

物联网国家特色专业用书

普通高校物联网工程专业规划教材

物联网技术教程

王志良 陈工孟 主编



清华大学出版社

普通高校物联网工程专业规划教材

物联网技术教程

王志良 陈工孟 主编

王新平 鲍清岩 雷旭昌 苗波涛 闫纪铮 全力 参编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是一本讲述物联网技术和应用的教材。从物联网的应用入手,讲述物联网的概念和起源,讲解标签技术、传感器技术和网络技术、物联网的关键技术等;重点论述 RFID 技术、WSN 技术和 M2M 技术;对云计算和物联网安全也做了全面的阐述。

本书图文并茂,在写作构思和结构编排上力争为读者提供全面、系统的知识。可作为高等学校物联网工程及其相关专业的教材,还可作为希望了解物联网知识的企业从业人员和高等院校教师的参考用书。

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

物联网技术教程/王志良,陈工孟主编. —北京:清华大学出版社,2015

普通高校物联网工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-40724-9

I. ①物… II. ①王… ②陈… 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(2015)第 154758 号

责任编辑:袁勤勇

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:宋 林

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

印装者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:12.25

字 数:304 千字

版 次:2015 年 8 月第 1 版

印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:28.00 元

产品编号:061692-01

《物联网技术教程》编撰委员会

主 任

王志良 北京科技大学教授、博士生导师

执行主任

陈工孟 深圳国泰安教育技术股份有限公司 董事长

编委会委员(以姓氏拼音为序)

鲍清岩 深圳国泰安教育技术股份有限公司 副总裁

深圳 RFID 物联网产业联盟专家委员会委员

胡四泉 北京科技大学副教授、硕士生导师

雷旭昌 深圳国泰安教育技术股份有限公司 教育装备研发体系技术总监

刘 超 深圳国泰安教育技术股份有限公司 电子信息事业部群副总经理

苗波涛 深圳国泰安教育技术股份有限公司 电子信息事业部群副总经理

牛晓鹏 北京科技大学 博士

全 力 北京科技大学 博士

石志国 北京科技大学副教授、硕士生导师

王新平 北京科技大学 讲师

闫纪铮 北京科技大学 博士

前言

物联网发展至今从开始不被人理解到今天被广泛认可,经历了从萌芽到成熟的不同阶段。物联网将分离的物理世界和信息空间有效互连,代表了未来网络的发展趋势与方向,是现代信息技术发展到一定阶段后出现的一种聚合性应用与技术提升。

全书共分6章。第1章从物联网应用入手,介绍智慧城市、智能电网、车联网、智能家居和老年人用物联网信息终端;第2章讲述物联网的基本概念,提出物联网的两个技术范畴和物联网的标准体系;第3章从EPC编码入手,介绍RFID识别技术;第4章讲述传感器与包括ZigBee网络标准和开发的无线传感器网络技术;第5章讲述网络和M2M技术;第6章阐述云计算和物联网安全。

从总体上来看,本书具有如下特点:

(1) 结构完整:从物联网的起源和定义开始,讲解物联网的基本概念,按照从底层到顶层的顺序分别讲述RFID技术、ZigBee技术、M2M技术,以及云计算和物联网安全。

(2) 理论联系实际:除了完整的理论知识外,还通过生动丰富的应用案例介绍,完善了理论与应用的结合。

本书由王志良主编,提供本书的总体编写思路、内容安排并指导文字写作;雷旭昌负责全书的统稿和组织工作。王志良、牛晓鹏参与了第1章的编写工作;王志良、闫纪铮参与了第2章的编写工作;石志国参与了第3章的编写工作;胡四泉参与了第4章的编写工作;王新平参与了第5章的编写工作;王新平、全力参与了第6章的编写工作。本书相关科研工作得到了深圳国泰安教育技术股份有限公司的支持与资助,在此表示感谢。感谢国泰安教育集团陈工孟、鲍清岩、雷旭昌、颜云生、苗波涛、刘超对撰写本书给予的支持。在此,向所有为本书的出版作出贡献的人们表示衷心感谢!

