



普通高等教育
物联网工程类规划教材

INTERNET OF THINGS, IOT




物联网

技术导论与实践

Introduction and Practice of Internet
of Things Technology

陈曠◎主编

钟小磊 龚义建 瞿少成 陈皓宇◎编著

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



普通高等教育
物联网工程类规划教材

INTERNET OF THINGS, IOT



物联网

技术导论与实践

陈贇◎主编

钟小磊 龚义建 瞿少成 陈皓宇◎编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术导论与实践 / 陈曠主编 ; 钟小磊等编著

— 北京 : 人民邮电出版社, 2017.3

普通高等教育物联网工程类规划教材

ISBN 978-7-115-43021-2

I. ①物… II. ①陈… ②钟… 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. ①TP393.409②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第213714号

内 容 提 要

本书首先介绍了物联网的定义、体系结构与应用领域,然后介绍了物联网开发的相关技术与应用、开发方法与资源,最后以实践的方式介绍了物联网的组网原理、开发环境搭建与项目开发实例。

全书主要内容有物联网概述、物联网体系结构、物联网识别技术、感知与无线传感技术、网络与通信技术、数据与管理技术、共性技术、物联网应用设计基础、物联网开发环境搭建、物联网组网实训、物联网设计实践等。本书的最大特点是理论联系实际,既介绍物联网大的格局,又介绍如何进行物联网产品设计,全书各章都配有思考与练习,供读者学习。

本书既可作为高等院校物联网、计算机类、电类、机电类或非电类专业的本科生教材,也可作为高职高专院校物联网专业学生教材,还可供从事物联网应用开发的工程技术人员学习参考。

-
- ◆ 主 编 陈 曠
编 著 钟小磊 龚义建 瞿少成 陈皓宇
责任编辑 邹文波
责任印制 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15 2017年3月第1版
字数: 374千字 2017年3月北京第1次印刷
-

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第 8052 号

1. 写作背景

随着互联网、移动互联网、各种短距离通信技术以及无线传感网技术的快速发展，物联网已成为一个热门的应用研究领域，受到各国政府的高度重视。这是因为物联网是化解当前人类与社会危机之载，物联网的发展能大大促进以效率、节能、环保、安全、健康为核心诉求的全球信息化发展。

物联网应用包含 6 大核心技术，但这些技术主要是原有技术在物联网方面的应用，不是全新的物联网技术。尽管从国家层面或某一应用领域角度来看，物联网格局较大，需要的技术知识很多，好像无从下手，但从实现的角度看，初学者还是很容易进行物联网学习与设计的。例如，初学者利用一个开源的单片机实验板、一些无线传感模块和一个物联网开发平台就可以进行物联网应用的开发，通过物联网原型产品设计，逐步学习与积累经验。

2. 本书主要内容

本书分为 11 章，主要内容如下。

第 1 章主要介绍了物联网的概念、意义、应用及未来发展的愿景。

第 2 章主要介绍了物联网的功能、体系结构、关键技术和产业结构。

第 3 章主要介绍了物联网识别技术的原理与应用。

第 4 章主要介绍了物联网常用传感技术与应用、无线传感技术。

第 5 章主要介绍了无线个域网 (WPAN) 中的蓝牙技术、ZigBee 技术、超宽带技术 (UWB)、红外通信技术、近距离通信技术、家庭射频 (HomeRF) 等技术的原理与应用；同时还介绍了无线局域网 (WLAN) 的组成、拓扑结构以及组网方法；最后介绍了无线城域网 (WiMAX)、移动通信网络、M2M 通信技术、Internet 技术等内容。

第 6 章主要介绍了数据库技术、物联网海量数据存储与搜索技术、数据挖掘、云计算技术以及物联网中间件技术等内容。

第 7 章主要介绍了物联网的标识和解析技术、安全和隐私技术、服务平台技术以及物联网标准等共性技术。

第 8 章主要介绍了物联网开发基本素质要求、开发流程、开发资源等内容。

第9章、第10章首先重点介绍了物联网开发环境搭建过程与方法,然后介绍了 ZigBee 组网实训、有线网络控制实训、Wi-Fi 控制实训和短信控制实训等 4 种物联网组网实训内容。

第11章以智能家居系统设计为例,详细介绍了物联网的设计过程与方法。

3. 课程教学目标及建议学时

“物联网技术导论与实践”是物联网专业的技术基础课,是相关专业的必修课,也是学生进行物联网应用开发入门的重要实践课程之一。

课程的教学目标是通过学习,使学生了解物联网的基本概念、应用以及物联网的主要关键技术,通过实践培养学生在物联网方面的基本设计与基本操作技能,初步了解物联网应用的设计过程;熟悉物联网开发工具的使用,为后续课程学习积累必要的知识和技能。

本书是针对目前“物联网技术导论”等课程编写的,总学时为 48 学时,含理论与实验两部分,其中,理论 36 学时,实际操作 12 学时。

4. 编写分工

本书由华中科技大学陈赓(第1章~第4章、第8章)、云南大学滇池学院钟小磊(第9章~第11章和附录)、湖北第二师范学院龚义建(第7章)、华中师范大学瞿少成(第6章)、芬兰奥卢大学机器视觉研究和信号分析中心(Center for machine vision research and signal analysis, University of Oulu)陈皓宇(第5章)等老师与研究人员编写,陈赓担任主编,负责全书的文稿组织和定稿工作。另外,黄莹参加了书稿的文字整理与录入工作,钟小磊、牛斌斌、钟小晶等参加了本书部分实验代码的编写调试与验证工作。

5. 致谢

在本书出版之际,感谢华中科技大学盛德物联网应用研究团队、湖北省高等教育学会计算机教育专委会、天津民航大学计算机学院等单位的专家教授对本书出版的支持和帮助。在本书的编写过程中,还得到了云南大学滇池学院邓世昆、云南工商学院文华伟和李丽、云南机电职业技术学院姚汝等老师的帮助,本书还参考了许多同行专家的专著和文章,是他们的无私奉献帮助编者完成了书稿,在此也表示深深的谢意!

