

解读物联网

吴功宜 吴英 编著



机械工业出版社
China Machine Press

“十二五”国家重点图书出版规划

解读物联网

吴功宜 吴英 编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

解读物联网 / 吴功宜, 吴英编著. —北京: 机械工业出版社, 2016.1
(物联网工程专业规划教材)

ISBN 978-7-111-52150-1

I. 解… II. ①吴… ②吴… 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. ① TP393.4 ② TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 009936 号

物联网是继计算机、互联网之后全球信息产业的第三次浪潮。随着互联网、移动互联网、嵌入式、云计算、大数据等支撑技术的蓬勃发展, 物联网也显示出越来越强大的生命力。科技工作者应认真思考如何用合适的方法让物联网技术更好地造福人类, 这就需要对物联网有更深入的认识。

本书采用“问/答”形式, 通过提出和回答 300 多个问题, 并辅以 400 多幅插图和大量数据, 透析物联网相关的背景知识和疑难问题, 贴近技术发展, 展示物联网的“前世、今生与未来”。书中收集了有关物联网的八大支撑技术、九大应用领域的应用实例、正在开展的研究课题, 以及未来有可能开展的研究课题与研究方向。

本书可作为从事物联网、移动互联网研发工作的技术人员和从事信息产业规划与管理工作的人士的有益参考, 也可作为高等院校物联网工程及相关专业师生了解物联网知识的参考书。



出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 朱 劼

责任校对: 殷 虹

印 刷: 北京诚信伟业印刷有限公司

版 次: 2016 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 185mm×260mm 1/16

印 张: 35.5

书 号: ISBN 978-7-111-52150-1

定 价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光/邹晓东



前言

在完成这本书时，我有两点感触颇深。

第一是“物联网一大趋势”。物联网是继计算机、互联网之后全球信息产业的第三次浪潮。不管是赞成还是反对，物联网不会以我们的意志为转移，它只会沿着自身的轨迹向前发展。这就像我们在 20 世纪 90 年代初讨论互联网发展时一样，最初人们对互联网充满不解、疑虑和猜测。互联网的发展也不是一帆风顺的，2000 年互联网泡沫的破灭，更加剧了人们对互联网产业发展前景的不信任感。但是，2010 年之后，互联网、移动互联网的发展对信息产业、现代信息服务业发展的支撑作用，以及对社会发展、对人类生活方式与工作方式的深刻影响，使我们不得不重新认识互联网的作用。物联网的发展过程与互联网的发展有很多相似之处。作为科技工作者，我们要清醒地认识到技术与社会发展的大趋势。任何一项重大的技术与产业的发展都不会一帆风顺，一定要经历曲折的发展过程。在这个发展过程中会有高潮，也会有低潮。科技工作者和学者不能跟风，而是应该凭着自己的学识，做先进科技的倡导者与推动者。科学技术的发展和进步是需要坚持和积累的，所以我们现在需要沉下心来，认真地研究和思考：如何用合适的方法让物联网技术能够更好地造福于人类，以及如何在科研与教学的过程中不断地进步。

第二是“在教言教”。我国已经有 600 多所大学开设了物联网工程专业，一批聪明、好学的学生等着我们这些“灵魂的工程师”去指点迷津。作为老师，我们必须认真地研究教学，教好每一门课、每一堂课。也许我们是“被选择”的，但如今我们已经别无选择。

记得 45 年前大学毕业刚留校任教时，我曾经向一位老先生请教如何教好一门课。老先生说：“你要给学生一勺水，你自己就需要准备一桶水”。多年来我一直铭记老先生的教导，辛勤地在教室和实验室里耕耘和积累。多年的教学实践让我深刻地体会到：要教好一门课，教师需要通过教学研究，深入理解这门课程的精髓；通过科学研究来提高自身的学术水平，深化对教学内容的理解和把握；需要在教学的过程中，了解学生学习知识、提高能力的过程，掌握教学规律，经历一个教学相长的过程。这些工作恰恰就是在准备那“一桶水”。

在编写《物联网工程导论》^①时，我融入了自己在 30 年网络课程教学、科学研究，以及多年学科管理与社会信息化工作经验的基础上总结、梳理形成的认识。在与很多老师讨论如何用《物联网工程导论》这本教材开好物联网工程专业的“入门”课程时，我清醒地认识到：

