

物联网常识讨论

孙玉

(中国电子科技集团公司第五十四研究所, 河北 石家庄 050081)

摘要: 我国物联网正处于第二个 10 年的发展阶段, 首先, 回顾物联网名称的由来, 介绍物联网的产业形成过程和系统结构。然后, 总结新一代物联网在服务平台、传感器产业、接入链路以及与云计算、边缘计算、大数据、标识解析、区块链、卫星导航系统、5G 等技术融合方面的发展历程、发展趋势和关键所在。最后, 提出我国物联网发展在应用定位、理论研究、标准制定、安全等方面的问题和可能思路。希望为同仁理解物联网提供参考。

关键词: 信息系统; 物联网; 产业发展

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-3750.2020.00196

Discussion on the common sense of the Internet of things

SUN Yu

The 54th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Shijiazhuang 050081, China

Abstract: The development of Internet of things (IoT) in China is in the second decade. First of all, the outcome of the IoT was reviewed. The industry formation and system structure of IoT were introduced. Then, the development process, trends and key points of the next generation of IoT were summarized in the aspect of the service platform, sensor industry, access links and fusion with technologies such as cloud computing, edge computing, big data, identity resolution, blockchain, satellite navigation system, 5G and so on. Finally, the problems and possible ideas of the development of IoT in China were put forward in the fields of the application positioning, theoretical research, standard-setting and security. Hope to provide reference for colleagues to understand the IoT.

Key words: information system, Internet of things, industry development

1 引言

2009年,我国出现了“物联网”这个名词,时至2020年,业界还在讨论“什么是物联网”。看来,现实需要物联网常识讨论。所谓常识,一般是指从事各项工作以及进行学术研究所需具备的相关领域内的基础知识。所谓讨论,即就某一问题交换意见,他说、你说、我说,最后说不清楚到底是谁说的,反正把问题尽可能说清楚为止;或者,似是而非,似非而是,不了了之。

2 信息系统概念

2.1 国民经济信息化

国民经济信息化是指以信息作为基本的生产

要素,提高物质、能源的使用效率和劳动、资本的投入产出效益,使得国民经济更加有效发展的历史进程。

简单地说,国民经济信息化是指在国民经济中推广应用信息系统的过程。首先,说说信息系统概念。

2.2 信息系统定义

从不同的视角,先后出现过不同表达形式的信息系统定义,但是,它们的实质内容和结构是类似的。

1) 应用对象视角

信息系统是人与人、人与物、物与物之间传递信息的电子系统。

2) 系统结构视角

信息系统是由电信网络、计算机系统、信息资

源、信息用户和规则组成的，以处理信息流为目的的人机一体化系统。

2.3 信息系统的结构

信息系统总体结构图解如图 1 所示，信息系统由信息基础设施和信息应用系统组成，信息基础设施由电信网络和计算机系统（云服务器）组成，电信网络是信息系统的组成部分。

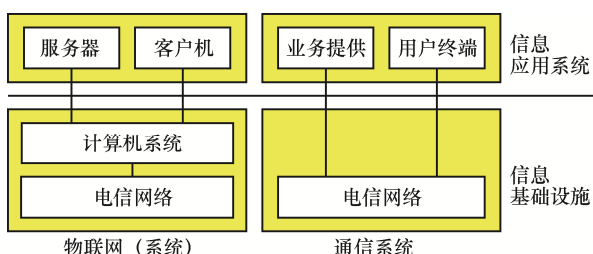


图 1 信息系统总体结构图解

2.4 信息系统的分类

信息系统按应用对象分类，可分为以下 4 类。

- 1) 人与人之间传递信息的信息系统，称为通信系统。
- 2) 人与物之间传递信息的信息系统，称为遥控系统。
- 3) 物与人之间传递信息的信息系统，称为遥测系统。
- 4) 物与物之间传递信息的信息系统，称为什么？

我国把后 3 类统称为“物联网”。其实它们都是与通信系统并列的“系统”。鉴于“物联网”一词已经纳入国家标准文件，见到或者听到“物联网”，理解为“物联系统”就是了。

