

# 物联网关键技术及有待解决的问题研究

郭 苑, 张顺颐, 孙雁飞

(南京邮电大学 信息网络技术研究所, 江苏 南京 210003)

**摘 要:** 物联网是通过给每一个对象赋予唯一的标示符, 智能地将物与物、人与物联系起来的新型网络。目前社会各界对物联网广泛关注。这个理想网络的实现还需要一套完整的方案, 包括体系和协议标准等。介绍了物联网的发展过程和物联网几种常用的关键技术: 无线射频识别技术、电子产品码系统、传感技术、认知技术、云计算, 探讨了这些技术对物联网实现的重要性及各自的技术特点。提出物联网有待解决的问题和存在的隐患, 并分析了可能的解决方案。

**关键词:** 物联网; 传感技术; 无线射频技术; 电子产品码系统; 认知技术; 云计算

**中图分类号:** TP393

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2010)11-0180-04

## Research of Key Technologies and Unresolved Questions of Internet of Things

GUO Yuan, ZHANG Shun-yi, SUN Yan-fei

(Institute of Information Network Technology, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** Following the "Internet of Things (IoT)" concept, each object will be associated with a unique identifier which connected things to things and people to people. At currently, all states of the world pay widely attention to IoT. In order to realize the ideal IoT, there is an integrity scheme and standard. Describes IoT's development and some key technologies: RFID, EPCsystem, sensor technology, cognitive technology, cloudy computing. Discussion the importance to realize IoT and these key technologies. Proposes the problems to be solved and hidden danger. At last, analyse the possible solutions.

**Key words:** Internet of things; sensor technology; RFID; EPCsystem; cognitive technology; cloudy computing

### 0 引 言

物联网 (IoT, Internet of Things) 的概念起源于十多年前: 由已故的 Mark Weiser “普适计算之父” 1991 年在《科学美国人》杂志中预言 21 世纪的计算将是泛在计算。信息无处不在, 计算亦无所不在, 这是物联网的概念起源。1997 年 ITU 在 “Challenges to the Network” 的报告中提出, 把所有的物品通过射频识别等信息传感设备与互联网连接起来, 实现智能化识别和管理。这对于物联网的形成又迈出一步。1999 年麻省理工学院 Auto-ID Center 提出: 物联网<sup>[1]</sup> 旨在建立一个庞大的无线网络, 其中的所有物体都有唯一的标识。

之后 Auto-ID Center 又提出全球 EPC 网络的设想, 其基本思想是: 每件商品都被赋予一个全球唯一的代码, 利用 RFID 技术将物品的信息与网络相连接, 通过 Internet 实现全球物品信息的实时共享<sup>[2]</sup>。这是现在物联网的雏形。2005 年 ITU 又一次召开了题为 “Internet of things” 的会议, 在会议报告<sup>[3]</sup> 中就形象地指出小到一个牙刷或者轮胎的信息很快都会在我们的网络范围之内, 如图 1 提出了具体的平面概念, 即任何时间, 任何地点, 与任何人连接, 现在我们将任何事物连接起来, 今天的互联网将会为明日的物联网让位。

IBM 在 2008 年底提出的 “智慧地球”<sup>[4]</sup>, 包括智慧的电力、智慧的医疗、智慧的交通、智慧的城市等。目的是将世界运行到一个更高的智慧水平, 使个人、企业、组织、政府、自然系统和人造系统相互交互的方式更具智慧。这个智慧地球的概念将物联网变的更具有透彻的感知和深入的智能化。

当物联网和智慧地球的目标实现时, 所有的物质都将变得透明化、智能化。人类生活的有效时间得到

收稿日期: 2010-03-03; 修回日期: 2010-06-28

基金项目: 国家高技术研究发展计划 (863) 项目 (2009AA01Z212, 2009AA01Z212)

作者简介: 郭 苑 (1985-), 女, 江苏南京人, 硕士研究生, 研究方向为计算机通信网络; 张顺颐, 教授, 博士生导师, 研究方向为计算机通信网及 IP 技术; 孙雁飞, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为网络 QoS 保证技术。

