

Overview of Internet of Things

ZHEN Yan, LI Xiang-zhen, WANG Hong-yu, ZENG Ling-kang, CHEN Xi

(State Grid Information & Telecommunication Company Ltd. NO. 1, 2nd lane, Baiguang Road, Xuanwu district, Beijing. 100761,

china)

zhenyan@sgcc.com.cn

Abstract: In recent years, extensive attention has been paid to Internet of Things (IOT). The concept, history and development of IOT were introduced firstly. The network architecture, the key technologies, the problems and the application fields were introduced in detail. Finally, the trends of IOT were summarized.

Key words: Power system and automation, Internet of Things, Wireless Sensor Network, Radio Frequency Identification

物联网概述

甄 岩, 李祥珍, 王宏宇, 曾令康, 陈 晰

(国网信息通信有限公司, 北京市宣武区白广路二条一号, 北京 100761)

zhenyan@sgcc.com.cn

摘要: 近几年来物联网技术受到人们的广泛关注。本文首先介绍了物联网技术的基本概念、历史与发展现状。然后重点介绍了物联网体系架构、关键技术、所面临的问题和应用领域。最后总结了物联网技术的发展趋势。

关键词: 电力系统及其自动化; 物联网; 无线传感器网络; 射频识别

1 绪论

物联网(The Internet of things)^[1-2]的概念是在1999年提出的,又名传感网。

物联网是指通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统(GPS)、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相连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种智能网络概念。物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络。

2 国内外物联网现状

目前,物联网开发和应用仍处于起步阶段,发达国家和地区抓住机遇,出台政策、进行战略布局,希望在新一轮信息产业重新洗牌中占领先机。

国际物联网产业发展动态:

美国是物联网技术的主导和先行国之一,较早开展了物联网及相关技术的研究与应用,在物联网基础架构、关键技术领域已有领先优势,并且在物联网产业上的优势正在加强与扩大。

欧盟出台系列政策促进物联网技术研发和应用。欧盟将信息技术(ICT)技术作为促进欧盟从工业社会向知识型社会转型的主要工具,致力于推动ICT在欧盟经济、社会、生活各领域的应用,提升欧盟在全球的数字竞争力。

日本政府早在2004年就推出了“u-Japan”计划,着力于发展泛在网及相关产业,并希望由此催生新一代信息科技革命,在2010年实现“无所不在的日本”。

韩国也十分重视信息技术产业化发展,在2004年几乎与日本同步提出了“u-Korea”战略,并制定了详尽的“IT839战略”,目标是在全球最优的泛在基础设施上,将韩国建设成全球第一个泛在社会。

此外,法国、德国、澳大利亚、新加坡等国也在加紧部署物联网经济发展战略,加快推进下一代网络基础设施的建设步伐。

资助信息:国家科技重大专项 2010ZX03006-005-02
Funding information: National Science and Technology major projects 2010ZX03006-005-02

国内物联网产业发展动态:

江苏省注重发挥政府推手作用, 积极采取措施, 努力将无锡建设成为“感知中国”中心。

北京市高度重视物联网产业发展, 着手打造国内物联网产业发展中心。

浙江省在 2004 年与中科院上海微系统与信息技术研究所联合成立了中科院嘉兴无线传感网工程中心。

上海市注重物联网产业发展与信息化建设相结合, 加快实现物联网对产业升级和信息化建设的带动作用。

广东注重通过应用引导、市场驱动、政府扶持以及标准体系建设, 培育和发展物联网技术研发、设备制造、软件和信息等相关产业, 打造物联网产业发展高地。

此外, 福建、山东、四川、重庆、黑龙江等省市也在积极推进物联网技术及产业发展的相关工作。

3 物联网体系架构

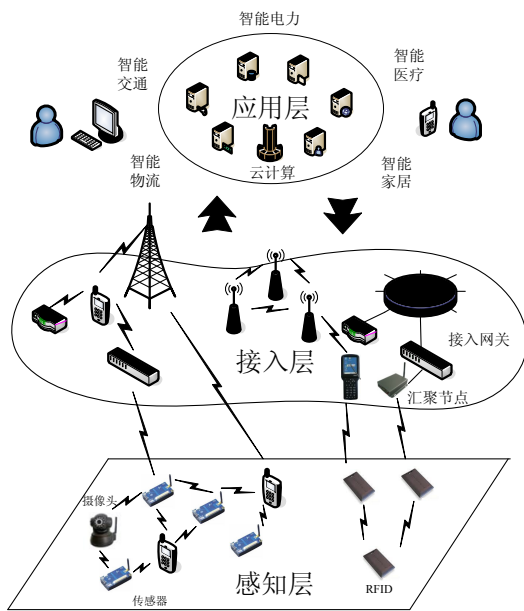


Figure 1 Architecture of Things
图 1 物联网体系架构

物联网的技术体系框架如图 1 所示, 它包括感知层、网络层、应用层和公共技术。

3.1 感知层

数据采集与感知主要用于采集物理世界中发生的物理事件和数据, 包括各类物理量、标识、音频、

视频数据。物联网的数据采集涉及各种传感器、RFID 标签和读写器、多媒体信息采集、二维码标签和识读器和实时定位等技术。

3.2 网络层

网络层由汇聚节点 (Sink 节点) 和接入网关 (Access Gateway) 和通信网络组成。完成应用感知节点信息的组网控制和信息汇集, 及完成向感知节点下发信息的转发等功能。感知节点之间完成组网后, 如果感知节点需要上传数据, 则将数据发送给汇聚节点, 完成感知节点与承载网络之间的信息转发和交互的功能。

目前移动通信、互联网、企业网等技术已比较成熟, 基本能够满足物联网数据传输的需要, 完成物联网网络层与应用层之间的信息通信功能。

3.3 应用层

应用层由各种应用服务器组成 (应用包括智能交通、智能医疗、智能家居、智能物流、智能电力等), 主要功能包括对采集数据的汇集、转换、分析, 以及用户层呈现的适配和事件的触发等, 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。

3.4 公共技术

公共技术不属于物联网技术的某个特定层面, 而是与物联网技术架构的几层都有关系, 它包括标识与解析、安全技术、网络管理和服务质量 (QoS) 管理等。

4 物联网关键技术

4.1 RFID 技术

RFID^[3]俗称电子标签, 是一种非接触式的自动识别技术, 它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据, 识别过程无须人工干预, 可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签, 操作快捷方便, 是物联网的支撑技术之一。

RFID 按应用频率的不同分为低频 (LF)、高频 (HF)、超高频 (UHF)、微波 (MW); 按照能源的供给方式分为无源 RFID, 有源 RFID, 以及半有源 RFID。无源 RFID 读写距离近, 价格低; 有源 RFID 可以提供更远的读写距离, 但是需要电池供电。

典型的 RFID 应用系统由电子标签、读写器和信

息处理系统组成。当带有电子标签的物品通过特定的信息读写器时，标签被读写器激活并通过无线电波将标签中携带的信息传送到读写器以及信息处理系统，完成信息的自动采集工作。信息处理系统根据需求承担相应的信息控制和处理工作。

不同的应用场景需要不同类型的 RFID 标签，如资产管理、无人巡检等，还要考虑与传感器等其他终端设备集成化问题。

4.2 传感器技术

传感器^[4]是机器感知物质世界的“感觉器官”，可以感知热、力、光、电、声、位移等信号，为网络系统的处理、传输、分析和反馈提供最原始的信息。传感器的类型多样，可以按照用途、材料、输出信号类型、制造工艺等方式进行分类。纳米技术的应用，不仅为传感器提供了优良的敏感材料，而且为传感器制作提供了许多新方法，例如微机电系统（MEMS）技术等，极大地推动了传感器的制造水平，拓宽了传感器的应用领域，推动了传感器产业的发展。

