

21世纪高等学校规划教材 | 物联网

IBM大学合作项目书籍出版资助

物联网技术导论

桂小林 主编

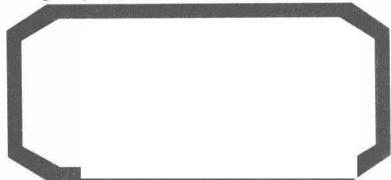
安健 张文东 何欣 王海晟 等 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 物联网

IBM大学合作项目书籍出版资助



物联网技术导论

桂小林 主编
安健 张文东 何欣 王海晟 等 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书基于物联网的应用视角,深入浅出地阐述了物联网的基本原理,介绍了物联网的体系结构、物联网的关键技术和物联网的典型应用。全书主要内容包括物联网感知技术(含传感器原理、射频标识原理和空间定位原理)、物联网传输技术(含短距离无线技术、移动通信技术和卫星通信技术)、物联网数据处理技术(含数据存储技术、数据分析技术和数据检索技术)以及物联网安全技术(含信息安全技术、物联网分层安全技术)等。

本书既可作为普通高等学校物联网工程及相关专业的“物联网工程导论”课程教材,也可作为高职高专相关专业与方向的“物联网技术原理”等相关课程教材,并可作为物联网工程师、物联网用户及物联网爱好者的学习参考书或培训教材。

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

物联网技术导论/桂小林主编.--北京:清华大学出版社,2012.6

21世纪高等学校规划教材·物联网

ISBN 978-7-302-29736-9

I. ①物… II. ①桂… III. ①互连网络—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(2012)第187204号

责任编辑:郑寅堃

封面设计:傅瑞学

责任校对:白 蕾

责任印制:李红英

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:185mm×260mm 印 张:16.75 字 数:411千字

版 次:2012年6月第1版 印 次:2012年6月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:28.00元

产品编号:044816-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

物联网是继计算机、互联网之后,世界信息产业的第三次浪潮。在《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》中,以物联网为代表的新一代信息技术被列为重点培育和发展的战略性新兴产业;在《国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》中,对培育发展以物联网为代表的新一代信息技术战略性新兴产业做了全面部署。预计2013年年底,物联网工程及相关专业总数将达到300余个,在校生规模将超过万人。

本书是为了配合“物联网工程专业”的第一门专业主干课程“物联网工程导论”而编写的,建议分配32学时进行讲解。全书考虑到“新建专业”的特点,在对专业内涵、专业知识领域和知识单元等方面进行研究分析的基础上,科学合理地安排教材内容,目标是提升学生对物联网工程专业的“认知”能力。

全书共分9章,采用分层架构思想,由底而上地论述物联网的体系结构和层次关系。具体内容包括:物联网体系结构、传感器原理、射频标识技术、空间定位技术、物联网通信技术、物联网数据处理技术、物联网信息安全技术和物联网典型应用技术等。此外,考虑到作为新建专业的特点,本书还以附录形式对物联网工程专业的培养方案进行了综述,以期对相关学校构建物联网知识体系提供借鉴。

本书由西安交通大学桂小林教授主编,负责组稿、审定与第7章部分内容和第9章的编写。参与本书编著工作的还有安健(第2~4章),张文东(第1章及4.3节),何欣(第5章),王海晟(第7章),王刚、余思、黄汝维(第6章),庄威(第8章),林秦颖(第2.5节)。

本书内容丰富,章节安排合理,叙述清楚,难易适度,既可作为普通高等学校物联网工程及相关专业的“物联网工程导论”课程教材,也可作为高职高专相关专业与方向的“物联网技术原理”等相关课程教材,并可作为物联网工程师、物联网用户及物联网爱好者的学习参考书或培训教材。

为了配合教学,本书为读者免费提供电子教案和习题解答,需要者可从清华大学出版社网站(<http://www.tup.com.cn>)上下载或西安交通大学相关精品课程网站(<http://202.117.10.252/gxl/>)上获取。

本书获得“IBM大学合作项目书籍出版资助”和国家自然科学基金项目(61172090)部分支持。本书在编写过程中参考了大量的书刊和网上的有关资料,吸取了多方面的宝贵意见和建议,在书中可能未能注明出处,在此对原著作者深表感谢。限于编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请大家批评指正。

