




高等学校“十三五”重点规划  
计算机科学与技术系列教材

# 物联网感知与应用实践教学教程

WULIANWANG GANZHI YU YINGYONG SHIJIAN JIAOCHENG

赵国冬 刘海波 张智勇 主编

 哈尔滨工程大学出版社  
Harbin Engineering University Press

“五”重点规划  
计算机科学与技术系列教材

# 物联网感知与应用实践教学

赵国冬 刘海波 张智勇 主编

## 内容简介

本书介绍了物联网、物联网感知技术和无线传感器网络的基本概念、原理、应用、最新进展、发展趋势,以及物联网应用系统开发的一般方法,内容主要包括物联网概述、物联网体系结构、物联网感知技术及其应用实验、无线传感器网络应用实验、物联网综合应用实验等。书中兼顾物联网理论知识的介绍和物联网应用实验与实践,同时更加注重物联网技术的实际应用,综合性实验比较丰富,可以让学生更深入地了解物联网的实质及应用意义,在实践中提高独立思考、分析问题和解决问题的能力以及团队合作能力。

本书可作为高等院校物联网及相关专业大学本科的教材或参考教材,也可作为广大从事无线传感器网络与物联网工作的科技人员及工程技术人员的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

物联网感知与应用实践教学 / 赵国冬, 刘海波, 张智勇主编. — 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2017. 8  
ISBN 978 - 7 - 5661 - 1545 - 4

I. ①物… II. ①赵… ②刘… ③张… III. ①互联网 - 应用 - 视频系统 - 监视控制 - 教材 ②智能技术 - 应用 - 视频系统 - 监视控制 - 教材 IV. ①TN94 ②TP277

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 140702 号

选题策划 马佳佳  
责任编辑 张忠远 夏飞洋  
封面设计 博鑫设计

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451 - 82519328  
传 真 0451 - 82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 北京中石油彩色印刷有限责任公司  
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16  
印 张 20  
字 数 500 千字  
版 次 2017 年 8 月第 1 版  
印 次 2017 年 8 月第 1 次印刷  
定 价 45.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

---

# 前 言

物联网是以互联网为基础延伸和扩展的网络,将用户端延伸和扩展到了物品与物品之间,实现信息的交换和通信。物联网又称为传感网,是继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。世界上的万事万物,小到手表、钥匙,大到汽车、楼房,只要嵌入一个微型感应芯片,就可以变得拥有一定智能,这个物体就可以和人类“对话”,物体和物体之间也能“交流”。从某种意义上说,现代的信息技术在新的时代为事物赋予了新的内涵,使物体变得有了灵性。

本书以实验和实践为目标来组织基本原理与相关技术的内容,以应用需求为导向来开展实验与实践内容,密切结合物联网教学实际,贴近物联网开发实际工程应用,以具体的实验来贯穿知识点,由浅入深、循序渐进、实例丰富、步骤详细、实战性强,使读者在学到实验知识的同时对理论知识形成更深刻的认识,实现理论与实践的融会贯通。

本书在编写过程中得到了哈尔滨工程大学本科生院的关怀和大力支持,哈尔滨工程大学计算机科学与技术学院多位老师和学生也提供了大量的帮助,在此谨向他们表示诚挚的谢意。张智勇同志参与编写了超过5万字的内容;杨赫、刘绪光、张跃威、李鹏飞等同学参与了本书部分实验示例代码的编写与调试,以及原始资料的整理工作。本书在编写过程中查阅了大量的参考资料及文献,并引用了其中的一些实例,因篇幅有限,难以一一列举,在此表示衷心的感谢。

本书力求内容紧凑、言简意赅,注重开发实例的实用性,希望本书的内容对读者的开发能够有所帮助。编者虽然从事计算机实践教学多年,但是囿于个人水平及视角,书中难免会有一些错误和不妥之处,敬请读者批评指正,以使我们的教学水平不断提高。

本书系统地介绍了物联网工程基本理论、物联网技术及物联网应用系统开发的一般方法,密切结合物联网教学实际,贴近物联网开发实际工程应用,由浅入深、循序渐进、实例丰富、步骤详细,可作为高等院校计算机、物联网相关专业的实践课程教材,也可作为高年级本科生、研究生的创新设计参考书。

编 者

2017年3月

# 目 录

<b>第 1 章 物联网技术概述</b> .....	1
1.1 物联网概述 .....	1
1.2 从互联网到物联网 .....	3
1.3 互联网、泛在网 .....	5
1.4 物联网的一般应用及发展 .....	6
1.5 支持物联网发展的技术 .....	8
<b>第 2 章 物联网感知技术</b> .....	16
2.1 物联网视频感知系统 .....	16
2.2 物联网无线传感(ZigBee)感知系统 .....	18
2.3 物联网 RFID 射频感知系统 .....	20
2.4 感知社交物联网 .....	21
<b>第 3 章 物联网实验平台系统</b> .....	23
3.1 硬件平台 .....	23
3.2 协调器 .....	27
3.3 路由器与采集节点介绍 .....	42
3.4 传感器模块介绍 .....	46
3.5 开发工具的使用 .....	83
<b>第 4 章 LM3S811 硬件实验</b> .....	103
4.1 LM3S811 板卡实验 .....	103
4.2 采集节点实验 .....	111
<b>第 5 章 LM3S9B96 硬件实验</b> .....	144
5.1 LM3S9B96 板卡实验 .....	144
5.2 通信与控制实验 .....	158
5.3 USB 接口实验 .....	175
5.4 图形与触摸屏实验 .....	181
5.5 操作系统实验 .....	185
<b>第 6 章 ZigBee 组网实验</b> .....	196
6.1 应用 UCOS-II 控制 LED 实验 .....	196
6.2 应用 UCOS-II 控制蜂鸣器实验 .....	198
6.3 节点物理层 PHY 编程实验 .....	201

