



物联网

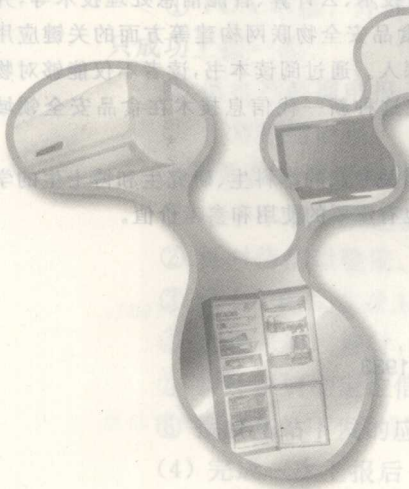
关键技术及应用

鄂旭 王志良 杨玉强 编著



清华大学出版社

TP393.4
515

[illegible]

物联网

关键技术及应用

鄂旭 王志良 杨玉强 编著



清华大学出版社



北航

C1665867

013029789

内 容 简 介

本书是一本讲述物联网工程技术及其在食品安全方面应用的书籍。全书较为全面地讲述了物联网的基本知识、关键技术及相关理论,如 RFID 技术、无线传感器网络技术、云计算、智能信息处理技术等,并深入分析和探讨了物联网在食品安全科学、食品安全管理体系及食品安全物联网构建等方面的关键应用技术。本书图文并茂,在写作构思和结构编排上力争全面、系统、深入。通过阅读本书,读者不仅能够对物联网有较为清晰的了解和认识,还能够进一步地深入理解和研究这种新一代信息技术在食品安全领域的应用。

本书可作为物联网工程专业、食品安全科学与工程及相关专业的本科生、研究生和博士生的学习参考用书,同时对相关学科领域的科技工作者和工程技术人员也有重要的使用和参考价值。

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

物联网关键技术及应用/鄂旭等编著.--北京:清华大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-302-32430-0

I. ①物… II. ①鄂… 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. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 105248 号

责任编辑:刘向威 薛 阳

封面设计:文 静

责任校对:焦丽丽

责任印制:沈 露

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 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:10.75

字 数:268 千字

版 次:2013 年 8 月第 1 版

印 次:2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:24.00 元

产品编号:052353-01

前言

物联网(Internet of Things, IoT)是继计算机、互联网之后的又一次信息科技革命,被誉为第三次信息科技浪潮,并且被我国“十二五”规划列为国家战略性新兴产业。它的最高目标是要实现实时获取任何地点以及任何需要监控、连接、互动的物体或过程的信息,采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种有用的信息,通过各种可能的网络接入,实现物与物、物与人的广泛连接,实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。物联网涉及计算机科学与技术、电子科学与技术、自动化、通信工程、信息安全、智能科学与技术等诸多学科领域,在科技民生、智慧城市、低碳绿色、交通运输、物流配送、安防监控、智能电网、节能环保等方面有着广阔的应用前景。物联网的整体构架大体可分为三层,即感知控制层、网络传输层和应用服务层。物联网的基础技术包括 EPC 和 RFID 技术、MEMS 传感器技术、M2M 技术、WSN 无线传感器网络技术等,这些基础技术完成了物联网节点在信息获取和数据传输上的基础构建,是物联网提供有效服务的前提。物联网的关键技术包括云计算、智能服务技术等,这些关键技术为物联网信息的海量存储和处理以及智能的服务模式提供了解决方案。物联网是现有技术的凝聚融合和创新提升,而且它在结构上是开放的,任何能够实现信息获取、传输和处理的已有成熟技术和新兴技术都可以加入物联网的建设中。因此,无论是科学研究还是市场推广,物联网都有着广阔的前景。

食品安全在我国社会和国民经济发展中具有重要的战略地位,事关公众健康、经济发展、社会稳定以及党和政府的公信力。党中央、国务院高度重视食品安全,各级政府近年来不断加强食品安全工作。特别是 2009 年以来,从部署开展“两年整顿”到出台食品安全法,再到成立国务院食品安全委员会,工作力度持续加大。2011 年,国务院相继发布《关于印发 2011 年食品安全重点工作安排的通知》、《关于严厉打击食品非法添加行为、切实加强食品添加剂监管的通知》等文件。