本书难免有不成熟乃至错误的地方,恳请读者谅解和指正!

编者

2017年1月于华工园

目 录

第 1 章 物联网概述	1	2.4.1 物联网行业的产业链结构	19
1.1 物联网的概念	1	2.4.2 中国物联网产业的基本架构	20
1.1.1 物联网的定义	1	思考与练习	21
1.1.2 物联网的特征	2	第 3 章 物联网识别技术	23
1.1.3 物联网的发展史	3	3.1 感知识别技术	23
1.2 物联网的意义	5	3.2 自动识别技术	24
1.2.1 国家驱动力	5	3.2.1 光学字符识别	25
1.2.2 人类社会急需	5	3.2.2 语音识别	26
1.2.3 IT 产业的机遇	5	3.2.3 生物计量识别技术	26
1.3 物联网的应用	6	3.2.4 IC 卡技术	27
1.3.1 物联网的应用领域	6	3.2.5 条形码技术	29
1.3.2 交通运输与物流	7	3.2.6 磁卡	34
1.3.3 电信服务业	7	3.2.7 RFID 技术	34
1.3.4 智能建筑	8	3.3 常用的自动识别技术比较	41
1.3.5 生活与医疗保健	8	3.3.1 二维条码与一维条码的比较	41
1.3.6 保险与安全	9	3.3.2 自动识别技术比较	41
1.3.7 其他应用	10	3.4 RFID 标准体系	42
1.4 物联网的愿景	11	3.4.1 ISO/IEC 的 RFID 标准体系	42
思考与练习	12	3.4.2 EPC global 的 RFID 标准体系	43
第 2 章 物联网体系结构	14	3.4.3 UID 的 RFID 标准体系	44
2.1 物联网的功能	14	思考与练习	45
2.1.1 物联网的功能特征	14	第 4 章 感知与无线传感技术	48
2.1.2 物联网的基本功能	15	4.1 物联网传感器概述	48
2.2 物联网的体系结构	16	4.1.1 传感器的定义与功能	48
2.2.1 物联网的组成	16	4.1.2 传感器的组成与工作原理	49
2.2.2 物联网感知层	17	4.1.3 传感器的特性	50
2.2.3 物联网网络层	18	4.1.4 传感器的发展趋势	52
2.2.4 物联网应用层	18	4.1.5 制约物联网传感器性能提升的因素	53
2.3 物联网的关键技术	19		
2.4 物联网的产业结构	19		

4.2 物联网传感器分类	53	5.5.1 移动通信网基本概念	97
4.2.1 按传感器工作原理分类	53	5.5.2 移动通信的发展	99
4.2.2 传感器其他分类	54	5.5.3 移动通信标准	101
4.3 常用传感器介绍	55	5.5.4 移动通信系统的组成	104
4.3.1 热电式传感器	55	5.6 M2M 通信技术	106
4.3.2 压电传感器	57	5.6.1 M2M 系统框架	106
4.3.3 湿度传感器	57	5.6.2 M2M 系统的组成与功能	106
4.3.4 光电式传感器	58	5.7 6LoWPAN	107
4.3.5 霍尔(磁敏)传感器	58	5.7.1 6LoWPAN 的技术简介	107
4.3.6 光纤传感器	59	5.7.2 6LoWPAN 的应用	108
4.3.7 微机电传感器	59	5.8 几种无线网络的比较	108
4.3.8 智能传感器	59	5.9 Internet 技术	109
4.3.9 手机上的传感器	60	5.9.1 Internet 概念	109
4.4 无线传感器网络技术	61	5.9.2 Internet 的物理结构与工作模式	109
4.4.1 无线传感器网络的概念	61	5.9.3 Internet 通信协议	110
4.4.2 无线传感器网络的特征	62	5.9.4 域名与域名服务器	111
4.4.3 无线传感器网络的体系结构	63	5.9.5 Internet 接入技术	113
4.4.4 传感器网络协议栈	64	5.9.6 IPv6	118
4.4.5 无线传感器网络的应用	66	思考与练习	118
思考与练习	67	第 6 章 数据与管理技术	122
第 5 章 网络与通信技术	69	6.1 数据库技术	122
5.1 网络与通信技术概述	69	6.1.1 物联网数据的特点	122
5.2 无线个域网	71	6.1.2 支撑物联网的数据库技术	123
5.2.1 蓝牙技术	72	6.2 物联网海量数据存储与搜索	127
5.2.2 ZigBee 技术	74	6.2.1 常见数据存储方式	127
5.2.3 超宽带技术	82	6.2.2 数据搜索	129
5.2.4 红外通信技术	84	6.3 数据挖掘	131
5.2.5 近距离通信技术	85	6.3.1 数据挖掘技术的发展需求	131
5.2.6 家庭射频	86	6.3.2 数据挖掘的定义	132
5.3 无线局域网	87	6.3.3 数据挖掘系统的体系结构与任务	132
5.3.1 无线局域网概述	87	6.3.4 物联网数据挖掘	134
5.3.2 无线局域网标准	88	6.4 云计算技术	136
5.3.3 无线局域网的组成与拓扑结构	89	6.4.1 云计算定义	136
5.3.4 Wi-Fi 联盟	93	6.4.2 云计算的技术发展	136
5.3.5 无线网络接入设备	93	6.4.3 云计算系统的体系结构	137
5.3.6 无线网络架设	94	6.4.4 云计算服务层次	138
5.4 无线城域网	95	6.4.5 云计算的核心技术	139
5.4.1 无线城域网基本概念	95	6.4.6 典型云计算平台	141
5.4.2 IEEE 802.16 标准	96	6.5 物联网中间件技术	142
5.4.3 WiMAX 系统构成	96	6.5.1 中间件的概念	142
5.5 移动通信网络	97		