6.4	介质访问层 MAC 编程实验	206
6.5	网络层编程实验	214
6.6	应用层编程实验	227
<b>第7章</b>	<b>上位机实验</b>	<b>238</b>
7.1	界面编写实验	238
7.2	TeeChartPrcV5 实验	246
7.3	通信接口程序编写实验	251
<b>第8章</b>	<b>ZigBee 组网综合实验</b>	<b>253</b>
8.1	温湿度采集实验	253
8.2	湿敏电阻采集实验	256
8.3	可燃气体浓度采集实验	259
8.4	烟雾浓度采集实验	262
8.5	二氧化碳浓度采集实验	265
8.6	氧气浓度采集实验	268
8.7	光照度采集实验	271
8.8	热释电人体红外测温实验	274
8.9	红外线防盗信号采集实验	277
8.10	加速度采集实验	280
8.11	RFID(125 kHz)实验	283
8.12	RFID(13.56 MHz)实验	286
8.13	RFID(900 MHz)实验	289
8.14	RFID(2.4 GHz)实验	291
8.15	水气表数据采集实验	293
8.16	电表数据采集实验	296
<b>第9章</b>	<b>物联网模型控制实验</b>	<b>299</b>
9.1	上位机的安装	299
9.2	门锁控制实验	301
9.3	窗帘控制实验	303
9.4	灯光控制实验	305
9.5	风扇控制实验	308
9.6	湿度控制实验	310
<b>参考文献</b>		<b>313</b>

# 第 1 章 物联网技术概述

## 1.1 物联网概述

### 1.1.1 物联网基本概念

物联网是新一代信息技术的重要组成部分。物联网的英文名称叫“The Internet of Things”。顾名思义,物联网就是“物物相连的互联网”。这有两层意思:第一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网的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,进行信息交换和通信。因此,物联网的定义是: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。

### 1.1.2 物联网定义

#### 1. 欧盟的定义

2009年9月,在北京举办的“物联网与企业环境中欧研讨会”上,欧盟委员会信息和社会媒体司 RFID 部门负责人 Lorent Ferderix 博士给出了欧盟对物联网的定义:物联网是一个动态的全球网络基础设施,它具有基于标准和互联操作通信协议的自组织能力,其中物理和虚拟的“物”具有身份标识、物理属性、虚拟的特性和智能的接口,并与信息网络无缝整合。物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网一道,构成未来互联网。

#### 2. 中国式定义

物联网(The Internet of Things)指的是将无处不在(Ubiquitous)的末端设备(Devices)和设施(Facilities),包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼宇系统、家庭智能设施、视频监控系统和“外在智能”(Enabled)的、如贴上 RFID 的各种资产(Assets)、携带无线终端的个人与车辆等的“智能化物件或动物”或“智能尘埃”(Mote),通过各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互联互通(M2M)、应用大集成(Grand Integration),以及基于云计算的 SaaS 营运等模式,在内网(Intranet)、专网(Extranet)、和/或互联网(Internet)环境下,采用适当的信息安全保障机制,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、预案管理、远程控制、安全防范、远程维护、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面(集中展示的 Cockpit Dashboard)等管理和服务功能,实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

和传统的互联网相比,物联网有其鲜明的特征:

首先,它是各种感知技术的广泛应用。物联网上部署了海量的多种类型传感器,每个



传感器都是一个信息源,不同类别的传感器所捕获的信息内容和信息格式不同。传感器获得的数据具有实时性,按一定的频率周期性的采集环境信息,不断更新数据。

其次,它是一种建立在互联网上的泛在网络。物联网技术的重要基础和核心仍旧是互联网,通过各种有线和无线网络与互联网融合,将物体的信息实时准确地传递出去。在物联网上的传感器定时采集的信息需要通过网络传输,由于其数量极其庞大,形成了海量信息,在传输过程中,为了保障数据的正确性和及时性,必须适应各种异构网络和协议。

最后,物联网不仅仅提供了传感器的连接,其本身也具有智能处理的能力,能够对物体实施智能控制。物联网将传感器和智能处理相结合,利用云计算、模式识别等各种智能技术,扩充其应用领域。从传感器获得的海量信息中分析、加工和处理出有意义的信息,以适应不同用户的需求,发现新的应用领域和应用模式。

### 3. “物”的含义

这里的“物”要满足以下条件才能够被纳入“物联网”的范围:

- (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 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。

## 1.1.3 物联网的基本结构

技术架构和应用模式:

从技术架构上来看,物联网可分为三层:感知层、网络层和应用层。

**感知层:**由各种传感器及传感器网关构成,包括二氧化碳浓度传感器、温度传感器、湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS 等感知终端。感知层的作用相当于人的眼耳鼻喉和皮肤等神经末梢,它是物联网获取、识别物体,采集信息的来源,其主要功能是识别物体,采集信息。

**网络层:**由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成,相当于人的神经中枢和大脑,负责传递和处理感知层获取的信息。

**应用层:**是物联网和用户(包括人、组织和其他系统)的接口,它与行业需求结合,实现物联网的智能应用。

物联网的行业特性主要体现在其应用领域内。目前绿色农业、工业监控、公共安全、城市管理、远程医疗、智能家居、智能交通和环境监测等各个行业均有物联网应用的尝试,某些行业已经积累一些成功的案例。



## 1.2 从互联网到物联网

### 1.2.1 互联网和物联网的关系

互联网的出现极大地推动了人类社会的发展,对促进社会信息化,实现工业化与信息化的融合发展起到重要作用。而物联网的出现及其初步应用似乎也与互联网有直接或间接的关系,因此可以说从物联网诞生的那一天起,似乎就和互联网无法分开。

作为现代社会中人们耳熟能详的一个名词“互联网”,已经成为人与人之间交流沟通、传递信息的纽带,然而细心的用户可以发现,虽然互联网有着丰富的内容和成熟的应用,但这些内容与应用仅是针对人与人这个特定的领域并且是虚拟的,那么人和物、物和物之间是不是也能有这样一种对话工具并且反映真实的物理世界呢?针对这个思路和启示,物联网应运而生,它的提出和使用让人与物、物与物之间的有效通信变为可能,这不仅可以降低管理的成本,而且更为重要的是大大提高了物品和各种自然资源使用的效率,是实现社会信息化的重要举措。互联网和物联网的结合,将会带来许多有益效果,最终实现整个生态系统高度的智能特性和智慧地球的美好愿景。

从以上的描述和分析不难看出,从某种意义上来说互联网是物联网灵感的来源;反之,物联网的发展又进一步推动互联网向一种更为广泛的“互联”演进,南京邮电大学校长杨震举了一个生动的例子,可以说是对上述思想的最好诠释:目前想要通过互联网了解一个东西,必须通过人去收集这个东西的相关信息,数字化后再放置到互连网络(服务器)上供人们浏览,人在其中要做很多的工作,且难以动态了解其变化;物联网则不需要,它使物体自己“说话”,通过在物体上植入各种微型感应芯片、借助无线通信网络,与现在的互连网络相互连接,让其“开口”。这样一来,人们不仅可以和物体“对话”,物体和物体之间也能“交流”。所以说,互联网连接的是虚拟世界网络,物联网连接的是物理的、真实的世界网络。

### 1.2.2 宽带城域网技术的发展

宽带城域网是根据业务发展和竞争的需要而建设的城市范围内的宽带多媒体通信网络,是宽带骨干网络在城市范围内的延伸,并作为本地的公共信息服务平台的组成部分,负责承载各种多媒体业务,为用户提供多种接入方式,满足各类用户多媒体业务的需要。因此宽带城域网必须是可管理和可扩展的运营网络。宽带城域网的发展是基于IP的网络所开展的,也是基于IP的业务。随着IP城域网关键技术的不断成熟,宽带城域网会为运营商带来新的利润增长点。电信运营商所建设的城域网络,将进一步提高服务质量和技术水平,城域网中各种技术的发展与融合将使其具有更加光辉的前景。而宽带城域网的建设是一个任重道远的工作。宽带业务和应用的迅速发展,推动城域网建设进入一个全新的局面。目前,如何在高速的网络上为用户提供电信增值业务至关重要,将成为电信运营商新的增长点。不知不觉间,中国的宽带用户规模已经在世界上屈指可数,世界范围内可参考的城域网建设经验越来越少。在这种情况下,中国的宽带城域网建设必须从中国的实际情况出发,去探索一条特色的宽带城域网发展思路,建设可以适应新时代要求、可盈利、可持

续发展的宽带城域网基础平台。

### 1.2.3 接入网技术发展的背景

未来的计算机网络将覆盖所有的企业、学校、科研部门、政府机关和家庭,其覆盖范围可能会超过现有的电话通信网。如果将国家级大型主干网比喻成国家级公路,各个城市和地区的高速城域网比喻成地区级公路,那么接入网就相当于最终把家庭、机关、企业用户接到地区级公路的道路。国家需要设计和建设覆盖全国的国家级高速主干网,各个城市、地区需要设计与建设覆盖一个城市和地区的主干网。但是,最后人们还是需要解决用户计算机的接入问题。对于互联网来说,任何一个家庭、机关、企业的计算机都必须首先连接到本地区的主干网中,才能通过地区主干网、国家级主干网与互联网连接。就像一个大学需要将校内道路就近与城市公路连接,以使学校的车辆可以方便地行驶出去一样,这样学校就要解决连接城市公路的“最后一公里”问题。同样,我们可以形象地将家庭、机关、企业的计算机接入地区主干网的问题也称为信息高速公路中的“最后一公里”问题。

