



普通高校“十三五”规划教材

配有  
课件

# 无线通信

主 编 杜庆伟

副主编 严 波 赵彦超

赵军锋 李世明

WUXIAN TONGXIN ZHONG DE YIDONG JISUAN

# 中的移动计算

北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

# 无线通信中的移动计算

主 编 杜庆伟

副主编 严 波 赵彦超 赵军锋 李世明

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

无线通信包含了众多的通信技术,为了对这些技术进行有效的组织,本书引进了现今热门的物联网技术,并通过对物联网通信过程的分析,将无线通信技术分为三个大环节进行组织,分别是接触环节的通信技术、末端网通信技术、接入网通信技术。鉴于末端网通信技术是当前物联网通信研究中最重要的一部分,所以又将末端网通信技术细分为了两个部分。因此,包括引论在内,本书一共分为五个部分。

第一部分首先简要介绍了移动计算和物联网的相关概念,然后着重介绍了本书对物联网通信环节的理解以及全书的组织思想。第二部分介绍了接触环节的无线通信技术,这是为了感知而进行的通信,主要包括标签 RFID 和导航等的通信技术。第三部分和第四部分是本书的核心,重点介绍了末端网中所使用的无线通信技术,包括无线底层技术和无线 Ad Hoc 网络通信技术。最后一部分是接入网技术,包括一些主流的无线接入技术。鉴于读者对互联网部分已经比较熟悉了,因此不作为本书的重点。

本书的特点:首先,尽量从物联网的应用角度来介绍各种无线通信技术,包括为很多通信技术都准备了应用案例;其次,以物联网通信环节来组织教材内容,尽管可能并不一定准确,但是可以给用户一个大致的架构;再次,尽量选取当前主要的无线通信技术,并且以算法介绍为主;最后,本书将各种通信基础知识分散融入到具体技术当中,可以避免枯燥、盲目的为了学习而学习的情况。

本书写作过程中力图做到概念准确,语言简洁,图文并茂。本书可以作为高校计算机专业本科生和研究生的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

无线通信中的移动计算 / 杜庆伟主编. -- 北京 :  
北京航空航天大学出版社, 2016. 6  
ISBN 978-7-5124-2138-7

I. ①无… II. ①杜… III. ①移动无线通信—计算  
IV. ①TN924

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 117322 号

版权所有,侵权必究。

### 无线通信中的移动计算

主 编 杜庆伟

副主编 严 波 赵彦超 赵军锋 李世明

责任编辑 王 瑛 苏永芝

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×1 092 1/16 印张:17 字数:435 千字

2016 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-2138-7 定价:39.00 元

---

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

# 前 言

无线通信是当前研究的热点,是快速发展的一个专业。经过多年的教学,编者对无线通信技术有了一些粗浅的认识,希望总结一下。但是无线通信技术内容非常庞杂,为了能有更新颖的视角,本书借助物联网这个新概念来进行组织。物联网也是当前研究和应用的热点,而物联网的通信技术,是物联网非常重要的环节,属于基础设施,重要性不言而喻。两个发展迅速的新知识结合在一起,可以互相借鉴和补充,以增强读者对两者的认识和理解。

本书内容侧重于物联网中无线通信这一大的领域,借鉴众所周知的泛在传感器网络 USN 高层架构这一思想,构建通信技术应用环节这一小领域;分析采编了当下物联网通信经常采用的典型无线通信技术,作为知识单元;对无线通信技术中涉及的各种概念、机制和算法进行讲解,形成知识点。具体来讲,就是把多种常见的无线通信技术,按照在物联网传输环节中的应用可能性进行分类,并在这些具体的通信技术中介绍移动计算的相关知识点。

这样的组织可能显得不够系统,但是编者设想,至少读者可以在每个知识单元(一个具体的无线通信技术)中,了解这项通信技术使用了什么机制,采用了什么算法,如何实现自己要完成的功能;再根据或多或少的体系层次分析来体会这项通信技术的架构;最后搭配相关应用案例来了解这项技术可能使用的场景,从而可以对这一知识单元有较全面的理解和把握。

基于这个出发点,本书将多项无线通信知识点散落在各项通信技术中,希望分散后可以减轻一定的学习压力;并且这些技术,并不一定非要一次性完全呈现在读者面前,而是会先讲一部分,后面再逐步深入细节,再总结等,希望能够通过重复来加深印象,并做到逐步深入,减少学习的抵触心理。