6.5.2 中间件的分类	142	9.7 GenericApp 项目工程配置	182
6.5.3 物联网中间件	143	9.7.1 工程目录简介	182
思考与练习	147	9.7.2 生成设备程序	183
第 7 章 共性技术	150	9.7.3 修改生成程序为 HEX 文件	184
7.1 共性技术概述	150	9.7.4 代码添加	185
7.2 标识和解析技术	150	9.7.5 实验现象及讲解	193
7.2.1 物联网标识概念	150	思考与练习	194
7.2.2 物联网标识体系	151	第 10 章 物联网组网实训	195
7.2.3 物联网标识解析	151	10.1 ZigBee 组网实训	195
7.2.4 物联网标识管理	151	10.1.1 进入 ID 修改模式	195
7.3 安全和隐私技术	152	10.1.2 动态修改个域网 ID	195
7.3.1 物联网安全性概述	152	10.1.3 测试终端模块	197
7.3.2 物联网安全的层次	152	10.1.4 常见问题及解决方法	201
7.4 物联网的服务平台技术	154	10.2 有线网络控制实训	201
7.5 物联网标准	155	10.2.1 配置有线网络	201
思考与练习	155	10.2.2 安装软件与软件设置	202
第 8 章 物联网应用设计基础	157	10.2.3 终端模块测试	203
8.1 实践是最好的学习	157	10.3 Wi-Fi 控制实训	204
8.1.1 推荐的学习模式	157	10.3.1 配置无线网络	204
8.1.2 能力的培养	158	10.3.2 安装软件与软件设置	204
8.2 物联网开发流程	159	10.3.3 终端模块测试	205
8.2.1 物联网开发概述	159	10.4 短信控制实训	208
8.2.2 物联网产品需求分析	160	10.4.1 安装软件与软件设置	208
8.2.3 物联网产品规格说明	161	10.4.2 终端模块测试	209
8.2.4 物联网产品总体设计	161	思考与练习	212
8.2.5 物联网产品详细设计	161	第 11 章 物联网设计实践	213
8.2.6 物联网产品调试与验证	162	11.1 智能家居概述	213
8.3 物联网开发资源	163	11.1.1 智能家居的概念	213
8.3.1 电子电路基础	163	11.1.2 智能家居的发展	213
8.3.2 嵌入式系统基础	164	11.2 智能家居主要功能分析	214
8.3.3 嵌入式操作系统	165	11.3 智能家居的系统设计	215
8.3.4 物联网解决方案示例	168	11.3.1 系统设计目标	215
思考与练习	168	11.3.2 总体设计	215
第 9 章 物联网开发环境搭建	171	11.3.3 硬件系统设计	216
9.1 开发环境 IAR Systems 安装	171	11.3.4 系统软件架构设计	217
9.2 TI ZStack 协议栈安装	176	11.4 智能家居的实现	219
9.3 烧写器 DEBUGGER 驱动安装	178	11.4.1 系统硬件实现	219
9.4 烧写软件 SmartRF Flash Programmer 安装	178	11.4.2 控制器软件设计与实现	221
9.5 物联网开发平台调试助手	180	附录 物联网综合应用开发	
9.6 串口通信软件配置	181	实验平台	230
		参考文献	232

第 1 章 物联网概述

本章主要内容

本章首先介绍了物联网的定义、物联网的特征以及物联网的发展史，然后介绍了发展物联网的意义、物联网的主要应用和物联网的愿景等内容。

本章建议教学学时

本章教学学时建议为 2 学时。

- 物联网的定义、物联网的特征 0.5 学时；
- 物联网的意义 0.5 学时；
- 物联网的应用与愿景 1 学时。

本章教学要求

要求了解物联网的基本概念与定义，能正确理解物联网的内涵；理解物联网技术对于现代社会发展的战略意义、了解物联网的主要应用以及物联网的愿景。

1.1 物联网的概念

1.1.1 物联网的定义

简言之，物联网就是利用条码、射频识别、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，在任何时间、任何地点都能实现人与人、人与物、物与物的连接，并进行信息交换和通信，从而实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的庞大网络系统。物联网的组成如图 1.1 所示。

物联网可以被看作是现有的人与应用之间交互的扩展，只不过这种新的交互是通过在“物”这个层面上的交流和融合实现的。在物联网的背景下，不但可以将“物”定义为那些存在于真实物质世界中的实体事物，也可以将其定义为那些数字的虚拟事物或实体。但是满足定义的前提条件是这些实体在时间和空间中可以通过某种途径进行标识，这种标识既可以用标识代码、名称，也可以用方位、地址等。