接入网技术解决的是最终用户接入宽带城域网的问题。由于互联网的应用越来越广泛,社会对接入网技术的需求也越来越强烈,对于信息产业来说,接入网技术有着广阔的市场前景,因此它已经成为当前网络技术研究、应用与产业发展的热点问题。

接入网技术关系到如何将成千上万的住宅、小型办公室的用户计算机接入互联网的方法,关系到这些用户所能得到的网络服务的类型、服务质量、资费等切身利益问题,因此也是城市网络基础设施建设中需要解决的一个重要问题。

接入方式涉及用户的环境与需求,它大致可以分为家庭接入、校园接入、机关与企业接入。接入技术可以分为有线接入与无线接入两类。

从实现技术的角度,目前宽带接入技术主要有:数字用户线技术、光纤同轴电缆混合网技术、光纤接入技术、无线接入技术与局域网接入技术。无线接入又可以分为无线局域网接入、无线城域网接入与无线自组网接入。

#### 1. 数字用户线(xDSL)接入技术

大多数电话公司倾向于推动数字用户线(Digital Subscriber Line, xDSL)的应用。数字用户线(xDSL)又叫作数字用户环路,数字用户线是指从用户到本地电话交换中心的一对铜双绞线,本地电话交换中心又叫作中心局。xDSL 是美国贝尔通信研究所于 1989 年为推动视频点播业务开发的基于用户电话铜双绞线的高速传输技术。

电话网是唯一可以在几乎全球范围内向住宅和商业用户提供接入的网络。非对称数字用户线路(ADSL)技术最初是由 Intel、Compaq Computer、Microsoft 成立的特别兴趣组 SIG 提出的,如今这一组织已经包括了大多数主要的 ADSL 设备制造商和网络运营商。

ADSL 主要的技术特点表现在:

(1) 它可以在现有的用户电话线上通过传统的电话交换网,以重叠和不干扰传统模拟电话业务,同时提供高速数字业务。因此,ADSL 允许用户保留他们已经申请的模拟电话业务,可以同时支持单对用户电话线上的新型数据业务。新型的数据业务可以是互联网在线访问、远程办公、视频点播等。

(2) 该技术几乎和本地环路的实际参数没有什么关系,与所使用的用户电话线的特性无关,因此用户不需要专门为获得 ADSL 服务而重新铺设电缆。

(3) ADSL 技术提供的非对称带宽特性,上行速率在 64 ~ 640 kb/s,下行速率在

500 kb/s ~ 7 Mb/s。用户可以根据需要选择上行和下行速率。

这些特点对于网络运营商来说是很重要的,因为它意味着他们在推广 ADSL 技术时,用户端的投资相对比较小,并且推广容易。

## 2. 光纤同轴电缆混合网

20 世纪 60 年代和 70 年代的有线电视网络(CATV)技术提供的是单向的广播业务,那时的网络以简单共享同轴电缆的分支状或树形拓扑结构组建。随着有线电视网络的双向传输改造,利用有线电视网络进行双向数据传输服务成为可能。光纤同轴电缆混合网(Hybrid Fiber Coax, HFC)是新一代有线电视网络,它是一个双向传输系统。光纤节点将光纤干线和同轴分配线相互连接。光纤节点通过同轴电缆下引线可以为 500 ~ 2 000 个用户服务。这些被连接在一起的用户共享同一根传输介质。HFC 改善了信号质量,并提高了可靠性。用户可以按照传统的方式接收电视节目,同时又可以实现视频点播、IP 电话、发送 E-mail、浏览 Web 的双向服务功能。目前,我国有线电视网的覆盖面非常广,通过有线电视网络改造后,可以为很多的家庭宽带接入互联网提供一种经济、便捷的方法。因此光纤同轴电缆混合网已成为一种极具竞争力的宽带接入技术。

## 3. 光纤接入技术

绝大多数网络运营商都认为,理想的宽带接入网将是基于光纤的网络。无论是采用哪种接入技术,传输媒质铜缆的带宽的瓶颈问题是很难克服的。与双绞铜线、同轴电缆或无线接入技术相比,光纤的带宽容量几乎是无限的,光纤传输信号可经过很长的距离无须中继。因此人们非常关注光纤接入网。目前已经出现了光纤到路边(Fiber To The Curb, FTTC)、光纤到小区(Fiber To The Zone, FTTZ)、光纤到大楼(Fiber To The Building, FTTB)、光纤到办公室(Fiber To The Office, FTTO)与光纤到户(Fiber To The Home, FTTH)等新的概念和接入方法。光纤接入直接向终端用户延伸的趋势已经明朗。

## 4. 宽带无线接入技术与 802.16 标准

为了发展无线接入技术,IEEE 802 委员会决定成立一个专门的工作组,研究宽带无线网络标准,该工作组于 1999 年 7 月开始工作。2005 年 IEEE 批准了宽带无线网络 802.16 标准,正式的名称为 802.16—2005 标准。802.16 标准的全称是“固定带宽无线访问系统空接口”,也称为无线城域网(WMAN)标准。按 802.16 标准建设的无线网络需要在每个建筑物上建立基站。基站之间采用全双工、宽带通信方式工作,以满足固定结点以及火车、汽车等移动物体的无线通信需求。