作为全国高校物联网及其相关专业教学指导小组和物联网工程专业教学研究专家组成员,作者在其组织的物联网专业教学研讨活动中,汲取了物联网工程的教学理念,尤其是物联网专业必须加强实训的理念,作者深记心中。本书的出版得到了清华大学出版社的大力支持,在此表示诚挚的感谢。感谢国家科技重大专项项目(2010ZX07102-006)、国家973项目(2011CB505402)、国家自然科学基金项目(61170117)、省部产学研结合项目(2011A090200008)给予的支持。同时感谢国家级高等学校(物联网工程)特色专业建设项目、北京市支持中央在京高校共建项目、北京科技大学教改重点项目的支持和资助。

本书引用了来自互联网的最新资讯和相关领域的最新报道等,在此一并向原作者和刊发机构致谢;由于时间、疏忽等原因对引用未能一一注明深表歉意。

物联网正处在蓬勃发展的繁荣时期,因为时间有限,可能有些内容本书未能全部涵盖。同时,由于作者的认识领悟能力有限,书中难免存在缺点与疏漏,敬请各位专家以及广大读者批评指正。

王志良

于北京科技大学

2015年5月

第 1 章 物联网应用	1
1.1 智慧城市	1
1.1.1 智慧城市概述	1
1.1.2 智慧城市	2
1.1.3 物联网与智慧城市	9
1.2 智能电网	10
1.2.1 物联网与智能电网	10
1.2.2 物联网在智能电网中的应用	10
1.2.3 分布式发电与微电网技术	11
1.2.4 中国国家电网公司“坚强智能电网”建设	13
1.3 车联网	16
1.3.1 智能交通系统	16
1.3.2 车联网的相关概念及研究意义	17
1.3.3 车联网的研究领域	18
1.3.4 车联网的具体应用方面	20
1.4 智能家居	20
1.4.1 智能家居的概念	22
1.4.2 智能家居体系结构	23
1.5 老年人用物联网信息终端	24
1.5.1 系统功能	25
1.5.2 系统整体构架	25
1.6 习题与思考题	26
第 2 章 物联网基本概念	28
2.1 物联网概述	28
2.1.1 物联网的起源	30
2.1.2 物联网的三大推动力	32
2.1.3 国家发展战略性新兴产业的决定解析	37
2.1.4 物联网的三个层次	39
2.1.5 物联网的八层架构	40
2.2 两个技术范畴	43
2.2.1 智能网络空间技术	43
2.2.2 物联网终端技术	45

2.3	物联网的标准体系	49
2.4	习题与思考题	52
第3章	标签技术与RFID技术	54
3.1	EPC编码	54
3.1.1	EPC编码协议	54
3.1.2	EPC系统结构	55
3.1.3	EPC条形码标签	56
3.1.4	EPC、条形码、RFID标签的区别	57
3.2	RFID系统	58
3.2.1	应答器原理	58
3.2.2	阅读器部分	60
3.2.3	RFID天线部分	65
3.2.4	RFID中间件	66
3.3	习题与思考题	67
第4章	传感器技术与WSN	68
4.1	传感器基础知识	68
4.1.1	传感器的概念	68
4.1.2	传感器的组成	69
4.1.3	传感器的分类	69
4.1.4	几种常用传感器介绍	71
4.1.5	传感器的基本特性	74
4.1.6	传感器的作用	75
4.2	智能传感器	76
4.2.1	智能传感器的基本概念	76
4.2.2	智能传感器的组成	76
4.2.3	智能传感器的功能与特点	77
4.2.4	智能传感器的应用	78
4.2.5	智能传感器发展趋势	79
4.3	MEMS技术	80
4.3.1	MEMS概述	80
4.3.2	MEMS特点	80
4.3.3	常用的MEMS传感器	81
4.3.4	MEMS应用	83
4.4	传感器接口技术	84
4.4.1	传感器接口特点	84
4.4.2	常用传感器接口电路	85
4.4.3	传感器与微型计算机接口的一般结构	87

4.4.4	接口电路应用实例	88
4.5	无线传感器网络概述	89
4.5.1	无线传感器网络介绍	89
4.5.2	传感器网络体系结构	94
4.5.3	传感器网络的发展	96
4.6	无线传感器网络的技术体系	97
4.6.1	自组网技术	97
4.6.2	节点定位技术	99
4.6.3	时间同步技术	99
4.7	无线传感器网络的通信协议	100
4.7.1	无线传感器网络的路由协议	100
4.7.2	无线传感器网络的 MAC 协议	103
4.8	无线传感器网络的技术标准	105
4.8.1	IEEE 802.15.4 标准	105
4.8.2	ZigBee 协议规范	107
4.9	习题与思考题	110
第 5 章	网络技术与 M2M	111
5.1	网络	111
5.1.1	互联网	111
5.1.2	移动互联网	113
5.2	移动通信技术	120
5.2.1	移动通信技术的发展	120
5.2.2	3G 技术	121
5.2.3	4G 技术	126
5.2.4	常见接入技术	129
5.3	M2M 概述	138
5.3.1	M2M 起源及现状	138
5.3.2	M2M 标准化工作	139
5.4	M2M 的体系结构、协议、内容	141
5.4.1	M2M 系统架构	141
5.4.2	M2M 关键技术	142
5.4.3	M2M 应用模式	144
5.4.4	WMMP 协议介绍	144
5.5	M2M 应用	147
5.5.1	M2M 的业务模型	147
5.5.2	医疗保健	148
5.5.3	电力系统	152
5.6	M2M 前景和挑战	153