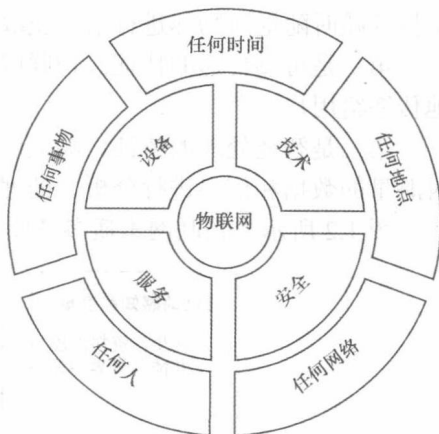


图 1.1 物联网的组成

从网络结构上看，物联网是通过 Internet 将众多信息传感设备与应用系统连接起来并在广域网范围内对物品身份进行识别、控制的分布式系统。

传感网可以看作是物联网的末端延伸网之一。无线传感器网络由大量随意分布的、能耗及资源受限的传感节点组成，它们具有感知能力、计算能力和通信能力，可以通过自组织方式构成无线网络，并实时采集、处理物理世界的大量信息，实现物联网全面感知的功能。

泛在网是一种无所不在的网络，可以使任何人在任何时间、地点通过网络获得任何信息，它是一个大通信的概念，是面向经济、社会、企业和家庭全面信息化的概括。泛在网不是一个全新的网络，它是充分挖掘已有网络的潜能，结合不断出现的新技术，将网络触角不断延伸，实现人与人、人与物、物与物之间按需进行信息获取、传递、存储、认知、决策等服务的庞大网络。

物联网是迈向泛在网的第一步，而泛在网具有比物联网更广泛的内涵。从覆盖的技术范围来看，泛在网包含了物联网，物联网包含了传感网。

在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。设备融合是指研发出一体化的感知终端。网络融合是指用户可使用任意终端（如移动台、PDA、PC 等）通过任一方式接入网络（如 WLAN、GPRS、3G 网络等），而且号码和账单都是唯一的。平台融合是指用户数据集中管理，通过公用的业务平台、分类的管理平台和应用平台，支撑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。服务融合是指在服务层面实现融合，例如，在固定电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。业务融合是指物联网同时提供语音、数据、视频等多种业务。市场融合是指以市场机制为引导，把各类通信产品、信息产品和服务捆绑起来打包销售。

1.1.2 物联网的特征

物联网的基础核心是互联网，即物联网是在互联网的基础上延伸和扩展的网络。其用户端可以延伸、扩展到任何物与物之间，并在它们之间进行信息交换和通信。

一般认为，物联网具有以下三大特征。

第一是全面感知的特征。物联网利用射频识别、二维码、无线传感器等感知、捕获、测量技术随时随地对物体进行信息获取和采集。

第二是可靠传递的特征。物联网通过无线网络与互联网的融合，将物体的信息实时准确地传递给用户。

第三是智能处理的特征。物联网利用云计算、数据挖掘以及模糊识别等人工智能技术，对海量的数据和信息进行分析、处理，对物体实施智能化的控制。

图 1.2 所示为物联网本质参考图，它由传感、通信和 IT 技术在各行业的应用组成。

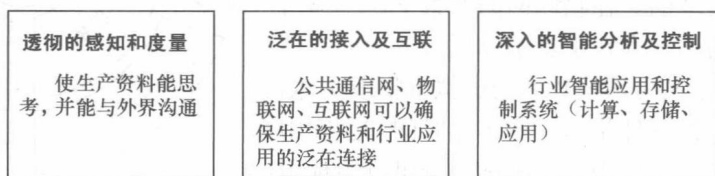


图 1.2 物联网本质

在物联网中，传感是前提，计算是核心，安全是保障，网络是基础，应用服务是牵引。

1.1.3 物联网的发展史

1991年，美国麻省理工学院（MIT）自动识别中心（Auto ID）创建者之一的 Kevin Ashton 教授首次提出了物联网（Internet Of Things, IOT）的概念。

1995年，比尔·盖茨在《未来之路》一书中提及类似于物品互联的想法，只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的技术，人们并未对这一想法引起重视。

1999年美国麻省理工学院建立了自动识别中心，提出“万物皆可通过网络互联”的观点，阐明了物联网的基本含义。

1999~2003年，物联网方面的工作仅局限于实验室中，这一时期的主要工作集中在物品身份的自动识别上，如何减少识别错误并提高识别效率是关注的重点。

早期的物联网是依托射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）技术的物流网络。随着技术和应用的不断发展，物联网的内涵已经发生了较大变化。

2005年在信息社会世界峰会（World Summit on the Information Society, WSIS）上，国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》报告。报告指出，无所不在的“物联网”通信时代即将来临，通过一些关键技术，可以用互联网将世界上所有的物体连接在一起，使世界万物都可以上网，所有物体都可以通过互联网主动进行信息交换。该报告使物联网概念正式出现在官方文件中。从此以后，物联网获得跨越式发展，美国、中国、日本以及欧洲一些国家纷纷将发展物联网基础设施列为国家战略发展计划的重要内容。

中国政府将物联网通信技术列入“十一五”规划国家级重点通信项目。中国已成立了传感器网络标准工作组，用于推动物联网行业标准化进程。中国各个行业也在驱动物联网市场的发展。《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。

