物联网技术及其军事应用

宋 航 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

物联网技术及其军事应用

宋航　编著

中国科学技术大学
图书馆藏

国防工业出版社
·北京·

内容简介

本书在分析物联网的概念、特点和体系结构的基础之上，根据物联网的三层结构，较全面地介绍了物联网的感知层技术体系、网络层技术体系和应用层技术体系，及其发展与应用的现状。在物联网技术军事应用的探索中，积极寻求战场环境态势的精确感知、武器装备的智能管理与应用、军用物资的可视化管控、军事后勤的人性化伴随保障等解决方案，并积极借鉴国内外已有的物联网技术实践经验和成熟应用模式。

全书分7章对物联网技术及其军事应用进行了相对完整的分析和介绍，是作者结合多年来信息系统领域理论研究基础，持续跟踪国内外物联网的发展，深入分析研究物联网理论、技术及其对军事领域的深刻影响，而形成的探索性成果。其中包括对物联网军事应用已有成果的介绍和描述，并更多地论述了作者根据信息化发展客观规律对能够支撑物联网的技术体系的理解及其军事应用的设想。

本书可以作为从事信息技术或者军事电子信息系统研究的科研管理人员、高等院校相关专业本科生或研究生的参考书籍，也可作为广大物联网及国防信息化爱好者的普及读物。

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术及其军事应用/宋航编著. —北京：国防工业出版社，2013.4

ISBN 978-7-118-08709-3

Ⅰ.①物… Ⅱ.①宋… Ⅲ.①互联网络－军事应用②智能技术－军事应用 Ⅳ.①E919－39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第051072号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本787×1092 1/16 印张16½ 字数406千字

2013年4月第1版第1次印刷 印数1—3500册 定价37.00元

(本书如有印装错误，我社负责调换)

国防书店：(010)88540777 发行邮购：(010)88540776

发行传真：(010)88540755 发行业务：(010)88540717

前　言

物联网(Internet of Things,IoT)被称为继计算机、互联网和移动通信网络之后的第三次信息技术革命,其广阔的应用前景受到了世界各国的高度关注。物联网是普遍联系的网络,是基于互联网、电信网等信息网络的承载体,可以视为互联网的延伸和扩展。物联网技术是蓬勃发展的技术,在信息技术发展和物联网应用的推进中,人类对外在物质世界的感知信息都将被纳入到一个融合了现在和未来的各种网络——物联网,在物联网中,人和物紧密地联系在一起。

据美国权威咨询机构 FORRESTER 预测,到 2020 年,世界上物与物互联的业务跟人与人通信的业务相比,将达到 30:1,物联网将会形成下一个万亿级的通信产业。EPoSS 观察认为,物联网的发展将会经历四个阶段:2010 年之前 RFID 技术日益成熟并被广泛应用于物流、零售和制药领域;2010 年—2015 年 RFID 无孔不入,物体整合并互联;2015 年—2020 年物体进入半智能化,对象能进行交互;2020 年之后物体实现全智能化及对象个性化。

物联网核心产业中,我国传感器市场规模 2010 年达到 440 亿元,根据 IT 和通信业的研究机构贝叶思发布的报告,按照近两年 30% 的年递增速度来看,2015 年前中国传感器市场规模将有望达到 1200 亿元以上。我国 RFID 在 2009 年的市场规模达到 85 亿元,2010 年达到 120 亿元,2011 年达到 179.7 亿元,2012 年达到 200 亿元。经过近几年的努力,我国 M2M 终端已超千万,电信运营商正在努力推动 M2M 在物联网上的应用,国内三大电信运营商开始申请的物联网专用号段,将新开辟 3 亿个物联网地址空间。根据工信部公布的数据显示,截至 2012 年 11 月,我国电话用户总数达 138359.0 万户,3G 用户总数达 22048.6 万户;互联网宽带接入用户达 17402.9 万户,这些都能够作为支撑物联网发展的有力后盾。

物联网的发展和实践是科学技术发展的必然,也是人类不断追求自由和美好生活的愿景。进入 21 世纪,物联网运用新一代 IT 技术把物和各种形态的网络相连,形成普遍连接的新型网络,它实现了人类社会与物理系统的深度融合,极大方便了人类的生产和生活。人类未来将能够借助物联网,以更加精细和动态的方式管理生产和生活。可以发现,物联网正在给我们的生活方式带来革命性的变化,同时也正推动着新的生产力形式的变革,将人与自然界中的各种物质紧密地连接在一起。

