

大数据 Big Data

物联网

复杂信息系统

Complex Information System

梁循 杨小平 赵吉超 编著



清华大学出版社

大数据 Big Data

物联网

复杂信息系统

梁循 杨小平 赵吉超 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书综合了大量国内外的研究资料和作者的研究成果,以大数据物联网为研究对象,探索了在大数据环境下物联网的复杂信息系统,描述了物联网的相关技术及理论框架,讨论了物联网在实际生活的一些应用;以最新资料案例为例进行理论分析和模型构建,给出实践指导策略。

本书可供对大数据物联网感兴趣的专业人士或对物联网复杂信息系统感兴趣的商界人士阅读,也可作为计算机应用方向的教材或参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大数据物联网复杂信息系统/梁循等编著. —北京:清华大学出版社,2017

ISBN 978-7-302-46144-9

I. ①大… II. ①梁… III. ①互联网络—应用 ②智能技术—应用 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 013760 号

责任编辑:刘向威

封面设计:文 静

责任校对:梁 毅

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×230mm 印 张:11.25 字 数:227 千字

版 次:2017 年 5 月第 1 版 印 次:2017 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:29.00 元

产品编号:072750-01

本书与作者先前编写的 12 种书籍《网络金融》、《数据挖掘算法与应用》、《互联网金融信息系统的设计与实现》、《电子商务理论与实践》、《网络金融信息挖掘导论》、《网络金融系统设计实现案例集》、《互联网金融信息智能挖掘基础》、《支持向量机算法及其金融应用》、《金融数据挖掘——基于大数据视角的展望》、《面向社会化媒体大数据的社会计算》、《社会化商务理论与实践》、《社会网络大数据下企业舆情建模和管理》之间的关系见图 0-1。本书讨论了大数据物联网及其应用问题。