3 我国第一代物联网（2006—2016 年）

3.1 物联网定义由来

3.1.1 顺理成章的物联网定义

如果完全遵循 ITU 的定义规则，则应把人与人、人与物、物与物之间传递信息的电子系统称为信息系统。其中，早年把人与人之间传递信息的信息系统称为通信系统，那么，近年把物与物之间传递信息的系统称为物联系统。事情顺理成章，何其简明。

3.1.2 阴差阳错的物联网定义

2005 年，ITU 发布报告^[1]，内容是说“出现了一种新的物与人和物与物之间的通信方式”，标题却是“Internet of Things”，一个词不达意。

2009 年，中文翻译把标题中的“Internet of Things”翻译为“物联网”，而未关注原报告的实质内容，又一个词不达意。

于是，中国信息界出现了一个不是网络却称网络、是系统却不称系统的物联网。不过，“是什么”与“叫什么”不一致，在 ITU 建议中屡见不鲜。

3.2 我国物联网产业的形成

2006 年，比尔·盖茨在深圳提出建议，把中国存在的一亿模拟电视机数字化。

于是，广东省发展和改革委员会等六部门在广东省执行《广东省数字家庭行动计划》^[2]，研制和应用机顶盒。

2009 年，从机顶盒扩展出了家居网络平台和多业务系统，进而扩展成为家居物联网、物联网。

2013 年，《物联网发展专项行动计划》发布，于是，物联网产业作为国家重大信息产业就发展起来了。

3.3 物联网总体结构

物联网总体结构图解如图 2 所示，物联网是一类支持物与物之间信息传递的信息系统，由信息基础设施和信息应用系统组成。物联网的信息基础设施由电信网络和计算机系统组成；物联网的信息应用系统由客户机和服务器组成，客户机包括各种传感器和执行机构，服务器包括各种管理服务器和代理服务器。

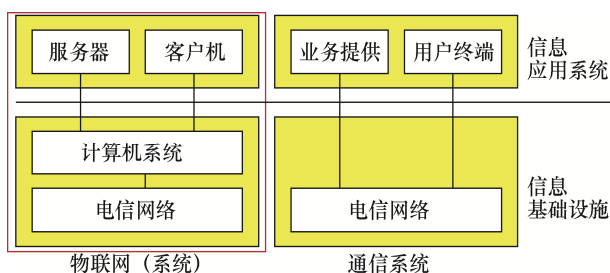


图 2 物联网总体结构图解

3.4 物联网拓扑结构

服务器与客户机装在一起，称为自动控制系统。服务器与客户机分布在一个局域网内，称为局域物联网。

客户机与服务器分布在一个广域网内，称为广域物联网。这时，需要解决 3 个问题，即层次结构、寻址方式和鉴权访问。

物联网拓扑结构图解如图 3 所示。

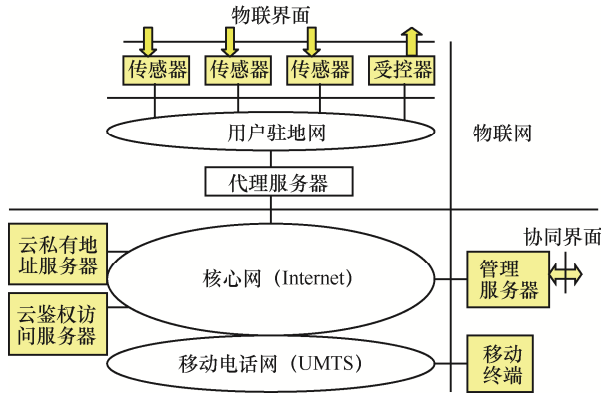


图3 物联网拓扑结构图解

3.5 物联网逻辑结构

系统的逻辑结构是对整个系统从思想的分类，把系统分成若干个逻辑单元，分别实现自身的功能。

物联网逻辑结构如图4所示，分为以下4个层次。

- 1) 感知层：传感器感知外界环境；执行机构实施对外控制。
- 2) 传输层：通过局域网和广域网实施信息交互传递。
- 3) 平台层：基础设施服务 (IaaS, infrastructure as a service) 提供通用数据库服务；软件服务 (SaaS, software as a service) 提供通用应用服务；平台服务 (PaaS, platform as a service) 提供通用开发环境。
- 4) 应用层：物联网应用于智慧城市和智能制造等。



