



“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材

物联网技术原理

**Internet of Things:
Technologies and Principles**

主 编 桂小林 安 健

高等教育出版社

“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材

物联网技术原理

Wulianwang Jishu Yuanli

主 编 桂小林 安 健
副主编 戴慧珺 冀亚丽 彭振龙

高等教育出版社·北京

内容提要

本书从传感、检测、传输、处理和控制等多个角度阐述物联网的技术原理,深入浅出地阐述了物联网的基本起源和发展历程、物联网的概念和特征、物联网的体系结构和关键技术。全书主要内容包括物联网传感器原理、射频标识原理、空间定位原理、数据通信原理以及物联网数据存储和分析技术、物联网信息安全技术和物联网应用设计技术等,可作为高等学校本科物联网工程专业的核心课程“物联网技术”和“物联网原理”等的教材。

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术原理 / 桂小林, 安健主编. -- 北京:
高等教育出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-04-045024-8

I. ①物… II. ①桂… ②安… 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(2016)第 048036 号

策划编辑 韩 飞	责任编辑 韩 飞	封面设计 张 志	版式设计 杜微言
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刁丽丽	责任印制 田 甜	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京嘉实印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 24.25
字 数 530 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
网上订购	http://www.hepmall.com.cn http://www.hepmall.com http://www.hepmall.cn
版 次	2016年5月第1版
印 次	2016年5月第1次印刷
定 价	39.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 45024-00

数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站，请登录网站后开始课程学习。

一、注册/登录

访问 <http://abook.hep.com.cn/1875901>，点击“注册”，在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”页面。

二、课程绑定

点击“我的课程”页面右上方“绑定课程”，正确输入教材封底防伪标签上的 20 位密码，点击“确定”完成课程绑定。

三、访问课程

在“正在学习”列表中选择已绑定的课程，点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并点击“进入课程”。

四、资源说明

与本书配套的易课程数字课程资源包括电子课件、习题分析与解答，以便读者学习使用。如有账号问题，请发邮件至：abook@hep.com.cn。



物联网技术原理

主编 桂小林 安健

用户名

密码

验证码

进入课程

注册

重要通知

数字课程介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

本数字课程与“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”项目规划教材《物联网技术原理》纸质教材一体化设计，配套使用，为读者提供电子教案、示例代码、习题解答等多种形式的辅助教学资源，丰富了知识的呈现形式，拓展了教材内容。在有效帮助读者提升课程学习效果的同时，也为读者自主学习提供思维与探索的空间。

因系统升级，所有用户都需要先注册（不能用书后的明码暗码直接登录）。注册后的用户登录后，请先点击页面右上方“绑定课程”，正确输入教材封底标签上的明码和密码完成课程选择。

出版说明

信息化社会需要大量的计算机类专业人才。据统计,目前我国计算机类专业布点总数已逾2800个,这些专业点为国家的现代化建设培养了大批计算机类专业人才,其中绝大多数是应用型人才。如何按照社会需求,确定合理的人才培养目标,并在其制导下培养特色突出的应用型人才,是提高教育质量和水平的重要任务。

为了更好地引导高校计算机类各专业点构建有特色的培养方案,例如,能够体现行业特色、区域需求,同时建设体现这些特色的学科基础课和专业课,促进本科计算机类专业应用型人才培养,出版一批体现应用型人才培养特色的新形态教材,教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会、全国高等学校计算机教育研究会与高等教育出版社联合组建了“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”课题组,基于《计算机类专业教学质量国家标准》,围绕软件工程、网络工程、物联网工程等专业应用型人才培养的研究展开相关工作。

在研究的基础上,课题组汇聚80多所高校的教学经验,协同创新,开展了核心课程教学资源建设以及教材建设,这套教材作为课题研究的重要成果之一,具有以下几个显著特点。

- 以课题研制的《高等学校本科计算机类专业应用型人才培养指导意见》为指导,委托有丰富教学实践经验的教师编写,内容覆盖了不同专业的学科基础课、专业核心课及专业方向课。