^① 该书已由机械工业出版社出版，ISBN 978-7-111-38821-0。——编辑注

教授“物联网工程导论”课程需要的“这桶水”准备起来是很困难的。这是因为物联网工程专业的教学体系与学科建设刚刚开始，教学经验积累与实验环境建设需要一个过程。物联网是多学科交叉形成的一个新的技术，作为基础的导论课程，它涉及的知识面太宽，要求所有教师都有宽厚的知识基础与丰富的学术积累是不现实的。即使是对于多年从事计算机专业教学工作的老教师，初次讲授这门导论课程的难度也较大，不容易把握。针对这种情况，很多有经验的教师提出：物联网工程专业的其他核心课程都有实验学时与实验教材辅助，导论课程也可以配一些课堂演示或视频的内容，同时希望有一本针对导论课的“教师用书”。我认为这是一个可行的办法，希望通过回顾自己对物联网概念、理论与方法的认识、理解、接受的过程，把写作《物联网工程导论》的“潜台词”融入《解读物联网》之中，供讲授“物联网工程导论”课程的老师参考，和老师们一起提高导论课程的教学水平。

但是，将“理想”变为“现实”的过程是漫长和痛苦的，完成这本书规划、准备、写作的过程困难重重。这里存在着几个难题：一是如何准确地提炼问题，二是如何正确地回答问题，三是如何将这些问题归纳成一个完整的体系。首先，提炼问题就很困难。我对于物联网的核心技术同样有很多问题，而站在读者的角度，把这些问题归纳和简洁地表达出来更是难上加难。即使提出了问题，如何用通俗的语言正确地回答也是一个挑战。有时候几天也提不出一个问题，即使提出了问题也找不出一个满意的答案，甚至曾经试图放弃写作。但是出于对教育工作的责任，写作团队、研究团队成员艰难地支撑着，总结出了书中的这些问题。在这个过程中，我们曾经向多位同行讨教，也阅读了很多著作与参考文献。

总结起来，本书主要有以下几个特点：

(1) 系列丛书，满足不同读者群体对物联网知识的学习需求

本书与已出版的《智慧的物联网：感知中国与世界的技术》《物联网工程导论》《物联网技术与应用》可组成物联网知识基础的系列丛书，每一本书都有各自的重点，既自成一体，又相互呼应。

《智慧的物联网：感知中国与世界的技术》从科普的角度描述了物联网技术与应用；《物联网工程导论》是物联网工程专业的规划教材，也是这套丛书的核心部分；《物联网技术与应用》脱胎于《物联网工程导论》，可以用作学时比较少的物联网专业课或物联网通识课、公选课教材；《解读物联网》可以作为“物联网工程导论”及相关课程的教师参考书，也可作为广大青年教师和学生了解物联网热点研究和技术问题的参考，以及由于物联网的发展与应用将会引发的下一阶段需要解决的科学研究问题的参考。

(2) 以“问/答”形式透析物联网的背景知识和疑难问题

本书针对物联网初学者可能提出的问题，采用“问/答”形式，通过对300多个问题的解答，辅以400余幅插图以及大量的数据、表格，透析物联网的背景知识和疑难问题。本书适合作为物联网工程及相关专业师生的参考读物，可扩大学生的知识面，培养他们对物联网技术学习的兴趣，提高学习的积极性与主动性；也适合作为从事物联网、移动互联网、互联网研发工作的技术人员学习和理解物联网知识的参考书。

(3) 贴近技术发展前沿，展示物联网的过去、现在与未来

本书在编写过程中注意贯彻“应用驱动”的思路，贴近社会发展与技术发展的前沿，解析物联网发展的背景，展现物联网的应用前景；以物联网特征、关键技术为主线，以九大领

域的应用为重点,阐明物联网发展对推动社会发展的重要作用;以物联网引发新的科学研究问题为线索,说明物联网对未来科学技术发展的重大影响,向读者全方位地展示物联网的“前世、今生与未来”。

本书融入了我们对近年来阅读过的一些学术专著与论文的理解和对目前正在开展的课题的技术路线与进展情况的认识,并对一些学者提出的某些具有启发性的研究问题、研究方向与研究思路进行了综述。本书希望为青年教师和学者开展物联网方向的科研工作提供参考。

全书分为三个部分,第一部分介绍物联网的基本概念,包括:初识物联网、对物联网概念的深入理解;第二部分介绍物联网关键技术,包括:RFID 技术及其应用,传感器与传感网技术,嵌入式、可穿戴计算与物联网、物联网与计算机网络技术的发展,无线通信、移动计算与物联网,物联网的位置服务技术,物联网智能数据处理与云计算、大数据技术,信息安全技术;第三部分介绍物联网应用与产业发展,包括:智能电网、智能交通、智能医疗、智能环保、智能安防、智能农业、智能家居、智能物流以及物联网在军事领域应用。