另外,编者对各项技术所采用的思想和机制更加感兴趣,“妄加推断”读者也是如此。因此,本书定位于引导性的教材,仅讲了最基本的理论和技术,更加深入的细节,请读者自行参考有关专业书籍。也正是基于这个原因,本书刻意避免介绍各个通信技术中帧/报文的格式内容。个别有特殊考虑的通信技术除外,例如导航通信,其帧内容兼顾了相邻卫星的信息,而这些信息并不是本卫星最主要发送的内容,其帧格式也体现出了这一点,本卫星的信息比其他卫星的信息出现得更加频繁。

最后,在有些技术和算法的讲解方面,编者还加入了自己的思考、定位和分

析,希望能够帮助读者理解。当然,编者能力有限,很可能会产生理解错误的情况。

本书的出版得到了北京航空航天大学出版社的大力支持,得到了许多专家学者的指导,在此表示衷心的感谢。最后也要感谢我的家人对我的理解和支持。

鉴于编者学识、能力有限,时间仓促,书中难免存在不当和错误之处,请读者多加指正。

编 者

2016年6月

# 目 录

## 第一部分 引 论

第 1 章 概 述	2
1.1 移动计算	2
1.1.1 概念和特点	2
1.1.2 移动计算的分类	3
1.2 物联网	4
1.2.1 物联网概念	4
1.2.2 传感器网络	6
1.2.3 USN 体系架构及其分析	8
1.2.4 物联网通信环节的划分	10
第 2 章 物联网通信体系分析	13
2.1 网络体系结构的分析	13
2.1.1 两大模型的基本异同点	13
2.1.2 实用效果	13
2.1.3 教学效果	14
2.1.4 抽象体系结构的提出	14
2.2 从通信角度出发的物联网体系结构分析	16
2.2.1 通信模式	16
2.2.2 物联网的通信体系结构	17
2.2.3 直接通信模式的分析	18
2.2.4 网关通信模式下的分析	21
第 3 章 无线通信底层技术概述	25
3.1 数字通信模型	25
3.2 物理层	25
3.3 数据链路层	26
3.3.1 概 述	26
3.3.2 MAC 子层相关算法	28

## 第二部分 接触环节的通信技术

<b>第 4 章 射频标签 RFID 技术</b> .....	36
4.1 RFID 概述 .....	36
4.2 RFID 工作原理 .....	37
4.2.1 RFID 主要部件 .....	37
4.2.2 RFID 工作过程 .....	39
4.3 RFID 通信协议 .....	39
4.3.1 RFID 通信形式 .....	40
4.3.2 空中接口 .....	41
4.3.3 数据标准 .....	41
4.4 ISO/IEC 18000 - 6B 协议 .....	41
4.4.1 概 述 .....	42
4.4.2 部件及工作流程 .....	42
4.4.3 阅读器到标签的通信 .....	43
4.4.4 标签到阅读器的通信 .....	46
4.5 防止冲突算法 .....	47
4.5.1 纯 ALOHA 算法 .....	47
4.5.2 时隙 ALOHA 算法 .....	48
4.5.3 帧时隙 ALOHA 算法 .....	49
4.5.4 Type A 采用的防冲突机制 .....	50
4.5.5 Type B 采用的防冲突机制 .....	52
4.5.6 Type C 采用的防冲突机制 .....	53
<b>第 5 章 无线电导航</b> .....	55
5.1 概 述 .....	55
5.2 GPS .....	56
5.2.1 GPS 工作原理 .....	56
5.2.2 GPS 组成 .....	57
5.2.3 GPS 通信技术 .....	60
5.3 北斗卫星导航系统 .....	64
5.3.1 概 述 .....	64
5.3.2 北斗一号 .....	64
5.3.3 北斗二号 .....	67
5.3.4 北斗通信技术 .....	69
<b>第 6 章 激光制导</b> .....	73
6.1 概 述 .....	73

6.2	激光制导原理	73
6.2.1	激光波束制导	74
6.2.2	半主动寻的制导	74
6.2.3	主动寻的制导	75
6.2.4	激光指令制导	75
6.3	激光制导编码	75
6.3.1	激光驾束制导的编码	76
6.3.2	激光寻的制导的编码	78
6.4	反激光制导	81
6.4.1	制造制导屏障和欺骗	81
6.4.2	黑化和镜面处理	82
6.4.3	模拟干扰	82