编者

2012年5月于西安交通大学



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 物联网的概念	1
1.1.1 物联网的定义	1
1.1.2 物联网的特征	2
1.1.3 “物”的含义	3
1.1.4 物联网概念辨析	3
1.2 物联网的起源与发展	6
1.2.1 物联网的起源	6
1.2.2 物联网的发展	6
1.3 物联网的应用	9
1.4 本章小结	11
习题	11
第 2 章 物联网体系结构	12
2.1 物联网体系结构概述	12
2.1.1 物联网体系结构的意义和功能	12
2.1.2 物联网体系结构的设计原则	14
2.2 物联网体系结构	15
2.2.1 物联网体系结构的基本组成模块	15
2.2.2 感知控制层	17
2.2.3 数据传输层	18
2.2.4 数据管理层	19
2.2.5 应用决策层	21
2.3 物联网关键技术	22
2.3.1 感知标识技术	22
2.3.2 网络与通信技术	24
2.3.3 云计算技术	24
2.3.4 安全技术	25
2.4 已有的物联网相关应用架构	25
2.4.1 无线传感网的体系结构	25
2.4.2 EPC/UID 系统	27
2.4.3 物理—信息融合系统	30

2.4.4	M2M 系统	31
2.5	物联网的反馈与控制	32
2.5.1	自动控制的基本原理与方式	33
2.5.2	物联网系统的控制论解析	36
2.5.3	物联网的控制特性	37
2.5.4	控制理论在物联网中的应用前景	38
2.6	本章小结	38
	习题	38
第3章	传感器技术	39
3.1	传感器概述	39
3.1.1	传感器的功能	39
3.1.2	传感器的特性	40
3.1.3	传感器的发展趋势	42
3.1.4	传感器的应用领域	44
3.2	传感器的分类	46
3.2.1	按照测试对象分类	46
3.2.2	按照工作原理分类	47
3.2.3	按照输出信号分类	48
3.2.4	按照能量分类	48
3.2.5	其他分类标准	49
3.3	传感器技术原理	50
3.3.1	电阻应变式传感器	50
3.3.2	电感式传感器	53
3.3.3	电容式传感器	57
3.3.4	压电式传感器	60
3.3.5	磁电式传感器	63
3.3.6	其他类型的传感器	66
3.4	常见传感器介绍	66
3.4.1	温度传感器	66
3.4.2	湿敏传感器	69
3.4.3	光电式传感器	70
3.4.4	气敏传感器	72
3.4.5	压力传感器	73
3.4.6	加速度传感器	75
3.4.7	智能传感器	75
3.5	本章小结	77
	习题	77

第 4 章 标识与定位技术	79
4.1 条形码技术	79
4.1.1 一维条形码技术	79
4.1.2 二维条形码技术	85
4.1.3 三维条形码技术	87
4.2 RFID 技术	87
4.2.1 RFID 概念及分类	88
4.2.2 RFID 核心技术	92
4.2.3 RFID 的防碰撞技术	98
4.3 定位技术	102
4.3.1 卫星定位技术	103
4.3.2 蜂窝定位技术	108
4.4 本章小结	111
习题	111
第 5 章 物联网通信技术	112
5.1 近距离无线通信技术	112
5.1.1 Wi-Fi 技术	113
5.1.2 蓝牙技术	114
5.1.3 ZigBee 技术	117
5.2 远距离无线通信技术	121
5.2.1 卫星通信技术	121
5.2.2 移动通信技术	126
5.2.3 微波通信技术	135
5.3 有线通信技术	136
5.3.1 双绞线	136
5.3.2 光纤	137
5.3.3 以太网	140
5.4 Internet 技术	144
5.4.1 Internet 通信协议	144
5.4.2 Internet 接入技术	152
5.4.3 路由算法	155
5.5 本章小结	157
习题	158
第 6 章 物联网数据组织与管理	159
6.1 物联网数据的特点	159
6.2 海量感知数据的挖掘与分析	160