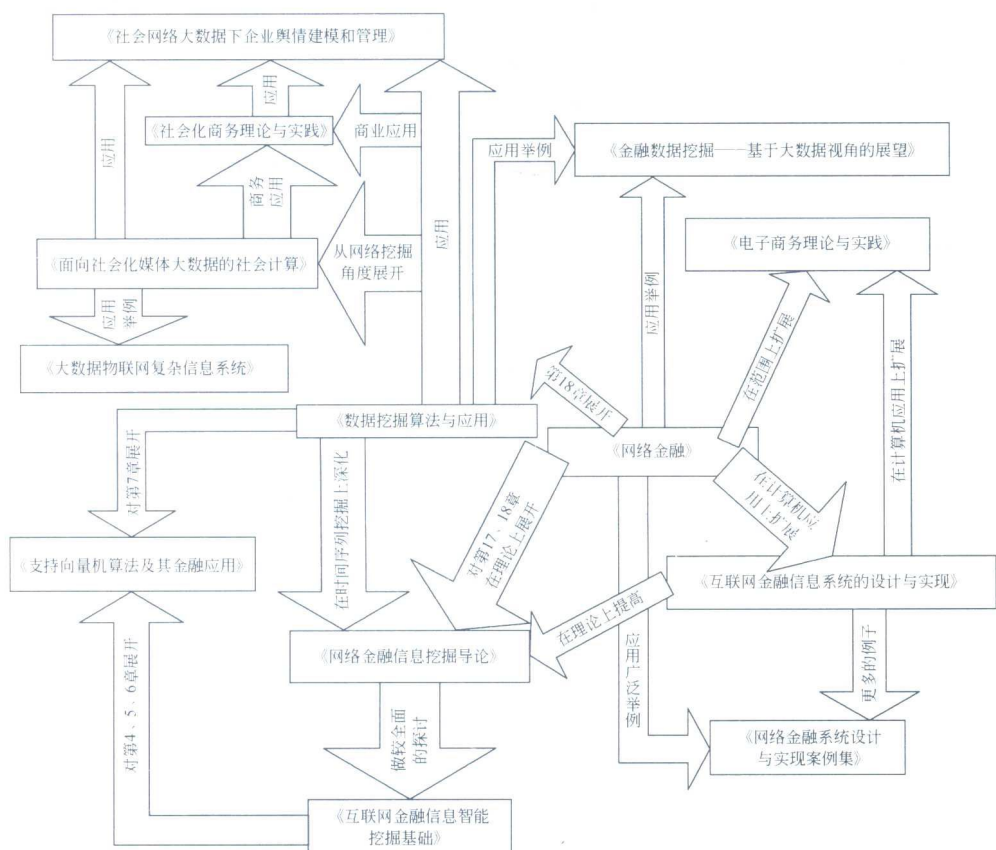


图 0.1 作者前期出版物与本书之间的关系

物联网一词最早出现在比尔·盖茨于1995年出版《未来之路》的书中,在中国,物联网的概念在1999年就提出来了。顾名思义,“物”即物体、物品、商品,“网”即网状、网络、互联网,“联”即联系、关联,物联网的概念大致可理解为通过一种类似网络的形式将一些物体联系起来的体系结构。物联网概念是在互联网概念的基础上,将其用户端延伸和扩展到任何物品与任何物品之间,进行信息交换和通信的一种网络概念。它也是对于互联网知识研究结果的总结和拓展。与其他国家相比,我国在物联网方面的技术研发水平处于世界前列,具有极大的优势和重大的影响力。

本书在给出物联网清晰的定义和相关知识的前提下,介绍物联网的相关技术及其在实际生活中的应用。第1章着重介绍物联网的相关概念和研究基础;第2章和第3章介绍物联网在感知层和网络层的相关技术,由下至上讨论了物联网的构成基础和运行模式;第4章结合最新的研究进展,介绍大数据在物联网中的应用;第5章和第6章介绍基于物联网的智慧交通和智能医疗运行系统,从而使物联网概念更具有应用性和理解性;第7章介绍与物联网相关的几个复杂案例研究,探索了物联网的发展前景和研究意义。

本书的出版受到了国家自然科学基金(71531012、71271211)和中国人民大学本科研究基金项目(10XNI029)的支持。作者的学生也参加了本书的编写,这些同学包括申华、徐志明、王怡、许媛、刘宇、魏玉党、刘汉青等。

由于作者的水平和时间有限,书中一定存在不少缺点,恳请读者批评指正。

作 者

2016年9月



第 1 篇 概 述

第 1 章 物联网概述	3
1.1 物联网的起源与发展	3
1.1.1 物联网的历史起源	3
1.1.2 物联网的定义	4
1.1.3 物联网的基础	5
1.1.4 物联网在发展的过程中存在的一些分歧	5
1.1.5 物联网未来的一些发展方向	7
1.2 物联网的特点	8
1.3 物联网关键技术	9
1.4 物联网发展的前景	11
1.4.1 物联网的发展态势	11
1.4.2 物联网发展前景分析	12
1.5 本章小结	13
思考题	13

第 2 篇 物联网技术

第 2 章 感知层技术	17
2.1 自动识别技术及 RFID	17
2.1.1 条形码技术	17
2.1.2 RFID	23
2.2 传感器和传感器网络	29
2.2.1 传感器	29
2.2.2 无线传感器网络	30

2.3	定位系统	36
2.3.1	基于位置的服务	36
2.3.2	定位系统简介	37
2.4	智能信息设备	51
2.4.1	便携式移动设备	51
2.4.2	其他信息设备	63
2.4.3	智能设备发展趋势	67
2.5	本章小结	68
	思考题	68
第3章	网络层技术	69
3.1	光纤通信技术	69
3.1.1	光纤通信的发展现状	69
3.1.2	光纤通信的特点	70
3.1.3	光纤通信的发展趋势	71
3.2	无线网络技术	72
3.2.1	无线个人区域网	72
3.2.2	无线局域网	76
3.2.3	无线城域网	77
3.2.4	无线广域网	78
3.3	移动通信网络技术	79
3.3.1	移动通信技术的发展历史	79
3.3.2	3G 技术简介	81
3.3.3	4G 技术简介	82
3.3.4	5G 技术	84
3.4	本章小结	87
	思考题	87
第4章	大数据与物联网	88
4.1	大数据概述	88
4.1.1	大数据的概念	88
4.1.2	大数据的特征	89
4.1.3	大数据分析	90
4.2	物联网中的大数据	91

