

内容提要

前两章中我们已经了解了物联网的具体需求和典型应用领域,本章将深入阐述物联网体系的三层架构,介绍每层架构的功能和关键技术,以及物联网目前的标准体系研究现状等,以便于理解物联网的应用需求和技术需求。

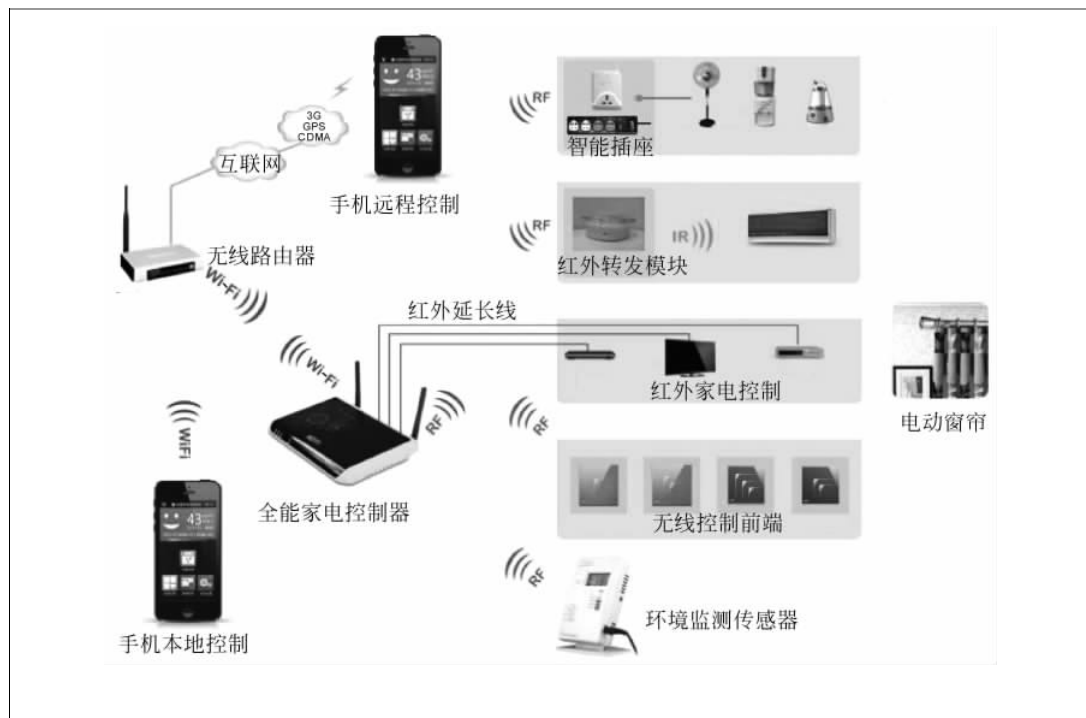
学习目标和重点

- 了解物联网的工作原理和工作步骤;
- 了解物联网标准研究组织及核心技术标准化现状;
- 理解感知层、网络层、应用层和公共技术的功能和关键技术;
- 理解物联网标准研究的角度;
- 掌握物联网的体系架构和物联网的技术体系框架;
- 掌握物联网运行的 3 个维度。

引入案例

智能家居控制系统

以住宅为平台,以家用电器及家电设备为主要控制对象,利用综合布线技术、网络通信技术、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将与家居生活有关的设施高效地集成在一起,构建高效的住宅设施与家庭事务的控制管理系统,提升家居智能、安全、便利、舒适程度,并实现环保节能的综合智能家居网络控制系统平台。智能家居控制系统是智能家居核心,是智能家居控制功能实现的基础。智能家居控制系统,功能强大,用户操作简便,所有本地控制、远程控制、数据配置都可以在用户手机 APP 上实现,视觉和操作体验好。



物联网的显著特点是技术高度集成、学科复杂交叉、综合应用广泛。

3.1 物联网的体系架构

物联网体系架构是物联网发展的顶层设计,关系到物联网产业链上下游产品之间的兼容性、可扩展性和互操作性,目前仍处于概念发展阶段。

3.1.1 人对物理世界问题处理的基本方法

研究物联网的体系结构之前,有必要将物联网工作过程与人对于外部客观的物理世界感知和处理过程做一个比较。人的感知器官,如:眼睛能够看到外部世界,耳朵能够听到声音,鼻子能够嗅到气味,舌头可以尝到味道,皮肤能够感知温度。人就是将自己的感官所感知的信息,由神经系统传递给大脑,再由大脑综合感知的信息和存储的知识来做出判断,以选择处理问题的最佳方案。这对于每一个有正常思维的人都是司空见惯的事。但是,如果将人对问题智慧处理的能力形成与物联网工作过程做一个比较,可以看出两者有惊人的相似之处。

人的感官用来获取信息,人的神经用来传输信息,人的大脑用来处理信息,使人具有智慧处理各种问题的能力。物联网处理问题同样要经过3个过程:全面感知、可靠传输与智能处理,因此有人将它比喻成人的感官、神经与大脑。

3.1.2 物联网的工作原理

物联网的价值在于让物体拥有了“智慧”，从而实现人与物、物与物之间的沟通，物联网的特征在于感知、互联和智能的叠加。

在物联网中，通过安装智能芯片，利用 RFID 技术，让物品能“开口说话”，告知其他人或物有关的静态、动态信息。RFID 标签中存储着规范且具有互用性的信息，再通过光电式传感器、压电式传感器、压阻式传感器、电磁式传感器、热电式传感器、光导纤维传感器等传感装置，借助有线、无线数据通信网络将数据自动采集到中央信息系统，实现物品（商品）的识别，进而通过开放性的计算机网络实现信息交换和共享，实现对物品的“透明”管理。

3.1.3 物联网的工作步骤

物联网的规划、设计及研发关键在于 RFID、传感器、嵌入式软件、数据传输计算等领域研究，物联网的开展具有规模性、广泛参与性、管理性、技术性特征。

一般来讲，物联网的工作步骤主要如下：

- (1) 对物联属性进行标识，属性分为静态和动态两种，静态属性可以直接存储在标签中，动态属性需要先由传感器实时探测。
- (2) 识别设备对物体属性进行读取，并将信息转换为适合网络传输的数据格式。
- (3) 将物体的属性信息通过网络传输到信息处理中心（处理中心可能是分布式的，如家里的电脑或者手机；也可能是集中式的，如中国移动的 IDC），由处理中心完成物体通信的相关计算。

3.1.4 物联网的体系架构

物联网需要有统一的架构、清晰的分层，支持不同系统的互操作性，适应不同类型的物理网络，适应物联网的业务特性。

1. 物联网体系架构研究现状

物联网作为新兴的信息产业，目前针对物联网体系架构，IEEE、ISO/IEC JTC1、ITU-T、ETSI、GS1 等组织均在进行研究。

2. 物联网的系统架构

物联网打破了地域限制，实现了物物之间按需进行信息获取、传递、存储、融合、使用等服务的网络。一个完整的物联网系统由前端信息生成、中间传输网络及后端的应用平台构成。物联网系统大致有 3 个层次，详见表 3-1。

表 3-1 物联网系统的 3 个层次

层次	特征	具体说明
感知层	全面感知	利用 RFID、传感器、一维/二维码、传感器、红外感应器、全球定位系统等信息传感装置随时随地获取物体的信息,包括用户位置、周边环境、个体喜好、身体状况、情绪、环境温度、湿度、用户业务感受及网络状态等
网络层	可靠传输	通过各种网络融合、业务融合、终端融合、运营管理融合,将物体的信息实时准确地传递出去
应用层	智能处理	利用云计算、模糊识别等各种智能计算技术,对感知层得到的海量数据和信息进行分析和处理,实现物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理等实际特定应用服务

