

# 物联网

## 技术及应用

王毅 主编

镇维 廖勇 齐俊杰 马礼举 编著



国防工业出版社  
National Defense Industry Press



# 物联网技术及应用

王 毅 主编

镇 维 廖 勇 齐俊杰 马礼举 编著

国防工业出版社

·北京·

# 前 言

物联网——一个最具有前瞻性的技术,迅速成为信息技术领域的关注热点,其核心技术更是成为众多学者的研究焦点,并将物联网技术看做是一场一触即发的科技革命和经济浪潮。

物联网(Internet of Things),又名传感网,指的是将各种信息传感设备,如射频识别(RFID)装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等种种装置与互联网结合起来而形成的一个巨大网络。

物联网是当前国际上备受关注的、由多学科高度交叉的新兴前沿研究热点领域。它综合了传感器技术、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,能够通过各类集成化的微型传感器协作地实时监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息,通过嵌入式系统对信息进行处理,并通过随机自组织无线网络以多跳中继方式将所感知信息传送到用户终端。从而真正实现“无处不在的计算”理念。其目的是让所有的物品都能够远程感知和控制,并与现有的网络连接在一起,形成一个更加智慧的生产生活体系。其实质是利用 RFID 技术,通过计算机互联网实现物品(商品)的自动识别和信息的互联与共享。简而言之,物联网是通过在物品上嵌入电子标签、条形码等能够存储物品信息的标识,通过无线网络的方式将其即时发送到后台信息处理系统,而各大信息系统可互联形成一个庞大的网络,从而可达到对物品实施跟踪、监控等智能化管理的目的。

物联网可实现人与物之间的信息沟通。物联网中非常重要的技术是 RFID 电子标签技术。以简单 RFID 系统为基础,结合已有的网络技术、数据库技术、中间件技术等,构筑一个由大量联网的读取器和无数移动的标签组成的,比 Internet 更为庞大的物联网成为 RFID 技术发展的趋势。

物联网有三个特点:第一是全面感知,也就是利用 RFID、传感器、二维码,甚至其他的各种机器,能够随时采集物体动态;第二是可靠的传送,通过无处不在的无线网络将感知的各种信息进行实时传送;第三是智能处理,利用云计算等技术及时对海量信息进行处理,真正达到了人与人的沟通和物与物的沟通。物联网用途广泛,遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。物联网是利用无所不在的网络技术建立起来的,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,是一个全新的技术领域。

全书共分为 5 个部分:第一部分(第 1 章)综述了物联网的基本概念、基本特征、体系模型和国内外发展状况等;第二部分(第 2、3 章)介绍了物联网编码、名称解析服务、中间件以及物联网技术的发展等;第三部分(第 4~6 章)详述了 RFID 原理与技术、RFID 系统的防碰撞算法以及 RFID 系统在无线局域网、蓝牙和 Zigbee 等网络环境下的干扰算法;第

四部分(第7、8章)介绍了物联网在家居、教育、物流、农业、交通及三大运营商中的应用等;第五部分(第9章)介绍了物联网的瓶颈和潜在问题以及未来的发展趋势。

感谢空军工程大学雷英杰教授、王晓丹教授、郑全弟教授、刘进忙教授、石志寒教授、周炜教授、李进教授,海军张景生高工对我们的指导和鼓励。感谢提供素材的所有人员。

由于物联网技术较为前沿,加之作者水平有限、时间较紧,书中难免存在谬误,恳请读者批评指正。我们将密切跟踪物联网技术的发展,吸收您的宝贵意见,适时编撰本书的升级版本。

编者  
2011年3月

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第 1 章 物联网概述</b> .....    | 1  |
| 1.1 物联网的概念 .....            | 1  |
| 1.1.1 物联网的定义 .....          | 1  |
| 1.1.2 物联网的意义 .....          | 1  |
| 1.1.3 物联网的特征 .....          | 2  |
| 1.2 物联网的体系模型 .....          | 3  |
| 1.2.1 三大应用架构 .....          | 3  |
| 1.2.2 三层物联网体系架构 .....       | 6  |
| 1.2.3 五层物联网体系架构 .....       | 7  |
| 1.3 物联网的发展现状 .....          | 8  |
| 1.3.1 国外发展.....             | 10 |
| 1.3.2 国内发展.....             | 11 |
| <b>第 2 章 物联网关键技术</b> .....  | 14 |
| 2.1 物联网编码.....              | 14 |
| 2.2 物联网名称解析服务.....          | 17 |
| 2.2.1 ONS 简介.....           | 17 |
| 2.2.2 ONS 工作原理.....         | 18 |
| 2.2.3 ONS 应遵循的基本原则.....     | 19 |
| 2.3 物联网信息发布服务.....          | 20 |
| 2.4 物联网中间件.....             | 20 |
| 2.4.1 中间件的功能和特征.....        | 20 |
| 2.4.2 中间件的模块.....           | 21 |
| 2.4.3 Savant 中间件 .....      | 22 |
| 2.5 物联网安全.....              | 26 |
| 2.5.1 感知层威胁.....            | 26 |
| 2.5.2 物联网不同于互联网的安全风险.....   | 28 |
| <b>第 3 章 物联网的技术发展</b> ..... | 30 |
| 3.1 无线传感器网络技术.....          | 30 |
| 3.1.1 传感器技术.....            | 30 |
| 3.1.2 无线传感器网络.....          | 34 |
| 3.1.3 核心关键技术.....           | 36 |
| 3.1.4 关键支撑技术.....           | 37 |