6.2.1	海量数据的预处理	160
6.2.2	海量数据挖掘与知识表示	161
6.2.3	知识发现与语义挖掘	163
6.3	海量数据存储	169
6.3.1	基于文件的数据存储技术	169
6.3.2	数据库存储技术	178
6.4	海量数据的快速检索技术	184
6.4.1	文本检索	184
6.4.2	图像检索	185
6.4.3	音频检索	188
6.4.4	视频检索	190
6.4.5	并行检索和分布式检索	191
6.5	本章小结	192
	习题	192
第7章	物联网安全与隐私问题	193
7.1	物联网的安全威胁	193
7.2	物联网的信息安全基础	195
7.2.1	密码学	195
7.2.2	数字签名	199
7.2.3	访问控制	201
7.3	物联网的安全体系	203
7.4	物联网的感知层安全	204
7.4.1	RFID 安全问题	204
7.4.2	传感网安全问题	208
7.4.3	感知数据的安全处理方法	209
7.5	传输层的安全问题	214
7.5.1	传输层的安全挑战和安全需求	214
7.5.2	传输层的安全方法	216
7.6	处理层的安全问题	217
7.6.1	处理层的安全挑战和安全需求	217
7.6.2	数据处理层的安全方法	218
7.7	应用层的安全问题	219
7.7.1	应用层的安全挑战和安全需求	219
7.7.2	应用层的安全方法	220
7.8	本章小结	222
	习题	223

第 8 章 物联网的典型应用	224
8.1 基于物联网的环境监控	224
8.1.1 基于物联网的环境监控系统架构.....	224
8.1.2 基于物联网的环境监控关键技术.....	226
8.1.3 物联网技术在环境监控中的应用.....	227
8.2 基于物联网的智能家居	230
8.2.1 基于物联网的智能家居组织架构.....	231
8.2.2 基于物联网的智能家居关键技术.....	232
8.2.3 物联网技术在智能家居中的应用.....	233
8.3 基于物联网的智能交通管理	234
8.3.1 基于物联网的智能交通系统架构.....	235
8.3.2 基于物联网的智能交通关键技术.....	236
8.3.3 物联网在智能交通中的应用.....	237
8.4 基于物联网的物流管理	240
8.4.1 基于物联网的物流管理系统架构.....	241
8.4.2 基于物联网的物流管理关键技术.....	242
8.4.3 物联网在物流管理中的应用.....	242
8.5 基于物联网的工业管理	243
8.5.1 物联网在工业管理中的架构.....	244
8.5.2 物联网在工业管理中的关键技术.....	244
8.5.3 物联网在工业应用中的实例.....	245
8.6 本章小结	247
习题.....	247
第 9 章 物联网工程专业的知识体系	248
9.1 专业设置	248
9.2 培养目标	249
9.3 知识体系	249
9.4 课程设置	252
参考文献	254

“最深邃的技术是那些‘消失’的技术,这些技术融入到日常生活当中,令人难以分辨。”这是 20 世纪 90 年代初,信息产业还处于个人计算机时代时,计算机科学家马克·魏泽尔对计算机和网络技术未来发展的展望。

经过近二十年的发展,当年的展望正逐渐变成现实。近几年来,伴随着网络技术、通信技术、智能嵌入技术的迅速发展,“物联网”一词频繁地出现在世人眼前。作为下一代网络的重要组成部分之一,物联网概念的提出受到了学术界、工业界的广泛关注,特别是它在刺激世界经济复苏和发展方面的预期作用,引起了欧、美、日、韩等发达地区和国家的重视,从美国 IBM 的“智慧地球”到我国的“感知中国”,各国纷纷制定了物联网发展规划并付诸实施。业界专家普遍认为,物联网技术将会带来一场新的技术革命,它是继个人计算机、互联网及移动通信网络之后的全球信息产业的第三次浪潮。

1.1 物联网的概念

从计算机时代到互联网时代,信息技术的发展给人们的生活和工作带来了巨大的变化。如今,互联网已经融入人们的生活当中,成为日常生活、办公和娱乐不可或缺的一部分。在此基础上,伴随着全球一体化、工业自动化和信息化进程的不断深入,物联网的研究应运而生。

1.1.1 物联网的定义

顾名思义,物联网(Internet of Things)就是一个将所有物体连接起来所组成的物—物相连的互联网络。由于目前对于物联网的研究尚处于起步阶段,物联网的确切定义尚未统一,一个普遍被大家接受的定义为:物联网是通过使用射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)、传感器、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息采集设备,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。

