



## 专题：物联网与行业信息化

# 专 | 题 | 导 | 读

物联网作为新一代信息技术的代表已成为信息产业的重要发展方向,引起了各国的广泛重视。近年来物联网在中国更是受到了前所未有的高度关注,它已成为中国战略性新兴产业的重要组成部分,对推动信息化与工业化融合、促进中国经济发展和社会进步产生重要作用。

物联网是融合通信、计算机、网络、传感器、微电子、软件等多个领域的技术而产生的新兴交叉学科,不仅是传感网、互联网和通信网的网络延伸与应用拓展,更是诸多新一代信息技术的集成创新。虽然各方对物联网的认识和理解还不够统一,但业界通常都认为物联网应该包含信息感知、传递和处理3个基本要素。感知层使用传感器、RFID等手段来实现信息采集和标识;网络层利用移动网、互联网或其他专用网,对采集来的信息进行传输和基础处理,并提供公共管理服务;应用层对所感知的信息进行智能处理和决策后,实现各类应用服务。

物联网的基本目的是利用信息技术实现对物理世界的协同感知和智能处理,从而更好地服务于人们的生产生活。物联网与行业信息化息息相关,基于物联网的行业应用是物联网产业发展的基础驱动力。物联网将人与人的通信扩展到了人与物、物与物之间的信息交互,也为信息通信业开辟了新的市场。市场研究机构赛迪顾问的报告显示:2010年中国物联网产业市场规模达到2 000亿元,到2015年中国物联网整体市场规模将达到7 500亿元,年复合增长率将超过30%。但总体看,物联网还处于市场培育和初级发展阶段,物联网的大发展还需要政、产、学、研各方的全面协作、不断创新和持续努力。

本专题旨在从应用、技术和标准等多个维度探讨物联网与行业信息化的关系,论文内容涵盖物联网发展策略、标准进展、关键技术、业务平台以及车联网、智慧医疗等典型应用。文章的作者都是物联网领域的专家,他们分别来自高校、科研院所、运营商和设备制造商。在此对各位作者的大力支持和精心撰稿表示衷心的感谢,也希望本专题能为关心物联网与行业信息化的读者提供有价值的参考。

唐雄燕

## 本期专题策划人



## 唐雄燕

中国联通教授级高工,现任中国联通研究院副总工程师、中国联通科技委固网专业副主任、NGI宽带业务应用国家工程实验室技术负责人,并兼任北京邮电大学教授、博士生导师,中国通信标准化协会泛在网技术工作委员会副主席,北京通信学会常务理事兼青年工作委员会主任;入选“新世纪百千万人才工程”国家级人选,享受国务院特殊津贴;长期从事通信新技术新业务研发和技术管理工作,主要专业领域包括宽带通信、光纤传输、接入网、IP技术、下一代网络、泛在网/物联网等。

## 2012年第1—6期专题计划

- 1 智能管道及其运营**  
续合元 电信研究院通信标准所总工
- 2 物联网与行业信息化**  
唐雄燕 中国联通国家工程实验室副总工
- 3 智能终端技术**  
糜正琨 南京邮电大学教授
- 4 数据中心网络关键技术**  
杜军朝 西安电子科技大学副教授  
郭得科 国防科技大学副教授
- 5 光与无线融合接入技术**  
陈建平 上海交通大学教授
- 6 云存储与云灾备**  
杨义先 北京邮电大学教授



# 目次

## 办刊宗旨

以人为本，荟萃通信技术领域精英；迎接挑战，把握世界通信技术动态；立即行动，求解通信发展疑难课题；励精图治，促进民族信息产业崛起。

## 中兴通讯技术

ZHONGXING TONGXUN JISHU

双月刊 1995年创刊 总第103期  
2012年4月 第18卷第2期

主管：安徽省科学技术厅  
主办：中兴通讯股份有限公司  
安徽省科学技术情报研究所  
编辑：《中兴通讯技术》编辑部

总编：谢大雄  
副总编：邓新  
常务副总编：黄新明  
责任编辑：杨勤义  
编辑：徐焯，卢丹，朱莉，Paul Sleswick  
排版制作：余刚  
发行：王萍萍  
编务：王坤

《中兴通讯技术》编辑部  
地址：合肥市金寨路329号凯旋大厦12楼  
邮编：230061  
网址：www.zte.com.cn/magazine  
投稿平台：www.zte.com.cn/paper  
电子信箱：magazine@zte.com.cn  
电话：(0551)5533356  
传真：(0551)5850139

出版、发行：中兴通讯技术杂志社  
发行范围：全球发行  
印刷：合肥中建彩色印刷厂  
出版日期：2012年4月10日  
刊号：ISSN 1009-6868  
CN 34-1228/TN  
广告经营许可证：皖合工商广字0058  
定价：每册10.00元，全年60.00元

## 专题：物联网与行业信息化

- 01 物联网产业化发展思路与泛在无线通信技术研究 ..... 朱洪波, 杨龙祥, 朱琦
- 05 物联网的标准化进展 ..... 刘多
- 10 对大规模传感器网络应用面临问题的思考 ..... 孙利民, 刘伟
- 15 物联网应用前景和解决方案 ..... 叶云
- 18 物联网能力开放体系研究 ..... 刘越
- 22 智慧医疗应用技术特点及发展趋势 ..... 李建功, 唐雄燕
- 27 基于REST的混杂感知车载网信息服务设计 ..... 黄江龙, 陆剑峰
- 32 物联网在节能减排中的应用 ..... 张凤全

## 专家视点

- 36 构建网络认证体系, 打造可信网络空间 ..... 刘飞

## 运营应用

- 39 CDMA 2000 1x EVDO Rev.A系统的QoS应用 ..... 杨召江

## 研究论文

- 45 移动无线传感器网络中节点自定位算法研究 ..... 陈晶晶, 刘萍

## 开发园地

- 51 移动SNS的关键技术及架构 ..... 邝宇锋, 蔡求喜

## 系列讲座

- 57 云存储(2) ..... 薛一波, 易成岐

## 综合信息

中兴通讯推出“U-Government”方案(9) 中兴通讯管理服务复合增长率达81%(38) 广告索引(44) 中兴通讯独家实现下一代PON产品规模发货(50) 中兴通讯智能手机专利居全球第四 中国企业第一(56) 中兴通讯CPE销售额和出货量双居全球第一(56)

# Contents

ZTE TECHNOLOGY JOURNAL Vol.18 No.2 Apr. 2012

## Special Topic: IoT and Industry Informatization

- 01 The Industrial Development of IOT and Ubiquitous Wireless Communications ..... ZHU Hongbo, YANG Longxiang, ZHU Qi
- 05 Standardization of Internet of Things ..... LIU Duo
- 10 Issues in Large-Scale Wireless Sensor Networks ..... SUN Limin, LIU Wei
- 15 Prospects and Solutions for the Internet of Things ..... YE Yun
- 18 Open Enabler Architecture of IoT ..... LIU Yue
- 22 Development of Smart Health Applications ..... LI Jiangong, TANG Xiongyan
- 27 Design of RESTful Service for Hybrid Sensor and Vehicular Networks ..... HUANG Jianglong, LU Jianfeng
- 32 Energy Saving and Emissions Reduction in IoT ..... ZHANG Fengquan

## Expert View

- 36 Constructing the Internet Authentication System and Trusted Internet ..... LIU Fei

## Operational Application

- 39 QoS in CDMA 2000 1x EVDO Rev.A System ..... YANG Zhaojiang

## Research Paper

- 45 Node Self-Localization Algorithms in Mobile Wireless Sensor Networks ..... CHEN Jingjing, LIU Ping

## Development Field

- 51 Key Technology and Architecture of Mobile SNS ..... KUANG Yufeng, CAI Qiuxi

## Lecture Series

- 57 Cloud Storage (2) ..... XUE Yibo, YI Chengqi

## 《中兴通讯技术》编辑委员会

主任 钟义信

副主任 侯为贵 糜正琨

编委(按姓氏拼音顺序排列)

艾波 曹淑敏 陈建平 陈杰  
陈锡生 程时端 高文 顾晚仪  
郭云飞 侯为贵 何士友 洪波  
纪越峰 江华 蒋林涛 雷震洲  
李红滨 李建东 李乐民 李少谦  
李星 孟洛明 糜正琨 倪勤  
史立荣 谈振辉 田文果 王晓明  
王育民 韦乐平 卫国 谢大雄  
徐安士 须成忠 续合元 杨义先  
杨震 尤肖虎 乐光新 张同须  
张智江 赵厚麟 赵慧玲 赵先明  
钟义信 朱近康

## 敬告读者

本刊享有所发表文章的版权,包括英文版、电子版和网络版版权,所支付的稿酬已经包含上述各版本的费用。

未经本刊许可,不得以任何形式全文转载本刊内容;如部分引用本刊内容,须注明该内容出自本刊。

## 邮购须知

本刊常年办理邮购订阅业务,欢迎订阅。订阅方法:从邮局汇款至编辑部,在汇款单上将订阅者的详细地址、收件人姓名及联系电话填写清楚,并在汇款单附言栏注明所购杂志期次及数量。



ZTE ZXRIS

## 统一监控 给您最用心的照顾

ZTE ZXRIS电力  
综合运营监控系统

电力系统错综复杂，设备、环境，哪怕小小的温湿度变化都可能影响整个系统运作。唯有立足全局、入细入微的全面统一监控，才能发现症结并及时作出处理，时刻保障电力运行畅通无忧。

ZTE ZXRIS中兴电力综合运营监控系统，主要由摄像机、传感器、多媒体接入单元、一体化监控模块、电力综合监控管理平台软件等构成，能够实时掌握各个变电站和通讯设备的运行情况，及时处理现场发生的故障，保障电力安全运行。

- 统一监控：视频、语音、数据、报警、智能分析等多种监控业务全面呈现，展现数、图、声结合的现场监控信息，提升业务准确性和高效性
- 统一业务：整合生产系统、通讯系统、服务系统等多个业务监控系统，实现电力行业监控与业务的融合
- 统一管理：专业的系统网管，分级、分域管理模式，保障系统可靠运营

# 物联网产业化发展思路与泛在无线 通信技术研究

## The Industrial Development of IoT and Ubiquitous Wireless Communications

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0001-04

**摘要:** 文章基于物联网的特征、技术思想及其与新兴产业的关系,重点研究了实现物联网产业化应用的关键——泛在无线技术,主要包括末梢感知层、网络融合层、无线资源管理以及对数据进行综合处理的信息处理等关键技术。文章指出物联网的本质是利用“泛在网络”实现“泛在服务”,是一种更加广泛深远的未来网络应用形态。物联网正催生一场战略性新兴产业革命,将带来千载难逢的机遇,全面推动社会的经济振兴和社会进步。

**关键词:** 物联网; 泛在网; 后互联网; 异构网络融合; 云计算

**Abstract:** This paper discusses one of the key aspects of industrial IoT: ubiquitous wireless technology. Ubiquitous wireless technology includes peripheral perception layer, network convergence layer, radio resource management, and information processing for integrated data. In this paper, we suggest that the essence of IoT is to achieve ubiquitous services through a ubiquitous network, which is a far-reaching network. We also suggest that IoT will create opportunities and promote economic revitalization and social progress.

**Keywords:** Internet of things; ubiquitous networks; post internet; heterogeneous network convergence; cloud computing

朱洪波, 杨龙祥, 朱琦/ZHU Qi

(南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏南京 210003)  
(College of Telecommunications and Information Engineering, Academy of Internet of Things, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

处理能力和智能技术通过互联网注入到世界的每一个物体里面,令物质世界被极大程度的数据化,并赋予生命;物联网希望世界万物能够智慧化地上网,使物体会“说话”、会“思考”、会“行动”。

物联网的本质就是借助于网络智慧化的实现,把各种事物以信息化的方式通过网络表现出来;物品能够利用RFID等传感技术彼此进行智慧“交流”,而无需人的干预;通过互联网实现物品的自动识别和信息的互联与共享。

物联网最为明显的特征是物物相连,而无需人为干预,从而极大地提升效率,同时降低人工带来的不稳定性。因此,物联网在行业应用中将发挥无穷的潜力。比如,将感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中,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。

在一个网络物理平台上提供多种业务,这才是多域资源和服务融合

### 1 物联网的技术思想

物联网作为全球战略性新兴产业已经受到国家和社会的高度重视。物联网的应用标志着互联网的发展已经开始进入一个新的历史阶段,而基于互联网的产业化应用和智慧化服务将成为下一代互联网的重要时代特征。物联网将充分发挥新一代信息通信技术的发展优势,与传统产业服务深度融合,促进传统产业的革命性转型,研究满足国家产业发展需求的信息化解决方案,推动信息

**基金项目:** 国家科技重大专项  
(2012ZX03003011-005、2011ZX03005-005)

服务产业的发展与建设,实现战略信息服务产业的智慧化;将形成以新兴信息服务业为龙头,网络运营业为支撑,网络设备制造业为补充的完善的产业结构。

物联网的技术思想可以定义为利用“泛在网络”实现“泛在服务”,是一种更加广泛深远的未来网络应用形态;其原意是用网络形式将世界上的物体都连接在一起,使世界万物都可以主动上网。它的基本方式是将射频识别设备(RFID)、传感设备、全球定位系统或其他信息获取方式等各种创新的传感科技嵌入到世界的各种物体、设施和环境;把信息

的真正内涵。真正的多域融合以后,将会提供一个统一的网络平台,所有的业务就都可以在这个网络平台上实现,当然,接入方式是多种多样的,但整个网络将会是一个统一、融合的网络。融合后的网络,将能够为用户的使用带来极大的方便。

物联网是一个多设备、多网络、多应用、互联互通、互相融合的一个大网,相关的接口、通信协议等都需要有一个统一标准来指导。而目前,各地的物联网都各有自己的标准。标准很多,又缺乏权威性,这就导致不同的物联网项目难以互通,成为一个个“孤岛”。仅仅RFID在全球就有几十个标准化组织出台了250个标准,而全球两万多种传感器的标准化现状可想而知。因此统一的标准对物联网产业化发展显得至关重要。不仅可以使各地正开展的示范应用的成功案例在其他地区进行有效复制,推而广之,并且能让一个个信息“孤岛”有效融合,整合资源链,在一定程度上避免重复建设带来的资源浪费从而提高效率。

广泛的物联网应用需求必将积极推进物联网标准体系的构建,建立跨行业、跨领域的物联网标准化协作机制,鼓励和支持企业积极参与国际标准化工作,推动中国具有自主知识产权的技术成为国际标准。国家将围绕物联网关键技术和产业,开展技术攻关和产业化推进工程,着力突破传感器网、物联网关键技术,加快通信网、传感网络以及物联网的结合,推动形成完整产业链和自主发展的规模产业化能力,提升整体产业层级和在国际分工体系的位置,推动形成具有国际竞争力的物联网制造和运营产业体系。国家将大力支持自主知识产权的创造和应用,鼓励企业建立专利联盟,加大对物联网知识产权保护和管理。

物联网的技术思想正在催生一场战略性新兴产业革命<sup>[1-3]</sup>,物联网时代的到来将给我们带来千载难逢的

机遇。

物联网产业发展的核心价值是传促使传统产业在这场新兴产业革命的新一轮竞争中占领制高点,抢占先机,掌握主动权,引领世界信息化的发展与建设,全面推动社会的经济振兴和社会进步。

## 2 泛在无线技术是实现物联网产业化应用的关键

物联网可以理解为是泛在网的应用形式<sup>[4]</sup>,而不是传统意义上的网络概念。

泛在网是在异构网络融合和频谱资源共享基础上实现无所不在的网络覆盖,是一种基于个人和社会的需求。

泛在网利用现有的和新的网络技术,实现人与人、人与物、物与物之间无所不在并且按需进行的信息获取、传递、存储、认知、决策、使用等综合服务的网络体系<sup>[5]</sup>。

泛在无线技术是泛在网在连接物质世界过程中实现末梢效应和边缘价值的核心技术,也是促进物联网产业化应用的关键。

泛在网通过泛在无线技术完成与物质世界的连接,并且实现环境感知、内容感知以及智慧性,为个人和社会提供泛在的、无所不包的信息服务和应用。泛在网具有比物联网更广泛的内涵。

作为泛在无线技术重要组成部分的传感网可以看作是物联网的一种末梢网络和感知延伸网。传感网是多个由传感器、数据处理单元和通信单元组成的节点,通过自组织方式构成范围受限的无线局域网。传感网为物联网提供事物的连接和信息感知。

目前,与物联网紧密相关的无线通信技术已渗透到社会各领域,成为很多行业的支撑,并形成新的经济增长点。随着无线通信网络发展所呈现出的高速化、宽带化、异构化、泛在化趋势,由于泛在网络实现的关键就

在于泛在无线技术,泛在无线通信成为近年来无线通信领域关注的热点之一。

作为泛在无线通信的一个重要应用,无所不在的“物联网”通信时代即将来临,从长远来看,物联网的产业化应用有望成为后互联网时代经济增长的引擎。

通信网络正在朝着泛在网络发展,而泛在无线接入是泛在网络和物联网的核心和关键技术。泛在网络能够随时随地提供网络服务,泛在网络中用户通过智能终端可以从网络上获得除传统的话音、短信、视频业务外的各种各样的服务。泛在网络是一个无处不在的网络,人们可以在任意时间任意地点接入网络。泛在网络帮助人类实现在任何时间、任何地点,任何人、任何物都能顺畅地通信。通信对象可以是机器对机器、机器对人、人对机器和人对人。随着国民经济的发展和社会信息化水平的日益提高,泛在网络已经成为国内外政府、学术界、运营商、社会团体、设备厂商关注的重要话题。

## 3 泛在无线通信技术研究进展

在物联网产业发展的过程中,关于泛在无线通信技术研究进展已经在业界引起了广泛的关注,所涉及的关键无线技术主要包括:末梢感知层的关键技术、网络融合层的关键技术、无线资源管理的关键技术以及对数据进行综合处理的信息处理等关键技术。

### 3.1 末梢感知层

末梢感知层的关键技术主要涉及数据的感知、采集和传输技术,其中无线技术主要集中在数据传输部分。物联网的末梢网络主要是以无线传感器为代表的大规模自组织网络结构。传感器网络内部部署了海量的多种类型传感器,每个传感器都是一个信息源,不同类别的传感器对不

同的环境和信息进行感知并捕获数据。传感器按一定周期采集不同类型的数据,所采集的信息内容和信息格式也不同。数据采集需要采用短距离低功率的无线通信技术,之后要将数据传输到控制中心或者处理平台,经过处理后,由应用平台控制实现不同的系统应用。因为本文主要探讨物联网与无线技术,因此,以下着重说明短距离无线通信技术和无线传感器网络。

### 3.1.1 短距离无线通信技术

鉴于物联网的无线连通方式有部署灵活、移动性、渗透性强等特点,近年来,世界众多站在技术前沿的国家和企业在制订标准、研究新技术和应用解决方案方面纷纷予以关注,以期掌握市场主动。国家近期也通过一系列措施支持和鼓励中短距离无线通信、与无线传感技术相关技术的研发和产业化。

短距离无线通信尤其适合物联网的感知延伸层的组网和应用,尤其以无线个域网(WPAN)为主的无线通信网络为主要内容。目前,主流的微功率短距离的无线通信技术如 WLAN、UWB、RFID<sup>[6]</sup>、Bluetooth、Zigbee、60 GHz 毫米波的 WPAN 等,其中大部分技术的工作频率都集中在 2.3~2.4 GHz 频段上。2.4 GHz 频段无线系统主要有 Bluetooth、Wi-Fi、Wireless USB、Zigbee 以及无绳电话和微波炉等系统与设备。如此密集的系统分布,必然造成该频段的资源紧缺,频谱日益拥挤,电磁兼容问题日益凸现。

蓝牙(Bluetooth)技术<sup>[7-9]</sup>是一种适用于短距离无线数据与语音通信的开放性全球规范。目前,蓝牙技术已经经历了艰难的酝酿阶段,进入了全面起飞阶段。蓝牙越来越多地嵌入到中高档产品中,如 PDA、移动电话、无绳电话、台式计算机、笔记本电脑、MP3 播放机、数字相机和便携式上网设备等,并从移动信息电器逐步

拓展到汽车、工业控制、医疗设备等新的领域。

Wi-Fi<sup>[9-10]</sup>是一种可以将个人电脑、手持设备(如 PDA、手机)等终端以无线方式互相连接的技术。其技术标准采用 IEEE 802.11b 标准。Wi-Fi 可以帮助用户访问电子邮件、Web 和流式媒体。它为用户提供了无线的宽带互联网访问。同时,它也是在家里、办公室或在旅途中上网的快速、便捷的途径。在物联网应用中,Wi-Fi 将作为无线和有线相连接、短距离与长距离通信相衔接的桥梁,发挥更大的作用。

Zigbee<sup>[11]</sup>使用 IEEE 802.15.4 标准作为媒体访问控制(MAC)和物理(PHY)层规范,并在此基础上定义了应用层(APL)、网络层以及用户应用框架。

Zigbee 之所以能在自动控制领域得到广泛应用,是由于它自身具备的多种优点,包括低功耗、低成本、低速率、近距离、短时延、高容量、高安全、免执照频段。

总之,除了底层的传感器技术、海量的 IPv4/IPv6 地址资源、自动控制、智能嵌入等配套技术之外,实现真正的无所不在的、大规模的物与物联网,更为重要的是在传输层实现统一协作的通信协议基础,而这其中,各种无线电通信技术,将起到特别关键作用。

WPAN、WLAN、NGBWA 等无线通信技术,以及基于这些无线技术相结合的融合应用将是物联网产业链中,最为重要的组成部分。

### 3.1.2 无线传感器网络

无线传感器网络<sup>[12-13]</sup>将以其网络规模大、自组织性强、网络拓扑动态变化强、以数据为中心等优势成为物联网不可或缺的主要部分。

ITU 架构中泛在传感器网络、基础骨干网络和泛在传感器接入网络是物联网网络架构中可能采用无线传输技术的部分,也是物联网频谱需

求的主要来源。

传感器网络基础骨干网络以传统的公共移动通信网络和数字集群网络为代表,泛在传感器接入网络则以短距离无线传输技术为代表。

物联网在各个行业(如智能家居、智能安全、动物溯源、智能医院、智能交通、智能物流等)领域应用中,末端设备和设施,包括具备“内在智能”的(如传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等)和“外在使能”的(如贴上 RFID 的各种资产、携带无线终端的个人与车辆甚至“智能尘埃”等)物理界实体,都需要通过各种传感器设备、无线、有线的通信网络实现互联互通,以实现其“智能化物件或动物”的特质,这其中无线传感器网络的应用需求最为强烈。

目前,我们在无线传感器网络方面研发的技术包括:

- 无线传感接入技术,内容包括基于无线传感器网络的多网络融合系统结构和多种无线传感器网络接入技术的比较。
- 无线传感网路由技术,内容包括无线传感器网络路由协议设计。
- 无线传感网拓扑控制技术,内容包括无线传感器网络功率控制技术和典型的拓扑控制方法。
- 无线传感网中数据聚合与管理,内容包括无线传感网数据聚合技术,无线传感网数据管理技术以及无线传感网安全技术。

### 3.2 无线频谱资源应用与管理策略

我们对物联网应用过程中对无线资源特别是无线频谱资源的需求做了分析。

在末梢网络中,以无线传感器网络的频谱需求为例,无线传感器网络所能提供的无线通信带宽是十分有限的,特别是在 2.4 GHz 的通信频段上,聚集了蓝牙、Wi-Fi、ZigBee 等无线网络,使得该频段的信道变得十分拥挤。

从全局的观点考虑,根据ITU-R M.2078 等国际报告<sup>[4]</sup>,4G 还需要 352 ~ 1 152 MHz 的频率,这些频谱都是按照 4G 的用户流量模型为人与人的通信而设计的,并不包括物联网的频谱需求,因此解决物联网的频谱需求的难度远远大于 4G。

无线频谱资源紧张可能成为物联网应用的“瓶颈”问题。同时,我们发现,可以通过有效的资源管理机制实现频谱的合理和高效再利用,从而解决频谱资源紧张问题,使资源的供需达到平衡。

无线资源管理可以从国家政策 and 规划角度得到很好的再配置,我们也对该方面提出了相关的建议。例如对物联网频谱的合理规划与管理、物联网频率划分调整及频率保护政策、参照国际惯例对物联网频谱进行规划、建立物联网的流量模型及常见应用模型、为典型的物联网应用制订频谱标准、借鉴频谱拍卖机制适当实施频谱开放计划等等。

目前,我们主要从技术方面提出了适合于物联网无线资源管理的各种措施,包括:从空时频能复用角度,开发频谱池、频谱聚合、智能天线、软件无线电、多点协作等技术;在授权频段开发 D2D 直通技术,在非授权频段,开发多种短距离通信技术共存技术等;从系统级角度开发频谱分析、频谱决策、频谱监视、频谱搬移和频谱共享等频谱管理技术;从频谱二次利用角度开发可见光通信、太赫兹通信、白色空间通信以及开发 2.5 GHz、3.3 ~ 3.4 GHz、3.5 GHz、5 GHz、5.15 ~ 5.725 GHz 等新频段业务;此外,在无线资源管理方面,着重开发无线技术的电磁兼容和电磁干扰技术,为无线资源的有效复用、多种技术和系统的高效共存提供保障。

### 3.3 异构网络融合与协同技术

网络的异构性主要体现在以下几个方面:

- 不同的无线频段特性导致的

频谱资源使用的异构性。

- 不同的组网接入技术所使用的空中接口设计及相关协议在实现方式上的差异性和不可兼容性。

- 业务的多样化。

- 终端的多样化。

不同运营商针对异构网络所实施的相应的运营管理策略不同。

以上几个方面交叉联系,相互影响构成了无线网络的异构性。这种异构性对网络的稳定性、可靠性和高效性带来了挑战,同时给移动性管理、联合无线资源管理、服务质量保证等带来了很大的问题。

网络融合的主要策略可以理解各种异构网络之间,在基础性网络构建的公共通信平台之上,实现共性的融合与个性的协同。

所谓“融合”是在技术创新和概念创新的基础上对不同系统间共性的整合,具体是指各种异构网络与作为公共通信平台的移动通信网或者下一代网络的融合,从而构成一张无所不在的大网。

所谓“协同”则是在技术创新和概念创新的基础上对不同系统间个性的整合,具体是指大网中的各个接入子网通过彼此之间的协同,实现共存、竞争与协作的关系以满足用于的业务和应用需求。

不同通信网络的融合是为了更好地服务于异构通信网络的协同。协同技术是实现多网互通及无线服务的泛在化、高速化和便捷化的必然选择,也是未来的物联网频谱资源共享亟待解决的问题。

具体来说,异构网络融合的实现分为两个阶段:一是连通阶段,二是融合阶段。

连通阶段指各种网络如传感器网络、RFID 网络、局域网、广域网等都能互联互通,感知信息和业务信息传送到网络另一端的应用服务器进行处理以支持应用服务。

融合阶段是指在网络连通层面的网络平台上,分布式部署若干信息

处理的功能单元,根据应用需求而在网络中对传递的信息进行收集、融合和处理,从而使基于感知的智能服务实现得更为精确。从该阶段开始,网络将从提供信息交互功能扩展到提供智能信息处理功能乃至支撑服务,并且传统的应用服务器网络架构向可管、可控、可信的集中智慧参与的网络架构演进。因此,异构网络融合不是对现有网络的革命与颠覆,而是对现有网络分阶段的演进、有效地规划异构网络融合的研究与应用。

### 3.4 海量信息处理技术与云计算

在物联网中,从末梢网络采集了大量的数据,这些数据需要进行处理才能实现各种不同的应用需求。于是,海量信息智能处理与云计算技术应运而生。根据泛在无线网络中数据信息的特点,可以采用诸如数据时间对准技术、集中式数据融合算法及分布式数据融合算法等技术进行数据融合,采用分类、估值、预言、相关性分组或关联规则、聚集、描述和可视化、复杂数据类型(Text、Web、图形图像、视频、音频等)挖掘等进行数据挖掘。

目前,我们针对海量信息处理和云计算方面,建立了相应的实验平台,涵盖网络信息处理等领域的应用,围绕机器翻译、语言信息处理、海量信息存储与搜索、网络内容技术、语义计算、Web 挖掘与服务、云计算、网络通信及安全等若干领域的理论与应用开展研究。

## 4 结束语

如今,物联网正越来越多地运用到人们的生活中。全中国的力量都被发动起来迎接物联网时代的到来,作为科研力量之一的学校和科研团队一直努力在物联网研究方面做出有价值的工作,目前,我们研发了智慧校园系统、校园环境控制系统、云计算开发平台,将各种信息与服务孤

➔ 下转第 14 页

# 物联网标准化进展

## Standardization of the Internet of Things

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0005-005

**摘要:** 物联网是跨行业、跨领域、具有明显交叉学科特征、面向应用的信息基础设施,其标准需要各行业与通信行业分工协作、密切配合。文章认为物联网标准需要以应用为主导和牵引,需要通信行业积极配合。从横向上考虑,需做好各行业和部门间的协调合作,保证各自标准相互衔接,满足跨行业、跨地区的应用需求;从纵向上考虑,需确保网络架构层面的互联互通,做好信息获取、传输、处理、服务等环节标准的配套。文章指出特别要加强各个物联网相关标准化组织之间的协调沟通,建立及时有效的联络机制,使其明确各自定位和范围,共同做好物联网标准体系建设。

**关键词:** 物联网; 智能电网; 标准化体系

**Abstract:** The Internet of things is a global infrastructure that is application oriented, interdisciplinary, and that cuts across industries. The development of IoT standards is based on the requirements of IoT applications, and close collaboration is needed between communication industries and other industries. On the one hand, collaboration between different industries and departments is needed to ensure standards are connected and meet the requirements of cross-industry applications. On the other hand, internetworking and interoperability are needed between different layers for information capturing, transmission, processing, and services. Improving coordination between various IoT standardization organizations is necessary, and more effective liaison mechanisms need to be established to improve the systems used to devise IoT standards.