|            |                   |           |
|------------|-------------------|-----------|
| 3.2        | 二维码技术             | 38        |
| 3.2.1      | 二维码的发展            | 38        |
| 3.2.2      | 二维码的分类            | 39        |
| 3.2.3      | 二维码的特点            | 39        |
| 3.2.4      | 全球二维码技术标准         | 40        |
| 3.2.5      | 国内二维码技术标准         | 40        |
| 3.2.6      | 二维码的应用领域          | 41        |
| 3.2.7      | 手机二维码             | 41        |
| 3.3        | 智能技术              | 43        |
| 3.3.1      | 人工智能的概念           | 44        |
| 3.3.2      | 人工智能的基本特点         | 46        |
| 3.3.3      | 人工智能的研究与应用领域      | 46        |
| 3.4        | 纳米技术              | 49        |
| 3.4.1      | 技术概述              | 49        |
| 3.4.2      | 纳米技术的发展历史         | 50        |
| 3.4.3      | 纳米技术的概念分类         | 52        |
| 3.4.4      | 纳米技术的内容及应用        | 52        |
| 3.4.5      | 我国纳米技术目前产业化状况     | 58        |
| 3.5        | 云计算               | 59        |
| 3.5.1      | 云计算的定义            | 59        |
| 3.5.2      | 云计算的应用            | 61        |
| 3.5.3      | 云计算的架构            | 62        |
| 3.5.4      | 云计算的用户            | 64        |
| 3.5.5      | 云计算的优势            | 65        |
| 3.5.6      | 云计算基础设施模式         | 66        |
| 3.5.7      | 云计算的关键技术          | 67        |
| <b>第4章</b> | <b>RFID 原理与技术</b> | <b>70</b> |
| 4.1        | 概述                | 70        |
| 4.1.1      | RFID 发展历程         | 70        |
| 4.1.2      | 几种常用的自动识别技术       | 71        |
| 4.1.3      | RFID 的特点          | 72        |
| 4.1.4      | RFID 研究方向         | 72        |
| 4.2        | RFID 系统组成与工作原理    | 74        |
| 4.2.1      | RFID 系统组成         | 75        |
| 4.2.2      | RFID 系统的工作原理      | 78        |
| 4.2.3      | RFID 系统的数据传送方式    | 79        |
| 4.2.4      | RFID 系统的数据校验      | 80        |
| 4.3        | RFID 系统的安全认证协议    | 80        |
| 4.3.1      | RFID 系统的安全模型      | 80        |

|              |                             |            |
|--------------|-----------------------------|------------|
| 4.3.2        | RFID 系统的安全解决方案 .....        | 82         |
| 4.3.3        | 协议的概念及性质 .....              | 84         |
| 4.3.4        | 协议的分类和介绍 .....              | 86         |
| 4.3.5        | 协议的比较与总结 .....              | 91         |
| 4.3.6        | 消息认证 .....                  | 91         |
| 4.3.7        | 身份认证 .....                  | 95         |
| 4.3.8        | 数字签名 .....                  | 98         |
| 4.4          | RFID 系统的数据库安全 .....         | 101        |
| 4.4.1        | 数据库安全的概述 .....              | 101        |
| 4.4.2        | 网络系统层安全技术 .....             | 102        |
| 4.4.3        | 宿主操作系统的安全技术 .....           | 102        |
| 4.4.4        | 数据库管理系统层安全技术 .....          | 103        |
|              | 参考文献 .....                  | 105        |
| <b>第 5 章</b> | <b>RFID 系统的防碰撞算法</b> .....  | <b>106</b> |
| 5.1          | RFID 防碰撞的两种形式 .....         | 106        |
| 5.2          | 防碰撞算法的原理与模型 .....           | 107        |
| 5.2.1        | 防碰撞算法的原理 .....              | 107        |
| 5.2.2        | 读写器碰撞模型 .....               | 107        |
| 5.2.3        | 标签碰撞模型 .....                | 107        |
| 5.3          | 防碰撞算法现状与分类 .....            | 108        |
| 5.3.1        | 空分多址法 .....                 | 109        |
| 5.3.2        | 频分多址法 .....                 | 110        |
| 5.3.3        | 码分多址法 .....                 | 110        |
| 5.3.4        | 时分多址法 .....                 | 110        |
| 5.3.5        | ISO/IEC 14443 中的防碰撞协议 ..... | 111        |
| 5.4          | 防碰撞算法的限制与要求 .....           | 113        |
| 5.4.1        | 标签防碰撞算法的限制 .....            | 113        |
| 5.4.2        | 标签防碰撞算法的要求 .....            | 113        |
| 5.5          | 无源 RFID 系统防碰撞算法 .....       | 114        |
| 5.5.1        | ALOHA 算法 .....              | 114        |
| 5.5.2        | 时隙 ALOHA 算法 .....           | 115        |
| 5.5.3        | 普通的帧时隙 ALOHA 算法 .....       | 115        |
| 5.5.4        | 动态帧时隙 ALOHA 算法 .....        | 116        |
| 5.5.5        | 优化的帧时隙 ALOHA 算法 .....       | 116        |
| 5.5.6        | 二进制搜索算法 .....               | 117        |
| 5.5.7        | EPC 动态二进制算法 .....           | 119        |
| 5.5.8        | ISO14443A 动态二进制算法 .....     | 123        |
| 5.5.9        | 跳跃式类二进制算法 .....             | 125        |
| 5.6          | 有源 RFID 系统的防碰撞算法 .....      | 131        |