物联网作为一个系统网络,有其内部特有的架构。在感知层、网络层和应用层之间,信息是多种多样的,且相互之间实现交互和控制等,关键的是物品信息,包括在特定应用系统范围内能唯一标识物品的识别码、静态信息与动态信息,如图 3-1 所示。

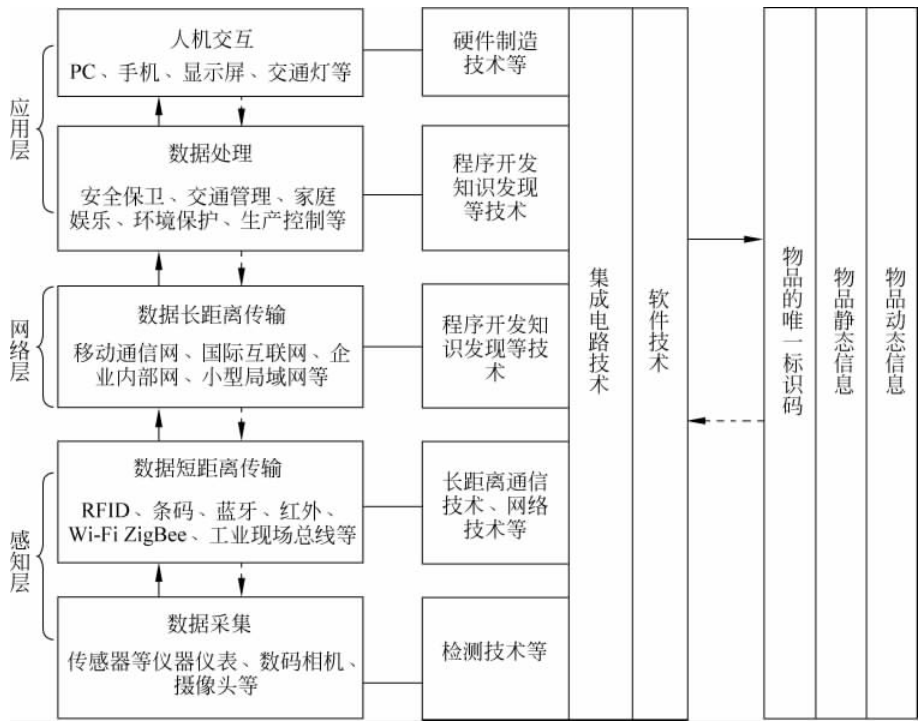


图 3-1 物联网的系统架构

3. 物联网的技术体系框架

物联网涉及感知、控制、网络通信、微电子、计算机、软件、嵌入式系统、微机电等技术领域,其技术体系框架如图 3-2 所示,包括感知层技术、网络层技术、应用层技术以及公共技术。每个层次都有很多相对的技术支撑,并随着科技发展不断涌现新技术,掌握这些技术,会促进物联网更快地发展。

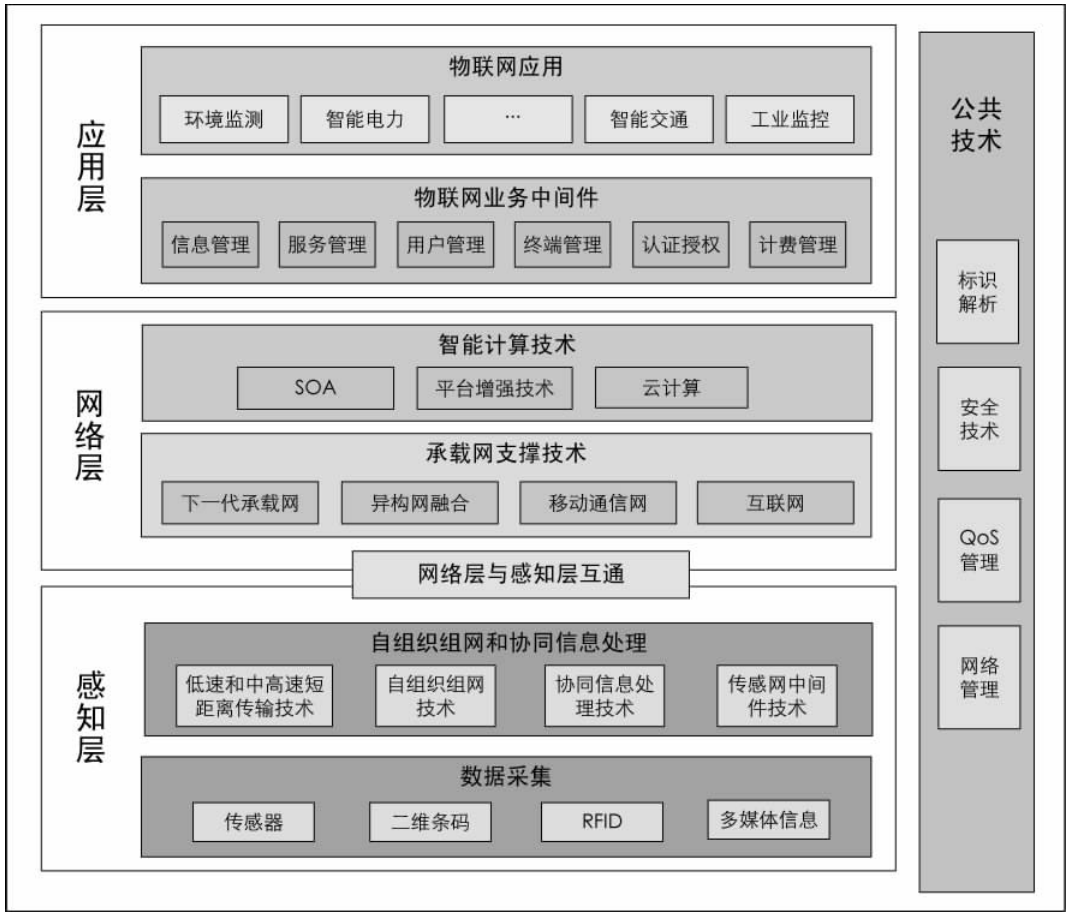


图 3-2 物联网技术体系框架

3.1.5 物联网的技术特征

发展物联网,包括一个核心(网络基础设施)、两个基本点(泛在感知、超级智能),最终目标是将人类从人机接口的体力劳动、繁重的脑力劳动和信息爆炸中解放出来,达到现实世界(人类社会和自然)和信息世界的统一。物联网的技术特征主要表现在以下几个方面。

1. 物联网的智能物体具有感知、通信与计算能力

“智能物体”是对连接到物联网中的人与物的一种抽象。物联网中的“物体”(Thing)或“对象”(Object)指的是物理世界中的人或物,增加了“感知”“通信”与“计算”能力。智能物体可以是小到肉眼几乎看不见的物体或大的建筑物、固定的或移动的、有生命的或无生命的、人或动物等。

智能感知的共同点:智能物体都通过配置 RFID 或各种传感器,具有感知、通信和计算能力,所选用的传感器或 RFID 类型决定了同时能感知到一种或几种参数。

通信能力差异表现在:可以主动发送数据,也可以被动地由外部读写器来读取数据;