营养、健康、安全的食品是依赖食品产业科技进步与发展,由食品企业应用工业化生产技术、高水平的质量安全控制技术和严格的管理与诚信制造出来的。食品安全技术是《我国中长期科技发展纲要》确立的优先主题之一。食品安全控制技术也是《国务院关于发挥科技支撑作用促进经济平稳较快发展的意见》中提出的扩大内需、改善民生的十大重点技术和产品之一。已经进入高速发展的战略机遇期的食品产业,如何抓住机遇,依靠科技进步,全面提升食品质量与安全的技术水平,是目前我国食品产业科技发展的重大方向和关键问题。食品安全科学与技术必须能够为这个关系国计民生的大产业制造出安全、健康的食品提供强有力的支撑。

本书旨在根据国家科技发展纲要和“十二五”科技规划与社会发展战略的需要,围绕行业共性关键技术,结合物联网技术研究食品安全相关问题,全面提升我国食品安全控制技术创新能力和科技水平,构建我国食品安全科技创新体系和技术支撑体系,有效保障从农田到餐桌全过程的食品安全问题,确保消费者的身心健康和合法权益,支撑食品产业健康发展。

本书总体编写思路：第一部分详细阐述物联网工程的技术构成，包括标签技术、无线传感器网络技术、云计算、智能处理技术等；第二部分整体讲述食品安全的定义，分析食品安全管理体系框架、技术标准、关键技术以及研究应用难点；第三部分着重讲述食品安全物联网工程应用等科学问题。

本书在剖析食品安全物联网体系结构的基础上，仔细梳理了各个知识点，理出一条循序渐进的知识线路，详细阐述了其中的关键技术，进一步探讨了研究领域和应用领域的科学技术问题。本书具有体系结构清晰、知识完整、深入浅出、易于融会贯通的特点，非常适合教学和学习。

感谢北京交通大学中国产业安全研究中心、北京产业安全与发展研究基地的李孟刚等的大力支持和帮助。

感谢北京科技大学的高学东教授和武森教授，他们作为编者的导师，在编者攻读博士学位期间对本书素材的积累提供了极大的帮助与支持。

感谢清华大学出版社的大力支持与帮助。

本书的完成和出版得到了国家博士后基金(编号：2012M520158)、辽宁省“百千万人才工程”资助项目(编号：2012921058)、辽宁省教育厅项目基金(编号：L2012396, L2012397, L2012400)、教育部人文社会科学研究项目(编号：12YJC870030)、辽宁省教育科学“十二五”规划项目(编号：JG12DB149)、辽宁省社会科学规划基金(编号：L12CTQ008)、辽宁省教育改革项目基金(辽教发[2012]130号)等的资助，在此一并表示衷心的感谢。

本书第1章、第2章由杨玉强编写，第3~6章由王志良编写，其余部分由鄂旭编写，研究生林爽、金璐璐参与了资料收集工作，全书由鄂旭统稿。本书在编写过程中，引用了一定数量的参考文献，在此，向这些作者、译者表示感谢。物联网及其在食品安全领域的应用，正处于起步发展阶段，因为时间有限，作者的认识领悟能力有限，书中难免存在不足与疏漏，敬请各位专家以及广大读者批评指正。

作者

2013年3月

目 录

第 1 章 物联网概述	1
1.1 物联网的定义	1
1.2 物联网的起源	3
1.3 物联网的三大推动力	5
1.3.1 第一大推动力: 政府	5
1.3.2 第二大推动力: 企业	9
1.3.3 第三大推动力: 教育界与科技界	10
1.4 物联网的三个层次	11
1.5 物联网的 8 层架构	12
1.6 物联网的 4 大支撑技术	14
1.7 物联网的理论基础	14
1.7.1 物联网环境下的控制理论	15
1.7.2 物联网环境下的信息论	19
1.7.3 物联网环境下的网络科学	19
第 2 章 RFID 技术	21
2.1 RFID 介绍	21
2.1.1 RFID 的优点	21
2.1.2 RFID 系统组成	21
2.2 RFID 特征	22
2.3 RFID 的工作原理	23
2.4 RFID 技术的分类	24
2.5 RFID 技术标准	25
第 3 章 物联网传感器技术	26
3.1 传感器基础知识	26
3.1.1 传感器的概念	26
3.1.2 传感器的作用	27
3.1.3 传感器的组成	28
3.1.4 传感器的分类	28
3.1.5 传感器的基本特性	29
3.2 几种常用传感器	29