|              |                            |            |
|--------------|----------------------------|------------|
| 5.6.1        | 实现算法的前提 .....              | 131        |
| 5.6.2        | 算法流程 .....                 | 131        |
| 5.6.3        | 算法介绍 .....                 | 132        |
| 5.6.4        | 有源 RFID 系统的实例 .....        | 133        |
|              | 参考文献 .....                 | 134        |
| <b>第 6 章</b> | <b>RFID 与无线网络的干扰</b> ..... | <b>135</b> |
| 6.1          | 无线传感器网络简介 .....            | 136        |
| 6.1.1        | 无线传感器网络系统结构 .....          | 136        |
| 6.1.2        | 无线传感器网络节点结构 .....          | 137        |
| 6.1.3        | 无线传感器网络的特点 .....           | 137        |
| 6.2          | 无线传感器的安全 .....             | 138        |
| 6.2.1        | 密钥管理 .....                 | 139        |
| 6.2.2        | 密码技术 .....                 | 139        |
| 6.2.3        | 安全路由技术 .....               | 139        |
| 6.2.4        | 入侵检测 .....                 | 140        |
| 6.2.5        | 身份认证技术 .....               | 140        |
| 6.3          | 无线传感器网络安全体系 .....          | 141        |
| 6.3.1        | 无线传感器网络安全体系的特点 .....       | 142        |
| 6.3.2        | 建立无线传感器网络安全体系的必要性 .....    | 142        |
| 6.3.3        | 安全无线传感器网络的协议栈 .....        | 143        |
| 6.4          | RFID 与无线局域网的干扰 .....       | 144        |
| 6.4.1        | 无线网络技术概述 .....             | 144        |
| 6.4.2        | 无线网络的频段划分 .....            | 147        |
| 6.4.3        | 无线网络间干扰的研究现状 .....         | 148        |
| 6.4.4        | 物理层的干扰分析 .....             | 148        |
| 6.4.5        | MAC 子层干扰分析 .....           | 150        |
| 6.4.6        | 干扰下无线局域网的性能 .....          | 154        |
| 6.5          | RFID 与蓝牙的干扰 .....          | 155        |
| 6.5.1        | 蓝牙技术概述 .....               | 155        |
| 6.5.2        | 蓝牙网络干扰研究现状 .....           | 156        |
| 6.5.3        | 物理层干扰分析 .....              | 156        |
| 6.5.4        | MAC 层干扰分析 .....            | 159        |
| 6.5.5        | 在 RFID 干扰下的蓝牙性能 .....      | 161        |
| 6.6          | RFID 与 Zigbee 的干扰 .....    | 163        |
| 6.6.1        | Zigbee 技术概述 .....          | 163        |
| 6.6.2        | Zigbee 相关协议 .....          | 163        |
| 6.6.3        | Zigbee 网络干扰研究现状 .....      | 166        |
| 6.6.4        | Zigbee 的误比特率 .....         | 167        |
| 6.6.5        | Zigbee 的冲突时间 .....         | 169        |



|            |                               |            |
|------------|-------------------------------|------------|
| 6.6.6      | 频率冲突概率 .....                  | 173        |
| 6.6.7      | Zigbee 的误分组率 .....            | 174        |
|            | 参考文献 .....                    | 175        |
| <b>第7章</b> | <b>物联网的应用</b> .....           | <b>176</b> |
| 7.1        | 物联网应用领域和典型特征 .....            | 177        |
| 7.1.1      | 个人市场 .....                    | 177        |
| 7.1.2      | 家庭市场 .....                    | 177        |
| 7.1.3      | 行业市场 .....                    | 179        |
| 7.2        | 物联网在家庭中的应用 .....              | 180        |
| 7.2.1      | 智能家居 .....                    | 183        |
| 7.2.2      | 其他家庭服务 .....                  | 187        |
| 7.2.3      | 成功案例 .....                    | 189        |
| 7.3        | 物联网在农业中的应用 .....              | 189        |
| 7.3.1      | 传感器 .....                     | 190        |
| 7.3.2      | 无线传感器网络在农业中的应用 .....          | 191        |
| 7.3.3      | 精准农业 .....                    | 192        |
| 7.4        | 物联网在物流业中的应用 .....             | 192        |
| 7.4.1      | 物流业中物联网应用的领域 .....            | 193        |
| 7.4.2      | 物流业中物联网应用的趋势 .....            | 193        |
| 7.4.3      | 物联网信息示范平台的构建 .....            | 194        |
| 7.5        | 物联网在教育中的应用 .....              | 195        |
| 7.5.1      | 利用物联网构建智能化教学环境 .....          | 195        |
| 7.5.2      | 利用物联网丰富实验教学 .....             | 196        |
| 7.5.3      | 利用物联网支持教学管理 .....             | 196        |
| 7.5.4      | 利用物联网拓展课外教学活动 .....           | 196        |
| 7.6        | 物联网在粮食物流中的应用 .....            | 197        |
| 7.6.1      | 实现保管的动态监测 .....               | 197        |
| 7.6.2      | 实现粮食运输合理化 .....               | 197        |
| 7.6.3      | 实现粮食物流的无缝化连接 .....            | 197        |
| 7.6.4      | 实现配送的精确化 .....                | 197        |
| 7.6.5      | 存在的问题 .....                   | 198        |
| 7.7        | 物联网在交通运输行业的应用 .....           | 199        |
| 7.7.1      | 交通要素身份识别是构建物联网的基础 .....       | 199        |
| 7.7.2      | 统一信息化系统数据标准是构建交通物联网的关键 .....  | 199        |
| 7.7.3      | 搭建交通运输物联网平台是实现“智慧交通”的手段 ..... | 199        |
| 7.7.4      | 物联网在省际交通应用的设想 .....           | 200        |
| 7.8        | 物联网在中国移动的应用 .....             | 203        |
| 7.8.1      | 中国移动物联网的体系架构 .....            | 204        |
| 7.8.2      | 中国移动物联网的技术创新 .....            | 204        |