从定义中可以看出,物联网是对互联网的延伸和扩展,其用户端可延伸到世界上任何的物品。国际电信联盟(ITU)在《ITU 互联网报告 2005: 物联网》中指出,在物联网中,一个牙刷、一条轮胎、一座房屋,甚至是一张纸巾都可以作为网络的终端,即世界上的任何物品都能连入网络;物与物之间的信息交互不再需要人工干预,物与物之间可实现无缝、自主、智能

的交互。换句话说,物联网以互联网为基础,主要解决人与人、人与物和物与物之间的互联和通信。

1.1.2 物联网的特征

如图 1-1 所示,与传统的互联网相比,物联网具有以下三个主要特征。

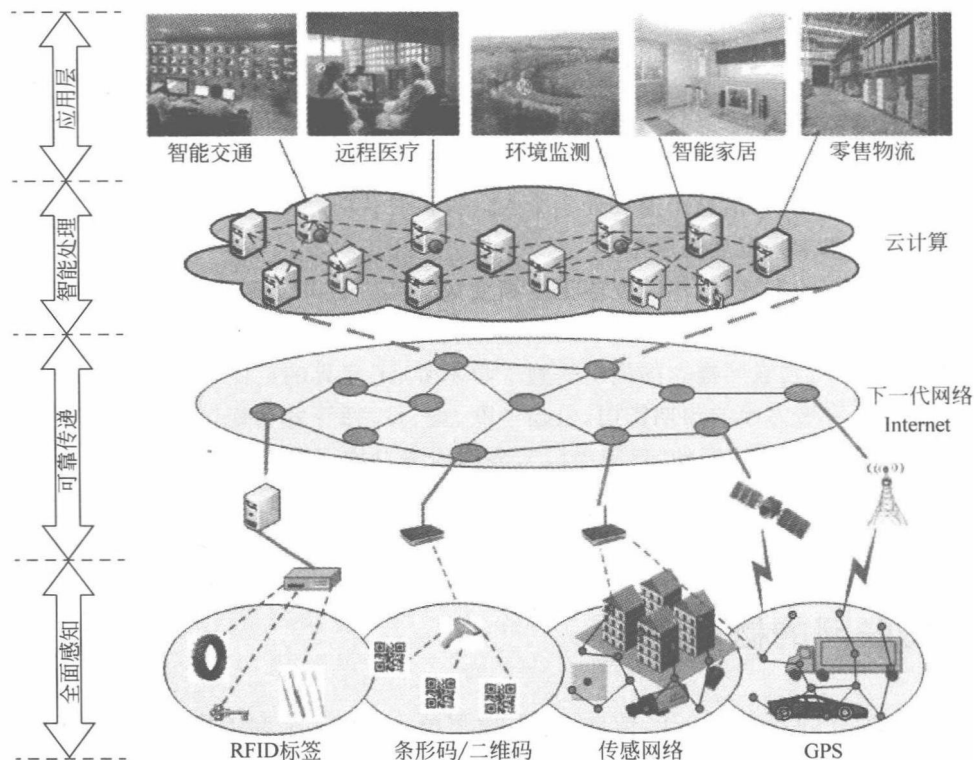


图 1-1 物联网示意图

1. 全面感知

“感知”是物联网的核心。物联网是由具有全面感知能力的物品和人所组成的。为了使物品具有感知能力,需要在物品上安装不同类型的识别装置,例如电子标签(Tag)、条形码与二维码等,或者通过传感器、红外感应器等感知其物理属性和个性化特征。利用这些装置或设备,可随时随地获取物品信息,实现全面感知。

2. 可靠传递

数据传递的稳定性和可靠性是保证物—物相连的关键。为了实现物与物之间信息交互,就必须约定统一的通信协议。由于物联网是一个异构网络,不同的实体间协议规范可能存在差异,需要通过相应的软硬件进行转换,保证物品之间信息的实时、准确传递。