- 教材内容基于理论适用,突出理论与实践相结合,强调“做中学”,引入丰富的实验案例,摒弃大而全、重理论轻实践的做法,结构新颖、努力突出专业特色。

- 采用纸质教材与数字资源相结合的形式,将教学内容与课程建设充分展示出来,使教师和学生借助网络实现全方位的个性化教学。

相信这套教材的出版能够起到推动各高校计算机类专业建设、提高教学水平和人才培养质量的作用。希望广大教师在教学过程中对教材提出宝贵的意见和建议,使其在使用过程中不断完善。

教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会
全国高等学校计算机教育研究会
高等教育出版社
2015年3月

前言

物联网 (Internet of Things) 将无处不在的智能终端和设备通过移动互联网连接在一起, 提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、远程控制、安全防范、决策支持等管理和服务功能, 实现对“万物”的高效、安全、可靠的感、传、智、控一体化。本书根据物联网的这些特征, 从物联网技术一体化的角度, 全方位地阐述物联网的技术原理。

本书是为了配合物联网工程专业的核心主干课程“物联网技术”或“物联网原理”而编写。考虑物联网工程专业的特点, 全书在对专业内涵、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技术的深刻理解能力。

全书共分7章, 采用分层架构思想, 由下而上地论述物联网技术的概念、体系结构、关键技术和应用设计, 具体内容包括物联网技术概论、物联网传感器技术、物联网标识与定位技术、物联网通信原理、物联网数据处理、物联网信息安全和物联网应用设计等。

本书由桂小林、安健主编, 参与本书编写工作的有戴慧珺、冀亚丽和彭振龙等: 桂小林编写了第1章和第6章以及全书统稿, 安健编写了第2章和第3章, 戴慧珺编写了第4章, 冀亚丽编写了第5章, 彭振龙编写了第7章。本书在编写过程中还使用了张学军、张文东、王刚、黄汝维、余思和庄威等提供的部分素材。

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“物联网技术”课程教材, 以及高职高专相关专业物联网课程的教材, 也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, 需要者可从高等教育出版社数字课程网站下载或从西安交通大学精品课程网站获取。

本书部分工作获得国家自然科学基金项目(61172090, 61472316)的支持。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, 在此对原著作者深表感谢。限于编者水平有限, 书中难免有错误之处, 敬请批评指正。

编 者

2016年1月于西安交通大学

目录

第1章 物联网技术概论	1	2.2.3 信号和信号调理	26
1.1 物联网的概念与特征	1	2.2.4 微处理器和微控制器	27
1.1.1 物联网的起源与发展	1	2.2.5 输入和输出	32
1.1.2 物联网的概念	2	2.2.6 信号转换	33
1.1.3 物联网的特征	3	2.3 传感器的特性与分类	34
1.2 物联网的体系结构	4	2.3.1 传感器的静态特性	34
1.2.1 物联网的4层体系结构	4	2.3.2 传感器的动态特性	37
1.2.2 物联网的3层体系结构	6	2.3.3 传感器的校准	40
1.3 物联网的关键技术	7	2.3.4 传感器的分类	41
1.3.1 感知层关键技术	7	2.4 传感器的技术原理	43
1.3.2 传输层关键技术	11	2.4.1 电阻应变式传感器	43
1.3.3 处理层关键技术	13	2.4.2 电感式传感器	48
1.3.4 物联网安全技术	14	2.4.3 电容式传感器	52
1.4 物联网应用技术	15	2.4.4 压电式传感器	55
1.4.1 无线传感器网络应用 架构	15	2.4.5 磁电感应式传感器	60
1.4.2 EPC/UID 系统	17	2.5 传感器在智能手机中的应用	64
1.4.3 物理信息融合系统	19	2.5.1 智能手机中的触摸屏	65
1.4.4 M2M 系统	20	2.5.2 智能手机中的摄像头	67
本章小结	21	2.5.3 智能手机中的重力式传 感器	68
习题1	21	本章小结	69
第2章 物联网传感器技术	23	习题2	69
2.1 物联网感知层的功能	23	参考文献	71
2.1.1 传感与检测功能	23	第3章 物联网标识与定位技术	72
2.1.2 标识功能	24	3.1 物体标识的含义	72
2.1.3 定位功能	24	3.1.1 物体标识的作用	72
2.2 传感器的功能与结构	25	3.1.2 物体标识的方法	72
2.2.1 传感器的功能	25	3.2 一维条形码	75
2.2.2 传感器的组成单元	25	3.2.1 一维条形码的相关参数	75