**Keywords:** Internet of things; smart grid; standard system

刘多/LIU Duo

(工业和信息化部电信研究院, 北京 100191)  
(China Academy of Telecommunication  
Research, Beijing 100191, China)

物联网的一个组成部分。

在不同的国家和地区,所使用的名词术语也不尽相同,例如在欧洲,主要提及物联网和机器到机器的通信;在美国,则把物联网的具体应用“智能电网”作为国家战略项目,而不强调泛在网和物联网;在日本和韩国,则更加强调整泛在网和泛在社会愿景。但无论用哪一种说法,其实质都是通过射频标识(RFID)和传感器等可标识和感知的设备获取“物”的信息从而为各行各业提供服务。

国际电信联盟(ITU-T)的物联网全球标准化工作组(IoT-GSI)于2011年11月初步给出了物联网的概念<sup>[1]</sup>,即物联网是全球信息社会基础设施,物与物(包括物理的和虚拟的)之间通过现有的和演进的信息通信技术进行互联从而提供先进的服务。物联网通过识别、数据获取、处理和通信等能力,在保证隐私的条件下利用物向所有的应用提供服务。物理的物通常是指可以看得见或触摸到的在物理世界存在的实体,可以被感知和/或操作,虚拟的物是指在信息通信系统能够被识别和访问的、可以标准化的具有标识的对象,能够被获取、存储、分析或控制。物理世界的物通常可以对应到虚拟的物从而提供与物相关的服务,但有些虚拟的物没有物理世界的物与之相对应,例如

物联网对于促进社会信息化建设和经济发展具有重要的意义,因此全球多个国家和地区都把物联网作为其重要的经济和科技发展战略,给予了高度的重视。物联网的发展依赖于多个方面的因素,包括法律、技术、产业、标准等,其中标准是物联网大规模产业化发展和互联互通的先决条件,因此多个国家/地区的政府和全球的众多标准化组织都在积极开展物联网的标准化工作,并

在有些领域取得了一些成效。

### 1 物联网的概念

目前与物联网相关的概念很多,包括物联网、泛在网、智能电网、机器到机器的通信(M2M)等,他们所涵盖的范围和重点不同,但都有密切的相关性。

物联网是泛在网发展的初级阶段,智能电网是物联网技术在电力行业的应用,M2M则是与通信网络相连的具备通信能力的终端设备之间的通信。一般电信运营商将利用其网络实现的应用叫做M2M应用,其是

基金项目: 国家科技重大专项  
(2011ZX03005-005)

数字动画片等。

## 2 物联网的核心特征

物联网之所以冠以一个新的名词,一定有它不同于其他现有的网络和服务的特征。ITU-T正在研究的建议草案“物联网概述”给出了物联网的如下核心特征:

- 基于标识的连接。物联网需要支持建立基于标识的物与物之间的连接,并支持用统一的方式处理异构的标识。

- 自动组网。为了在不同的应用中适配不同的通信环境和不同类型的传感器/执行器,物联网需支持自动组网功能,包括自我配置、自我修复、自我优化和自我保护的技术和机制。

- 业务的自动提供。根据运营者或用户配置的规则而自动地获取、通信和处理物的数据,业务的自动提供依赖于自动数据聚合和数据挖掘的技术。

- 基于位置的通信。一些物由于没有被分配网络地址而只有标签,所以这些与物相关的通信将依赖于物的位置信息。这些物的位置信息可以用于定位物的终端节点,例如RFID阅读器。基于位置的通信将受限于法律和监管。

- 基于位置的服务。物联网中的一些生成、编译、选择和过滤信息的服务要基于物的位置。用户不需要手动输入位置信息,这些位置信息被自动感知和跟踪。物联网中的位置信息在物理世界是有意义的,而不同于现有的网络。

- 数据源的鉴权。物联网对数据源的鉴权主要包含以下两个方面,一方面是鉴权发送数据的物是真实的;另外一方面是鉴权传送的和存储的数据,用以保证这些数据是原始的数据。

- 隐私保护。很多人工的物有其拥有者和使用者。所感知的数据可能包含与他们的拥有者和使用者

相关的私人信息。物联网需在传送、汇集、存储、挖掘和处理数据过程中支持隐私保护,但隐私保护不能为数据源鉴权设置障碍。

- 与人体相关的高质量和高安全性服务。低质量或不安全的服务将有害于人的身体。这类服务在不同的国家有不同的法律和管制政策。

## 3 物联网的标准化特点

物联网不是全新的网络和应用。物联网是在现有电信网、互联网、行业专用网的基础上,增强网络延伸和信息感知的能力和信息处理能力,基于应用的需求构建的信息通信融合应用的基础设施,因此物联网不是新的网络和应用,而是多年来各行各业应用与信息通信技术融合发展的产物。

物联网的应用和感知设备呈现跨行业的多样性。物联网应用涉及经济与社会发展的各个行业和领域,并与各自业务流程紧密结合,具有应用跨度大、需求长尾化、产业分散度高、产业链长和技术集成性高的特点。物联网的应用按照最终用户来进行分类,可以分为公共服务(服务于普通消费者,例如智能家居、手机支付等)和行业服务(服务于各行各业,例如智能电网、智能物流等)。由于应用的不同,应用所需感知的内容不同,因此对感知设备的性能和接口要求也不一样。

物联网应用的提供者是各行各业,应用提供者利用信息通信技术和网络为其提供服务。物联网是各行各业应用与信息通信技术融合发展的产物,各行各业的应用提供者是物联网应用的主体,其应用种类繁多,需求差异较大。信息通信行业是其中一个行业,但因通信行业具有网络规模大、覆盖范围广的优势,因此能够为其他行业提供信息通信基础网络设施。

物联网的上述特点决定了物联网的标准化特点,即物联网的标准不

是某一个行业或仅仅信息通信行业所能够单独完成的,而需要各行各业与信息通信行业共同制订,才能既符合行业需求,也能将最好的最适合的信息通信技术应用各个行业,因此物联网的标准既包含行业应用和特定行业需求的标准,例如电力、交通、医疗等行业标准,同时也包含信息通信行业的标准,例如感知、通信和信息处理等技术标准。

## 4 物联网的标准化现状

基于以上的物联网标准化特点,物联网的标准化工作在全球的多个标准化组织竞相展开,包括国际标准化组织(如ITU、ISO和IEC)、区域性标准化组织(如ETSI)、国家标准化组织(如CCSA、ATIS、TTA、TTC)、行业标准化组织、论坛和任务组(如IETF、IEEE、OMA)等,这些标准化组织各自沿着自己擅长的领域进行研究,所开发的标准有重叠也有分工,但他们之间的竞争大于合作,目前尚缺乏整体的协调、组织和配合。

在各标准化组织进行研究的同时,有些行业标准在国家或地区政府的推动下也在快速形成,这些行业应用的标准带动了相关标准化组织之间的分工和合作,为物联网标准做出了实质性的贡献。目前在行业应用标准化方面,智能电网、智能交通和智能医疗等方面的进展比较快。

### 4.1 国际标准化组织的物联网标准进展

物联网涉及的范围很广,因此目前与之相关的国际标准化组织和工业标准化组织都在从事物联网相关的标准化工作,如图1所示。

下面介绍几个主要的标准化组织的研究进展情况。

ITU-T专门成立了物联网全球标准化工作组(IoT-GSD),正在研究“物联网定义”和“物联网概述”两个国际建议,并在2012年2月份通过。在“物联网概述”建议草案中给出了物



▲图1 物联网相关的国际标准组织

联网的体系架构,如图2所示。

从图2可见,在业务/应用支撑层能力、管理能力和安全能力方面都分为两个方面的能力,即通用能力和面向某类应用的特定能力,比如智能电网和智能交通所需的能力可能不同。

IEEE 主要研究 IEEE 802.15 低速近距离无线通信技术标准,并针对智能电网开展了大量工作。IEEE P2030 技术委员会成立于2009年5月,分为电力、信息和通信3个工作组,旨在为理解和定义智能电网互操作性提供技术基础和指南,针对 NIST 智能电网应用各个环节,帮助电力系统与应用和设备协同工作,确定模块和接口,为智能电网相关的标准制订奠定基础。IEEE 2010年4月发布了 P2030 草案。

ETSI 成立了 M2M 技术委员会,对 M2M 需求、网络架构、智能电网、智能医疗、城市自动化等方面进行了研究,并陆续出台了多个技术规范。

IETF 制订以 IP 协议为基础的,适应感知延伸层特点的组网协议。目前 IETF 的工作主要集中于 6LoWPAN 和 ROLL 协议两个方面,6LoWPAN 以 IEEE 802.15.4 为基础,针对传感器节点低开销、低复杂度、低功耗的要求,对现有 IPv6 系统进行改造,压缩包头信息,提高对感知延伸层应用的使用能力。而 ROLL 的目标是使公共的、

可互操作的第3层路由能够穿越任何数量的基本链路层协议和物理媒体,例如,一个公共路由协议能够在各种网络,如 802.15.4 无线传感网络、蓝牙个人区域网络以及未来低功耗 802.11 Wi-Fi 网络之内和之间。目前 6LoWPAN 已进入标准化的中期阶段,而 ROLL 仍处于草案阶段。

3GPP 结合移动通信网研究 M2M 的需求、架构以及对无线接入的优化技术;其 SA 和 RAN 分别针对网络架构、核心网以及无线接入网开展了工作,目前网络架构的增强已经进入实质性工作阶段,而无线接入网的增强仍处于研究阶段。

ZigBee 联盟的 Zigbee 协议基于

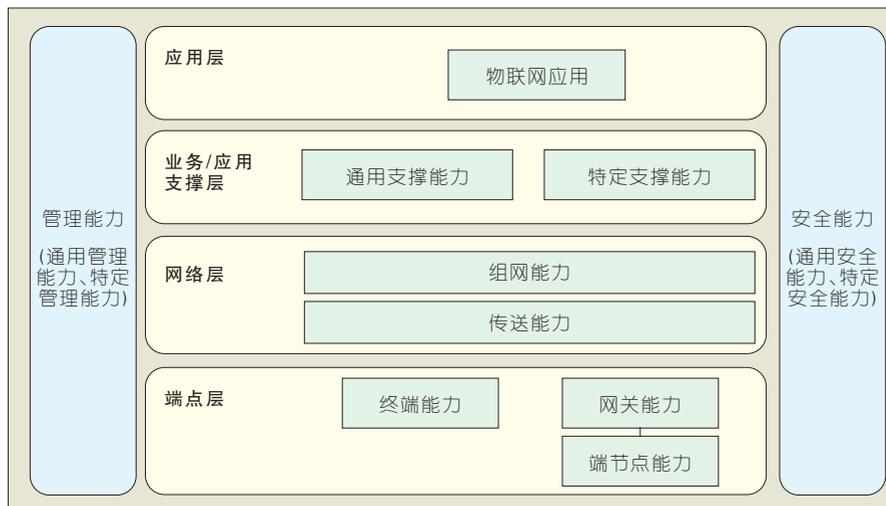
IEEE 802.15.4 的物理层和媒体访问控制(MAC)层技术,重点制订了网络层和应用层协议,支持 Mesh 和簇状动态路由网络,在目前的无线传感器网络中得到广泛应用。

#### 4.2 智能电网的标准进展

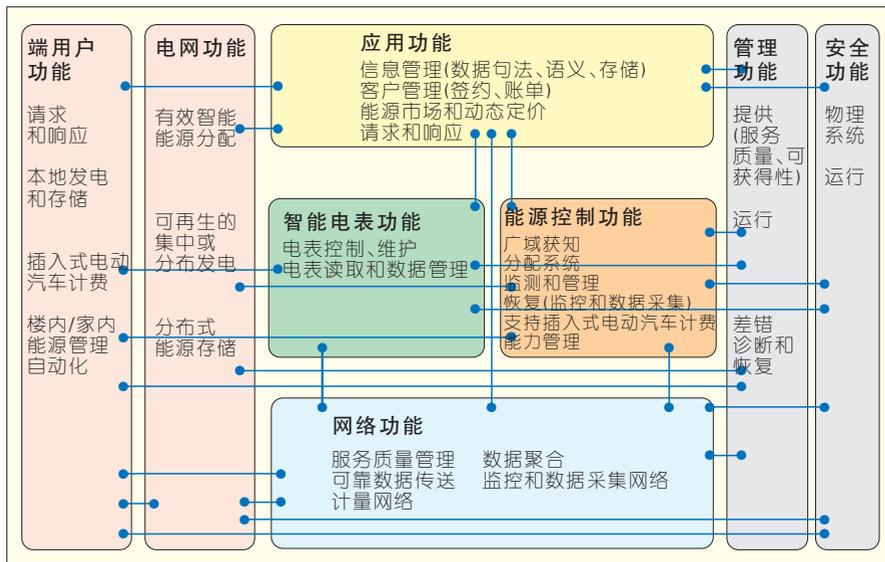
智能电网的标准推进主要来自于政府、行业、标准化开发组织和协会等几个方面的力量。

美国和欧盟都通过法案将智能电网的建设作为重要战略,组织多个标准化组织进行分工合作,极大地促进了智能电网的标准化工作,使得智能电网成为目前物联网标准化最活跃和有成果的领域,也成为垂直行业标准化的典范。

美国能源部于2003年7月就提出建设现代化电力系统,以确保经济安全和促进电力系统自身的安全运行,并于2007年12月通过了“能源独立与安全法案2007”,确立了国家层面的电网现代化政策,并指定由美国标准与技术研究院(NIST)负责协调相关部门和相关标准化组织进行分工合作制订智能电网标准。NIST 制订了3个阶段的智能电网互操作计划,并在第二阶段成立了智能电网互操作小组(SCIP),成员包括680个组织成员、1794位个人成员,主要包括电力企业、电子产业提供商、自动化和



▲图2 物联网的体系架构



▲图3 智能电网的体系架构

电器提供商、标准化组织、IT和电信公司、独立系统运营商和区域性传输组织、产业协会等。在组织成员中包括国际标准化组织(如IEC)、标准开发组织(如IEEE、IETF、SAE International等)、美国标准化组织(如ANSI、北美电力可靠性公司等)。NIST于2009年9月发布了智能电网互操作框架和演进的1.0版本,并于2010年2月发布了智能电网网络安全战略和需求,包括安全战略、对逻辑接口安全、隐私保护,以及对现有相关标准的分析。目前已经发布的指南包括“智能电网互操作框架和路线图草案版本1.0”,其中包含25项标准和50项候选标准。

欧盟委员会(EU)的智能电网标准化推动工作从2009年3月颁发的M441指令开始,2010年6月EU发布指令M468,要求欧洲各标准组织回顾和制订电动汽车相关标准,以实现充电器、供电站等相关设备之间的互操作。2011年3月EU发布指令M490,要求欧洲各标准组织在2012年底之前制订推动高级智能电网业务应用的标准。2011年4月,EU发布“Smart Grids: from innovation to deployment”文件,从标准、管制等方面说明了对智能电网的推动措施。

欧盟为推动智能电网的标准化工作,成立了若干专家组,主要的标准化机构包括ETSI、CEN和CENELEC,ETSI专门成立了M2M技术委员会,并完成了M2M应用系统架构、智能电网电表等标准。

除了上述的美国和欧盟的强力推动,国际上相关的标准化组织也都在对智能电网的相关标准进行研究,包括ITU、ISO、Zigbee、OASIS等,ITU-T专门成立了智能电网焦点组(SG FG),完成了5份技术报告,包括智能电网名词术语、智能电网使用案例、智能电网概述、智能电网的通信需求、智能电网体系架构。智能电网的体系架构如图3所示<sup>[2]</sup>。中国在智能电网方面也在制订相应的标准,包括国网信通公司和中国通信标准化协会(CCSA)。CCSA正在制订“面向智能电网中物联网应用的无线技术研究”。

▼表1 CCSA TC10的组织结构及工作范围

应用层	网络层	感知延伸层
应用工作组(WG2): 对各种泛在网业务的应用及业务应用中间件等内容进行研究和标准化	网络工作组(WG3): 研发网络中业务能力层的相关标准,负责现有网络的优化、异构网络间的交互、协同工作等方面的研究和标准化	感知/延伸工作组(WG4): 对信息采集、获取的前端及相应的网络技术进行研究和标准化。重点解决各种泛在感知节点,以多种信息获取技术(包括传感器、RFID、近距离通信等)、多样化的网络形态进行信息的获取及传递的问题
总体工作组(WG1): 通过对标准体系的研究,重点负责泛在网络所涉及的名词术语、总体需求、框架以及符号寻址和解析、频谱资源、安全、服务质量、管理等方面的研究和标准化		

经过各界的努力,智能电网的标准化体系已经初步形成,包括名词术语、需求、体系架构、电力系统标准、无线通信标准、面向物联网的轻量级IP标准、互联互通标准等,这些标准不仅为智能电网的实施做出了贡献,也为物联网标准体系奠定了基础。

### 4.3 中国通信标准化协会

中国通信标准化协会(CCSA)于2010年2月专门成立了“泛在网技术工作委员会”(TC10),下设4个工作组,对物联网的共性总体标准、应用标准、网络标准和感知延伸等标准进行了全面的研究和行业标准的制订。表1列出了此技术工作委员会的组织架构和工作范围。

自成立以来,TC10已累计完成行标、技术报告和研究课题立项31项,内容涵盖了物联网标准体系中的3个层次以及相关的总体架构和公共技术。其中,涉及总体架构和公共技术的立项6项,涉及物联网应用层的立项16项,涉及物联网网络层的立项4项,涉及物联网感知延伸层的立项5项。同时CCSA与智能交通标准工作组签订了合作协议,对智能交通的标准进行合作。

## 5 物联网标准化体系的构建

物联网是跨行业、跨领域、具有明显交叉学科特征、面向应用的信息基础设施,因此构建物联网的标准体系时,不仅要考虑已有行业制订的标准,而且要兼顾物联网服务体系的发展需要;要避免不同行业标准组织的重复制订,还要做好各行业和部门间的协调合作,保证各自标准相互衔

接,满足跨行业、跨地区的应用需求。

物联网标准化体系应由物联网总体标准、物联网共性技术标准以及行业物联网标准构成。

物联网总体标准由基本类标准、物联网需求类标准、物联网架构类标准、物联网评估和测试类标准构成。基本类标准将包括物联网基本术语、物联网的总体参考模型、物联网标准指南等;物联网需求类标准包括物联网的总体技术要求、物联网安全的总体技术要求、物联网服务质量总体要求、物联网标识和解析总体需求;物联网架构类标准包括物联网系统的总体架构、物联网安全的总体架构、物联网标识和解析的总体架构、智慧城市总体架构等;物联网评估和测试类标准包括物联网应用评估、物联网公共测试等。

物联网共性技术标准包括信息感知技术类标准、信息传输技术类标准、信息开放技术类标准和信息处理技术类标准,这些标准是用于不同行业物联网的共性技术标准。物联网共性标准基于可重用于物联网应用的现有各类信息通信技术标准,同时各类 ICT 技术标准也面向物联网应用发展增强。

行业物联网标准由公共服务和

智能电网、智能交通、智能医疗等垂直行业物联网标准构成。物联网的纵向模型分为感知层、网络层、应用层,因此行业物联网标准包括行业应用和公共服务特定的感知标准、网络标准和行业应用标准。行业物联网标准将遵循物联网总体性标准和共性技术标准的要求,面向行业应用需求,研制开发行业特有的技术、产品和应用类标准。

## 6 结束语

物联网应用涉及到各个行业、各个产业,因此物联网的标准需要形成以需求方为主导,通信行业标准积极配合的局面。从横向上考虑,需做好各行业和部门间的协调合作,保证各自标准相互衔接,满足跨行业、跨地区的应用需求;从纵向上考虑,确保网络架构层面的互联互通,做好信息获取、传输、处理、服务等环节的配套。特别是加强各个物联网相关标准化组织之间的协调沟通,建立及时有效的联络机制,使其明确各自定位和范围,共同做好物联网标准体系建设。

物联网的标准体系构建需要经历以下3个阶段:阶段1,着重行业应用和公共服务标准的制订,每一类应

用自成体系,其中包括行业本身的标准和本行业对通信技术的要求;阶段2,对阶段1各类应用的标准进行收集、分析,从而提取出共性标准,尤其是共性的通信类要求和接口标准;阶段3,用阶段2的共性标准指导行业应用和公共服务的实施,并不断完善阶段2的共性标准。其中物联网的总体标准将贯穿这3个阶段,并不断深化和完善。目前全球的物联网标准处于阶段2,即尚处于收集应用实例,分析现有需求和架构,提取共性需求、能力和架构的阶段。

## 7 参考文献

- [1] ITU-T draft Recommendation of Y. IoT-Overview [S]. 2012.
- [2] ITU-T SG-FG. Output Document of Smart Grid Architecture [S]. 2012.

收稿日期:2012-02-06

### 作者简介



刘多,工业和信息化部电信研究院副院长、教授级高级工程师,中国通信标准化协会副秘书长,中国通信标准化协会泛网技术工作委员会主席,中国下一代互联网第二届专家委秘书长,互动媒体产业联盟秘书长,国际电信联盟标准局(ITU-T)第13研究组(SG13)副主席,ITU-T物联网全球标准化技术和战略工作组(IoT-GSI TSR)主席。

## 综合信息

### 中兴通讯推出“U-Government”方案

【本刊讯】2012年3月7日,在博茨瓦纳世界数字政府论坛中,中兴通讯对外发布其“U-Government”数字政府解决方案,中兴通讯将采用现代化的信息通信技术、网络通信技术,进行信息通信基础设施建设和办公自动化等方面的建设,致力于助力政府及相关部门建设高速和高可靠的信息交互系统,提高信息化水平,改善政府效率,实现可持续发展。

随着各个国家在行业信息化和企业信息化领域的大力推进、ICT融合的进一步加速,政府和企业网络市场飞速发展。中兴通讯作为全球化通信设备供应商,将在持续保持电信系统设备市场领先的基础上,积极

推进政府和企业网级市场,以及云终端和云应用等多领域、多维度的拓展。

作为领先的国际化通信企业、网络通讯领域专家,中兴通讯是全球最早研究数字政府并应用于实践的方案提供厂商之一,对数字政府领域有着深入的分析以及丰富的经验。此次推出的“U-Government”综合解决方案,是以 ZESCM 为蓝本,采用最新的云计算技术,并针对各国不同发展阶段,不同需求层次的定制化数字政府建设方案。依托“U-Government”综合解决方案,中兴通讯致力于助力客户实现由内及外的推动政府以致国家全社会数字化进程。进而加快国民经济发展,提升民众素质及其生活水平。

# 对大规模传感器网络应用面临问题的思考

## Issues in Large-Scale Wireless Sensor Networks

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0010-05

**摘要:** 资源受限和环境干扰使得无线传感器网络大规模应用面临诸多问题, 包括流量不均衡、功能与需求失衡、理论与实际失衡等。文章在分析这些问题的基础上, 结合当前技术的发展和实际需求, 从传感器网络应用架构、体系结构、稀疏网络部署下的数据传输及大规模传感器网络的仿真、测试技术等方面, 给出了对大规模传感器应用的一些思考。

**关键词:** 大规模传感器网络; 系统架构; 体系结构; 移动数据收集; 仿真与测试

**Abstract:** There are a number of issues in large-scale wireless sensor networks because of environmental interference and a scarcity of system resources. Issues include imbalances between sensing and delivering, ability and demand, and theory and practice. In this paper, recommendations are made for a network framework, system architecture, and data forwarding in sparse networks. We also give a brief introduction to simulation and testing technologies for large-scale networks.

**Keywords:** large scale wireless sensor network; system architecture; mobile data collection; simulation and testing

孙利民/SUN Limin

刘伟/LIU Wei

(中国科学院信息工程研究所, 北京 100190)  
(Institute of Information Engineering, Chinese  
Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

无线传感器网络是大量的静止或移动的传感器以自组织和多跳的方式构成的无线网络, 其目的是协作地感知、采集、处理和传输网络覆盖地理区域内感知对象的监测信息, 并报告给用户。传感器网络一般由传感器节点、汇聚节点和数据服务器组成。越来越多的传感器网络的研究和技术针对于特定的行业和应用。其中, 很多应用都需要进行大规模的部署, 以达到高覆盖、高精度感知等目的。如森林火灾监测、战场上敌情监测等, 成千上万枚传感器节点部署于环境中, 用于完成监测任务。然而, 与小规模应用相比, 大规模应

基金项目: 国家科技重大专项  
(2011ZX03005-006)

用中除了节点数量上的区别外, 还会产生节点管理困难、资源使用不均衡等一系列问题。

### 1 大规模应用面临的问题

经过传感器网络理论与技术的发展, 虽然其在各行各业都得到了广泛的应用, 然而目前大多数的应用仍然局限于小规模程度。如在火山活动状况监测的应用<sup>[1]</sup>中, 设计者在火山口布置了16个传感器节点, 用来监测火山温度、震动等信息; 在野生斑马监测系统<sup>[2]</sup>中, 部署了6~10套装置于斑马颈部, 监测斑马的移动及生活习性; 在大鸭岛行为监测系统中, 部署了32个节点用于监测岛上海鸟的习性<sup>[3]</sup>等。少量传感器网络在

部署、组网、能量等方面的问题都不会太突出, 其要解决与处理的关注点与大规模应用不同。因此, 要探究大规模传感器网络中存在的问题, 要依靠大规模传感器网络的应用系统。

很多科研机构与公司已经开始在大规模传感器网络应用方面做了尝试。如香港科技大学等单位在浙江省天目山建立的绿野千传系统<sup>[4]</sup>, 部署了上千枚节点, 持续工作了1年以上, 用于监测森林环境的温度、湿度、光照和二氧化碳浓度等。为了减少冬季一氧化碳中毒事故的发生, 在北京朝阳区崔各庄乡部署的一氧化碳监测报警系统, 每个村庄有大约8000到12000个房间, 每个房间内都部署了一氧化碳监测传感器节点, 这些节点将室内的一氧化碳浓度信息收集到管理节点进行监测和管理。现有的应用实例对我们设计和研究大规模传感器网络和系统提供了有力的依据。通过对大规模传感器网络系统的研究, 归纳出目前大规模应用面临的三大问题。

#### 1.1 流量不均衡

在传感器网络中并不是每个节

点的流量都是一样的,这主要由于传感器网络中数据汇聚服务为主要业务,数据从感知节点到汇聚节点的汇聚过程中,越靠近汇聚节点的节点需要担负越多的转发任务,使得越靠近汇聚节点的节点数据量越大,产生漏斗流量效应。

流量的不均衡容易使流量大的节点的能量过早耗尽,影响整个网络的连通性和工作寿命。当传感器节点网络规模增加时,网络中的流量会成倍增加,每个数据包经历的平均跳数就会增加,使得中间的节点不得不耗费大量的能量用于数据的中转,降低了能量的使用效率;而且由于节点数量的增加,路由维护成本也将相应增加。

### 1.2 需求与功能失衡

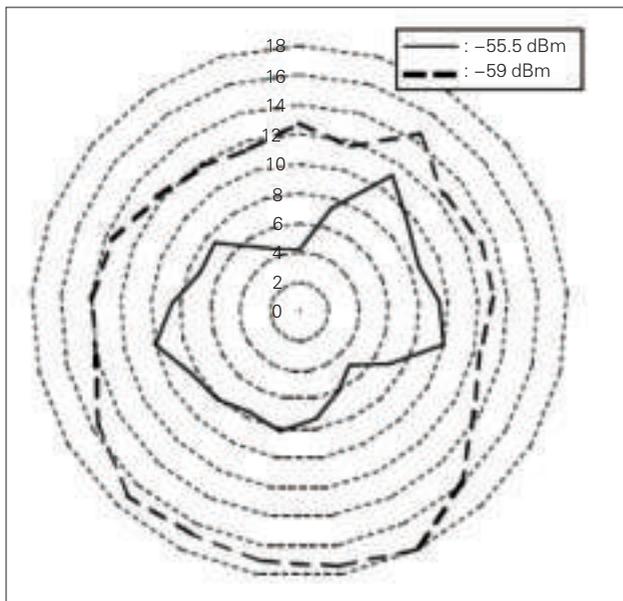
在互联网中,数据处理设备和数据传输设备往往有明显界限,且由于使用环境多为非受限,其性能与功能容易做到匹配。相比而言在传感器网络中,节点既是信息采集设备又要起到中间路由作用,几乎每个节点都需要完成感知、传输、计算的功能。但是传感器节点往往是一个嵌入式系统,这就造成与其网络资源、计算资源与存储资源等受限的事实严重不匹配。