### 第三部分 末端网通信技术——无线通信底层技术

第7章	超宽带 UWB	85
7.1	概 述	85
7.2	脉冲无线电	86
7.3	多频带 OFDM	88
7.3.1	概 述	88
7.3.2	物理层	88
7.3.3	MAC 层	89
第8章	IrDA 红外连接技术	91
8.1	概 述	91
8.2	IrDA 协议栈	93
8.3	IrLAP 工作原理	94
8.4	其他应用协议	97
第9章	水下通信	98
9.1	概 述	98
9.2	水声网络	99
9.3	物理层技术	100
9.3.1	多址技术分析	100
9.3.2	水声通信的调制	100
9.3.3	水声通信技术的发展	104
9.4	MAC 层技术	104
9.4.1	MACA	104
9.4.2	DBTMA 算法	106



<b>第 10 章 数据链</b> .....	108
10.1 概 述 .....	108
10.2 相关技术 .....	109
10.2.1 多址接入技术 .....	109
10.2.2 扩频技术 .....	110
10.2.3 数据链集成 .....	111
10.2.4 战术数据链组网技术 .....	111
10.3 典型数据链 .....	112
10.3.1 Link-16 .....	112
10.3.2 其他数据链 .....	118
 <b>第四部分 末端网通信技术——Ad Hoc 网络通信技术</b> 	
<b>第 11 章 Ad Hoc 概念</b> .....	124
11.1 Ad Hoc 概述 .....	124
11.2 自组织网的演化 .....	125
11.3 自组织网的体系结构 .....	126
<b>第 12 章 Ad Hoc 网络</b> .....	129
12.1 概 述 .....	129
12.2 Ad Hoc 系统结构 .....	130
12.2.1 移动节点结构 .....	130
12.2.2 网络结构 .....	130
12.3 Ad Hoc 路由协议 .....	132
12.3.1 概 述 .....	132
12.3.2 DSDV 路由算法 .....	135
12.3.3 DSR 路由协议 .....	138
12.3.4 AODV 协议 .....	141
<b>第 13 章 无线传感器网络</b> .....	145
13.1 概 述 .....	145
13.2 路由算法 .....	146
13.2.1 概 述 .....	146
13.2.2 SPIN 协议 .....	148
13.2.3 LEACH 协议 .....	149
13.2.4 PEGASIS 协议 .....	153
13.3 特殊的传感器网络 .....	154
13.3.1 水声传感器网络 .....	154

13.3.2	WSID .....	157
<b>第 14 章</b>	<b>机会网络 .....</b>	<b>158</b>
14.1	概 述 .....	158
14.1.1	机会网络概念及特征 .....	158
14.1.2	机会网络的应用 .....	160
14.2	机会网络体系结构及路由技术 .....	161
14.2.1	概 述 .....	161
14.2.2	PROPHET .....	164
14.2.3	CMTS 路由算法 .....	165
14.3	车载自组织网络 .....	167
<b>第 15 章</b>	<b>蓝 牙 .....</b>	<b>169</b>
15.1	概 述 .....	169
15.2	蓝牙协议体系结构 .....	170
15.3	微微网与散射网 .....	172
15.4	蓝牙的传输技术 .....	174
15.4.1	双 工 .....	174
15.4.2	跳 频 .....	174
15.4.3	无线链路 .....	175
15.4.4	数据包和编址 .....	175
15.4.5	建立连接 .....	176
15.4.6	连接模式 .....	177
15.4.7	可靠性保证 .....	178
15.5	散射网的拓扑形成和路由算法 .....	179
15.5.1	BTCP 算法 .....	179
15.5.2	BlueTrees 算法 .....	181
15.5.3	Scatternet - Route 协议 .....	181
15.5.4	BlueStars 算法 .....	182
15.5.5	BAODV 算法 .....	182
15.5.6	LARP 算法 .....	184
<b>第 16 章</b>	<b>ZigBee .....</b>	<b>187</b>
16.1	概 述 .....	187
16.2	ZigBee 的组网 .....	188
16.2.1	ZigBee 的组成 .....	188
16.2.2	ZigBee 网络的拓扑结构 .....	189
16.2.3	ZigBee 网络的组网 .....	190
16.3	ZigBee 体系结构 .....	191