图4 物联网逻辑结构

3.6 第一代物联系统国家标准

2015年，住房和城乡建设部已经向国家标准局提交了《家居物联网标准 (1.0)》草案。

2017年，住房和城乡建设部起草了《家居物联网标准 (2.0)》草案。

《家居物联网标准 (1.0)》的提出标志第一代物联网技术已经成熟。

4 新一代物联网 (2016—2020年)

经过第一代物联网 (2006—2016年) 的实践，政治家、企业家和技术专家从不同视角看到了发展机遇、商业机会和技术问题，开始施展各自的奇思妙想。

2017年，《物联网的“十三五”规划 (2016—2020年)》发布^[3]，总结了过去10年我国物联网产业实践的经验教训，借鉴国际物联网发展经验，制定了我国物联网产业的发展规划，引领我国物联网产业进入新的发展阶段。短短4年，大量新技术被引入物联网。

4.1 物联服务平台

4.1.1 物联网服务平台概念

物联网服务平台就是物联网的逻辑结构的平台层。

4.1.2 物联网服务平台推广应用

2018年，大企业纷纷建设自己的物联系统服务平台，举例如下。

- 1) 三大电信运营商 (中国移动、中国电信、中国联通) 的电信网络平台。
- 2) 白电巨头 (美的、格力、海尔) 的物联网云服务平台。
- 3) 电企巨头 (华为、中兴) 的物联网云服务平台。
- 4) BAT 三巨头 (百度、阿里、腾讯) 的物联网云服务平台。
- 5) 第三方的物联网云服务平台，如亚马逊网页服务 (AWS, Amazon web services)。

物联网服务平台的发展历程如图5所示。

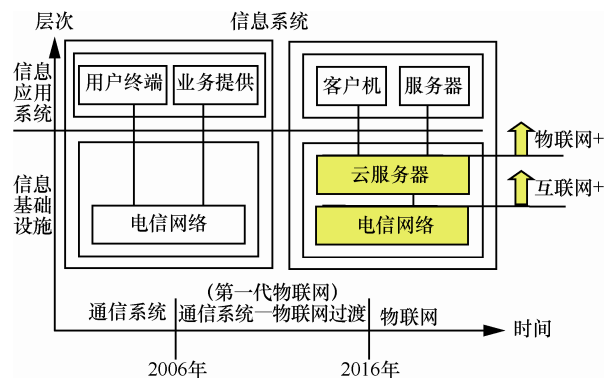


图5 物联网服务平台的发展历程

4.2 网络传感器产业

网络传感器是传感器与局域网终端的结合体，物联基础构件拓扑结构如图6所示。

网络传感器是物联网的关键构件。

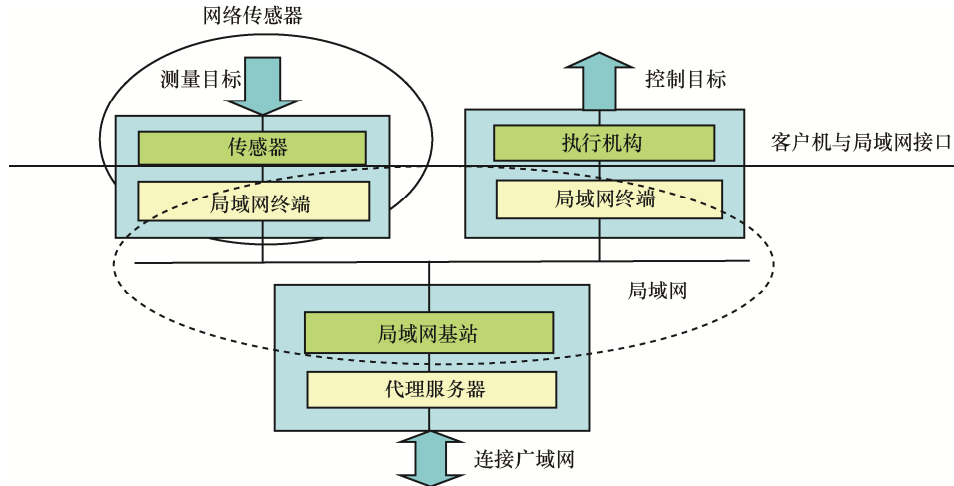


图 6 物联基础构件拓扑结构

网络传感器将大量重复使用。

网络传感器是我国物联网产业最薄弱的环节。

网络传感器朝着低功耗、微型化、易连接方向发展。

网络传感器迟早会形成规模产业。

4.3 支持物联网的接入链路

发现通信接入链路不适用物联网接入，需要研发物联网专用的局域网。基于局域网思路，出现了 LoRa；基于蜂窝网思路，出现了 NB-IoT。它们都是低功耗广域网（LPWAN, low-power wide-area network），都在推动物联网接入网络应用发展。