3.2.2 扫描原理	76	4.2.2 物联网通信方式	139
3.2.3 识读原理	77	4.2.3 物联网通信指标	140
3.2.4 典型的一维码	78	4.3 物联网通信过程	142
3.3 二维条形码	81	4.3.1 物联网信号的采样及 量化	143
3.3.1 二维码的特点	81	4.3.2 物联网信源编码	147
3.3.2 二维码的分类	82	4.3.3 物联网信道编码	150
3.3.3 二维码的识读	83	4.3.4 物联网同步编码	153
3.3.4 典型的二维码	84	4.3.5 物联网信号调制技术	154
3.4 RFID 技术	92	4.3.6 信号复用技术	156
3.4.1 RFID 系统的组成与 分类	92	4.3.7 多址接入技术	157
3.4.2 RFID 的电子标签	94	4.4 物联网短距离无线通信	161
3.4.3 RFID 的读写器	100	4.4.1 蓝牙	162
3.4.4 RFID 的工作原理	103	4.4.2 WiFi	164
3.5 RFID 关键技术	104	4.4.3 红外通信	166
3.5.1 RFID 系统的工作模型	104	4.4.4 ZigBee 通信	167
3.5.2 RFID 系统的耦合方式	105	4.4.5 超宽带 (UWB) 技术	171
3.5.3 RFID 相关电磁场理论	108	4.5 物联网移动通信	176
3.5.4 RFID 的编码与调制	109	4.5.1 移动通信分类	176
3.5.5 RFID 的防撞撞技术	111	4.5.2 移动通信发展历史	177
3.6 物体定位方法	118	4.5.3 移动通信组成	183
3.6.1 卫星定位技术	119	4.6 物联网长距离通信技术	185
3.6.2 蜂窝定位技术	125	4.6.1 卫星通信	185
3.6.3 WiFi 定位技术	128	4.6.2 微波通信	190
3.6.4 RFID 定位技术	130	4.7 物联网有线通信	192
本章小结	132	4.7.1 通信介质和设备	192
习题3	132	4.7.2 以太网	195
参考文献	134	4.7.3 Internet 网络	196
第4章 物联网通信原理	135	4.7.4 路由算法	200
4.1 物联网通信特征	135	4.8 无线传感器网络	202
4.1.1 物联网通信对象	135	4.8.1 无线传感器网络体系	203
4.1.2 物联网通信分类	136	4.8.2 无线传感器网络的 MAC 层协议	204
4.2 物联网通信系统	138	4.8.3 无线传感器网络的	
4.2.1 物联网通信模型	138		