3.2.1	温度传感器	29
3.2.2	湿度传感器	30
3.2.3	超声波传感器	31
3.2.4	气敏传感器	32
3.3	智能传感器	32
3.3.1	智能传感器的基本概念	33
3.3.2	智能传感器的组成	33
3.3.3	智能传感器的功能与特点	33
3.3.4	智能传感器的应用	35
3.3.5	智能传感器发展趋势	35
3.4	MEMS 技术简介	36
3.4.1	MEMS 概述	36
3.4.2	MEMS 特点	37
3.4.3	MEMS 应用	37
3.4.4	常用的 MEMS 传感器	38
第 4 章	物联网组网技术	41
4.1	现场总线技术	41
4.1.1	现场总线	41
4.1.2	现场总线的特点	42
4.2	WiFi 技术	42
4.2.1	WiFi 无线网络结构	43
4.2.2	WiFi 的优点	43
4.2.3	WiFi 技术的发展	44
4.3	蓝牙技术	44
4.3.1	蓝牙技术指标	45
4.3.2	蓝牙技术特点	46
4.4	全球定位系统技术	46
4.4.1	GPS 组成	46
4.4.2	GPS 的特点	47
4.4.3	GPS 的前景	48
4.5	电力线通信技术	48
4.5.1	PLC 关键技术	49
4.5.2	PLC 特点	49
4.5.3	PLC 发展展望	51
4.6	微机电系统技术	52
4.6.1	MEMS 技术	52
4.6.2	MEMS 技术发展历史	52
4.6.3	微传感器研究现状与发展方向	53

第 5 章 物联网智能空间技术	57
5.1 智能网络空间技术	57
5.2 智能网络空间的基本要求	58
5.3 智能网络空间的特点	58
5.4 智能网络空间中的接口设备	59
5.5 智能网络空间中的普适网络	59
5.6 物联网智能空间技术分类	60
第 6 章 物联网终端	61
6.1 物联网终端的基本原理	61
6.2 物联网终端的作用	61
6.3 物联网终端的主要分类	61
6.4 物联网终端的标准化	62
6.4.1 硬件接口标准化	62
6.4.2 数据协议标准化	63
第 7 章 物联网的标准体系	64
第 8 章 云计算	68
8.1 云计算的起源	68
8.2 云计算的概念	69
8.3 云计算基本原理	70
8.4 云计算体系结构	71
8.5 云计算的特点	72
8.6 云计算服务模式	74
8.7 云计算相关技术	75
8.7.1 云计算与并行计算	75
8.7.2 云计算与分布式计算	75
8.7.3 云计算与效用计算	75
8.7.4 云计算与网格计算	75
8.7.5 云计算与物联网	77
8.8 云计算关键技术	78
8.8.1 数据存储技术	78
8.8.2 数据管理技术	78
8.8.3 软件开发技术	79
8.9 云计算的派生技术	81
8.9.1 云存储	81
8.9.2 云联接	83

8.9.3	云安全	83
第9章	智能信息处理	84
9.1	开放复杂智能系统	84
9.1.1	开放复杂智能系统的理论基础	84
9.1.2	开放复杂智能系统的复杂性特征	85
9.2	分布智能	86
9.2.1	分布智能的产生背景	86
9.2.2	分布智能的实质	86
9.2.3	智能 Agent	87
9.2.4	多智能 Agent	88
9.3	智能数据分析	89
9.3.1	数据库知识发现与数据挖掘	89
9.3.2	数据库知识发现过程	89
9.3.3	数据挖掘任务	90
9.3.4	数据仓库与数据挖掘	91
9.3.5	分布式数据挖掘	92
9.3.6	分布式数据挖掘系统	93
9.3.7	分布式数据挖掘算法	94
第10章	物联网在食品安全领域的应用	100
10.1	食品安全	100
10.1.1	食品安全基本概念	100
10.1.2	食品安全的特性	103
10.1.3	食品安全与食品卫生等关系	105
10.1.4	食品安全与安全食品的关系	106
10.1.5	食品安全管理的意义	107
10.1.6	食品安全问题面临的新挑战	107
10.1.7	影响我国食品安全问题的主要因素	108
10.2	现代食品安全控制	109
10.2.1	食品安全管理的第一次浪潮	109
10.2.2	食品安全管理的第二次浪潮	111
10.2.3	食品安全管理的第三次浪潮	112
10.2.4	食品安全管理三次浪潮之间的关系	112
10.3	危害分析关键控制点	112
10.3.1	HACCP 体系的实质	113
10.3.2	HACCP 体系的特点	113
10.3.3	HACCP 体系的发展	113
10.3.4	HACCP 体系的基本原理	114