可以有有线通信方式,也可以是无线通信方式;可以采用微波信道通信,也可以采用红外信道通信;可以进行远距离通信,也可以在几米范围内实现近距离通信。

计算能力的差异表现在:可能只是简单地产生数据,也可能是进行计算量比较小的数据汇聚计算,也可能是进行计算量比较大的数据融合、路由选择、拓扑控制、数据加密与解密、身份认证计算;具有正确判断控制命令的类型与要求,并能够决定是否应该执行、什么时候执行以及如何执行命令等。

物联网标识符:物联网中要实现全球范围智能物体之间的互联与通信必须解决物体标识问题,其中 RFID 标签编码还没有形成统一的国际标准,目前影响最大的两个标准是欧美支持的电子产品编码(Electronic Product Code,EPC)与日本支持的泛在识别(Universal Identification,UID)。物联网中的节点一般使用地址空间较大的 IPv6 地址。

综上所述,智能物体的感知、通信与计算能力的大小应该根据物联网应用系统的需求来确定;智能物体都应该是一种嵌入式电子装置,或者是装备有嵌入式电子装置的人、动物或物体。其中的嵌入式电子装置可能是功能很简单的 RFID 芯片,也可能是一个功能复杂的无线传感器节点;可能使用简单的微处理器芯片和小的存储器,也可能使用功能很强的微处理器芯片和大的存储器。

【知识链接 3-1】

“物”的含义

物联网中的“物”要满足以下 7 个条件,才能够被纳入“物联网”的范围:有数据传输通路;有一定的存储功能;有 CPU;有操作系统;有专门的应用程序;遵循物联网的通信协议;在世界网络中有可被识别的唯一编号。

2. 物联网可以提供所有对象在任何时间、任何地点的互联

国际电信联盟(ITU)在泛在网基础上增加了“任何物体连接”,从时间、地点与物体 3 个维度对物联网的运行特点做出分析,如图 3-3 所示。物联网中任何一个合法的用户(人或物)可以在任何时间(Anytime)、任何地点(Anywhere)与任何一个物体(Anything)通信,交换和共享信息协同完成特定的服务功能。

要实现以上通信要求,需要研究和解决的问题:不同物体的连接,不同物体之间的通信,物联网的通信模型建立,物联网的服务质量保障,物联网中物体的命名、编码、识别与寻址的实现,物联网的信息安全与个人隐私的保护。

3. 物联网的目标是实现物理世界与信息世界的融合

物联网的目标是帮助人类对物理世界具有“透彻的感知能力、全面的认知能力和智慧的处理能力”。帮助人类在提高劳动生产力、生产效率的同时,进一步改善人类社会发展与地球生态和谐、可持续发展的关系。因此,将计算机与信息技术拓展到整个人类社会生活与生存环境之中,使人类的物理世界与网络虚拟世界相融合,已经成为人类必须面对的问题。

现实社会中物理世界与网络虚拟世界是分离的,物理世界的基础设施与信息基础设施是分开建设的。一方面,需要设计和建设新的建筑物、高速公路、桥梁、机场与公共交通设

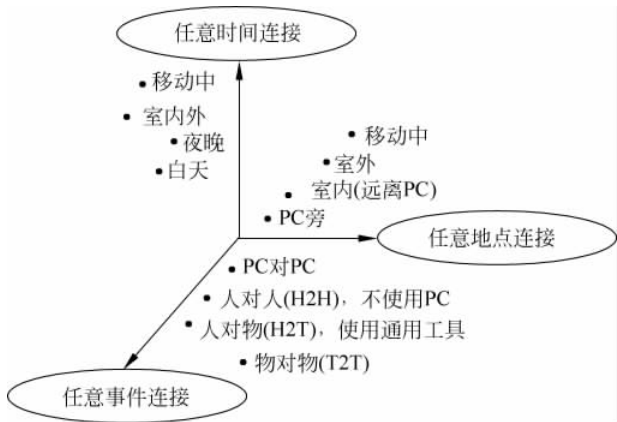


图 3-3 物联网运行的 3 个维度

施,完善物理世界;另一方面,需要通过不断铺设光纤,购买路由器、服务器和计算机,组建宽带网络,建立数据中心,开发各种网络服务系统,架设无线基站,发展移动通信产业,建设信息世界,实现社会信息化建设。

3.2 感知层

3.2.1 感知层概述

物联网的感知层:全面感知,无处不在。

感知层是物联网发展和应用的基础,主要目标是实现对客观世界的全面感知,核心是解决智能化、小型化、低功耗、低成本的问题,包括传感器等数据采集设备,以及数据接入到网关之前的传感器网络。感知节点有 RFID、传感器、嵌入式系统、IC 卡、磁卡、一维或二维的条形码等。

【知识链接 3-2】

末端感知网络

末端感知网络类比为物联网的末梢神经,是指该网络处于网络的末端位置,即只产生数据,且通过与之互联的网络传输出去,自身并不承担转发其他网络数据的作用。

3.2.2 感知层功能

物联网的感知层解决的是人类世界和物理世界的获取数据问题,包括各类物理量、标识、音频、视频数据。

物联网的感知层相当于人类眼睛、鼻子、耳朵、嘴巴、四肢的延伸,融合了视觉、听觉、嗅觉、触觉等器官的功能。一般包括数据采集和数据短距离传输两部分,即通过传感器、摄像

头等设备采集外部物理世界的的数据,通过蓝牙、红外、ZigBee、工业现场总线等短距离有线或无线传输技术进行协同工作或者传递数据到网关设备。

3.2.3 感知层关键技术

感知层所需要的关键技术包括检测技术、中低速无线或有线短距离传输技术等。具体来说,感知层综合了传感器技术、嵌入式计算技术、智能组网技术、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的协作实时监测、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的信息传送到接入层的基站节点和接入网关,最终达到用户终端,从而真正实现“无处不在”的物联网理念。

(1) 传感器技术。传感器是指能感受规定的被测量件,并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置,是构成物联网的基础单元。具体来说,传感器是一种能够对当前状态进行识别的元器件,当特定的状态发生变化时,传感器能够立即察觉出来,并且能够向其他的元器件发出相应的信号,用来告知状态的变化。

(2) RFID 技术。RFID 技术通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据,是一种非接触式的自动识别技术。

(3) 条码识别技术。条码包括一维码和二维码,是最经济、最实用的一种自动识别技术,具有输入速度快、可靠性高、采集信息量大和灵活实用等优点,广泛应用于各个领域。

(4) EPC 编码。EPC 码(产品电子代码)编码容量非常大,能够实现物联网“一物一码”的要求,且能远距离识读,其目标是通过统一的、规范的编码体系建立全球通用的信息交换语言。

(5) GPS 技术。GPS 是 20 世纪 70 年代由美国陆、海、空三军联合研制的新一代空间卫星导航定位系统。主要目的是为陆、海、空三大领域提供实时、全天候和全球性的导航服务。要实现 GPS 功能,必须具备 GPS 终端、传输网络和监控平台 3 个要素,通过这 3 个要素,可以提供车辆防盗、反劫、行驶路线监控及呼叫指挥等功能。