路由协议	208	6.1.1 物联网的安全问题 分析	285
4.8.4 无线传感器网络的 拓扑控制	211	6.1.2 物联网的安全特征	287
4.8.5 无线传感器网络的 网络管理	214	6.1.3 物联网的安全需求	287
4.8.6 无线传感器网络的 典型应用	219	6.1.4 物联网的安全现状	289
本章小结	222	6.2 物联网的安全架构	289
习题4	222	6.3 物联网感知层安全	294
参考文献	223	6.3.1 感知层的安全挑战	294
第5章 物联网数据处理	224	6.3.2 感知层的安全问题	295
5.1 物联网数据特征	224	6.3.3 感知层的安全与隐私 机制	299
5.1.1 数据特点	224	6.4 物联网传输层安全	303
5.1.2 数据类型	225	6.4.1 传输层的安全挑战	304
5.2 物联网数据存储	226	6.4.2 传输层的安全问题	304
5.2.1 物联网数据存储概述	226	6.5 物联网数据层安全	308
5.2.2 基于数据库的存储	227	6.5.1 数据安全概述	308
5.2.3 基于文件的存储	237	6.5.2 密码学的基本概念	311
5.2.4 HDFS 文件系统	240	6.5.3 密码分析方法	313
5.3 物联网数据管理	246	6.5.4 经典密码学	314
5.3.1 数据处理平台简介	246	6.5.5 现代密码学	315
5.3.2 云计算平台	249	6.5.6 新型密码学	322
5.3.3 虚拟化技术	252	6.6 物联网应用层安全	324
5.3.4 MapReduce	255	6.6.1 身份认证	325
5.4 物联网数据分析	268	6.6.2 访问控制	327
5.4.1 分类	270	6.6.3 数字签名	330
5.4.2 关联分析	275	6.6.4 隐私保护	331
5.4.3 聚类分析	278	本章小结	335
5.4.4 异常检测	282	习题6	335
本章小结	282	第7章 物联网应用设计	337
习题5	283	7.1 物联网应用系统设计原则	337
参考文献	284	7.2 感知层设计	338
第6章 物联网信息安全	285	7.2.1 传感器节点选择标准	338
6.1 物联网的安全问题	285	7.2.2 传感器的选择方法	339
		7.2.3 传感器节点软硬件设计	344

7.3 传输层设计	346	7.6.1 智慧城市的主要特征	358
7.4 应用层设计	348	7.6.2 智慧城市的建设目标	359
7.4.1 物联网应用需求分析	348	7.6.3 智慧城市的系统功能	361
7.4.2 物联网应用协议	351	7.6.4 智慧城市的技术体系	362
7.5 物联网应用技术	354	7.6.5 智慧城市信息安全体系 ...	366
7.5.1 软硬件开发技术	354	7.6.6 智慧城市评价体系	367
7.5.2 传感器部署技术	355	本章小结	370
7.5.3 应用系统部署技术	356	习题7	370
7.5.4 系统维护技术	357	参考文献	373
7.6 基于物联网的智慧城市建设	358		

第1章 物联网技术概论

近年来,随着移动互联网的发展,条码、标签、手机等工具的广泛使用,“物联网”一词频繁地出现在世人眼前。物联网作为下一代网络的重要组成部分之一,其概念的提出,受到了学术界、工业界的广泛关注,并引起了欧、美、日、韩等发达国家的重视。从美国的“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革命的第三次浪潮。

1.1 物联网的概念与特征

最初,物联网(Internet of Things, IoT)是指基于 Internet 利用射频标签(Radio Frequency Identification, RFID)技术、电子产品编码(Electronic Product Code, EPC)标准在全球范围内实现的一种网络化物品实时信息共享系统。后来, IoT 逐渐演化成为一种融合了传统网络、传感器、无线自组织网络、普适计算、云计算和大数据等信息与通信技术(Information and Communications Technology, ICT)的完整的信息产业链。

1.1.1 物联网的起源与发展

物联网的起源可以追溯到 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。1998 年,美国麻省理工学院(MIT)提出了基于 RFID 技术的唯一编号方案,即电子产品代码(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。

1999 年,美国自动识别技术(AUTO-ID)实验室首先提出了“物联网”的概念。2005 年,国际电信联盟(ITU)发布了《ITU 互联网报告 2005:“The Internet of Things”》,物联网(IoT)这一概念开始正式普及和使用。

2007 年,美国率先在马萨诸塞州剑桥城打造全球第一个全城无线传感网。2009 年 1 月 IBM 首席执行官彭明盛提出“智慧地球”的概念。2009 年 6 月,欧盟委员会正式提出了《欧盟物联网行动计划》。2009 年 8 月,日本提出 i-Japan 战略,在 u-Japan 的基础上,强调电子政务和社会信息服务应用。

在中国,1999 年中国科学院启动了传感网的研究。2009 年 8 月 7 日,温家宝总理在“无锡微纳传感网工程技术研发中心”视察并发表重要讲话,提出了“感知中国”的理念。