由于传感器网络漏斗流量特性,使得网络流量和节点负载不均衡,这更加剧了这种失衡。相比而言,后端系统由于不受能量的束缚,其性能可以不受限制,不会成为系统的“瓶颈”,而其完成的功能主要为数据的存储或透传,相对较单一。在传感器网络中性能差的设备工作负载重,而性能好的设备工作负载低,造成了需求与功能失衡的矛盾。

### 1.3 理论与实际失衡

在无线传感器网络系统实际部署前,常需要进行模拟仿真与小规模测试。其中使用的理论模型与实际模型差距较大。例如无线信道模型,

常用的理论模型为圆盘模型,即当接受设备位于以发射设备为中心,通信距离为半径的一个圆内时,可正常通信。然而在实际情况中,由于受到遮挡及天线方向图等原因,通信范围不可能是标准的圆形,而是一个不规则的形状,如图1所示<sup>[9]</sup>。另外无线信道易受到周围的环境的干扰,其通信的范围也是时变的,造成对通信范围的评估产生困难。目前仍然没有很好的模型能够精确地描述信道特性。



▲图1 无线信道模型

## 2 对于大规模应用问题的思考

影响传感器网络大规模应用有多种因素。首先部署的传感器节点资源是受限的。在小型化节点的要求下传感器节点的计算资源、存储资源及能量都非常有限。由于大多数的应用需要传感器节点进行野外布置,为了灵活性,电池成为首选能源。电池有限的能量需满足传感器网络长期工作的任务。为了延长电池的工作时间,只能使用低功耗的处理器和通信方式,因此造成传感器节点的处理能力低,通信范围和传输速率受限。

无线信号容易受到各种因素的干扰,会造成无线链路的质量和网络拓扑结构的变化。由于大多数应用的传感器节点部署于不受控的环境中,环境的变化会影响无线链路的质量和节点间的连通性,进而会改变网络的拓扑结构,这些动态变化的环境给理论模型的建立和推导提出了挑战,进而对建立于其上的网络协议设计等产生影响。

为了应对大规模应用中的问题,

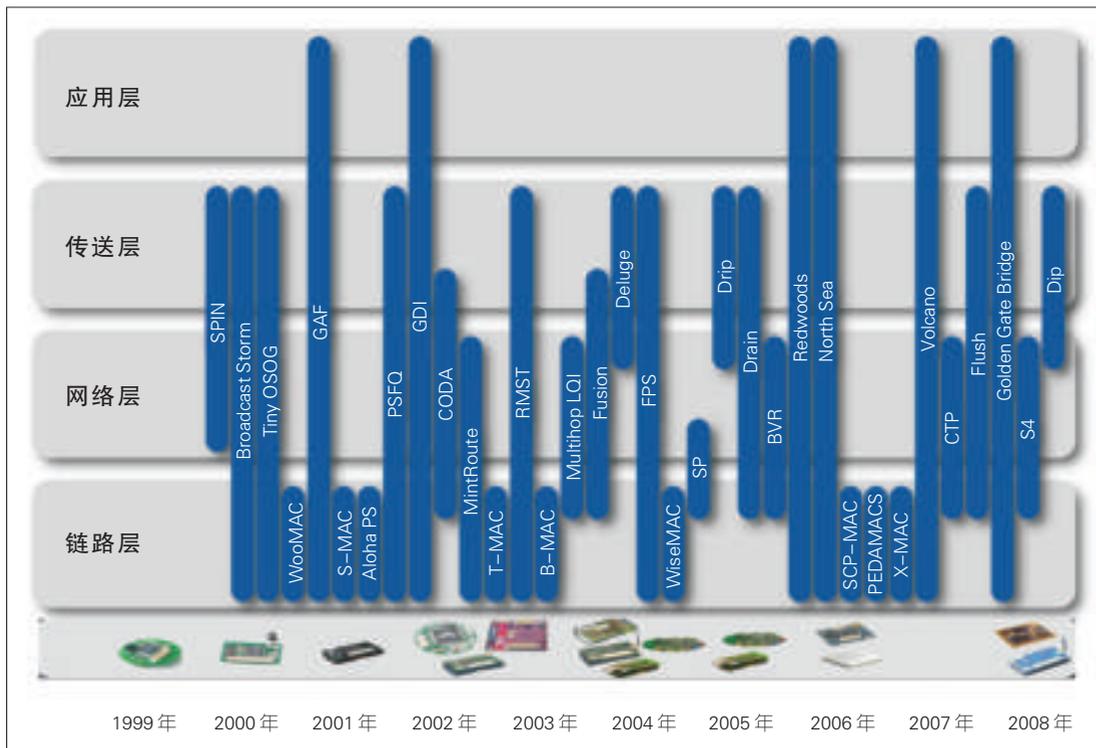
本文从网络架构、体系结构、移动传感器网络3个方面来展开针对大规模应用实用化方面的思考。

### 2.1 应用相关的网络架构降低流量失衡影响

传统的传感器网络采用多跳单汇聚节点的解决思路,即所有的传感器节点的数据采用多跳的传输手段汇聚到同一个汇聚节点上。这种架构的问题在于可扩展性差、能量利用率低、通信协议复杂且容易造成漏斗流量效应。为了应对这些问题,很多大规模应用中采用了变形的架构,如单跳单汇聚节点、单跳多汇聚节点、多跳多汇聚节点等。

单跳单汇聚节点模式中所有传感器节点与汇聚节点的距离只有一跳。也就是说所有传感器节点与汇聚节点进行直接通信。这种模式适用于网络覆盖范围不是很大,所有节点都在一跳通信范围距离之内的情况。目前很多应用使用的此种架构,如智能家居、Wi-Fi网络等。

单跳多汇聚节点模式中有多个汇聚节点,每个节点到汇聚节点之间的距离是一跳,即每个节点只要与任何一个汇聚节点通信上即可实现网络



▲图2 经典传感器网络协议

的连通性。这些汇聚节点将收集到的数据汇聚到同一组数据服务器上进行存储与处理。本架构适用于不同区域且相距较远的场景下的数据收集。

在大范围的网络中,无法使用单跳的方式进行部署,此时不得不采用多跳多汇聚节点的网络架构。汇聚节点之间一般可通过有线网络或其他网络进行互联,并将数据通过同一个后端服务器。

针对特定应用,选择合适的网络架构可以降低网络协议设计的复杂度,增加系统的可靠性,并解决数据流量不均衡和能量使用效率的问题。

## 2.2 标准化的体系结构降低网络管理难度

随着传感器节点数量的增加,原有的体系结构不适于大规模网络节点的管理。传统的传感器节点硬件资源受到限制,为了更高效地进行数据处理,放弃了分层的思想而使用跨层设计,图2所示<sup>[6]</sup>为近10年内经典

的传感器网络协议,多数协议采用了跨层的设计思想;大多数协议使用了局部算法;由于传感器网络的操作大多集中于分发和汇聚操作,因此大多数的协议没有为每个节点进行地址标识<sup>[7]</sup>。在传统传感器网络体系结构上对节点进行管理变得较为困难。然而经过10年技术的发展,传感器的硬件性能得到了较大的提升,处理能力也大幅提升,针对单个节点进行查询控制操作需求的应用的出现及传感器节点的任务更加复杂,改变了原有设计的观点和准则,使得应该考虑更加层次化、可复用性高、易于寻址与路由、便于自配置与自管理的网络体系结构。在现有技术中,IPv6是较好的解决思路之一<sup>[8]</sup>。通过修改媒体访问控制(MAC)协议和增加6LoWPAN适配层可实现将IPv6应用于传感器网络中。

工业界针对6LoWPAN的应用和发展,制订了不同场景下的路由要求,如针对城市环境和工业场景等。从国家战略层面上对6LoWPAN也在

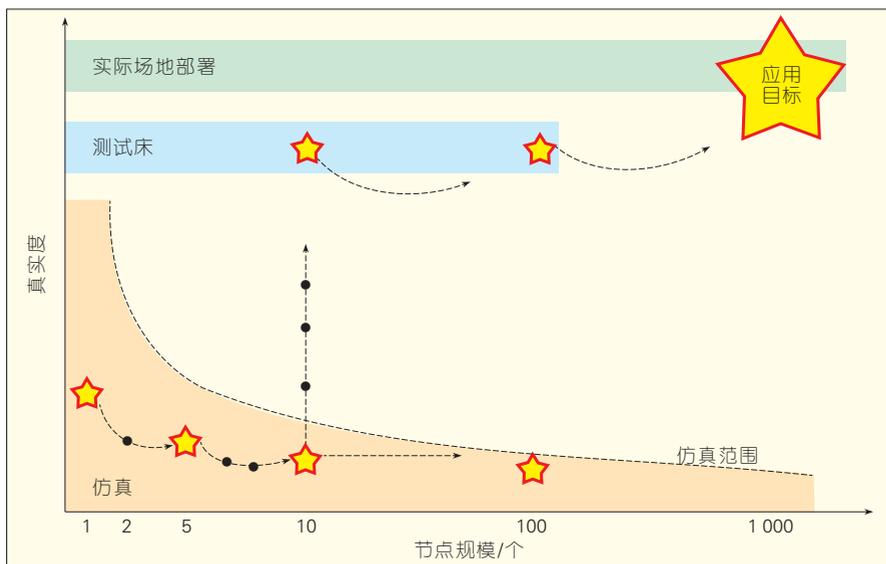
进行大力支持,如2010年工业与信息化部发布的国家科技重大专项中(03专项),发布了基于IPv6的无线传感网的网络协议研发及验证、基于IPv6的无线传感器网络协议一致性测试方法研究及仪表研发两个专项子课题。

## 2.3 引入和利用移动性优化网络性能

大规模传感器网络应用中,往往没有固定的网络基础设施。如战场监测、边境监测、森林监测等,网络覆盖范围大,但是节点密度稀疏,网络往往是分离的,因

此不能保证提供持续、稳定的连接,此时传统的网络架构及形式将不能满足需求。在这种情形下,通过汇聚节点的移动对各个节点信息的收集是一个较好的选择。在汇聚节点自身移动,或者人、动物、直升机等携带移动的过程中,当到达某一个节点的通信范围内时,传感器节点将其收集到的信息发送给汇聚节点,由汇聚节点携带信息回后端系统。通过汇聚节点的移动,使得网络不需要全连通,大大减少节点的部署密度,避免了漏斗流量效应的问题。造成的后果是数据延时较大,因此适用于对网络延时要求不高的应用。目前的一个研究热点移动容迟网络(DTN)属于这种网络形式。

以我们团队设计实现的感知城市信息收集系统为例。城市中部署有各种类型的传感器节点,这些节点周期性地或基于事件触发地收集周围环境的信息,如车祸等突发事件、交通流量信息、环境噪音信息、环境污染情况等,城市公交车及出租车中



▲图3 传感器网络开发阶段

安装有移动汇聚节点,利用行驶的公交车或出租车将传感器节点采集到的数据收集回服务器,并将其通过因特网发布,使用者可通过浏览器、智能手机、PDA等设备查看这些数据。由于城市范围太广,部署的传感器节点无法达到全连通的网络状态,而公交车及出租车又遍及城市,因此,利用了车载移动汇聚节点成功实现了感知数据的收集。

#### 2.4 强化网络测试评估能力完善理论模型

传感器网络通常部署在复杂环境中,环境中多种因素的干扰和节点失效等可能造成节点间无线链路和网络拓扑动态变化,准确测量与评估网络性能非常困难,因此,需要在部署前仿真大规模传感器网络的行为,及时发现网络故障和优化网络配置。

传感器网络系统的研发过程划分为3个阶段<sup>[9]</sup>:首先,在系统研发初期对网络系统进行小规模模拟仿真,验证协议、算法和系统的可行性。然后把协议、算法等移植到实际的小规模测试床上,进行小规模实物测试和评估。最后在实际场景中进行部署,进入(试)运行阶段。如图3所示,其中,横轴代表节点规模,纵轴

代表真实度(即实验环境与实际部署环境的差异程度),3个条块代表3个研发阶段。

大规模应用中需要更为精细、与实际更为贴近的理论模型与实验、仿真手段。要获取准确的理论模型,需要有配套的测试手段,因此研究传感器网络测试平台与工具具有重要的现实意义。传感器网络的测试贯穿在科研、标准化、网络规划、建设、运维、优化等阶段,是科学研究的重要数据来源,是商业化大规模应用的重要保障。但是传感器网络的测试不同于传统网络,其在测试需求、测试内容、测试方法、测试工具等诸多方面有明显差异。传感器网络的测试困难,因为恶劣的运行环境、受限的资源和复杂多样的应用使得传感器网络测试极为困难,且与节点设计、组网协议、信息处理和系统应用等技术环节有着密切的联系。

传感器网络测试的难点主要体现在:在传感器网络的测量评估行为中,为了获得网络的内部状态信息,总是需要执行额外的计算任务、传输额外的测量所需要的信息。抽象而言,任何一种测量行为均会在一定程度上影响被测对象的自身状态,即所谓的海森堡(Heisenberg)测不准现象,

这是网络测量研究中得共性和基础的关键问题。具体到传感器网络测试而言,测试行为本身对传感器网络自身运行存在干扰,资源受限的传感器网络使得该矛盾尤为突出。降低或避免测试行为对传感器网络自身运行的影响、高精度获取网络测试数据是传感器网络测试的关键。

针对上述问题我们团队研制了零干扰传感器网络测试平台(HINT),并已成功应用于多所高校及研究所等。HINT<sup>[10]</sup>测试平台是基于内部侦听测试技术研发的一类传感器网络测试平台,对于传感器节点及节点上的应用软件具有透明性,节点本身无法察觉测试平台的存在,节点的软件也无需增加任何用于测试目的的辅助代码;HINT测试平台通过额外的高精度测试设备捕获传感器节点内部芯片的互连信号来产生测试数据,测试数据经由额外的传输网络收集并集中分析处理,从而避免对传感器节点的资源占用,满足高精度和零干扰的测试需求。HINT可实现远程编程、信号分析、分组分析、行为回放、数据管理和性能评估等功能。

### 3 结束语

随着传感器网络技术的成熟,越来越多的应用趋向于大规模化。与小规模应用相比,大规模化的传感器网络向我们提出了更为尖锐的挑战。本文在现有大规模应用的基础上,归纳并分析了目前传感器网络流量不均衡、需求与规模失衡、理论与模型失衡的三大问题,并基于这些特点对当前现有的网络架构、体系结构及移动网络方面进行了分析和思考,针对传感器网络的测试和仿真工具的重要性进行了论述和分析。

### 4 参考文献

- [1] ZHANG P, SADLER C M, LYON S A, et al. Hardware design experiences in ZebraNet [C]//Proceedings of the 2nd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys'04), Nov 3-5, 2004, Baltimore, MD, USA. New York, NY, USA:

- ACM, 2004: 227-238.
- [2] WERNER-ALLEN G, LORINCZ K, RUIZ M, et al. Deploying a wireless sensor network on an active volcano [J]. IEEE Internet Computing, 2006, 10(2): 18-25.
- [3] MAINWARING A, POLASTRE J, SZEWCZYK R, et al. Wireless sensor networks for habitat monitoring [C]//Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA '02), Sep 28, 2002, Atlanta, GA, USA. New York, NY, USA: ACM, 2002: 88-97.
- [4] IOT center of TNLIST [EB/OL]. [2012-01-15]. <http://www.greenorbs.org/>.
- [5] ZHOU G, HE T, KRISHNAMURTHY S, et al. Models and solutions for radio irregularity in wireless sensor networks [J]. ACM Transactions on Sensor Networks, 2006, 2(2): 221-262.
- [6] CULLER D. The Internet of every thing -- Steps toward sustainability [C]//Proceedings of the 5th China Wireless Sensor Network Conference (CWSN '11), Sep 26-27, 2011, Beijing, China. 2011.
- [7] ESTRIN D, GOVINDAN R, HEIDEMANN J S, et al. Next century challenges: Scalable coordination in sensor networks [C]// Proceedings of the 5th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM '99), Aug 15-19, 1999, Seattle, WA, USA. New York, NY, USA: ACM, 1999: 263-270.
- [8] HUI J W, CULLER D E. IP is dead, long live IP for wireless sensor networks [C]// Proceedings of the 6th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems (SenSys '08), Nov 5-7, 2008, Raleigh, NC, USA. New York, NY, USA: ACM, 2008: 15-28.
- [9] WOEHRLE M, PLESSL C, BEUTEL J, et al. Increasing the reliability of wireless sensor networks with a distributed testing framework [C]//Proceedings of the 4th Workshop on Embedded Networked Sensors (EmNets '07), Jun 25-26, 2007, Cork, Ireland. New York, NY, USA: ACM, 2007: 93-97.
- [10] WEI Huangfu, SUN Limin, LIU Jiangchuan. A high-accuracy nonintrusive networking tested for wireless sensor networks [J]. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2010(2): ID 642531.

收稿日期: 2012-02-02

### 作者简介



孙利民, 中国科学院信息工程研究所研究员、博士生导师, 中国计算机学会高级会员, 计算机学会传感器网络专业委员会副主任, 计算机学会互联网专业委员会委员, 中关村物联网产业联盟副理事长, 国家物联网基础标准工作组成员; 主要研究方向为无线传感器网络、车载网和容迟网络; 主持和参与国家级项目 10 余项; 已发表论文 100 余篇, 出版学术著作 3 部, 获得或申请国家专利 30 余项。



刘伟, 中国科学院信息工程研究所在读博士研究生; 主要研究方向为无线自组织网络、物联网。

### ←上接第 4 页

岛融合成为一个统一的平台, 统一了门户, 统一了用户的身份, 实现了全校资源、服务和用户的融合共享; 采用云计算和新一代信息技术使校园服务逐步实现智慧化。将人才培养、科学研究、服务社会融为一体。需要融合、需要创新、需要共享, 这是物联网的方向。还有一个是面向服务、面向应用, 而云计算就是基础。相信, 我们会继续为物联网时代做出更多有意义的成果。

在后互联网时代的国家物联网产业化发展和技术应用策略中应当高度重视泛在无线通信技术的研发, 并加快推进与物联网产业化应用的深度融合, 以新兴信息服务业为龙头优先发展基于网络的新兴智慧服务产业, 以社会发展的服务需求为导向发展物联网。

物联网不仅需要技术革命, 它更是牵涉到新兴经济领域各个行业、各个产业的发展, 需要多种力量的整合。这就需要国家的新兴经济产业政策和立法上要走在前面, 要制订出适合新兴产业革命和发展的政策与法规, 保证新兴经济的正常发展。

对于物联网时代的新兴产业和

经济发展, 必须要有政府的政策支持, 必须要有专门人员和专门机构来研究和协调, 这样物联网才能真正带动新兴经济的发展而大有作为。

### 5 参考文献

- [1] ITU Internet Reports 2005: The Internet of things [R]. ITU, 2005.
- [2] GIUSTO D, IERA A, MORABITO G, et al. The Internet of things [M]. New York, NY, USA: Springer, 2010.
- [3] 朱洪波, 杨龙祥, 于铨. 物联网的技术思想与应用策略研究 [J]. 通信学报, 2010, 31(11): 1-8.
- [4] 朱洪波, 杨龙祥, 朱琦. 物联网技术进展与应用 [J]. 南京邮电大学学报: 自然科学版, 2011, 31(1): 1-7.
- [5] 朱晓荣, 孙君, 齐丽娜, 等. 物联网 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [6] 沈苏彬, 范曲立, 宗平, 等. 物联网的体系结构与相关技术研究 [J]. 南京邮电大学学报: 自然科学版, 2009, 29(6): 1-11.
- [7] 马凯, 庄奕琪, 程雪梅. 蓝牙无线信道建模及系统仿真 [J]. 移动通信, 2004, (S3): 1-5.
- [8] 戴迎璐. 蓝牙室内信道模型与同频干扰研究 [J]. 计算机工程与应用, 2008, (05): 12-17.
- [9] 李扬. Wi-Fi 技术原理及应用研究 [J]. 科技信息, 2010, 06(1): 241-241.
- [10] 季晓澎. IEEE 802.11n 关键技术研究 [D]. 北京邮电大学, 2009.
- [11] 关键. 无线个人区域网 ZigBee 与 Wi-Fi 的干扰分析 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2009.
- [12] 赵忠华, 皇甫伟, 孙利民, 等. 无线传感器网络管理技术 [J]. 计算机科学, 2011, 01(01): 08-14.
- [13] 胡湘华. 无线传感器网络节点调度方法研究 [D]. 国防科学技术大学, 2008.
- [14] Internet of things - An action plan for Europe [R]. Commission of the European Communities, 2009.

收稿日期: 2012-02-20

### 作者简介



朱洪波, 南京邮电大学副校长、教授、博士生导师, 南京邮电大学物联网研究院院长、物联网科技园董事长兼首席科学家, 江苏省重点学科“通信与信息系统”博士点学科带头人, 江苏省“无线通信”重点实验室主任, 教育部“泛在无线通信与传感网技术”重点实验室常务副主任, 国际电信联盟无线电通信局 (ITU-R) 第三研究组 (SG3) 副主席, 中国电子学会学术工作委员会副主任、物联网专家委员会副主任, 中国通信学会无线应用与管理委员会副主任, 科技部国家“973”计划信息学科领域专家组成员, 国家自然科学基金通信学科评审专家组成员, 工信部国家科技重大专项评审专家组成员, 研究方向为移动通信与宽带无线技术、泛在无线通信与物联网技术、电波传播与电磁兼容等。



杨龙祥, 南京邮电大学通信与信息工程学院教授、博士生导师、副院长, 通信技术研究所所长, 江苏省无线通信重点实验室副主任, 研究方向为宽带无线通信、未来移动通信系统、协作通信和网络编码。



朱琦, 南京邮电大学通信与信息工程学院教授、博士生导师, 研究方向为移动通信与无线技术。

# 物联网的应用前景和解决方案

## Prospects and Solutions for the Internet of Things

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0015-03

**摘要:** 文章认为要实现物联网规模化发展, 产业链的横向整合、行业应用的纵向深入是关键。电信运营商作为物联网的重要推动者, 在横向整合方面, 应以建设社会公共物联网基础架构为目标, 并通过物联网智能管道能力开放提供附加增值服务; 在纵向深入方面, 应以新技术变革、政府示范项目、商业模式创新为契机, 以个人/家庭业务为发展重点, 同时致力于打造物联网开放生态环境, 实现行业应用的长尾聚合。基于上述思路, 文章提出了服务运营商的端到端物联网解决方案。

**关键词:** 物联网; 物联网支撑平台; 智能管道; 开放生态环境; 智能家居; 健康保健

**Abstract:** To scale the development of the Internet of things (IoT), converging the industrial chain is necessary. Operators need to construct public IoT infrastructure and provide value-added services by opening IoT smart pipes. To open up the IoT environment and long-tail industrial applications, chances have to be taken with new technology, government projects, and business models. The focus should also be on individual and family services. We propose IoT E2E solutions for operators.

**Key words:** IoT; IoT support platform; smart pipe; opening environment; intelligence home; health care

叶云/YE Yun

(中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳 518057)  
(ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China)

网基础架构整合。众多厂家形成的物联网产业联盟联系松散, 缺乏有效的价值链分工。这一现状导致单一厂商被迫考虑物联网应用方案端到端的各个环节, 资源投入大、见效慢, 提高了整个社会的物联网建设成本。同时导致厂商自身资源投入分散, 难以聚焦资源实现应用深化, 导致物联网应用肤浅, 无法满足最终客户复杂的实际需求。

(2) 纵向亟待深入。首先, 物联网面对的行业众多且分散, 部署环境、应用场景本身存在巨大差异; 其次, 部分行业控制力较强, 工业级环境要求严格, 客观或人为存在着行业壁垒; 此外, 行业难以规模化, 一些行业物联网应用改造成本高企, 而新的商业模式匮乏。这些均阻碍着物联网行业应用的深化, 以及跨行业主导厂商的培育和发展。

(3) 基础网络需要优化。伴随物联网进一步的发展和规模化, 其对通信网络产生巨大压力, 并且产生地址、安全、服务质量(QoS)等一系列的新问题, 需要对整个基础网络进行针对性优化。其中, 既需要通盘考虑规划通信网络的长期演进, 并进行相应的标准化工作, 也需要从现实的网络升级需求出发, 逐步探索物联网基础网络优化的途径。

下面分别就应对这些挑战的方

物联网的发展潮流代表了社会信息化的发展方向, 存在着客观的发展需求。长期以来, 通信产业的发展目标一直是实现人与人之间无缝的联系和沟通。这一目标已经较好实现, 但未来发展空间有限。2009年以来, 以“物联网”、“智慧地球”为代表的信息化发展理念在全球范围内出现, 标志着社会信息化逐步从人与人向人与物、物与物方向发展, 为通信产业未来的发展指明了方向<sup>[1]</sup>。

在全球范围内, 运营商成为物联网发展的重要推动者。人们期望其在物联网的发展中获得巨大利益的同时带领整个通信产业迈向更加广阔的空间。这一方面是由于传统通信业务的饱和, 运营商迫切需要寻找

新的“蓝海”; 另一方面也期望通过物联网业务进一步拓展粘滞度高的行业用户, 获得持续稳定收入来源。在物联网发展的过程中, 运营商除了为物联网提供基础承载网络之外, 还希望借助物联网, 深入到各行各业的应用中, 提供物联网专业服务, 扩大自身生存空间。

### 1 物理层实现规模化发展面临的挑战及应对策略

物联网的发展将经历应用示范期、规模成长期、全面发展期3个阶段。经过多年的努力和尝试, 全球物联网当前正处在规模发展的前夜。物联网突破“瓶颈”实现规模化发展, 面临三大挑战<sup>[2]</sup>:

(1) 横向欠缺整合。面对复杂的物联网产业链, 缺乏社会公共的物

基金项目: 国家科技重大专项  
(2010ZX03006-006)

向和思路进行分析和探讨：

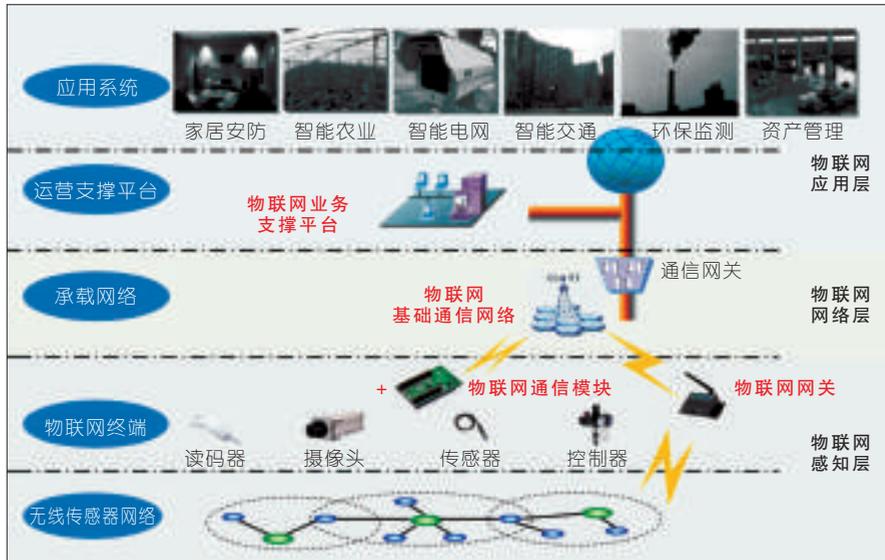
### 1.1 横向整合

物联网横向整合的目标是建立社会公共物联网基础架构,从感知层、网络层到应用层,形成相应的价值链分工,降低整个社会的物联网建设和投入成本,其中运营商将发挥关键作用。社会公共物联网基础架构如图1所示。

这一物联网基础架构存在两个关键的核心节点:一个是感知层和网络层之间标准化、规范化的物联网嵌入通信模块和网关产品,将不同类型的感知终端以规范的方式接入通信网络,从而使得通信网络能够对物联网感知终端进行识别,进而保证其在网络层数据传输的QoS和安全性;另一个是网络层和应用层之间的物联网业务支撑平台,其通过标准化的通信协议与物联网通信模块和网关进行通信,从感知终端获取原始感知数据,并通过标准应用编程接口(API)将感知数据提供给应用层,从而对应用层屏蔽了感知终端/网络的差异性。通过上述两个核心节点,整个物联网才能够真正形成感知层、网络层、应用层的价值链分工,并形成基于价值链分工的产业联盟。社会公共物联网基础架构的建设,关键是上述两个核心节点建设和推广应用,而运营商成为建设的积极倡导者和推进者。

在这一过程中,标准化工作非常重要。从国际范围来看,整个标准化组织的物联网标准制订都处于相对滞后的状态,这使得领先的运营商纷纷制定自身的企业规范。物联网规范的制订以物联网业务支撑平台为核心,重点在平台与终端接口、平台与应用接口的标准化。

上述架构成功的关键,在于充分发挥这一架构与松耦合的物联网架构之间的差异化竞争优势,从而吸引各厂商将其产品和应用迁移到这一架构中。运营商物联网智能管道能力的开放成为重要的竞争优势,通过



▲图1 社会公共物联网基础架构

开放运营商在网络层拥有的网络感知控制能力、终端感知控制能力、基础业务能力、运营支撑能力,能够有效提升物联网应用的安全性和可靠性。特别是对于关键的物联网应用,具有更加重要的意义。