由于本书的内容涉及多个学科,因此在准备和写作的过程中,我们认真阅读了很多书籍和文献,也请教了很多专家、学者,这本书的内容实际上凝聚了很多智者的心血,我们只是将个人能够理解的部分内容按照自己的思路整理了出来。本书收集了大量的物联网应用实例与正在开展研究的课题。由于本书内容源于多年阅读的积累过程,因此在参考文献^①中列出了一些主要的参考书籍与文献,但不可避免会出现遗漏。另外,我们从互联网搜索引擎或专业网站上摘选和编辑了一些图片,希望能以图文并茂的方式帮助读者理解知识。在选择图片时,我们考虑了图片的新闻性、正面引用、教学使用与不涉及个人肖像权等问题。

本书的第一部分和第二部分由吴功宜教授执笔完成,第三部分由吴英副教授执笔完成。全书由吴功宜教授统编。

感谢教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会副主任、国防科技大学王志英教授和上海交通大学傅育熙教授,教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会秘书长、北京航空航天大学马殿富教授的支持。感谢教育部计算机教指委物联网工程专业教学研究专家组的上海交通大学王东教授、蒋建伟教授,武汉大学黄传河教授,四川大学朱敏教授,西安交通大学桂小林教授,华中科技大学秦磊华教授、金海教授,西北工业大学李士宁教授,在与诸位交流的过程中受到很多启发。感谢产业界与政府的朋友们,他们深入的研发工作和对物联网发展的精辟见解对我都有很大的帮助。

感谢南开大学网络实验室刘瑞挺教授、徐敬东教授、张建忠教授的支持与帮助。感谢吴英副教授以青年学者对技术与应用的敏感,提出了很多有价值、有启发和有趣的问题,并且完成了很多有创意的插图。感谢牛秀卿教授,正是有她的理解和支持,我这些年来才能够安心研究和写作。

感谢机械工业出版社华章公司温莉芳总编辑与朱劼编辑敏锐的洞察力和热情的邀约,不是她们的鼓励和支持,我可能很难坚持将这—个系列的四本书写完。

感谢我的小孙女天天。每一次写累了或者写不下去的时候,就想找她玩玩。从书稿写作开始到完成,她已经从“牙牙学语”成长到能够完整地表达自己的想法。看着孩子们,我觉

① 请访问华章网站(www.hzbook.com)下载参考文献资源。——编辑注

得有责任将自己多年研究的心得与很多有益的想法留给他们，希望物联网能够为他们创造更幸福的生活环境。

本书完稿时，正逢 2014 年教师节。我一边对着屏幕修改文字，一边回复国内外很多学生发来的节日问候短信与邮件。这一天也从朱劼编辑那里得知《物联网工程导论》入选教育部“十二五”国家级规划教材的消息。这些都是我在教师节收到的最好礼物。

这本书出版时也是我到南开大学读书、任教 50 年之时。我 1965 年从安徽省安庆一中高中毕业，是文革之前最后一届考入南开大学的大学生。5 年的大学生活结束之后，1970 年留校任教至今。借此机会，谨向培养我的母校安庆一中、南开大学与所有的老师道一声“教师节快乐”，谨将这本书献给你们，衷心地感谢母校和老师的教育之恩。

面对“解读物联网”这样一个宽泛和深刻的问题，我对自己“学识有限、视野不宽”的评价实实在在，绝非过度谦虚。这本书只能起到抛砖引玉的作用。书中难免有对某一方面技术的理解错误或不准确的地方，总结中也可能会出现挂一漏万的问题，敬请专家、学者和广大读者不吝赐教。

吴功宜

于南开大学

wgy@nankai.edu.cn



目录

前言

第一部分 物联网的基本概念

第1章 初识物联网 / 1

- 问题 1: 什么是物联网? / 1
- 问题 2: 如何认识物联网发展的必然性? / 2
- 问题 3: 为什么人们在讨论物联网起源时总会提到比尔·盖茨的《未来之路》? / 4
- 问题 4: 为什么说 MIT 的 EPC 技术描述了一个物联网应用的原型系统? / 6
- 问题 5: ITU 是在什么样的背景之下提出物联网概念的? / 9
- 问题 6: ITU 的互联网报告《The Internet of Things》包括哪些主要内容? / 11
- 问题 7: 如何认识从互联网、移动互联网到物联网的技术演变过程? / 14
- 问题 8: “智慧地球”战略对物联网的概念做了什么样的诠释? / 15
- 问题 9: 物联网能给我们带来哪些好处? / 17
- 问题 10: 物联网与互联网是什么关系? / 19
- 问题 11: 物联网与互联网有哪些主要区别? / 20