(6) 短距离无线通信技术。短距离无线通信技术具有通信距离短、对等通信、成本低廉、节省布线资源等特性。如 ZigBee、蓝牙、Wi-Fi 等不同的传输技术。

(7) 信息采集中间件技术。信息采集中间件技术采用标准的程序接口和协议,针对不同的操作设备和硬件接收平台,将采集到的物品信息准确无误地传输到网络节点上。

3.3 网络层

3.3.1 网络层概述

物联网的网络层:智慧连接,无所不容。

物联网网络层是在现有网络(移动通信网和互联网)的基础上建立起来的,由汇聚网、接入网、承载网等组成,承担着数据传输的功能。要求能够把感知层感知到的数据无障碍、高

可靠性、高安全性地传送,解决了感知层所获得的数据在一定范围,尤其是远距离传输的问题。

3.3.2 网络层功能

物联网的网络传输层位于感知层和应用层之间,主要作用是将感知层收集的数据信息经过无线汇聚、网络接入及承载传输给应用层,使得应用层可以方便地对信息进行分析管理,从而实现对客观世界的感知及有效控制。网络层的主要功能包括网络接入、网络管理和网络安全等。

3.3.3 网络层技术

物联网网络层可分为汇聚网、接入网和承载网3部分,如图3-4所示。

1. 汇聚网技术

汇聚网主要采用短距离通信技术,如 ZigBee、蓝牙、Wi-Fi 等技术,实现小范围感知数据的汇集。

(1) 蓝牙(Bluetooth)。一种短距离通信的无线电技术,以低成本的近距离无线连接为基础,为固定与移动设备的通信环境建立一个特别连接的短程无线电技术。

(2) ZigBee 无线技术。一种全球领先的低成本、低速率、小范围无线网络标准,主要用于近距离无线连接。适用于自动控制和远程控制领域,可以嵌入各种设备,同样也可以应用在物联网的无线传输中。

(3) Wi-Fi(Wireless Fidelity)。一种可以将个人计算机、手持设备(如 PDA、手机)等终端以无线方式互相连接的短程无线传输技术。该技术使用的是 2.4GHz 附近的频段,该频段无须申请。



图 3-4 物联网网络层结构

2. 接入网技术

接入网主要采用 6LoWPAN 及 M2M 架构实现感知数据从汇聚网到承载网的接入。

(1) IPv6。国际公认的下一代互联网标准,可以实现物联网“一物一地址,万物皆在线”的目的,IPv6 可以满足对大量地址的需求,还可以提供地址自动配置,便于即插即用。

(2) 6LoWPAN。一种在物理层和 MAC 层上基于 IEEE 802.15.4 实现 IPv6 协议的通信标准,是物联网无线传感器网络的重要技术。6LoWPAN 面向的对象一般为短距离、低速率、低功耗的无线通信过程。

(3) M2M。一种为客户提供机器到机器的无线通信服务类型,使所有机器设备都具有联网和通信能力,旨在通过通信技术来实现人、机器和系统三者之间的智能化、交互式无缝连接。

3. 承载网技术

承载网主要是指各种成熟或者在发展中的核心承载网络,如无线通信网络中的 GSM、GPRS、3G/4G、WLAN、光纤通信等。

(1) 三网融合。指电信网、广电网、互联网 3 个网络的深度融合,使得信息产业结构重新组合,管理机制及政策法规相应变革,信息传播和通信服务方式发生变化,个人消费及企业应用的模式产生质的变化。

(2) 移动通信网。特别是下一代移动通信网络技术“全面、随时、随地”传输信息,让人们更加灵活地沟通交流,将物联网系统从固定网络中解放出来,实现无处不在的感知识别。

(3) 光纤通信技术。一种以光波为载体、光纤为传输介质的通信系统。光纤通信具有通信容量大、距离长、损耗小、误码率低、抗干扰等特点。

【知识链接 3-3】

未来趋势——网络融合

未来,网络融合成为趋势,对业务整合、降低成本、提高行业整体竞争力等都有很大益处,并为信息产业的发展做准备。网络融合包括三网融合(电信网、互联网、广电网)、网络与计算机的融合(云计算)、4G 融合(电信、计算机、消费电子、数字内容)、网络空间与物质世界融合等。

3.4 应用层

3.4.1 应用层概述

物联网的应用层:广泛应用,无所不能。

应用层包括各类用户界面显示设备以及其他管理设备等,这也是物联网体系结构的最高层,实现了物联网的最终目的——将人与物、物与物紧密地结合在一起。应用是物联网发展的驱动力和目的,旨在解决信息处理和人机界面的问题,软件开发、智能控制技术将为用户提供丰富多彩的物联网应用。

物联网的应用层利用经过分析处理的感知数据为用户提供丰富的特定服务,包括制造领域、物流领域、医疗领域、农业领域、电子支付领域、环境监测领域、智能家居领域等,可分为监控型(物流监控、污染监控)、查询型(智能检索、远程抄表)、控制型(智能交通、智能家居、路灯控制)、扫描型(手机钱包、高速公路不停车收费)等应用类型。

3.4.2 应用层功能

物联网的应用层主要解决计算、处理和决策的问题,是物联网与行业专业技术的深度融合,与行业需求结合,实现广泛智能化。应用层的主要功能是把感知和传输来的信息进行分

析和处理,做出正确的控制和决策,实现智能化的管理、应用和服务。

3.4.3 应用层技术

应用层包括物联网应用的支撑平台子层和应用服务子层,其中应用支撑平台子层用于支撑跨行业、跨应用、跨系统之间的信息协同、共享、互通的功能,主要包括公共中间件、信息开放平台、云计算平台和服务支撑平台;应用服务子层包括智能交通、供应链管理、智能家居、工业控制等行业应用。

(1) 公共中间件。应用支撑平台子层中的公共中间件,是操作平台和应用程序之间通信服务的提供者,让平台(包括操作系统和硬件系统)与应用连接不会因为接口标准不同等问题导致无法通信。

(2) 云计算。由 Google 提出,是网络计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储、虚拟化、负载均衡等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物,核心思想是对大量用网络连接的计算机资源统一管理和调度,构成一个计算机资源池向用户提供相应服务。

(3) 人工智能(AI)。研究如何应用计算机的软硬件来模拟人类某些智能行为的基本理论、方法和技术。

(4) 数据挖掘。从数据库、数据仓库或其他信息库的大量数据中,通过算法搜索获取有效、新颖、潜在有用、最终可理解的信息发现过程。

(5) 专家系统。智能计算机程序系统,含有大量某领域专家水平的知识与经验,能够利用人类专家的知识 and 解决问题的方法来处理该领域的问题。

3.5 公共技术

公共技术不属于物联网技术框架中的某个特定层面,与感知层、网络层和应用层都有关系,能够保证整个物联网安全、可靠地运行。它包括标识与解析、安全技术、网络管理和服务质量(QoS)管理。

1. 标识与解析技术

标识,就是对物体进行编码实现唯一识别。同时,新的物联网编码体系应该尽量兼容现有的大规模使用的编码体系。

解析,就是根据标签的 ID,由解析服务系统解析出其对应的网络资源地址的服务。例如,用户需要获得商品标签 ID 为“0218……”的详细信息,解析服务系统将商品 ID 号转换成资源地址,在资源服务器上就可以查看物品的详细信息。

2. 安全技术

移动网络中的认证、加密等大部分机制也适用于物联网,并能够提供一定的安全性。认证就是身份鉴别,包括网络层的认证和业务层的认证。

3. 网络管理和服务质量(QoS)管理

网络管理包括向用户提供能提高网络性能的网络服务、增加网络设备、提供新的服务类型、网络性能监控、故障报警、故障诊断、故障隔离与恢复的网络维护和网络线路、网络设备利用率的采集和分析、提高网络利用率的控制等。网络管理实现了配置管理、故障管理、性能管理、安全管理和记账管理等功能。