|              |                             |            |
|--------------|-----------------------------|------------|
| 7.8.3        | 物联网与中国移动 TD 移动通信技术的结合 ..... | 205        |
| 7.8.4        | 中国移动物联网的应用实践 .....          | 205        |
| 7.8.5        | 当前中国移动物联网应用模式 .....         | 206        |
| 7.9          | 物联网在铁路运输领域的应用 .....         | 207        |
| 7.10         | 物联网在其他领域的应用实例 .....         | 208        |
| <b>第 8 章</b> | <b>物联网与电信运营商 .....</b>      | <b>211</b> |
| 8.1          | 运营商在物联网发展中的作用 .....         | 211        |
| 8.1.1        | 物联网生态环境 .....               | 211        |
| 8.1.2        | 运营商挑战和机遇 .....              | 212        |
| 8.1.3        | 物联网速赢关键——传感网络 .....         | 213        |
| 8.1.4        | 电信运营商在物联网发展中的策略 .....       | 214        |
| 8.2          | 三大电信运营商在物联网领域的发展 .....      | 215        |
| 8.2.1        | 中国移动 .....                  | 216        |
| 8.2.2        | 中国联通 .....                  | 217        |
| 8.2.3        | 中国电信 .....                  | 217        |
| 8.3          | 三大电信运营商物联网应用产品 .....        | 218        |
| 8.3.1        | 中国移动推出的 M2M 业务 .....        | 218        |
| 8.3.2        | 中国联通主要应用案例 .....            | 219        |
| 8.3.3        | 中国电信物联网应用产品 .....           | 219        |
| <b>第 9 章</b> | <b>物联网的发展 .....</b>         | <b>220</b> |
| 9.1          | 物联网的发展瓶颈 .....              | 220        |
| 9.1.1        | 物联网面临的挑战 .....              | 220        |
| 9.1.2        | 物联网存在的问题 .....              | 221        |
| 9.2          | 物联网的潜在问题 .....              | 223        |
| 9.3          | 物联网行业发展趋势 .....             | 225        |
| 9.3.1        | 物联网的初步应用 .....              | 225        |
| 9.3.2        | 物联网迈入高速发展期 .....            | 225        |
| 9.3.3        | 物联网的广泛应用 .....              | 226        |
| 9.4          | 物联网的前景展望 .....              | 227        |
| 9.5          | 物联网的发展 .....                | 230        |
| 9.5.1        | 积极推动物联网发展 .....             | 230        |
| 9.5.2        | 物联网相关研究 .....               | 230        |
| 9.5.3        | 发展趋势及前景展望 .....             | 231        |

# 第 1 章 物联网概述

物联网(The Internet of Things)把新一代 IT 技术充分运用在各行业中,如能源、交通、建筑、家庭、市政系统等,然后与现有的通信网结合,实现人类社会与物理系统的整合。生活在物联网中的人类能够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。

## 1.1 物联网的概念

### 1.1.1 物联网的定义

物联网这个概念,早在 1999 年就由麻省理工学院的自动识别实验室提出来了。从 1997 年开始,国际电信联盟(ITU)每年出版一份世界互联网发展的年度报告。2005 年 11 月 27 日,在突尼斯举行的信息社会峰会(W SIS)上,ITU 发布了《ITU 互联网报告 2005:物联网》,正式提出了物联网的概念。这份长达 130 页的报告,详细叙述了迅速发展壮大的互联网技术对全世界的企业和个体产生的史无前例的影响,它介绍了涌现出的关键性技术、市场发展机遇、政策含义以及意大利、日本、韩国等国家的成功案例等。

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。

从分解的方式可以认为,物联网有两大部分:①各种信息传感设备,如 RFID 装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等种种装置;②把上述装置联结在一起的互联网。可以说,物联网就是“物物相连的互联网”。

一方面,物联网的基础和核心仍然是互联网,物联网是在互联网的基础上延伸和扩展的网络。互联网最基本的功能是人与人之间的信息共享和信息交互,但在物联网中,强调的是物与物、人与物之间的信息交互和共享。

另一方面,进行信息交换和通信的用户端延伸和扩展为任何物品与物品之间。不仅是钥匙、手机这类小物品,即使是汽车、大厦这类大物品,只要将射频标签芯片或者传感器微型芯片嵌入其中,就能够通过互联网实现物与物之间的信息交互了。在这样一个无所不在的“物联网”中,所有的物品包括人在任何时间和任何地点都能很方便地实现信息交互。