3. 智能处理

物联网的目的是实现对各种物品(包括人)进行智能化识别、定位、跟踪、监控和管理等

功能,这需要智能信息处理平台的支撑。通过云计算、人工智能等智能计算技术,对海量数据进行存储、分析和处理,针对不同的应用需求,对物品实施智能化的控制。

1.1.3 “物”的含义

在物联网中,对“物”的含义做了扩展,除了包括各种家用电器、电子设备、车辆等电子装置、高科技产品外,还包括食物、服装、零部件和文化用品等非电子类物品,甚至包括一片树叶、一条轮胎等。总的来说,物联网中的“物”就是通过 RFID、无线网络、广域网或者其他通信方式互联的可读、可识别、可定位、可寻址、可控制的物品,其中,可识别是最基本的要求。

为了实现“物”的自动识别,需要对物品进行编码,该编码必须具有唯一性。同时,为了便于数据的读取和传输,需要有可靠的数据传输的通路以及遵循统一的通信协议。另外,在一些智能嵌入式系统中,还要求“物”具有一定的存储功能和计算能力,这就需要“物”包含中央处理器(Central Processing Unit,CPU)和必要的系统软件(操作系统)。

1.1.4 物联网概念辨析

物联网作为一个新概念,涉及范围较广,不同行业、不同研究方向对物联网的诠释也不完全相同。归纳起来,可分为以下几种。

1. EPC 系统

早期对物联网的研究主要是以物品标识、虚拟个性的物品/对象技术为主。用户采用在物品上添加电子标签的方法,对物品进行标识,类似于给每一个物品颁发一个“网络身份证”,便于实现物品的智能识别。

产品电子代码(Electronic Product Code,EPC)的提出为快速、高效、智能的物品识别提供了基础。EPC 的概念源于射频识别技术和计算机网络技术的发展。射频识别技术能够在不接触的方式下实现远距离、多标签甚至在快速移动状态下的物体自动识别;计算机网络技术的发展,尤其是互联网技术的发展使得全球信息传递的即时性得到了基本保证。在此基础上,将两项技术结合起来,可方便地实现物品标识和物流供应链的自动追踪管理。

EPC 系统的目标是为每一个物品建立全球性的、开放的标识标准。这类系统的构成主要包括电子标签、读写器、条形码、信息处理系统、编码解析与寻址系统、信息服务系统和互联网等多个学科技术。以 EPC 代码作为产品信息沟通的纽带,通过识别承载 EPC 代码信息的 RFID 标签,利用互联网,实现整个供应链中物品的自动识别和信息交换与共享,进而实现对物品的透明化管理。

EPC 采用多维编码技术体系,实现单个物理实体的唯一标识,并应用全球性的、开放的标识标准完成物体联网识别。其最核心的功能是通过物联网完成物品在生产、仓储、采购、运输、销售及消费全过程的跟踪管理,在真正意义上提高企业和产品供应链的管理。

RFID 技术作为 EPC 系统的一部分,主要用于 EPC 系统的数据存储和数据读写,是实现系统其他技术的基础。欧洲智能系统集成技术平台(EPoSS)认为:RFID 和相关的识别技术是未来物联网的基石,所以,基于 RFID 技术的物品标识是实现物品自动化跟踪和追溯的必要条件。它改变了传统的供应链流程和管理方法,对于实现商品高效的物流管理和

企业管理具有重要意义。

2004年4月22日,我国的产品电子代码管理中心(EPCglobal China)正式成立,同年,“中国EPC与物联网高层论坛”在北京国际会议中心隆重举行,标志着EPC系统正式引入我国。

2. 信息物理系统

随着处理器、存储器集成化程度的不断提高,嵌入式系统在许多领域得到了广泛应用,特别是各类物理设备(如飞机、汽车、家用电器、工业装置、医疗器械、监控装置)。国际上把这种利用计算技术监测和控制物理设备行为的嵌入式系统称为信息物理系统(Cyber Physical Systems, CPS)或者深度嵌入式系统(Deeply Embedded Systems, DES)。美国总统的科学技术咨询委员会(PCAST)在2007年8月发布的题为“挑战下的领导地位:在世界竞争中的信息技术研发”的咨询报告中,明确建议把CPS作为美国联邦政府研究投入最高优先级的课题,由此引发了美国高校和研究机构的CPS研发热潮。