10.3.5	HACCP 体系的实施	115
10.3.6	HACCP 体系的意义	119
10.4	食品安全管理体系	119
10.4.1	食品安全管理体系的关键要素	120
10.4.2	食品安全管理体系的基本内容	120
10.4.3	建立食品安全管理体系的步骤	120
10.4.4	食品安全管理体系的运行和保持	122
10.4.5	全面质量管理	122
10.5	食品安全的风险分析	123
10.5.1	风险分析概念	123
10.5.2	风险评估	124
10.5.3	风险管理	126
10.5.4	风险情况交流	127
10.5.5	风险分析的意义	129
10.5.6	食品安全风险评价体系	129
10.6	基于物联网 RFID 技术的食品安全追溯系统	130
10.6.1	RFID 技术在运输环节的应用设计	131
10.6.2	RFID 技术在加工环节的应用设计	131
10.6.3	系统工作原理	132
10.6.4	系统架构	132
10.6.5	食品安全物联网应用服务	133
10.6.6	通信网络和食品安全数据库的建立	134
10.6.7	食品安全评估算法的设计	134
10.6.8	RFID 技术存在的问题和应用范围	134
10.7	RFID 生猪管理解决方案	135
10.7.1	需求分析	135
10.7.2	系统组成	135
10.7.3	系统软件及数据库选择	135
10.7.4	系统工作原理	136
10.7.5	食品安全物联网技术带来的优势	136
10.8	RFID 技术及其在奶牛精细养殖数字化系统中的应用	137
10.8.1	系统体系结构	137
10.8.2	系统数据流程	137
10.8.3	系统物理实现	138
10.9	物联网构建食品安全预警系统	140
10.9.1	预警系统总体设计思路	140
10.9.2	预警系统的基本构架	141
10.9.3	预警系统管理流程	146
10.10	物联网保障“平安奥运”食品安全	148

10.10.1	应用背景	148
10.10.2	系统简介	148
10.10.3	系统架构	149
10.11	物联网供港果蔬溯源系统	150
10.11.1	供港果蔬溯源主要任务	151
10.11.2	供港果蔬溯源需求分析	151
10.11.3	供港果蔬溯源系统功能结构	153
10.12	物联网食品标识与监装技术	154
10.12.1	蔬菜标识系统	155
10.12.2	蔬菜出厂监装技术	155
10.12.3	活畜标识技术	156
10.12.4	活畜出厂监装技术	157
10.12.5	封条标识技术	157
10.12.6	运输过程监管技术	158

参考文献	162
------	-----

第1章

物联网概述

作为新兴事物的物联网其实并不年轻,在近十年的发展历程中,不同的国家、不同的机构组织,在不同时期,都在关注着物联网。物联网(Internet of Things, IoT)被看作是信息领域的一次重大发展与变革,其广泛应用将在未来 5~15 年中为解决现代社会问题做出极大贡献。2009 年以来,美国、欧盟、日本等纷纷出台物联网发展计划,进行相关技术和产业的前瞻布局,我国“十二五”规划中也将物联网作为战略性新兴产业予以重点关注和推进。但整体而言,无论国内还是国外,物联网的研究和开发都还处于起步阶段。

1.1 物联网的定义

物联网自从诞生以来,已经引起人们的巨大关注,被认为是继计算机、互联网、移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。

有关资料表明,国内外普遍认为物联网是麻省理工学院 Ashton 教授于 1999 年最早提出来的,如图 1-1 所示,其理念是基于射频识别技术(RFID)、电子代码(EPC)等技术,在互联网的基础上,构造一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网,即物联网。此设想有两层意思:第一,物联网的核心和基础是互联网,是在互联网基础上延伸和扩展的网络;第二,其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间,并进行信息交换和通信。



