

# 物联网/传感网发展之路初探\*

封松林<sup>1</sup> 叶甜春<sup>2</sup>

(1 中国科学院微系统研究与发展中心 中国科学院上海高等研究院(筹)/

中国科学院上海微系统与信息技术研究所 上海 200050

2 中国科学院微系统研究与发展中心 中国物联网研究发展中心(筹)/

中国科学院微电子研究所 北京 100029)

**摘要** 回顾了物联网/传感网研究工作和概念的演进与变化,指出物联网/传感网即是带有传感/识别器的信息网络系统,用以实现智能感知和管理,同时论述了物联网的战略需求和作用、需解决的关键科学技术问题,并就发展物联网提出了若干建议。

**关键词** 物联网,传感网,关键技术,发展建议

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2010.01.006



封松林研究员

## 1 传感网/物联网的演进

传感网(sensor networks)通常是由大规模随机分布的传感器节点(端机)、基站以及信息监控中心构成的信息系统,根据需求和传感对象的变化,

可以通过动态自组织的方式协同地感知和采集网络分布区域的各种对象的信息,用于支持决策和监控。

最早期的传感网可以追溯到二战时期的英国雷达网络,冷战时期的声监测系统<sup>[1]</sup>,随着计算机、通信、半导体和微机械电子系

统(MEMS)技术的进步,推动了无线传感网的研究。1998年美国国防部先进研究计划局(DAPAR)启动的传感器信息技术(Sensor Information Technology)拉开了现代传感网研究的序幕。中科院在传感网领域的研究几乎与世界先进国家同时起步,1999年完成的“知识创新工程试点领域方向研究”中的信息与自动化领域研究报告就将“无线传感网及其应用”作为该领域5个重大项目之一,并于2001年成立了微系统研究与发展中心协调全院传感网和传感器的研究,陆续部署了若干重大创新项目、方向性项目开展无线传感网研究。

随着传感网研究的深入和不同学科科学家加入,传感网概念的外延不断扩展,几乎涵盖了信息系统的各个领域,并且与其它学科的交叉及对不同行业的渗透越来越深。

物联网(The Internet of things)概念是1999年由麻省理工学院自动标识中心(MIT

\* 收稿日期:2010年1月10日

Auto-ID Center)提出,早期的定义很简单:把所有物品通过射频识别标签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。2005年国际电信联盟(ITU)发布的年度技术报告<sup>[2]</sup>指出“物联网”通信时代即将来临,信息与通信技术的目标已经从任何时间、任何地点连接任何人,发展到连接任何物品的阶段,而万物的连接就形成了物联网。2009年,欧洲物联网研究项目工作组(CERP-IoT)在欧盟委员会资助下制订了《物联网战略研究路线图》、《RFID与物联网模型》等意见书,同年日本也制定了i-Japan计划,旨在到2015年实现以人为本“安心且充满活力的数字化社会”,让数字信息技术如同空气和水一般融入每一个角落,并由此改革整个经济社会,催生出新的活力,实现积极主动的创新。物联网概念的外延也如同传感网一样不断扩展,两者的内涵几乎全部交叠,并进一步拓展到全球信息化领域。

2008年11月,美国IBM公司总裁彭明盛在纽约对外关系理事会上发表了题为《智慧地球:下一代领导人议程》的讲话,正式提出“智慧地球”(Smarter Planet)设想。2009年1月28日,奥巴马就任美国总统后与美国工商领袖举行了一次“圆桌会议”,彭明盛推销“智慧的地球”这一概念,建议新政府投资新一代的智慧型基础设施,阐明其短期和长期效益。奥巴马对此给予了积极的回应。认为“智慧地球”有助于美国的“巧实力”(Smart Power)战略,是继互联网之后国家发展的核心领域。“物联网/传感网”是“智慧地球”的核心技术之一。

2009年8月,温家宝总理考察中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心,明确指示要早一点谋划未来,早一点攻破核心技术,并且明确要求尽快建立中国的传感信息中心,或者叫“感知中国”中心。2009年11月3日,温家宝在首都科技界讲话中将物联

网/传感网列入5大必争产业制高点之一。

随着中美两国领导人的表态,物联网/传感网(以下统一称为“物联网”)被各方提到空前的高度,被媒体广为报道。但国内外对“物联网”的理解众说纷纭,传感、通讯、网络、处理等各领域都从自己的角度去阐述和放大。其实目前所说的物联网就是带有传感/标识器的智能感知信息网络系统,是全球信息化发展的新阶段,是从数字化向智能化的提升。

## 2 物联网的战略需求

中科院“创新2050:科学技术与中国的未来,中国至2050年信息科技发展路线图”也描述了物联网的发展路线图<sup>[3]</sup>,指出:“传感网是典型的多学科交叉的综合研究,涉及到计算机、半导体、网络、通信、光学、微机械、化学、生物、航天、医学、农业等众多领域,由于学科的交叉融合和相互影响,使得许多技术趋势成为可能,例如生物技术将极大地依赖于在芯片实验室里做分析的实验设备以及生物信息学的进步;微机电系统、智能材料和新材料将使普遍设置的低成本小型传感器成为可能;工程师将日益转向生物学家,理解生物体如何解决涉及自然环境的问题;这些“仿生物”的努力,把来自自然的最好的解决办法与人造的元件结合起来,能够开发出比现存生物体更好的系统。基础支撑技术的发展又可以进一步推动传感网/物联网的进步。

.....