4.3 网络和通信技术

传感器依托网络和通信技术实现感知信息的传递和协同。传感器的网络技术分为两类：近距离通信和广域网络通信技术。在广域网络通信方面，IP 互联网、2G/3G 移动通信、卫星通信技术等实现了信息的远程传输。在近距离通信方面，以 IEEE 802.15.4（ZigBee）为代表的近距离通信技术是目前的主流技术。802.15.4 的低功耗、低速率和短距离传输的特点使它非常适宜支持计算和存储能力有限的简单器件。另外，以蓝牙为代表的近距离通信技术是目前应用于传感器节点的主要技术，也有部分产品鉴于无线局域网（WLAN）技术的普及性，利用 WLAN 来搭建传感器网络。

4.4 无线传感器网络

无线传感器网络^[4]（Wireless Sensor Networks，简称 WSN）是集分布式信息采集、信息传输和信息处理技术于一体的网络信息系统，以其低成本、微型化、低功耗和灵活的组网方式、铺设方式以及适合移动目标等特点受到广泛重视。无线传感器网络的技术发展至今，已经取得了丰硕的理论研究和实验验证成果。无线传感器网络的关键技术包括网络拓扑控制技术、节点的连接和覆盖技术、问题节点的探测和隔离技术、

路由技术、媒质接入控制技术、定位技术、节能技术等。

4.5 中间件技术

物联网中间件^[5]处于物联网的集成服务器端和感知层、网络层的嵌入式设备中。服务器端中间件称为物联网业务基础中间件，一般都是基于传统的中间件构建，加入设备连接和图形化组态展示等模块；嵌入式中间件是一些支持不同通信协议的模块和运行环境。中间首先要为上层的应用层服务，又必须连接到操作系统的层面，并且保持运行工作状态。

中间件的特点是它固化了很多通用功能，但在具体应用中多半需要二次开发来实现个性化的行业业务需求，因此所有物联网中间件都要提供快速开发工具。因此开发适合于物联网应用的中间件，提供高效的计算和数据处理功能，降低应用开发的难度是当前物联网的一个关键技术。

4.6 信息安全技术

信息安全是物联网各层次所需面临的一个难题，需要解决恶劣环境和人为因素带来的对数据采集环节和节点间信息传送中的安全性问题。引起安全性的因素包括传统的无线电电磁干扰和对传感器网络的路由机制进行攻击，从而造成节点发送错误数据和非法数据，侵入节点致使网络的某些节点和某些网段互发大量的无用数据，造成节点能量快速耗尽，传感器网络分裂，形成监测黑洞，无法完成正常监测工作。

物联网的信息安全技术主要涉及到入侵检测、信息加密、恶意节点识别与剔除等。目前主要解决方案包括采用扩频通信、传感器节点接入认证、鉴权、数据水印和数据加密等技术提高采集和网络的安全性。而物联网节点的处理和能力有限，如何均衡安全性和计算开销，成了物联网安全方面所需突破的关键技术。

4.7 物联网网关

物联网网关可以实现感知网络与通信网络以及不同类型感知网络之间的协议转换，既可以实现广域互联，也可以实现局域互联。此外物联网网关还需要具备设备管理功能，运营商通过物联网网关设备可以管理底层的各感知节点，了解各节点的相关信息，并实现远程控制。

目前的很多传感器网络为了实现信息的远距离传输，都不同程度地借助蜂窝通信网或有线网络，把

小范围内的传感器网各节点的信息通过 Sink 节点连入互联网。

另外，如何增加网关的可信度问题，即可信网关的实现，与其他层面的安全问题同样重要。如何降低网关成本和提高集成度，也成了网关技术所需面临的挑战。

4.8 云计算

云计算^[6]的出现将对未来 IT 业及信息产业的发展产生革命性影响。它将以能力分散化、管理集中化的方式，革命性地改变企业的运作形态。该技术极大地提高了互联网信息的性能，具有巨大的计算和存储成本优势。物联网应用中需要对海量的传感信息进行存储、聚合、计算和管理，并对各行业业务进行支撑。只有在物联网的管理、控制与应用方面发挥云计算的重要作用，才能形成一个有效、良性的价值链体系和业务生态系统，从而推动整个信息产业、IT 及各行各业能够良性地可持续发展。