网络资源总是有限的,业务之间抢夺网络资源时,就会出现服务质量的要求,主要包括网络传输的带宽、传送的时延、数据的丢包率等。服务质量管理就是利用流分类、流量监管、流量整形、接口限速、拥塞管理、拥塞避免等 QoS 技术保证传输的带宽、降低传送的时延、降低数据的丢包率,提高服务质量。

3.6 物联网标准

目前物联网没有形成统一标准,各个企业、各个行业都根据自己的特长制定标准,并根据自己企业或行业的标准进行产品生产,这对物联网形成统一的端到端标准体系造成了很大障碍。

3.6.1 物联网的标准体系

为物联网制定标准,应从以下几个方面展开。

1. 从物联网标准化对象角度分析

物联网标准涉及的标准化对象可为相对独立、完整、具有特定功能的实体,也可以是具体的服务内容,可大至网络、系统,小至设备、接口、协议。各个部分根据需要,可以制定技术要求类标准和测试方法类标准,如表 3-2 所示。

表 3-2 物联网标准化对象

物联网标准体系	标准分类	标准化对象
总体标准	体系结构和参考模型	通用系统体系结构; 技术参考模型; 数据体系结构设计; 通用数据资源规划
	术语和需求分析	物联网术语; 标准需求分析; 元数据注册; 业务模式分析
感知控制层标准	数据采集	传感器; 射频识别; 二维码; 数据采集接口
	短距离传输和自组织组网	低速短距离传输; 中速短距离传输; 自组织组网和路由; 网关接入等
	协同信息处理和服务支持	协同信息处理; 节点中间件; 服务支持; 支持服务接口等
网络传输层标准	承载网	互联网; 移动通信网; 异构网融合; M2M 无线接入等

续表

物联网标准体系	标准分类	标准化对象
服务支撑标准	智能计算	基础标准；支撑技术；建设和工程实施；质量测评；运营服务标准等
	海量存储	磁盘阵列；网络存储；存储服务质量；存储容灾等
	数据挖掘	仓库中的数据提取；数据关联分析；聚类分析和分类；预测与偏差分析等
应用服务层标准	业务中间件	服务管理；用户管理；认证授权；计费管理；终端管理等
	行业应用	环境监测；智能电力；工业监控；智能家居等
共性支撑标准	共性技术	标识管理；安全技术；QoS 管理；网络管理

2. 从物联网学术研究角度分析

标准体系的建立应遵照全面成套、层次恰当、划分明确的原则。物联网标准体系可以根据物联网技术体系的框架进行划分,分为感知控制层标准、网络传输层标准、应用服务层标准和共性支撑标准,详见表 3-3。其中物联网应用服务层标准涉及的领域广阔、门类众多,并且应用子集涉及行业复杂,服务支撑子层和业务中间件子层在国际上尚处于标准化研究阶段,还未制定出具体的技术标准。

表 3-3 物联网标准体系

物联网标准体系	标准分类	示 例
应用服务层标准	行业应用类标准	智能交通、智能电力、智能环境等相关系列标准
	公众应用类标准	智能家居总体技术标准、智能家居联网技术标准、智能家居设备控制协议技术标准等
	应用中间件平台标准	物联网信息开放控制平台基本能力标准、物联网信息开放控制平台总体功能架构标准、信息服务发展平台标准、信息处理和策略平台标准等
网络传输层标准	物物通信无线接入标准	面向物物通信,增强系统设备和接口的技术和测试标准等
	电信网增强标准	面向物物通信,针对移动核心网络增强的技术标准等
	网络资源虚拟化标准	网络资源虚拟化调用技术标准、网络资源虚拟化的管理技术标准、网络虚拟化核心设备技术和测试标准等
	环境感知标准	认知无线电系统的技术标准,包括关键技术、未来应用、频谱管理的标准等
	异构网融合标准	不同无线接入网层面融合标准、不同无线接入技术在核心网层面融合标准等
感知控制层标准	短距离无线通信相关标准	基于 NFC 技术的接口和协议标准、低速物理层和 MAC 层增强技术标准、基于 ZigBee 的网络层和应用层标准等
	RFID 相关标准	空中接口技术标准、数据结构技术标准、一致性测试标准等
	无线传感网相关标准	传感器到通信模块接口技术标准、节点设备技术标准等

续表

物联网标准体系	标准分类	示 例
共性支撑标准	网络架构	物联网总体框架标准等
	标识解析	物联网络标识、解析与寻址体系标准等
	网络管理	物联网络管理平台标准、物联网络延伸网络端远程管理技术标信等
	安全	物联网安全防护系列标准、物联网安全防护评估测试标准等

3.6.2 物联网标准研究组织及进展

物联网技术内容众多,所涉及的标准组织也较多,不同的标准组织基本上都按照各自的体系进行研究,采用的概念也各不相同。物联网覆盖的技术领域非常广泛,涉及总体架构、感知技术、通信网络技术、应用技术等各个方面。

目前介入物联网领域主要的国际标准组织有 IEEE、ISO、ETSI、ITU-T、3GPP、3GPP2 等,具体研究方向和进展如表 3-4 所示。

表 3-4 物联网标准研究组织及进展

研究组织	物联网标准研究进展
IEEE 美国电气及电子工程师学会	主要研究物联网的感知层领域。目前无线传感网领域用得比较多的 ZigBee 技术就是基于 IEEE 802.15.4 标准。在 IEEE 802.15 工作组内有 5 个任务组,分别制定适合不同应用的标准。这些标准在传输速率、功耗和支持的服务等方面存在差异。其中中国参与了 IEEE 802.15.4 系列标准的制定工作,并且 IEEE 802.15.4c 和 IEEE 802.15.4e 主要由中国起草
ETSI 欧洲电信标准化协会	采用 M2M 的概念进行总体架构方面的研究,相关工作的进展非常迅速,是在物联网总体架构方面研究得比较深入和系统的标准组织,也是目前在总体架构方面最有影响力的标准组织。其主要研究目标是从端到端的全景角度研究机器对机器通信,并与 ETSI 内 NGN 的研究及 3GPP 已有的研究展开协同工作
ITU-T 国际电信联盟	2005 年开始进行泛在网的研究,研究内容主要集中在泛在网总体框架、标识及应用 3 方面。对于泛在网的研究已经从需求阶段逐渐进入到框架研究阶段,但研究的框架模型还处在高层层面。在标识研究方面和 ISO(国际标准化组织)合作,主推基于对象标识的解析体系;在泛在网应用方面已经逐步展开了对健康和车载方面的研究
3GPP 和 3GPP2 第三代合作伙伴计划	采用 M2M 的概念进行研究。作为移动网络技术的主要标准组织,3GPP 和 3GPP2 关注的重点在于物联网网络能力增强方面,是在网络层方面开展研究的主要标准组织。研究主要从移动网络出发,研究 M2M 应用对网络的影响,包括网络优化技术等。3GPP 对 M2M 的研究在 2009 年开始加速,目前基本完成了需求分析,已转入网络架构和技术框架的研究

续表

研究组织	物联网标准研究进展
WGSN 传感器网络标准工作组	2009 年 9 月成立,主要研究传感器网络层面。其宗旨是促进中国传感器网络的技术研究和产业化的迅速发展,加快开展标准化工作,认真研究国际标准和国际上的先进标准,积极参与国际标准化工作,建立和不断完善传感网标准化体系,进一步提高中国传感网技术水平
CCSA 中国通信标准化协会	2002 年 12 月成立,研究通信网络和应用层面。主要任务是为了更好地开展通信标准研究工作,把通信运营企业、制造企业、研究单位、大学等关心标准的企事业单位组织起来,进行标准的协调、把关。2009 年 11 月,CCSA 新成立了泛在网技术工作委员会(即 TC10),专门从事物联网相关的研究工作