# 1.3 互联网、泛在网

## 1.3.1 物联网的传输通信保障——互联网

物联网的范畴包含了互联网,物联网是基于万物互联基础上的大数据和云计算服务。互联网是物联网应用层面一个子集。从本质上讲:物联网的本质是感知与服务,物联网的数据可交易,对于大数据和云计算的价值巨大。移动互联网和互联网的本质是基于手机和 PC 的线上信息和内容推送和共享,信息会消失也会重造,对大数据和云计算价值有限。互联网同物联网区别之一:生态系统路径和结构完全不同;互联网同物联网区别之二:小数据

模型。

### 1.3.2 物联网发展的方向——泛在网

泛在网网络架构可以划分为感知延伸层、网络层、业务和应用层。与传统电信网络架构相比,泛在网中出现了感知延伸层。如前所述,由于要实现物与物的通信,感知延伸层是非常重要的。感知延伸层主要实现信息采集、捕获、物体识别。感知延伸层的关键技术包括传感器、RFID、自组织网络、短距离无线通信、低功耗路由等,感知延伸层必须解决低功耗、低成本和小型化的问题,并且面向更敏感、更全面的感知能力方向发展。网络层包括接入网、核心网。接入网涉及各种有线接入、无线接入、卫星等技术,核心网与已有电信网络和互联网络的基础设施在很大限度上重合。网络层要根据感知延伸层的业务特征,优化网络特性,更好地支持物物和物人通信。业务和应用层最终面向各类应用,实现信息的处理、协同、共享、决策。从服务主体出发,泛在网应用分为:行业专用服务、行业公众服务、公众服务。从应用场景看,包含工业、农业、电力、医疗、家居、个人服务等人们可以预见的各种场景。业务和应用层涉及海量信息的智能处理、分布式计算、中间件、信息发现等多种技术。

## 1.4 物联网的一般应用及发展

### 1.4.1 物联感知下的应用、预测和市场

近年来,地震、海啸等地质灾害频发,给人类生命生活带来严重影响,人们开始认识到,全球变暖让全世界处于同一个危险的边缘,人类需要更加重视自然环境的变迁,更加关注如何通过科技因应自然环境的变化:在澳大利亚的昆士兰,人们正在尝试“智慧桥”的试验。通过在一座大桥上安装各种各样的传感器,不仅可以告诉城市管理者桥上有多少车、车的质量是多少、车的污染是多少、车是新车还是旧车,也可以告诉人们这辆车对这座桥整个混凝土的结构带来多大的压力。由此,交通管理部门可以进行实时评估,获得这座桥结构强度的数据,一旦压力超出了所设定的极限值,交通管理部门就可以获得警报,及时发现。在新加坡,人们能像获得天气预报一样,获得交通堵塞预报。通过埋在路上的传感器和红绿灯上的探头,司机不仅可以看到什么地方在堵车,还能够提前预测,什么地方过10~20分钟会堵车,从而选择更为通畅的道路行驶。在纽约,一个应用于公共安全的智能城市快速反应系统已经建立,也就是“犯罪信息仓库”。通过这些信息仓库的信息,纽约警察可以对犯罪分子的行为有更多的了解,也就是说一旦一种犯罪的行为出现一点点苗头的话,纽约的警察就可以根据这些信息做出预测,防止类似犯罪行为发生。瑞典斯德哥尔摩建立了智慧交通体系,按照不同的拥堵程度对交通收费。通过这样智慧的交通体系,斯德哥尔摩整个汽车使用量降低25%,碳排放量降低14%,在环保、防止污染等方面取得了比预期更好的效果。在人均碳排放量方面,成为欧洲的佼佼者,平均每人碳排放量降到4吨/年。而欧洲平均是每人6吨/年,美国是20吨/年。饱受食品安全危害的中国,从2008年北京奥运会开始已经在逐步实施智能的食品追溯体系,食品从农场,到市场,到市民手中都被纳入到这个追溯



体系之中,一旦出现食品方面的问题,可以及时地找到事故根源。形形色色的传感技术、通信技术、无线技术、网络技术共同组成了以物联网为核心的智慧网络。亚里士多德曾说过:“给我一个支点,我可以撬起地球。”而今随着技术的发展,这句豪言完全可以与时俱进地改为:“给我一个物联网我能够感知地球。”

## 1.4.2 国内外物联网的发展现状

从国际上看,欧盟、美国、日本等国都十分重视物联网的工作,并且已做了大量研究开发和应用工作。美国把它当成重振经济的法宝,所以非常重视物联网和互联网的发展,它的核心是利用信息通信技术(ICT)来改变美国未来产业发展模式和结构(金融、制造、消费和服务等),改变政府、企业和人们的交互方式以提高效率、灵活性和响应速度。把 ICT 技术充分用到各行各业,把感应器嵌入到全球每个角落,例如电网、交通(铁路、公路、市内交通)等相关的物体上。并利用网络和设备收集的大量数据通过云计算、数据仓库和人工智能技术做出分析,给出解决方案。把人类智慧赋予万物,赋予地球。美国提出“智慧地球、物联网和云计算”就是美国要作为新一轮 IT 技术革命的领头羊的证明。按欧盟专家讲,欧盟发展物联网先于美国,确实欧盟围绕物联网技术和应用做了不少创新性工作。在全球物联网会议上,欧盟介绍了《欧盟物联网行动计划》(Internet of things—An action plan for Europe),其目的也是企图在“物联网”的发展上引领世界。在欧盟较为活跃的是各大运营商和设备制造商,他们推动了 M2M(机器与机器)的技术和服务的发展。

