 日，温家宝总理视察无锡微纳传感网工程技术研发中心并发表重要讲话之后，物联网概念在国内迅速升温。与国外相比，我国物联网发展在最近几年取得了重大进展。《国家中长期科学与技术发展规划（2006—2020 年）》和新一代宽带移动无线通信网重大专项中均将传感网列入重点研究领域。

以 RFID 广泛应用作为形成全国物联网的发展基础。自 2004 年起，国家金卡工程每年都推出新的 RFID 应用试点工程，该项目涉及电子票证与身份识别、动物与食品追踪、药品安全监管、煤矿安全管理、电子通关与路桥收费、智能交通与车辆管理、供应链管理与现代物流、危险品与军用物资管理、贵重物品防伪、票务及城市重大活动管理、图书及重要文档管理、数字化景区与旅游等^[23]。

目前，我国传感网标准体系已形成初步框架，向国际标准化组织提交的多项标准提案被采纳，传感网标准化工作已经取得积极进展。2009 年 9 月 11 日，经国家标准化管理委员会批准，全国信息技术标准化技术委员会组建了传感器网络标准工作组。由中国提交的“物联网概述”标准草案，于 2012 年 3 月 30 日经国际电信联盟审议通过，成为全球第一个物联网总体性标准。上海已经制定了国内第一个物联网应用地方标准，即首个轨道交通反恐系统。

在技术领域，早在1999年，中科院就启动了传感网研究，分别在无线智能传感器网络通信技术、微型传感器、传感器终端机、移动基站等方面取得了重大进展。我国的技术研发水平目前处于世界前列，并拥有多项专利。2009年10月24日，在第四届中国民营科技企业博览会上，西安优势微电子有限公司宣布，中国的第一颗物联网中国芯——“唐芯一号”芯片研制成功，中国已经攻克了物联网的核心技术^[24]。

自2009年8月温家宝总理提出“感知中国”以来，物联网被正式列为国家五大新兴战略性产业之一，写入《政府工作报告》。从2009年以来中央和地方政府对物联网行业在资金和政策上均给予了大量的支持。2011年底工信部制定了《物联网“十二五”发展规划》，重点培养物联网产业10个聚集区和100个骨干企业，实现产业链上下游企业的汇集和产业资源整合。2013年2月17日，国务院正式公布《关于推进物联网有序健康发展的指导意见》。指导意见提出，到2015年，实现物联网在经济社会重要领域的规模示范应用，突破一批核心技术，初步形成物联网产业体系，安全保障能力明显提高。此次政策将有相关财税、金融、投资等政策配合。行业内纷纷预期，我国的物联网产业将进入新一轮的提速发展^[25]。

1.2.4 我国物联网发展面临的问题

当前，物联网产业依然处于启蒙期，为实现物联网关键应用的部署及大规模产业化推广，还需要国家的支持，技术的发展和各阶层的共同努力。物联网发展还面临着一些问题。

1. 技术标准问题

物联网融合了多种信息技术，在技术标准上各方需要达成一致。由于各国各行业可能存在着不同的标准，寻求一个被各方接受且行之有效的标准体系是物联网发展必须解决的重要问题。但物联网标准的制定与统一过程十分漫长，有待于中国、日本、美国及欧洲等各国共同协商。

2. 亟待掌握核心技术问题

传感器是一种物理装置或生物器官，能够探测、感受外界的信号、物理条件（如光、热、湿度）或化学组成（如烟雾），并将探知的信息传递给其他装置或器官^[26]。在传感器领域我国尚无话语权，从技术到制造工艺均落后于欧美等发达国家，尚有很长一段路要走。

3. 协议与安全

物联网是互联网的延伸，有移动网、有线网、电话网等多种接入通道接入网络，网络协议包括TCP/IP、GPRS、LTE、WCDMA等，类别多样，因此为实现网络的整合，必须进行协议的统一。

此外，由于人与物、物与物间的联系更加紧密，传感器等信息采集和数据交换设备部署广泛，数据泄露等安全问题应更加引起关注。传统的信息安全保护手段并不完全适用于物联网，如何妥善保护用户隐私亟待解决。