CPS是一个综合计算、网络和物理环境的多维复杂系统,通过计算、通信和控制技术的有机融合与深度协作,实现大型工程系统的实时感知、动态控制和信息服务。它是将计算机虚拟世界与现实物理世界整合到一起,并通过多种形式能与人类进行交互的新一代系统。

CPS系统强调计算、通信与物理系统的一体化设计,可将它理解为传统控制理论在网络上的延伸,所以它比较重视并发性和时间确定性问题,对网络实时性要求也很高。PCAST咨询报告认为,CPS的设计和构造通常涉及无数联网软件和硬件部件,在多个子系统环境下的精细化集成,在监测和控制复杂的、快速动作的物理系统(如医疗设备、武器系统、制造过程、配电设施)运行时,CPS在严格的计算能力、内存、功耗、速度、重量和成本的约束下,必须可靠和实时地工作,因此,系统可靠、高效、实时协同的工作对CPS系统具有重要意义。

CPS可以将离散的、彼此独立的虚拟世界和现实世界连接起来,通过虚拟世界的信息交互,优化物理世界的物体传递、操作和控制,构成更加高效、智能和环保的物理世界。

按照ITU对物联网的定义以及PCAST咨询报告有关CPS定义,可以认为CPS是物联网的技术内涵,而物联网是CPS的具体体现。从应用角度看,可以把信息/网络技术连接物理世界物体的系统称为物联网,物联网提供了CPS未来应用的一个直观展现;从专业角度看,可以把实现物理世界的物体与虚拟世界的信息关联的技术体系称为CPS,CPS提供了物联网研究和开发所需的理论和技术内涵。

3. 传感器网络

1978年,美国国防部高级研究计划局与卡耐基梅隆大学合作,进行分布式传感器网络的研究。受限于当时互联网技术、多种接入网络技术和智能计算技术的发展水平,对于无线传感网络(Wireless Sensor Network, WSN)的研究仅局限于由节点构成的自组织网络。

WSN的定义为:它是一种随机分布的集成有传感器、数据处理单元和通信模块的微小节点通过自组织方式构成的网络。也就是说,WSN是由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器节点组成,通过无线通信方式形成的一个多跳自组织网络,是一种全新的信息获取平台,能够实时监测和采集网络分布区域内的各种检测对象的信息,并将这些信息发送到网

关节点,以实现复杂的、指定范围内的目标检测与跟踪,具有快速展开、抗毁性强等特点。近几年来,随着对 WSN 的相关技术研究的不断深入,无线通信技术(Wi-Fi、ZigBee、BlueTooth 等)和智能计算技术都得到了迅猛发展,使得对物品周围物理环境信息的全面感知成为可能。

我国信息技术标准化技术委员会所属的传感器网络标准工作组对传感器网络的定义为:传感器网络以对物理世界的数据采集和信息处理为主要任务,以网络为信息传递载体,实现物与物、物与人之间的信息交互,提供信息服务的智能网络信息系统。该小组认为,传感器网络综合了微型传感器、分布式信号处理、无线通信网络和嵌入式计算等多种先进信息技术,能对物理世界进行信息采集、传输和处理,并将处理结果以服务的形式发布给用户。

由传感器、通信网络和信息处理系统为主构成的传感网,能够实现实时数据采集、反馈控制和信息共享与存储管理,使网络技术的功能得到极大拓展,可以通过网络实时监控各种环境、设施,甚至能够通过网络进行远程控制。

传感器网络以数据的采集和传输为目的,它并不具备物品到物品的连接能力,更不具备与物理系统连接并且控制物理系统的能力,没有涉及物联网中的核心控制技术,也不具备 CPS 要求的高可靠性。因此从 CPS 角度来看,WSN 并不是物联网,更不是信息物理系统。但是,WSN 的相关技术在一定程度上可支撑物联网的开发与应用。

4. M2M 技术

M2M 是 Machine to Machine 的缩写,用来表示机器与机器之间的连接与通信。它的实质是基于智能机器终端,以多种通信方式为介入手段,为客户提供信息化解决方案,用于满足客户对监控、指挥调度、数据采集和测量等方面的应用需求。需要明确的是,M2M 不是简单的数据在机器之间的传输,它是机器和机器之间的一种智能化、交互式的通信。也就是说,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技术。M2M 技术综合了数据采集、GPS、远程监控、通信、信息等技术,通过将所有机器设备连接起来,使机器之间、人与机器之间实现无缝连接,实现业务流程的自动化。