按照信息获取、传输、处理和应用的原则,从物联网技术体系角度来看,物联网普遍被认为是三层结构。本书详细分析了物联网的概念和特点,以及物联网技术的感知层、网络层、应用层三层体系架构,介绍了物联网在各个层次上的关键技术及其应用空间。在此基础之上,发掘了物联网的军事价值,探索了基于物联网技术的军事应用,展望了物联网技术在我军的应用前景。

书中第 1 章、第 2 章着重介绍了物联网的概念、特点、结构。第 3 章 ~ 第 5 章根据物联网的三层结构分别论述了物联网的感知层技术体系、网络层技术体系和应用层技术体系。物联网各层之间既相对独立又紧密联系,各层之间都有相应的中间件作为上下联系,重点放在应用

层介绍。在这些物联网的整体认识和技术体系结构的基础上，于第6章论述了军事物联网的概念、现状、特点。最后，在第7章重点描述了物联网军事应用的5个方面：战场感知精确化、武器装备智能化、物资管控可视化、后勤保障人性化、军事安防现代化。

物联网正在孕育着军事变革深入发展的新契机，深刻理解并掌握先进的物联网技术，对于加快国防、军队的信息化建设和促进战斗力生成模式的转变具有重要意义。本书有助于读者理清物联网的概念、技术体系和应用的现状与前景，为物联网技术及其军事应用的发展起到积极的促进作用。

在本书的写作过程中，周东方教授、杨育红教授和李震硕士、米亚岚硕士、赵喆硕士在本书结构的确定、资料收集和内容校对等方面给予了大量帮助，作者在此表示诚挚的感谢。还要感谢国防工业出版社的大力支持和高效工作，特别是刘炯编辑的积极协助，使本书能够尽早与读者见面。

本书大量引用互联网上的最新资讯和报刊报道，在此一并向原作者和刊发机构致谢，对于不能一一注明引用来源深表歉意。

由于作者水平有限，书中不妥之处，恳请读者不吝指正。

宋航

2013年元旦

目　录

第1章　物联网概述 …… 1
1.1　概念的提出与发展 …… 1
1.2　物联网的定义 …… 2
1.3　与其他概念的比较 …… 3
参考文献 …… 5
第2章　物联网的体系结构 …… 6
2.1　物联网的连接维度 …… 6
2.2　物联网的结构简介 …… 7
2.3　物联网的特征 …… 9
2.4　物联网的发展现状 …… 10
参考文献 …… 11
第3章　感知层技术 …… 12
3.1　传感技术 …… 12
3.1.1　传感器简介 …… 12
3.1.2　常见的传感器 …… 13
3.1.3　军用传感器技术简介 …… 15
3.1.4　传感器网络 …… 18
3.2　标示与识别技术 …… 23
3.2.1　自动识别技术 …… 23
3.2.2　RFID 技术 …… 25
3.2.3　EPC 系统 …… 28
3.3　特征识别技术 …… 31
3.3.1　生物特征识别简介 …… 32
3.3.2　指纹和手形识别 …… 32
3.3.3　面部识别 …… 34
3.3.4　虹膜识别 …… 35
3.3.5　行为特征识别 …… 35
3.3.6　复合生物识别 …… 36
3.4　定位技术 …… 37
3.4.1　卫星定位技术简介 …… 37
3.4.2　蜂窝定位技术简介 …… 38
3.4.3　辅助 GPS 与差分 GPS …… 39
3.4.4　WSN 节点定位技术 …… 40

3.4.5 无线室内环境定位 …… 42
3.5 智能交互技术 …… 44
3.5.1 人机交互概述 …… 45
3.5.2 智能视觉技术 …… 45
3.5.3 智能听觉技术 …… 48
3.5.4 智能触觉技术 …… 51
3.5.5 智能嗅觉与味觉 …… 55
参考文献 …… 60
第4章 网络层技术 …… 61
4.1 物联网的网络层 …… 61
4.2 网络层的接入技术 …… 62
4.2.1 有线接入技术 …… 62
4.2.2 无线接入技术 …… 64
4.3 IEEE 802.11 …… 65
4.3.1 IEEE 802.11 标准简介 …… 65
4.3.2 IEEE 802.11 WLAN 的组成结构 …… 66
4.3.3 IEEE 802.11 MAC 层协议 …… 66
4.3.4 Ad hoc 网络 …… 67
4.3.5 WSN 的接入方式 …… 68
4.3.6 WiFi 短距离无线通信技术 …… 71
4.3.7 WiFi 漫游走向现实 …… 71
4.4 IEEE 802.15.4 …… 72
4.4.1 IEEE 802.15.4 简介 …… 72
4.4.2 ZigBee 技术 …… 75
4.4.3 蓝牙技术 …… 78
4.4.4 超宽带技术 UWB …… 79
4.4.5 NFC 技术 …… 80
4.5 6LoWPAN 简介 …… 81
4.5.1 6LoWPAN 概述 …… 82
4.5.2 6LoWPAN 参考模型 …… 84
4.5.3 6LoWPAN 架构 …… 85
4.6 WiMAX 无线城域网 …… 86
4.6.1 IEEE 802.16 标准体系 …… 87
4.6.2 WiMAX 技术的应用场景 …… 88
4.6.3 WiMAX 核心技术 …… 89
4.6.4 WiMAX 协议结构 …… 90
4.7 IPv6 技术 …… 92
4.7.1 IPv4 和 IPv6 的主要区别 …… 93
4.7.2 物联网的网络困境 …… 94
4.7.3 IPv6 协议简述 …… 96