### 1.2 纵向深入

推进物联网行业应用的纵向深入,应抓住新技术变革、政府示范项目、商业模式创新的变革契机,推动物联网在各个行业的深化。

#### (1) 新技术带来的变革契机

物联网新技术通过对传统产业的技术变革,在某种程度上颠覆了传统行业产业链条,从而为运营商和设备制造商进入行业市场提供了良好的契机。当前,尤其应重视网络视频监控和RFID技术在各个行业的运用。例如中兴通讯承担的中国重庆电子车牌项目就是一个利用新技术所带来的机遇,突破重点行业的范例。该项目借助RFID新技术变革引入,较短时间内就实现了电子车牌在整个重庆市范围的规模化应用,并推向全国。

#### (2) 政府示范项目的机会

伴随物联网热潮的兴起,各国政府纷纷推出各行业的物联网应用示

范项目。在示范项目建设中,政府关注重点在于整个物联网产业链的发展,以及社会公共资源在物联网领域最优化的投入,从而为运营商主导的社会公共物联网基础架构深入行业提供了机会。电信运营商和设备制造商可以通过在政府示范项目充分的合作,形成合力,实现重点行业的突破。例如中兴通讯和上海电信合作,在上海提供了车辆监控系统服务世博会,取得了良好的社会效应。此项目于2010年10月获得了CDG组织颁发的业务创新大奖。

#### (3) 商业模式创新带来的机会

物联网的建设,除了少量能够投入巨资的重点行业之外,大量行业呈现碎片化的应用场景,这使得采用传统的建设方式无法赢利并进入良性循环。因此,必须借鉴互联网创新经验,在物联网应用经营模式和商业模式方面进行创新。其中重要的发展思路,是运营商自主运营的个人/家庭业务,采用互联网基地模式开展运作;而对于大量的碎片化行业应用,应致力于打造物联网开放生态环境,实现行业应用的长尾聚合。

### 1.3 基础网络优化

随着物联网的规模化发展,物联

网络端数量日益庞大,物联网通信数据量在整个通信网络中所占的比例将持续增加。现有的基础通信网络必然要针对物联网的业务模型和流量模型进行适当的优化。尤其在如下3个方面,矛盾更加突出,将推动通信技术的长期发展:

- 为了满足庞大的“物”数量而对标识、地址体制的优化(IPv6、标识网等)。

- 为满足“物”的低功耗、低移动性特性而对无线网络资源管理进行优化。

- 为满足“物”的安全性而对基础通信网络的安全体制进行优化。

在实际物联网的建设过程中,由政府主导启动了一些城市的物联网专网建设,为从新的网络建设中摸索物联网优化途径提供了机会。同时,在运营商网络已经存在几百万甚至上千万物联网终端在线的情况下,出现了一些现实的建设需求,如加强网络终端感知能力的需求,为了规避数据安全风险而进行数据分流的需求等。这些需求正在不断地得到细化,其中部分已经转化为物联网智能管道的建设需求。其应对需要运营商和设备制造商共同探索,形成相应的解决方案。

从长期来看,物联网必须在横向整合、纵向深入以及基础网络优化3个重要问题上取得突破,才能取得规模化的发展。

## 2 中兴通讯物联网解决方案

经过前期与运营商的合作,中兴通讯在物联网领域逐渐形成了金字塔形的产品层次结构:处在金字塔顶端的是物联网业务支撑平台产品;处在第二层的是标准化、规范化的物联网通信模块和网关产品,其与平台一起共同打造运营商推动的社会公共物联网基础架构;第三层是关键行业应用方案,重点聚焦运营商针对个人/家庭的自营应用;第四层是物联网的基础网络优化相关产品和服务,

服务于运营商物联网基础网络发展。这个金字塔形的结构形成了中兴通讯服务运营商的物联网端到端解决方案。中兴通讯物联网产品层次结构如图2所示。

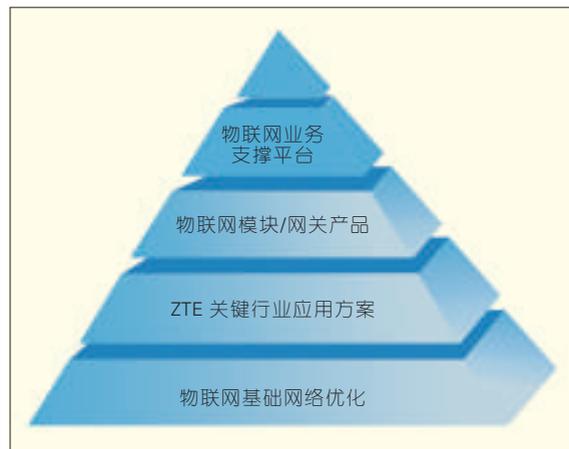
### 2.1 物联网业务支撑平台

作为社会公共物联网基础架构核心,中兴通讯与运营商长期合作,在中国最早发布了成熟的物联网平台产品。该平台可以

提供完整的终端统一接入和管理、业务统一管理、第三方系统接入、提供业务快速定制的能力、客户与合作伙伴运营管理等功能。根据市场需求,近期重点强化了针对长尾应用开发者的业务开发环境和业务执行环境,帮助运营商打造物联网应用生态圈。同时,完善了能力开放组件的功能,重点实现智能管道能力的开放,帮助运营商提供智能管道的附加服务,同时提升了平台的差异化优势。

### 2.2 物联网通信模块及网关产品

在系列化、标准化的物联网模块方面,中兴通讯目前提供全球范围内最完整的物联网模块产品系列,支持包括TDS-CDMA、WCDMA以及CDMA三大标准,并根据不同的应用场景形成Mini PCI-E卡、LGA/BGA封装的模块、B2B/SMT模块等多种产品形态。在物联网模块领域,中兴通讯已经在一些行业已经占据了突出的市场地位,比如在中国的电力行业就具有很大的市场份额。中兴通讯在物联网模块领域积极和国际的一些运营商,包括国家政府展开合作。例如中兴通讯和俄罗斯SISTEMA集团合作研究车载通信终端模块,该模块可以支持Glonass、北斗、GPS、伽利略等多种定位技术,在上海世博会进行了成功的展示。同时,中兴通讯依托原有的家庭网关、无线终端产品,逐步形成



▲图2 中兴通讯物联网产品层次结构

了多种物联网网关产品形态,并配合运营商进行了试验和试点。

### 2.3 关键行业应用方案

中兴通讯紧密结合网络视频监控和射频标识(RFID)两大感知元素,在RFID、视频监控、动环监控、家庭网关等产品基础上已经发展了超过10个大的行业应用解决方案,并且仍在不断完善延伸。在运营商市场,重点聚焦针对个人/家庭的自营应用方案,包括:针对个人的移动支付和一卡通方案,以2.4G RF-SIM技术为核心,同时融合近距离无线传输(NFC),提供从芯片、POS机、支付平台到支付手机产品在内的全系列产品;智能家居宜居通方案,在现有无线座机的基础上,集成物联网模块,实现家庭安防、智能家电控制、无线上网等多种功能的物联网方案,面向最终客户包括家庭和小商铺、小公司、库房;家庭健康保健解决方案,与IPTV紧密结合提供多种健康监控设备接入,将测量到的健康数据汇总到网络数据库中,形成个人电子病历,并在用户及其亲人、健康顾问间进行共享。

### 2.4 基础网络优化解决方案

中兴通讯密切参与3GPP SA1/SA2、ETSI MTC等组织物联网基础网络优化的相关工作,同时参与了

➡下转第35页

# 物联网能力开放体系研究

## Open Enabler Architecture of IoT

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0018-04

**摘要:** 文章认为由于细分市场所导致的物联网应用规模受限和成本增加,已成为现阶段物联网应用发展的制约因素。为此需要针对用户的共性需求,聚集产业链各方资源,以规模化服务降低应用部署成本,这也是物联网能力开放的出发点。文章对用户在不同层面的共性需求进行了分析,基于此,提出由终端服务能力、网络服务能力、支撑服务能力、应用及内容服务能力构成的物联网能力开放体系,并分析了实现物联网能力有序、安全开放所需考虑的若干关键问题。

**关键词:** 物联网;能力开放;智能管道

**Abstract:** The limited application and high cost of the Internet of things (IoT) is caused by market segmentation and is constraining IoT development. To reduce deployment costs, it is necessary to collate resources across all the industrial chain in order to satisfy the common needs of users. The open enabler system of IoT comprises four kinds of enabler based on the common needs of different layers: terminal services, network and service, support and service, and applications and content services. We analyze key points in implementing a managed and controllable enabler for IoT.

**Keywords:** Internet of things; open enabler; smart pipe

刘越/LIU Yue

(中国移动通信研究院,北京 100053)  
(China Mobile Research Institute, Beijing  
100053, China)

- 应用的种类和用户数量初具规模,但与预期的市场规模相比,仍处于起步阶段。

- 应用多集中在行业信息化领域,在个人和家庭领域内的应用相对偏少。

- 所处的行业相对集中,同时,受限于行业信息化的发展现状,跨行业融合型的物联网应用尚未形成。

- 由于未形成规模发展和普遍应用,市场利润空间多集中在元器件制造、系统集成等环节,运营商以提供纯通信服务为主。绝大多数情况下业务管理和运营由用户自己完成,使用成本较高。

- 细分市场需求庞杂,但集成商和运营商受限于成本压力,均无法提供满足客户需求的服务。

物联网应用现状所体现出的上述特点也符合信息化发展的规律。物联网作为一种信息化手段,同其他的信息技术相比,其与用户的日常生产、工作和生活过程更加深度耦合,需面对用户更加细分的需求,从而导致单个应用的规模受限,并进一步影响到应用推广和普及的成本。在目前的发展阶段,为了更有效地促进物联网应用的规模普及,需要尽可能地提炼出共性需求,并以专业化的服务满足这些共性需求,降低应用开发、部署和维护成本,拓展更大的市场空

## 1 物联网应用现状

物联网作为继互联网之后全球信息产业的又一次科技与经济浪潮<sup>[1-2]</sup>,对于加速整个社会信息化发展的进程,促进形成新的经济增长点具有重要的作用。随着中国将物联网作为战略性新兴产业的重要组成部分<sup>[3]</sup>,围绕物联网相关的技术研究、产品研发和应用推广等均呈现出迅猛发展的势头。

从物联网的具体应用来看,无论是以简单的机器类数据交互为特征的机器类通信(M2M)应用,还是基于传感网与通信网相结合的泛在应用,

在种类和用户数量方面都在加速增长<sup>[4]</sup>。

目前,物联网技术已经在电力、交通、物流、农业、工业生产等领域得到广泛的应用,并在环保、医疗、城市管理、安防等行业进行了以应用示范为主的尝试<sup>[5-7]</sup>,正处于从产业启动期到大规模产业化推广过渡的重要阶段。物联网作为一个综合的信息技术领域,也将为产业链各方拓展广阔的市场空间。

对于物联网这样一个规模庞大的市场,其健康发展需要包括设备制造商、系统集成商、运营商在内的产业链的各环节之间的协同配合,并将是一个循序渐进的过程。

物联网应用的发展现状具有以下特点:

基金项目:国家科技重大专项  
(2010ZX03006-006)

间。这也是本文提出物联网能力开放的基本出发点和目标所在。

## 2 物联网服务需求分析

### 2.1 用户需求分类

从信息化角度分析,用户对于物联网服务的共性需求可分为4个层次,如图1所示。

#### (1) 基础通信需求

基础通信需求是物联网应用中的最基本需求。用户需要各种近距离或远距离的通信手段,通过短信、数据或语音等方式实现物联网终端与应用系统之间的信息交互。例如,在工业生产监控中,将远程设备监测到的生产数据封装在短信或数据包中,通过移动通信网发送到后台的控制系统。

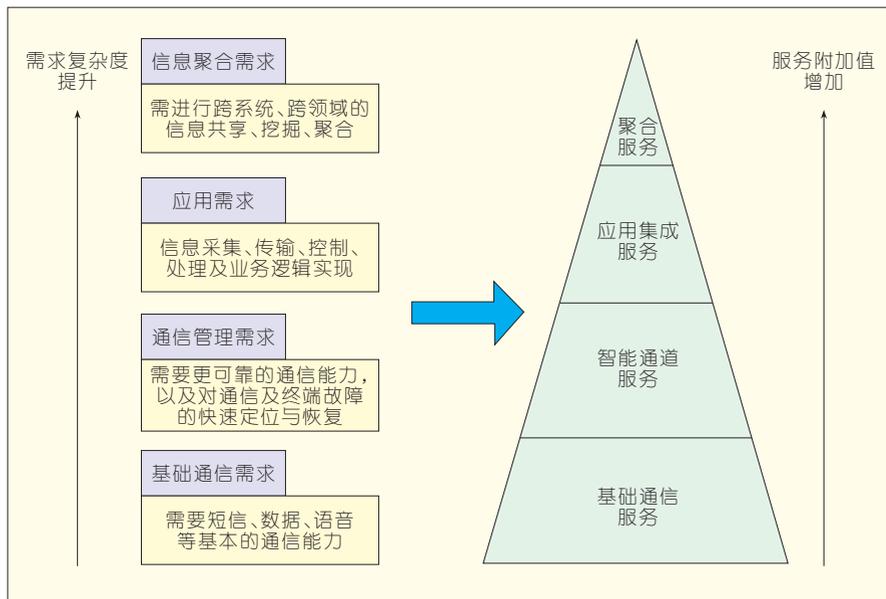
基础通信需求对应物联网的基础通信服务,可通过运营商的网络提供,此外,对于有特殊需求的行业,也可通过行业专用网络实现。

#### (2) 通信管理需求

通信管理需求的含义包括两方面,一是在物联网与生产和控制紧密结合的情况下,用户需要比基础通信服务更可靠的通信能力,以实现更可靠稳定的数据交互;二是对于大规模部署的应用,用户可使用高效的管理手段,判断通信过程和终端的状态是否正常,对终端的软硬件进行批量升级,当发生异常时,能快速定位发生故障的环节并进行诊断恢复。通过物联网智能通道服务满足通信管理需求,其核心是先于用户发现问题、解决问题,从而降低用户的使用和管理成本。

#### (3) 应用需求

应用需求包括信息采集、传输、控制和处理,以及用户特定的业务逻辑在内的信息化应用系统的实现、部署和维护。应用需求可涵盖基础通信需求和通信管理需求,还包括生产和管理等业务逻辑的实现和集成。从技术角度分析,物联网仅提供了信



▲图1 用户对物联网服务的共性需求及所对应的服务

息交互和处理的手段,要构成一个完整的信息化应用系统,还需要与用户的核心业务有机结合。应用需求通过应用集成服务实现,目前大多数的示范类物联网应用项目均包含本类需求。

#### (4) 信息聚合需求

信息聚合需求是指对于不同系统中的信息,按照用户的特定需求和业务逻辑进行筛选、分析、挖掘和组织,形成新的应用。

信息聚合的前提是跨系统的信息共享。由于信息化系统的归属主体不同,技术实现方式不同,且缺乏信息共享和交互标准,目前信息聚合类的物联网应用较少。但随着以无线城市为代表的各种跨行业应用的逐渐启动,信息聚合服务需求将日趋增加。

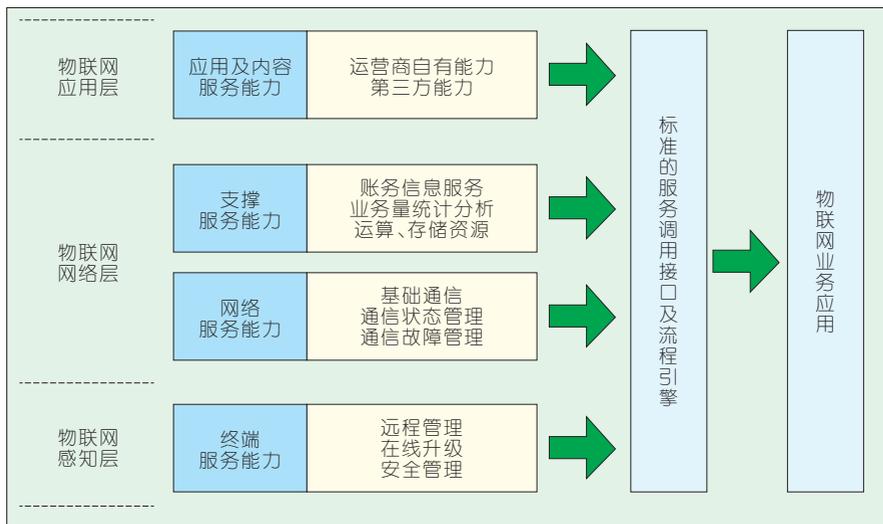
### 2.2 需求及服务现状分析

以上对物联网应用中所涉及的公共需求和对应的服务进行了归纳。从现阶段物联网应用部署的实际情况看,主要以基础通信服务为主,但已体现出向智能通道服务、应用集成服务甚至聚合服务转型的发展趋势。

目前以智能电网、智能环境等为代表的众多有较强行业主体特征的示范项目,就是为未来相关行业物联网解决方案的规模推广而进行的先期试点。例如,在电力行业,要求对远程智能电表的工作状态进行有效管理;在安防领域,要求为客户提供一体化的安防解决方案;在环保领域,需要基于各类环境指标、人口数据、气象数据和工业生产信息进行前瞻性的分析,等等。

随着用户需求从基础通信到信息聚合的复杂度的提升,所对应的服务的附加价值也随之增加,这对于产业链各方既是机遇,也是挑战。为此,无论是器件制造商、设备制造商、系统集成商和运营商,都在试图拓展自己的服务领域,形成更大的市场优势。对于通信运营商,需要在提供基础通信服务的基础上,向提供智能通道服务、应用集成服务和聚合服务的方向转变,而这个转变的前提就是能力开放体系的建设,通过能力开放体系更灵活地满足客户在不同层面的需求。

目前,国际和国内运营商均将能力开放<sup>[8-12]</sup>和智能通道服务作为物联网应用服务的发展重点,并在此基础



▲图2 物联网能力体系

上探索如何高效、低成本地提供应用集成服务和聚合服务。

### 3 物联网能力开放体系设计及实现

#### 3.1 能力开放的目标

运营商通过将物联网相关的各类服务能力开放给合作伙伴和用户,逐步建立起可快速满足用户多样化需求的、统一的、可持续发展的服务体系,并基于此形成可规模销售和管理的业务产品。具体而言,能力开放的目的包括以下几方面:

(1)提供更有效、更丰富的服务,拓展价值空间,这是能力开放最直接的目的。

在以往只提供纯通道服务的基础上,将更多的服务以“能力”这种统一的形式提供出来,满足用户的通信管理需求、应用需求和信息聚合需求,从而提升在用户物联网信息化应用中的服务比重。

(2)以专业化服务的方式满足多用户的共性需求,降低服务的提供和使用成本。

基于运营商已经建设成熟的的基础网络、业务环境和运营体系,可为用户提供广域范围内的物联网应用,有效拓展物联网应用的种类和业务

空间。此外,通过与云计算等技术有机结合,利用公共的软、硬件设施和运营服务,可有效降低在系统研发、部署和运维过程中的成本,并提高服务质量,从而为用户特别是没有IT服务能力的用户降低总体成本。

(3)使应用开发更加敏捷有效,迅速满足客户个性化需求。

针对物联网应用“碎片化大市场”的情况,将应用开发分为能力素材建设和业务逻辑开发两个相对独立的部分。运营商及合作伙伴聚焦能力素材建设,用户及应用开发合作伙伴(包括大量的独立开发者)则负责将用户需求转化为具体的业务流程,并利用底层所开放出的服务能力实现业务系统。这种方式可以有效解决物联网应用开发周期长、开发成本高的问题,并有利于分散型应用在能力层面的统一。

#### 3.2 物联网能力体系设计

与物联网体系架构对应,物联网可供开放的能力包括以下4类:终端服务能力、网络服务能力、支撑服务能力、应用和内容服务能力,如图2所示。

##### (1)终端服务能力

终端服务能力是指通过内嵌在终端中的监控代理软件,主动探测终

端的工作状态和位置等信息,并与平台侧进行交互,实现对终端的远程管理、在线升级、安全管理等功能。终端服务能力的正常提供基于两个前提:一是终端与平台之间的通信链路正常,或者在发生通信异常时平台和终端可通过心跳等机制发现;二是终端服务的机制流程工作正常,现阶段各运营商尚无关于终端服务协议的统一定义,但从实现方式看,均考虑到物联网终端的工作特点,在物联网终端与平台之间的报文交互上采用了低带宽、小数据量的处理方式。

##### (2)网络服务能力

网络服务能力是指可由运营商物联网基础网络开放出来的能力,具体包括:基础通信功能(如短信、移动数据等基础通信能力)、终端通信状态通知与查询(包括终端在线状态/在网状态、终端位置/漫游越界信息、终端IP地址和网络接入点(APN)等信息)、通信故障管理(如在短信发送失败时向应用侧发出提示)。上述能力需要对短信息中心(SMSC)、归属位置寄存器(HLR)、网关通用分组无线业务支持节点(GGSN)等设备进行必要的功能增强方可实现。

##### (3)支撑服务能力

支撑服务能力为用户提供计费、流量管理和运营维护等服务。具体内容包括:用户帐户信息的查询和通知、额度告警设置和门限告警、业务详单查询、业务量统计分析,以及与运维相关的运算、存储等一些IT服务能力。

##### (4)应用和内容服务能力

应用和内容服务能力是目前发展较成熟的一类能力。应用和内容包括两个来源,一是运营商自身提供的各类增值服务;二是由第三方合作伙伴提供的应用和行业特定信息,例如由金融行业合作伙伴提供的标准金融操作流程,由气象部门提供的实时气象和预报信息等。对于第二类应用和内容,需考虑通过何种方式引入到运营商的统一能力平台,以及使

用该应用或内容的商务模式。

### 3.3 物联网能力的有序可控开放

物联网能力体系建设是一个逐步完善的过程,随着新技术新业务的发展和市场的日趋成熟,每一类能力所包含的具体内容及所适用的商务模式也将逐渐丰富,而用户需求和应用的特点也决定了物联网能力开放必然是一个有序、受控的渐进过程。一方面,从信息化应用尤其是行业应用发展的角度看,从相对封闭到开放性地使用外部所提供的能力是一个渐进的过程;另一方面,所开放出来的能力作为面向用户的一种服务,只有做到可管理、可运营,才能在满足用户需求的同时,为运营商和合作伙伴带来增值空间。

能力开放的先后顺序取决于市场需求和技术可行性两个方面。在前文所述4类物联网能力中,网络服务能力、应用及内容服务能力是发展相对成熟的领域,终端服务能力是目前讨论和研究的热点,各运营商分别以特有的方式实现了其中的部分功能,支撑服务能力的提供则由于涉及运营商自身计费、营帐和IT系统的改造,需要较长的实现周期。具体到每一类能力中,不同能力的成熟度也有差异。

在网络服务能力中,基础通信能力开放已经有标准的接口定义,但通信状态管理和通信故障管理能力则需要对网元进行改造和增强;在应用及内容服务能力中,运营商自有能力的开放目前已实现,但第三方能力的开放需要定义统一接口,逐渐引入并给外部用户。

与有序开放密切相关的另一个问题是安全问题,能力开放过程中需要考虑的安全需求包括两个方面:

(1)防止对能力的非法使用,只有当用户(的应用系统)订购了某种能力后,才能使用该能力。

(2)能力分为内部能力和外部引入能力,对于内部能力,其实现可能

牵涉到运营商的网络、运营支撑等关键系统,物联网能力的开放不应影响到现有业务的正常运行;对于从外部引入的能力,由于是通过统一的能力开放平台提供给用户,所以需要能对其进行有效监控和审计,防止由于能力误操作或错误信息等对用户信息化系统造成异常影响。

### 3.4 物联网能力开放方案设计要素

目前,物联网能力开放体系建设正处于起步阶段,国内外主流的运营商均已启动或推出相关服务。在设计能力开放的具体实施方案时,需考虑以下因素:

(1)无论能力开放的对象是自有业务还是非自有业务,在能力开放平台架构和调用接口方面均应统一规划,从而在降低外部应用系统设计复杂度的同时,最大限度地发挥能力服务的规模优势,降低研发、部署和维护成本。

(2)在设计具体的能力开放方案时,应考虑如何支撑多样化的商务模式。如前所述,能力既包含运营商自有服务,也包含第三方提供的服务。为此,既需要支持传统的通信费、功能费等计费模式,也需要支持合作运营、收入分成、集成服务等模式。

(3)物联网应用涵盖的类型多种多样,从应用的地域性角度,可分为区域应用和全网应用。物联网能力开放方案需综合考虑及时满足用户需求 and 降低能力运维成本等多个因素。对于区域型物联网应用,采用本地服务的方式可迅速满足客户需求,并降低维护成本;对于全网应用,则需要通过统一的服务平台实现应用的一点接入、全网服务。这就要求能力开放系统采用分级部署等方式,并确保区域平台与全网平台在能力接口和处理流程方面的一致性。

## 4 结束语

以能力开放迅速满足用户对物联网业务在不同层面的需求,降低应

用的开发、推广和部署成本,已经成为业界共识和趋势。

随着物联网技术与应用的逐渐普及,能力开放体系和系统建设也将逐步增强。下阶段研究和建设的重点将集中在能力资源的丰富完善、能力开放的规范化、与现有的网络和服务的更有机结合,以及能力开放平台的建设等方面。能力开放对于物联网应用的规模发展具有重要的意义,也将构成未来以信息聚合服务和产业链协同为特色的物联网服务体系的基础。

## 5 参考文献

- [1] IBM 中国商业价值研究院. 智慧地球 [M]. 北京: 东方出版社, 2009.
- [2] Internet of things--An action plan for Europe [R]. Brussels, Belgium: Commission of the European Communities, 2009.
- [3] 国务院关于加快培育和战略性新兴产业的决定 [Z]. 国发(2010)32号, 2010-10-10.
- [4] Cellular machine-to-machine (M2M) markets: Market opportunities and trends for embedded modules [R]. New York, NY, USA: ABI Research, 2010.
- [5] 全球物联网产业发展现状及趋势研究报告 [R]. 北京: 北京诺达咨询有限公司, 2011.
- [6] 中国物联网各行业应用及潜力评估报告 [R]. 北京: 北京诺达咨询有限公司, 2011.
- [7] 中国物联网产业发展现状及趋势研究报告 [R]. 北京: 北京诺达咨询有限公司, 2011.
- [8] Global M2M communication white paper [R]. London, UK: Vodafone.
- [9] Sprint M2M: Machine-to-machine & emerging solutions [R]. Tampa, FL, USA: Sprint.
- [10] MOSS J. M2M: A partnership-driven market with enough potential for all participants [R]. London, UK: Informal Telecoms & Media, 2010.
- [11] Innovate with M2M (machine to machine) applications [R]. Foxboro, MA, USA: Axeda.
- [12] M2M Service Delivery Platform [R]. San Diego, CA, USA: nPhase.

收稿日期: 2012-01-13

### 作者简介



刘越, 北方交通大学博士毕业; 中国移动无锡物联网研究院院长助理, CCSA TC10 应用工作组组长; 主要从事物联网领域相关技术研究以及物联网技术与行业信息化结合的新业务研发; 曾主持移动代理服务、M2M 技术及应用等 ICT 产品研发项目。

# 智慧医疗应用技术特点及发展趋势

## Development of Smart Health Applications

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0022-05

**摘要:** 文章指出目前智慧医疗应用中政府主导、规模有限、标准缺乏的特点明显, 未来趋势将是应用范围更广、物联健康终端需求猛增、医疗信息互联互通更加全面。文章认为智慧医疗的核心目标是使得每一个用户享受到协同的、协调的、智能化的医疗服务, 围绕这一目标将形成一个以患者为中心、价值为基础的医疗产业链, 产业链包括政府、医疗服务提供机构、药品厂家和设备制造商。

**关键词:** 智慧医疗; 物联网; 物联健康

**Abstract:** The development of smart health applications is still predominately in the government domain and is limited by skills shortage and a lack of standards. As smart health applications become more commonplace, demand for terminals will increase and comprehensive interconnection will be necessary. In this paper, we suggest that the goal of such applications is to allow every user to benefit from collaborative, coordinated, and intelligent health services. A smart health industry will include governments, medical service providers, pharmaceutical companies, and equipment manufacturers.