5.6.1	M2M 市场的前景预测	153
5.6.2	当前 M2M 应用模式所存在的问题	154
5.7	习题与思考题	156
第 6 章	云计算与物联网安全	157
6.1	云计算	157
6.1.1	云计算的起源	157
6.1.2	云计算的基本概念	159
6.1.3	云计算的特点	160
6.1.4	云计算与相关技术的关系	161
6.1.5	云计算与物联网	163
6.2	云计算实现技术	164
6.2.1	云计算工作原理	164
6.2.2	云计算体系结构	165
6.2.3	云计算服务层次	166
6.2.4	云计算关键技术	168
6.2.5	云计算的派生技术	171
6.3	物联网安全技术	173
6.3.1	物联网安全体系及特点	174
6.3.2	物联网的安全威胁	175
6.3.3	物联网的安全需求分析	177
6.3.4	物联网安全措施	178
6.4	习题与思考题	183
参考文献		184

第 1 章 物联网应用

物联网的本质就是深度信息化,信息化就是信息技术的普遍应用。物联网把新一代 IT 技术充分应用在各行各业之中,具体地说,就是把感应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,然后将“物联网”与现有的互联网整合起来,实现人类社会与物理系统的整合,在这个整合的网络当中,存在能力超级强大的中心计算机群,能够对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实施实时的管理和控制,在此基础上,人类可以以更加精细和动态的方式管理生产和生活,达到“智慧”状态,提高资源利用率和生产力水平,改善人与自然间的关系。

2010 年中国国际物联网博览会上发布的《2009—2010 中国物联网年度发展报告》称,至 2015 年,中国物联网整体市场规模将达到 7500 亿元,年复合增长率超过 30%,市场前景将远远超过计算机、互联网、移动通信等市场。与此同时,工业和信息化部已将物联网规划纳入到“十二五”的专题规划,列为国家重点发展的五大战略性新兴产业之一,明确提出,要发展宽带融合安全的下一代国家基础设施,推进物联网的应用,并且物联网“十二五”规划已经锁定十大领域,下面简要介绍几个物联网的应用案例。

1.1 智慧城市

1.1.1 智慧城市概述

智慧城市的起源可以追溯到“数字地球”。“数字城市”是“数字地球”的重要组成部分,是“数字地球”在城市的具体体现。随着城市的数量和城市人口的不断增多,城市被赋予了前所未有的经济、政治和技术的权力,从而使城市发展在世界中心舞台起到主导作用。预计 2020 年全球有超过一半以上人口居住在城市,对资源的需求将不断上升,对生态环境的影响将进一步加剧。数字地球就是在城市的生产、生活等活动中,利用数字技术、信息技术和网络技术,将城市的人口、资源、环境、经济、社会等要素,以数字化、网络化、智能化和可视化的方式加以展现,本质上就是把城市的各种信息资源整合起来用于监管城市、运营城市、预测城市。

数字化是数字城市发展的第一阶段。在这一阶段,数字城市实现了无纸化、自动化办公,同时网络基础设施建设完成。城市中关于政府、企业和市民的数据实现了计算机存储,但这仅仅只是初级阶段,因为数据没有得到有效的分类和管理,还不能称为信息,更不可能成为有效的资源。

信息化是数字城市发展的第二阶段。政府信息化、产业信息化、领域信息化和社会信息化发展迅速,各个部门内部形成有效的信息系统。信息论把数据中有意义的内容称为信息。在这一阶段,数据实现有效的分类、检索与存储,使之成为真正有意义的信息。同时网络系

统,如 Web、Grid、有线网络、无线网络、局域网和广域网加快建设,形成了合理的布局。这些信息基础设施又称为“信息高速公路”,道路已经铺设完成,不过上面没有运行的车流、人流和物流。

政府信息化运用现代信息通信技术,超越传统政府行政机关的组织界限,改变集中管理和分层结构,建立新型的扁平化网络结构的电子化政府管理系统,是人们从电子化支撑的不同渠道获得政府的信息及服务。政府间的信息系统包括电子法规政策系统、电子公文系统、电子司法档案系统、电子财务管理系统等。政府信息化过程中形成的基础数据库,包括自然资源和空间地理数据库、人口基础信息库、法人单位信息库以及宏观经济数据库,是数字城市的重要基础,是信息共享及运营管理的核心数据库。经过近 20 年的发展,除了不断完善上下级政府部门、不同政府部门的信息交互(G2G)之外,政府信息化还在不断完善政府对企业的电子政务(G2B)以及政府对公民的电子政务(G2C)。