4.7.4 IPv4、IPv6 的过渡技术 …… 98
4.7.5 IPv6 的物联网技术解决方案 …… 101
4.8 M2M 技术 …… 104
4.8.1 M2M 概述 …… 105
4.8.2 M2M 的标准化 …… 107
4.8.3 3GPP 的 MTC 业务分析 …… 112
4.8.4 面向 M2M 的优化 …… 114
4.8.5 M2M 的发展 …… 120
参考文献 …… 121
第 5 章 应用层技术 …… 122
5.1 中间件技术 …… 122
5.1.1 中间件概述 …… 122
5.1.2 物联网中间件 …… 127
5.2 SOA …… 135
5.2.1 SOA 概述 …… 136
5.2.2 SOA 的基础结构 …… 137
5.2.3 基于 SOA 的 RFID 应用框架 …… 138
5.2.4 物联网网格 …… 139
5.3 普适计算技术 …… 142
5.3.1 普适计算的基本概念 …… 142
5.3.2 普适计算的发展 …… 142
5.3.3 普适计算研究的主要问题 …… 143
5.4 物联网与云计算 …… 144
5.4.1 云计算的主要特点 …… 144
5.4.2 云计算的类型 …… 145
5.4.3 云计算在物联网中的结合模式 …… 146
5.4.4 数据挖掘云服务 …… 147
5.5 从 LBS 到车联网 …… 150
5.5.1 LBS 概述 …… 150
5.5.2 基于 LBS 的车辆位置服务 …… 151
5.5.3 车联网技术 …… 153
5.6 物联网应用前景展望 …… 159
5.6.1 智能物流 …… 159
5.6.2 智能交通 …… 160
5.6.3 智能电网 …… 161
5.6.4 医疗管理 …… 162
5.6.5 环境保护 …… 163
5.6.6 智能家居 …… 163
5.6.7 手机物联 …… 164
5.6.8 居民管理 …… 165

参考文献 …… 165
第6章 军事物联网 …… 167
6.1 军事物联网概述 …… 167
6.2 军事物联网的概念 …… 168
6.3 早期的军事物联网 …… 170
参考文献 …… 171
第7章 物联网技术的军事应用 …… 172
7.1 战场感知精确化 …… 173
7.1.1 全维感知体系 …… 173
7.1.2 战场精确感知 …… 176
7.1.3 无缝网络空间 …… 178
7.2 武器装备智能化 …… 184
7.2.1 智能化武器 …… 184
7.2.2 数字化单兵 …… 186
7.2.3 无人化装备 …… 192
7.2.4 空间化部署 …… 212
7.3 物资管控可视化 …… 214
7.3.1 军事物流概述 …… 214
7.3.2 物联网与军事物流 …… 216
7.3.3 物资管控的时代特点 …… 218
7.4 后勤保障人性化 …… 227
7.4.1 远程医疗信息链 …… 227
7.4.2 智能军服 …… 231
7.4.3 智能营房 …… 235
7.4.4 车辆智能管控 …… 236
7.4.5 饮食卫生 …… 238
7.5 军事安防现代化 …… 239
7.5.1 安防概述 …… 239
7.5.2 营区安防 …… 241
7.5.3 要地安防 …… 244
7.5.4 边境安防 …… 250
7.5.5 特种安防 …… 252
参考文献 …… 254

第1章　物联网概述

以互联网为代表的计算机网络技术是20世纪计算机科学的一项伟大成果，它给人们的生活带来了深刻变化。计算机网络的功能再强大、信息再丰富，但终究是虚拟的，网络世界中仍然很难感知现实世界，与人们所生活的现实之间存在着深深的沟壑。时代呼唤着新的信息技术，进入21世纪，物联网正是在这样的背景下应运而生的新一代信息技术，是继互联网之后又一重大的科技创新，是建立在高新科技迅猛发展和网络覆盖无所不在的基础上的一个全新技术领域。它融合了感知技术、网络技术以及形形色色的颠覆人类思维的应用技术，可以发现，物联网正在给我们的生活方式带来革命性的变化。