## 1.4.3 物联网未来趋势

目前,世界主要国家已将物联网作为抢占新一轮经济科技发展制高点的重大战略,我国也将物联网作为战略性新兴产业上升为国家发展重点,并在《“十二五”规划纲要》中明确提出,要推动物联网关键技术研发和重点领域的应用示范,成为近年发展“互联网+”国家行动计划中的重要内容。根据 Wind 数据显示,我国 2009 年至 2014 年,物联网行业市场规模 CAGR 达到 27.1%;前瞻产业研究院发布的《中国物联网行业应用领域市场需求与投资预测分析报告》预计到 2018 年,物联网行业市场规模将超过 1.5 万亿元,CAGR 将超过 30.0%。预计未来几年我国物联网行业将持续快速发展。据中国物联网研究发展中心预计,到 2020 年我国物联网产业规模将达到 2 万亿,产业链发展潜力显著。物联网市场规模将达 1.9 万亿美元。在近日中国信通院发布的《物联网白皮书》中指出,微软、华为、软银、高通、BAT(百度、阿里巴巴、腾讯的合称)等全球知名企业均从不同环节布局物联网,产业大规模发展的条件正快速形成,未来 2 至 3 年将成为物联网产业生态发展的关键时期。市场分析公司高德纳(Gartner)发布的数据显示:2020 年,全球联网设备数量将达 260 亿台,物联网市场规模将达 1.9 万亿美元。物联网的发展已经进入黄金期。工信部公布的数据显示,2015 年中国物联网产业规模达到 7 500 亿元,“十二五”时期联合增长率达到 25%,通过网络机器到机器连接数超过 1 亿,占据全球总量的 31%,成为全球最大的市场。有许多海外物联网专家对中国的物联网市场信心满满,他们认为,未来中国可能是物联网时代的最大市场与赢家。根据全球知名研究机构埃森哲最近的一份报告显示,在中国物联网对推动行业增长助力明显,预计到 2030 年,物联网可以创造高达 1.8 万亿元的国内生产总值(GDP)累积贡献值。

## 1.5 支持物联网发展的技术

### 1.5.1 无线射频识别(RFID)技术

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)亦称电子标签、无线射频识别,是一种通信技术。RFID技术越来越受到人们的重视,在我国,RFID技术在工厂生产、铁路运营、仓储物流、贵重品贸易、身份识别等领域得到长足发展,已经有相当成熟的应用。RFID技术的技术原理是利用感应识别特定的电子标签(RFID Tags)发出的无线电波特定频段的能量,或由电子标签主动发送某一频率的信号,进行非接触式双向通信,完成目标识别和数据交换目的的自动识别技术,而不需要识别系统(一般是RFID阅读器)与电子标签之间建立机械或光学接触。RFID技术可应用的领域十分广泛,可以说,在物联网的概念中,RFID技术被看作是继互联网和移动通信两大技术之后的第三大技术。RFID系统组成包括硬件和软件。其中硬件主要包括电子标签、阅读器(Reader)、计算机、网络设备;软件主要包括应用软件、嵌入式软件(又称中间件)、数据库系统。RFID技术和条形码等其他识别技术相比,有以下几个特点:远距离读写;存储量大;可重复使用;使用寿命长;可以同时识别多个标签;形状不受限制;耐环境变化,保养方便;数据安全。RFID技术目前尚在托盘标签而未达到单品标签的阶段,原因之一就是成本。第二个制约因素是安全问题。第三个问题在于标准和频段的不统一。总而言之,由于受到技术水平和标准问题的限制,RFID技术目前尚在部分行业得以应用,未能建立完整的产业链,而在超级市场等零售业界,更只是在实施试点项目,未能形成普遍的气候。RFID标签全面取代条形码后,能带来更多的便利、快捷、创新和利润。首先是能大大减少人工计费的失误,将现有的计费系统耗时减少1/2到2/3,减少商品非预期性损失等,均能给顾客和零售商带来极大的便利。

### 1.5.2 无线传感器网络(WSN)

科技发展的脚步越来越快,人类已经置身于信息时代。而作为信息获取最重要和最基本的技术——传感器技术,也得到了极大的发展。传感器信息获取技术已经从过去的单一化渐渐向集成化、微型化和网络化方向发展,并将会带来一场信息革命。具有感知能力、计算能力和通信能力的无线传感器网络(Wireless Sensor Networks, WSN)综合了传感器技术、嵌入式计算技术、分布式信息处理技术和通信技术,能够协作地实时监测、感知和采集网络分布区域内的各种环境或监测对象的信息,并对这些信息进行处理,获得详尽而准确的信息,传送到需要这些信息的用户。由于WSN的巨大应用价值,它已经引起了世界许多国家的军事部门、工业界和学术界的广泛关注,被广泛地应用于军事,工业过程控制、国家安全、环境监测等领域。无线传感器网络(WSN)发展现状及困境,无线传感器网络综合了传感器技术、嵌入式计算技术、现代网络及无线通信技术、分布式信息处理技术等多个领域,是当前计算机网络研究的热点。