**Key words:** smart health; Internet of things; interactive health

李建功/LI Jianguo  
唐雄燕/TANG Xiongyan  
(中国联通研究院, 北京 100048)  
(China Unicom Research Institute, Beijing  
100048, China)

图1所示为患者智能输液的业务流程, 在药品配发、输液耗材配发、人药匹配上均自动化实现); 另一方面有方便医护人员的智能化服务, 如防盗、视频监控、一卡通、无线巡更、手术示教、护理呼叫等。此外, 医院之间的远程会诊也是智慧医疗业务的重要组成部分。

在智慧医院内部信息化平台方面, 各医院正在加速实施基于信息化平台、医院信息系统(HIS)的整体建设。建立以患者为中心, 以优化流程为导向, 以电子病历为信息单元的医疗临床信息标准化、电子化、语义化处理平台, 在实现临床信息采集与存储的基础上, 实现临床信息的深入利用。同时, 在有资源有实力的医院逐步整合HIS、医学影像存储与传输系统(PACS、RIS)、实验室信息管理系统(LIS)、会诊系统, 实现临床科研一体化以及医疗信息集成和共享交换, 实现医疗临床信息的深层次利用。

在智慧医院医生所持终端方面, 逐渐向智能化、便捷化发展。据Manhattan研究所预言, 到2012年, 81%的医生将拥有一部智能手机。然而在Manhattan研究所2011年5月的报告中展现, 这一数字已经在2011年得以实现。随着终端产品的小型化及屏幕分辨率提高, 移动护士站、

**智**慧医疗作为生命科学和信息技术交叉学科, 为用户提供了医疗健康互动服务保障, 逐渐成为未来生活必不可少的一部分。在近年来的智慧医疗的应用推广中突出由政府主导性、规模有限性、标准性缺乏等特点, 同时也展现出巨大市场潜力和未来应用推广的发展趋势。

### 1 智慧医疗概念及业务形式

智慧医疗是一门新兴学科, 也是一门交叉学科, 融合了生命科学和信息技术。智慧医疗的关键技术是现代医学和通信技术的重要组成部分。智慧医疗通过打造以电子健康

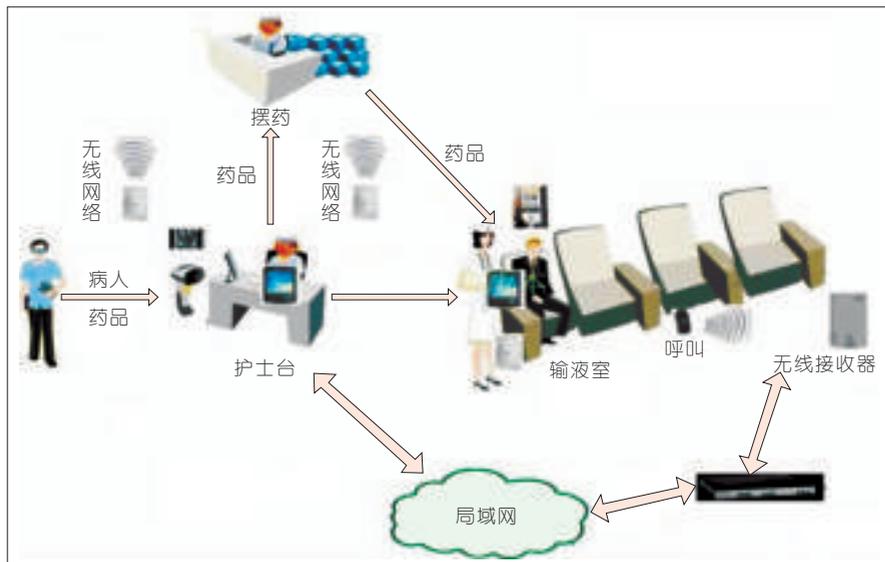
档案为中心的区域医疗信息平台, 利用物联网相关技术, 实现患者与医务人员、医疗机构、医疗设备之间的互动, 逐步达到全面信息化。

目前, 类似概念很多, 诸如无线医疗、移动医疗、物联健康等说法, 然而从以上概念的核心特征看均属于智慧医疗范畴。根据信息互动主体不同, 智慧医疗的业务范围大体分为智慧医院服务、区域医疗交互服务、社区/家庭自助健康监护服务、智能远程急救服务。

#### 1.1 智慧医院服务

智慧医院服务主要指在医院范围内展开的智能化业务, 一方面有方便患者的智能化服务, 如患者无线定位、患者智能输液、智能导医等(如

**基金项目:** 国家科技重大专项(2011ZX03005-004-01); 科技部国际科技合作项目(2010DFA11590)



▲图1 智慧医院业务流程示意图

医用 Pad 终端已开始有部分医院中应用<sup>[4]</sup>。

## 1.2 区域医疗服务

区域医疗服务信息化是以用户为中心,将公共卫生、医疗服务、疾病控制甚至包括社区自助健康服务的内容相互联系起来。该信息化服务以健康档案信息的采集、存储为基础,自动产生、分发、推送工作任务清单,为区域内各类卫生机构开展医疗卫生服务活动提供支撑。该服务作为“十二五”卫生信息化的主要组成部分,将在“十二五”医疗卫生规范中成为医疗信息化建设重点内容之一。

区域医疗服务平台是连接区域内的医疗卫生机构基本业务信息系统的数据库和共享平台,是不同系统间进行信息整合的基础和载体。图2展示的是基于电子健康档案的区域卫生信息平台基本架构。通过该平台,将实现以电子健康档案信息的中心的妇幼保健、疾控、医疗服务等各系统的信息进行协同和共享。从业务角度看,平台可支撑多种业务,而非仅服务于特定应用层面。

## 1.3 家庭自助健康监护服务

健康监护业务主要直接针对个

人类或家庭类客户,主要实现方式是通过手机、家庭网关或专用的通信设备,将用户使用各种健康监护仪器采集到的体征信息实时(或准实时)传输至中心监护平台,同时可与专业医师团队进行互动、交流,获取专业健康指导。实现形式多种多样,也可结合区域医疗服务信息化平台,开展全民建档及电子健康档案信息更新;也可与应急指挥联动平台结合,结合定制化手机或定位网关提供一键呼、预报

警等功能。

健康监护业务根据应用场景不同可分为家庭健康监护业务、个人健康监护业务和车载急救监护业务几类,各场景对平台、网络及终端的关键技术、实现形式均有不同需求。

图3展现了健康监护业务架构,其中涵盖健康监护终端、数据传送网关、信息展现平台等终端实现环节。

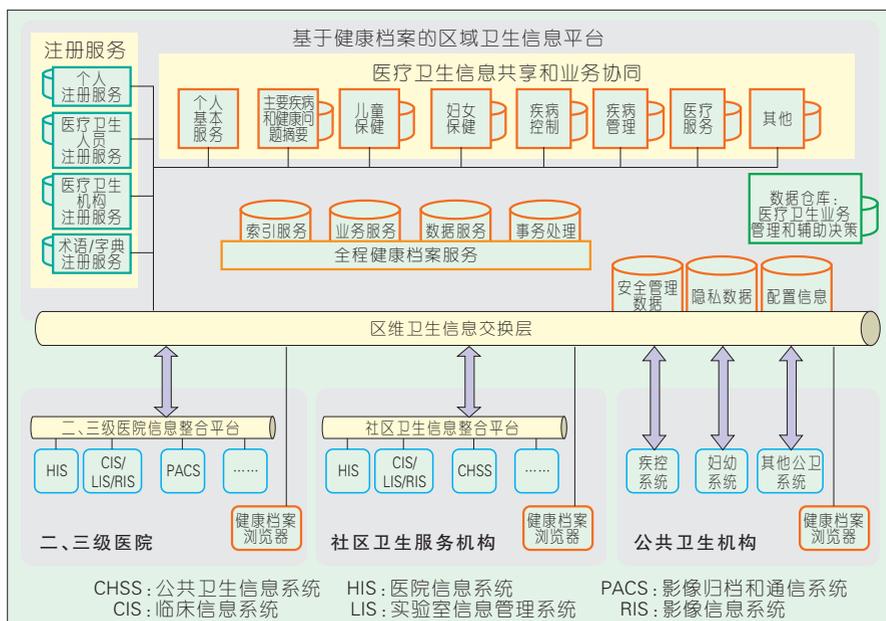
## 2 智慧医疗应用技术特点

智慧医疗需要新一代的生命科学技术和信息技术作为支撑,才能实现全面、透彻、精准、便捷的服务。智慧医疗体系架构图如图4所示。智慧医疗在整个泛在网、物联网体系中所涉及感知层、网络层、平台层的各种关键技术。

### (1) 技术范围广

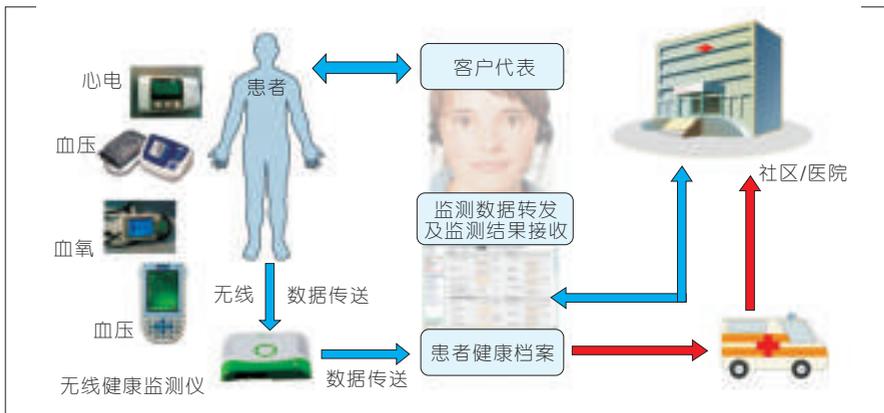
在智慧医疗相关技术领域涉及感知层、网络层、平台层的关键技术,针对以上介绍的几类业务场景所相关的技术包括:

- 智能感知类技术,如射频标识(RFID)技术、定位技术、体征感知技术、视频识别技术等。智慧医疗中的相关数据主要从医院和用户家中各系统传出信息的传感器获取的,实现



▲图2 区域医疗信息平台系统架构图

CHSS: 公共卫生信息系统 HIS: 医院信息系统 PACS: 影像归档和通信系统  
CIS: 临床信息系统 LIS: 实验室信息管理系统 RIS: 影像信息系统



▲图3 个人健康监护业务架构

被检测对象准确的数据采集、检测、识别、控制和定位。

- 信息互通类技术,如上下文感知中间件技术、电磁干扰技术、高效传输技术等。实现用户与医疗机构、服务机构之间健康信息网络协作的数字沟通渠道,为整个医疗系统海量信息的分析挖掘提供通道基础。

- 信息处理技术,如分布式计算技术、网络计算技术等,完成对各类传感器原始测报或经过预处理的数据进行综合和分析,更高层次的信息融合实现对原始信息进行特征提取,再进行综合分析和处理。

(2)技术需求个性化强

针对几类医疗健康场景采用的关键技术也各有不同特点,具有一定复杂性。

- 针对智慧医院场景下环境复杂、多种终端共存、医用设备防干扰要求高等特点,医疗健康环境电磁干扰技术要求成为智慧医院场景下一个重点要求。包括临床场景下多径环境下多个移动用户及射频干扰源时对医疗设备的电磁干扰影响,目前中国联通研究院与北京邮电大学开展合作“国际科技合作项目”拟与加拿大合作针对室内电磁辐射级别的室内现场预测模型进行建模,用于蒙特利尔医院无线局域网(WLAN)环境下的电磁干扰及覆盖研究。

- 无线定位技术是第三代移动通信的重要技术之一,根据医院、家

庭、野战环境下实时监控需求,提出三维空间的精确定位的要求,目前业内已提出了许多室内定位技术解决方案,如 ZigBee 定位技术、超声波定位技术、蓝牙技术、红外线技术、射频识别技术、超宽带技术、光跟踪定位技术,以及图像分析、信标定位、计算机视觉定位技术等,以实现医护人员、病人、医疗设备等目标移动条件下的精确定位。

- 高效传输技术是指充分利用不同信道的传输能力构成一个完整的传输系统,使信息得以可靠传输的技术。针对医疗健康信息传输的需要,针对医学信号处理技术,研究能够有效压缩医疗传感器数据流、医疗

影像数据的新的压缩算法;针对无线传感器网络的高能效传输技术研究,涵盖传感器网络分布式协作分集传输算法,从而提高传感器节点及整个无线传感器网络的能效。

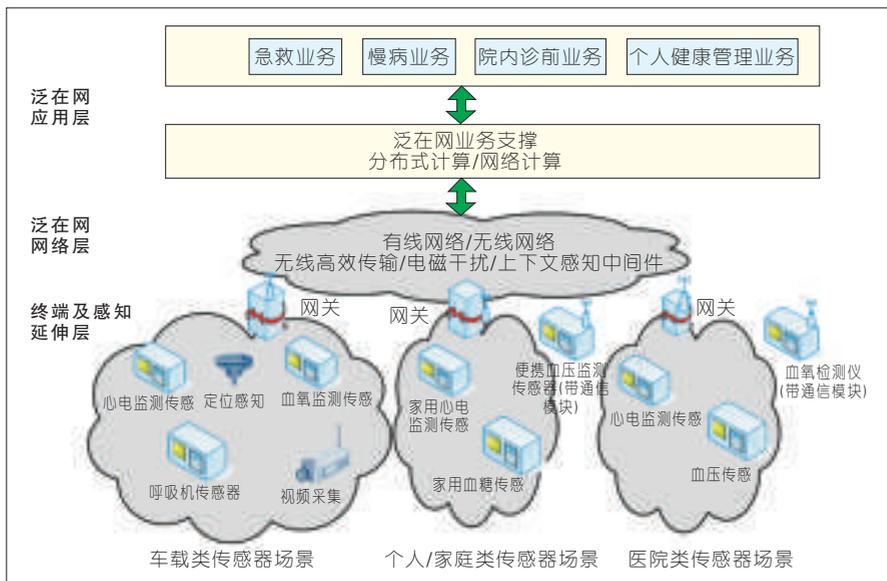
(3)技术门槛高

智慧医疗属新兴行业,但其涉及技术和研发成本偏高,在为传统医疗信息系统和设备厂商带来商机的同时,也将一些研发实力薄弱、投入资金有限的企业逐渐挤出智慧医疗主流产品供应商外围。

基于以上技术分析,面向智慧医疗的一些关键技术仍不成熟,还待继续完善、研发、产品化。规模化生产和产业布局仍需投入较大研发成本,因此对企业的创新研发能力、技术基础和产品沉淀有较高的要求。

3 智慧医疗应用发展现状

智慧医疗领域在电信运营商眼中的位置正变得越来越重要。近年来,无论是中国运营商还是国际运营商,都在积极向这一领域扩张。运营商不仅将提供医疗信息化服务作为履行企业社会责任的举措,而且也将其视为新的盈利增长点。在组织结构上,全球重要电信运营商纷纷成立了专门的部门以负责医疗信息化的



▲图4 智慧医疗体系架构图

运营,并且还大量聘请来自医疗机构负责信息技术的高管组成咨询委员会。这对于运营商了解医疗行业需求具有重要的作用。除此之外,运营商还非常重视与产业链重点环节建立伙伴关系。在服务方面,运营商非常重视网络及安全设施的部署,这是提供医疗信息化服务的基础<sup>[2]</sup>。

2010年,运营商西班牙电信强势进军医疗信息领域,专门成立了智慧医疗业务部门。西班牙电信采取了进军电子医疗业务领域的做法。提供开发并销售基于ICT的医疗业务,包括通过移动方式提醒患者就医、适用于慢性患者的远程监控、远程修改病历以及基于视频会议的病患咨询等。

AT&T公司最近在管理层架构中新设了一个全新的高层职位——首席医疗信息官。该举措标志着该公司已经将智慧医疗行业作为一大潜力领域进行系统开发。AT&T公司针对行业中医院、医生、公共卫生人员、纳税人等不同的主体提供了相应的解决方案。AT&T提供了包括医疗信息交换、远程医疗、安全服务、灾后恢复、统一通信、远程医疗等解决方案。

Vodafone在智慧医疗服务领域重点关注三类主体,制药公司、医疗服务机构和医疗保险提供者。Vodafone研发团队提供应用服务系统作为重点产业。医疗机构员工可通过移动终端以远程方式方便接入其应用系统,使其能够实时接入最新医疗健康数据并使用其他资源,以方便服务客户、判断产品效能、指导安全用药、提高产品和服务效率。

此外,国际几家主要的平台研发企业和服务提供商也高调介入智慧医疗行业领域。

高通公司宣布组建全资子公司——高通生命公司,将运营此前的高通无线医疗部门业务。同时还将设立规模为1亿美元的高通生命基金,由高通公司的投资集团——高通风险投资管理。高通生命公司的首项

产品——无线医疗终端的2net™平台,目前已上市。旨在通过基于云的解决方案将无线医疗终端互连,以方便终端用户、他们的医疗保健服务提供者和护理者访问生物计量信息。谷歌和IBM公司在2009年即宣布,患者可以使用IBM的软件从他们的医疗设备,如血压和血糖监测的接口来传输各自的数据,并通过谷歌在线录入个人健康记录库中。

英特尔公司和通用电气公司也早在2009年建立合作关系,在智慧医疗业务领域开展深入合作。他们发起成立了康体佳健康联盟,旨在实现医疗设备和系统之间交换信息标准化。

然而,在过去的3~5年内,中国运营商的智慧医疗业务与国际方向不同,大多数地方运营商目前主要提供的是一些保健、健康提醒类信息服务,多是为用户提供疾病预防和饮食调养之类的信息推送服务或预约类服务。该类普适性的信息用户也可以通过网络免费获得,缺乏针对性,并且在服务链中多以“哑管道”提供者角色出现,介入服务深入有限,对用户的吸引力有限,仍未在医疗健康信息服务本身中产生价值。令人鼓舞的是,近来中国智慧医疗应用发展,其多数发展模式是在延承国际健康服务先进理念的同时兼顾具体国情,其经验具有借鉴价值。如何突破价格竞争“瓶颈”,积累充足且合格的专业人才,梳理优化业务流程,加强信息化建设,建立适合中国国情的智慧医疗发展模式与发展战略,已经成为决定智慧医疗产业未来命运的主要因素。

综上,目前全球智慧医疗业务发展均突出以下共同特点:

- 传统通信行业多以ICT基础业务作为智慧医疗业务切入点和业务开展基础。

- 智慧医疗作为行业信息化的典型应用,具有行业特点强、个性化要求高特点。

- 智慧医疗作为新兴行业,目前仍未形成成熟产业链,各合作伙伴正在探索未来发展模式。

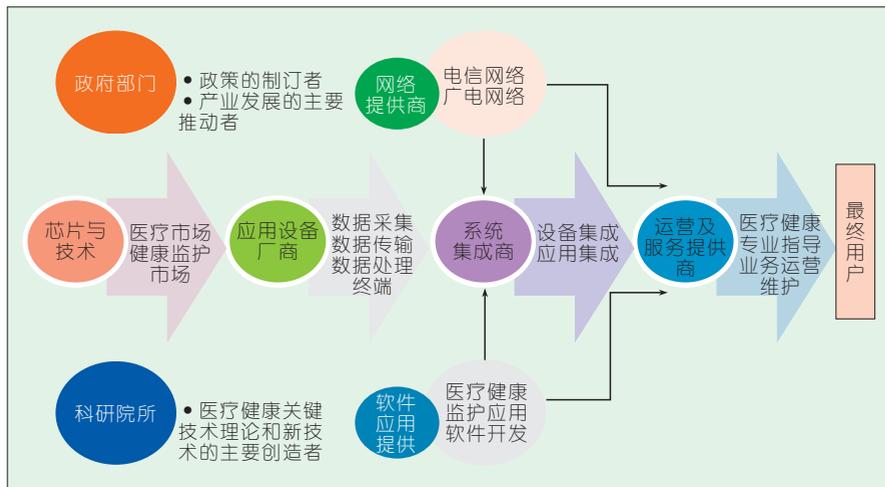
#### 4 智慧医疗应用发展趋势

通过对全球智慧医疗技术特点分析及业务现状梳理,可见智慧医疗将成为健康管理最有效的适宜技术。智慧医疗将覆盖影响个人及人群的健康因素全生命周期的过程,实现有效地利用以用户为中心的健康信息及各类医疗资源来达到最大健康效果。中国的智慧医疗产业是在中国特定的制度环境下新兴的医疗服务业态,目前仍没有形成成熟的模式可供比较和参考,在近年来的发展过程中展现出政府参与度加强、应用范围广、物联健康终端需求猛增、互联互通更加全面等特点。

##### (1) 政府参与加强

智慧医疗作为一种新兴的医疗服务业态,没有相对成熟的商业模式可供参考,目前中国还缺乏与之相匹配的法律、政策及规范,现行政策按医院审批和监管模式进行,为医疗服务机构发展带来了一些困难,对个人电子健康档案信息法律保护缺失。随着中国医疗卫生“十二五”规划出台,明确医疗信息化建设作为“四梁八柱”之一,要求利用现代化的信息手段,推动医药卫生体制改革,为百姓提供安全、有效、方便、价廉的基本卫生服务,并进一步明确“3521”工程建设要求,即建设国家、省和市州3级卫生信息平台,加强公共卫生、医疗服务、新农合、基本药物制度和综合管理等5项业务应用,建设居民电子健康档案、电子病历2个基础数据库和1个专用网络。可以预见在未来3年内,医疗主管机关将逐渐针对人群、服务范围、标准,出台相关政府监管、法律、规范,解决健康体检与健康诊疗、健康保险的结合问题<sup>[3]</sup>。

据谷歌宣布将从2012年1月1日起永久关闭个人医疗信息聚合服务Google Health,该服务的关闭反映出



▲图5 智慧医疗产业链示意图

公共云服务的现状,也表明公众对于将个人信息存放于免费服务的意愿仍不够强烈,用户更期望政府监管下的健康信息服务。

#### (2)应用范围更广

随着应用系统和终端产品的逐渐成熟完善,智慧医疗的应用范围也将逐渐拓广,智慧医疗的应用范围逐渐覆盖用户全生命周期,从新生儿出生、新生儿家庭访视、儿童健康检查、预防接种、健康体检、高血压患者随访、糖尿病患者随访、重症性精神病患者随访、老年人健康管理、健康教育等一系列活动。在国际上, IDC 研究公司 2011 年数据显示,大约 14% 的美国成年人使用智慧医疗的移动医疗程序管理保健、健康和慢性病问题。中国卫生部“3521”工程明确提出重点业务系统中包括药物管理、公共卫生信息管理、新农合监管、城镇医疗保障、药品器械信息化监管、远程医疗服务、共享协作服务等,智慧医疗也将覆盖以上范围。

#### (3)物联健康终端需求猛增

据 ABI 研究公司 2011 年的一份研究报告中预测,2016 年可佩戴设备的市场需求将超过 1 亿台,未来将有 8 000 万该类设备成为健身感测器。ABI 预测,在未来 5 年中,消费者在体育、健身以及临床上使用的心率监测器和可佩戴血压计等设备将促进无

线感测器的应用。蓝牙 4.0 等新型低功耗无线技术也将与社交网络和智能手机相结合促进无线感测器的应用<sup>[4]</sup>。根据 InMedica 公司 2010 年报道,在世界范围内,远程医疗使用的家庭血糖仪、血压计、体重秤、脉动血氧计和峰值流量计等联合装置的发运量将增长到 160 多万台。

可见物联健康终端产品,将在未来 3~5 年里成为广大市民主要健康业务必不可少的一部分,尤其对于管理慢性病,尤其是慢性阻塞性肺病(COPD)、充血性心力衰竭(CHF)、高血压和糖尿病<sup>[5-6]</sup>。

以便捷化、低成本化、移动化为特征的物联网健康终端也将随着智慧医疗应用范围拓广急剧增加。

#### (4)医疗信息互联互通将普遍

随着中国区域医疗服务平台分阶段开始部署、搭建,未来的智慧医疗将真正实现医疗信息的互联互通。而且,预计智慧医疗将成为一个多级、多层面的数据处理平台,完成多个信息源的数据进行关联、估计和组合,实现各系统及物联网多元数据相关信息的全面加工和协同利用,最终实现医疗信息的融合。

## 5 结束语

通过以上分析,智慧医疗将成为未来医疗卫生信息化的主要发展趋

势,其核心目标是使得每一个用户享受到协同的、协调的、智能化的医疗系统所提供的服务。从产业角度看,未来将创建一个以患者为中心、价值为基础的医疗产业链,包括政府角色,医疗服务提供机构角色,社区、药品和设备制造商角色。智慧医疗产业链如图 5 所示。

目前产业链各角色面向智慧医疗均有所动作,或研发平台产品,或研发芯片、或提供系统集成,或提供网络,然而远未实现针对智慧医疗信息为中心的有机产业链上下游互动,只有实现各角色协同合作,才能真正打通面向智慧医疗的智能管道,提供协同化健康服务,用户才能享受到最便捷、最放心的智慧医疗业务。

## 6 参考文献

- [1] “感知健康 智慧医疗”战略规划报告[R]. 2010.
- [2] 郭庆婧. 运营商剑指医疗信息化[N]. 人民邮电报, 2011-10-12.
- [3] 基于健康档案的区域卫生信息平台建设指南(试行)[S]. 北京: 卫生部信息化工作领导小组, 2009.
- [4] 李建功, 赵文东, 王宁, 等. 移动医疗终端呈现四大发展趋势[J]. 通信世界, 2011(30).
- [5] 贾雪琴, 包建军, 李建功. 物联网在智能心电图监护上的应用[J]. 信息通信技术, 2010(4): 24-28.
- [6] 李建功. 物联网环境下移动终端的发展趋势思考[J]. 信息通信技术, 2011(5): 75-78.

收稿日期: 2012-01-12

### 作者简介



李建功, 天津大学硕士毕业; 工作于中国联通集团研究院; 研究领域为智慧医疗业务、物联网业务平台架构及终端技术; 主要从事泛在网及物联网业务研究工作, 牵头负责中国联通智慧医疗研发及中国联通物联网终端及中间件研发项目, 主持编写了基于泛在网的医疗健康监测业务场景及技术要求标准报告。



唐雄燕, 中国联通研究院副总工程师、博士、教授级高级工程师, 兼任北京邮电大学教授、博士生导师, 中国通信标准化协会泛在网技术工作委员会副主席; 长期在电信运营企业从事宽带通信和信息应用方面的研发以及技术管理工作; 已出版专著 5 部, 发表技术论文 100 余篇。

# 基于 REST 风格的混杂感知车载网 信息服务设计

## Design of a RESTful Service for Hybrid Sensor and Vehicular Networks

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0027-05

**摘要:** 实时可靠地获得全面的车载感知服务信息是车载网络发展的“瓶颈”问题。混杂感知车载网(HSVN)兼有无线传感器网络(WSN)和车载自组网(VANET)的特点,为车载用户提供了大量车载信息,是车载网络的发展趋势。表述性状态转移(REST)架构统一了资源格式和交互形式,在服务器和客户端间进行无状态服务,有利于异构问题的解决。文章基于 HSVN 的信息服务特征,提出一种新型车载网络框架和服务模型,能提高车载感知信息的服务交互能力;基于 REST 架构理念,采用 HSVN 中信息服务资源设计方法,为异构网络下的信息交互系统提供一种轻量化的实现途径。

**关键词:** 混杂感知车载网; 表述性状态转移; 车载感知服务; 服务资源

**Abstract:** Obtaining vehicular sensor information reliably in real time has always been a bottleneck in vehicular networks. Hybrid sensor and vehicular networks (HSVN) incorporates the features of wireless sensor networks (WSN) and vehicular ad hoc networks (VANET) and provides users with a large amount of vehicular information. HSVN is becoming the trend in vehicular network development. REST architecture makes resources and interactive behavior more uniform and creates stateless services between server and client. These features are helpful for heterogeneous applications. In this paper, we propose a new vehicular network frame and service module for improving interaction. We propose a way of using the information service resources design method in HSVN to create a lightweight method for building an interactive system in a heterogeneous network environment.