企业信息化是企业的全部基础设施(包括地上、地面及地下的)和功能(生产、销售、原料采购、售后服务、企业管理等)都由计算机及网络进行处理。以信息化带动工业化,带动传统产业升级,能够有效扩大生产规模,提高生产效率。管理信息技术,包括 ERP、CRM、SCM 等在企业管理中的重要性毋庸置疑,与此同时空间技术的应用也受到越来越多的关注,如 GPS、GIS 以及 RS 技术等,通过空间分析实现资源的最优配置。此外数字服务业,包括电子商务、电子金融和电子物料也是企业信息化的重要组成部分。

领域信息化主要是不以营利为目的的事业部门的信息化,又称为事业信息化,主要涉及测绘、气象、水文、海洋、土地和环保部门等。这些部门的信息化成果也是核心数据库的重要组成部分。

社会信息化是提高公众和整个社会质量水平的服务性机构的信息化,主要涉及教育、科技、文化、医疗卫生、社会保障等方面,是数字城市中与市民切身利益相关的最直观、最前端的信息化,是改变居民生活方式、改善居住环境的直接体现。

1.1.2 智慧城市

随着传感网等互联互通的新技术与应用,城市信息化正向着智能化演进。随着传感器网络技术的发展,可以预期,未来城市中传感器网络无处不在,成为和移动通信网络、无线互联网一样重要的基础设施。它们将作为智慧城市的神经末梢,解决智慧城市的实时数据获取和传输问题,形成可以实时反馈的动态控制系统。同时,经过网络对传感器网络进一步组织管理,形成具有一定决策能力和实时反馈的控制系统,将物理世界和数字世界连接起来,为智慧城市提供普适性的信息服务提供了必要支撑。因此,在可以预见的将来,从目前社会过渡到网络社会之后,城市也将从目前的工业城市和数字城市走向智慧城市。图 1.1 展示了智慧城市的几个基本应用。

智慧城市是充分利用数字化及相关计算机技术和手段,对城市基础设施与生活发展相关的各方面内容进行全方面的信息化处理和利用,具有对城市地理、资源、生态、环境、人口、经济、社会等复杂系统的数字网络化管理、服务与决策功能的信息体系。智慧城市能够充分运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息,从而对于包括民生、环保、公共安全、城市服务、工商业活动在内的各种需求作出智能的响应,为人类创造更美好的城市生活。智慧城市并不是数字城市简单的升级,智慧城市的目标是更透彻的



图 1.1 智慧城市概况

感知,更全面的互联互通和更深入的智能。

- 更透彻的感知——物联化(instrumented): 通过城市宽带固定网络、无线网络、移动通信网络、传感器网络把属于城市的组件连接起来,从而帮助用户从全局的角度分析并实时解决问题,使得工作任务的多方协同共享成为可能,城市资源更有效地得到分配,并彻底改变城市管理与运作的方式。
- 更全面的互联互通——互联化(interconnected): 通过管理体制的改善,确立信息系统的层次性,从而促进分布在城市不同角落的海量数据的流转、交换和共享,为应用提供良好的协同工作环境。通过数据的交换共享,使得城市各职能部门不再是信息孤岛,将更高效地协同运作,从而推动城市管理的良性循环。
- 更深入的智能——智能化(intelligent): 以城市海量的信息资源为基础,通过全面的物联和高效的共享,运用先进的智能化技术实现识别、预测和实时分析处理,使得城市运行管理中的人为因素降低,在提高城市资源利用效率的同时,保障信息的公开和管理的公平。

概括起来说,智慧城市与数字城市的主要区别在于如下4点。一是关注点不同。在数字城市阶段,人们关注的是信息的采集和传递;在智慧城市阶段,人们更多关注的是信息的分析、知识或规律的发现以及决策反应等。二是目标不同。数字城市以电子化和网络化为目标,智慧城市则以功能自动化和决策支持为目标。三是实质不同。数字化的实质是用计算机和网络取代传统的手工流程操作,智慧化的实质则是用智慧技术取代传统的某些需要人工判别和决断的任务,达到最优化。四是结果不同。数字化的结果是数据的积累;而传递智慧化的结果是数据的利用和开发,用数据去完成任务,去实现功能。如果说数据是信息社会的粮食,那么智慧技术则是将粮食加工成可用食品的工具。