### 1.5.3 纳米技术

纳米技术(Nanotechnology)是用单个原子、分子制造物质的科学技术,研究结构尺寸在0.1~100 nm 范围内材料的性质和应用。纳米科学技术是以许多现代先进科学技术为基础的科学技术,它是现代科学(混沌物理、量子力学、介观物理、分子生物学)和现代技术(计算机技术、微电子和扫描隧道显微镜技术、核分析技术)结合的产物,纳米科学技术又将引发一系列新的科学技术,例如:纳米物理学、纳米生物学、纳米化学、纳米电子学、纳米加工技术和纳米计量学等。

### 1.5.4 感知技术

物联网以感知为核心,它的三个基本特征是:全面感知、可靠传输与智能处理。它们分别由物联网的三大部分感知层、网络层以及应用层来实现。

物联网的技术核心是感知层技术,它与人体的皮肤和五官的作用相近,用于感知物体并采集信息。感知层由传感网和感知设备两大部分组成,主要包括射频识别技术(RFID)、WSN 传感技术、全球定位系统、激光扫描、红外感应、视频技术、条形码扫描等。近几年来,射频识别技术(RFID)和 WSN 传感技术都取得了快速的发展。

#### 1. 射频识别技术(RFID)

射频识别技术,简称 RFID,是一种非接触式的自动识别技术,兴起于 20 世纪 90 年代。作为快速、实时,并能够准确采集与处理信息的高新技术,该技术被公认为 21 世纪十大重要技术之一。RFID 一般包括电子标签、阅读器和天线三个组成部分。它采用无线射频方式,能够实现双向的数据通信,识别目标对象继而获取相关数据。RFID 系统组成如图 1.1 所示。

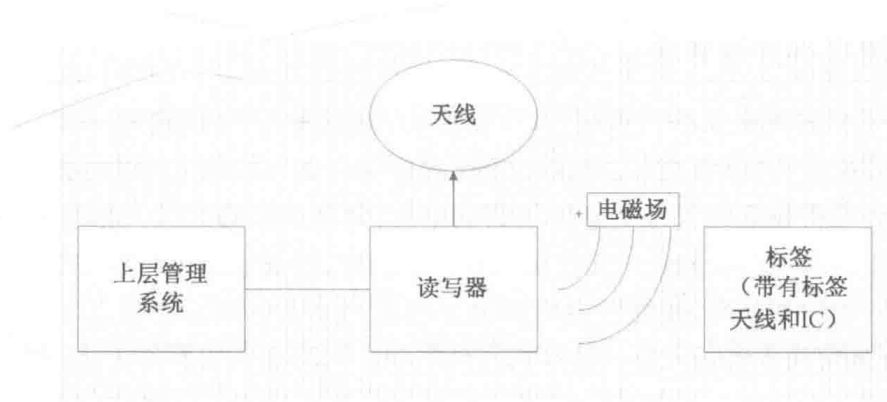


图 1.1 RFID 系统组成

电子标签内保存有一定格式的电子数据,用来标识物体基本信息。它们嵌入或附着在物品中,实现对物品的追踪和定位。电子标签具有存取信息的时间短、读取信息的距离远的优点。此外,由于电子标签的信息存取均设有密码保护,所以,它的安全性得到了保证。阅读器向电子标签发送命令,电子标签将内存的标识信息回送给阅读器,它们之间传送信息是在通信协议的基础上进行的。天线是一个“桥梁”,在电子标签与阅读器之间发挥着射频通信功能。总之,借助于 RFID,人们可以很轻易地对各类物品进行标识和获取信息。业



界人士认为,RFID 将成为未来几年内代替条形码的关键技术之一,将被广泛地应用于物联网智能交通、智能安防和智能购物等领域。

## 2. WSN 传感技术

传感技术是一种多门学科交融的现代科技,它主要研究在自然物品上获得信息,并对其进行识别和处理。传感器是传感技术的核心,它能够对物联网中物物之间和物人之间进行信息交互。无线传感器网络(WSN)由大量微型的传感器节点组成,这些节点被部署在监测环境中,形成一个自组织的无线通信网络。WSN 感知、采集和处理整个网络中感知对象的数据信息,并将这些信息发送给观测者。WSN 的缺陷是它仅能获取感知对象的标量信息,由此,无线多媒体传感器网络应运而生,它在 WSN 的基础上增加了获取图像、声音和视频等数据信息的功能。WSN 体系结构如图 1.2 所示。