4.2.1	数据特征	92
4.2.2	面临的挑战	93
4.3	大数据技术在物联网产业中的应用	94
4.3.1	数据采集	94
4.3.2	数据存储	95
4.3.3	数据分析	98
4.4	物联网如何应用大数据	101
4.4.1	智慧交通	101
4.4.2	智慧物流	102
4.4.3	智慧医疗	102
4.4.4	智慧环保	103
4.5	本章小结	103
	思考题	103

第 3 篇 大数据物联网复杂系统应用举例

第 5 章	智能交通系统	107
5.1	智能交通基本概念	107
5.1.1	智能交通的产生背景	107
5.1.2	智能交通的定义	108
5.1.3	智能交通的架构及特点	108
5.2	物联网与智能交通	112
5.2.1	大数据物联网与智能交通的关系	112
5.2.2	智能交通应用物联网的关键技术	113
5.2.3	智能交通发展物联网的需求	120
5.3	智能交通的发展	126
5.3.1	智能交通的机遇和挑战	126
5.3.2	智能交通的发展前景分析	127
5.4	本章小结	128
	思考题	129
第 6 章	智能医疗系统	130
6.1	智能医疗基本概念	130
6.1.1	智能医疗的产生背景	130

6.1.2	智能医疗的定义	131
6.1.3	智能医疗的组成部分及概念框架	131
6.1.4	智能医疗的特点及带来的好处	132
6.2	物联网与智能医疗系统	134
6.2.1	大数据物联网在医疗领域的作用	134
6.2.2	智能医疗应用物联网的关键技术	134
6.2.3	基于大数据物联网的智能医疗相关应用	136
6.3	智能医疗系统的发展	141
6.3.1	智能医疗系统的现状	141
6.3.2	智能医疗系统面临的挑战	142
6.3.3	智能医疗的未来	143
6.4	本章小结	144
	思考题	145
第 7 章	应急管理信息系统案例研究	146
7.1	基于移动终端的应急信息系统	146
7.1.1	背景介绍	146
7.1.2	移动终端及 ZigBee 组件简介	147
7.1.3	基于移动终端的应急系统设计	148
7.1.4	移动终端的自救系统设计	150
7.1.5	总结	152
7.2	基于物联网移动终端图像检测的突发事件应急管理方法	153
7.2.1	背景介绍	153
7.2.2	情景分析	156
7.2.3	基于 SIFT 特征与 SVM 分类的异常检测算法模型	160
7.2.4	APEC 演练实例重构	165
7.2.5	总结	166
	参考文献	167

第 1 篇

概 述



第1章

物联网概述

本章学习目标

- 理解物联网的概念。
- 了解物联网起源、发展的过程。
- 了解物联网的关键技术。

1.1 物联网的起源与发展

随着经济的迅速发展和科学技术的日新月异,智能手机、电脑、iPhone、iPad 等高科技产品使得人们的生活更加便利。互联网的出现与应用是最重要的且最具有划时代的意义。互联网不仅开阔了人们的视野,省去了舟车劳顿,而且在各个方面上都将世界连成了一个密不可分的整体,让世界进入了一个网络化、数字化的时代。然而,就现在而言,互联网已远远不能满足人们生活的需求。继计算机、互联网与移动通信网之后,一种新兴的网络正在慢慢地兴起,这就是——物联网。物联网毫无疑问会成为下一个信息产业革命的浪潮。物联网的出现将用户端从人与人之间,延伸和扩展到任何物品与物品之间,进行信息交换和通信的一种网络概念。

RFID 技术、云计算技术、3G/4G 的发展、传感器技术、二维码技术等领域在物联网的基础上,将会出现空前的发展前景,为全世界信息产业带来又一次跨越式的产业变革。我国当前发展物联网的时机已经非常成熟,尤其在一些发达的东部沿海地区,物联网的相关技术率先得到了发展,为以后全国范围内物联网的发展打下了坚实的基础。

1.1.1 物联网的历史起源

物联网的英文名称是 Internet of Things,简称为 IOT。1995 年比尔·盖茨在

《未来之路》一书中最早提出了物联网的概念,只是当时受限于无线网络、硬件及传感设备的发展,并未引起世人的重视。1998年,美国麻省理工大学(MIT)创造性地提出了当时被称作EPC系统的“物联网”的构想;1999年,美国Auto-ID提出的“物联网”主要建立在物品编码、RFID技术和互联网的基础上;2005年,ITU发布了《ITU互联网报告2005:物联网》,综合二者的内容,正式提出了“物联网”的概念,包括了所有物品的联网和应用。