第2章 对物联网概念的深入理解 / 26

- 问题 12: 目前为什么会存在多种关于物联网的定义? / 26
- 问题 13: 目前阶段对物联网做什么样的定义比较恰当? / 27
- 问题 14: 如何理解物联网中“智能物体”的主要特征? / 29
- 问题 15: 为什么要研究物联网体系结构? / 31
- 问题 16: 如何在物联网体系结构的研究中借鉴成熟的计算机网络研究方法? / 32
- 问题 17: 为什么体系结构研究对于设计物联网协议标准体系有着重要意义? / 33

- 问题 18: 如何理解物联网层次结构模型? / 37
- 问题 19: 为什么要独立设置感知层? / 40
- 问题 20: 为什么要在网络层中引入接入层? / 42
- 问题 21: 为什么要在网络层中引入汇聚层? / 45
- 问题 22: 为什么要在网络层中引入核心交换层? / 47
- 问题 23: 为什么要在应用层中引入管理服务层与行业应用层? / 51
- 问题 24: 为什么要在物联网层次结构模型中增加四项共性的服务? / 53
- 问题 25: 如何从计算机体系结构的角度来认识物联网的组成与结构? / 56
- 问题 26: 普适计算研究对物联网有什么样的启示作用? / 61
- 问题 27: CPS 研究对物联网有什么样的启示? / 67
- 问题 28: 可穿戴计算研究对物联网有什么样的启示? / 69
- 问题 29: 物联网、互联网、传感网与泛在网之间是什么关系? / 72
- 问题 30: 物联网与数字地球是什么关系? / 72
- 问题 31: 物联网与数字地球神经系统是什么关系? / 77
- 问题 32: 物联网与全球综合对地观测系统 (GEOSS) 是什么关系? / 78
- 问题 33: 物联网与数字城市、无线城市、智慧城市、宜居城市是什么关系? / 81
- 问题 34: 互联网发展成功的经验对于推进物联网应用发展有什么启示? / 85

第二部分 物联网关键技术

第 3 章 RFID 技术及其应用 / 87

- 问题 35: 自动识别技术经历了怎样的发展过程? / 87
- 问题 36: RFID 标签可以完全取代条形码吗? / 90
- 问题 37: 二维码的应用目前发展到什么阶段? / 90
- 问题 38: 无源 RFID 标签内部结构是什么样的? / 93
- 问题 39: 如何理解 RFID 基本工作原理中“近场”与“远场”的概念? / 94
- 问题 40: 为什么 RFID 标签天线会有不同的形状? / 96
- 问题 41: RFID 标签是如何分类的? / 99
- 问题 42: 什么是工业、科学与医药 ISM 频段? / 103
- 问题 43: 使用不同频段的 RFID 标签各有什么特点? / 103
- 问题 44: RFID 读写器有哪几种基本类型? / 105
- 问题 45: 为什么多 RFID 标签在读取过程中会出现“碰撞”现象? / 106
- 问题 46: 如何理解 RFID 应用系统结构与基本工作原理? / 107
- 问题 47: EPCglobal 是个什么样的组织? / 108

- 问题 48: EPC 体系具有哪些基本特征? / 109
- 问题 49: 如何理解 EPC ONS 系统的基本设计思想? / 110
- 问题 50: 如何理解 EPC 体系中 EPC 码物品信息查询过程? / 112
- 问题 51: 什么是统一资源定位符 (URL)? / 114
- 问题 52: 如何设计一个覆盖全球的 EPC ONS 系统? / 114
- 问题 53: EPC ONS 的对象域名解析算法主要有几种? / 116
- 问题 54: 如何优化 EPC ONS 系统性能? / 118
- 问题 55: 目前哪家公司在运行 EPC ONS 系统? / 119
- 问题 56: EPC 网络与 Web 网络之间有哪些区别与联系? / 119
- 问题 57: 为什么 EPC 体系要采用实体标记语言 (PML) 描述物品特征? / 119
- 问题 58: 如何理解 EPC 中间件的概念? / 122
- 问题 59: 如何评价未来全球 RFID 产业的发展? / 125