物联网正在引领信息产业的新浪潮，其广阔的应用前景受到了各国政府的广泛重视。物联网产业蓬勃发展，对推动经济发展和社会进步的作用正逐步显现。我国正面临着加快转变经济发展方式和调整经济增长结构的机遇与挑战，作为国家新兴产业的重要组成部分，物联网产业以其巨大的应用潜力和发展空间，对我国经济转型势必会起到巨大的推动作用。

随着物联网在世界范围内的强势崛起，及其在军事领域应用的不断深入，物联网技术在现代战争中的重要地位也逐渐凸显。为了占领信息优势，以美国为首的发达国家正在不断地把物联网技术应用到现代军事的各个角落。物联网技术凭借其信息技术优势的制高点，必将引起军事领域的巨大变革，成为加速军队战斗力生成模式转变、推进军事变革的有力推手。

1.1　概念的提出与发展

物联网(Internet of Things)这一概念，是在1999年由美国麻省理工学院(MIT)自动识别(Auto－ID)中心的Ashton教授最早提出来的。2005年国际电信联盟(ITU)发布的《ITU互联网报告2005：物联网》报告中正式提出了物联网的概念。2009年美国IBM公司提出了以“物联网”为核心的“智慧地球”战略。从20世纪90年代开始，在美国国防部先进研究项目局DARPA的支持下，美军开始了物联网技术在军事领域的研究和探索，并将以智能尘埃为代表的物联网技术开始应用在第二次海湾战争中。

Ashton在研究射频识别(RFID)和无线传感器网络时提出的物联网概念，最初只是设想通过RFID及传感器技术让电脑对物理世界进行感知与识别，在无人干预下汇聚数据信息，以此我们就能对所有物品进行追踪和计数。他认为物联网如同互联网一样有着改变世界的巨大潜力。此时物联网的概念只局限在RFID和传感器网络。

国际电信联盟(ITU)于2005年在突尼斯举行的信息社会世界峰会(WSIS)上发布了《ITU互联网报告2005：物联网》报告，报告对物联网的定义为：通过将短距离的移动收发器内嵌到各种配件和日常用品中，使人与人、人与物、物与物之间形成一种新的交流方式，即在任何时间、任何地点都可以实现交互。

与Ashton等人对物联网的定义相比，该定义强调的是物联网互联物品的特征，并向我们

展示了它的发展愿景：人们通过物联网的应用获得了一个新的沟通维度，即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、物与物之间的沟通连接。

2008 年，欧盟的《The Internet of Things in 2020》报告中提出，物联网是由具有标示、虚拟个性的物体或对象所组成的网络，这些标示和个性等信息在智能空间中，使用智慧的接口与用户、社会和环境进行通信。

2009 年，IBM 公司首席执行官彭明盛在“智慧的地球”理念中对物联网这样描述：运用新一代的 IT 技术（如射频识别技术、传感器技术、超级计算机技术、云计算等）将传感器嵌入或装备到全球的电网、铁路、公路、桥梁、建筑、供水系统等各种物体中，并通过互联形成“物联网”；而后通过超级计算机和云计算技术，对海量的数据和信息进行分析与处理，将“物联网”整合起来，实施智能化的控制与管理，从而达到全球的“智慧”状态，最终实现“互联网 + 物联网 = 智慧地球”。同时，IBM 提出了物联网在各个领域的解决方案，包括智能能源系统、智慧交通系统、智慧金融和保险系统、智慧零售系统、智慧医疗保健系统与智慧城市系统等。

我国在 2010 年政府工作报告中，把物联网注释为：是指通过信息传感设备，按照约定的协议，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。它是在互联网基础上延伸和扩展的网络。

由此可见，物联网的概念是逐步发展和完善的。欧盟和 IBM 公司对物联网的定义类似，都以应用为特征，结合具体的行业应用对物联网进行了阐述，其中 IBM 公司对于物联网的描述更为全面一些。而中国政府报告对于物联网概念的定义更为明确一些，和以前出现的概念不同之处在于从应用的角度明确了物联网就是对物体的智能化。由此，物联网的“中国式”定义逐渐明晰。