在中国,物联网这个概念在1999年就提出来了。不过,当时不叫“物联网”,而是叫“传感网”。中科院对新技术有着敏锐的感知,在1999年就启动了传感网的研究和开发。在2009年11月3日,温家宝总理在人民大会堂向首都科技界发表了题为《让科技引领中国可持续发展》的讲话,在讲话中他提出:“要着力突破传感网、物联网关键技术,及早部署后IP时代相关技术研发,使信息网络产业成为推动产业升级、迈向信息社会的‘发动机’”。与其他国家相比,我国在物联网方面的技术研发水平处于世界的前列,具有一定的优势及重大的影响力。

物联网在不断发展的过程中给人们也带来了不小的转变。物联网概念的问世,打破了之前的传统思维。过去的思路一直是将机场、公路、建筑物等物理基础设施和数据中心、个人电脑、宽带等IT基础设施完全分开,而在物联网的时代,钢筋混凝土、电缆等将芯片、宽带整合,形成了统一的基础设施,从这个意义上来看,物联网的基础设施可以说是一个崭新的地球。因此,也有业内人士认为智慧地球的有机构成部分包括物联网与智能电网。

1.1.2 物联网的定义

关于物联网的定义,首先可以从物联网的字面上来理解,根据物联网这三个字可以进行一些联想,“物”即是物体、物品、商品,“网”即是网状、网络、互联网,“联”即是联系、关联,由这些联想可以将“物联网”的概念大致理解为通过一种类似网络的形式将一些物体联系起来的体系结构,这种类似的网络结构和互联网差不多,而将物与物联系起来的主要目的是进行信息交换与通信。

因此在“互联网概念”的基础上,将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间,就是物联网的概念。目前较为公认的物联网的定义是:通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,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。

此外,还可以从物联网和互联网的关系上对物联网的概念进行理解。任何事物和该事物在人们头脑中形成的概念都是相互依存的关系。物联网和物联网概念也是相互依存的关系。物联网概念离开了互联网,物联网概念就是无本之木,无源

之水。物联网概念是在互联网概念的基础上,将其用户端延伸和扩展到任何物品之间,进行信息交换和通信的一种网络概念。它也是对于互联网知识研究结果的总结和拓展。

由于物联网的概念来自于对互联网的类比,因此根据物联网与互联网的关系,不同专家学者对物联网有不同的理解,并给出了各自的定义,归纳为以下四种类型:物联网是传感网,不接入互联网;物联网是互联网的一部分;物联网是互联网的补充网络;物联网是未来的互联网。

1.1.3 物联网的基础

物联网技术的本质是网络通信技术,核心是无线技术。高度集成的控制器是它的大脑,各种传感器是它的触角,各种传感器使得物体间形成更加广泛的互联,随时随地提供智能服务,实现了更大规模的网络覆盖和系统集成。

由此,物联网的基础应该包括如下五大模块的内容:第一,无线通信技术,包括信号与噪声、数字通信、调制解调、短距离无线通信、无线 SOC 等;第二,传感器技术,包括常用温湿度、压力、振动、光敏等传感器选型,传感器与网络节点接口等;第三,网络技术,包括基础网络(如简单网络、无线网络低功耗技术、网络拓扑和算法等),无线网络技术(如 ZigBee 传感器网络、高频和超高频射频识别、网络加密与安全、无线定位等),以及物联网网络层技术(如嵌入式 Wi-Fi、嵌入式蓝牙网络、蜂窝网络、GPRS/3G/4G 远程网络、多网络路由和融合等);第四,智能与信息处理技术,包括智能技术、数据库技术、信息提取、分析、加工、融合等;第五,应用层技术,包括物联网应用工程设计方法和如何使用前面提到的基本技术来构建一个典型的物联网应用项目。

1.1.4 物联网在发展的过程中存在的一些分歧

有观点认为,物联网迅速普及的可能性有多大,尚难以轻言判定。毕竟 RFID 早已为市场所熟知,但拥有 RFID 业务的相关上市公司定期报告显示出业绩的高成长性尚未显现出来,所以,对物联网的普及速度存在着较大的分歧。具体来说,以下几个因素阻碍着我国物联网的发展。