第 4 章 传感器与传感网技术 / 126

- 问题 60: 随着物联网应用的发展, 传感器技术与产业将呈现出怎样的发展趋势? / 126
- 问题 61: 智能手机一般会用到哪几种传感器? / 128
- 问题 62: 智能机器人用到了哪几种传感器? / 129
- 问题 63: 什么是标量传感器和矢量传感器? / 131
- 问题 64: 什么是光纤传感器与光纤传感网? / 132
- 问题 65: 什么是智能传感器? / 135
- 问题 66: 什么是微型传感器? / 136
- 问题 67: 什么是无线传感器? / 137
- 问题 68: 什么是无线传感器网络? / 138
- 问题 69: 什么是智能尘埃? / 141
- 问题 70: 无线传感器网络具有哪些主要特点? / 141
- 问题 71: 如何认识无线传感器网络的结构特点? / 142
- 问题 72: 无线传感器网络硬件研究经历了怎样的发展过程? / 144
- 问题 73: 无线传感器网络操作系统经历了怎样的发展过程? / 146
- 问题 74: 限制无线传感器网络生存时间最主要的因素是什么? / 148
- 问题 75: 如何认识无线传感器网络系统的应用软件结构? / 149
- 问题 76: 无线传感器网络节点一定是有源的吗? / 150
- 问题 77: 当前无线传感器网络技术研究的热点问题是什么? / 151
- 问题 78: 什么是无线传感器与执行器网络? / 154
- 问题 79: 什么是无线多媒体传感器网络? / 158

- 问题 80: 什么是水下无线传感器网络? / 161
- 问题 81: 什么是地下无线传感器网络? / 165
- 问题 82: 什么是无线纳米传感器网络? / 170
- 问题 83: MEMS 技术对物联网应用的发展会起到什么样的作用? / 171
- 问题 84: 如何理解物联网传感器技术从“传感器融合”向“数据融合”的发展趋势? / 172

第 5 章 嵌入式、可穿戴计算与物联网 / 174

- 问题 85: 嵌入式系统具有哪些主要特点? / 174
- 问题 86: 如何理解嵌入式技术与普适计算、环境智能化、物联网的关系? / 176
- 问题 87: 什么是摩尔定律? / 177
- 问题 88: 什么是片上系统? / 178
- 问题 89: 如何认识 RFID 读写器的结构? / 178
- 问题 90: 如何设计手持式 RFID 读写器? / 180
- 问题 91: 如何认识 RFID 中间件的概念与结构? / 181
- 问题 92: 如何理解 WSN 节点结构与设计的基本原则? / 183
- 问题 93: 如何考虑 WSN 节点硬件的设计? / 185
- 问题 94: 如何认识 WSN 节点的软件结构? / 187
- 问题 95: 可穿戴计算技术呈现出怎样的发展趋势? / 188
- 问题 96: 什么是支撑可穿戴计算设备研究发展的关键技术? / 193
- 问题 97: 如何认识可穿戴计算机在提高人的感知能力方面的作用? / 195
- 问题 98: 智能眼镜技术经历了怎样的发展过程? / 196
- 问题 99: 如何认识谷歌眼镜的特点与核心技术? / 198
- 问题 100: 什么是眼动跟踪技术? / 200
- 问题 101: 什么是骨传导技术? / 204
- 问题 102: 什么是柔性显示与柔性电池技术? / 205
- 问题 103: 什么是虚拟交互技术? / 206
- 问题 104: 什么是增强现实技术? / 211
- 问题 105: 从智能眼镜可以看到物联网移动终端设备有怎样的发展趋势? / 213
- 问题 106: Google 机器人兵团的出现对我们有什么样的启示? / 215

第 6 章 物联网应用与计算机网络技术的发展 / 220

- 问题 107: 如何理解物联网中“信息”“数据”和“信号”这三个术语的区别与联系? / 220
- 问题 108: 如何理解计算机网络核心交换部分与边缘部分的抽象方法? / 221
- 问题 109: 为什么物联网应用系统设计适合选择网络核心交换与端系统的抽象方法? / 222

- 问题 110: 为什么说 IP 地址匮乏是互联网与物联网共同面临的挑战? / 225
- 问题 111: IPv6 协议具有哪些主要特点? / 228
- 问题 112: 基于 IPv6 的全球下一代 Internet 试验网研究已发展到什么阶段? / 229
- 问题 113: “下一代互联网体系结构”研究已进展到什么程度? / 232
- 问题 114: 什么是“位置/身份分离协议”技术? / 237
- 问题 115: 什么是容迟网? / 238
- 问题 116: 什么是星际互联网? / 241
- 问题 117: 什么是主动网络? / 244
- 问题 118: 什么是软件定义网络? / 249
- 问题 119: 如何从计算机网络层次结构的角度认识物联网组成与结构? / 253
- 问题 120: 基于 6LoWPAN 协议的物联网层次结构是什么样的? / 255
- 问题 121: 研究物联网网络管理技术有哪些特殊的问题需要考虑? / 257
- 问题 122: 什么是预测互联网发展的新摩尔定律? / 260
- 问题 123: 互联网哪些成功的发展经验可以被物联网所借鉴? / 261