### 1.1.2 物联网的意义

物联网概念的问世,打破了之前的传统思维。过去的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开,一方面是机场、公路、建筑物,另一方面是数据中心、个人计算机、宽带

等。而在物联网时代,钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施,在此意义上,基础设施更像是一块新的地球工地,世界的运转就在它上面进行,其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。故也有业内人士认为物联网与智能电网均是智慧地球的有机组成部分。

ITU(国际电信联盟)于2005年的一份报告曾经描绘“物联网”时代的图景:当司机出现操作失误时,汽车会自动报警;公文包会提醒主人忘带了什么东西;衣服会“告诉”洗衣机对颜色和水温的要求等。

物联网把新一代IT技术充分运用在各行业中。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、设备和基础设施实时的管理和控制。

物联网对于经济也有促进作用。一方面物联网可以提高经济效益,大大节约成本;另一方面,为全球经济的复苏提供技术动力。在物联网普及以后,用于动物、植物和机器、物品的传感器与电子标签及配套的接口装置的数量将大大超过手机的数量。物联网的推广将会成为推进经济发展的又一个驱动器,为产业开拓了又一个潜力无穷的发展机会。按照目前对物联网的需求,在近年内就需要按亿计的传感器和电子标签,这将大大推进信息技术元件的生产,同时增加大量的就业机会。

物联网用途广泛,遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。预计物联网是继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。有专家预测10年内物联网就可能大规模普及,这一技术将会发展成为一个上万亿元规模的高科技市场。如果“物联网”时代来临,毋庸置疑,人们的日常生活将发生翻天覆地的变化。

### 1.1.3 物联网的特征

物联网的特征体现在四个方面:

#### 1. 连通性

连通性是物联网的本质特征之一。ITU认为,物联网的“连通性”有三个维度:(1)任意时间的连通性(Any Time Connection);(2)任意地点的连通性(Any Place Connection);(3)任意物体的连通性(Any Thing Connection)。

#### 2. 技术性

物联网是技术发展的产物,代表着未来计算与通信技术的发展趋势,而其发展又依赖众多技术的支持,尤其是RFID技术、传感技术、纳米技术、智能嵌入技术。

#### 3. 智能性

物联网使得人们所处的物质世界得以极大程度地数字化、网络化,使得世界中的物体不仅以传感方式也以智能化方式关联起来,网络服务也得以智能化。物联网具有智能化感知性,它可以感知人们所处的环境,最大限度地支持人们更好地洞察、利用各种环境资源以便做出正确的判断。

#### 4. 嵌入性

物联网的嵌入性表现在两个方面:(1)各种各样的物体本身被嵌入在人们所生活的环境中;(2)由物联网提供的网络服务将被无缝地嵌入到人们日常工作与生活中。

“物联网”中的每个“物”要满足以下条件才能被划归在物联网范围:

- (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。

物联网有三大特性:全面感知、可靠传输、智能处理。全面感知也就是利用 RFID、传感器、二维码,甚至其他的各种机器,能够随时采集物体动态。感知的信息是需要传送出去的,通过网络将感知的各种信息进行实时传送,现在无处不在的无线网络已经覆盖了各个地方,在这种情况下,感知信息的传送变得非常现实。智能处理是指利用云计算等技术及时对海量信息进行处理,真正达到了人与人的沟通和物与物的流通。

## 1.2 物联网的体系模型

### 1.2.1 三大应用架构

物联网的实现是基于 3I 时代(IBM 的提法),即 Instrumented(工具植入化)、Interconnected(互联化)以及 Intelligent(智能化)的基础上,其前景是实现 5A 化(Anywhere——任何地点,Anything——任何事物,Anytime——任何时间,Anyway——任何方式,Anyhow——任何原因)的物联网世界。宏观的应用场景可以分为三大类,从更深层的技术架构来看,三大类应用存在细节的差别。

#### 1. 基于 RFID 的物联网应用架构

电子标签可能是三类技术体系中最灵活的,它能够把“物”改变成为智能物件,它的主要应用是把移动和非移动资产贴上标签,实现各种跟踪和管理。EPC Global 提出了 Auto-ID 系统的五大技术组成,分别是 EPC(电子产品码)标签、RFID 标签阅读器、ALE 中间件实现信息的过滤和采集、EPCIS 信息服务系统,以及信息发现服务(包括 ONS 和 PML),EPC Global 标准得到了比较广泛的认同,架构图如图 1-1 所示。

ONS(Object Name Service,对象名服务)主要处理电子产品码对应的 EPC IS 信息服务器地址的查询和映射管理,类似于互连网络中已经很成熟的域名解析服务(DNS)。ONS 基本上按 DNS 的原理实现,甚至采用了 DNS 的现有基础设施,如今全球 ONS 服务也是 EPC Global 委托由世界最大的 DNS 营运商 VeriSign 营运。