**Keywords:** HSVN; REST; vehicular sensor service; service resource

随着物联网技术的不断发展,以感知、互联为特征的物联网应用越来越得到重视,一个重要的应用领域就是车联网。和传统的物联网一样,车联网的基础也是无线传感网(WSN),它为车辆的感知、互联提供基础支持。由于车辆移动的特性,车辆之间通常形成以自组织为特点的车载自组网(VANET)。WSN 和 VANET

**基金项目:** 基金项目: 国家科技重大专项(2011ZX03005-004-01)

的结合形成一种混杂感知车载网(HSVN)<sup>[1-2]</sup>。在 VANET 或 HSVN 中,车辆非静态地与基础网络进行链接(与传统的计算机网络方式不同),这使得车辆网络必须考虑如何将车辆作为节点集成到基础网络当中,以便网络能够通过路由设施寻址获得对车辆节点的交互服务。

由于 VANET 和 HSVN 的移动和自组织性,在物联网的应用层,从信息资源类型、信息资源访问方法、信

黄江龙/HUANG Jianglong  
陆剑峰/LU Jianfeng  
(同济大学 CIMS 研究中心,上海 200092)  
(CIMS Research Center of Tongji University,  
Siping Road 1239, Shanghai 200092, China)

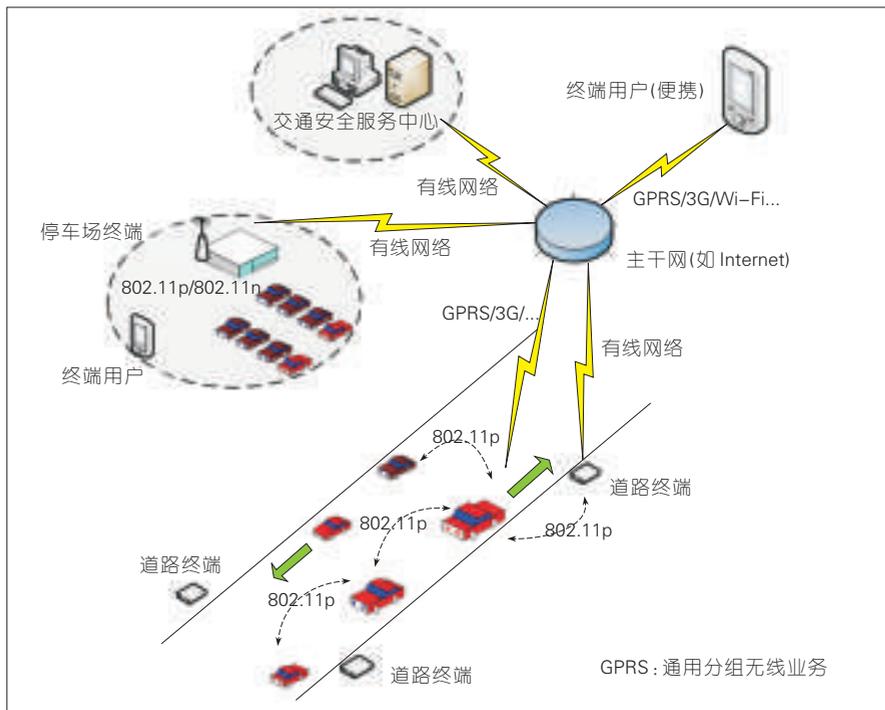
息资源的交互方式等角度出发,对其所运行的信息系统也有不同的要求。在 Web 服务当中,表述性状态转移(REST)作为一种软件架构约束或者设计原则,其目标在于避免服务器使用资源服务的应用状态,通过确保服务当中的重要资源能够以统一标识符(URI)的方式得以指示,进而使得客户端的所有交互能够从服务器上获得所有必需的服务状态信息,同时服务器端不用保存来自客户端的资源会话状态信息<sup>[3-4]</sup>。与传统的基于状态的应用相比,REST 的这种工作方式大大提高了 Web 服务的可伸缩性、通用性和组件独立性,这对于需要处理海量的不同信息类型的无线车辆网络无疑具有一定的适用性。

本文结合 HSVN 信息服务的典型应用,给出一种基于 REST 设计思想的车载感知信息服务的设计框架,它能够以较经济的方式满足车载感知信息服务需求。

### 1 混杂感知车载网信息服务

#### 1.1 混杂感知车载网信息服务场景

车辆在道路上行驶,在经过道路



▲ 图1 典型 HSVN 应用场景

交叉口临时停靠和进入停车场后停靠情况下,车辆和外单元的信息交互服务应用,可以看作是典型的具有 WSN 和 VANET 特征的 HSVN 应用。图 1 表示了这种 HSVN 应用的一个典型场景。

图 1 中,架设在道路边上的道路终端,以及在停车场上的停车场终端,构成了一个“静态”的无线传感器网络(WSN),静态 WSN 的主节点可以有有线的方式接入主干网(如 Internet)。而车辆自身的感知服务加入到这个静态 WSN 中,形成了“动态”的 WSN

行驶在道路上的车辆之间构成一个自组织的 VANET。车辆处在 VANET 和 WSN 两个网络之中。这两个网络能够实现道路交通信息的共享以及进行快速的数据交换。车辆自发组成的 VANET,并不是保持持续的状态而是在可能的条件下以点对点的模式进行互联,尤其是在两辆车相互靠近的时候。车辆一方面能够采集自身的状态信息,另一方面当车辆经过道路终端时能够下载存储于

网络当中的道路信息,而车辆也能实时地将自身的信息上传到 WSN 进行覆盖更新。图 1 给出的典型场景中存在着 3 种交互子场景:

- VANET 中车辆与 WSN 的交互,通过和道路终端的通信完成。
- 同一方向上的车车交互。
- 相反方向上以车群为单位的车车交互。

## 1.2 混杂感知车载网服务模型

通过对典型场景的分析,可以形成一个 HSVN 内信息交互对象分成车载终端用户、道路交通服务基站、交通安全服务中心和 PC 用户四大类。其中,PC 用户是指通过高速接入(一般为有线网络)方式接入到主干网的静态终端用户,这部分用户的应用模式

▼ 表 1 HSVN 典型场景服务内容

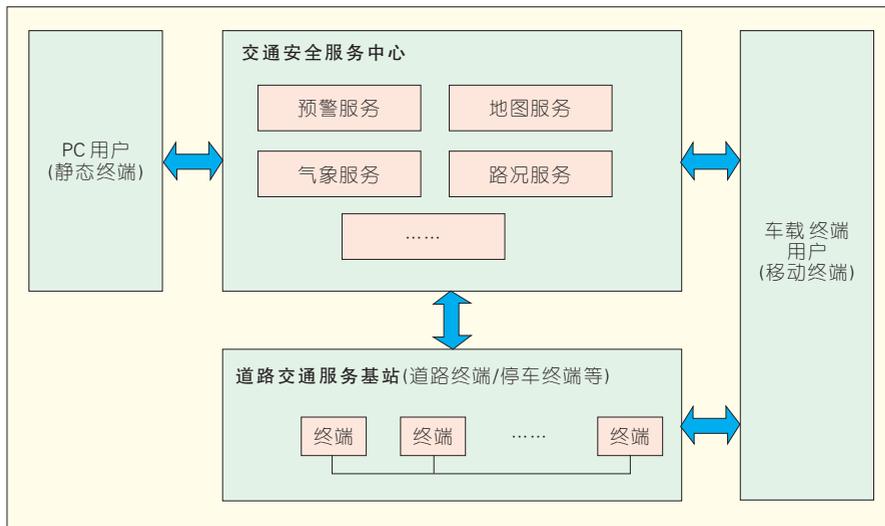
服务项目	服务参数	服务描述
车辆预警	速度、安全气囊等	超速、车辆爆炸、紧急刹车、脱离道路等情况时进行警报
路况信息	车流量、事故报告等	前方发生事故、道路拥堵等情况时进行警报
气象服务	温度、颗粒物等	从服务基站获取的气象信息
地图服务	经纬度、电子地图等	车辆定位、路径规划等

和传统的 PC 应用模式相同,本文中不加专门讨论。

HSVN 应用目的之一是保障交通安全,为用户提供“平安出行”的服务。交通安全服务中心作为整个服务系统的核心,维护了各项服务的独立性和安全性。一般它具有专门的数据库系统。数据库系统和交通路况信息系统、地理信息系统(GIS)等进行互联,结合 HSVN 中道路交通传感器网络,能够存储从各个节点收集来的各项数据,进行有效地数据分类规划并对各分类服务进行有效地管理控制。典型的服务内容见表 1。

图 2 中的道路交通服务基站是由一系列道路终端、停车场终端等组成的传感器网络。根据交通安全设计的需要,这些基站(终端)可以是简单的信息收发单元(类似于接入点(AP)),也可以是自带系统的智能单元。从安全感知的需求出发,道路交通服务基站会被设计成为带有数据库的小型计算机系统,既可监测路况信息又可作为数据的接入点。它能够从任何的车辆节点接收、存储数据,也能够为车辆提供一定的信息服务。其拥有属于自己的资源控制规则。基于基站感知元件的感知能力不同,不同的道路交通服务基站有不同的覆盖范围。在移动应用中,车载终端用户形成车载自组网(VANET),网内车辆为点对点的通信模式。随着车辆在道路上的行进,一般这个网络会动态地进行改变。

车载终端和交通安全服务中心以及道路交通服务基站的通信会比较复杂一些。一方面,车辆通过道路终端或停车场终端等服务基站来获取信息服务。如果车辆在行驶过程



▲图2 HSVN 场景服务结构

中,其与道路终端的关系动态地改变,服务会根据车辆行驶的路线分段进行。车载终端会进行网络接入点的监测,选择便于接入的道路交通服务基站。车辆终端用户从中获取路况信息。道路交通服务基站会定期与交通安全服务中心进行交互以更新信息。道路交通服务基站扮演着无线网络和固定网络的接口角色,其自身也相应搜集气象等信息。图2显示了场景的服务结构。车载终端用户所在的车辆节点拥有独立的信息展示系统,沿其行驶路线进行数据收集,一方面接受服务基站和安全中心的各种服务,一方面将自身的数据与基站和中心进行共享。车辆节点与其所在的车载自组网同样也会进行信息的共享。

对于没有道路交通服务基站覆盖的区域,车载终端可以通过移动网络(2G/3G网络)和主干网进行通信,直接从交通安全服务中心获取服务。

### 1.3 混杂感知车载网信息服务的特点

根据上面分析,结合 HSVN 中车载终端的移动特性,可以得知 HSVN 中信息服务有如下特点:

(1)信息多路传播,多路由。车载终端可以通过道路终端接入到主干网,获取交通安全服务中心的服务,

也可以通过移动网络直接接入主干网获取服务。数据传输路由的选择则与道路终端的部署情况、车辆无线网络的信号强度、服务的内容等因素有关系。

(2)客户/服务角色的统一。一个节点(车载终端、道路终端等)在整个网络中既可能是客户(获取服务),也可以是服务者(提供信息服务)。每个终端都有一定的信息处理能力,需要对不同的信息进行融合分析处理。

(3)信息可以分成紧急和非紧急两大类。对于紧急信息,需要实时传播。例如,前面车辆的突发故障信息需要及时传递给后续车辆,发出警示。紧急信息一般可以被设计成短帧格式,便于传送。而非紧急信息,如道路的实时路况视频信息,一般需要更大的带宽来进行传输。

(4)服务传送信息越简洁越好。由于移动过程中车辆和道路终端的连接会频繁切换,因此一个服务最好是车辆在一个道路终端的覆盖范围内完成。服务信息涉及的字节数越少,完成服务的时间越短,其涉及的信息单元就越少。

## 2 表述性状态转移信息交互设计

针对跨平台、松耦合的客户/服

务体系,面向服务的架构(SOA)是一种普遍的解决方法。2000年 Microsoft 公司正式提出 Web 服务概念,并且随后联合其他公司共同制订了简单访问对象协议(SOAP), Intel、IBM、Microsoft 等公司指定了 Web 服务描述语言(WSDL)和统一描述、发现和集成(UDDI)协议,形成了完整的 SOAP Web 服务体系架构<sup>[5]</sup>。在该模式下,超文本传输协议(HTTP)只是用来进行信息传递的协议。在这协议之上有 SOAP 协议对数据进行封装<sup>[6]</sup>。一个 Web 服务通过 WSDL 来进行描述,一般包含了多个可以被调用的方法。调用方法可以使用多种数据类型,甚至是数组等复杂数据类型。

这种面向传统计算机平台的 Web 服务架构主要缺点是实现复杂,一个 URI 对应的 Web 服务包含很多方法,各个方法调用形式不同,参数类型不同,导致访问的编程复杂。同时,由于信息传递是通过基于 SOAP 规范的可扩展标记语言(XML)文件实现,数据传递过程必须进行必要的打包操作,带来了数据传送量的增大。

2000年, Roy Thomas Fielding 提出了 REST 风格的 Web 服务。服务在 Web 级规模交互上存在优势,其具有以下特征<sup>[6-7]</sup>:

- 带有状态的服务被抽象成资源。
- 每个资源都对应唯一的资源标识(URI)。
- 所有资源通过通用的连接器接口(HTTP)进行通信和操作,限制在 CRUD(Create、Retrieve、Update 和 Delete)4种操作。
- 所有 REST 交互都是无状态的。
- 采用 Client-Server 结构,用户界面与数据存储分开。
- 架构是分层的。
- 服务器端响应应强制标志出是否可以缓存。

在 SOAP 式的 Web 服务架构中,关注点在于方法;在 REST 式的架构中,关注点在于资源。服务架构使用标准方法检索并操作信息片段,同时

▼表 2 HSVN 场景典型数据集

模块	数据集	数据集属性
车辆预警	车辆预警信息	车辆 ID、车速、车向等
路况预警	路况预警信息	前方事故报告、车流量等
气象服务	气象服务信息	气温、湿度、PM2.5 等
定位服务	定位服务信息	经纬度、道路位置等
路径规划	路径规划信息	文字、图像等

▼表 3 路况预警资源 URI 设计表

资源	URI	描述
路况预警	GET/road-warning/{condition}	获取指定条件的路况
—	POST/road-warning	发现新路况
—	PUT/road-warning/{condition}	有条件更新路况
—	DELETE/road-warning/{condition}	有条件删除路况信息

需要制订信息的表示方法<sup>[8]</sup>。REST 利用简单的 HTTP、URI 标准和 XML 语言构建起轻量级的 Web 服务,从而大幅度地提升了开发效率和程序性能,也为构建下一代高性能、高可伸缩性、简单性、可移植性、可靠性的 Web 程序提供了一个架构风格上的准则。

### 3 混杂感知车载网信息服务的表述性状态转移风格的服务设计

REST 风格的服务设计,可以被称为面向资源的应用(ROA)风格的应用。在 REST 当中,资源的定义起到了基础性的作用。资源设计可借鉴的方法有很多种,这里主要从上面提到的服务对象和服务过程来归纳。

#### 3.1 感知信息数据规划

在 REST 当中,进行数据规划的真正作用在于提出系统想要提供或者说暴露的数据集,也就是系统的服务类。表 2 是 HSVN 场景下所定义的典型数据集,每一数据集拥有其根据实际需要而统一的数值类型和命名方式。

#### 3.2 感知信息资源设计

REST 的资源设计和命名是通过设计 URI 来体现的,同时 URI 也表明

了资源的地址<sup>[9-10]</sup>。URI 是客户端与服务端之间接口的重要部分,保持其稳定性和永久性是相当重要的,为此设计时应该按照一定的规范来保障 URI 的一致性。本文按文献[11]所提的惯例来设计。

首先对于整个服务来讲,服务首页也就是根资源,定义其 URI 为 http://www.hsvn-service.com。接下来,可对每个子服务进行设计,其 URI 分别定义如下:

- 车辆预警模块——http://www.hsvn-service.com/vehicle-warning
- 路况预警模块——http://www.hsvn-service.com/road-warning
- 气象服务模块——http://www.hsvn-service.com/weather-services
- 定位服务模块——http://www.hsvn-service.com/localization-services
- 路径规划模块——http://www.hsvn-service.com/path-plan

在此基础上,以路况预警为例,进一步进行设计,具体如表 3 所示。

#### 3.3 感知信息资源表述

确定资源并设计好 URI 以后,必须考虑当客户端发送服务请求时,服务

器应返回什么数据。在 REST 风格中,资源有多种表示形式,包括 XML/JSON/ATOM 等等。该资源格式应能够:传达资源的当前状态;链接到可能的下个应用状态或资源状态。

路况预警资源的组织形式,表现为层次结构,每一层次就是一项数据报告,以属性名进行命名。同时为实现连通性,在路况预警资源的表示中将显示其他资源的 URI。由于 JSON 格式表示简单,属于纯文本格式,有利于降低网络的负载要求<sup>[12-13]</sup>,本文采用此格式。类似的表述格式如图 3 所示。

从整体上考虑,资源的表示主要是设定 HTTP 的请求报头和请求实体,并且实体的格式必须和连接类型声明一致。

## 4 表述性状态转移式的混杂感知车载网服务架构

建立针对 HSVN 的 REST 风格的服务,需要通过分析服务当中的逻辑实体,建立服务信息模型,从而规划出满足 HSVN 条件的 REST 风格的服务。图 4 是根据 HSVN 信息服务特征及 REST 约束规则设计的 HSVN 软件服务架构。架构以资源服务控制器为核心。

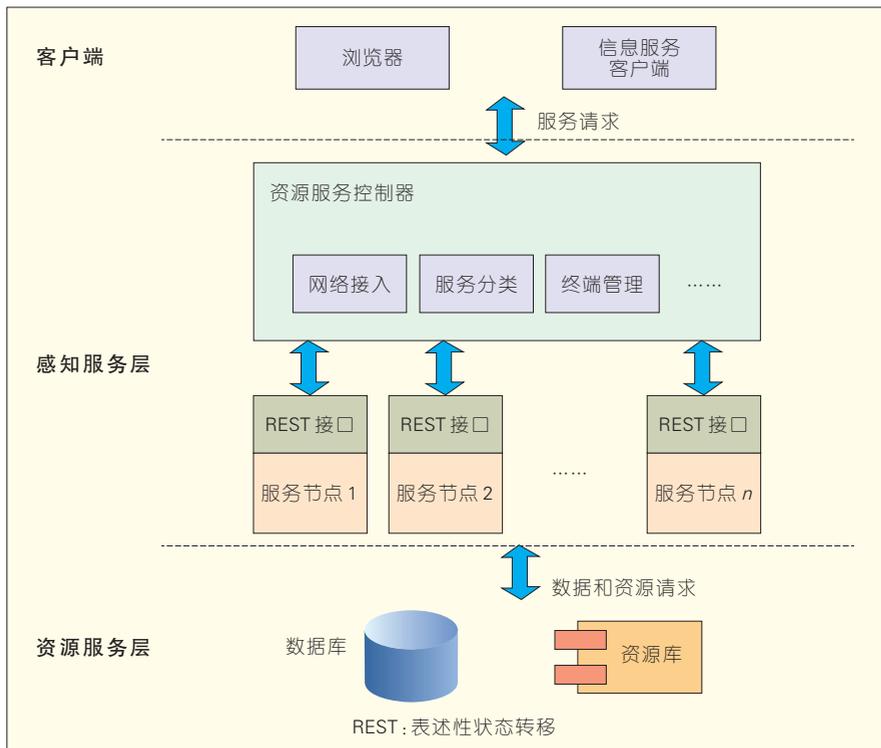
客户端是各类需要服务的应用系统。客户端包括移动终端以及静态终端,其涉及的操作系统平台也各

```

{ "road-warning":
  { "Density": "v/h",
    "Reports of accident": {
      "value": "What you want is bellowed.",
      "time": "xx/xx/xx"
      .....
    }
  }
  "links": [
    {
      "rel": "alternate",
      "href": "http://www.hsvn-service.com/vehicle-warning",
    }
    {
      "rel": "alternate",
      "href": "http://www.hsvn-service.com/path-plan",
    }
  ]
  .....
}

```

▲图 3 感知信息资源表述格式



▲图4 REST风格的HSVN车载感知信息服务架构

不相同。

感知服务层提供各类服务。其中,资源服务控制器负责管理客户端的服务请求(在其内部拥有一个路由设备),根据URI将每个收到的请求路由到适合的服务节点(找到适合的HSVN网络接入点)。各个服务节点通过规范化的REST接口去执行具体的信息服务请求。

服务节点运行在道路终端、车载终端或者服务中心的异构计算机平台上。各类服务节点提供的服务能力不同。

资源服务层提供整个网络服务共享的数据和资源服务,其运行于服务中心的计算机平台上。

## 5 结束语

HSVN作为未来车载网络的发展方向,其混合式的框架决定了其在处理车载感知信息时的复杂性和多样性,对信息服务的数据融合、表示、存储等各方面提出了较高要求。本文在分析HSVN应用场景和服务模型的

基础上,结合REST架构设计准则,给出了HSVN中车载感知信息服务的设计方法,可以生成具有良好可伸缩性、通用性和组件独立性的车载网络服务系统。

## 6 参考文献

- [1] BARBA C T, AGUIRRE K O, IGARTUA M A. Performance evaluation of a hybrid sensor and vehicular network to improve road safety [C]//Proceedings of the 7th ACM Workshop on Performance Evaluation of Wireless Ad Hoc, Sensor, and Ubiquitous Networks(PE-WASUN '10), Oct 17-18, 2010, Bodrum, Turkey. New York, NY, USA: ACM, 2010:71-78.
- [2] SUKUVAARA T, NURMI P, HIPPI M, et al. Wireless traffic safety network for incident and weather information [C]//Proceedings of the 1st ACM International Symposium on Design and Analysis of Intelligent Vehicular Networks and Applications (DIVANet '11), Oct 31- Nov 4, 2011 Miami Beach, FL, USA. New York, NY, USA: ACM, 2011.
- [3] FIELDING R T. Architectural styles and the design of network-based software architectures [D]. Irvine, CA, USA: University of California, 2000.
- [4] FIELDING R T, TAYLOR R N. Principled design of the modern Web architecture [C]//Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering (ICSE '00), Jun 4-11, 2000, Limerick, Ireland. Washington, DC, USA: IEEE Computer

Society, 2000:407-416.

- [5] KREGER H. Web services conceptual architecture (WSCA 1.0), Part I [C]. IBM Software Group, 2001.
- [6] 余文通. REST基于ROR框架下的WEB2.0应用研究 [D]. 北京:首都经济贸易大学, 2010.
- [7] JAMAL S, DETERS R. Using a cloud-hosted proxy to support mobile consumers of RESTful services [C]//Proceedings of the 2nd International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT '11) / the 8th International Conference on Mobile Web Information Systems (MobiWIS '11), Sep 19-21, 2011, Niagara Falls, Canada. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science, 2011: 625-632.
- [8] 刘建亮. P2P网络中的REST式Web服务的研究与实现 [D]. 北京:中国地质大学, 2010.
- [9] WEBBER J, PARASTATIDIS S, ROBINSON I. REST实战 [M]. 李锐, 等译. 南京:东南大学出版社, 2011.
- [10] RICHARDSON L, RUBY S. RESTful Web Service [M]. 徐涵, 李红军, 胡伟, 译. 北京:电子工业出版社, 2008:216-218.
- [11] ALLAMARAJU S. RESTful Web Services Cookbook [M]. 丁雪丰, 常可, 译. 北京:电子工业出版社, 2011.
- [12] SCHOR L, SOMMER P, WATTENHOFER R. Towards a zero-configuration wireless sensor network architecture for smart buildings [C]//Proceedings of the 1st ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Buildings(BuildSys'09), Nov 3, 2009, Berkeley, CA, USA. New York, NY, USA: ACM, 2009.
- [13] DGUIARD D, TRIFA V, WILDE E. A resource oriented architecture for the Web of things [C]//Proceedings of the 2nd International Conference on the Internet of Things (IoT'10), Nov 8, 2010, Tokyo, Japan. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2010.

收稿日期:2012-01-03

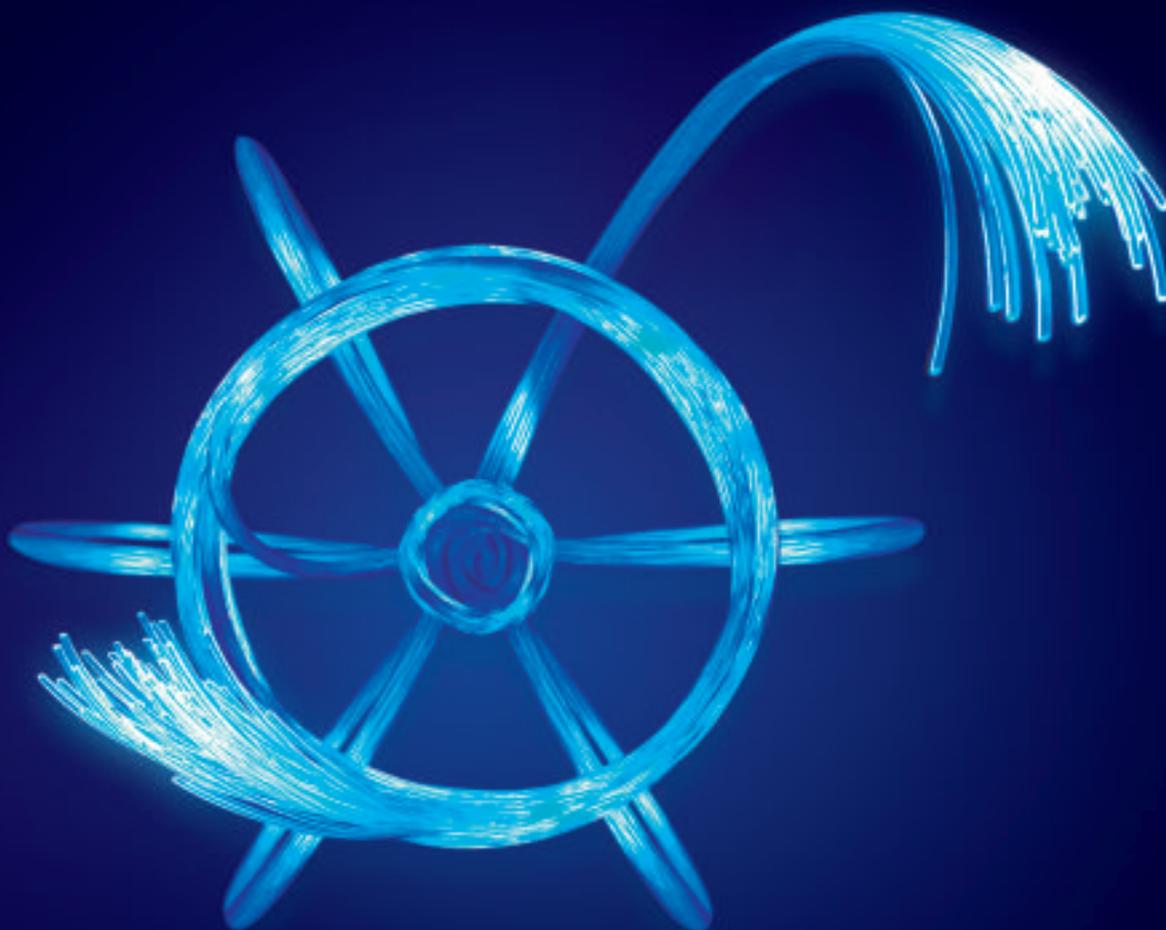
## 作者简介



黄江龙, 同济大学CIMS研究中心在读硕士研究生; 主要研究方向为嵌入式应用。



陆剑峰, 同济大学CIMS研究中心副主任、博士、副教授; 主要研究方向为系统工程、企业数字化应用; 获国家科技进步奖1次、省部级科技进步奖5次, 已发表论文20余篇。



FTTx

## 唯有持续领先 方能掌舵未来

### 中兴通讯FTTx解决方案

只有始终掌握成熟技术，引领行业发展方向的企业，才能为客户提供值得信赖而优质的服务。

中兴通讯作为最早投入 FTTx 技术研究的企业之一，多年来积累了丰富的行业经验，不仅是 PON 技术领域的领先者，更是下一代 PON 技术的领导者。我们深刻理解客户所需，不断为客户提供适应未来的尖端技术，协助客户掌舵未来！

中兴通讯在中国 xPON 市场占有率超过 45%，与全球 TOP10 运营商进行了深入合作，产品广泛应用于意大利、荷兰、沙特、中国香港等发达国家和地区。中兴通讯在全球率先发布了对称 10G EPON 设备样机。

2007 年欧洲宽带论坛，中兴通讯“ZXAN C220+ZXDSL 9806H 综合技术方案”荣获 IEC 颁发的“InfoVision Award”，2008 年在英国伦敦，由 IEC 组织的 SOFNET 高峰论坛上，中兴通讯宽带接入产品 ZXDSL 9806H 荣膺“Best Green Innovation”殊荣。

**ZTE中兴**



数通产品

## 与您携手 共筑新高度

中兴通讯数通产品与全球 200 家合作伙伴共成长。

中兴通讯多年来致力于数通产品的研发,不断推出更新的产品和服务,全面提供领先的数据通讯网络解决方案。目前已与全球 56 个国家 200 多家运营商及八大主流行业紧密合作,全球销量超过 200 万台。

全线成长的创新技术提供全方位解决方案,覆盖路由器、以太网交换机、宽带接入服务器、宽带多业务路由交换机、宽带增值业务平台、综合数据网管平台等全系列数通产品。产品通过国际权威机构严格测试,拥有 300 多项该领域专利和标准,技术达到国际领先水平。

中兴通讯数通产品充分考虑技术演进,满足全业务承载网未来的发展需求。

[www.zte.com.cn](http://www.zte.com.cn)

**ZTE中兴**  
A3



# 真沟通, 面对面

中兴通讯TrueSee“幻真”远程呈现系统

TrueSee

## 世界各地团队 时刻在您身边

我们深知,您分布在全球各地的公司分支,造成了信息沟通的鸿沟。中兴通讯 TrueSee“幻真”远程呈现系统,为您解决远距离信息沟通问题。采用 1:1 真人成像技术,令镜头中的每个人如真正在您身边一般,让您时刻置身于真实的会议氛围中。

- 1:1 真人成像技术
- 文档共享协同
- 1080P 高清分辨率
- 触摸式会控
- 眼神交流、立体音效
- 环境定制设计

**ZTE中兴**



Wireless

**其他无线解决方案  
帮您与时代同步，  
而我们则让您领先于时代！**

基于面向未来的低成本无线解决方案，中兴通讯将帮助您的业绩实现飞跃；我们不仅提供所有的无线接入技术，更为您呈现绿色端到端Uni-RAN和Uni-Core解决方案，而卓越的售后服务支持，完善的维护和咨询服务更将确保您的网络始终处于完美状态，领先时代！

您的无限安心，来自我们的无限贴心！

[www.zte.com.cn](http://www.zte.com.cn)

**ZTE中兴**

A5

# 物联网在节能减排中的应用

## Energy Saving and Emissions Reduction in IoT

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0032-04

**摘要:** 文章指出作为一种新型的市场化节能机制,合同能源管理具有先期投入小、风险小的特点,是电信运营商实现节能减排的重要手段之一。随着节能工作的不断开展,节能改造前后的能耗变化数据采集不准确、成本高等问题将凸显,因缺乏有效的数据支撑,合同能源管理模式推广比较困难。文章认为采用物联网技术构建智慧能耗计量系统,通过在局站、机房内的主要耗能设备上加装互感器和采集器实现能耗数据实时采集,并经计量网关进行统一处理后再上传至能耗计量平台进行评估分析,能够加快合同能源管理模式推广及节能减排工作有效落实。

**关键词:** 物联网; 节能减排; 智慧能耗计量; 合同能源管理

**Abstract:** Energy management contracting has become an important way for telecom operators to save energy and reduce emissions. Acquiring data about changes in energy consumption is difficult to do accurately and the cost is very high. Contracting out energy management is difficult because of the lack of valid data for energy consumption. By creating a smart energy consumption measurement system and adding a transformer and collector to energy-consuming equipment in the bureau station and engine room, real-time data on energy consumption can be acquired. This data can be uploaded to the energy consumption measurement platform for evaluation and analysis after it has been processed in the metering gateway. This will promote energy management contracting and reduce emissions.