2010年1月,国务院同意国家发展改革委《关于加快培育战略性新兴产业有关意见的报告》,对加快培育我国战略性新兴产业做出了总体部署。2010年9月8日,国务院常务会议审议并通过《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》(以下简称《决定》),10月10日正式颁布决定。

《决定》根据战略性新兴产业的特征,立足我国国情和科技、产业基础,现阶段重点培育和发展节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车等产业。其中,新一代信息技术产业发展的重点方向和主要任务是:加快建设宽带、泛在、融合、安全的信息网络基础设施,推动新一代移动通信、下一代互联网核心设备和智能终端的研发及产业化,加快推进三网融合,促进物联网、云计算的研发和示范应用;着力发展集成电路、新型显示器、高端软件、高端服务器等核心基础产业;提升软件服务、网络增值服务等信息服务能力,加快重要基础设施智能化改造;大力发展数字虚拟等技术,促进文化创意产业发展。

《决定》指出,要发挥研究型大学的支撑和引领作用,加强战略性新兴产业相关专业学科建设,增加急需的专业学位类别。改革人才培养模式,制定鼓励企业参与人才培养的政策,建立企校联合培养人才的新机制,促进创新型、应用型、复合型和技能型人才的培养。

2010年2月25日,教育部发布关于战略性新兴产业相关专业申报和审批工作的通知(教高厅函〔2010〕13号),决定在2010年4月底前完成一次战略性新兴产业相关专业的申报和审批工作。

2010年7月12日,教育部公布高等学校战略性新兴产业相关本科新专业名单,其中30所高校获准设立物联网工程本科专业,5所高校获准设立传感网技术本科专业。

1.1.2 物联网的概念

目前,物联网的定义尚未统一。在早期,物联网的英文名称为“Internet of Things”(简称IoT)。而现在,物联网的概念还在不断演化,有人将物联网的英文名称描述为“Internet of Everything”。但不管概念如何变迁,物联网的核心思想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。

物联网作为一种新技术,虽然定义千差万别,但有一个为大众所普遍接受的定义,即物联网是通过使用射频识别(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。

从上述定义可以看出,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、一个轮胎、一幢房屋,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。

除了上面的定义外,物联网在国际上还有如下几个有代表性的描述。

- 国际电信联盟:从时-空-物三维视角看,物联网是一个能够在任何时间(Anytime)、任何地点(Anyplace),实现任何物体(Anything)互联的动态网络,它包括了个人计算机(PC)之间、人与人之间、物与人之间、物与物之间的互联。

- 欧盟委员会:物联网是计算机网络的扩展,是一个实现物物互联的网络。这些物体可以有IP地址,嵌入到复杂系统中,通过传感器从周围环境获取信息,并对获取的信息进行响应和处理。

- 中国物联网发展蓝皮书:物联网是一个通过信息技术将各种物体与网络相连,以帮助人们获取所需物体相关信息的巨大网络;物联网通过使用射频识别RFID、传感器、红外感应器、视频监控、全球定位系统、激光扫描器等信息采集设备,通过无线传感网、无线通信网络(如WiFi、WLAN等)把物体与互联网连接起来,实现物与物、人与物之间实时的信息交换和通信,以达到智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的目的。

1.1.3 物联网的特征

尽管对物联网概念有一些不同的描述,但其内涵基本相同。物联网的核心思想就是将感知的信息进行远程传输、智能处理,为国家、企业和个人决策提供支撑。即物联网在提供高效的服务过程中,应该具备如下三个特征:全面感知、可靠传递和智能处理。

图1-1所示,给出了物联网三大特征的形象化描述。

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:智能卡、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。由于物联网数据传输可能使用的是一个异构的通信网络,包括移动通信系统(GPRS、3G、LTE和5G等)、WiFi系统、射频通信系统(RF)、