4.4 云计算和边缘计算

关于云计算（cloud computing）的定义有多种提法。目前被广为接受的是美国国家标准与技术研究院（NIST, National Institute of Standards and Technology）的定义：云计算是一种按使用量付费的商业模式，提供按需的、便捷的、廉价的网络访问，实现有偿服务。

随着物联网服务平台推广应用，“物”产生的数据越来越多，访问云计算服务器的频次越来越高，出现了核心网传输容量紧缺问题。如果在靠近数据源的地方再设置一些云计算服务器，就可以缓解核心网传输容量紧缺问题，这就是边缘计算。

显然，边缘计算与云计算配合应用是合理的发展趋势。

4.5 大数据分析方法及应用

4.5.1 大数据

大数据是指无法在可承受的时间范围内，用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合。

4.5.2 大数据分析方法及应用

大数据分析方法是针对复杂事务的一种科学研究方法。鉴于复杂事务、涉及的因素太多，已经不可能采用“逻辑推理”或者“实物仿真”方法研究。可以通过对与这个复杂事务相关的大数据进行分析，找出规律，不问具体因果关系，用于检讨过去或者指导未来。云计算/边缘计算图解如图 7 所示。

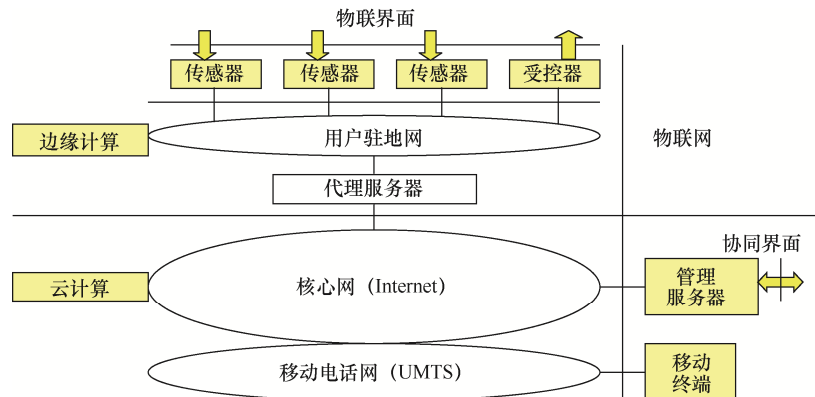


图 7 云计算/边缘计算图解

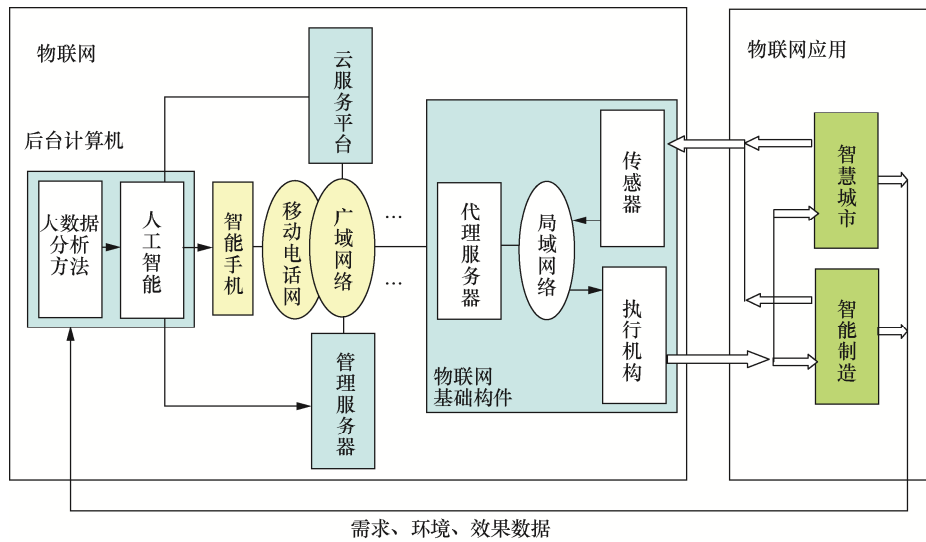


图 8 物联网运营与大数据分析的关系图解

4.5.3 物联网中的大数据分析

物联网运营与大数据分析的关系图解如图 8 所示。物联网运行，就会积累大数据；在后台计算机中，利用数据分析方法进行大数据分析；把数据转化为可以付诸行动的知识，以增强人的智慧；人把部分新知识加载到服务器中，就会增强物联网的智能性。

4.6 标识解析

4.6.1 信息系统标识解析现状

标识解析作为一类信息技术正在蓬勃发展，对象标识、通信标识、应用标识都在推广应用，每一种标识都有多种方案，而且看不到统一的前景。标识解析现状归纳如表 1 所示。