目前,物联网标准工作仍处于起步阶段,各标准工作组比较重视应用方面的标准制定。在智能测量、城市自动化、汽车应用、消费电子应用等领域均有相当数量的标准正在制定中,这说明“物联网是由应用主导”的观点在国际上已经成为共识。

3.6.3 核心技术标准化现状

1. 物品分类与编码标准化

GSI 系统建立了一整套标准的全球统一的编码(标识代码)体系,对物流供应链上的物流参与方、贸易项目、物流单元、物理位置、资产、服务关系等进行编码,为采用高效、可靠、低成本的自动识别和数据采集技术奠定了基础。

为了确保正确而且规范地对产品进行分类,全球数据同步网络 GDSN 运用 GSI 全球产品分类(GPC),这是一个分类体系,它给世界上任何地方的买卖双方提供一种以相同的方式对产品分组共同语言。GPC 现在支持 36 个类别,拥有更多的种类,提高了全球数据协同网络的数据准确性和集成性,增强了供应链对客户需求快速反应的能力,而且有助于打破语言障碍。GSI 已经建立起 GPC 和联合国标准产品与服务分类 UNSPSC 系统的互操作。用户可以使用一个在线的映射工具在两个系统中轻松匹配分类信息。GPC 是 GSI 系统在 21 世纪推出的重大技术标准,是目前全球最完整、最科学、最权威的分类体系。国际上通用的且对经济发展影响较大的物品分类、编码标准还有《产品总分类》《商品名称及编码协调制度》等。

EPC 编码体系是新一代的与 GTIN 兼容的编码标准,它是全球统一标识系统的延伸和扩展,是全球统一标识系统的重要组成部分,是 EPC 系统的核心与关键。当前的 GTIN 编码体系标准在未来将整合到以 EPC 为主导的“网络化实体世界”中。

1) EPC 概述

EPC(Electronic Product Code)称为产品电子代码,又称产品电子编码。1998 年麻省理工学院的两位教授提出以射频识别技术(RFID)为基础,对所有的货品或物品赋予唯一的编号方案(采用数字编码),以此编码对货品或物品进行唯一的标识。通过物联网来实现对物品信息的进一步查询。这一设想催生了 EPC 概念的提出。2003 年 9 月 EAN(国际物品编码协会)和 UCC(美国统一代码协会)联合成立了非营利性组织 EPC Global,将 EPC 纳入全球标识系统,实现了全球统一系统中的 GTIN 编码体系与 EPC 概念的完美结合。利用数字

编码,通过一个开放的、全球性的标准体系,借助于低价位的电子标签,经由互联网来实现物品信息的追踪和即时交换处理,在此基础上进一步加强信息的收集、整合和互换,并用于生产和物流决策。

2) EPC 编码原则

(1) 编码的唯一性。EPC 码的编码容量非常大,能够为每一个物理对象提供唯一的标识。真正实现“一物一码”。

(2) 编码使用的周期性。编码的使用周期和物理对象的生命周期一致,不能重复使用或分配给其他商品。

(3) 编码的简单性。编码标准全球协商一致,结构简单,容易使用和维护。

(4) 编码的可扩展性。EPC 码有多个版本,留有备用空间,具有可扩展性,可以满足产品种类和数量的增加。

(5) 编码的安全性和保密性。EPC 码与加密技术易于结合,利于实现安全的传输、存储和 EPC 系统的大规模应用。

3) EPC 编码体系

EPC 编码体系是新一代的与 GTIN 兼容的编码标准,它是全球统一标识系统的延伸和拓展,是全球统一标识系统的重要组成部分,是 EPC 系统的核心和关键。

EPC 代码是由标头、厂商识别代码、对象分类代码、序列号等数据字段组成的一组数字,具体结构如表 3-5 所示。

表 3-5 EPC 编码结构

标头	厂商识别代码	对象分类代码	序列号
8	28	24	36

4) EPC 系统构成

EPC 系统是一个非常先进的、综合性的复杂系统,其最终目标是为每一单品建立全球的、开放的标识标准。它由全球产品电子代码(EPC)编码体系、射频识别系统及信息网络系统 3 部分组成,主要包括 6 个方面,如表 3-6 所示。

表 3-6 EPC 系统构成

系统构成	名称	说明
EPC 编码体系	EPC 代码	用来标识目标的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品之上或者内嵌在物品之中
	读写器	识读 EPC 标签
信息网络系统	EPC 中间件	EPC 系统的软件支持系统
	对象名称解析服务(ONS)	
	EPC 信息服务(EPC IS)	

5) EPC 系统工作流程

识读器读出产品标签上的 EPC 代码给出信息参考,通过互联网找到 IP 地址并获取该地址关联的物品信息,采用 EPC 中间件处理从识读器读取的一连串 EPC 信息。由于标签上只有一个 EPC 代码,计算机需要知道与之匹配的其他信息,需要 ONS 提供自动网络数据

库服务,EPC 中间件将 EPC 传给 ONS,ONS 指示 EPC 中间件到存储产品文件的 EPCIS 服务器中查询,该产品文件可由 EPC 中间件复制,因而文件中的产品信息就能传到各相关应用上,如图 3-5 所示。

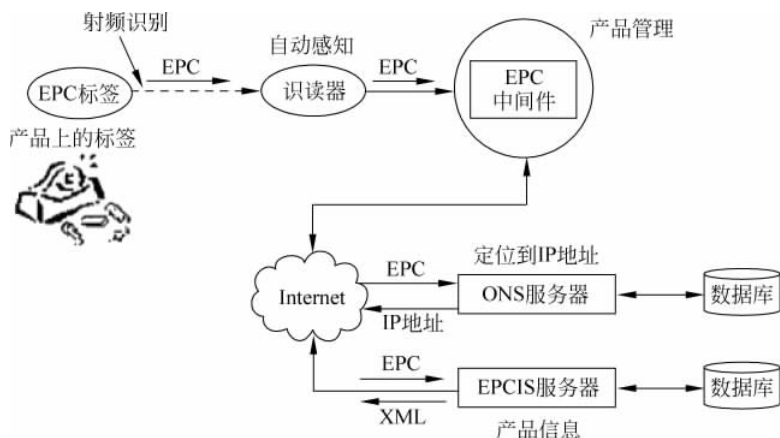


图 3-5 EPC 系统的工作流程示意图

2. 自动识别技术标准化

对于 RFID 技术,由于标准化工作的支离破碎拖延了它的发展。它的标准化聚焦于几个主要方面:RFID 频率和识读器-标签(标签-识读器)通信协议、标签中的数据格式。EPC Global、ETSI 和 ISO 是解决 RFID 系统标准化问题的主要标准化机构。

ETSI 对于 RFID 标准化进程最具影响力的事件无疑是名为“RFID 实施非正式工作组”的正式设立,由利益相关方组成(包括行业、运营商、欧洲标准组织、公民社会组织、数据保护机构)。

ISO 专注于技术问题,如利用的频率、调制方案以及防撞协议,ISO/IEC JTC1 SC31 负责自动识别与数据采集标准化工作,主要是 RFID、实时定位、条码、OCR、IEEE 802.15.4 等方面的标准化;SC17 是卡和身份识别分委会,制定了 13.56MHz 非接触集成电路卡标准。