1. 缺乏核心技术的自主知识产权

在物联网技术发展产品化的过程中,我国一直缺乏一些关键技术的掌握,所以产品档次上不去,价格下不来。缺乏 RFID 等关键技术的独立自主产权是限制中国物联网发展的关键因素之一。

2. 技术标准缺失

目前行业技术主要缺乏以下两个方面标准:接口的标准和数据模型的标准,

它们是硬件和信息模型的技术标准,非常关键。关于物联网的技术强度固然在增强,但是技术标准却还如镜中之月。正如同中国的 3G 标准一样,出于各方面的利益考虑,最后中国的 3G 有了三个不同的标准。物联网的技术标准最终怎样,需要等待产业进一步发展来制定,让时间告诉我们答案。

3. 产业链条不完善

和发达国家相比,国内物联网产业链在完善度上落后很多,存在着较大差距。虽然目前国内三大运营商和部分系统设备商都已是世界级水平,但是其他环节上还相对欠缺。物联网的产业发展必然需要芯片厂商、传感器制造企业、系统解决方案厂商、移动通信运营企业等上下游企业的通力配合,所以要在我国发展物联网,在体制方面需要不断地完善,如加强与广播电视、电子通信、交通等行业合作,各方面联合起来,共同推动信息化、智能化交通系统的建立。迅速进行电子通信网,广播电视网,计算机互联网的三网融合工作。产业链的合作需要兼顾各方的利益,而在各方利益机制及商业模式尚未成型的背景下,物联网的广泛应用仍需要相当漫长的过程。

4. 行业协作阻碍大

物联网涉及到的应用领域十分广泛,许多行业的实际应用都具有很大的交叉性,但这些行业各自被不同的政府职能部门所管理,如果发展物联网这种以传感技术为基础的信息技术系统,在产业化过程中必须加强各行业管理部门的协调与交流,以开放的态度展开通力合作,打破行业、地区、部门之间的阻隔,推动资源共享,加强体制优化改革,有效保护物联网产业的迅速发展。

5. 盈利模式不成熟

物联网系统可以分为感知、网络、应用三个层次,在每一个层面上,都将有多种选择去开拓市场。因此,在未来产业环境的建设过程中,经营模式异常关键。历史上任何一次信息产业的革命,出现一种新型且能成熟发展的商业盈利模式是必然的结果,可是此种结果至今还没有在物联网产业中显现,也未能出现其他产业统一引领物联网的发展潮流。目前物联网产业发展直接产生的经济效益主要集中在与物联网有关的电子元器件领域,如射频识别装置、传感器等。而庞大的数据传输给网络运营商带来的利润机会以及对产业链末端如物流及零售等行业所产生的影响还需要相当长时间的观察。

6. 使用成本比较高

物联网产业不仅需要将物与物连接起来,而且需要进行更好的控制管理。这一特点决定了其发展必将会随着经济发展和社会需求而催生出更多的应用。所以,在物联网传感技术推广的初期,很容易出现功能单一,价位高的问题。因为电子标签和读写设备贵,所以很难推广并形成大规模的应用。而由于没有大规模的

应用,电子标签和读写器的成本问题便始终没有达到人们的预期。成本高,就没有大规模的应用,而没有大规模的应用,成本高的问题就更难以解决,这是任何事物在发展初期都必然会遇到的悖论问题。如何突破初期的用户在成本方面的壁垒成了打开这一片市场的首要任务。所以在成本尚未降至能普及的前提下,物联网的发展显然将受到限制。

7. 安全问题突出

在物联网中,传感网的建设要求是 RFID 标签预先被广泛地嵌入任何与人息息相关的物品中。但是,人们在观念上还不是很能接受自己周围的生活物品甚至包括自己时刻都处于一种被监控的状态,因为直接嵌入标签势必会使个人的隐私权问题受到侵犯。如何确保标签物的拥有者个人隐私不受侵犯便成为射频识别技术以及物联网推广的关键问题。在未来,如果政府层面在此类标签上和国外的大型企业合作,如何确保企业的商业信息,确保国家、政府的机密等不会泄露也至关重要。所以说物联网的发展不仅仅是一个技术问题,更有可能涉及政治法律和国家安全问题。