**Keywords:** Internet of things; energy saving and emissions reduction; smart energy consumption measurement; energy management contracting

张凤全/ZHANG Fengquan

(中国联通集团研究院 网络技术研究中心,  
北京 100048)  
(Network Telecommunications Regulatory  
Commission, China Unicom Research Institute,  
Beijing 100048, China)

## 1 电信运营商节能减排的背景

中国从2006年开始,强调“节能减排”是企业节能增效、落实科学发展观的重要手段,并要求“十二五”期间将单位国内生产总值(GDP)能耗在2010年基础上下降16%,并规定节能总目标为:到2020年单位GDP能耗在2005年基础上下降40%~45%。然而,通信行业随着业务量和网络规模的快速扩张,通信领域能源

基金项目:国家科技重大专项  
(2011ZX03005-004-01)

消耗持续增加,仅2010年,三大电信运营商行业综合耗电就超过了300亿度,能耗增长幅度高于收入增长幅度,运营成本不断增加。能耗亟待严格控制,节能减排任务艰巨。

### 1.1 电信运营商节能减排的需求

作为国有大型通信企业,电信运营商在整个通信行业产业链中处于龙头位置,其地位举足轻重。覆盖面广,耗能大是电信运营商面临的现实问题。基于国家对节能减排的要求,电信运营商对于自身节能减排方面的考虑可归结为管理和生产两个层

面的需求。

管理层面需求主要包括:采用怎样的管理手段能够有效支撑企业节能总体目标的实现? 节能减排工作如何统筹计划、统一安排? 指标如何分解、落实? 采用各种技术上、管理上节能手段的节能效果如何,如何科学评估? 耗能指标是否可量化,是否覆盖全面,数据是否客观? 如何建立科学的考核体系? 如何减少管理成本,提高管理效率?

生产层面需求主要包括:耗能设备是否能够做到可监可控,是否能够分表计量,按照设备、专业等维度分析能耗情况? 能耗计量是否准确、及时,控制手段的自动化程度、安全程度如何? 能耗管控工作是否会大量增加维护的工作量,难度如何? 是否需要大面积地改动现网结构,施工改造难度如何? 等等。

### 1.2 电信运营企业的节能举措

基于以上需求,电信运营企业分别根据自身的情况和特点,主要从机房管理、通信主设备、通信配套设备几个方面采取措施以达到节能减排的效果。

机房管理方面,对现有通信机房建筑围护结构进行节能改造,积极试点各类节能新技术,如新的风系统、

热交换系统等。

通信主设备方面,对通信机房主设备和基站主设备进行节能改造或升级。机房主设备采用设备改造和网络架构演进技术实现节能。设备改造包括老旧设备改造和老旧设备替换扩容;网络演进技术包括核心网网络架构扁平化,话务网/信令网持续IP化,时分复用(TDM)设备逐步退网,采用软交换设备,向下一代网络(NGN)、IP多媒体子系统(IMS)发展;业务网由垂直向水平演进,业务网IP化IT化,业务平台接口标准化、功能组件能力复用化,管理功能集中化、统一化;数据/IT系统采用动态调整技术、虚拟化技术、云计算技术,采用刀片式服务器和单位功耗更低的芯片;传输上采用光纤宽带(FTTx)、无源光网络(xPON)、大容量波分等新技术。基站主设备节能主要采用硬软件节能技术和天线馈线技术。硬件节能技术包括机架架构设计、设备板件设计、分布式基站等;软件节能技术包括话务优先分配技术、载频智能下电技术、时隙级功放关断技术等。通信配套设备方面,对空调和电源进行节能改造并采用新能源,空调节能采用节能技术、节能型空调、改变空调送风方式实现;电源方面采用直流电源节能技术、交流电源节能技术、蓄电池节能技术、动态环境监控技术等;新能源方面采用太阳能光伏发电技术、风能及多能源互补供电技术、燃料电池发电技术等。

### 1.3 电信运营企业节能问题与现状

随着节能工程的开展,节能改造前后基站/机房的能耗变化采集是非常重要的并且相当复杂的工程,一些问题比较突出。目前局站、机房耗能数据采集大多采用人工抄表,此种方式不但耗费人力资源,且获得的数据易受各种因素的影响导致数据不准确,如厂家为了提高节能率,采取改变测试环境,修改测试参数,修改空调参数,调整温度传感器位置,篡改节能

数据等方式达到宣传的节能效果。具体在节能减排工作中,局站、机房内的具体耗能设备定位不明,单个耗能设备的耗电多少不得而知,对于耗能设备的耗电量缺乏系统的统计和评估,不利于节能减排工作有效合理的展开。基站配套设备(如空调等)的老化也会产生多余的耗能,且老化的设备能直接增加基站本身的耗电量。以上问题使得电信运营企业的节能减排管理需求和生产需求难以解决。

### 1.4 物联网技术对节能减排的作用

物联网具有泛在感知、可靠传送、智能处理等特点,与节能减排的需求相结合,能够带动具备共性的关键技术的创新与实施。

(1)可实现用能精细化管理,可实时监测局站各种能耗设备详细的用电情况,包括电压、电流、功率因数等电参量,解决了原有人工方式的高成本,数据可靠度差等问题,同时可分别对生产用电(如通信设备)、环境用电(如空调)、辅助用电(如照明)等进行分类监控、汇总,定期产生各类用电报表。

(2)为局站节能改造提供数据依据,通过实时采集电量,识别主要能耗设备,有针对性地进行节能改造工作;准确获取节能改造前后用电数据,便于评估节能改造效果;为后续节能改造提供历史统计数据,持续改进;为管理部门制订减排计划、制订各级考核指标提供科学有效的数据支撑。

(3)可作为判断局站配套设备是否老化的一项依据。通过实时采集电量,可发现异常耗能设备(如空调),据此可及时升级或更新,减少不必要的能耗浪费。

(4)为实施合同能源管理提供数据支撑,可以掌握节能项目实施前后耗电数据,为合同能源管理项目提供科学的计量手段与测算数据,准确衡量节能效果,把握双方收益,合理确

定分成模式。

## 2 合同能源管理

### 2.1 合同能源管理运行模式

合同能源管理是一种新型的市场化节能机制,由节能需求单位(甲方)和节能整体方案提供单位(乙方)通过签署合同,以甲方减少的能源费用来支付节能项目全部成本的节能业务方式。目前中国合同能源管理运行模式主要有3种:

(1)节能效益分享型模式。节能改造工程的全部投入和风险由乙方承担,项目实施完毕,经双方共同确认节能率后,在项目合同期内,双方按比例分享节能效益。项目合同结束后,先进高效节能设备无偿移交给甲方使用,以后所产生的节能收益全归甲方享受。

(2)节能量保证型模式。节能改造工程的全部投入和风险由乙方承担,在项目合同期内,乙方向甲方承诺某一比例的节能量,用于支付工程成本;达不到承诺节能量的部分,由乙方负担;超出承诺节能量的部分,双方分享;直至乙方收回全部节能项目投资后,项目合同结束,先进高效节能设备无偿移交给甲方使用,以后所产生的节能收益全归甲方享受。

(3)运行服务型模式。甲方无需投入资金,项目完成后,在一定的合同期内,乙方负责项目的运行和管理,甲方支付一定的运行服务费用。合同期结束,项目移交给甲方。

### 2.2 能耗计量的方法

能耗计量的方法主要有3种:

(1)与同一标杆站比较法。节能改造前,选定一标杆站,标杆站要充分考虑局站结构尺寸差异、设备量的差异、设备功耗的差异、空调性能的差异、局站内外环境的差异等,在相同时间间隔内交替开启节能设备,检测节能设备开启前后的耗电量,统计一定时间后计算改造标杆站的节电率。



▲图1 智慧能耗计量平台体系架构

(2)对比标杆站测试法。节能改造前,选定一改造标杆站 $A_1$ 和一未改造标杆站 $B_1$ ,所选取的标杆站要充分考虑局站结构尺寸差异、设备量的差异、设备功耗的差异、空调性能的差异、局站内外环境的差异等因素尽可能地小,节能改造一定时期后,算出项目改造标杆站的节电率。

(3)历史数据比较法。历史数据比较法是将经节能改造所有局站上年度每月的用电数据与改造后的用电数据进行比较(新建局站可参照同类老局站数据),作为节电效果的评定依据。但由于随着后续组网基站对于之前同一基站的话务量影响、温湿度等影响,历史比较法也存在一定误差。

综上,由于话务量、天气、温湿度、地域、基站/机房的墙体厚度、材质等可变因素太多,难以建立近似的数学模型分析,可考虑将以上几种方法得到的节电量进行加权系数取平均值作为最终节电量的标定。

### 3 基于物联网的智慧能耗计量平台

物联网技术是指通过信息传感设备,按照约定的协议,把任何物体与互联网连接起来,进行信息交换和通信,以实现智能化的识别、定位、跟

踪、监控和管理。与传统节能减排技术相比,基于物联网技术的智慧能耗计量平台具有泛在感知、数据采集精准灵活、可监可控、科学决策等优势。

#### 3.1 智慧能耗计量系统体系结构

遵循物联网的体系架构,智慧能耗计量平台的体系架构<sup>[1]</sup>从下至上总体可分3层:感知层(感知延伸层)、网络层、应用层,其中感知层主要对需要感知的耗能设备进行能耗数据的采集,通过传感网传至网络层,网络层将感知层上传的能耗数据通过物联网网关进行协议转换,通过承载网络传至应用层的能耗计量应用系统进行智能化处理。智慧能耗计量平台体系架构如图1所示。

#### 3.2 智慧能耗计量系统感知层

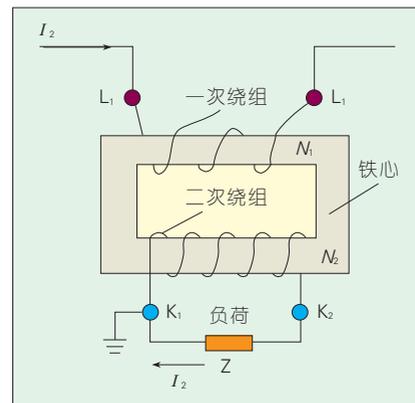
智慧能耗计量平台感知层主要设备包括传感器和能源管控网关。传感器由在耗能设备的火线上(如基站、空调等)加装的开口式电流互感器和采集器构成,对耗能设备的用电信息(电压、电流、电能)实时采集,然后通过近距离通信方式(RS-485总线, ZigBee等)传至能源管控网关进行统一数据预处理。开口式电流互感器与普通电流互感器一样,其工作原理与变压器基本相同,如图2所示。

由于一次绕组与二次绕组有相等的安培匝数,电流互感器额定电流比 $I_1/I_2$ 等于 $N_1/N_2$ 。电流互感器实际运行中负荷阻抗很小,二次绕组接近于短路状态,相当于一个短路运行的变压器。开口式电流互感器采用阻燃、高强度乙烯基聚合物(PVC)外壳注塑成型,铁芯采用取向冷轧硅钢带卷绕而成,二次导线采用高强度电磁漆包线均匀绕制在铁芯上,通过对内部铁芯、匝数上对电流进行补偿,达到磁场平衡。根据待监测的耗电设备一次电流值,可选择不同电流变比的传感器。

采集器内部采用单芯片高可靠微控制器,实现了控制、数字信号处理与数据通信的结合,采用数字信号处理技术,提高了对耗电设备的电压、电流、功率、功率因数及电能测算精度。能源管控网关通过RS-485总线或无线 ZigBee 方式和前端采集器之间完成数据采集和汇聚功能,其通信接口需要支持电表通信规约 DL/T645-1997/2007,便于集成第三方的电能采集终端,同时采用专门的电磁兼容性设计,有较强的抗干扰能力。上行链路要支持以太网、通用分组无线业务(GPRS)、宽带码分多址(WCDMA),通信形式可任意选择,支持双链路备份。采集速度可以远程设定,支持简单网络管理功能。

#### 3.3 智慧能耗计量系统网络层

智慧能耗计量平台网络层包括



▲图2 开口式电流互感器工作原理图

现有的接入、传输网络和物联网统一业务支撑平台。接入和传输网络主要提供高效、稳定、及时、安全的数据传输功能,可依据不同的建设需求和环境条件,合理选择搭配适合的传输网络。物联网统一业务支撑平台对能源管控网上传的能耗数据进行标准化处理并进行业务路由,然后再根据设定的上报周期把数据上传给应用层的能耗计量应用系统。同时,物联网统一业务支撑平台提供一些共性管理支撑功能和ITC能力标准化封装,例如通信、定位等,并开放给应用层调用,能够大大减少应用系统中相同的支撑管理类功能的重复开发,缩短应用开发周期。

### 3.4 智慧能耗计量系统应用层

智慧能耗计量应用系统一方面从物联网统一业务支撑平台获取到各类能耗数据后通过实时监测、能耗预警、统计分析、测算评估等功能实现对企业整体耗能情况的精确掌握,另一方面通过智能联动、远程控制等功能可根据能耗设备的实时负荷强度对设备进行精细化节能控制。实时监测功能根据需要设定监测周期、监测范围、监测指标,并实时获取测量的能耗指标数据,以列表等各种形式实时呈现。能耗预警功能设定设

备能耗预警阶梯阈值,以绝对阈值、同比、环比的方式分析越限情况,以声、光、电或短信等方式实时报警提醒。统计分析功能按照专业、地域、部门、设备等维度,以日报、周报、月报等形式对能耗数据进行统计分析,并自动生成能耗报表。测算评估功能建立科学的节能测算基准、评估测算的模型与方法,并在节能减排系统中设定。远程控制功能可以对能耗设备进行远程控制,如批量设定空调温度等;能够基于节能方案,分析、分解到设备级控制指令方案中,并批量下发。

### 4 结束语

智慧能耗计量平台以物联网架构为基础,以先进的感知技术、平台化的应用技术作为载体,为节能减排工作提供了一种有效的辅助管理手段<sup>[2-9]</sup>。

在不改变机房设备的基础上,智慧能耗计量平台针对现网耗能设备,采集客观数据并统一管控与智能分析,建立科学的能耗评估模型和体系,为管理者决策落实节能减排方案提供了可靠的数据支撑;另外对电信运营商采用合同能源管理提供了有力的数据支撑和评估手段,使得前期只需较少投入或零投入,即可达到节

能降耗的效果。

### 5 参考文献

- [1] 赵文东. 电信运营商基于物联网技术的节能减排方案 [C]// 泛在网络技术与发展论坛年度大会, 2011年12月1日, 北京.
- [2] LIN Chen. Internet of things technology for energy saving of telecom operators [C]// Proceedings of 2011 IET International Conference on Communications Technology and Applications (ICCTA' 11), Oct 14-16, 2011, Beijing, China. 2011.
- [3] 王磊. 电信运营商布局物联网 [J]. 计算机世界, 2011(28):11.
- [4] 周洪波. 物联网: 技术、应用、标准和商业模式 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [5] 中国电信集团公司、中国电信股份有限公司广州研究院. 通信机房节能技术应用综述 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [6] 魏红, 黄慧根. 移动基站设备与维护 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
- [7] 秦廷奎. 电信行业节能减排技术、方法与案例 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [8] 宗建华. 智能电能表 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [9] 张春红. 物联网技术与应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.

收稿日期: 2012-01-12

#### 作者简介



张凤全, 中国联通研究院网络中心工程师; 从事泛在网络、物联网体系架构及行业应用解决方案研究; 作为系统架构师参与科技部、工信部重大科技专项2项。

#### ←上接第17页

GSMA、CDG组织在M2M产业化方面的合作。针对IP网络的地址、标识等方面不足,在推进IPv6商用的基础上,形成了标识网的创新思路。针对近期运营商的实际需求,形成终端状态感知、物联网数据分流、智能管道能力开放等系列方案,配合运营商开展现网的物联网升级改造和新建试验网的工作。

### 3 结束语

展望未来,全球物联网在突破规模化“瓶颈”后,将迎来全面发展的阶段。其标志特征在于运营商推动的

社会公共物联网基础架构的建立,以及完善深化的物联网应用率先在一些行业规模应用并进入投资的良性循环<sup>[3-4]</sup>。中兴通讯物联网解决方案仍在不断发展过程中,将继续紧密结合运营商发展物联网的关键问题,不断调整和完善相应的产品和服务。

同时在物联网发展过程中,中兴通讯将不断的加强和产业链的合作,包括高校、研究设计等单位,共同推进物联网产业的发展和繁荣。

### 4 参考文献

- [1] 王志良. 物联网现在与未来 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [2] 叶云. 物联网应用前景和发展展望 [J]. 中兴通

讯技术(简讯), 2010(11): 7-9.

- [3] 柴蓉, 冉丽丽, 陈前斌. 物联网移动性管理关键技术 [J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版), 2011, 23(6): 647-653.
- [4] 张炎, 夏骆辉. 物联网标准化及测试规范发展分析 [J]. 数字通信, 2011, (6): 16-20.

收稿日期: 2011-12-07

#### 作者简介



叶云, 中兴通讯股份有限公司业务产品线规划总工、高级工程师; 长期从事业务软件产品的技术预研、产品方案规划及标准化工作; 先后主持和参加中兴通讯IMS、云计算、物联网、智能管道等多个重点综合方案; 已发表学术论文40余篇。

# 构建网络认证体系,打造可信网络空间

## Constructing the Internet Authentication System and Trusted Internet

中图分类号: TP393 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0036-03

**摘要:** 随着互联网与现实社会生活的不断融合,由互联网虚拟性导致的诸多问题也逐渐显现。其中,网络参与者身份的虚拟性导致了网络诈骗、网络谣言等诸多问题,严重影响社会安全和稳定。文章从实现网络可信身份认证的角度出发,探讨了如何建立和完善网络认证体系,从而打造可信网络空间,促进互联网健康、有序的发展。

**关键词:** 可信网络; 网络认证; 网络可信身份

**Abstract:** As the Internet becomes an integral part of social life, many problems are becoming apparent. Phishing and malicious rumors spread by the virtual identity of participants has damaged the Internet and even social stability. This paper describes how to establish and improve the Internet's authentication system and how to create a trusted network space in order to promote healthy and orderly development of the Internet.

**Key words:** trusted internet; internet authentication; internet trusted authentication

刘飞/LIU Fei

(工业和信息化部电信研究院通信信息研究所,北京 100191)  
(Teleinfo Institute China Academy of Telecommunication Research of MIIT, Beijing 100191)

- 诚信网络的构筑更是需要政府的管理和统筹
- 网络认证是实现互联网业务参与者的身份与行为可信的有效途径
- 中国互联网业务的网络认证尚处于初期阶段

经过十多年的持续快速发展,互联网已经深深融入人们的日常工作和生活当中。据国际电信联盟统计:截至2010年底全球网民数已超过20亿,也就是全球每3个人里面就有1个网民。在中国,互联网与现实的融合趋势则更加明显,截至2011年底,中国网民已超过5.1亿数,普及率超过38%<sup>[1]</sup>,已超过全球平均水平。互联网已经在政府事务、商务交易、人民工作和生活中扮演着重要的角色。据中国电子商务研究中心统计数据:2011年中国电子商务交易额已达到7万亿,同比增长46.3%。另一方面,随着微博等社交媒体类业务的快速发展,互联网已成为民意表达的重要窗口,大量的政府机构、政府官员纷纷入驻微博,政务微博成为政府发布信息、了解民意、汇集民智

和官民沟通互动的重要平台。报告显示:截至2011年11月,仅新浪政务微博总数已达18 694个,其中政府机构微博数10 023个,公务人员微博数8 671个。

与此同时,随着互联网的发展,互联网的虚拟性也为其发展带来了种种问题,如网络诈骗、网络谣言等。事实上,互联网的开放与自由,并不意味着互联网一个责任缺失的地带。恰恰相反,互联网也从来不是纯粹的虚拟空间,它与现实社会始终是联系在一起的,而且越来越紧密。从这个意义上讲,互联网上的行为与现实社会的行为一样,必将受到社会法律和道德的约束。

### 1 可信网络空间的关键

从可信互联网的角度看,诚信网

络的构筑需要保障互联网业务的各参与方及信息交换流程的可信。互联网业务的各参与方及信息交换流程包括互联网业务服务提供商、互联网业务使用者以及可靠的信息传输和交换过程。从目前互联网的发展看,现有的技术基本能保障信息传输和交换方面的安全性和可靠性,而政府对互联网业务服务提供商的前置审批也基本能保证其可信性。但在业务使用者也就是普通互联网用户方面,由于用户数量众多、行为各异且参与程度差异性大,因此问题较为集中。

从目前来看,对互联网用户身份和行为可靠认证的有效途径是实施包括对用户实体和用户行为的有效认证,即网络认证。网络认证包括:

(1) 实体可信认证

- 现实身份与网络虚拟身份的对应性

- 虚拟身份可信标识

(2) 行为有效认证

- 网络行为的完整性

- 网络行为的不可篡改性

- 网络行为的不可否认性

互联网发达国家逐渐意识到可信网络的重要性,逐步提升其在国家发展战略中的地位,并着手尝试构建网络空间可信身份系统。如韩国推行的网络后台实名制,欧洲各国推动的电子身份证计划,而最为成熟、最为全面的网络可信身份战略当属美国政府于2011年4月15日发布的《网络空间可信身份标识战略》(NSTIC),美国NSTIC拟打造一套网络空间可信身份生态系统,以促进信任、隐私、选择和创新的方式,推动个人和组织使用安全、高效、易用和互操作的身份标识解决方案访问互联网服务<sup>[2]</sup>。作为美国首个网络空间身份管理战略,NSTIC战略意图十分明显:积极应对网络安全威胁,增强网络防御并建立网络威慑;保持美国在网络空间的技术优势,增强对网络空间的掌控能力,继续主导未来互联网的发展;为获取用户信息提供合法渠道,实现对网络空间身份、行为的更好掌控。

## 2 中国网络认证现状

中国作为互联网大国,互联网用户数已超过5亿,各类互联网业务得到长足发展,互联网对社会生活的影响力也在逐日加大,对实现互联网用户的可信性要求也与日俱增。目前,政府和部分互联网企业都在积极探索网络认证的方式和途径。一方面,以政府主管部门为主导的互联网业务网络认证正在积极探索,包括网游实名制、网店实名制等;另一方面,互联网企业也在积极探索网络可信身份认证的途径,如社交网络网站利用用户好友关系增强用户的可信性,微博客网站通过用户加V认证、身份勋章等标注用户的可信身份。

从网络认证市场发展看,中国互联网业务的网络认证尚处于初期阶段。一方面,网络认证是个系统工程,需要政府、互联网企业、认证服务提供企业和用户的协同配合,管理层面包括地方政府、公安、司法、教育、金融和互联网各业务主管部门的协同和合作,市场层面包括各类互联网业务服务提供商、银行、互联网接入服务提供商的协同配合。但目前,中国网络认证市场仍处于各自为战的阶段。另一方面,中国现有网络认证内容较为单一,如网络实名制、微博实名制等,仅实现对用户身份证信息的认证,而忽略了用户其他身份信息。此外,为增强用户对网络认证的认可度,第三方认证逐渐得到企业的认可,并将其引入到网络认证当中。但第三方认证市场发展尚处于起步阶段,截至2012年1月底,中国5亿网民的有效电子证书仅仅有2500多万张<sup>[3]</sup>。

从认证效果看,现有的认证方式和途径尚不能完全达到身份可信和行为可信的效果。从解决网络可信身份的目的出发,网络认证不仅包含对用户身份证信息的确认,还包括对用户综合身份证信息的确认,这在微博等媒体类互联网业务中表现的尤为突出,诸如郭美美事件引发的社会争论以及对相关单位造成的不良后果。

目前,中国的网络认证尚面临着种种问题,主要包括:

- 网络认证有效性差。这主要体现在认证实施上,如网游实名制等在内的众多认证要求缺乏严谨的后台比对流程;现有的微博认证也仅限于身份证信息的比对,忽视了用户其他综合身份证信息的认证,无法达到网络认证的目的。

- 用户隐私保护环境不完善。据调查显示,88.57%的用户担忧网络认证可能会造成个人隐私泄露。造成这一担忧的原因是日前中国法律在隐私保护方面的缺失。此外,用户还担忧网络认证将影响其网络言论

自由。

- 用户对认证实施方的质疑。互联网用户对目前网络认证主体持质疑态度,质疑认证主体的认证信息安防措施和企业公信力等。此外,用户和互联网企业对第三方认证的认可度低,一方面是担忧其泄露用户隐私,另一方面是出现隐私泄露事故后,难以界定责任方。

- 认证兼容性问题突出。目前,各业务政府主管部门或各企业各自为战,对用户进行认证,并发放认证凭证。但存在一个问题:用户需在不同业务甚至同一业务不同企业之间进行认证。这样则会造成社会成本的浪费。

## 3 网络认证体系的建立和完善

近来,以微博为代表的媒体类互联网业务和以网购为代表的商务/金融类互联网业务在日常生活中的渗透率高、发展较为抢眼。媒体类业务传播链条多维且由用户主导、自媒体特性明显、社会动员功能强大、信息发布快、传播和放大效应明显;商务/金融类互联网业务交易双方不可见、交易信息数据化、交易商品实物不可见、与参与者财产利益关系紧密。从对社会生活的影响力和风险程度高低看,这两类互联网业务是认证需求最为突出的,且用户认证意愿较高,可考虑从这两类业务入手,结合地方政府加强微博管理,试点开展网络认证,并从国家层面统筹考量,完善隐私保护及相关法律法规,建立认证市场的准入/退出机制,同时加强网络认证相关技术标准的研究,逐步构建和完善网络认证体系,打造诚信网络空间。

(1) 研究出台中国网络空间可信身份国家政策。随着中国经济社会活动对网络依赖性增强,各行业对网络空间可信身份都提出了需求,如网上购物、网上银行、网上社保等,身份管理成为确保网络空间繁荣和健康

发展的关键。未来身份管理将更加重要,美国、欧盟等都在加强身份管理技术研发和部署,已经形成较强的技术优势;对中国而言,网络身份管理也是社会发展过程中有待解决的课题,关系到中国在未来网络中的话语权。为此,必须将可信身份上升到国家战略高度,出台相关政策措施,整合各类资源,明确分工,建立政府主导、市场主体的推动机制,促进网络空间身份管理的发展。

(2) 建立并完善网络隐私保护相关法律法规。相关部门应加快《电信法》出台,制订促进信息化如电子商务、电子政务等相关法律法规,为网络空间基础设施建设、业务创新和应用推广创新营造良好的法律环境。同时还需要加快推进网络与信息安、个人信息保护、信息监控、未成年人在线行为保护等相关立法,建立明确透明的网络安全保障、信息安全监控、用户信息保护、跨境数据流动、青少年网上保护等法律环境,明确安全要求、企业责任和管理边界,并建立依法管理网络空间和引导国际治理的制度环境,从而能够推进互联网竞争秩序、知识产权保护等相关立法,建立规范有序、安全可信的网络空间

环境。此外,相关部门还可以以近期密码泄漏事件为契机加强宣传力度,鼓励和吸引用户积极参与网络可信身份认证。

(3) 建立网络认证市场的准入/推出制度,提升认证主体资质。政府可结合中国电子认证“十二五”规划,出台扶持政策,大力发展第三方认证市场,通过建立第三方认证准入许可,提高认证主题的资质和公信力。据预测,“十二五”期间,网络应用在国民经济和社会各领域将进一步普及和深化,到2015年,电子商务年交易额将突破18万亿元<sup>[1]</sup>,电子认证服务市场潜力巨大。

(4) 加强标准化研究,增强认证的互通互认性。通过政府引导,企业主导,加大密码学、生物识别、智能卡等认证技术的研发力度,建立中国自主知识产权的行业及国家认证技术和标准,并建立认证标准之间的接口协议,增强第三方认证互通互认性,降低社会成本。

#### 4 结束语

诚信网络是互联网发展的趋势和方向,也是保障互联网在经济社会发展中充分发挥其优势的基础。诚

信网络的构筑,不仅需要参与者的自愿和自觉,更需要政府的管理和统筹。政府可从技术、标准、舆论导向等多方面引导和建立网络认证体系,加强隐私保护,完善网络身份管理,增强用户认证参与意愿,打造可信网络空间,充分发挥互联网在经济社会发展中的优势作用。

#### 5 参考文献

- [1] 第29次中国互联网络发展状况统计报告[R]. 北京:中国互联网络信息中心(CNNIC),2012.
- [2] The National Strategy for Trusted Identities in Cyberspace(NSTIC)[R]. Washington, DC,USA: US Department of Commerce,2011.
- [3] 前8月电子信息产业经济运行情况[J]. 国内信息化信息,2010(5):10-11.
- [4] 电子认证服务业“十二五”发展规划[R]. 北京:工业和信息化部,2011.