第 7 章 无线通信、移动计算与物联网 / 264

- 问题 124: 移动互联网呈现出怎样的发展趋势? / 264
- 问题 125: 如何认识无线网络技术的发展? / 268
- 问题 126: 什么是 WBAN? / 271
- 问题 127: 什么是 WPAN? / 272
- 问题 128: 蓝牙与 IEEE 802.15.4 标准是什么关系? / 273
- 问题 129: ZigBee 与 IEEE 802.15.4 标准是什么关系? / 274
- 问题 130: 什么是 6LoWPAN 标准? / 276
- 问题 131: 什么是“有损网络”与“有损网络路由协议”? / 277
- 问题 132: 什么是“资源受限网络”与“受限应用协议”? / 278
- 问题 133: 什么是 Wi-Fi? / 280
- 问题 134: 802.11 协议族是由哪些协议组成的? / 281
- 问题 135: 什么是 WiMax? / 282
- 问题 136: 无线城市中的 Wi-Fi 接入服务是如何实现的? / 283
- 问题 137: 移动通信技术经历了怎样的发展历程? / 288
- 问题 138: 你能否简单地描述移动通信网结构与基本工作原理? / 289
- 问题 139: 物联网时代智能手机的功能与结构会发生怎样的变化? / 290
- 问题 140: 3G 技术有哪些特点? / 292
- 问题 141: 4G 技术有哪些特点? / 294

问题 142: 什么是 M2M ? / 295

问题 143: M2M 业务流与管理流有哪几种传输模式? / 297

问题 144: 什么是 WMMP ? / 298

问题 145: WMMP 报文格式是什么样的? / 299

问题 146: WMMP 协议采用了哪些安全保护机制? / 301

问题 147: 如何认识 M2M 技术对物联网应用的推动作用? / 302

问题 148: 如何认识软件无线电与认知无线电在物联网研究中的作用? / 302

问题 149: 如何认识 Google 无线气球实验对普及移动互联网的作用? / 304

第 8 章 物联网的位置服务技术 / 306

问题 150: 位置信息涵盖哪些重要内容? / 306

问题 151: 为什么位置服务将成为物联网产业的一个重要的增长点? / 307

问题 152: 如何认识当前移动互联网中位置服务的特点? / 308

问题 153: 如何认识移动互联网位置服务的发展趋势? / 309

问题 154: 什么是遥感技术? / 309

问题 155: 未来空间遥感技术呈现出什么样的发展趋势? / 311

问题 156: 如何理解 GPS 卫星定位系统的基本工作原理? / 312

问题 157: 如何认识“北斗”卫星定位系统对我国物联网产业发展的影响? / 315

问题 158: GPS 接收机主要有哪几种类型? / 316

问题 159: 如何认识 GPS 技术的发展趋势? / 316

问题 160: 什么是 GIS ? / 317

问题 161: 什么是电子地图集与互联网地图? / 320

问题 162: 移动通信定位有哪几种基本的方法? / 323

问题 163: 如何理解基于 Wi-Fi 定位的基本工作原理? / 324

问题 164: 如何理解无线传感器网络定位技术的基本工作原理? / 325

问题 165: 如何理解基于 RFID 的定位技术的基本工作原理? / 328

第 9 章 物联网智能数据处理与云计算、大数据技术 / 329

问题 166: 如何理解物联网数据的特点? / 329

问题 167: 什么是物联网数据处理需要研究的关键技术? / 330

问题 168: 物联网应用对海量数据存储提出了哪些新的需求? / 332

问题 169: 什么是 IDC ? / 333

问题 170: 如何认识云计算的基本概念? / 335

问题 171: 如何认识云计算在物联网应用中的重要性? / 336

- 问题 172: 如何认识云计算系统的组成与结构? / 338
- 问题 173: 如何理解 IaaS、PaaS 与 SaaS 的区别与联系? / 341
- 问题 174: 云计算数据中心建设有哪几种基本的模式? / 342
- 问题 175: 如何理解数据挖掘中的“数据”“信息”与“知识”的区别与联系? / 343
- 问题 176: 如何理解物联网中数据融合的概念? / 345
- 问题 177: 如何理解“数据挖掘”与“知识发现”的关系? / 346
- 问题 178: 你能不能举出一个与物联网相关的数据挖掘的例子? / 347
- 问题 179: 如何理解物联网中从感知、通信、计算、知识、决策到控制的闭环过程? / 348
- 问题 180: 物联网与大数据研究是什么关系? / 349
- 问题 181: 什么是大数据? / 352
- 问题 182: 为什么说大数据将成为全世界下一个创新、竞争和生产率提高的前沿? / 354
- 问题 183: 什么是大数据战略? / 355
- 问题 184: 什么是社会计算? / 356
- 问题 185: 什么是移动群智感知? / 358