在美国，2009年1月，IBM 首席执行官彭明盛提出“智慧地球”构想，他认为，智能技术正应用到生活的各个方面，如智慧的医疗、智慧的交通、智慧的电力、智慧的食品、智慧的货币、智慧的零售业、智慧的基础设施甚至智慧的城市，这种技术使地球变得越来越智能化。他还强调地球上任何人和事物都能够更透彻地感知、更全面地互联互通、更深入地智能处理。

“智慧地球”指出人类历史上第一次出现几乎任何东西都可以实现数字化和互联，通过越来越多低成本的新技术和网络服务，在未来实现所有的物品都有可能安装并应用智能技术，进而向整个社会提供更加智能化的服务，从而为社会发展和经济进步提供一条全新的发展思路。人们将会了解到摆在餐桌上的食物来自哪块土地、运输过程中经过了哪些环节；试衣间里的数字购物助手会自动通知导购人员送来合适尺码、颜色的衣物；去医院看病时，再也不用排长队、一个个窗口跑来跑去；厨房里的自来水也可以放心饮用，因为水在整个输送过程都在被严密监控着。这一切都像科幻电影的场景，而实际上，强大的科技和社会发展正将这一切带入现实。

“智慧地球”模型图如图 1.3 所示。其中物联网为“智慧地球”中不可或缺的一部分，奥巴马在就职总统演讲后，对“智慧地球”构想提出积极回应，并将其提升到国家级发展战略。奥巴马在能源变革中明确指出要发展智能电网，并将信息技术视为 21 世纪基础设施的关键组成部分。

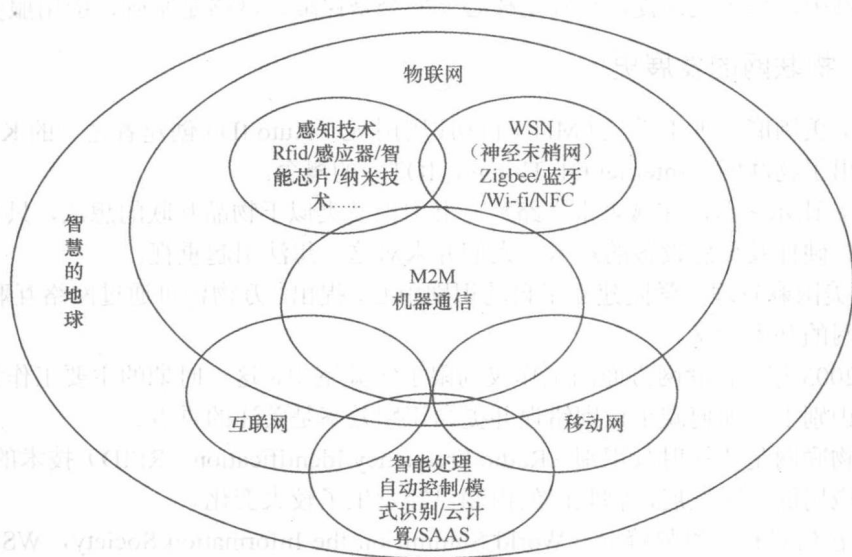


图 1.3 智慧地球

“u”（u 是英文 ubiquitous 的缩写）战略从 2004 年开始就被多个国家提升到国家信息化战略日程上，它被认为是下一代信息化发展的战略。韩国于 2006 年把 u-Korea 战略修订为 U-IT839 计划，更加强调泛在网络技术的应用，使“服务、基础设施和技术创新产品”三者的融合更加紧密。韩国并于 2009 年 10 月制订了《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，并确立到 2012 年“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（Information Communication Technology, ICT）强国”。

2000 年日本提出 e-Japan（电子日本）战略，2004 年 6 月升级为 u-Japan（泛在网络计划）战略，希望能促进日本整体 ICT 的基础建设。“e-Japan 战略”的目标是于 2005 年在全日本建成 3000 万家庭宽带上网及 1000 万家庭超宽带（30Mbit/s~100Mbit/s）上网的环境。在 u-Japan 构想中，希望在 2010 年将日本建设成一个“任何时间、任何地点、任何人、任何物”都可以上网的环境。此构想于 2004 年 6 月 4 日被日本内阁通过，编制了独立预算，其中 40% 被用于部署泛在网络，使日本成为全球创造新技术和商业模式最先进的温床。

1999 年 12 月，欧盟赫尔辛基理事会通过了欧盟委员会发起的 e-Europe“电子欧洲——全民参与信息社会”计划。2005 年 6 月，欧盟执委会正式公布了未来 5 年的欧盟信息通信政策架构——“i-2010”，该政策指出，为迎接数字融合时代的来临，必须整合不同的通信网络、内容服务、终端设备，以提供一致性的管理架构来适应全球化的数字经济，发展更具市场导向、弹性及面向未来的技术。i-2010 包含以下三项优先目标：一是创造统一的欧洲信息空间；二是要强化创新与 ICT 的投资；三是建立具有包容性、高质量的信息化社会。2006 年 9 月，当时的欧盟理事会轮值主席国芬兰和欧盟委员会共同发起举办了欧洲信息社会大会。此次大会以“i-2010——创建一个无所不在的欧洲信息社会”为主题，并达成共识，即社会正在变为一个“无所不在”的信息社会。2009 年 6 月 18 日推出了《欧盟物联网行动计划》（Internet of Things-An action plan for Europe），在医疗专用序列码、智能电子材料系统等应用方面做出了尝试。制定并强制推动了水、电、煤气抄表规范。