了提高,生活成本也将随之降低,同时有效地避免了能源浪费,从而更进一步地维护了人类的生活质量和安全。文中将对物联网的关键技术和存在的问题及隐患做简要的介绍。

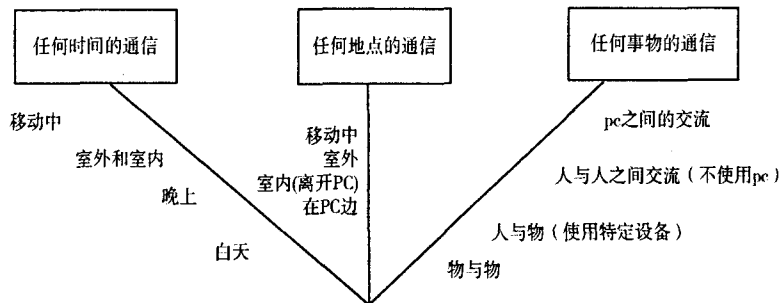


图 1 物联网的平面层示意图

## 1 物联网的关键技术

物联网是继互联网后又一次技术的革新,代表着未来计算机与通信的发展方向。这次革新也取决于一些重要领域的动态技术创新,从 RFID、EPC、传感技术到认知网络、云计算等。

### 1.1 RFID, EPC, 传感技术

RFID(Radio Frequency Identification)<sup>[5]</sup>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信息。RFID 系统一般由标签、读写器、应用接口等硬件设备与中间件软件、传输网络、业务应用、管理系统等构成<sup>[6]</sup>。标签是一个内部保存数据的无线收发装置,负责发送数据给读写器。读写器是一个捕捉和处理标签数据的装置,同时还负责与后台处理系统接口。软件包括 RFID 系统软件、RFID 中间件、后台应用程序。RFID 系统软件是在标签和读写器之间进行通信所必需的功能集合。RFID 中间件是在读写器和后台处理系统之间运行的一组软件,它将标签和读写器上运行的 RFID 系统软件和在后台处理系统上运行的应用软件联系起来。后台应用程序接收由标签发出,经过读写器和 RFID 中间件处理过滤后的标准化的数据。这样的 RFID 系统可以实时自动地对物体进行识别、定位、监控、追踪。EPC<sup>[6]</sup>(Electronic Product Code)是一种编码及接口标准,专用于 RFID。传统的观点认为 EPC 是 RFID 中的一种技术标准,也就是说 EPC 的载体是 RFID 电子标签。现今提到的 EPC 系统是在互联网、射频技术与计算机互联网的基础上,利用 RFID、无线数据通信等技术构造一个物品信息实时共享的网

络<sup>[7,8]</sup>。传感器在弥合物理和虚拟世界差距方面发挥了关键作用,使得物体对可以自身环境的改变做出反应。一般认为短距离的无线低功率通信技术最适合传感网络使用,称为无线传感网络(WSN)。无线传感网络<sup>[9]</sup>具有无需固定设备支撑的特点,可以快速部署,同时具有易于组网,不受有线网络的约束。在无线传感器系统中,单个节点能够感应其环境,然后在本地处理信息,或者通过无线链路将信息发送到一个或多个集结点。由于 RF 发射功率低,所以每个节点的传输距离比较近。短距离传输使传输信号被窃听的可能性降到最小,同时还延长了电池的寿命,适用于物于物之间的联系。

### 1.2 物联网的认知技术

物体本身加入智能化,通过下放信息处理能力给网络边缘来增强网络的功能,这样为数据处理和增加网络弹性提供了更大的可能性。赋予网络边缘的事物独立处理和决定的能力。智能意味着机器能对外界的刺激信息做出反应并通过学习和规划做出决策来应付外界的变化,即能够模拟人类的一些智能活动,能感知当前网络条件,然后依据这些条件做出规划、决策和采取动作。