4.6.2 物联网标识研究进展

第一代物联网专业性强而规模小，沿用通信标识，能够支持物联网内部信息交互和应用鉴权。

下一代物联网设想：跨行业、跨系统、跨平台，必须制定物联网统一标识解析标准。这是一个难题。

我国 2016 年已经出现了“一物一码”系统，即利用二维码技术，依托二维码技术服务平台，让每一个产品都拥有自己的独一无二的产品身份证。实现防伪管控、溯源追踪、营销兑奖、产品流通、数据分析等功能。

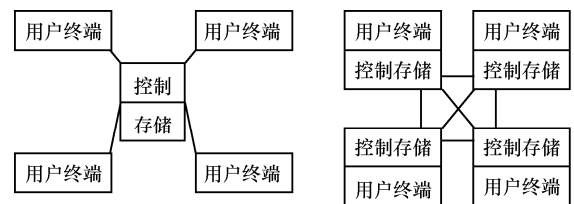
4.7 区块链

区块链（Blockchain）是一种计算机技术的应用模式，包括分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等^[4]。

表 1 标识解析现状归纳

标识分类	具体标识	
应用标识	域名	
	URI	
通信标识	网络节点、网络设备	E164
	用户终端标识	IPv4
		IMSI
对象标识	自然属性标识	指纹
		虹膜
		面孔
赋予性标识	二维码	PDF417
		QRCode
		RFID
		EPC
		uCode
		OID
		电子车牌

区块链技术可用于防篡改、防伪、容错，典型应用于“分布式数据中心”，集中控制存储与分布控制存储图解如图 9 所示。



(a) 集中控制存储 (b) 分布控制存储—区块链

图 9 集中控制存储与分布控制存储图解

区块链技术的价值是解决了无误存储问题，自动重传请求 (ARQ, automatic repeat-request) 技术解决了无误传输，两者共同实现了在信号有误传递环境中信息的无误传递，奠定了物联网的技术基础。

4.8 北斗导航系统

北斗导航系统提供两类服务：基本导航服务和星基增强服务。北斗导航在物联网中有以下应用^[5]。

- 1) 定位：定位精度将优于 5 m。
- 2) 测速：测速精度优于 0.1 m/s。
- 3) 授时：授时精度优于 10 ns。
- 4) 短报文通信：单次通信能力为 14 000 bit。
- 5) 固定目标增强定位：定位精度为厘米级。
- 6) 动态目标增强定位：定位精度为分米级。