2009年英国试验“新社区网络”，全国互联网和电表相联，互联网控制电灯开关，并将其纳入“数字英国”战略。

此外，联合国于2003年12月在日内瓦举办的信息社会世界峰会（World Summit on the Information Society, WSIS）上，首次为“无所不在的网络”提供了一个在国际上进行讨论的机会。2006年2月，国际电联在日内瓦举办了一个射频身份识别研讨会，会议特别强调了物联网的概念，指出物联网能够实现任何时间、地点的无所不在的网络连接。

1.2 物联网的意义

1.2.1 国家驱动力

由上述物联网的发展历程可知，各国政府都非常重视信息技术的深入应用，将物联网作为振兴经济的战略性产业，打造广泛覆盖的网络基础设施，重视信息技术的深入应用与服务，将它们渗透到经济和社会生活的方方面面；增值应用是物联网未来发展的重点方向，软件开发、智能控制将会为用户提供丰富多彩的物联网应用。

1.2.2 人类社会急需

据有关报道，在安全方面，全球每年发生交通事故2000~5000万次，因交通事故死亡的人口近130万，造成超过20000亿美元的经济损失；在健康方面，在中国高血压患者有1.6亿，而且10%为重患，高血压引发的中风、心脏病已成为人类健康的“第一杀手”；在效率方面，在北京、上海、广州等人口密集的大城市，人均拥堵成本非常高，据有关方面统计，广州城区每年因为塞车损失1.5亿小时和117亿元人民币的经济损失，约占广州7%的GDP；在能源方面，在美国加州一小区，用来寻找车位所浪费的燃油超过50000加仑/年，可供一辆车全球旅行38圈，而全球石油储量仅能维持40年左右；在环境方面，汽车已经成为石油消耗的主要领域，汽车尾气排放量已占大气污染源的85%左右。

物联网是化解当前人类与社会危机之载。物联网的发展，能大大促进当前以效率、节能、环保、安全、健康为核心诉求的全球信息化发展。

据有关统计预测，物联网技术的使用，在三表远抄方面，用户节省电费15%~30%，抄表工数量降低为原来的2%；在交通能耗方面，交通、燃油费用开支降低为原来的5%，提升能效比35%~40%。在智能交通方面，全球交通事故死亡人数减少30%，交通工具使用效率上升50%，公路使用率上升15%~30%，交通流量减少20%，污染下降12%~15%。在电子医疗方面，高血压病人月开支节省约¥200元（传统方式约为¥500元），使医院资源缓解67%~85%。在智能电网方面，据有关报道，就美国而言，能耗降低10%。温室气体排放量减少25%，节省800亿美元新建电厂费用。

1.2.3 IT产业的机遇

当代社会信息技术高速发展、需求不断变化，应用模式也在不断创新。物联网的广泛应用，给IT产业和信息化发展带来了新机遇。

据有关方面统计，2010年全球超过4000亿机器具备数据传输功能，M2M成为驱动移动通信发展的关键因素；2015年，全球将有超过500亿台仪表设备连接到无线网络，通过无线

方式发送数据，实现 M2M 通信；全球汽车超 11 亿，复合年均增长率为 7%，所以，未来 10 年，ITS（智能交通系统）将成为建设热点，市场规模将达 5000 亿美元。

据有关方面分析，美国统一智能电网（Unified Smart Grid）最终将使 1.3 亿电表实现联网，创造近 10000 亿美元的市场；中国“互动电网”（Interactive Smart Grid）将在 2015 前大规模推广，涉及近 5 亿家庭、4000 万家企业超 10 亿块电表智能化改造及联网，仅电表智能化升级就有 10000 亿人民币的市场。在智能电网、城市智能管理、电子医疗、智能交通、环境监测等方面将在 2~3 年内形成近 3000 亿美元的市场，并在未来 10 年内形成超过 8000 亿美元的巨大 M2M 通信市场。

美国权威咨询机构 FORRESTER 预测，到 2020 年，世界上物物互联的业务，跟人与人通信的业务相比，将达到 30:1，因此，“物联网”被称为是下一个万亿级的通信业务。

1.3 物联网的应用

1.3.1 物联网的应用领域

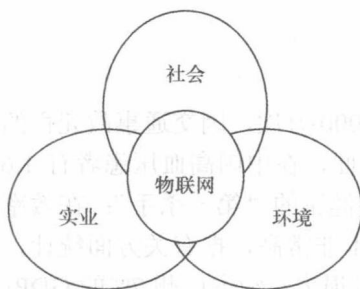


图 1.4 物联网应用领域

物联网可以看作是现有的人与应用之间的交互扩展，因此，物联网必将给现代传统技术的应用（如自动识别和数据采集技术的应用）带来更大的附加价值，扩展这些技术的使用范围，打破现有本地化的限制，从而大大扩展这些技术的应用领域和适应能力。所以，为了更好地思考未来物联网的应用范围，需要正确识别物联网所涉及的主要应用领域，找到物联网和这些领域的结合点与交集，如图 1.4 和表 1.1 所示。