1. 什么是智慧城市

智慧城市(smart city)的总体目标是以科学发展观为指导,充分发挥城市智慧型产业优势,集成先进技术,推进信息网络综合化、宽带化、物联化、智能化,加快智慧型商务、文化教育、医药卫生、城市建设管理、城市交通、环境监控、公共服务、居家生活等领域建设,全面提高资源利用效率、城市管理水平和市民生活质量,努力改变传统落后的生产方式和生活方式。将城市建设成为一个基础设施先进、信息网络通畅、科技应用普及、生产生活便捷、城市管理高效、公共服务完备、生态环境优美、惠及全体市民的智慧城市。

智慧城市的构建涵盖了智慧基础设施、智慧政府、智慧公共服务、智慧产业和智慧人文 5 个方面。

(1) 智慧基础设施：智慧的基础设施包括信息、交通和电网等城市基础设施。现代化的信息基础设施就是要不断夯实信息化或智能化发展的基础设施和公共平台，让市民充分享受到有线宽带网、无线宽带网、3G/4G 移动网以及智能电网等带来的便利。此外，还要整合城市周边交通环境资源，实现出行成本更低廉、更便捷，形成智慧交通框架。

(2) 智慧政府：政府要逐步建立以公民和企业为对象、以互联网为基础、多种技术手段相结合的电子政务公共服务体系。重视推动电子政务公共服务延伸到街道、社区和乡村。加强社会管理，整合资源，形成全面覆盖、高效灵敏的社会管理信息网络，增强社会综合治理能力，强化综合监管，满足转变政府职能、提高行政效率和规范监管行为的需求，深化相应业务系统建设。要加快推进综合政务平台和政务数据中心等电子政务重点建设项目，完善城市管理、城市安全和应急指挥等若干与维护城市稳定和确保城市安全运行密切相关的信息化重点工程，使城市政府运行、服务和管理更加高效。

(3) 智慧服务：完善、高效的城市公共服务是智慧城市的出发点和落脚点。智慧城市公共服务涉及智慧医疗、智慧社区服务、智慧教育、智慧社保、智慧平安和智慧生态等方面。其中，智慧医疗是构建智慧城市关注民生的重要内容。它是一个依托现代电子信息技术和互联网，以信息丰富完整、跨服务部门为基础、面向患者的系统工程，它使整个社会的医疗资源得到更充分、更合理的利用，为城市医疗带来革命性变化。此外，要全面推进市民卡、食品药品安全监管、社会治安综合治理智能化、绿色生态智慧化等一系列惠民的智慧手段的实施。营造一个安全、和谐、便捷的智慧型人居环境。

(4) 智慧产业：智慧城市孕育智慧产业，智慧产业托起智慧城市。对于城市而言，智慧产业当属软件和信息服务业。要坚持政府引导，企业为主体，市场为导向的发展原则，重点支持软件和信息服务业为主的智慧产业发展，将智慧产业作为智慧城市的战略推进器，引领城市的创新发展。此外，还应大力发展包括电子信息、现代物流、金融保险、咨询顾问等在内的先进制造业和现代服务业，形成智慧城市完整的智慧产业群。全球互联网技术正在不断升级，传感网和物联网方兴未艾。要力争突破传感网、物联网的关键技术，超前部署后 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“推进器”。

(5) 智慧人文：提高城市居民的素质，造就创新城市的建设和管理人才，是智慧城市的灵魂。要充分利用城市各高校、科研机构 and 大型骨干企业等在人才方面的资源优势，为城市构建智慧城市提供坚实的智慧源泉。要完善创新人才的发现、培养、引进和使用机制，切实营造“引得进、育得精、留得住、用得好”的人才环境。同时，要通过有效举措，鼓励市民终身学习，通过各种形式，营造学习型城市的良好氛围，树立城市特有的智慧人文的良好形象。要努力挖掘和利用城市历史文化底蕴，梳理并开发现实文化资源“禀赋”，增强智慧城市的文化含量，把创新、创业、创优的现代城市市民精神与智慧城市加以整合，突出大文化、大智慧，丰富智慧城市的内涵。

华为公司在智慧城市的研究中走在了世界的前列，在 5 个方面的基础上推出了自己的智慧城市愿景。华为智慧城市愿景简单来说就是城市的信息化和一体化管理，是利用先进的信息技术随时随地感知、捕获、传递和处理信息并付诸实践，进而创造新的价值。华为智慧城市平台主要由数字政务、数字产业和数字民生三个基础部分组成。在三个重要组成部分基础上，分支出了政府热线、数字城管、平安城市、数字物流、智能交通、数字社区、数字校