这里说的认知必须是自感知的:应该能知道内部发生了什么,必须做什么;必须能确定适当行动去达到目标和学习这些过程。如图 2 对认知学的过程进行了形象描绘,文献[10]提出通过感知,规划,决策,学习,行动,策略这六个步骤结合传感技术完成对事物的智能认知。通过传感器感知周围环境。由传感器捕捉到的观测结果将被用于规划,然后学习和记忆有用的观测结果,这有助于之后的决策模块做出决策。规划模块基于存储在策略模块的观测数据和策略决定了将来可能采取的行动,决策模块根据可能采取的行动和经验来决定当下行动。最后行动模块负责执行重配置。学习模块在某种意义上有着最好连接性,它可以来源

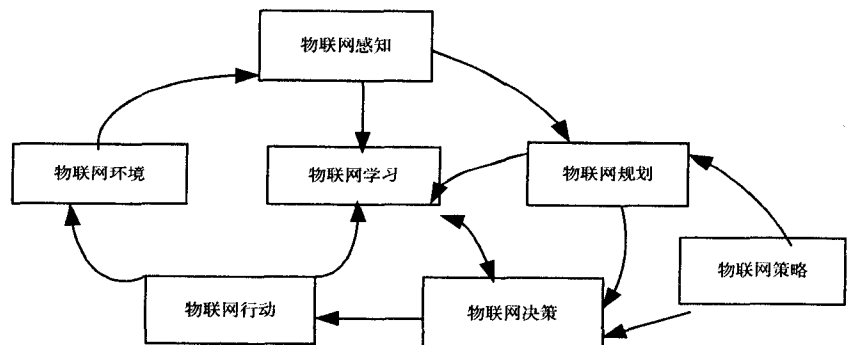


图 2 物联网的认知过程示意图

于:传感器的数据,战略,决策和执行器并从这些讯息中进行联合和推断。通过一系列完整的认知过程对物联网增加智能化<sup>[11]</sup>。

### 1.3 云计算

物联网要求每个物体都与它唯一的标示符相关联,这样就可以在数据库中检索信息<sup>[12]</sup>。因此需要一个海量的数据库和数据平台把数据信息转换成实际决策和行动。若所有的数据中心都各自为阵,数据中心的大量有价值的信息就会形成信息孤岛,无法被有需求的用户有效使用。云计算试图在这些孤立的信息孤岛之间通过提供灵活、安全、协同的资源共享来构造一个大规模的、地理上分布的、异构的资源池,包括信息资源和硬件资源,再结合有效的信息生命周期管理技术、节能技术。云计算是由软件、硬件、处理器加存储器构成的复杂系统。它按需进行动态部署、配置、重配置以及取消服务。在云计算平台中的服务器可以是物理的服务器或者虚拟的服务器,其本质是由远程运行的应用程序(在云中)驻留在个人电脑和局部服务器<sup>[13,14]</sup>。

物联网的实现还需要很多关键技术的支持,例如接入网技术,体系结构,纳米技术,PAI 技术,公共服务软件技术,寻址技术,路由技术等等。迄今为止这些技术还不完善,仍存在着很多问题,文中将在下一节对此进行阐述。

## 2 存在的问题

让物品与物品及物品与人类之间的交流畅通无阻,实现理想中物联网还有很多技术需要完善。存在的问题主要有:

(1)统一的技术标准。由于物联网是互联网的延伸,同样基于 TCP/IP,但在接入层面,协议类别就十分繁杂,如 TD-SCDMA、GPRS、传感网等多种通道而标准化是大规模部署和扩展的必不可少的技术,如果没有大规模部署就谈不上物联网。欧洲电信标准论坛等组织呼吁增加国际电联来参与统一 RFID 协议。EPCglobal 在 2004 年年底提出了第一个全球 RFID 标准的建议,它定义了多种类型的 RFID 标签及相应的工作频率<sup>[15]</sup>。

(2)寻址问题<sup>[16]</sup>。每个物品都会在物联网中出现,那么每个物品都需要一个地址。在 IPv4 资源即将耗尽的背景下,物联网需要更多的 IP 地址。需要 IPv6 的支持,但由于 IPv4 网络的庞大规模导致 IPv4 向 IPv6 过渡存在一个漫长的过程,因此物联网一旦使用 IPv6 地址,就必然会存在与 IPv4 的兼容性问题。物联网的特性也使得物联网中的寻址与互联网不完全一