在物联网框架下,M2M 的应用范围会更加广泛,M 既可以是机器(Machine),也可以是人(Man),又可以涉及自然事物(水温、水位、空气质量等)。但是,M2M 只是物联网的一部分,或者说,M2M 是现阶段物联网发展的具体表现形式。当 M2M 技术得到大规模的普及和推广,并在彼此之间通过网络实现智能的融合和通信后,才能形成物联网。所以,彼此孤立的 M2M 并不是物联网,但 M2M 应用是物联网的构成基础,M2M 的终极目标是物联网。

在 M2M 技术框架中,通信网络处于核心地位。该通信网络包括广域网(无线移动通信网络、卫星通信网络、互联网、公众电话网)、局域网(以太网、无线局域网 WLAN、蓝牙)、个域网(ZigBee、传感器网络)。

我国政府对 M2M 技术十分重视,已将相关产业正式纳入国家《信息产业科技发展“十一五”规划及 2020 年中长期规划纲要》重点扶持项目。目前,中国移动 M2M 终端数已经超过 300 万,主要集中在电力、交通和金融行业;部分省市相继推出了“车务通”、“电梯卫士”、“消防监控系统”等 M2M 应用。中国移动在 2007 年前后在重庆建立了 M2M 运营支撑中心,负责全国 M2M 产品的研发和 M2M 平台的建设等工作。

无论从哪个角度去理解物联网的内涵,其实质都是利用各种信息技术和设备实现物理

世界和信息世界的无缝融合,达到“感、传、控”三位一体,真正实现“物物相联,感知世界”,为用户提供更加便利、更加智能的信息服务。

1.2 物联网的起源与发展

1.2.1 物联网的起源

物联网概念的起源可以追溯到1995年,比尔·盖茨在《未来之路》一书中对信息技术未来的发展进行了预测,其中描述了物品接入网络后的一些应用场景,这可以说是物联网概念最早的雏形。但是,由于受到当时无线网络、硬件及传感器设备的发展水平限制,并未能引起足够的重视。

1998年,麻省理工学院(MIT)提出基于RFID技术的唯一编号方案,即产品电子代码(EPC),并以EPC为基础,研究从网络上获取物品信息的自动识别技术。在此基础上,1999年,美国自动识别技术(AUTO-ID)实验室首先提出“物联网”的概念。研究人员利用物品编码和RFID技术对物品进行编码标识,再通过互联网把RFID装置和激光扫描器等各种信息传感设备连接起来,实现物品的智能化识别和管理。当时对物联网的定义还很简单,主要是指把物品编码、RFID与互联网技术结合起来,通过互联网络实现物品的自动识别和信息共享。

物联网概念的正式提出是在国际电信联盟(ITU)发布的《ITU互联网报告2005: The Internet of Things》中。该报告对物联网的概念进行了扩展,提出物品的3A化互联,即任何时刻(Any Time)、任何地点(Any Where)、任何物体(Any Thing)之间的互联,这极大地丰富了物联网概念所包含的内容,涉及的技术领域也从RFID技术扩展到传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术等。

物联网的概念是在国际一体化、工业自动化和信息化不断发展和相互融合的背景下产生的。业内专家普遍认为,物联网一方面可以提高经济效益,大大节约成本,另一方面可以为全球的经济复苏提供技术动力。

无锡物联网产业研究院院长、中国973计划物联网首席科学家刘海涛指出,以计算为核心的第一次信息产业浪潮推动了信息技术进入智能化时代,以网络为核心的第二次信息产业浪潮推动了信息技术进入网络化时代,在以感知为核心的第三次信息产业浪潮中,物联网将推动信息技术进入社会化时代。

1.2.2 物联网的发展

目前,对物联网的研发、应用主要集中在美、欧、日、韩等发达国家或地区。各国都在加快对物联网研究的步伐,以争取在该领域的国际领先地位,我国也积极参与其中,并在标准制定和相关技术研究方面取得了阶段性的成果。

1. 国际发展现状

美国作为物联网技术的主导国之一,最早展开了物联网及相关技术与应用的研究。