16.3.1	物理层	191
16.3.2	MAC层	192
16.3.3	网络层	195
16.3.4	应用层	196
16.4	ZigBee 路由	197
16.4.1	树形路由	197
16.4.2	AODVjr	199
<b>第 17 章</b>	<b>其他无线技术</b>	<b>202</b>
17.1	Z-Wave	202
17.1.1	概述	202
17.1.2	网络组成	202
17.1.3	Z-Wave 体系	203
17.2	MiWi 无线网络协议	205
17.2.1	概述	205
17.2.2	MiWi 网络拓扑	206
17.2.3	MiWi 地址和路由	207
<b>第五部分 接入网通信技术</b>		
<b>第 18 章</b>	<b>无线光通信</b>	<b>211</b>
18.1	概述	211
18.2	无线光通信相关技术	212
18.2.1	光调制技术	212
18.2.2	信道编码	215
18.2.3	复用技术	217
18.3	其他技术	218
18.3.1	卫星激光通信	218
18.3.2	灯光上网	219
<b>第 19 章</b>	<b>IEEE802.11 无线局域网</b>	<b>221</b>
19.1	概述	221
19.2	Wifi 系统组成	221
19.3	IEEE802.11 协议	222
19.3.1	协议栈	222
19.3.2	DCF 工作模式	223
19.3.3	IEEE802.11 的 CSMA/CA	224

第 20 章 无线 Mesh 网络 .....	227
20.1 概 述 .....	227
20.2 WMN 结构 .....	228
20.3 WMN 路由 .....	230
20.3.1 HWMP 概述 .....	230
20.3.2 RM - AODV .....	231
20.3.3 基于树的路由协议 .....	233
20.3.4 混合路由模式 .....	234
第 21 章 蜂窝通信 .....	235
21.1 概 述 .....	235
21.2 LTE 系统架构 .....	236
21.3 LTE、LTE - A 相关技术 .....	237
21.3.1 多址方式 .....	237
21.3.2 链路自适应 .....	240
21.3.3 协作多点传输技术 .....	241
21.3.4 混合自动重传 .....	243
21.3.5 随机接入控制 .....	244
21.3.6 LTE 接入网 .....	245
第 22 章 卫星通信 .....	247
22.1 概 述 .....	247
22.2 IPoS 协议 .....	249
22.2.1 概 述 .....	249
22.2.2 体系结构 .....	250
22.3 卫星通信相关技术 .....	250
22.3.1 资源分配和按需的 MF - TDMA .....	250
22.3.2 卫星通信接入 .....	251
22.3.3 卫星通信的切换 .....	252
22.3.4 网络层路由算法 .....	253
参考文献 .....	255

# 第一部分 引 论

随着多种理论和技术的迅猛发展,通信技术也产生了巨大的变革,一种可以在无通信介质环境下、甚至在移动中进行通信的新型通信模式——无线通信,更是获得了飞速发展,并在理论、技术、应用等多个层面得到了高度关注。正是技术驱动与应用需求两方面的因素,使得无线通信成为当前交叉学科的前沿领域,并仍在迅速地发展着,逐渐成为了一种灵活、方便的大众化技术。

移动计算技术使计算机、手机等智能终端设备在无线环境下实现了数据传输及资源共享,其涵盖了多种技术,本书主要聚焦于无线通信中的移动计算技术,特别是第二、三层相关协议和算法。但是,无线通信内容太过庞杂,新技术层出不穷,如何梳理这些无线通信技术并进行展示,是一件非常繁琐的事情。仅仅按照距离来划分,总给人感觉太过粗略。

考虑到通信技术的发展目标是将有用、准确、及时的信息提供给合适的接收者,这和当前的物联网思想不谋而合。因此,以物联网为背景,来统筹安排无线通信中的移动计算技术,编者认为是一个很好的思路。

本部分在第1章首先讲述移动计算的概念。然后,为了更好地切入本书的内容,介绍了物联网的相关概念,以及编者对物联网的一些理解,并阐述了通信技术在物联网中承担的重要作用。此外,无线传感器网络是当前研究和应用的热点,和物联网有着相当的继承关系,也是移动计算中的重要一环,因此第1章也将对无线传感器网络进行一些初步的介绍,包括传感器网络的概念和传感器节点的体系。关于无线传感器网络的具体通信技术,将在后续部分进行介绍。第1章的最后,编者基于对物联网应用的认识和分析,对物联网的通信过程进行了环节上的划分,分为接触环节、末端网环节、接入网环节和互联网环节,并分别对各个环节进行了相关的介绍。在环节划分的基础上,阐述了本书的组织思想,即根据传输环节来对各种通信技术进行分类和讲述。这也是本书的纲领所在。