EPC 电子产品码识别只是“标签”,所有关于产品有用的信息都用一种新型的标准

XML 语言——实体标识语言 (Physical Markup Language, PML) 来描述, PML 的作用就像互联网的基本语言 HTML 一样。

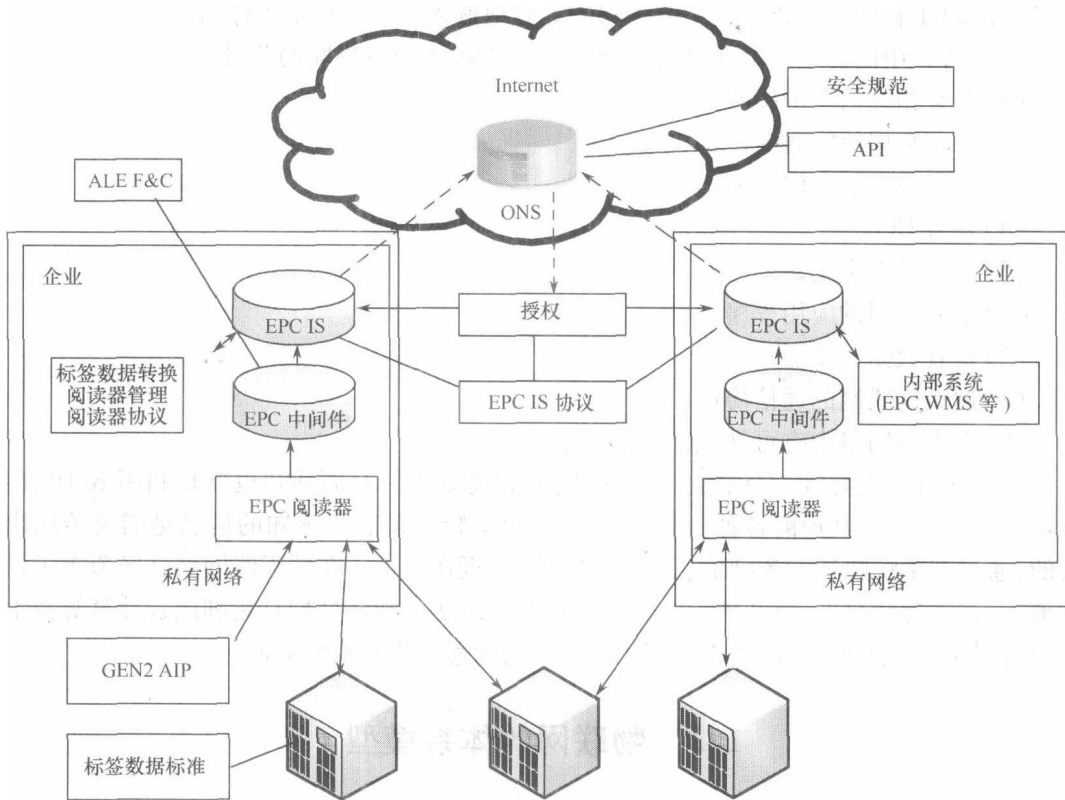


图 1-1 EPC Global 标准架构图

有了 ONS 和 PML, 以 RFID 为主的 EPC 系统才真正从 Network of Things 走向了 Internet of Things。基于 ONS 和 PML, 企业对 RFID 技术的应用将由企业内部的闭环应用过渡到供应链的开环应用上, 实现真正的“物联网”。

## 2. 基于传感网络的物联网应用架构

传感网络一般主要是指无线传感网络 (Wireless Sensor Networks, WSN), 此外还有视觉传感网 (Visual Sensor Networks, VSN) 以及人体传感网 (Body Sensor Networks, BSN) 等其他传感网。

WSN 由分布在自由空间里一组“自治的”无线传感器组成, 共同协作完成对特定周边环境状况, 包括温度、湿度、化学成分、压力、生意、位移、振动、污染颗粒等的监控。WSN 中的一个节点一般由一个无线收发器、一个微控制器和一个电源组成。WSN 一般是自治重构网络, 包括无线网状网和移动自重构网。WSN 可以使人们在任何时间、地点和任何环境条件下, 获取大量翔实可靠的物理世界的信息, 这种具有智能获取、传输和处理信息功能的网络化智能传感器和无线传感器网, 正在逐步形成 IT 领域的新兴产业。它可以广泛应用于军事、科研、环境、交通、医疗、制造、反恐、抗灾、家居等领域。

但长期以来, 传统因特网无论在技术上还是在应用中一直处于主导地位, 其他新型网络与之互联, 往往处于从属地位。目前绝大多数的研究仍然沿用边缘网或末端网接入传



统因特网的方式,侧重于将传感网作为因特网的补充接入现有体系。1999 年提出了网络即是传感的概念,进而提出了一种全新的模式,在这种模式下,传感网与因特网将遵从全新的互联体系结构,以传感网(主线)为主导。

### 3. 基于 M2M 的物联网应用架构

M2M(Machine to Machine, 机器到机器通信)是一种以机器终端智能交互为核心的、网络化的应用服务。它通过在机器内部嵌入无线通信模块,以无线通信等为接入手段,为客户提供综合的信息化解决方案,以满足客户对监控、指挥调度、数据采集和测量等方面的信息化需求。业界认同的 M2M 理念和技术架构覆盖的范围应该是最广泛的,包含了 EPC Global 和 WSN 的部分内容,也覆盖了有线和无线两种通信方式。一个典型的 M2M 系统由 M2M 应用、M2M 中间件、网络层、M2M 网关、远程设备这五个部分组成,如图 1-2 所示。