样,文献[17]解决了多种产品代码标准引起的寻址冲突。

(3)安全性能。RFID 当初的设计是完全开放的,所以信息安全机制存在严重缺陷。对 RFID 标签加密将使标签成本增加。云服务的透明度也是安全隐患,黑客正是通过操作系统的漏洞来攻击它所服务的应用程序载入内存中的数据。提供内存数据的保护和隔离是云计算的重要安全需求之一。目前可以通过服务级别协议向用户担保,但如何做到安全服务 SLA 的可审计性<sup>[18]</sup>,这是云计算必须面临的挑战<sup>[19]</sup>。无线传感网络受到的安全威胁与传统网络不同,现有的网络安全机制无法应用于无线传感网络,需要开发专门协议。现有的思想是从维护路由安全的角度出发,寻找尽可能安全的路由以保证网络的安全,另一种思想是把重点放在安全协议方面。目前现行有效的传统网络安全协议例如 SSL 和 IPSec,也存在着缺陷比如难以实施在嵌入式设备中<sup>[20]</sup>。因此一个完整统一的安全系统呼之欲出。

(4)实时性与同步性。无所不在的物联网对时钟同步的要求明显高于传统的无线网络。它与实际的物理环境联系密切,所以必须采用物理时钟同步,无法使用相对简单的逻辑时钟。但是物理时钟的同步仍然存在着很多问题,例如:无线传感器要求必须采用低能耗工作,时间同步的数据交换受到限制同时无线媒介连接方式不可靠,时钟的不同步性将会给物联网的实现带来巨大的障碍<sup>[9,20]</sup>。

(5)传统网络的协议算法局限。物联网与传统网络有明显不同的技术要求,前者以数据为中心,后者以传输数据为目的。传统网络的设计依照着端到端的边缘论思想,强调将一切与功能相关的处理都放在网络的端系统上,中间节点仅仅负责数据分组的转发。对于物联网,这未必是一种合理的选择。例如一些为自组织的 Ad-hoc 网络设计的协议和算法,未必适合物联网的特点和应用的要求。在密集性极高的物联网中,相邻节点间的距离非常短,低功耗的多跳通信模式节省功耗,同时增加了通信的隐蔽性,避免了长距离无线通信易受外噪声干扰的影响。这些独特的要求和制约因素为物联网的提出了新的技术问题<sup>[20]</sup>。

(6)商业可行性。建立物联网,需要大量的资金投入,如 RFID 标签,RFID 标签数据管理中间件,解读器及计算机的购入等。成本的提高使得人们的可接受度和企业的回报率都成为未知数。另外,标准的争夺是抢占市场先机的关键。尽管物联网的发展还处于起步阶段,已有很多公司开始抢占市场先机,推广自己的标准并申请相关专利。在中国开展物联网,首先要获得

政府的支持,有了实质资金后能找到应用物联网的商品,搭建无线网络及系统平台,再进行物品的信息存储,然后进行传感设备的安装,但是现阶段推广物联网应用的商品仍属于风险投资,因为国内在物联网上缺乏核心技术的累积,同时,国内传感器产业化水平较低,高端产品被国外厂商垄断。另一方面我国的宽带建设目前还处于初级阶段,大规模的普及无线传感网络短期内还难以实现,所以物联网在中国的普及还需要做多方面的努力。

### 3 结束语

因特网把人与所有的物体连接起来,物联网将人与人、人与物、物与物连接起来。虽然物联网的概念早在十多年前就有了雏形,但想要建立理想中物联网还有很多技术需要完善,例如安全、寻址、标准、接入方式、生物工程等。只有通过这些技术进步和出台统一的规范,才能够获取一个公平和以用户为中心的物联网。