在第2章,首先介绍了ITU-T的USN高层架构,然后对每一层中可能涉及的通信技术进行了一定分析。因为本书主要以通信技术为主,所以随后简要介绍了通信体系结构。第2章的最后,编者从通信角度出发,分析了物联网应用所涉及的体系结构,包括对直接通信模式和网关通信模式下的接触节点和传输体系的分析。

第3章,介绍了无线通信底层技术的一些内容。

# 第 1 章 概 述

## 1.1 移动计算

### 1.1.1 概念和特点

广义地讲,移动计算是指分布式系统中存在可移动的设备或程序,导致其相应计算模式需要支持这些实体的移动性。狭义上讲,移动计算的概念有很多,不同的专业有不同的视角。

从通信角度来看,移动计算的工作,就是如何在移动中进行通信以支持各种已知和未知的业务。从这个角度来讲,移动计算是指智能终端(通常是便携式计算设备,后面常以节点代之)处于移动状态下或非预定状态下,为了实现与目的端(可以是移动的,也可以是固定的)进行数据(或信号)的交换,依据一定的算法,借助无线或者固定网络基础架构所进行的一种逻辑运算过程。

这种过程具有很明显的目的性,即打破通信与地点之间固定连接的限制,使得用户随时随地获得信息服务成为可能。在移动计算网络中,必须保证位置变化对用户的透明性,使用户感觉不到其所带来的影响。透明性包括两个方面:

- ◇ 操作的透明性,即在节点移动前与移动后,使用节点的用户不需要进行特殊的操作,如对网络参数的配置等。
- ◇ 性能的透明性,即节点的性能应该不因移动而下降。

无线通信中的移动计算技术值得研究的内容非常多,包括各种调制技术、编码技术、防止/避免碰撞算法、路由算法、漫游和切换算法、资源调度和共享算法、负载均衡算法、可靠传输技术、缓存技术等。

往上层扩展开来,很多应用研究中的技术也不断添加了移动的特色,如为了对移动节点进行定位跟踪的定位算法和预测算法、对移动中的用户进行信息推介的推荐算法、移动数据库、移动环境下的数据同步和信息安全等。

在这些技术当中,为了实现无线通信而进行的各种算法和协议,是其他各种算法的基础,也是本书关注的重点。

无线通信中的移动计算是分布式计算技术在无线通信环境下的扩展与延伸,普遍具有以下一些特点:

- ◇ 移动性:节点在计算的过程中,可以进行移动,可以在不同的地方连通网络,而且在移动的同时也可以保持网络连接。这种移动性可能导致系统访问布局的变化和资源的动态调整。
- ◇ 网络条件的多样性:移动节点在移动过程中所使用的网络是可以变化的,这些网络既可以是近距离的 Wifi,也可以是广域的蜂窝通信。
- ◇ 具有动态拓扑的特点:节点的位置和节点间的相互连通性不是固定不变的,而是动态的,无法组成一个稳定的拓扑。

- ◇ 节点电源能力有限:移动节点主要依靠蓄电池供电,容量有限。
- ◇ 频繁断接性:由于受电源、无线通信费用、网络条件等因素的限制,节点可能不会采用持续连网的工作方式,而是主动或被动地进行周期性断开、连接操作。
- ◇ 网络通信的非对称性:一般情况下,固定的服务节点(如果存在的话)具有较强的处理和发送功能,移动节点的处理和发送能力较弱,进而导致下行链路(从固定节点到移动节点)和上行链路(从移动节点到固定节点)的通信带宽和代价相差较大。
- ◇ 可靠性低:无线网络本身的可靠性和移动计算的环境(易受外界干扰和不安全等因素)有关。

由于移动计算具有上述特点,构造一个移动系统,往往需要在移动节点、网络、算法等方面做一些特殊的考虑,以减小或避免这些特点所带来的影响。例如在物理层引入扩频、交织、编码等复杂技术来适配无线物理介质,在数据链路层引入特殊的介质访问协议来解决无线网络不稳定的物理连接问题,在网络层引入特殊的路由策略来避免路由信息的过时(因为拓扑改变了),在传输层需要采用简化的 TCP 协议来避免传输错误和丢失,等等。