园等应用,涵盖了 e-Home、e-Office、e-Government、e-Health、e-Education、e-Traffic 等方面。智慧城市的全景图如图 1.2 所示。从范围上讲,智慧城市可以是开发商开发的一个小区、城市中的一个经济开发区,也可以是一座城市甚至一个国家;可以是新城新区,也可以是经过信息化改造的旧城区。



图 1.2 智慧城市全景图

2. 智慧城市的架构

(1) 智慧城市整体架构

智慧城市的架构可以分为 4 个部分：感知层、网络层、平台层、应用层，如图 1.3 所示。一个人体的模型可以用来比喻智慧城市的整体架构，如图 1.4 所示。智慧城市就好比站立在地球上的一个人，整体架构可以分为如下 4 个层次。

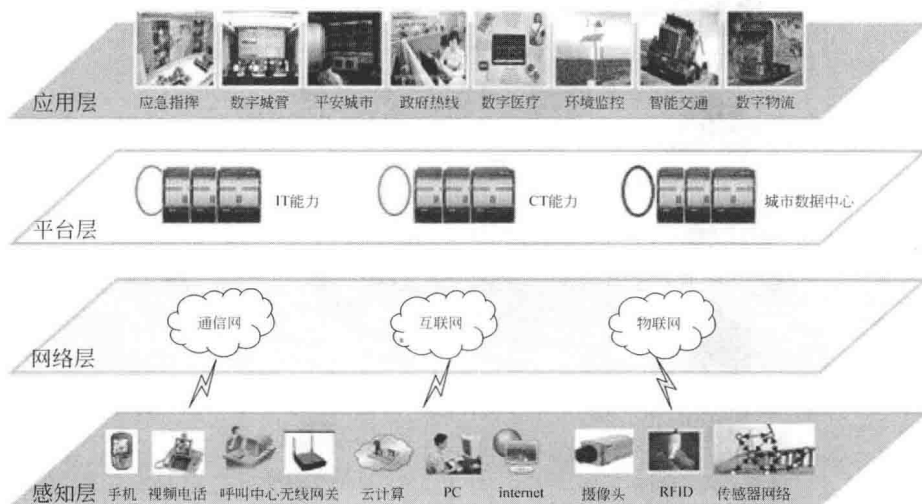


图 1.3 智慧城市整体架构

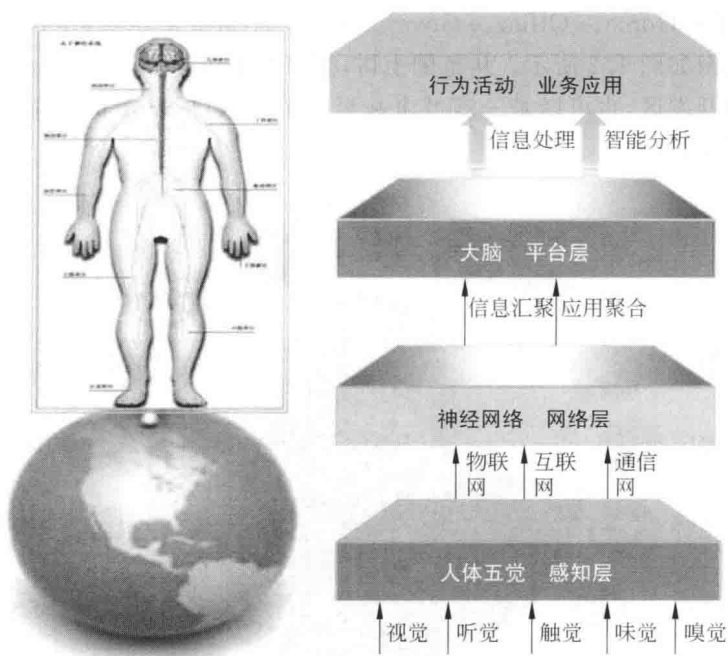


图 1.4 基于人体模型的智慧城市架构

第一个层次是人体五觉——感知层。人体通过五觉感知变化和刺激，而智慧城市通过感知层收集各类信息。智慧城市的感知层主要通过无线传感器网络实现。因此，无线传感网(WSN)是智慧城市的神经末梢，是智慧城市的最后一公里。无线传感网是指把随机分布的集成有传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点，通过自组织的方式构成无线网络。无线传感网主要通过遥感、地理信息系统、导航定位、通信、高性能计算等高新技术对城市的各方面信息进行数据采集和智能感知，将得到的信息通过神经网络传递到大脑中进行处理，如图 1.5 所示。然而并不是所有的信息都需要汇集到大脑，某些情况下需要对信息作出快