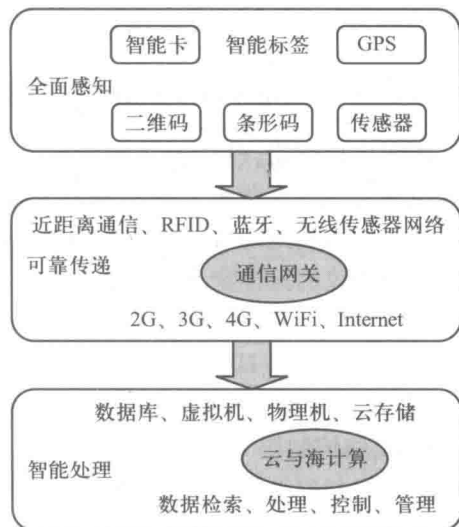


图1-1 物联网的三大特征

蓝牙、无线传感器网络 (WSN) 和卫星通信系统等。这些不同的通信系统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, 从而保证物品之间信息的实时、准确传递。为了实现物与物之间的信息交互, 将不同传感器的数据进行统一处理, 必须开发出支持多协议格式转换的通信网关。通过该通信网关, 将各种传感器的通信协议转换成预先约定好的统一的通信协议。

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。这就需要智能信息处理平台的支撑, 通过数据库、云计算 (虚拟机、云存储)、海计算、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。

由此可见, 物联网融合了各种信息技术, 突破了互联网的限制, 将物体接入信息网络, 实现了“物-物相连的物联网”。物联网支撑信息网络向全面感知和智能应用两个方向拓展、延伸和突破, 从而影响国民经济和社会生活的方方面面。

1.2 物联网的体系结构

认识任何事物都要有一个从整体到局部的过程, 尤其对于结构复杂、功能多样的系统更是如此。物联网也不例外。首先, 需要了解物联网的整体结构, 然后进一步讨论其中的细节。物联网是一个开放型体系架构, 由于处于发展阶段, 不同的组织和研究群体, 对物联网提出了不同的体系结构。但不管是3层体系结构、4层体系结构还是5层体系结构, 其关键技术是相通和类同的。下面分别以4层体系和3层体系为例详细描述物联网的整体结构。

1.2.1 物联网的4层体系结构

国际电信联盟 (ITU) 的物联网产业白皮书给出了物联网的3层架构, 包括感知层、传输层和应用层。也有些研究在此基础上进一步细化, 加入接入层或中间件层。如图1-2所示, 给出了一种物联网的4层体系结构, 用以指导物联网的理论研究。该结构侧重物联网的定性描述而不是协议的具体定义。因此, 物联网可以定义为一个包含感知控制层、数据传输层、数据组织与管理层、应用决策层的四层体系结构。

该体系结构以ITU-T在Y.2002建议中描述的泛在传感器网络 (Ubiquitous Sensor Network, USN) 高层架构作为基础, 采用自下而上的分层架构。各层功能描述如下。

1. 感知控制层

感知控制层简称感知层, 它是物联网发展和应用的基础, 由RFID读写器、智能传感节点和接入网关等组成。各种传感节点通过感知目标环境的相关信息, 并自行组网传递到网关接入点, 网关将收集到的数据通过互连网络提交到后台计算系统处理。后台计算系统处理的结果可