### 1.1.2 移动计算的分类

移动计算有许多分类方法,从设施角度来考虑,移动计算可以分为以下两类:

- ◇ 借助网络基础设施的移动计算。网络基础设施包括基站、无线路由器、通信卫星和有线网络等,其中基站、无线路由器等又称为移动支持站(Mobile Support Station, MSS)。
- ◇ 没有网络基础设施的移动计算。它可以不依赖基础设施进行通信,最简单的例子如对讲机系统。

依据这种分类,相关的移动计算模型可以分为以下几类:

- ◇ 移动终端/接入设备模型:资源(如信道、时间等)主要由接入设备进行集中管理,移动终端一般需要向接入设备申请资源,目前大多数移动技术都属于该模型,例如大家熟悉的 Wifi、蜂窝通信等技术。这种模型中接入设备容易成为瓶颈,例如当我们打电话时,有可能因为资源不够,基站拒绝服务。
- ◇ 移动 P2P 模型:不存在接入设备,系统中的各个节点在初始化前没有什么区别,都具有相同的角色,每个节点既可以请求服务,也可以提供服务(更多地体现为进行数据的转发),例如后面会讲述的 Ad Hoc 网络,自行组网。该模型理论上没有什么瓶颈、单点失效等问题,但要求尽快发现对等体并建立起相关的联系,以及进行数据的交流,在移动环境中难度较大,并且算法往往较为复杂。
- ◇ 混合模型:将前面两种模型进行混合,既存在接入设备,又允许各个节点之间进行对等交流,如后面会讲述的无线 Mesh 网络。

在计算机专业中,还存在一种移动模型,即移动 Agent 模型。移动 Agent 往往指一段软件代码,可以不断迁移到不同资源节点上执行任务,最终把结果带回到客户端,使得经历的远程通信与信息交换减少(主要是指远端若干目的节点与客户端之间)。该模型在减少网络延迟、支持轻载移动设备、异步信息搜索等能力方面具有不可比拟的优势。目前无线通信中,该模型还比较少见,但是随着无线通信技术的不断发展,该模型的优势也许能够为某种无线通信技术带来很好的前景。

无线通信中的移动计算是极其繁杂的,包括了众多的技术和算法,如何组织是个难题。考

虑到其目的是能在任何时间、任何地点、在运动过程中不间断地访问网络服务,这和物联网的目的有所类似。那么,以物联网为背景来组织无线通信,是一个自然而大胆的尝试。下面首先简要介绍一下物联网的概念。

## 1.2 物联网

### 1.2.1 物联网概念

#### 1. 对物联网的理解

目前的互联网主要以人与人之间的交流为核心,但是物联网的交流对象不再局限于人,而是人与物、物与物之间也可以进行“交流”和通信,实现了物理空间与信息空间的无缝融合。这个转变过程,是渐变性的过程,当用户还在怀疑物联网发展的前景时,你的身份证、家电、汽车等,都烙上了典型的物联网的特征。

早在1999年,意大利梅洛尼公司就推出了世界上第一台通过互联网和GSM无线网控制的商业化洗衣机,机主可以通过移动电话遥控洗衣机,彼时,物联网这个名词还没有出现。从某些角度看,物联网只不过是一个新名词,是给一个正在逐渐长大的孩子起了个正式名字而已。

物联网的英文名称是“The Internet of things”,简称IOT。顾名思义,“物联网就是物物相连的互联网”。目前,这个名词具有两层含义:

- ◇ 物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络。
- ◇ 其用户端延伸和扩展到了物品与物品之间,使其进行信息交换和通信。

从当前发展来看,外界所提出的物联网产品大多是互联网的应用拓展,即与其说物联网是网络,不如说物联网是业务和应用,普遍是将各种信息传感/执行设备,如射频识别(RFID)装置、各种感应器、全球定位系统、机械手、灭火器等种种装置,与互联网结合起来而形成的一个巨大的网络,并在这个硬件基础上架构上层合适的应用,让所有的物品能够被方便地识别、管理和运作。从这个角度看,应用创新是当前物联网发展的核心,还远未达到多维的物物被相连的层次。图1-1-1展示了目前物联网应用的模式。