作为典型传感网络应用的无线射频标签(RFID)是未来信息存储提取和处理的主流技术,越来越多的国际性大公司已经加入到这种技术的开发研究,近几年已显出大规模发展的态势,RFID受市场关注的程度不亚于任何一种新兴技术,该技术的发展使得服务器的客户端设备数量快速增加。

通过在所有道路、建筑、水域、危险地区



中国科学院

和空间建立三维立体传感网络,建立具有强大计算能力的分布式监控预报中心,能够预测到台风、大雨、洪水、森林火灾等自然灾害和人为突发事件的发生和演变,以便迅速决策和处置,从而大幅度减少自然灾害和人为突发事件造成的损失。传感网络还可能在节能减排和智能家居等方面发挥作用。

传感网在大规模实时信息获取、协同感知、高抗毁性、微型灵活部署等方面具有明显优势,将成为实现“安全、可靠、智能”的路网智能交通和城轨交通安全的重要支撑技术之一。传感网络的发展可以在动态复杂环境下实时、协同地获取路况、车况和驾驶员的状态信息,形成全局、综合的决策、判断,来预防和处理交通事故的发生,提高道路利用率,以及准确、实时地监测突发事件,增强应急事件的协同处理能力。进一步发展的“尘埃”型传感器/执行器,嵌入物流世界的各个领域实现了网络信息空间与物理世界的融合。”

### 3 物联网的科学问题和关键技术

物联网涉及从信息获取、传输、存储、处理、应用的全过程,材料、器件、软件、系统、网络各方面的创新都会促进物联网的发展。在发展物联网的过程中需发展:微米级智能集成传感器和低功耗、高性能芯片;微电池与储能技术、能量采集技术、智能化能源管理技术;智能化、远距、抗干扰、根据环境与网络适配的信道使用模式,低功耗、高数据通量的跨层协议;高效、大规模、完全自组网算法和相关智能化算法,多种接入方式兼容、融合技术;新型安全、可靠异构网络架构;满足低成本、可互动、模块抽象化等功能开放式中间件平台,低功耗微型 OS,具备自优化、自配置、自愈功能分布式自适应软件;信息处理与应用软件,行业应用业务模式等。

欧盟《物联网研究路线图》将物联网研

究分为 10 个层面:

- ①感知:ID 发布机制与识别
- ②物联网宏观架构
- ③通讯(OSI 物理与链路层)
- ④组网(OSI 网络层)
- ⑤软件平台、中间件(OSI 网络层以上)
- ⑥硬件
- ⑦情报提炼
- ⑧搜索引擎
- ⑨能源管理
- ⑩安全

中科院“创新 2050:科学技术与中国的未来,中国至 2050 年信息科技发展路线图”在描述物联网的科学问题时指出:“物联网将会碰到其它信息系统类似的问题,随着网络规模的扩大和接入系统的增加,异构网络结构复杂度不断提升,同时作为一项新兴技术,还需要在非常有限的资源条件下满足低成本、绿色节能、用户和环境友好、用户为中心、高效等极端要求。发展传感网面临着布尔代数和连续代数共存的难题,需要高效实用的不确定性推理、先进的复杂系统理论、异构网络理论,对物理世界的新型感知机理提出了很高的要求。对于传感网,协同与控制理论等是重点需要发展的基础理论。传感网的关键技术涉及能源、智能、通信、标准、微型化和制造等,传感网和物联网的发展要求社会科学和自然科学高度的交叉融合,物理、化学、生物、认知等的综合,也需要科学和工程技术的有机结合,还将对人类的伦理等提出挑战。”

### 4 存在问题

尽管国内物联网相关工作推进比较快,但其产业化发展仍然面临着巨大挑战,还存在如下问题:

(1)物联网正处于产业发展初期,仍有许多瓶颈有待突破,特别是缺乏统一标准体系和成熟商业模式,被看作是制约发展的关

键要素。

(2)作为新概念、新技术,物联网产业化推进缺少国家级的产业战略谋划,需要成立高级别的官产学研联盟来组织引导;

(3)研究机构数量众多,但大多要么侧重基础理论,与应用需求较远,缺乏大规模工程实践牵引;要么侧重工程,与中小型企业同质化,重复性工作居多,难以全面迅速推广,缺乏盈利的商业模式;

(4)缺乏具有系统综合解决方案集成能力的龙头企业,小、杂、散的中小型企业居多;