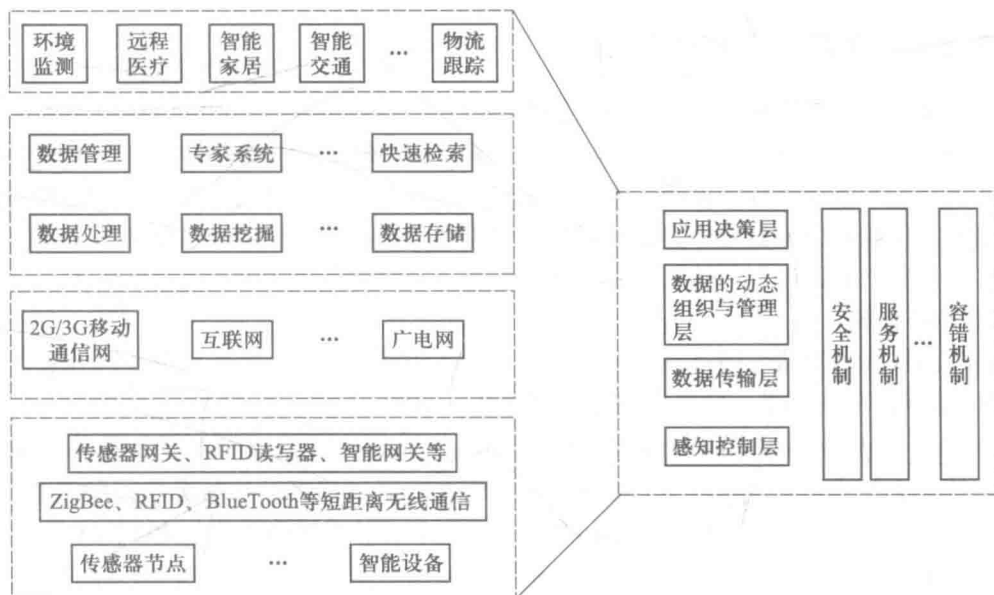


图 1-2 物联网的 4 层体系结构

以反馈到本层，作为实施动态控制的依据。

2. 数据传输层

数据传输层主要负责通过各种接入设备实现互联网、短距离无线网络和移动通信网等不同类型的网络融合，实现物联网感知与控制数据的高效、安全和可靠传输。此外，还提供路由、格式转换、地址转换等功能。

3. 数据组织与管理层

数据组织与管理层提供物联网资源的初始化，监测资源的在线运行状况，协调多个物联网资源（计算资源、通信设备和感知设备等）之间的工作，实现跨域资源间的交互、共享与调度，实现感知数据的语义理解、推理、决策以及提供数据的查询、存储、分析、挖掘等。并利用云计算平台为感知数据的存储、分析提供支持。云计算平台是信息处理的重要组成部分，也是应用层各种应用的基础。

4. 应用决策层

物联网应用决策层利用经过分析处理的感知数据，为用户提供多种不同类型的服务，如检索、计算和推理等。物联网的应用可分为监控型（物流监控、污染监控），控制型（智能交通、智能家居），扫描型（手机钱包、高速公路不停车收费）等。应用层针对不同应用类别，定制相适应的服务。

此外，物联网在每一层中，还应包括安全机制、服务机制和容错机制等技术，用来贯穿物联网系统的各个层次，为用户提供安全、可靠和可用的应用支持。

1.2.2 物联网的3层体系结构

显然,在物联网的四层体系结构中,层与层的划分不够明晰。合理的结构应该是基于高度抽象的功能层级,它包含了感知控制层、数据传输层和数据处理层。感知控制层主要承担物体的标识、信息的采集和远程的控制,数据传输层承担各类设备的网络接入以及信息的传输,数据处理层完成信息的分析处理和决策,以及实现或完成特定的智能化应用和服务任务,以实现物-物、人-物之间的识别与感知,发挥智能作用。下面对各层功能进行简单描述。

1. 感知控制层

感知控制层作为物联网的核心层,主要用于物品标识和信息的智能采集,它由基本的感应器件(RFID标签和读写器、各类传感器、摄像头、GPS、二维码标签和识读器等基本标识和传感器件),以及感应器组成的网络(RFID网络、传感器网络等)两大部分组成。该层的核心技术包括电子射频技术、新兴传感器技术、无线网络组网技术、现场总线控制技术(FCS)等,涉及的核心产品包括传感器、电子标签、传感器节点、无线路由器、无线网关等。

有些层级分类中,把底层的RFID、传感器等各类识别和感应器件组成的通信传输网络放到传输层里,这样理解有失偏颇。既然是“层”,就要能够独立完成相应功能,因此基于自组网技术、现场总线技术构建的感知网络也在这个层面,尽管它们也具有短距离的传输、通信功能,但是不能列入传输层。部分物联网的感知层要独立完成信息处理和控制功能,因此,这部分物联网的架构中应该包含有独立的处理控制中心等处理控制模块。