表 1.1

物联网的应用领域、特征描述和典型事例

应用领域	特征描述	典型事例
实业领域	物联网可以涉及公司、机构和其他实体之间的金融与商业活动	制造业、物流业、服务业、银行业、政府金融部门、流通业等
环境领域	物联网可以涉及环境保护、环境监测和自然资源开发等活动	农业与畜牧业、环保、环境管理、能源管理等
社会领域	物联网可以涉及涵盖人口、城市和社会中各种群体以及他们发展的相关活动与计划	包含公民和社会结构，以及其他社会群体的政府服务

表 1.1 列举出了每个领域中物联网的特征描述和典型事例。无疑物联网将贯穿于上述领域的各个层面。所以，在发展过程中，需要思考如何将基于物联网的应用和服务部署成既可以适用于各领域的内部也可以适用于各领域之间相交互的情况。例如，食品供应链和危险物品的监控，就不能仅仅涉及实业领域本身的事情，还需要考虑社会领域中的活动以及相关影响等问题。

总的来说，在未来物联网的环境和模式下，所提到的应用（这里指的是起码支持上面一个或多个领域的整个系统、框架或者工具）和独立的服务不但都要顾及它们的特殊功能和需要，而且还要考虑到在领域内部以及领域之间进行交互的问题。尽管这些应用领域都有着各自不同的目标与预期，但是这些领域的应用，在本质上并不存在显著不同的特别要求。因此，物联网以及在其上面运行的应用都应该从公用性角度出发进行开发和部署。

1.3.2 交通运输与物流

在航空航天领域中，物联网可以大大提高航空航天领域中产品和服务的安全性、隐私性以及可靠性。物联网可以通过建立航空航天应用领域的零部件的电子族谱以及跟踪记录来帮助航空航天业减少、屏蔽假冒伪劣现象的产生。从而提高航空航天领域的安全性与可靠性。

在另一方面，物联网通过使用附着在机舱内部和外部的具有感知能力的智能设备，为人们建立起一个实时、无线的监控航空器的网络环境，它将帮助改进维修计划的制定工作，也可以有效减少维修成本的投入和浪费，改善飞机的实际安全和可靠程度。

在汽车工业中，物联网可以监控轮胎气压、周围车辆状况等数据，以便实时获取车辆全方位的各种信息。在汽车生产和销售过程中，通过采用 RFID 自动识别技术，可以提高汽车工业的整体生产效率、改善物流的整体水平、加强车辆的质量控制以及改善客户的服务体验等。

在物联网中，将大范围使用专用短距离通信技术。车对车以及车对系统通信技术的应用将大大推进智能交通系统的发展进程，真正意义上实现车辆安全、交通管理体系与物联网完全整合在一起。

车辆也可以适时自动、自主地在发生紧急情况或者出现故障时发起呼叫；也可以尽其所能地收集周围“物品”的数据与信息，比如来自车辆部件、交通设施（如道路、铁路等）、周边车辆的状况、所承载物品（如人、货物等）的各种各样可以探测到的数据和信息。

如果可以通过安装在智能手机和智能交通应用软件对交通和运输状况进行监控，必将大大提高客运和货运的效率。例如，在集装箱装载货物时，就可以进行自动检测和称重，从而大幅度提高运输公司的效率。

在航空运输方面，通过基于物联网技术的应用管理旅客的行李，对它们进行自动跟踪和分类，不但能够提高读取和通关效率，而且还能大幅提高安保的水平与质量。

对于零售商来说，一方面将物流单元（零售、物流、供应链管理领域中的物品）与 RFID 标签进行绑定，并且使用可以实时跟踪这些物流单元的智能货架，可以优化很多环节和流程。另一方面，进行 RFID 数据交换不仅可以让零售业获利，而且很多其他行业供应链的物流环节也将从中受益匪浅。最后，在传统的商店内，基于物联网的各种应用也会更好地照顾顾客，改善他们的购物体验。比如，可以根据顾客预先选定的购物清单指导其店内购物行为，可以通过识别像生物特征等各种可识别特征，提供快速便捷的支付解决方案。

1.3.3 电信服务业

物联网将整合现在已经存在的各种不同的通信技术，并且将发展、创造出更多崭新的应用类型和服务模式。

完全可以预期，未来的客户识别模块（Subscriber Identity Module, SIM）卡可以集成全球移动通信系统（Global System for Mobile Communications, GSM）、近场通信（Near Field Communication, NFC）、低功耗蓝牙、无线局域网（Wireless Local Area Networks, WLAN）、多跳网络（Multi hop networks）、全球定位系统（Global Positioning System, GPS）和传感网络等多种通信功能。在一些自动识别技术的应用中，同一台智能手机既可以作为标签，也可以充当读取设备，智能手机的许多应用全部被整合在同一块 SIM 卡中。用户可以方便地使用各种功能；应用提供商可以顺利地开展他们的业务；管理机构可以有效地管理和协调整个网络中的应用及通信流量与安全。

放眼未来，物联网与传统的通信网络之间的界限将逐步消融。在未来的网络中将广泛地跨越多种不同的应用领域，建立一套基于情境感知的服务环境。这种服务环境可以在未来的网络中创建服务，理解数据和信息，防范欺诈和黑客攻击行为，并保护人们的隐私。