8. 物联网面临的机遇

虽然,物联网技术在以上的几个方面存在着挑战,但可以肯定的是,在国家大力推动工业化与信息化两化融合的大背景下,物联网会是工业乃至更多行业信息化过程中,一个比较现实的突破口。国家工业主管部门也有专家认为,物联网是显著经济产业里增长潜力最大的一个,发展好物联网会大力推动现有的经济产业转型并提高等级,引导战略性新产业的进步,达到经济构成的战略等级的调节,导致社会产业和经济增长模式的变革。目前,RFID 技术在多个领域多个行业已经进行了一些闭环的应用。在这些先行实践的案例中,有些物联网的梦想已经部分实现了。所以,物联网的雏形就像早期互联网的形态局域网一样,虽然发挥的作用有限,但昭示出的远大前景已经不容置疑。

1.1.5 物联网未来的一些发展方向

1. 物联网关键技术及未来发展前景展望

物联网产业链可以细分为标识、感知、处理和数据传输,每个环节的关键技术分别为 RFID 技术、传感设备、智能芯片和通信运营商的无线传输网络。

EPoSS(the European Technology Platform on Smart Systems Integration,欧洲智能系统集成技术平台)在 *Internet of Things in 2020* 的报告中分析预测,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,2010—2015 年物体互联,2015—2020 年物体进入半智能化,2020 年之后物体终端进入全智能化。RFID 是物联网发展的排头兵,RFID 技术是一项利用射频

信号通过空间耦合(交变磁场或电磁场)实现无接触信息传递并通过所传递的信息达到识别目的的技术,最简单的 RFID 系统由电子标签(Tag)、读写器(Reader)和天线(Antenna)三部分组成,在实际应用中还需要其他硬件和软件的支持。

2. MEMS 传感器市场前景广阔

MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems)是微机电系统的缩写,MEMS 技术建立在微米/纳米基础上,是对微米/纳米材料进行设计、加工、制造、测量和控制的技术,完整的 MEMS 是由微传感器、微执行器、信号处理和控制电路、通信接口和电源等部件组成的一体化的微型器件系统。

3. 智能终端备受期待

法国 Violet 公司推出了 Nabaztag 小兔子,通过 Wi-Fi 路由连接网络,可为主人提供所需的各类新闻等,能够讲五国语言,在主人接收到邮件或信息时,会发出语音提醒。此外它还能识读 Ztamps 标签上的信息,并实时联网,随时呈现动态信息。随着物联网的推进,家用电器的智能化将是未来发展趋势。

4. 电信设备商最受益于物联网

当下最大的投资机会在于电信设备商,物联网的商业建设尚处于萌芽阶段。电信运营商是物联网的积极推动者,物联网丰富电信网络的应用。就三家电信运营商而言,包含强势固网的全业务运营商中国电信和中国联通在行业用户的 ICT (Information and Communications Technology,信息通信技术)建设中一直处于领导地位,其全业务模式十分便于将通信网络与物联网相关信息管理的企业内网实现对接,完成对物联网的全程管控。当局域网出现的时候,和现在一样,有一种成为新兴产业浪潮的趋势,当时谁也没有想到它可以发展成为现在的互联网。而今,物联网像当时的局域网一样出现了,给我们带来了前所未有的发展前景,在有良好的发展机遇的同时,也带来了无限的挑战,时代总是在这样的情况下发展起来。当第一次产业革命出现,我们来到了蒸汽时代,随后,我们进入了电器时代,第三次产业革命,我们步入信息科技时代,人们都说工业革命是变革世界的引擎,会带来新的产物。

虽然物联网不是一次产业革命,但是它却有着与产业革命类似的效果,它的出现带来了许多新兴产业,将有一股强大的力量推动着人类前进的步伐,问题、机遇、挑战、前景,这样一系列的正反面问题的存在,将大大加速着社会的进步。物联网有利也有弊,相信物联网最终会像互联网一样,成为人们生活的一部分。

1.2 物联网的特点

物联网是由互联网发展而来的,其正常运转和发展离不开互联网。然而,物联网与互联网有较大的不同,从网络的角度来看,物联网具有以下几个特点(毛弘毅