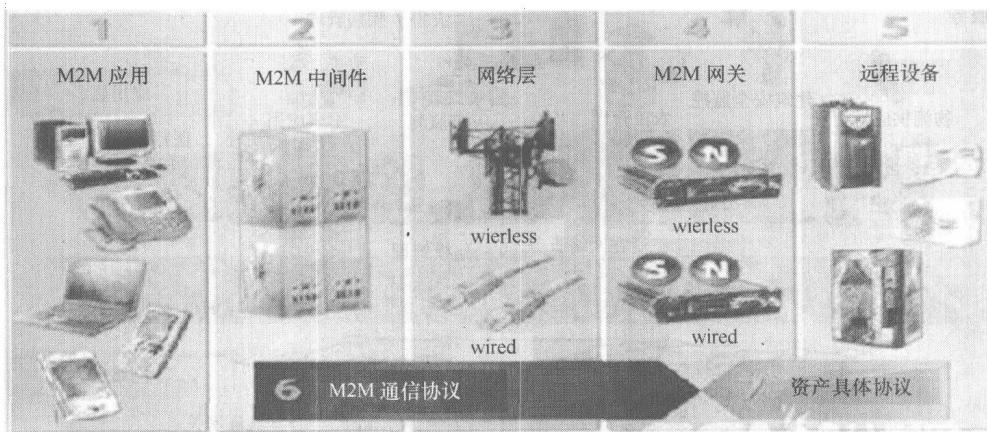


图 1-2 典型的 M2M 系统

Ⓝ 网络适配器；Ⓜ 网关管理软件。

M2M 也覆盖和拓展了工业信息化(两化融合)中传统的 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)系统。SCADA 系统在工业、建筑、能源、设施管理等领域和现有的 M2M 系统一样,承担设备数据采集和远程监控监测的工作。从表现形式上来看,M2M 和 SCADA 似乎是一样的,但是由于 M2M 基于互联网等新技术,有很多标准化的东西(如 XML、WebServices/SOA 等)做基础,它和传统的 SCADA 是有区别的,好的 SCADA 系统基本上还基于陈旧的 C/S 架构。M2M 的发展还缺乏 ONS 和 PML 那样的“物联网”标准规范和统一体系架构。

M2M 作为一种无线通信应用,支撑它的通信技术有很多种,包括 IEEE 802.11a/b/g、WLAN、Zigbee、Wi-Fi 等,也有基于移动通信网络实现的。对于多数传统的 M2M 应用来讲,目前的窄带 GPRS 网络已经足够了。随着 3G 技术的发展,泛在网概念实体化已经可以期待了。特别从目前的研究成果来看,在 3G 网络还没有完整的安全模式的基础上迅速推出了 4G 网络技术,4G 系统在覆盖面、速度、智能型、兼容性等方面都表现出了与物联网相融合的优势。可以期待,下一步的物联网将建立在以 IPv6、云计算和 4G 技术为主要的技术体系的架构之上,其中又以 4G 技术组建的泛在网为主要表现形式。泛在网络

延展了 M2M 的应用领域。而且也方便了那些传统网络无法到达的边远区域的网络连接。即便对于那些传统网络已经覆盖的区域,泛在网络也使得一些应用更加容易获得,如远程读表、遥感勘测以及安全保障等。

### 1.2.2 三层物联网体系架构

从架构上来说,目前比较认可的是认为物联网由编码层、感知层、网络层、应用层四部分组成,如图 1-3 所示。最底层是编码层,也称为信息采集层,对应物品编码标识系统,它是物联网的基础;第二层是感知层,对应自动信息获取和感知系统,解决信息的来源问题,由传感器和传感器网络组成;第三层是网络层,亦称为传输层,对应网络系统,解决信息的交互问题,主要由移动通信网和互联网组成;最上层是应用层,对应的是应用和服务系统,是指智能运算与智能处理,它是建设物联网的目的。