1.3.4 智能建筑

随着物联网技术逐步发展和成熟，无线通信等相关技术可以更加廉价与便捷地实现，“智慧的家庭”将最终为大众所接受，这一领域的各项相关应用也将得到更加广泛地发展与普及。

智能能源测量技术可以动态地监测能源的消耗，并将相关的数据和信息反馈到能源提供商，帮助他们减少碳排放，保护环境。在未来，这些用于测量能源消耗的设备也可以与基于通用计算平台的现代家庭娱乐系统相整合，甚至可以与所处建筑物的其他传感探测装置以及其他设备相连接，构建一个闭环的、可以相互连接、通信的智能生活环境。

未来的自动化家庭网络环境将智能化，它将具有多种自主能力。例如，自主配置能力、自主修复能力、自主优化能力和自我保护能力等。它能够感知和适应环境的各种变化，更加适宜人类居住。通过自动化技术，家庭网络的结构将高度呈现动态化和离散化。这将使各种设备之间、各种系统之间、设备与系统之间的交互工作更加简单与便捷。

在未来的智能建筑中，物联网将使任何具备人类输入和控制接口的设备、物品可以安全、便捷地与整个建筑物的各种服务相连接，从而方便人们对系统状态与设置情况进行实时监视和控制。例如，在这种环境下，可以通过电冰箱上的触摸屏控制来调整自动温控装置的设置；或者当人们携带自己的手机进入时，住宅可以根据手机主人的偏好设置，自动调节到适合于手机主人的居住环境。总的来说，在未来的家庭网络的范围内，个人移动设备和移动终端将真正实现自主感知、自动整合。

1.3.5 生活与医疗保健

1. 医疗卫生保健

首先，随着带有 RFID 传感器功能的智能手机得到普遍使用，特别是基于它们可以采集病人状态、医疗参数和药品配送信息的监控平台被搭建起来后，物联网必将在医疗卫生和保健领域得到越来越广泛的应用。在这样的环境下，可以建立起更加完善、便捷的疾病监控和预测系统。

其次，随着传感器技术的进步，廉价的、内置有网络通信能力和远程监控能力的设备被大范围地应用，物联网可以整合使用各种相关技术，在更高水平上测量和监视人体的各种重生命指征，比如体温、血压、心率、胆固醇含量、血糖含量等。

再次，随着可以植入人体的无线可标识设备越来越广泛地被用来记录人们的健康状况，物联网将在各种紧急情况发生的时候尽可能地挽救每一位病人的生命。

最后，随着可食用和可生物降解的芯片越来越多地被应用到人体内部，物联网将通过它们帮助和引导病人完成各种治疗行为和治疗活动。

2. 人口管理和个人生活领域

在未来的世界中，根植于物联网之上的各种应用和服务必将为原有的社会生活和个人生活方式带来巨大的影响和改变，其中最为显著的就是物联网可以对一个日益老龄化的社会提供前所未有的支持与保障。

在物联网世界中,穿着具有环境感知能力和探测能力的服装,将帮助人们规划日常生活;佩戴具有环境感知能力和探测能力的物品,将帮助人们管理社交活动;人们的服饰将具有(如生命体征检测等)各种传感探测能力,它们将帮助人们治疗和监控慢性疾病,更不用提那些存在于人体内部的各种传感探测设备了。可以预见物联网不但可以为个人生活带来便利,而且还将帮助社会为人们提供更加优质和贴心的服务。

3. 制药业

对于制药业来说,药品生产和运输环节的保密性、安全性将是保障服用它们的患者健康的关键性问题。一方面,通过在药品上附加智能标签,在供应链中监控药品的运输环节并在各个环节的各种传感探测设备中随时获取药品的状态参数,将为解决上述问题提供必要的条件。另一方面,通过对药品以及药品的电子族谱的追踪,可以有效地帮助甄别假冒产品,防止药品供应链条中的各种欺诈行为。同时,药品上的智能标签还可以使病人直接受益。例如,通过标签中存储的数据,药品可以告诉消费者所需服用的必要剂量、保质期以及真实可靠的药物治疗使用说明书等。

1.3.6 保险与安全

1. 食品安全追踪领域

随着物联网的发展和应用,人们可以对跟踪的食品和其中成分的供应链体系进行部分或整体的调整,或者重新构建,以解决在食品出现质量问题和其他安全隐患时能及时发出警告并进行召回等相关的问题。

2. 安全、机密和隐私领域

现在很多领域都采用无线可标识设备来提高其安全性和保密性。例如,在环境监控领域,人们可以对地震、海啸、森林火灾、洪水、污染(水污染和空气污染)等灾害进行监控。在建筑监控领域,人们可以对水和煤气泄露、建筑减震、火灾、非法入侵和破坏等行为进行监控。在行政管理领域,人们可以利用报警系统、资产和器材监管、工资系统、身份识别等应用进行管理。

但是,需要注意的是,由于数据是分散的并且是可以被共享的,所以当人们使用这些可无线标识的智能设备时,像无线电窃听等一系列入侵手段是必须要面对的问题。

还有一类无线标识的“物品”是政府用来赋予公民某种权利的设备。可以预言,物联网将为公民提供前所未有的关于自身财产和周围环境的全新体验。

3. 保险领域

做汽车保险时,在顾客的汽车里安装电子记录器来测量和记录马达转速、车辆速度以及其他相关数据,并将这些数据提供给顾客的保险公司。当发生事故时,保险公司就能够及早介入并采取较为经济的措施来降低相关的费用。类似地,物联网技术还可以被应用到建筑物、机械设备等资产的管理中。在这些应用中,物联网技术将帮助业主制订既有效又尽量便宜的维护、维修方案,最大限度地避免事故的发生。