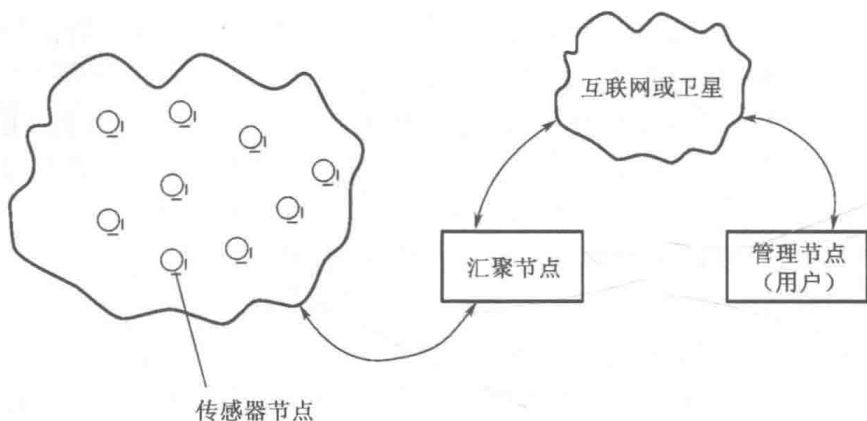


图 1.2 WSN 体系结构

### 1.5.5 通信及计算技术

数据中心平台具有强大的计算能力、存储能力、决策能力、管理能力,并包含了涉及各个行业的专业数据库,能够为校园、环保、交通、政务等一系列智慧应用提供数据信息上的支持。传感器终端将收集的大量信息传输数据中心,数据中心通过传入信息的整合分析,进而实现智慧城市应用的智能化。在传统的城市架构中,其具有的硬件服务器已经无法满足对大量数据的管理和处理,在物联网的传输层和应用层中应用云计算,让云计算为智慧城市服务,很好地解决了大量数据的计算和存储问题。同时在一定程度上大大提高了智慧城市应用系统的运行效率。智慧城市的建设的目的是为了实现对大量数据信息的共享和高度整合,而云计算的特点就很好地符合智慧城市建设。

该系统主要有云安全层、智慧城市运营支撑体系、基础设施层、云服务平台及应用层、门户层组成。

(1) 云安全层涉及智慧城市的方方面面,确保智慧城市中应用系统能够正常的运行。

(2) 智慧城市运营支撑体系,该体系是针对智慧城市应用的新特性建立的,保证了智慧城市应用系统正常的运行。

(3) 基础设施层智慧城市是基础设施层的底层,云计算基本架构为基础设施层,其中包括两个部分,一个是基础资源,另一个是智能接入。其中基础资源是建立各个行业数据库,

各个智慧城市应用结合自身的需求进行存取,在一定程度上提高资源的利用率,实现了资源的高低协同和共享。智能接入包括基础通信网络和物联网感知设备,保证智慧城市应用系统的接入。智慧城市示意图如图 1.3 所示。

(4) 云服务平台和应用层智慧城市的中间层是一个云服务平台。该平台主要针对智慧城市应用系统而设置的,在这个服务平台上不但可以实现城市资源信息的共享和管理,还可以发布一些智慧城市应用,除此之外,依靠其强大的信息整合能力,还可以为用户提供科学合理的决策。智慧城市应用系统主要表现在三大领域,分别是智慧产业、智慧民生、智慧政府。通过智能化、精细化的智慧城市应用,满足各个领域对信息化提出的各种需求。

(5) 门户层是向用户、企业及政府展示各种智慧城市应用成果,同时这一层还为城市居民感受智慧城市应用系统提供了一个平台,在这里城市居民可以享受到各种智慧化的城市应用。

物联网技术是对互联网技术的拓展和延伸,物联网技术使得网络变得更加互联互通,在智慧城市建设中扮演着重要的角色,但是因为网络终端存储和计算能力都无法满足需求,云计算技术的强大存储、计算、信息整合能力,正好解决了这一问题,不仅实现了对大量数据的计算和储存,同时还具有一定的安全性。因此智慧城市的建设也需要云计算技术作为支撑。通过应用物联网技术和云计算技术,让智慧城市真正“智慧化”。

### 1.5.6 普适计算技术

普适计算最早起源于1988年 Xerox PARC 实验室的一系列研究计划。在该计划中美国施乐(Xerox)公司 PARC 研究中心的 Mark Weiser 首先提出了普适计算的概念。1991年 Mark Weiser 在 *Scientific American* 上发表文章“The Computer for the 21st Century”,正式提出了普适计算(Ubiquitous Computing)。Mark Weiser 指出:“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”

1999年,IBM 也提出普适计算(IBM 称之为 Pervasive Computing)的概念,即为无所不在的,随时随地可以进行计算的一种方式。跟 Weiser 一样,IBM 也特别强调计算资源普存于环境当中,人们可以随时随地获得需要的信息和服务。

1999年欧洲研究团体 ISTAG 提出了环境智能(Ambient Intelligence)的概念。其实这是个跟普适计算类似的概念,只不过在美国等通常叫普适计算,而欧洲的有些组织团体则叫环境智能。二者提法不同,但是含义相同,实验方向也是一致的。

### 1.5.7 云计算技术

云计算(Cloud Computing)是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式,通常涉及通过互联网来提供动态易扩展且经常是虚拟化的资源。云是网络、互联网的一种比喻说法。过去在图中往往用云来表示电信网,后来也用来表示互联网和底层基础设施的抽象。

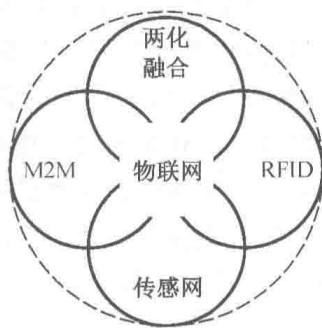


图 1.3 智慧城市示意图