图 1-1 物联网定义

2010 年,温家宝总理在第十一届人民代表大会第三次会议上所做政府工作报告中对物联网做了这样的定义:物联网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。

除了上面的定义之外,还有一些具体环境下为物联网做出的定义。

欧盟定义:将现有的互联的计算机网络扩展到互联的物品网络。

国际电信联盟(ITU)的定义: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(Human to Human, H2H)之间的互联。这里与传统互联网不同的是, H2T 是指人利用通用装置与物品之间的连接, H2H 是指人与人之间不依赖于个人计算机而进行的互联。需要利用物联网才能解决的是传统意义上的互联网没有考虑的、对于任何物品连接的问题。物联网是连接物品的网络,有些学者在讨论物联网时,常常提到 M2M 的概念,可以解释为人到人(Man to Man)、人到机器(Man to Machine)或机器到机器(Machine to Machine)。本质上,在人与机器、机器与机器间的交互,大部分是为了实现人与人之间的信息交互。

ITU 物联网研究组:物联网的核心技术主要是普适网络、下一代网络和普适计算。这三项核心技术的简单定义如下:普适网络,无处不在的、普遍存在的网络;下一代网络,可以在任何时间、任何地点,互联任何物品,提供多种形式信息访问和信息管理的网络;普适计算,无处不在的、普遍存在的计算。其中,下一代网络中“互联任何物品”的定义是 ITU 物联网研究组对下一代网络定义的扩展,是对下一代网络发展趋势的高度概括。从现在已经成为现实的多种装置的互联网络,例如手机互联、移动装置互联、汽车互联、传感器互联等,都揭示了下一代网在“互联任何物品”方面的发展趋势。

目前国内外对物联网还没有一个统一公认的标准定义,但从物联网的本质分析,物联网是现代信息技术发展到一定阶段后,才出现的一种聚合性应用与技术提升,它是将各种感知技术、现代网络技术和人工智能与自动化技术聚合与集成应用,使人与物智慧对话,创造一个智慧的世界。因此,物联网技术的发展几乎涉及信息技术的方方面面,是一种聚合性、系统性的创新应用与发展,因此被称为是信息产业的第三次革命性创新。其本质主要体现在三个方面:一是互联网特征,即对需要联网的物一定要能够实现互联互通的互联网络;二是识别与通信特征,即纳入物联网的“物”一定要具备自动识别、物物通信的功能;三是智能化特征,即网络系统应具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。

总体上,物联网可以概括为:通过传感器、射频识别技术、全球定位系统等技术,实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程的声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息,通过各种可能的网络接入,实现物与物、物与人的泛在连接,从而实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。

因此,把物联网初步定义为是通过射频识别(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,把任何物体与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。需要特别注意的是,物联网中的“物”,不是普通意义的万事万物,这里的“物”要满足以下条件。

(1) 要有相应信息的接收器。

(2) 要有数据传输通路。

(3) 要有一定的存储功能。

(4) 要有处理运算单元(CPU)。

(5) 要有操作系统。

(6) 要有专门的应用程序。

(7) 要有数据发送器。

(8) 遵循物联网的通信协议。

(9) 在世界网络中有可被识别的唯一编号。

通过以上分析,发现物联网的核心是物与物以及人与物之间的信息交互,其基本特征可简要概括为全面感知、可靠传送和智能处理,如表 1-1 所示。

表 1-1 物联网的三个特征

全面感知	利用射频识别、二维码、传感器等感知、捕获、测量技术随时随地对物体进行信息采集和获取
可靠传送	通过将物体接入信息网络,依托各种通信网络,随时随地进行可靠的信息交互和共享
智能处理	利用各种智能计算技术,对海量的感知数据和信息进行分析并处理,实现智能化的决策和控制

1.2 物联网的起源

回顾历史,在大的危机之后,总会有新的行业诞生,引领和支撑经济的复苏、发展,从而带动社会进入新的经济上升周期。20 世纪末,一系列新兴市场遭受金融危机的冲击后,诞生了互联网这一新兴行业。而在这次人类历史上数一数二的金融危机余波未了时,在人们热切关注新能源行业发展时,又出现一个新名词和新概念:物联网。物联网逐渐成为人们眼中的“救世主”,尽管仍有一些学术界或者是技术精英对这种说法莫衷一是,但不可否认的是,包括美国在内的一些国家正在试图通过“物联网”走出经济的泥潭。信息产业的每一次跨越都不是技术上的偶然发明,而是国家发展战略结出的硕果。