4.9 5G 和网络切片应用

5G 相对于 4G 是一个重大科技进步，5G 的应用目标是同时支持通信系统和物联网。5G 能力强大，但造价昂贵，于是，如何有效应用 5G 成了重大问题。

网络切片是一个重大发明。应用传输系统的传递能力，不需要同时达到潜在能力，用其长而避其

短，是网络切片思路的亮点。

目前，主要有以下 3 种网络切片。

- 1) 移动宽带切片：支持通信业务。
- 2) 海量物联网切片：支持海量低速物联网业务。
- 3) 关键业务物联网切片：支持高实时物联网业务。

显然，基于 5G 的网络切片不止 3 种。IMT-5G 网络切片应用各项指标如图 10 所示。

4.10 新一代物联网发展评估

短短 4 年，大量技术汇聚于物联网，物联网新技术汇聚如图 11 所示，诸多技术应用问题尚待深入研究。

5 我国物联网发展问题

5.1 我国物联网产业的发展历程

2006 年，执行《广东省数字家庭行动计划》。

2009 年，出现“物联网”名称。

2013 年，《物联网发展专项行动计划》发布。

2016 年，形成了物联网初期的规模产业，这主要是我国中小企业的业绩。

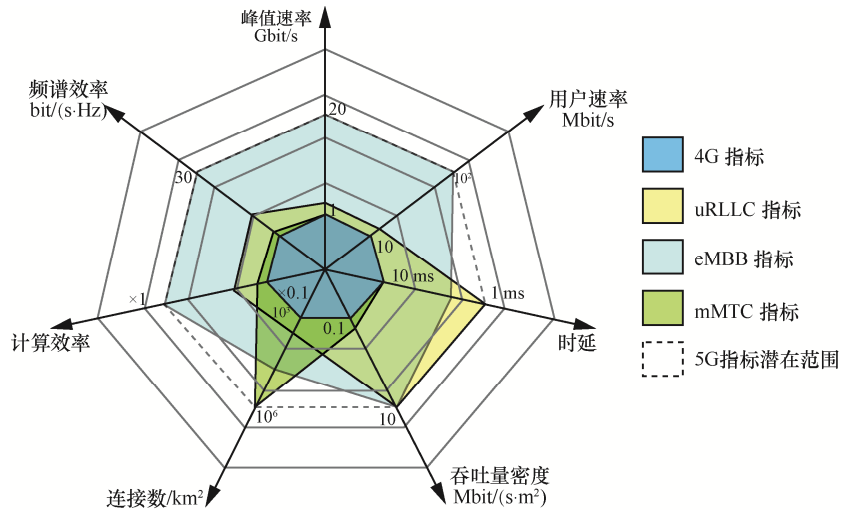


图 10 IMT-5G 网络切片应用各项指标

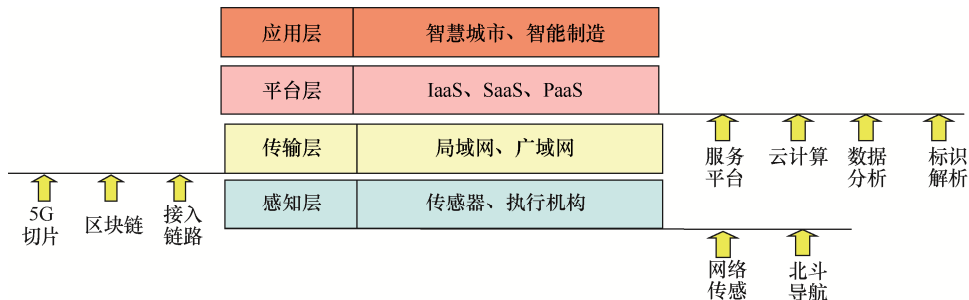


图 11 物联网新技术汇聚

2017年,《物联网的“十三五”规划(2016—2020年)》发布,总结了我国物联网10年发展的成就和问题,明确了我国物联网发展方向和发展规划。

2018年,众多大企业介入物联网产业,大量新技术进入物联网产业。

2019年,我国在社区、水务、市政、交通、物流、能源等领域,已经出现了284种物联网典型应用。

2020年,我国抵抗新型冠状病毒期间,出现了很多物联网应用范例。一种普遍看法是物联网产业将加速发展。

5.2 关于物联网的应用定位

5.2.1 物联网在智慧城市中的应用(改善环境)

智慧城市的主体是城市,城市有城市的发展规律,物联网是城市信息化的工具。只有城市有相当的基础,应用物联网才有实际意义。

5.2.2 物联网在智能制造中的应用(提高产能)

智能制造的主体是制造,制造有制造的发展规律,物联网是制造信息化的工具。只有制造有相当的基础,应用物联网才有实际意义。

5.3 关于物联网的理论研究

5.3.1 问题提出

物联网作为自动控制、电信网络、计算机系统融合系统,在物联网发展初期,普遍采用原有的相关技术理论成就。总体来看,这些技术是可行的,但是不是最好的。随着物联网推广应用,逐渐发现需要物联网理论研究,以完善物联网机理、结构和应用。