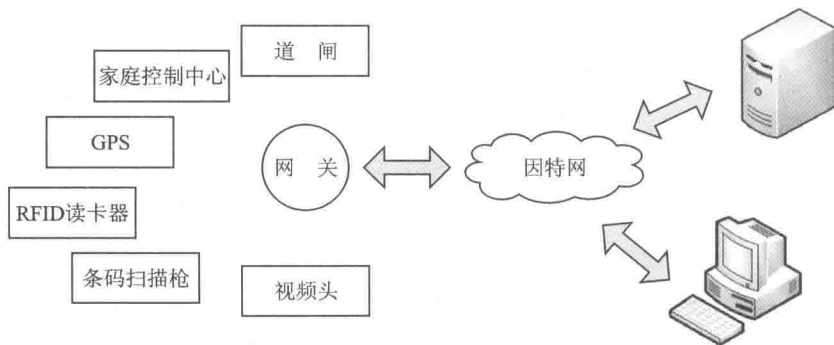


图 1-1-1 物联网应用模式

可以预见的是,如果物联网得到了顺利的发展,互联维度不断提高,必将促进互联网在广度和深度上的快速发展。一方面,互联网及其接入网络必将向社会末梢神经级别的角落发展,



进而导致网络规模的急速膨胀;另一方面,互联网和各种通信网络在速度上必须快速发展,以跟得上规模的发展,以及承受由此带来的海量数据、大数据的快速流转。这些迫切要求将导致互联网产生新的问题和技术,进而导致互联网本身的革命。届时,互联网或许还叫做互联网,但可能已经是旧瓶新酒了。

物联网有以下几个技术特征:

- ◇ 物体数字化:也就是将物理实体改造成为彼此可寻址、可识别、可交互、可协同的“智能”物体。
- ◇ 泛在互联:以互联网为基础,将数字化、智能化的物体接入其中,实现无所不在地互联。
- ◇ 信息感知与交互:在网络互联的基础上,实现信息的感知、采集以及在此基础之上的响应、控制。
- ◇ 信息处理与服务:支持信息处理,为用户提供基于物物互联的新型信息化服务,如依赖于网络的分布式并行计算、分布式存储、集群等。没有新型信息化的服务,物联网的数据将缺少应用价值,而没有物联网的数据,这些服务将缺少用武之地。

在这几个特征中,泛在互联、信息感知与交互以及信息处理与服务,都与通信有密切的关系,因此可以说通信是物联网的基础架构。

## 2. 物联网的模型

笔者认为,物联网的模型可以用图 1-1-2 来表示。和外界进行交流的是外层信息感知终端、执行终端、信息展示/决策终端,中层是数据传输模块,核心的是数据处理模块。中间的箭头线代表了可能的业务流向。不管哪一个业务,都离不开信息传输的手段。

信息感知终端利用各种感知技术,对外界的信息进行获取,是物联网的感知神经末梢,其工作是物联网对外界认知并产生反应的基础。但是感知过程并非一定是单向的数据传出,有时也需要从其他部分获取数据,以便进一步感知更准确、更深入的数据。

执行终端负责对决策终端/数据处理部分发来的指令进行执行,产生对外界的反应。

值得注意的是,某些信息感知终端或者执行终端,还必须借助于传输模块的支持,才能完成对外界信息的获取,例如 RFID、定位导航、激光制导等。

信息展示/决策终端负责将信息感知终端/数据处理模块传来的信息展示给操作者,由操作者来进行最终的决策。笔者认为,关键性的决策应当由人类来进行。

传输环节在模型中起着重要的、承上启下的关键性作用,负责在各个角色之间进行数据的传递,属于物联网的基础架构。

传输环节的技术涉及从深空通信、广域网到局域网、个域网,甚至到身域网(如图 1-1-3 所示)的不同地域范围,从几 bps 到以 Tbps 为计量单位的带宽范围,从有线到无线的不同通信机制,等等。

可以说,传输环节相关技术的发展极为迅速,规模不断扩大,给各领域带来了巨大的变化。也正是这种日新月异的发展,才使得物联网的构想不断趋近于现实。

模型中心的部分是数据处理模块,借助于高性能计算机,或者高性能的并行、分布式算法,对海量的数据进行分析、抽取、模式识别等处理,对决策进行支持。目前高性能计算机和云计算技术的不断发展,为数据处理功能提供了有力的支撑。