全国信息技术标准化技术委员会成立了电子标签工作组,下设不同的小组,开展标签与读写器、频率与通信、数据格式、信息安全等方面的标准化工作。

3. 传感技术标准化

ISO/IEC 传感器网络工作组(JTC1 WG7)负责开展传感器网络的标准化工作。传感器网络工作组关注的关键技术包括参考架构(技术、运营、系统等)、实体模型及实体定义、实体之间详细的接口定义、应用子集的场景及用例分析、互操作性问题等。

在 ETSI 内部,为了开展与机器到机器系统以及传感器网络有关的标准化活动,成立了机器到机器(M2M)技术委员会,委员会的目标包括:M2M 端到端结构的开发和维护,强化有关 M2M 的标准化工作,包括传感器网络集成、命名、寻址、定位、服务质量、安全、充电、经营管理、应用和硬件接口。组建了低功率无线个人局域网(LoWPAN)之上的下一代互联网

技术(IPv6)IETF小组。6LoWPAN正在定义一组能够用于把传感器节点集成到下一代互联网技术网络的协议。

IETF工作组叫作低功耗及有损网络路由(ROLL)小组,提出RPL路由协议草案,是包括6LoWPAN在内的低功耗及有损网络路由的基础。

ITU SGII组成立有专门的Question 12“NID和USN测试规范”,主要研究NID和USN的测试架构,HIRP测试规范以及X.oid-res测试规范;SG13主要从NGN角度展开泛在网相关研究;基于NGN的泛在网络/泛在传感器网络需求及架构研究、支持标签应用的需求和架构研究、身份管理(IDM)相关研究;SG16组成立专门的Question展开泛在网应用相关的研究,集中在业务和应用、标识解析方面。

IEEE在这方面的的工作包括:IEEE 1451“Smart Transducer Interface for Sensors And Actuators”小组,它是智能传感器接口模块标准簇,它提供了将传感器和变送器连接到网络的接口标准,主要用于实现传感器的网络化;针对传感器、控制器等成立的IEEE 1888“Ubiquitous Green Community Control Network Protocol”工作组,是物联网领域首个由中国企业发起和成立的国际标准,主要研究对下一代互联网和传感器技术,特别是IPv6和无线传感器技术的利用。

CCSA TC3“网络与交换组”开展了泛在网的需求和架构、M2M业务相关标准工作;TC5“无线通信技术委员会”开展了WSN与电信网结合的总体技术要求、TD网关设备要求相关的标准工作;TCS“网络与信息安全工作委员会”开展了机器类通信安全相关的标准工作;TC10是泛在网技术工作委员会,包括总体工作组、应用工作组、网络工作组、感知延伸工作组,专门研究泛在网相关标准工作。

WGSN关注的关键技术包括数据采集、传输和组网、网络融合、协同信息处理、信息资源和服务描述处理、数据管理、安全技术。WGSN目前还代表中国积极参加ISO、IEEE等国际标准组织的标准制定工作。具体分工如下:PG2工作组负责传感器网络的总则和术语标准化;PG3工作组负责传感器网络的通信与信息交互标准化;PG4工作组负责传感器网络的接口标准化;PG5工作组负责传感器网络标识标准化;PG6工作组负责传感器网络安全标准化;HPG1工作组负责机场围界传感器网络防入侵系统技术要求;HPG2工作组负责面向大型建筑节能监控的传感器网络系统技术要求;PG9工作组负责传感器网络网关技术要求标准化,等等。

4. 其他已有标准

ETSI M2M TC负责统筹M2M研究,旨在制定一个水平化的、不针对特定M2M应用的端到端解决方案的标准。具体内容如下:TS 102 690“M2M Functional Architecture”描述M2M的功能架构;TR 102 725“M2M Definitions”对M2M的术语进行定义;TS 102 921“M2M mia-dia and mid interfaces”主要完成协议/API、数据模型和编码等工作;TS 102 689“M2M Service Requirements”定义支持M2M通信业务所需的能力,描述端到端的系统需求;TR 103 167“Threat analysis and counter measures to M2M service layer”分析M2M业务层安全威胁,并提出业务层安全需求及对策;TR 101 531“Reuse of Core Network Functionality by M2M Service Capabilities”研究核心网功能在支撑M2M业务中的重用,等等。

3GPP 针对 M2M 的研究主要从移动网络出发,研究 M2M 应用对网络的影响,包括网络优化技术等。只讨论移动网的 M2M 通信;只定义 M2M 业务,不具体定义特殊的 M2M 应用;只讨论无线侧和网络侧的改进。3GPP 重点研究的支持 MTC 通信网络优化技术包括体系架构、拥塞和过载控制、标识和寻址、签约控制、时间控制特性、MTC 监控、安全。具体内容如下:GERAN “FS_NIMTC_GERAN”研究 GERAN 系统针对机器类型通信的增强;RAN “FS_NIMTC_RAN”研究支持机器类型通信对 3G 的无线网络和 LTE 无线网络的增强要求;SA “NIMTC_SA1”负责机器类型通信业务需求方面的研究;“FS_AMTC_SA1”支持机器类型通信的增强研究;“FS_AMTC_SA1”研究寻找 E.164 的替代,用于标识机器类型终端以及终端之间的路由消息;“SIMTC-SA1”支持机器类型通信的系统增强研究,研究 R10 阶段 NIMTC 的解决方案的增强型版本;“NIMTC-SA2”负责支持机器类型通信的移动核心网络体系结构和优化技术的研究;“NIMTC-SA3”负责安全性相关研究。CT “NIMTC-TC1”重点研究 CT1 系统针对机器类型通信的增强;NIMTC-TC3 重点研究 CT3 系统针对机器类型通信的增强;NIMTC-TC4 重点研究 CT4 系统针对机器类型通信的增强,等等。

IEEE 802.11 “Wireless Local Area Networks”小组,是 IEEE 最初制定的一个无线局域网标准,主要用于解决办公室局域网和校园网中,用户与用户终端的无线接入问题;IEEE 802.15 专门从事 WPAN 标准化工作,它的任务是开发一套适用于短程无线通信的标准,通常称为无线个人局域网。其中 IEEE 802.15.1 标准是蓝牙无线通信标准;IEEE 802.15.2 标准研究 IEEE 802.15.1 标准与 IEEE 802.11 标准的共存;IEEE 802.15.3 标准研究超宽带(UWB)标准;IEEE 802.15.4 标准研究低速无线个人局域网(WPAN);IEEE 802.15.5 标准研究无线个人局域网(WPAN)的无线网状网(MESH)组网。ZigBee 定义了基于 IEEE 802.15.4 的网络层和应用层规范,ZigBee 协议栈规范有 ZigBee 1.0(或 ZigBee 2004)规范、ZigBee 2006 规范、ZigBee 功能命令集等。

阅读文章 3-1

区块链技术应用

区块链最早作为比特币的底层“账本”记录技术,起源于 2009 年。经过几年的发展和改进,逐渐成为了一种新型的分布式、去中心化、去信任化的技术方案。特别是近两年以来,区块链已逐步脱离比特币,独立地成为技术创新的热点,开创了一种新的数据分布式存储技术,引导了系统与程序设计理念的变化,并可能颠覆现在商业社会的组织模式,其应用受到了越来越多的关注。

一、概述

2008 年一位化名为“中本聪”的研究者(或研究团体)在 Cryptography 邮件列表中发表了比特币规范及其概念证明以来,区块链作为比特币交易系统中核心的技术受到了越来越广泛的重视。