(5)基础和核心技术投入强度仍不足。

## 5 发展建议

发展物联网产业,首先要通过政府引导,全社会参与,鼓励民营资本进入,造就一大批科技型中小企业群;其次,结合我国低成本信息化的特点,选取若干与可持续发展、资源、安全、新媒体等相关行业为切入点,围绕需求,开展核心技术公关和技术集成研发,进行技术示范、探索发展途径;再次,结合节能、降耗、绿色、低碳、低成本、智能的发展战略和地方需求,利用物联网技术实现传统产业升级换代,政府支持开展感知、控制、网络、系统技术研究,选取特色行业进行应用示范;最后,通过示范、政府采购和新产业发展拉动内需,扶持本土企业,避免买进一个无内生能力的信息化。

在发展策略上,应采取政府主导、市场运作,以应用为先导,兼顾国家安全需求和民用市场,在发展前期,可以满足国家安全需求为主带动民用市场的开拓。民用市场的开拓则可以应急安全、环境监测、政府综合信息网为切入点,逐步在电力、石油、环境、能源等领域应用,注重不同应用平台的建设以及相关增值服务的研究。在发展物联网的过程中一定要坚持应用牵引,结合中国国情

来发展适合我国发展水平的绿色、开放、高可靠的物联网,走一条有中国特色、能带动国内核心技术企业发展的低成本信息化道路。

积极参与标准制订。我们已经在部分领域的国际标准制定方面获得了有份量的发言权,未来应当以应用为导向开发具有自主知识产权的核心技术,制订我国相关的协议标准,广泛开展国际合作,利用我国的巨大市场影响并参与国际标准的制定,提高我国在国际标准竞争中的筹码,使得标准的制定朝着对我国有利的方向进行。

政策扶持。鉴于国际上的竞争态势,建议根据不同应用特点由国家协调为物联网划出专用或共用的频率资源,产业上可以由国家给予物联网产业类似于软件产业、集成电路产业的相关优惠政策。官产学研各司其职,培育需求,应用研究和核心技术研究并重,实施标准化战略,推动产业布局,促进物联网产业链的形成和发展,使我国在信息技术新一轮国际竞争中占据有利地位。

物联网的普及需要商业模式的创新,物联网未来将渗入到每一个行业,但每个行业的商业模式各不相同。物联网特别适合创业型企业或中小企业,可为其提供创新的机会。目前物联网在行业应用上的示范成本相对较高,但在得到广泛应用并形成规模后,成本会逐步下降。作为新技术,物联网目前在一定程度上还需要政府进行产业引导。

### 主要参考文献

- 1 Chong and Kumar. Sensor networks: evolution, opportunities, and challenges. Proceedings of the IEEE, 2003, 91(8).
- 2 ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things.
- 3 创新 2050:科学技术与中国的未来.中国至 2050 年信息科技发展路线图.北京:科学出版社,2009.



中国科学院

## Preliminary Exploration of the Way of the Development of the Internet of Things/Sensor Networks

Feng Songlin<sup>1,3</sup> Ye Tianchun<sup>2,3</sup>

(1 Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology, CAS 200050 Shanghai

2 The Institute of Microelectronics CAS 100029 Beijing

3 Center for microsystems research and development, CAS 200050 Shanghai)

The authors retrospect the research work of the internet of things /senor networks, evolutionary progression of concept and change, and indicate that the internet of things/senor networks is just an Information Network System with sensor/ID tags in the public concept, to realize intelligence perception and management. The authors also discuss the strategic demand and function of the internet of things, and the key science and technology problem needed to be solved, and propose a series of proposals for the development of the internet of things.

**Keywords** the internet of things, senor networks, key technology, suggestions for development

**封松林** 中科院上海微系统所所长, 中科院微系统中心主任, 研究员。1990 年获法国巴黎第七大学博士学位。国家纳米重大科学计划专家和国家纳米科技指导协调委员会成员。从事半导体材料、器件物理与传感技术研究, 发表论文 120 余篇。1997 年任美国艾森豪威尔基金研究员, 曾获 2000 年杰出青年基金, 中科院自然科学奖一等奖, 2001 年国家自然科学奖二等奖 (均排名第二), 2003 年上海市自然科学牡丹奖, 2008 年上海市科技进步奖一等奖。E-mail: fengsl@mail.sim.ac

**叶甜春** 男, 中科院微电子所所长、中科院 EDA 中心常务副理事长, 研究员。1986 年毕业于复旦大学。国家科技重大专项“极大规模集成电路制造装备及成套工艺”总体组组长, “核心电子器件、高端通用芯片与基础软件”总体组专家。从事微电子技术研究, 发表论文 100 余篇, 取得专利数 10 项, 作为参与者先后获得国家科技进步奖二等奖 2 项、北京市科技进步奖一等奖 3 项, 中科院科技进步奖二等奖 2 项、中科院青年科学家奖和优秀青年称号。E-mail: tcye@ime.ac.cn