1.2 物联网的定义

物联网（Internet of Things，IoT）作为新一代信息技术的重要组成部分，就是“物物相连网络”。这有两层含义：其一，物联网的基础与核心还是互联网，只是在现有互联网基础上的扩展和延伸的网络；其二，其用户端扩展和延伸到了任何人和人、人和物、物和物之间进行的信息交换和通信。

由字面意思得出物联网的概念是：利用射频识别、激光扫描器、红外感应器、定位系统、地理信息系统等感知设备，在网络中实现物体之间的互联，并按约定的协议，进行信息交换和通信，以实现对物体的智能化管理、定位、识别、监控、跟踪的一种新型网络。

对于物联网中“物”的理解，“物”不仅包括日常遇到的电子装置，例如手机、车辆和设备等，还包括传统意义上非电子类的“物”，例如食物、服装和帐篷等生活用品，材料、零件和装配件等生产用品，地标、边界和路碑等实物；通过“嵌入”或者“标记”，使其可读、可识别、可定位、可寻址、可感知、可控制，从而能够接入物联网。一般来说，只要满足以下条件就能够被纳入“物联网”的范围：

（1）要有数据传输通路。

（2）要有一定的存储功能。

（3）要有 CPU。

（4）要有操作系统。

（5）要有专门的应用程序。

(6) 遵循物联网的通信协议。

(7) 在世界网络中有可被识别的唯一编号。

物联网概念作为表现某一认知阶段上科学知识、科学研究的结果,经归纳总结而存在。所以说,上述的仅是现阶段物联网的定义。物联网的概念是在实践中不断的发展和延伸的。其上述“中国式”定义中,看起来物联网和互联网存在千丝万缕的联系,但是从发展的角度来看,需要从以下三方面把握其定义。

第一,不能简单地将物联网看做互联网的延伸,物联网是建立在特有的基础设施之上的一系列新的独立系统,当然,在物联网发展的初级阶段,部分基础设施还是要依靠已有的互联网;第二,物联网正酝酿(孕育)着新业务(新需求),并与新业务(新需求)共同发展和完善;第三,物联网包括物与人通信、物与物通信的不同通信模式,而互联网一般仅包括人与人的通信模式。

1.3 与其他概念的比较

1. 物联网与互联网

虽然物联网和互联网仅一字之差,也存在着密切的联系,但是它们之间有显著的不同。互联网创造了虚拟世界,而物联网为我们开辟一个由虚拟转向现实的新领域。互联网在虚拟世界中实现了人与人的联系,而物联网将在回归到实物的现实世界中实现物与物的联系。从应用角度来看,物联网大大扩展了互联网的应用领域。

现阶段来看,物联网是基于互联网之上的一种高级网络形态,物联网和互联网之间的共同点在于它们的部分技术基础是相同的,比如它们都是建立在分组数据技术基础之上的。尤其在物联网发展的初级阶段,物联网的部分基础设施还是要依靠已有的互联网,对互联网有一定的依附性。物联网和互联网的不同点是:用于承载物联网和互联网的分组数据网无论是网络组织形态,还是网络的功能和性能,对网络的要求都是不同的。互联网对网络性能的要求是“尽力而为”的传送能力和基于优先级的资源管理,对智能、安全、可信、可控、可管、资源保证性等都没有过高的要求,而物联网对网络的这些要求高得多。因此,从这方面来说,两者是有差别的。这些差别当中最大的应属“智能”。如果从发展的角度来看,物联网有“青出于蓝而胜于蓝”之势。

2. 物联网与 M2M

M2M 是一种以机器终端智能交互为核心的、网络化的应用与服务。它通过在机器内部嵌入无线通信模块,以无线通信等为接入手段,为客户提供综合的信息化解决方案,以满足客户对监控、指挥调度、数据采集和测量等方面的信息化需求。

从内涵上看,M2M(Machine to Machine)强调的是将通信能力植入机器,以机器终端智能交互为核心的、网络化的应用与服务。而物联网通过具有全面感知、可靠传送、智能处理特征的连接物理世界的网络,实现人和人、人和物、物和物之间的信息交换和通信,是通过信息技术对物理世界的多维度理解、融合、呈现与智能反馈。因此物联网在内涵上从以通信为核心的服务发展到以信息为核心的服务。

从感知能力上看,M2M 已具备通过 M2M 终端连接外部设备,获得条形码、RFID、传感器、摄像头等感知能力,由于受到终端能耗、体积和移动通信网络覆盖等影响,只能实现信息的有限感知;而物联网纳入传感器网络、特征识别、位置感知、智能交互等更为智能的感知方式,可

以实现信息的全面感知与交互。

从通信能力上看，M2M 是以移动通信为主，只能实现信息的有限传送；而物联网实现多种通信技术的结合，将通信网络作为物联网的基础设施，从机器的通信发展到物与物之间的通信，扩大了通信的范畴和信息传送的自由度。