4.9 数据融合

传感器节点的资源十分有限，主要体现在电池能量、处理能力、存储容量以及通信带宽等几个方面。在收集信息的过程中采用各个节点单独传送数据到汇聚节点的方法是不合适的，因为该方式浪费通信带宽和能量、降低信息收集的效率。

为避免上述问题，传感器网络在数据收集的过程中需要使用数据融合技术。数据融合是将多份数据或信息进行处理，组合出更有效、更符合用户需求的数据的过程。

5 物联网所面临的问题

5.1 技术标准的统一与协调

物联网发展过程中，各个层面会有大量的技术出现，可能会采用不同的技术方案。世界各国存在不同的标准，互不兼容。如果各行其是，就会出现大量小而散的专用网，相互无法连通，不能形成规模经济，不能形成整合的商业模式，也不能降低研发成本。因此，需要尽快统一技术标准和管理机制，使物联网在行业内、行业间实现从点到面的，从分散到集中的互联互通。

5.2 物联网的政策和法规

物联网是一个庞大的产业，它不仅需要先进技术

支撑，更是牵涉到各个行业、各个产业，需要多种力量的整合。这就需要要有政府的政策支持，政府必须要通过专业人士与专业机构对物联网研究，全面考虑纵向的深化与横向涉及的其他各行业，制定出相应的、行之有效法律制定，为物联网的深化发展提供保障和指导扶持。

5.3 地址问题

物联网的每个终端都需要一个 IP 地址，IPv4 资源即将耗尽，而且不能很好支持节点移动性和安全性。因此物联网发展所需面临的一个问题是如何通过一种新型的低功耗网络连接技术，将 IP 的使用扩展到资源受限的传感器节点设备上。

IPv6 不仅能够满足物联网的地址需求，同时还能满足物联网对节点移动性、节点冗余、基于流的服务质量保障的需求，能够成为物联网应用的基础网络技术。IETF 6LowPAN 工作组负责研究的 IPv6 over 802.15.4 协议，在节点应用层和媒体接入控制 (MAC) 层之间增加了一个适配层，使得 IPv6 可以在 802.15.4 网络上实现高效通信，从而逐步实现物联网和互联网的融合。

5.4 管理平台的形成

通过物联网获得传感信息之后，需要一个庞大的网络体系，对传感数据进行存储、整合和管理，使得传感数据可以被多个行业所共同使用。因此，建立综合性业务管理平台，把各种传感信息进行收集，进行分门别类的管理，进行有指向性的传输，是物联网所面临的一个关键问题。但各个行业的传感信息汇总到统一的平台之后，信息的安全性问题也不容忽视。

5.5 安全问题

根据物联网自身的特点，物联网除了面对移动通信网络的传统网络安全问题之外，还存在着一些与已有移动网络安全不同的特殊安全问题。由于物联网是由大量的传感器构成，缺少人对设备的有效监控，并且数量庞大，设备集群等相关特点造成的感知节点的本地安全问题、感知网络的传输与信息安全问题、核心网络的传输与信息安全问题、物联网业务的安全问题等。这些安全问题对于物联网今后的应用会产生重大影响，如果处理不当，会降低物联网技术的可信度，延缓产业化进程。

5.6 核心技术有待突破

目前,我国处于物联网关键技术研发和规模化应用的初始阶段,关键在于尽快突破核心技术,抢占制高点。物联网现阶段的主要表现形式是 M2M,这也是物联网的突破点。运营商要建立 M2M 业务开放式产业链,完善和继续投资 3G 网络,深化对物联网中 RFID、传感器、纳米技术等研究开发。在技术研究的基础上,通过各行业共同参与努力,探索物联网在社会生活中的实践和应用。