经济危机催生科技信息革命。2009 年 1 月,中国科学院院长路甬祥在接受《瞭望》新闻周刊专访时指出:眼下这场全球性金融危机爆发之时,“科学的沉寂”已达六十余年,一些重要的科学问题和关键核心技术发生革命性突破的先兆已日益显现。当前国际金融危机对世界经济社会政治格局的影响继续显现,国际国内环境的重大变化对我国经济社会发展已经产生了深刻影响。

当前,由美国次贷危机引发的这场百年不遇的国际金融危机的影响正在全球继续扩散蔓延,尚未见底,有可能持续较长时间,世界经济将经历一个较长的低迷、调整和变革期,全球经济增速快速下滑,能源资源、粮食价格大幅波动,失业率普遍上升,对我国经济的影响不容低估。

世界正处在科技创新突破和科技革命的前夜。这一重要结论,主要基于以下分析。

(1) 历史经验表明,全球性经济危机往往催生重大科技创新突破和科技革命。根据经济长波理论,每一次的经济低谷必定会催生出某些新的技术,而这种技术一定是可以为绝大多数工业产业提供一种全新的使用价值,从而带动新一轮的消费增长和高额的产业投资,以触动新经济周期的形成。1857 年的世界经济危机引发了以电气革命为标志的第二次技术革命,1929 年的世界经济危机引发了战后以电子、航空航天和核能等技术突破为标志的第三次技术革命。依靠科技创新创造新的经济增长点、新的就业岗位和新的经济社会发展模式,是摆脱危机、创新经济增长的根本出路。在过去的十几年间,互联网技术取得巨大成功。目前的经济危机让人们又不得不面临紧迫的选择,物联网技术成为推动下一个经济增长的

特别重要推手。

(2) 前瞻全球现代化发展的未来图景,包括中国、印度在内的近三十亿人口追求小康生活和实现现代化的宏伟历史进程与自然资源供给能力和生态环境承载能力的矛盾日益凸显和尖锐,按照传统的大量耗费不可再生自然资源和破坏生态环境的经济增长方式、沿袭少数国家以攫取世界资源为手段的发展模式难以为继。人类生存发展的新需求强烈呼唤科技创新突破和科技革命。

(3) 从当今世界科技发展的态势看,奠定现代科技基础的重大科学发现基本发生在 20 世纪上半叶,“科学的沉寂”已达六十余年,而技术革命的周期也日渐缩短,同时科学技术知识体系积累的内在矛盾凸显,在物质能量的调控与转换、量子信息调控与传输、生命基因的遗传变异进化与人工合成、脑与认知、地球系统的演化等科学领域,在能源、资源、信息、先进材料、现代农业、人口健康等关系现代化进程的战略领域中,一些重要的科学问题和关键核心技术发生革命性突破的先兆已显现。

在此之前,中国科学院计算所所长李国杰院士在 2008 诺贝尔奖获得者北京论坛举行的中国科学院信息与创新战略研讨会上,对 21 世纪上半叶信息科学技术发展趋势做总体判断时表示:信息科技正在进入全民普及阶段,信息技术惠及大众将成为未来几十年的主旋律;21 世纪上半叶,将兴起一场新的信息科学革命,其结果可能导致 21 世纪下半叶新的技术革命。李国杰表示:“目前的信息科学只相当于 1905 年以前的理论物理研究,信息科学还处在伽利略时代。20 世纪下半叶信息技术发展迅猛,但信息技术的基础理论大部分是 20 世纪 60 年代以前完成的,近 40 年信息科学没有取得重大突破。”同样,编写计算机程序的大量日常工作可能会导致产生新的数学。如同望远镜促进天文学、显微镜促进医学发展一样,数字计算机的发明,特别是近 20 年微处理器和网络技术的突飞猛进,使大规模并行计算和网络计算成为可能,将导致一场科学的革命,21 世纪将产生以并行计算为基础的新科学。