从应用场景上看，M2M 由于受网络覆盖、终端能耗、终端体积、部署成本的影响，主要应用在机器领域；而物联网的发展会带来感知能力、网络能力及处理能力的全面提升，在应用场景上将更为丰富。

M2M 作为物联网现阶段最普遍的应用形式，将在本书的物联网网络层技术中详细介绍。

3. 传感网、物联网与泛在网络的关系

传感网又称无线传感器网络（WSN），概念源于 1978 年美国国防部高级研究计划局（DARPA）开始资助卡耐基梅隆大学进行分布式传感器网络的研究项目。它是由一组传感器以自组织方式构成的无线网络，其目的是协作地感知、采集和处理网络覆盖区域中感知对象的信息，并发布给观察者。而物联网在感知、传输、计算模式等方面都具有比传感网更大的范畴，它不仅包括传感网、RFID、二维码等标识技术，也包括人与物、物与物之间的感知、标识、测控等手段。传感网仅仅是物联网众多感知技术中的一种，传感网、物联网、互联网和泛在网的关系如图 1-1(a)所示。

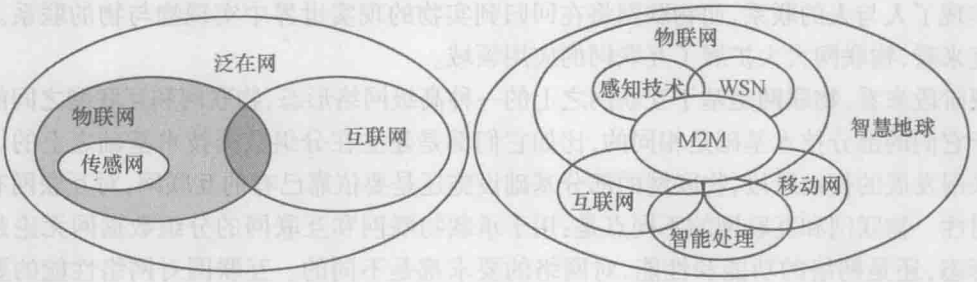


图 1-1　相关概念关系图

泛在网是指无所不在的网络，是一个面向泛在应用的各种异构网络的集合，又称泛在网络。泛在网概念最早是由施乐（Xerox）首席科学家 Mark Weiser 于 1991 年在《21 世纪的计算》中提出的，泛在网是指个人和社会的需求，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，为社会及个人提供泛在的、无所不包的信息服务。“泛在”在现阶段体现为传感器网络等末梢网络部署和移动通信网络覆盖的泛在化，以及各类物联网业务与应用的泛在化。

物联网与泛在网的概念出发点和侧重点不完全一致，但其目标都是突破人与人通信的模式，建立物与物、人与物之间的通信。物联网更侧重物理世界的应用，泛在网可以理解为物联网的高级形式。

物联网中包含了众多感知技术，以及以 WSN 为代表的多种短距离通信技术和以 M2M 为代表的移动通信技术等。物联网、互联网、移动网作为智慧地球的重要组成部分，三者之间又存在着千丝万缕的联系。它们之间的关系如图 1-1(b)所示。

参考文献

[1] 程钰杰. 我国物联网产业发展研究[D]. 安徽大学硕士学位论文,2012.
[2] 刘利民. 物联网运维系统标准化技术的研究[D]. 华中师范大学硕士学位论文,2012.
[3] 张勇军. 物联网及其军事应用[J]. 物联网技术,2012,(7).

第2章　物联网的体系结构

近几年，RFID、GPS、传感器以及 WSN 等在我们身边如雨后春笋般出现，昭示着物联网技术的迅猛发展。物联网技术可以在内网（Intranet）、专网（Extranet）和互联网（Internet）环境中，采用适当的信息安全保障机制，提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持等管理和服务功能，可以实现对万物的“管、控、用”一体化。所以，物联网是一个庞大而又复杂的体系。下面从连接维度、技术结构和特征来分析物联网的体系结构。

2.1　物联网的连接维度

“事物是普遍联系和永恒发展的。”物联网从信息融动的维度深化了事物之间的联系。信息的融动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。物联网使我们在信息世界里获得一个新的沟通维度（如图 2－1 中所示的物的维度），将任何时间、任何地点、连接任何人，扩展到连接任何物品。正如国际电信联盟（ITU，2005）的描述，物联网主要解决物品到物品（Thing to Thing，T2T）、人到物品（Human to Thing，H2T）、人到人之间的互联（Human to Human，H2H）。