#### 参考文献:

- [1] Internet of the things. the first international conference on the Internet of the things[EB/OL]. 2008. H - <http://www.ior2008.org/adjunctproceedings.pdf>.
- [2] Auto - ID Labs[EB/OL]. 1999. <http://www.autoidlabs.org>.
- [3] ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things[EB/OL]. 2005. <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>.
- [4] 智慧地球. IBM 商业价值研究院[EB/OL]. 2008. <http://www-900.ibm.com/ibm/ideasfromibm/cn/smartplanet/20081106/index.shtml?ca=apch-sp-20090428&me=psearch&met=Baidu1&re=>.
- [5] 陈新河. 无线射频识别(RFID)技术发展综述[J]. 信息技术与标准化, 2005(7): 20-24.
- [6] 付 俊. 无线射频识别技术研究[J]. 山西科技, 2009(1): 22-23.
- [7] Welbourne E, Battle L, Cole G, et al. Building the Internet of Things Using[J]. IEEE Internet Computing, 2009, 13(3): 48-55.
- [8] 宋合营, 赵会群. 物联网分布式识读者数据采集方案设计与实现[J]. 北方工业大学学报, 2008(1): 22-26.
- [9] 任丰原, 黄海宁, 林 闯. 无线传感器网络[J]. 软件学报, 2003, 14(7): 1282-1291.
- [10] Fortuna C, Mohorcic M. Trends in the development of communication networks: Cognitive networks[J]. computer networks, 2009(53): 1354-1376.
- [11] 糜正琨. 认知网络与网络的融合[J]. 中国新通信, 2009(6): 5-10.
- [12] 陈 康, 郑纬民. 云计算: 系统实例与研究现状[J]. 软件学报, 2009(5): 1338-1348.
- [13] Boss G, Malladi P, Quan D, et al. Cloud computing. IBM White Paper[EB/OL]. 2007. <http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/wes/hipods/Cloud-computing-wp-final-8Oct.pdf>.
- [14] Maggiani R. Cloud Computing Is Changing How We Communicate[C]//Professional Communication Conference IEEE International. [s.l.]:[s.n.], 2009: 1-4.
- [15] EPC 全球动态[EB/OL]. 2009. <http://www.epcglobal.org.cn/dataFile/EPC%E5%85%A8%E7%90%83%E5%8A%A8%E6%80%81200905.pdf> 2009, 5(4).
- [16] Ning Kong, Xiaodong, Yan Bao ping. A Model Supporting Any Product Code Standard for the Resource Addressing in the Internet of Things[C]//Proceedings of the 2008 First International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems. Wuhan: [s.n.], 2008: 233-238.
- [17] 刘奕昌, 关新平. EPC 物联网网络系统的 H $\infty$  控制问题[C]//IEEE World Congress on intelligent Control and Automation. [s.l.]:[s.n.], 2008: 6917-6922.
- [18] Nemmaluri A, Corner M D, Shenoy P. Sherlock: Automatically Locating Objects for Humans[C]//Proc. 6th Int'l Conf. Mobile Systems, Applications and Services (MobiSys 08). [s.l.]: ACM Press, 2008.
- [19] Viega J. Cloud Computing and the Common Man[J]. IEEE Computer, 2009, 42(8): 106-108.
- [20] 无线传感器网络安全研究与分析[EB/OL]. 2007. <http://www.eepw.com.cn/article/61231.htm>.
- [21] Triggs B. Auto - calibration and absolute quadric[C]//Proceedings of the 1997 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'97). [s.l.]:[s.n.], 1997.
- [22] Ma Sang De. A Self - calibration technique for active vision system[J]. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1996, 12(1): 114-120.
- [23] 李 伟, 吕晓旭, 钱晓凡, 等. 基于平面模板的摄像机标定方法比较[J]. 激光杂志, 2006(2): 54-55.
- [24] 孟晓桥, 胡占义. 一种新的基于圆环点的摄像机自标定[J]. 软件学报, 2002, 13(5): 957-965.
- [25] 陈 西, 黎 宁, 周建江. 基于正方形模板的摄像机自标定新方法[J]. 信息通信, 2009(1): 27-30.
- [26] 杨世梁, 倪霞林. 基于等边三角形的摄像机标定方法[J]. 计量与测试技术, 2007, 34(12): 29-31.
- [27] 王 亮, 吴福朝. 基于一维标定物的多摄像机标定[J]. 自动化学报, 2007, 33(3): 225-231.

(上接第 179 页)