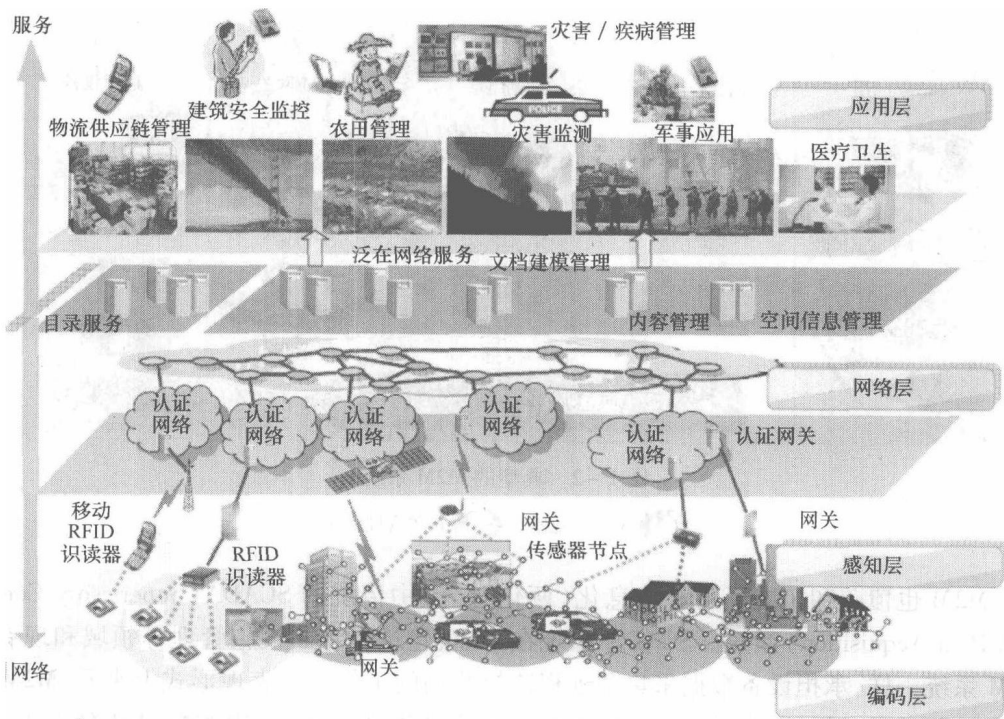


图 1-3 物联网典型体系架构

物联网中的“物”不再限于一般物理实体,而是包括了所有事物,甚至是应用系统;物联网中的“联”更是包括条码、射频、传感器等多种技术手段;物联网中的“网”也不仅仅是 Internet,而是能够互联的各类信息网络,包括互联网、无线传感网、移动网等各种有线和无线的网络。物联网涉及的技术体系如图 1-4 所示。

编码层是物联网的基石,是物联网信息交换内部的核心和关键字。编码是指按一定规则赋予物品易于机器和人识别、处理的代码,它是物品在信息网络中的身份标识,是一个物理编码。编码实现了物品的数字化,是物品实现自动识别的基础,在物联网的各个环节,物品编码是贯穿始终的关键字,是物联网的基础。

感知层解决的是人类世界和物理世界的的数据获取问题。可进一步划分为两个子层,

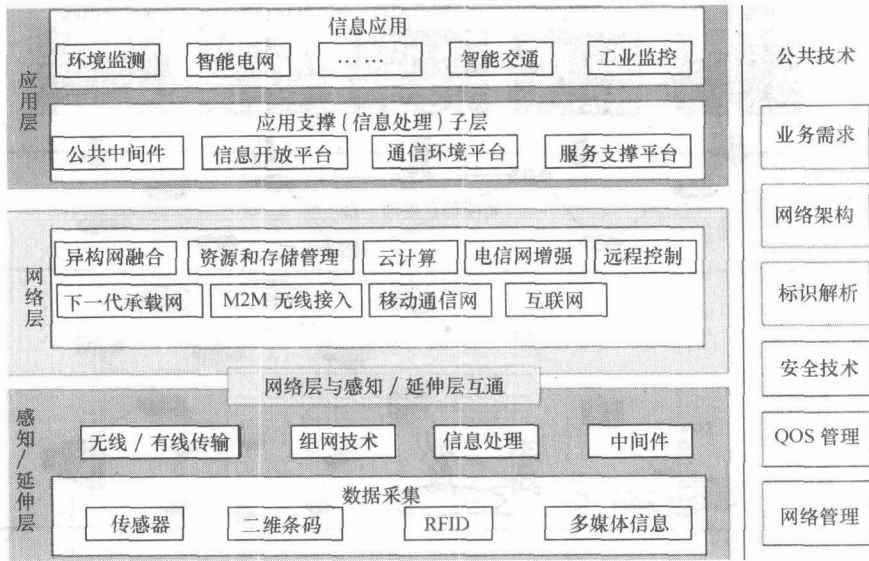


图 1-4 物联网技术体系

首先是通过传感器、数码相机等设备采集外部物理世界的的数据,然后通过 RFID、条码、工业现场总线、蓝牙、红外等短距离传输技术传递数据。也可以只有数据的短距离传输这一层,特别是当仅传递物品的唯一识别码的情况。实际上,这两个子层有时很难明确区分开。感知层所需要的关键技术包括检测技术、短距离有线和无线通信技术。

网络层解决的是感知层所获得的数据在一定范围内,通常是长距离的传输问题,这些数据可以通过移动通信网、互联网、企业内部网、各类专网、小型局域网等网络传输。特别是当三网融合后,有线电视网也能承担物联网网络层的功能,有利于物联网的加速推进。网络层所需要的关键技术包括长距离有线和无线通信技术、网络技术等。

应用层解决的是信息处理和人机界面的问题。由网络层传输来的数据在这一层进入各类信息系统进行处理,并通过各种设备与人进行交互。这一层也可按形态直观地划分为两个子层。一个是应用程序层,进行数据处理,它涵盖了国民经济和社会的每一个领域,包括电力、医疗、银行、交通、环保、物流、工业、农业、城市管理、家居生活等,包括支付、监控、安保、定位、盘点、预测等,可用于政府、企业、社会组织、家庭、个人等,这正是物联网作为深度信息化的重要体现。另一个是终端设备层,提供人机界面。物联网虽然是“物物相连的网”,但最终是要以人为本的,最终还是需要人的操作与控制,不过这里的人机界面已远远超出出现时中人与计算机交互的概念,而是泛指与应用程序相连的各种设备与人的反馈。

### 1.2.3 五层物联网体系架构

虽然目前传感网和互联网地位之争一直存在,但从目前物联网的发展来看,互联网将一直是物联网最重要的网络基础。从互联网的角度来看,除了物联网的三大应用架构之外的其他技术体系仍然依附互联网的存在,并且其应用也可脱离于三大应用架构之外。因此,将三大应用架构置于互联网体系架构的下层,将整个物联网的架构体系划分为五层,如图 1-5 所示,能够更好地从继承的角度来分析物联网安全,建立安全保障体系。