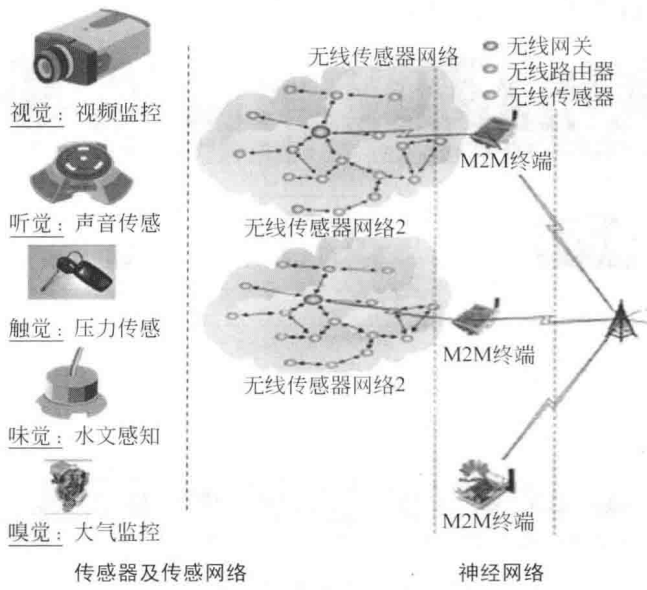


图 1.5 无线传感网示意图

速反应,就像人体的膝跳反射一样。所以在无线传感网中建立一些能够处理各种应急情况的神经元是智慧城市建设的關鍵。感知层中神经元的搭建主要是通过 M2M 终端/网关来完成。

第二个层次是神经网络——网络层。如图 1.6 所示,网络层主要实现更广泛的互连功能,能够把感知层感知到的信息无障碍、高可靠性、高安全性地进Ⓗ传送。网络层由通信网、互联网和物联网组成,与神经网络的层次相符合。通信网主要是指目前各城市使用的移动通信网,如手机、视频电话、呼叫中心等使用的网络。互联网则是指基于 Internet 以及云的网络。物联网则是指以 M2M 技术为基础的网络。通过把这三个基础网络以实现智慧城市中 anytime、anyone、anywhere、anything 的连接,为大脑的处理提供稳定的传输环境。

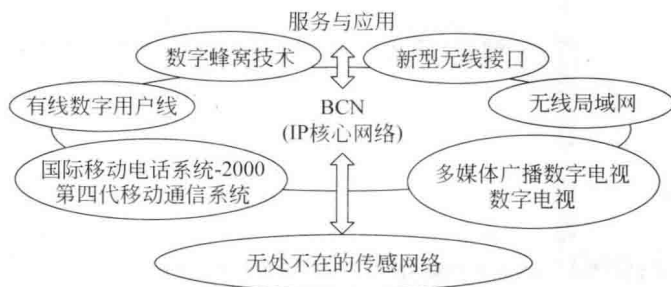


图 1.6 智慧城市的神经网络

第三层就是大脑——平台层。智能城市的大脑是 IDC(Internet Data Center, 互联数据中心)和 VAE(Vertical Application Environment)平台。IDC 互联数据中心的任务是完成智慧城市中各种信息的汇聚。信息的汇聚主要涉及统一网络接入、智能数据处理和高效信息共享三个方面。网络的接入主要是指“大脑”和网络层的信息交换。由于网络层中传输的网络分为三个大网,为了能使“大脑”能从网络层中获取信息就需要针对三种网络提供统一的接入方式。从网络层得到了信息就需要对信息进行智能数据处理。智能数据处理主要包括:数据分析、数据处理和数据存储。简单地讲就是将原始数据通过数据汇聚、信息分析,形成有价值信息,并将其存储在数据仓库中,为城市的智能化提供支撑。高效的信息共享主要实现数据仓库中的数据的分层、分级安全共享。平台层为智慧城市的数据支撑,为业务应用层提供真实的基础数据支持。VAE 垂直行业应用平台对智慧城市的应用进行集成,形成统一的框架系统,智慧城市中的各个系统围绕着框架系统展开,从而实现了智慧城市的有序规划。应用集成包括了规模应用聚集、快速应用协同和全面应用整合。

第四层就是行业活动——业务应用层。业务应用层通过大脑的信息处理和智能分析,形成对智慧城市各领域应用的具体解决方案。业务应用涵盖了应急指挥、数字城管、平安城市、政府热线、数字医疗、环境监测、智能交通和数字物流等方面。这些应用领域主要是智慧城市的全景中的内容,是智慧城市运作的具体体现。