也有其他专家在谈及物联网时说到:从 2007 年开始,我们都在应对全球金融危机,美国和欧盟在应对危机方面重点推出物联网。在 2008 年、2009 年比较清晰地提出物联网发展规划和发展行动的一些具体措施,也是基于应对金融危机要应对新的产业。每一次金融危机,我们要去应对它,要去挽救一些企业,要促进一些产业能够更健康地发展,但是我们最终还是要选择一些新的产业,要有新的产业取代或者改变传统产业。就像 1998 年当时亚洲金融危机一样,是因为有互联网和新经济的出现,才使当时的经济危机能够更快地度过。这一次我们也在寻找新的产业和新的发展机会,或者新的技术。世界各国都一样。摆在我们面前的确实是值得我们把握的机会,物联网会引发一个很大的产业机会,这也是物联网大的背景决定的。

物联网的发展,从一开始就是和信息技术、计算机技术,特别是网络技术密切相关。“计算模式每隔 15 年发生一次变革”这个被称为“15 年周期定律”的观点,一经美国国际商业机器公司(即 IBM)前首席执行官郭士纳提出,便被认为同英特尔创始人之一的戈登·摩尔提出来的摩尔定律一样准确,并且都同样经过历史的检验。摩尔定律的内容为:集成电路上可容纳的晶体管数目,约每隔 18 个月便会增加一倍,性能也将提升一倍。纵观历史,1965 年前后发生的变革以大型计算机为标志,1980 年前后以个人计算机的普及为标志,而 1995 年前后则发生了互联网革命。每一次的技术变革又都引起企业、产业甚至国家间竞争格局的重大动荡和变化,如图 1-2 所示。



图 1-2 15 年周期定律

从 1999 年概念的提出到 2010 年的崛起,物联网经历了十多年的历程,特别是最近两年的发展极其迅速,不再停留在单纯的概念、设想阶段,而是逐渐成为国家战略、政策扶持的对象。表 1-2 列出了物联网发展历程中的关键点。

表 1-2 物联网发展关键点

时 间	事 件
2005 年	国际电信联盟发布了《ITU 互联网报告 2005: 物联网》,引用了“物联网”的概念,并且指出无所不在的“物联网”通信时代即将来临。然而,报告对物联网缺乏一个清晰的定义,但覆盖范围有了较大的拓展
2009 年年初	美国国际商业机器公司(即 IBM)提出了“智慧的地球”概念,认为:信息产业下一阶段的任务是把新一代信息技术充分运用在各行各业之中,具体就是把传感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、油气管道等各种物体中,并且被普遍连接,形成物联网
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》,其目的为希望欧洲通过构建新型物联网管理框架来引领世界“物联网”发展
2009 年 8 月	日本提出“智慧泛在”构想,将传感网列为国家重要战略,致力于一个个性化的物联网智能服务体系
2009 年 8 月	国务院总理温家宝来到中国科学院无锡研发中心考察,指出关于物联网可以尽快去做三件事情:一是把传感系统和 3G 中的 TD 技术结合起来;二是在国家重大科技专项中,加快推进传感网发展;三是尽快建立中国的传感信息中心,或者叫“感知中国”中心
2009 年 10 月	韩国通信委员会通过《物联网基础设施构建基本规划》,将物联网确定为新增长动力,树立了“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强国”的目标
2010 年 3 月	国务院总理温家宝在《政府工作报告》中,将“加快物联网的研发应用”明确纳入重点产业振兴,表明物联网已经被提升为国家战略,中国开启物联网元年

1.3 物联网的三大推动力

在政治、政策的推动下,以及企业、科技的积极参与中,物联网起航的号角已经响彻大地,物联网世纪已经大踏步向人们走来。现在的物联网起步是艰难的,但是未来的物联网世界是光辉璀璨的,不可阻挡的。