5.7 产业化问题

物联网的产业化必然需芯片商、传感设备商、系统解决方案厂商、移动运营商等上下游厂商的通力配合,而在各方利益机制及商业模式尚未成型的背景下,物联网普及仍相当漫长。由于物联网在标准体制上相互分割,缺乏资源共享;技术上传感器、芯片、关键设备制造市场大部分被国外企业抢占;安全和隐私不能得到保障。目前物联网商业模式暂不能大规模商用。

5.8 应用的开发

不同的行业需要不同特征的应用,对物联网各层次有各自不同的要求,这些必须根据行业的特点,进行深入的研究和有价值的开发。这些应用开发不能只依靠运营商或物联网企业,需要一个物联网体系基本形成,需要一些应用形成示范,更多的传统行业感受到物联网的价值,这样才能清楚物联网有可能带来的商业价值,也会把自己的应用与业务与物联网结合起来。

6 物联网应用领域

目前物联网应用广泛,主要包括智能家居、电力管理、环境监测、国防军事、智能交通、防灾减灾、医疗监护、工业监控、城市管理、畜牧业、安全防护、物流运输、产品跟踪等,如图 2 所示。

物联网把新一代 IT 技术充分运用在各行各业之中,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,提高人们生活水平。

7 结论

随着物联网技术的进步和物联网典型应用的逐步展

开,国内物联网最有可能的发展演进路线是标准化工作取得快速进步,关键技术逐渐成熟,管理机制



Figure 2 Application diagram of Things
图 2 物联网应用图

得到规范,隐私保护与信息安全同步推进,商业模式借助应用成本降低等而合理化,信息无障碍取得阶段性成果,最后到理想的物联网状态。网内不同对象间的信息交换具有便捷、高效、安全、低成本、自主式或智能化的特点。国内的物联网将从“感知中国”开始,但“感知”只是第一步,其目的还在于感知后信息的应用,因此,“智慧中国”应是国内物联网下一阶段更适宜的发展目标。

在物联网发展的大潮下,各行业科技工作者需要根据本行业在物联网产业链中的位置,对物联网关键技术和应用服务进行研究与开发,推动物联网产业化和标准化进程。

致谢

基金项目: 国家科技重大专项: 2010ZX03006-005-02 面向智能电网的安全监控、输电效率、计量及用户交互的传感器网络研发与应用验证。

References (参考文献)

[1] Wang Baoyun. Review on internet of things [J]. Journal of Electronic Measurement and Instrument. Vol. 23 No. 12. 2009.
王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报. Vol. 23 No. 12. 2009.

[2] Hu Xiangdong. Survey of research and development of Internet of things [J]. Digital Communication. 4. 2010.

胡向东. 物联网研究与发展综述[J]. 数字通信. 2010 年第 4 期.

[3] HUANG Peng, YANG Yun-zhi, LI Yuan-zhong. "Internet of Things" Promote the Development of RFID Technology and

Communications Network [J]. Telecommunication Engineering. Vol. 50 No. 3. 2010.

黄鹏, 杨云志, 李元忠. “物联网”推动 RFID 技术和通信网络的发展[J]. 电讯技术. Vol. 50, No. 3, 2010.

[4] He Ke. The Key Technologies of IOT with Development & Applications [J]. Radio Frequency Ubiquitous Journal. 1. 2010.

何可. 物联网关键技术及其发展与应用[J]. RFID 技术与应用. 1. 2010.

[5] HU Qing, ZHAN Yi-ju, HUANG Xiao-hu. Research on Middle Ware Technology and Based on RFID Internet of Things [J].

Microcomputer Information. 25. 7-2. 2009.

胡清, 詹宜巨, 黄小虎. 基于 RFID 企业物联网及中间件技术研究[J]. RFID 射频识别. 第 25 卷, 第 7-2 期. 2009.

[6] Xu Chuanchao. Internet of Things and cloud computing [J]. PC World. 10. 2010.

许传朝. 物联网与云计算[J]. 微电脑世界. 第 6 卷, 第 10 期. 2009.