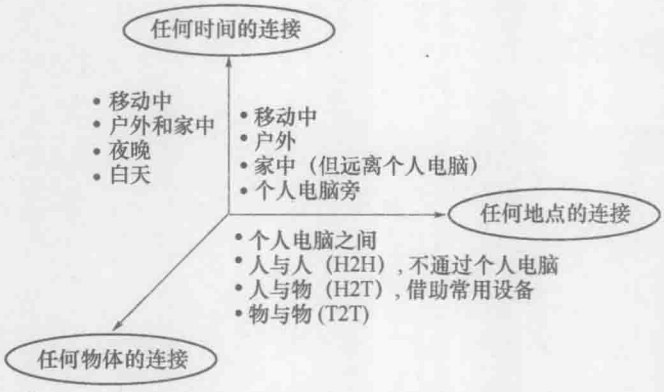


图 2－1　物联网中的连接维度

物联网是新一代信息技术革命的产物，代表了计算机技术和通信技术的未来。通过现实空间物与物的智能互联，让物品“开口说话”，在新的维度中实现感知世界。目前，电信运营商为公众提供的通信服务，主要通过固定、移动电话和 PAD 作为载体，实现端到端的服务；随着物联网的普及，电话（PAD）终端将演变成各式各样的可移动的物联网终端，这种可移动的通信能力将延伸到物与物之间，网络承载形式也不会仅局限于电信网络（未来可用全 IP 网络承载），这极大地增加了信息量及其可用度，在物与物的智能互联维度的基础上深化了环境与人类、自然与社会的联系。整个世界的面貌将为之焕然一新。

2.2 物联网的结构简介

物联网结构的划分是基于现有物联网的应用和技术的。随着物联网不断地吸纳新的技术，拓展新的应用，其体系结构的划分也会不断发展。但是，不论是系统设计的研究，还是物联网的应用场景和类型研究，都需要一个相对稳定的物联网体系结构作为指导。同时，物联网由于应用的广泛性，特别是网络接入具有很强的异构性，各种设备需要在不同的网络中进行信息的互通，因此需要一个规范的、开放的体系结构。

目前，物联网体系结构的划分有多种方法。根据国际电信联盟 ITU 的相关规范，物联网结构可以分为物理接触感知层、网关、信息处理系统及网络层。如图 2－2 所示，其中物理接触感知层，主要通过传感器、RFID 等技术对各种状态信息进行监测、采集，并将收集到的信息递交给上层进行处理；网关层主要负责将底层物联网感知设备接入到网络中，同时还兼备对底层数据的汇聚功能；信息处理系统可以对收集到的信息进行局部或集中的处理；网络层主要负责信息的传递，包括各种接入和传输网络。