第 10 章 信息安全技术 / 363

- 问题 186: 物联网信息安全与现实社会是什么关系? / 363
- 问题 187: 物联网信息安全与互联网信息安全是什么关系? / 364
- 问题 188: 物联网信息安全与密码学是什么关系? / 365
- 问题 189: 物联网安全与国家信息安全战略是什么关系? / 366
- 问题 190: 物联网信息安全包括哪些基本属性? / 369
- 问题 191: 物联网信息安全研究包括哪些主要的内容? / 369
- 问题 192: 物联网网络防攻击有哪几种基本类型? / 371
- 问题 193: 为什么说物联网防病毒形势比起互联网更为严峻? / 373
- 问题 194: 为什么说“业务持续性规划”技术对于物联网有特别重要的意义? / 374
- 问题 195: 如何认识针对 RFID 的潜在攻击形式? / 375
- 问题 196: 如何认识基于 RFID 的位置服务与隐私保护技术研究? / 377
- 问题 197: 如何认识对无线传感器网络潜在的攻击? / 379
- 问题 198: 什么是无线传感器网络安全框架 (SPINS)? / 381
- 问题 199: 目前针对物联网的安全威胁有哪些值得高度重视的新动向? / 382

第三部分 物联网应用与产业发展

第 11 章 智能电网 / 385

- 问题 200: 什么是智能电网? / 385

- 问题 201: 推动智能电网发展的动力是什么? / 387
- 问题 202: 智能电网具有什么特点? / 389
- 问题 203: 智能电网建设包括哪些基本内容? / 390
- 问题 204: 物联网技术在智能电网中能够发挥什么作用? / 390
- 问题 205: 你能否举出物联网技术在输变电路检测与监控中应用的例子? / 391
- 问题 206: 什么是智能变电站? / 392
- 问题 207: 什么是智能电表? / 393
- 问题 208: 如何认识美国智能电网发展过程和特点? / 394
- 问题 209: 如何认识欧盟智能电网发展过程和特点? / 397
- 问题 210: 欧盟各国智能电网的研究与应用有什么特点? / 400
- 问题 211: 韩国智能电网的研究与应用有什么特点? / 404
- 问题 212: 如何认识我国智能电网的发展? / 406
- 问题 213: 如何认识智能电网的成本、收益与安全性的问题? / 407

第 12 章 智能交通 / 410

- 问题 214: 智能交通的发展背景是什么? / 410
- 问题 215: 什么是智能交通? / 411
- 问题 216: 物联网中讨论的智能交通与我们现在研究的智能交通有什么区别? / 413
- 问题 217: 如何认识我国智能交通的发展过程? / 413
- 问题 218: 城市智能交通包括哪些主要内容? / 414
- 问题 219: 如何认识智能交通的技术特征? / 415
- 问题 220: 什么是城市智能交通综合管理指挥系统? / 415
- 问题 221: 什么是城市智能交通诱导系统? / 416
- 问题 222: 物联网技术在公交运输中有哪些成功应用? / 419
- 问题 223: 什么是不停车收费系统? / 420
- 问题 224: 什么是停车诱导服务系统? / 421
- 问题 225: 车载网是在什么样的背景下发展起来的? / 423
- 问题 226: 什么是车载网? / 425
- 问题 227: VANET 与传统的无线自组网有什么区别? / 427
- 问题 228: VANET 研究经历了怎样的发展与演变的过程? / 427
- 问题 229: 如何理解 VANET 的协议标准体系? / 431
- 问题 230: 如何理解 VANET 的组成与结构? / 432
- 问题 231: 车载网在智能交通的应用研究主要集中在哪几个方面? / 435
- 问题 232: 车载网对于网络通信技术的研究主要集中在哪几个方面? / 438