(2) 智慧城市平台架构

智慧城市平台的一般架构如图 1.7 所示。

平台主要是基于面向服务(SOA)的 ICT(信息与通信技术简称,Information Communication

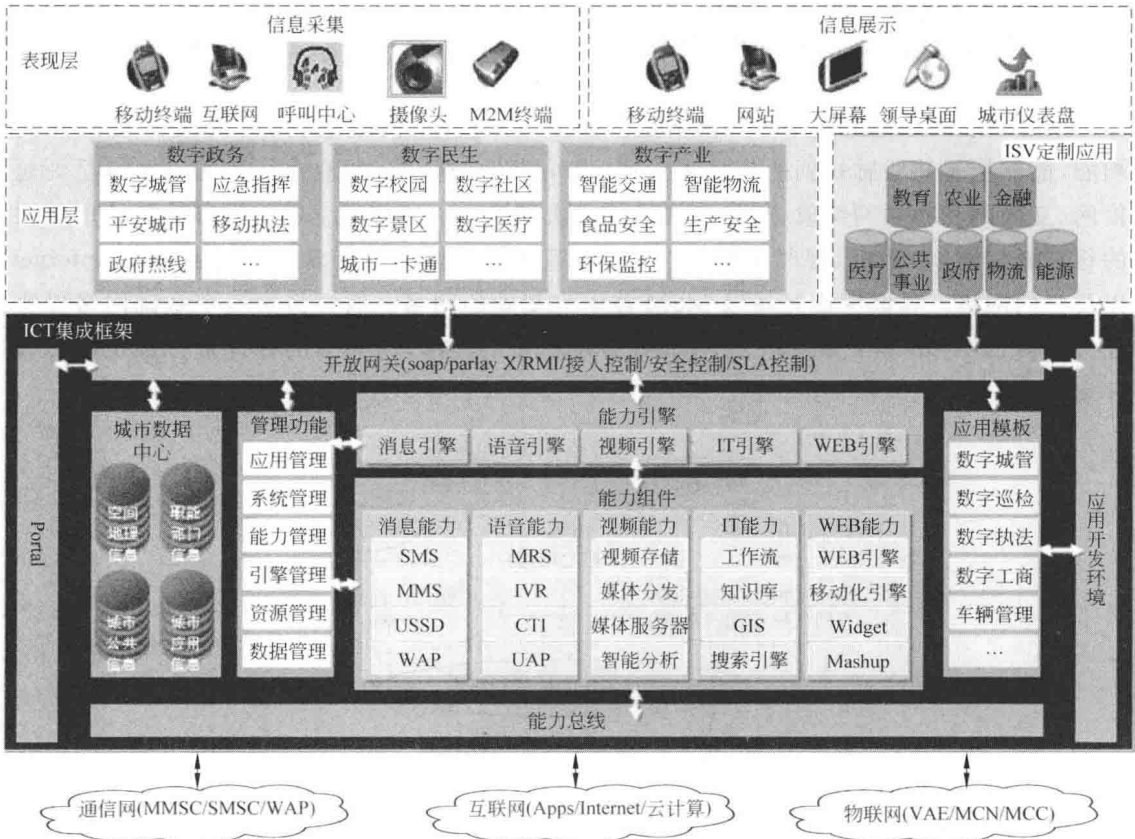


图 1.7 智慧城市平台架构

Technology)集成框架来实现智慧城市。ICT 就是通过信息与通信技术,用以满足“客户综合信息化需求”的一揽子解决方案,包括通信、信息收集、发布、自动化、传感、自动化等各个方面。

上述平台的主要的特点如下。

- ① 应用提供能力: 通过应用模板、能力引擎,基于工作流引擎的开发环境,提供应用快速交付能力。
- ② 系统集成能力: 定义标准接口,支持多层次集成,包括数据集成、能力集成、应用集成。
- ③ 统一分析能力: 城市仪表盘为决策者提供统一的城市数据分析视图。
- ④ 资源共享能力: 通过对数字城市应用所使用系统资源的虚拟管理,提高系统资源的利用率。

统一硬件/存储/安全方案: 硬件采用具有高安全性,高可用、可靠集群,高可扩展性,易管理维护,低环境复杂度,低整合难度度的方案;应用各种存储技术搭建统一的存储平台,同时采用高性价比的存储整合技术;网络安全方案对业务系统网络基础架构进行分析优化,按结构化、模块化、层次化的设计思路进行结构调整优化,增加网络的可靠性、可扩展性、易管理性和冗余性。