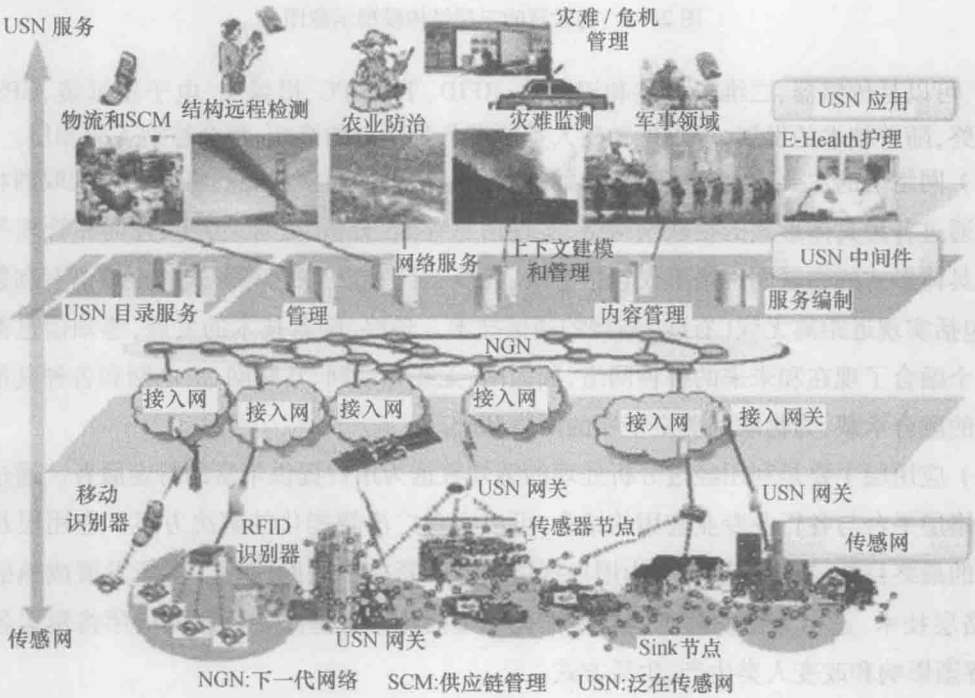


图 2－2　ITU 提出的物联网结构

在国内，对物联网的划分较为统一，将物联网体系划分为三层，即感知层、网络层和应用层，如图 2－3 所示，各层功能描述如下：

（1）感知层的主要功能是感知和识别物体。由各种具有感知能力的设备组成，包括传感器、定位器、读写器、摄像头等随时随地通过感知、测量、监控等途径获取物体信息的设备；还包括 GPS/GIS（全球定位系统/地理信息系统）、T2T 等终端、传感器网络和传感器网关等无线接入设备。所以说，感知层是直接强调物联网中“物”的层面，“物”可以定义成可获取各类信息

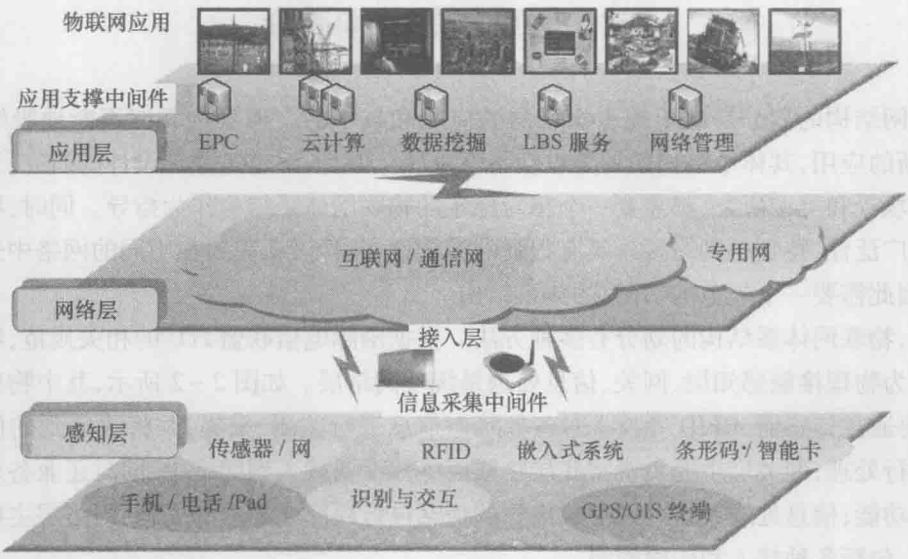


图 2 - 3　物联网的三层结构模型示意图

的终端，可以是传感器、二维码标签和识读器、RFID、手机、PC、摄像头、电子望远镜、GPS 终端等。最终，随着技术的发展，可以感知到人类所需各种信息的终端，都会被纳入感知层。

（2）网络层的主要功能是实现感知数据和控制信息的通信功能。将感知层获取的相关数据信息通过各种具体形式的物联网网络，实现信息存储、分析、处理、传递、查询和管理等多种功能。具体形式的物联网网络不仅包括有线、无线、卫星与互联网等形式的全球语音和数据网络，也包括实现近距离无线（有线）连接的通信技术。最终，随着技术的发展，感知信息都被纳入到一个融合了现在和未来的各种网络，如固网、无线移动网、互联网、广电网和各种其他专网等网络的融合承载，为物联网奠定坚实的网络基础。

（3）应用层主要是利用经过分析处理的感知数据为用户提供丰富的特定服务。通过物联网的网络层平台与各行业专业应用的结合，可以实现广泛智能化的解决方案。应用层是物联网发展的最终目的，在应用层将会为用户提供丰富多彩的物联网应用。不断发展成熟的感知层、网络层技术，正在为物联网应用的多样化和规模化开辟道路。物联网应用将覆盖各行各业，并逐渐影响和改变人类生产、生活方式。

国内外物联网体系结构的划分虽存在一定的差异，但本质上是相同的。其中，国外划分法中的物理接触感知层、网关层与国内划分体系结构中感知层功能保持一致，信息处理系统及网络层与国内提出的网络层功能近似。国内物联网体系结构的优势在于将物联网的应用归入其中，涵盖了物联网从上到下的整体结构。

物联网是具有分层结构的技术体系，其技术与应用跨越多领域，因此物联网技术体系的建立要能囊括基础公共技术和行业技术，参考物联网的分层结构，其技术体系结构可构建如图 2 - 4所示。