比特币狭义上可以理解是一种全新的数字货币,广义上则被认为是一种去中心化的数字货币支付系统。“中本聪”发明并采用了一种名为区块链的技术方案来记录和维护比特币的交易账本。比特币的区块链技术革命性地解决了“拜占庭将军问题”,具有不可更改、不可伪造、完全可追溯的安全特性,实现了一种无信任的共识网络系统。这种无须信任某个中心

节点的共识网络系统,从根本上与当今人类社会和互联网络系统的组织结构不同,是一种更贴近自然界与人性的组织结构。越来越多的科技巨头、研究机构和技术团体已认识到区块链技术的颠覆性,并参与到区块链的研究中。

二、区块链技术的应用

区块链虽因数字货币而生,但因其实现了去中心化的共识,同时具有优异的安全特性,有着非常广泛的应用前景,如表 3-7 所示,可以说,涉及记“账”、分“账”、转“账”的各个方面都可以使用区块链实现。这里所说的“账”并不只是单一的“账单”,而可以理解为用于某种事实证明的数据。

表 3-7 区块链应用场景

分 类	实 例
金融保险	股票交易、股权管理、债券、集资、跨机构清算/结算、基金保管、保险证明等
产权证明	实物产权(如房产证明、车辆登记、租赁等)、无形资产(例如专利、商标等)
身份验证	身份证明、护照、电子签名等
社会生活	公证证明、遗嘱、彩票、投票等
其他	分布式数据库、物联网、自治组织、物品溯源等

三、区块链的优势与不足

区块链具有去中心化、去信任化、数据防篡改的优势,在匿名的同时又具有数据透明的特点,但并不意味着区块链技术不存在局限性。例如,区块容量限制、确认时间长、基于工作量证明的共识机制能耗大等问题,限制了其在商业上的大规模应用。同时,其数据透明性造成的隐私泄露、如何与现有系统平滑接轨、法律及监管等问题,还需要不断地研究和解决,如同任何新技术一样,区块链技术的突破,还需要较长时间的积累。

阅读文章 3-2

物联网的三维体系结构

摘自：沈苏彬等的《物联网概念模型与体系结构》

比较具有代表性的物联网体系结构有：得到欧美支持的 EPC Global 物联网体系结构和日本的 Ubiquitous ID(UID)物联网系统体系结构,我国学者沈苏彬等从物联网系统功能角度提出了物联网三维体系结构。

1. 三维体系结构概念

物联网体系结构与传统网络体系结构不同,不能简单采用分层网络体系结构描述。物联网系统本身是由三个维度构成的一个系统,如图 3-6 所示,这三个维度是信息物品、自主网络、智能应用。自主网络表示这类网络具有自配置、自愈合、自优化、自保护能力,智能应用表示这类应用具有智能控制和处理能力,信息物品表示这些物品是可以标识或感知其自身信息的。

2. 三类功能部件的关系

物联网的三个功能维度就是物联网系统的三类组成部件,这些组成部件通过具体的物联网系统相互关联,例如通过智能交通系统或者智能电网可以关联这三类组成部件,这样整个物联网的体系结构实际上构成了一个立体的结构,如图 3-7 所示。三类物联网组成部件

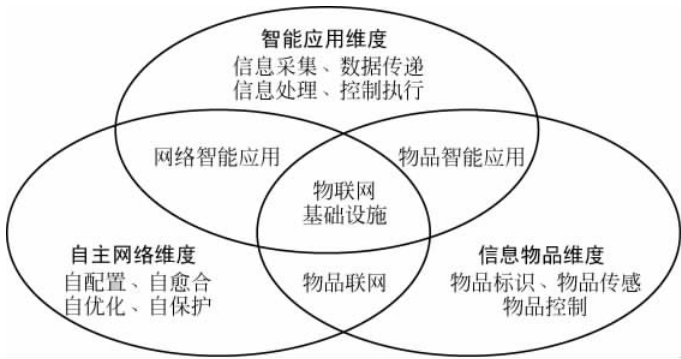


图 3-6 物联网三维体系结构示意图

采用三个立柱表示,三个立柱的每个水平层面代表了一个具体的物联网系统,三个立柱重叠的公共部分就是贯通各个具体物联网系统的物联网基础设施。图 3-8 表示了智能交通系统的层面和智能电网的层面,这两个系统都是具体的物联网系统,各自具有信息物品、自主网络与智能应用三个维度的组成部件。



图 3-7 物联网与具体物联网系统

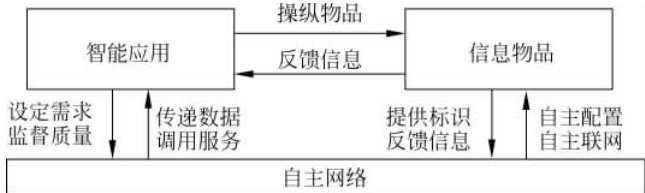


图 3-8 物联网三类功能部件的交互关系

从以上对物联网体系结构组成的三类功能部件的相互之间关系可以看出,物联网体系结构具有如下特征:物品可标识、应用智能化、网络自主化。

3. 物联网基础设施类技术

利用前面提出的物联网体系结构,可以研究物联网基础设施类技术,它属于物联网的核心技术,是各类具体物联网系统的支撑系统,可以构成物联网的标准技术架构。

物联网基础设施类技术目前是物联网研究中尚未开垦的处女地,这方面存在诸多的理论问题和技术难点。物联网基础设施类技术包括:

(1) 物品的统一标识和标准网络接入技术,包括全球统一的、面向各个应用领域的、物品统一标识技术以及标准的网络接入技术,信息物品是这类技术的主要载体,标准的网络接入技术需要依赖于自主网络。

(2) 物理化网络系统技术,包括支持现实世界空间坐标系的网络接入和网络互联技术,支持现实世界统一时间体系的网络操作技术等,自主网络是这类技术的主要载体。

(3) 自主网络技术,包括网络系统的自配置、自愈合、自优化和自保护的技术,自主网络是这类技术的主要载体。

(4) 网络化物理系统技术,包括联网嵌入式软件的实时处理技术、可靠处理技术,这类技术的载体是智能应用,属于智能应用的物理装置端技术。

(5) 网络数据融合和决策技术,包括网络环境下多种数据的融合,多类数据的实时挖掘和实时决策技术,这类技术的载体是智能应用,属于智能应用的网络侧技术。

3.7 练习

1. 名词解释

蓝牙 ZigBee EPC

2. 填空

(1) 物联网打破了_____限制,实现了_____之间按需进行信息获取、传递、存储、融合、使用等服务的网络。

(2) 物联网系统公认有 3 个层次: _____、_____和_____。

(3) 物联网的技术体系框架包括 _____、_____、_____、_____。

(4) 物联网的智能物体具有感知、通信与计算能力,物联网中任何一个合法的用户(人或物)可以在任何 _____、任何 _____与任何一个 _____通信,交换和共享信息协同完成特定的服务功能。

(5) 物联网网络层可分为 _____网、_____网和 _____网 3 部分。

3. 简答

(1) 简述物联网中“物”的含义。

(2) 简述感知层的功能及关键技术。

(3) 简述物联网的应用层为用户提供的丰富特定服务。

(4) 物联网领域主要的国际标准组织有哪些?

(5) EPC 的编码原则有哪些?

4. 思考

(1) 教材中短距离无线通信技术,在感知层和网络层都有提到,那么 ZigBee、蓝牙技术应该归为感知层还是网络层? 请查阅相关文献资料,谈谈你的看法。

(2) 为什么要制定物联网标准? 请阐述其对物联网发展的意义。