1.3.1 第一大推动力：政府

1998 年 1 月 31 日,美国副总统戈尔在加利福尼亚科学中心,做了题为《数字地球：展望

21 世纪我们这颗行星》的长篇演讲。他在这篇演讲中,首次提到并系统阐述了“数字地球”这个新概念,其构想如图 1-3 所示。

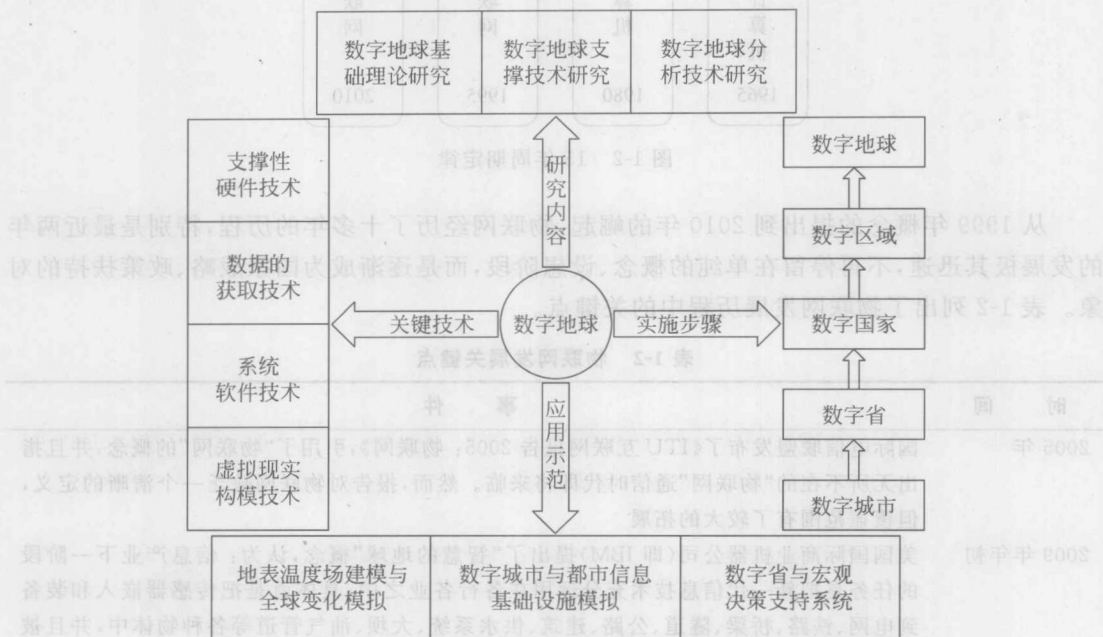


图 1-3 数字地球构想

这个概念提出的前提是,技术创新的新浪潮使人们能够大量地获得、存储、处理和显示关于行星的各种环境和文化现象信息。如此大量的信息构成了“地理坐标系”,它涉及地球表面每一个特定的地方。有了这个数字化的“地理坐标系”信息源,人类就可以淘汰现在的人机对话方式,即利用 Macintosh 和 Windows 操作系统提供的桌面图形方式,从而跨入数字地球的多种分辨率、三维的表述方式,使人类能嵌入巨大数量的地理坐标系数据。

戈尔认为高科技的发展使人类拥有了前所未有的捕捉收集处理和展示信息的手段,但大量的数据并没有得到充分处理,更没有得到充分的使用。例如,一颗地球卫星每两周即可发回地球的完整照片,这种卫星已经运行了 20 年,所收集的信息可谓浩如烟海,但只是储存在数据库里,与绝大多数人的日常生活无关。

要利用这么巨大的信息量为人类服务,必须开发新的信息展示技术,人脑处理信息的“技术”具有速率低而分辨率高的特点,一般人难以在短时间内记住 7 组以上的数据,但是由几十亿个信息单元组成的图像,如一处风景、一张明星的脸,人们却可以过目不忘,乃至一见钟情。由此,戈尔提出,“我们需要一个‘数字地球’,这是一个高分辨率三维空间的数据星球,与地球有关的庞大数据可以存储在里面”,人们借助头戴显示器、特制的数据手套等高分辨率展示工具,就可以在全球自由遨游,不受时间和空间的限制,可以谈笑间“飞”到万里之外或千年之前,寻访南极的一座冰峰或会晤埃及的某位法老。

在美国,奥巴马就职后提出了“智慧地球”的概念,其雏形是 IBM 公司对 21 世纪后社会变化、科技发展、市场实践和全球面临的重大问题进行总结和分析后得出的结论。其核心是以一种更智慧的方法,利用新一代信息通信技术来改变政府、公司和人们相互交互的方式,