5.3.2 前景估计

关于物联网理论研究,自动控制、电信网络、计算机系统研究已经奠定了良好基础,如数字化、网络化。鉴于物联网涉及的技术面广、结构复杂、应用领域广泛,物联网更需要向智能化方向发展。关于物联网的理论研究无疑是任重而道远的。

5.4 物联网应用属性研究

5.4.1 问题提出

目前,对于物联应用的属性认识不清,导致物联网发展思路不明。

5.4.2 困难来源

主要困难来自物联网的应用位置。物联网的信息应用系统和其他基础设施的组成部分,困难来自需要兼顾各类应用。

5.4.3 发展思路

有人提出,关于物联网应用属性认识,应当顺其自然。不考虑物联应用属性,只要行得通,

就构建了第一代物联网;澄清局部属性,就改善局部。

有人提出,把信息业务分为通信业务、低速物联业务、高速物联业务,这可能是物联网应用属性研究的切入点。

有人提出,分别支持不同的产业,物联网应用属性就简明多了。如分别考虑工业物联网、农业物联网、车联网系统等,这可能成为物联网近期的发展思路。物联系统与其他基础设施的关系如图12所示。

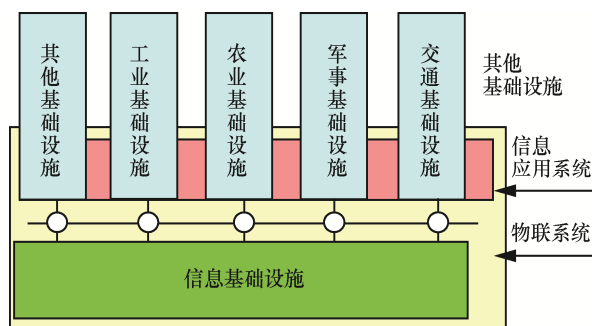


图12 物联系统与其他基础设施的关系

5.5 关于制定标准

5.5.1 制定标准的时机

每一种产品都应当具有标准。问题是什么时候制定标准?过早制定标准,根据不足;过迟制定标准,难以梳理现实。所以,研制一种产品,从设想到上市一直在争论标准。

5.5.2 近代的标准普遍有利益背景

标准争论过程就是国家或集团实力竞争、技术借鉴的过程。最后是利益分配过程,要么市场大的就是标准,如互联网。要么你的是标准,我的也是标准,如4G。

5.6 物联网安全问题

5.6.1 物联网安全层次概念

电信网络安全问题尚未得到妥善解决,物联网又出现了网络空间安全问题,物联网安全是一个难题。信息系统安全层次总体结构图解如图13所示。

5.6.2 物联网外在(对抗类)安全问题

我国与美国网络安全方面的差距明显。

5.6.3 物联网内在(竞争类)安全层次问题

解决竞争类安全问题,首先是企业行为,举例如下。

- 1) 物理环境引入的安全问题,如盗窃。
- 2) 疏于管理引入的安全问题,如透传。
- 3) 错误使用引入的安全问题,如非法插播。

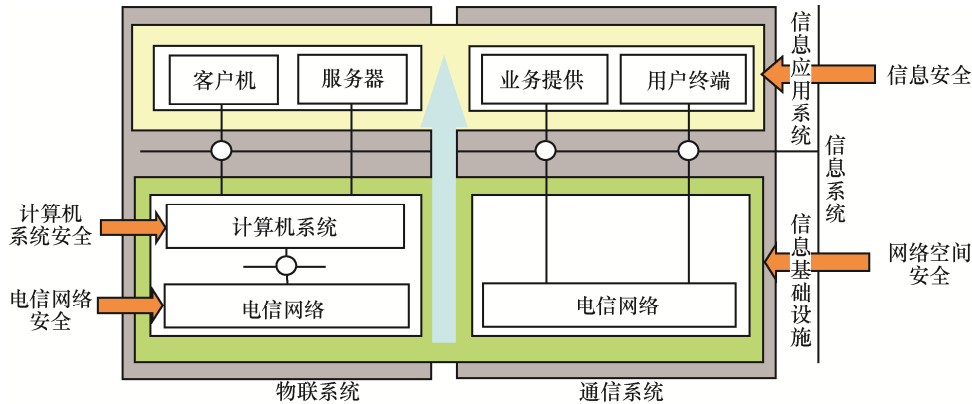


图 13 信息系统安全层次总体结构图解

- 4) 技术缺陷引入的安全问题，如电磁泄漏。
- 5) 机理缺陷引入的安全问题，如互联网。

5.7 信息系统的机理融合趋势

5.7.1 历史回顾

信息系统包括通信系统、计算机系统和自动控制系统，这 3 类信息系统，分别具有不同的技术机理。在信息系统发展与应用的过程中，各类机理不同的信息系统通过机理融合，彼此借力，陆续升级发展。信息系统的机理融合趋势图解如图 14 所示。

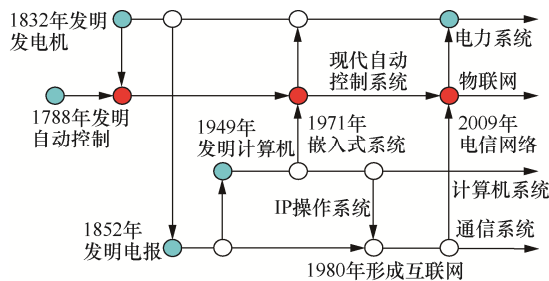


图 14 信息系统的机理融合趋势图解

如自动控制系统发展演变。机械自动控制与电力融合，出现机电自动控制系统。机电自动控制系统与嵌入式系统融合，出现现代自动控制系统。现代自动控制系统与电信网络融合，出现了不受时空限制的自动控制系统，即物联网。