2. 数据传输层

数据传输层主要完成接入和传输功能,是进行信息交换、传递的数据通路,包括接入网与传输网两种。传输网由公网和专网组成,典型传输网络包括电信网(固网、移动网)、广电网、互联网、电力通信网、专用网等。接入网包括光纤接入、无线接入、以太网接入、卫星接入等各类接入方式,实现底层的传感器网络、RFID网络最后1 km的接入。

3. 数据处理层

数据处理层由业务支撑平台(中间件平台)、网络管理平台(M2M管理平台)、信息处理平台、信息安全平台、服务支撑平台等组成,完成协同、管理、计算、存储、分析、挖掘以及提供面向行业和大众用户的服务等功能,典型技术包括中间件技术、虚拟技术、高可信技术。云计算服务模式、面向服务体系架构(SOA)、大数据处理等先进技术和服务模式也可以被广泛采用。

尽管物联网在智能工业、智能交通、环境保护、公共管理、智能家庭、医疗保健等经济和社会各个领域的应用特点千差万别,但是每个应用的基本架构都包括感知、传输和处理三个层次,各种行业和各个领域的专业应用子网都是基于三层基本架构构建的。

1.3 物联网的关键技术

物联网技术综合了传感器技术、嵌入式计算技术、互连网络及无线通信技术、分布式信息处理技术等多种领域技术,具有十分广阔的应用前景,在智能家居、工农业控制、城市管理、远程医疗、环境监测、抢险救灾、反恐反恐、危险区域远程控制等众多领域有着广泛的应用价值。

1.3.1 感知层关键技术

感知是指对客观事物的信息直接获取并进行认知和理解的过程。人们对于信息获取的需求促使其不断研发新的技术来获取感知信息,如传感器、RFID、定位技术等。感知和标识是物联网实现“物物相联,人物互动”的基础,各种类型的传感器在弥合物理和虚拟世界差距方面发挥了关键作用,数据的产生、获取、传输、处理、应用是物联网的重要组成部分,其中数据的获取是物联网智能信息化的重要环节之一,没有它,物联网也就成了无水之源、无本之木。如图1-3所示,给出了感知层的主要关键技术。

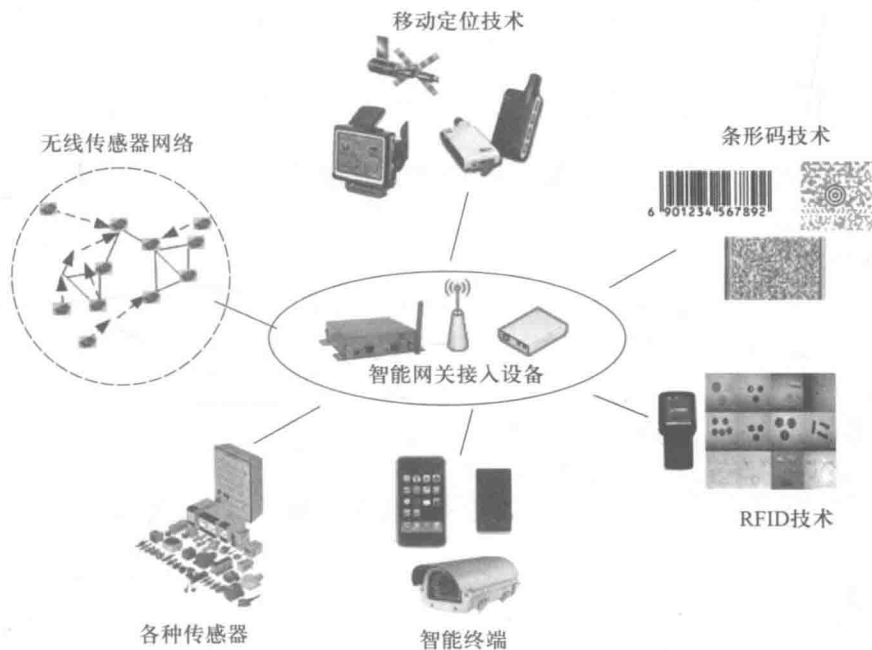


图1-3 感知层关键技术

1. 传感器技术

传感器技术是将物理量(或化学量)转化为计算机能够识别和处理的数字量的一种技术。