- 问题 233: 目前世界各国车载网研究发展的现状是什么样的? / 439
- 问题 234: 车载网面临着哪些主要挑战? / 440
- 问题 235: 如何将 RFID 技术应用在民航行李运输中? / 441
- 问题 236: 如何将 RFID 技术应用在民航电子机票中? / 442
- 问题 237: 如何将 RFID 技术应用于机场导航服务中? / 443
- 问题 238: 如何将 RFID 技术应用于机场车辆跟踪与交通管理服务中? / 443
- 问题 239: 如何理解“物联网机场”的概念? / 444
- 问题 240: 美国智能交通的研究与应用有什么特点? / 444
- 问题 241: 美国将智能交通研究与应用划分为几个阶段? / 445
- 问题 242: 欧盟智能交通的研究与应用有什么特点? / 445
- 问题 243: 目前主要的汽车制造商在智能交通方面都开展了哪些研究工作? / 446
- 问题 244: 如何认识 Google 自动驾驶汽车的特点? / 447

第 13 章 智能医疗 / 449

- 问题 245: 什么是智能医疗? / 449
- 问题 246: 医院信息系统结构包括哪些基本内容? / 450
- 问题 247: 如何将物联网技术应用于老人和慢性病患者日常的健康监控中? / 454
- 问题 248: 什么是医院智能监控系统? / 455
- 问题 249: 什么是“智能衬衫”? / 456
- 问题 250: 什么是“智能婴儿服”? / 456
- 问题 251: 什么是“智能手术橱柜”和“智能纱布”? / 456
- 问题 252: 如何将 RFID 技术应用于医院患者管理? / 457
- 问题 253: 如何将 RFID 技术应用于手术与手术器械管理中? / 458
- 问题 254: 你能举出智能机器人应用于智能医疗的例子吗? / 459
- 问题 255: 如何将传感器技术应用于医生临床培训中? / 460
- 问题 256: 如何将物联网技术应用于远程医疗中? / 460
- 问题 257: 如何将物联网技术应用于医院和家庭病人护理之中? / 463
- 问题 258: 如何将 RFID 技术应用于血液进出库追踪管理中? / 463
- 问题 259: 如何将 RFID 技术应用于药品生产、批发与销售管理中? / 463
- 问题 260: 如何将 RFID 技术应用于医疗垃圾处理的过程管理中? / 464
- 问题 261: 如何设计基于无线体域网的智能远程医疗系统的结构? / 464
- 问题 262: 如何认识医用传感器研究与应用的前景? / 465
- 问题 263: 如何认识可穿戴、植入式设备在医疗健康领域的应用前景? / 468
- 问题 264: 医用植入式传感器技术应用面临的困难与存在的问题? / 469

问题 265: 如何理解物联网对移动医疗模式发展的影响? / 470

问题 266: 如何认识医用传感器、医用可穿戴设备市场发展前景? / 471

第 14 章 智能环保 / 473

问题 267: 什么是智能环保? / 473

问题 268: 大鸭岛海燕生态环境监测系统具有哪些特点? / 474

问题 269: 物联网技术如何用于大面积实时天气、空气质量与污染情况采集与分析? / 476

问题 270: 我国科学家在森林生态物联网研究的“绿野千传”项目有哪些特点? / 476

问题 271: 用于地质结构监测的 PermaSense 项目有哪些主要特点? / 477

问题 272: 应对全球气候变化的 Planetary Skin 项目主要包括哪些研究内容? / 477

问题 273: 用于哥伦比亚河生态系统的环境监测和预报系统 CORIE 有哪些特点? / 478

问题 274: 应用于动物跟踪的 ZebraNet 系统有哪些特点? / 479

问题 275: 用于火山监测的无线传感器网络系统有哪些主要特点? / 479

问题 276: 用于洪水早期检测的无线传感器网络系统有哪些主要特点? / 480

问题 277: 你能举出利用机器人实现环境数据移动采集的例子吗? / 481

第 15 章 智能安防 / 482

问题 278: 什么是智能安防? / 482

问题 279: 你能举出几个物联网技术应用于智能安防的例子吗? / 482

问题 280: 如何设计一种居民小区安防系统? / 486

问题 281: 物联网技术在老人、儿童安全监控中有哪些成功应用? / 487

问题 282: 如何设计银行 ATM 安防监控系统? / 487

问题 283: 什么是电子纹身认证与植入式认证? / 488

第 16 章 智能农业 / 490

问题 284: 什么是智能农业? / 490

问题 285: 你能举出几个物联网技术在智能农业中成功应用的例子吗? / 491

问题 286: 如何将物联网技术应用于农业灌溉节水中? / 493

问题 287: 如何将物联网技术应用于水产养殖中? / 493

问题 288: 如何将物联网技术应用于畜牧业生产中? / 493

问题 289: 如何将物联网技术应用于农产品质量安全溯源中? / 494

第 17 章 智能家居 / 496

问题 290: 什么是智能家居? / 496

问题 291: 智能家居是由哪些子系统组成的? / 498