5.7.2 重新理解物联网

从信息系统机理融合角度来看，可以重新理解“物联网”为

[自动控制系统+电信网络=物联网]

即不受时间、空间限制的自动控制系统。

6 结束语

本人有幸，于 2006—2015 年，在国家数字家庭应用示范产业基地（广州），参加了我国第一代

物联网创业；于 2016—2020 年，与一些政治家、企业家和信息技术专家朋友们，就一些物联网常识问题曾经讨论过，但是未必明白过。现在，表达个人认识，供同仁参考，寻求同仁指教。

参考文献：

- [1] ITU. ITU Internet reports 2005: the Internet of things[R]. 2005.
- [2] 广东省发展和改革委员会, 广东省信息产业厅, 广东省科学技术厅, 等. 广东省数字家庭行动计划[Z]. 2006. Guangdong Development and Reform Commission, Guangdong Information Industry Department, Guangdong Provincial Science and Technology Department, et al. Guangdong Digital Family Action Plan[Z]. 2006.
- [3] 中华人民共和国国务院. 物联网的“十三五”规划(2016—2020 年)[Z]. 2017. The State Council of the People's Republic of China. The 13th 5-year-plan for the Internet of things (2016-2020)[Z]. 2017.
- [4] 高镇, 崔琪楣, 张雪菲, 等. 区块链在物联网系统中的应用探讨[J]. 物联网学报, 2020, 4(2): 10-17. GAO Z, CUI Q M, ZHANG X F, et al. Discussions about application of blockchain in IoT systems[J]. Chinese Journal on Internet of Things, 2020, 4(2), 10-17.
- [5] 沈学民, 承楠, 周海波, 等. 空天地一体化网络技术: 探索与展望[J]. 物联网学报, 2020, 4(3): 3-19. SHEN X M, CHENG N, ZHOU H B, et al. Space-air-ground integrated networks: review and prospect[J]. Chinese Journal on Internet of Things, 2020, 4(3): 3-19.

[作者简介]



孙玉（1936—），男，1962 年毕业于清华大学，在中国电子科技集团第五十四研究所工作至今，从事军事通信设备研制和通信系统总体工程设计；领导创建电信网络专业；出版《电信网络总体概念讨论》等著作 13 部。1995 年当选中国工程院院士，现任中国电子科技集团第五十四研究所科学技术委员会名誉主任、国防电信网络重点实验室科学技术委员会主任；兼任中国共产党中央军事委员会科学技术委员会顾问、空军建设发展顾问。