收稿日期:2012-02-14

#### 作者简介



刘飞,北京邮电大学硕士毕业;工业和信息化部电信研究院通信信息研究所工程师;长期从事互联网业务、市场和政策等的研究。

### 综合信息

#### 中兴通讯管理服务复合增长率达81%

【本刊讯】2012年2月29日消息,中兴通讯在巴塞罗那举行的2012世界移动通信大会(MWC)上宣布,其管理服务4年复合增长率达到81%,增长速度远高于业界平均增长速度,处于行业第1。

中兴通讯管理服务的快速增长源于服务拓展战略。2005年,中兴通讯提出向卓越的软件和服务产品提供商转型的战略,服务战略成为其重要的组成部分。2007—2011年中兴通讯服务业务复合增长率达到53%。

凭借对客户需求的深入解读和优质的交付,中兴通讯正在为 Telenor、Teliasonera、Telefonica、Orange、H3G、MTN、KPN、STC、ZAIN 等多家知名运营商管理网络。迄

今为止累计获得超过100份管理服务合同,业务范围涵盖无线、固网、承载网等全业务网络,覆盖欧洲、北美、中东、非洲、亚太等地区,为全球超过1亿用户提供优质的通信保障服务。2011年11月,中兴通讯管理的奥地利H3G网络,被欧洲知名通信行业期刊《Connect》评为德语区综合排名第1。

中兴通讯扩展了单纯的运维外包方式,使运营商合作伙伴具备更加灵活的市场适应能力。中兴通讯服务业务部总经理杨家斌表示:“中兴通讯一直关注电信行业的转型并及时调整服务战略。2012年中兴通讯将继续面向运营商,提供一系列基于用户感知的综合服务解决方案,并协助运营商为企业客户在IT、交通、医疗、教育等领域提供广泛的服务。”

# CDMA 2000 1x EVDO Rev.A 系统的 QoS 应用

## QoS in CDMA 2000 1x EVDO Rev.A System

**摘要:**随着数据用户和数据业务的迅猛发展,运营商网络的承载压力不断加大,如何综合考虑网络资源利用最大化和用户间公平性,是目前网络运行商面临的主要问题。文章对 QoS 概念、QoS 模型、3G 业务的 QoS 分类以及 CDMA2000 1x EVDO Rev.A 端到端 QoS 的体系结构进行了说明,并对 EVDO Rev.A 系统中端到端 QoS 保证的系统实现进行了介绍。文章认为第三代无线通信技术 CDMA2000 1x EVDO Rev.A 能提供端到端的 QoS 解决方案,它不仅增强了对实时业务的支持,还可以大大提升网络服务性能。

**关键词:**EVDO Rev.A; 用户间的 QoS; 用户内的 QoS; 端到端 QoS 业务

**Abstract:** As the number of data users and services increases, the pressure on operator networks continues to increase. Maximizing resource use and appropriately distributing resources among users are main problems faced by network operators. In this paper, QoS concept, model, and classification of 3G businesses are discussed. A CDMA2000 1x EVDO Rev. A end-to-end QoS architecture and EVDO Rev.A system end-to-end QoS guarantee is proposed. CDMA2000 1x EVDO Rev.A, a third-generation technology, can provide end-to-end QoS that supports real-time business and greatly improves the network services.

**Keywords:** EVDO Rev.A; inter-user QoS; intra-user QoS; end-to-end QoS services

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0039-06

杨召江/YANG Zhaojiang

(中国电信广西公司, 广西 南宁 530028)  
(China Telecom Guangxi Co.Ltd., Guangxi  
530028, China)

业务级别的优先级关系为加速转发(EF)>确保发送(AF)>尽力发送(BE)。

### 1.2 QoS 模型

Internet 工程任务组(IETF)对于 QoS 提出两种服务模型:综合服务(IntServ)和区分服务(DiffServ)。

#### (1) IntServ

IntServ 模型定义了为提供端到端的 QoS 保证,对网络元素进行控制和实现这些控制的行为<sup>[1-3]</sup>。如图 1 所示,IntServ 模型通过资源预留协议(RSVP)在数据流的发送端和接收端之间申请端到端的资源预留。若接收端和发送端之间所有的路由节点均成功进行资源预留,则各路由节点为该数据流分配所请求的资源并保存相关的流状态信息,端到端的连接建立起来后就可以进行数据流的传送;若中间某路由节点拒绝了该请求,路由节点将发送一个出错信息给接收方,并中断信令的处理,数据流连接建立失败。

#### (2) DiffServ

DiffServ 模型(如图 2 所示)定义了边界节点流分类和内部节点流转发策略,它本质上是一种基于策略控

## 1 EVDO Rev.A QoS 概述

### 1.1 QoS 概念

QoS 是网络提供更高、更优先服务的一种能力。端到端的 QoS 就是保证用户的数据在整个网络的传送过程中(包括从源端到目的端)得到所需要的服务质量,这实际体现了网络的服务水平及网络的安全性能。

衡量 QoS 的几个核心的指标主要包括:

(1) 带宽/吞吐量,表征网络的两个节点之间某特定应用业务流的平均速率。

(2) 时延,数据包在网络的两个节

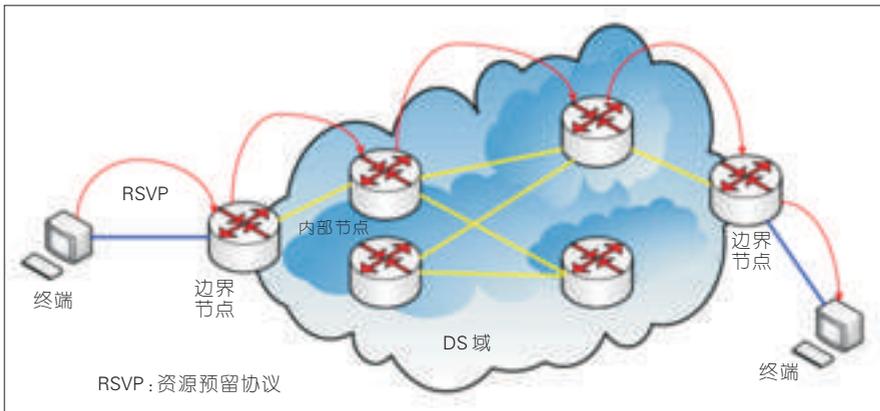
点之间传送的平均往返时间。

(3) 抖动,时延的变化程度。

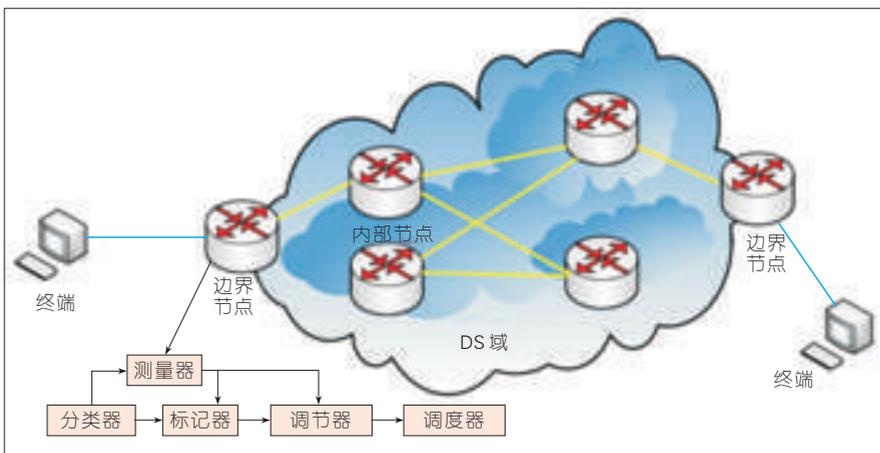
(4) 丢包率,在网络传输过程中丢失报文的百分比,用来衡量网络正确转发用户数据的能力。

(5) 可用性,网络可以为用户提供服务时间的百分比。

EVDO Rev.A 系统的 QoS 可分为用户间 QoS 和用户内 QoS。用户间 QoS 就是把用户区分为不同的用户等级,高级别的用户在系统接入、前向 MAC 调度、反向速率控制和资源控制(T2P)资源分配上比低级别用户具有更高的优先权。用户内 QoS 也就是用户内不同业务的优先级调度,各种



▲ 图 1 IntServ 模型



▲ 图 2 DiffServ 模型

制的优先级服务模型,网络资源分配由总体服务策略决定,不需要逐级资源预留,从而克服了 IntServ 模型分布式资源预留所带来的网络扩展局限性。在 DiffServ 方案中,在网络入口处根据服务要求对业务进行分类及流量控制,同时设置差分服务代码点(DSCP),并在网络中根据实施好的 QoS 机制来区分每一类通信(依据分组的 DSCP 值)并为之服务(包括资源分配、分组丢弃策略等,统称为 PHB),DiffServ 域中的所有节点都将根据分组的 DSCP 字段来遵守 PHB。IETF 定义了 4 种 PHB 服务类型,分别是尽力而为、加速转发、确保发送及 IP 优先级类选择。

边界节点将对网络的进行分类和调节,把进入网络的流分成不同的类型,并将类型相同的流汇聚进行集

束传输。因此,在区分服务中,传输的是流汇聚而不再是单个的流。每一组流聚集都具有相应的各自不同的流传输服务标准,在各个域内根据不同的媒体传输要求提供不同的传输服务。这一过程是通过区分服务中 IP 包头的区分服务标记字段(DS Field)来实现的。

▼ 表 1 3G 业务的 QoS 分类

性能特征	会话类	流媒体类	交互类	背景类
典型业务	VT、VoIP	VOD、BCMCS	网页浏览	FTP 下载、Email
终端缓存要求	终端不需缓存机制	终端一般采用缓存机制	终端不需缓存机制	终端不需缓存机制
抖动要求	对抖动的要求很高	对抖动的要求比较高	抖动要求低	无要求
时延要求	时延要求高	时延要求高	时延要求低	无要求
上下行速率对比	上行和下行基本对称	下行远大于上行	请求-响应类型,一般下行大于上行	有些业务下行大于上行,有些基本对称
误码率要求	可以容忍一定的误码率	可以容忍一定的误码率	对误码率要求很高	对误码率要求很高
空口重传要求	不需重传	不需重传	需重传	需重传

VT: 可视电话 VoIP: 基于 IP 承载的语音业务 VOD: 视频点播技术 BCMCS: 广播多播技术

边界节点通过查询区分标记字段并将其归入某一特定的流聚集。区分服务模型中边界节点的处理功能主要包括:

- 接纳控制,判断是否有足够的资源来支持相应类型的控制。
- 分类器,确定源地址、目的地址、端口字段,包的类型。
- 测量器,对包的速率进行测量,并根据测量结果控制标记器对数据包头进行 DSCP 标记。
- 标记器,对数据包头进行 DSCP 标记。
- 调节器,对一个分组流中的部分或全部分组进行整形处理,使该分组流符合预先制订的传输调节协议。
- 调度器,用来基于服务连接的包的调度发送。

IntServ 模型的优点是可提供端到端的 QoS 保证;缺点是对路由节点的要求较高,实现复杂,对网络扩展有很大的局限性。DiffServ 模型的优点是可扩展性好,便于实现;缺点是难以提供端到端的 QoS 保证。一般将两者结合起来,IntServ 模型用于网络边缘,DiffServ 模型用于核心网络节点,共同实现整个网络端到端的 QoS 保证。

### 1.3 3G 业务的 QoS 分类

从 3G 业务的应用特性上进行分析,QoS 一般可以分为 4 类,如表 1 中所示。

可见,不同的业务类型对 QoS 的要求也各不相同,EVDO Rev.A 必须提

供有效、多样的 QoS 机制,保障用户在不同的业务应用中都能保持良好的使用感知。

#### 1.4 EVDO Rev.A 端到端的 QoS 体系结构

多数移动业务是端到端的,因此系统必须提供从终端、无线接入网、分组核心网、外部公共网的整体 QoS 解决方案,才能提供端到端的 QoS 保证<sup>[4]</sup>。第三代合作伙伴计划 2(3GPP2)定义了基于 IP 的端到端的 QoS 业务体系结构,如图 3 所示。它是一个多层次的 QoS 业务体系结构:在应用层描述端到端的 QoS 业务要求,在网络层描述 IP QoS 业务要求,在承载层和传输层则描述了底层承载和传送的 QoS 要求。在不同的 QoS 业务层次之间,存在 QoS 参数的映射和传递。

## 2 EVDO Rev.A 的 QoS 实现和保证

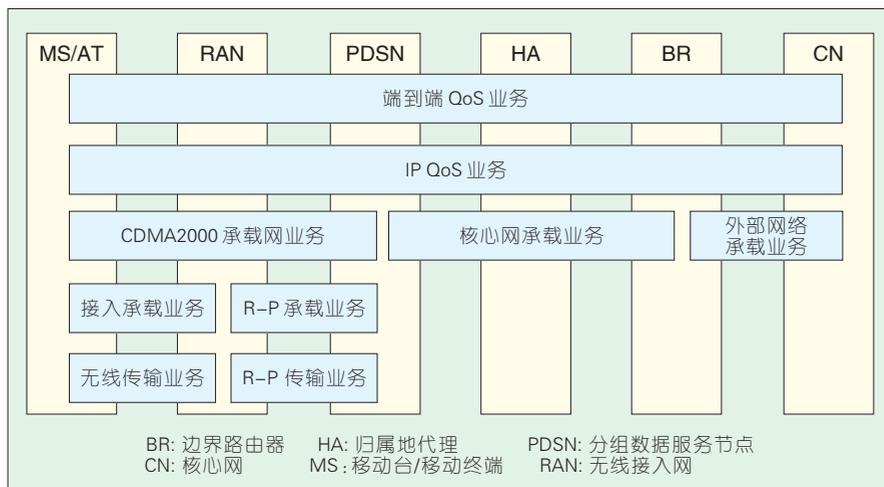
### 2.1 EVDO Rev.A 的 QoS 实现机制

1xEV-DO Rev. A QoS 解决方案是基于 3GPP2 无线 IP 网络端到端的 QoS 架构,由无线接入网提供链路层的 QoS 服务。每个用户允许建立多个具有不同 QoS 特征的逻辑链路,以承载上层不同 QoS 的 IP 流。这种逻辑链路称为服务连接。一条服务连接由一条前/反向无线链路协议(RLP)流、一条反向业务信道媒体接入控制(RTC MAC)流以及一条 A8/A10 连接组成的。调度器则是基于服务连接调度的<sup>[5]</sup>。

1xEVDO Rev.A QoS 主要实现机制包括:

(1) 使用 ProfileID 描述 QoS 参数。

(2) 信令面,终端通过 QoS 信令请求基站预留资源,为用户 IP 流建立相应的承载链路(服务连接)。这个过程涉及 QoS 授权、服务连接的建立和参数配置、通过 RSVP 请求分组数据服务节点(PDSN)建立包过滤器、接纳控制等。



▲ 图3 3GPP2定义的端到端 QoS 业务体系结构

(3) 媒体面,涉及 IP 流的分类和承载到服务连接上,以及服务连接的调度。

### 2.2 EVDO Rev.A 的 QoS 保证

1xEV-DO Rev. A QoS 解决方案是基于 3GPP2 无线 IP 网络端到端的 QoS 架构,需要实现端到端的网络资源保障。下面从无线链路资源管理 QoS 保证、地面链路资源管理 QoS 保证以及多连接的处理等几个方面来阐述 EVDO Rev.A 系统的 QoS 保证。

#### 2.2.1 无线链路资源管理 QoS 保证

(1) 准入控制。根据业务的 QoS 要求和系统可用资源来判断是否可以满足该业务的要求,即判断是否准许该业务的接入。一般可采用两种准入检测方式:简单准入控制算法和基于时隙占用率的控制算法。简单准入控制算法可以分别为 EF 业务、EF + AF 业务的标称带宽总和和设置上限;基于时隙占用率的控制算法可以实时计算 EF 业务、EF+AF 业务的占用时隙。应用准入控制,接入网(AN)需要检查的系统资源有:

- Abis 口带宽
- 选择器和分配单元(SDU)子卡是否过载
- 扇区带宽
- 扇区用户数

(2) 前向空口负荷控制。当前向负荷过载时,通过降低部分流的级别来实现专线用户和其他高优先级流的 QoS 保证,以达到前向空口负荷可控的目的。

(3) 反向空口负荷控制。根据用户等级和业务等级的不同,设置 T2P 算法的输入参数的不同取值,以达到反向负荷控制的目的,实现高优先级用户和流的 QoS 保证。

(4) 前向空口 MAC 层调度。可分为多用户的调度及多流的调度。多用户调度时,既要考虑系统整体吞吐量的最大化,也要考虑用户间的公平性。对于多流的调度,不同的 EF、AF、BE 业务流具有不同的调度权重,优先调度权重最大的业务流。比如将流按照不同流的类型划分为多个不同的优先级调度队列,不同的数据流到达信道处理板后,按照类型分别放到对应的优先级队列中,队列间则采用优先调度算法,优先处理高优先级队列数据。

#### 2.2.2 地面链路资源管理 QoS 保证

EVDO Rev.A 系统的 DiffServ 模型,通过对数据包头的 DSCP 进行标记,对不同类型的业务流进行了分类聚集;差分服务是业务级别在不同数据流上的直接映射,是网络层 QoS 实现的基础。地面链路资源管理包括

Abis 链路管理以及各网络节点,包括基站(BTS)、基站控制(BSC)、PDSN 的流量调度管理。

#### (1) Abis 链路拥塞控制

基于流的 Abis 链路拥塞控制,包括前向拥塞控制和反向拥塞控制。由于 Abis 带宽可能成为瓶颈,所以 Abis 链路的前反向拥塞控制也是 EVDO Rev.A 端到端 QoS 实现中的重要一环。基于不同的 Abis 口物理承载,具有不同的调度算法。

- 基于 E1 的 Abis 链路支持 4 个优先级队列,从高到低分别承载信令、语音、数据和操作维护中心(OMC)报文,它们采用的是绝对优先级的调度策略。

- 基于以太网的 Abis 链路也是支持 4 个优先级队列,但采用的是加权轮循(WRR)调度算法。

#### (2) 各节点的流量调节策略

在 1xEV-DO Rev.A 网络里, PDSN、BSC、BTS 取了不同的流量调节策略,协调提供 QoS 服务。

##### • PDSN

PDSN 根据包过滤器对前向 IP 流分类汇聚到 A10 连接上。对于每一个 A10 连接,还可对通用路由封装技术(GRE)包的外部 IP 标记上相应的 DSCP。如果 PDSN 和 BSC 之间是 DiffServ 网络,那么 A10 包就可以得到不同的服务。

在反向链路中,AT 可以给 IP 包标记上 DSCP。PDSN 重组反向用户 IP 包后,检查 IP 包的 DSCP 是否合法,必要时可以重新标记。如果使用的是反向隧道,用户 IP 包则会通过反向隧道发送到归属地代理(HA),PDSN 则可以给隧道标记上相应的 DSCP。

##### • BSC

BSC 利用漏桶对前、反向 RLP 流进行流量整形。聚合到 RLP 流上的 IP 流,它们的 ProfileID 所对应的需求速率、峰值速率(突发速率)的总和就是这个 RLP 流上的需求速率 Rrlp\_req、峰值速率 Rrlp\_peak。

在前向链路中,BSC 将 RLP 数据

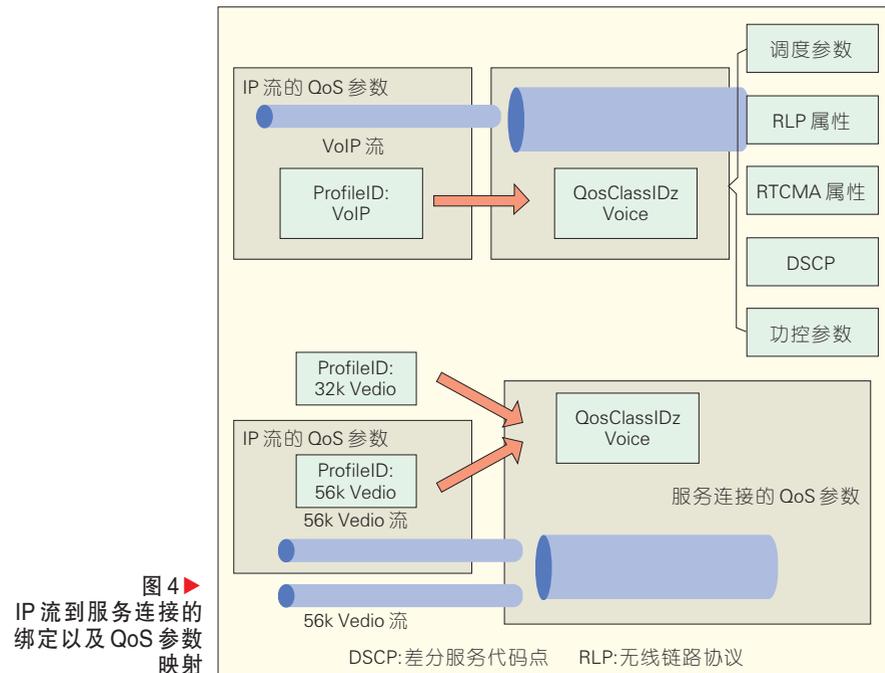


图4 ▶ IP 流到服务连接的绑定以及 QoS 参数映射

封装到 Abis 包里,并对 Abis 包标记上相应的 DSCP,以便在 BSC 和 BTS 间的传输网络里能得到相应的 QoS 服务。对于反向,BSC 也可以为不同的 A10 连接的 GRE 包标记上相应的 DSCP。

不同的 RLP 流在 BSC 内部有不同的优先级,在前向出口处 BSC 可以对不同优先级的 RLP 流采取不同的调度策略。

##### • BTS

对于前向链路,BTS 采用自适应加权算法对不同优先级的 RLP 流进行调度。对于反向,BTS 指示 AT 当前扇区的忙闲程度。

### 2.3 多服务连接

一个用户可以有多个服务连接,以承载不同 QoS 的 IP 流。服务连接分为主连接和辅连接。

(1) 主连接:在空口业务信道建立后可以自动建立,它是数据传输的缺省连接。

(2) 辅连接:当用户请求 QoS 服务时,AN 将创建起辅连接,用于承载 QoS 流。

中兴通讯 1xEV-DO Rev. A 定义了

若干套 QoSClass。QoSClass 是按照业务的 QoS 特征进行的分类,如普通应用(BE)、流媒体、语音、视频、游戏和信令等<sup>[6]</sup>。每套 QoSClass 对应一套参数,包括调度参数、空口协议参数和功率控制参数等,以实现不同应用在 EV-DO 上的 QoS 服务。用户的每个服务连接具有不同的 QoSClassID。

如图 4 中所示,当 AN 收到 AT 请求的 ProfileID 时,AN 查询 OMC 配置的 ProfileID-QoSClassID 映射表,每个 QoSClassID 将创建一个新服务连接,具有相同 QoSClassID 的 IP 流将被聚合到同一服务连接上。AN 使用相应的 QoSClassID 所对应的参数与 AT 进行协商以建立服务连接,这些参数包括 RLP 流参数和 RTC MAC 流参数等。

## 3 EVDO Rev.A 的 QoS 应用举例

### 3.1 天翼对讲应用

天翼对讲业务是中国电信推出的基于 VoIP 的一键通(PTT)应用,它使用高通的 Qchat 平台,可实现手机对讲的功能,并具有永远在线、一按即通、群呼组呼、专业调度、超强覆

盖、通信保密等优点。

EVDO Rev.A 网络支持的增强型协议及关键技术可以满足低时延、实时交互的 VoIP 业务对 QoS 的需求。

EVDO Rev.A 支持 3GPP2 中的如下协议<sup>[5]</sup>:

- Multi-Flow Packet Application (MFPA)
- Enhanced Idle State Protocol
- Enhanced Access Channel MAC Protocol
- Enhanced Control Channel MAC Protocol
- Subtype 3 Reverse Traffic Channel MAC Protocol
- Enhanced Forward Traffic Channel MAC Protocol
- Subtype 2 Physical Layer Protocol
- Generic Attribute Update Protocol (GAUP)

EVDO Rev.A 的增强协议支持如下关键技术:

- 前向 MAC 引入多用户包。由于单语音包比较小(20 字节左右),如果一个 MAC 包只包含一个用户语音包的话会造成空口带宽的巨大浪费,所以前向 MAC 引入了多用户包,即一个前向 MAC 包中可包含多个用户的安全层包。多用户包的 MacIndex 标明了包的长度。

- 反向物理信道引入“子帧”概念。一个子帧持续 4 个时隙,前向混合自动重传请求(HARQ)信道则针对子帧进行了确认,大大缩短了反向空口的传输时延(从 26.667 ms 缩短到了 6.667 ms)。

- 接入参数消息增加 EnhancedAccessParametersIncluded 等领域。探针的前缀部分的长度可大大减少,由若干帧减少到 4 或 16 时隙。

- RLP 增加非重传模式(FlowNNAkEnableFwd/Rev=0)。因为对于语音业务而言,由于时延较为敏感,在允许一定的丢包率条件下,一般去使能重传机制。

- 寻呼更快。增强空闲(IDLE)协

议中,寻呼周期可以更短,而不是固定为 5.12 s,这更适合于语音业务(寻呼周期也可以更短以便更好地支持 PoC 业务)。

- 虚拟切换更快。反向增加数据资源控制(DSC)子信道,和数据速率控制(DRC)子信道配合使用。

- 基于信令信道承载的数据业务。允许使用控制信道、接入信道等非业务信道来传送业务数据,这使得 QChat 的起呼信令可以在业务信道建立之前就开始交互。避免了先建立业务信道,再使用业务信道传送起呼信令这种串行模式所带来的延迟。

### 3.2 用户等级差异化应用

随着 3G 用户的高速增长以及业务应用趋于多样化、复杂化,如何利用有限的无线资源创造更多的运营价值是电信运营商非常关心的问题。从目前 3G 网络用户的使用情况来看,极少部分的大流量用户占用了大量的网络资源,极大增加了网络的负担,其结果是其他大部分用户只能占用少部分的资源,用户使用感知受到严重的影响。对于这部分高流量用户,有必要减少他们的资源占用。另一方面,一些行业用户、政企用户等高端用户对服务需求有特殊的需求,且高端用户对运营商可贡献更多的利润,对这部分用户需要提供更好的服务以保证高端用户对电信运营商的忠诚度以及粘着度。这样以来,在 EVDO Rev.A 中就可以通过对用户的差异化、精细化 QoS 机制来实现用户间的 QoS 应用。

在 EVDO Rev.A 中可对用户分类为专线用户、普通用户两种,其中普通用户可分为金牌用户、银牌用户、铜牌用户 3 个等级。专线用户的优先级最高,通过配置的最低速率,系统保证专线用户随时接入,并保障专线用户的最低速率体验。对于普通用户系统不保证接入,普通用户中的 BE 业务可设置为 3 种用户等级:

(1) 金牌用户,具有最高的优先

级,享受最高的峰值速率限制,比如可设置最高下行速率为 2 Mbit/s。根据市场部门对用户价值的划分标准,可以将市场定义的钻、金用户中的需要重点保证的个人大客户、政企优质大客户等设置为金牌用户。

(2) 银牌用户,具有较高的优先级,享受较高的峰值速率限制,比如可以设置最高下行速率为 1 Mbit/s。可将一般普通用户设置为银牌用户。

(3) 铜牌用户,具有最低的优先级,享受最低的峰值速率限制,比如可设置最高下行速率为 500 kbit/s。可将大流量低价值的 3G 无线宽带用户设置为铜牌。

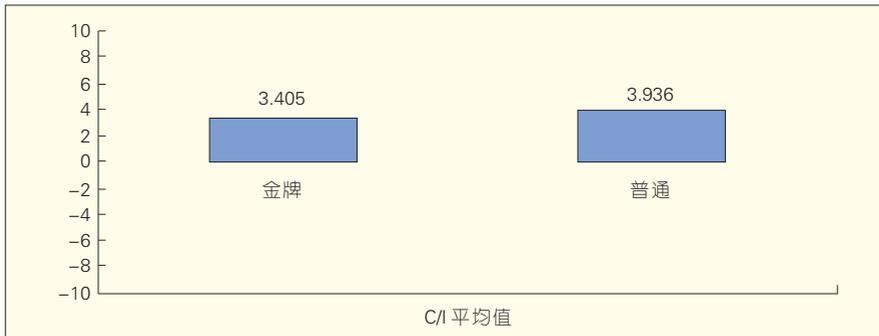
上述 3 种不同等级的用户的最高速率可以按需求进行个性化定制,并且满足如下条件:

金牌用户最高速率  $\geq$  银牌用户最高速率  $\geq$  铜牌用户最高速率。

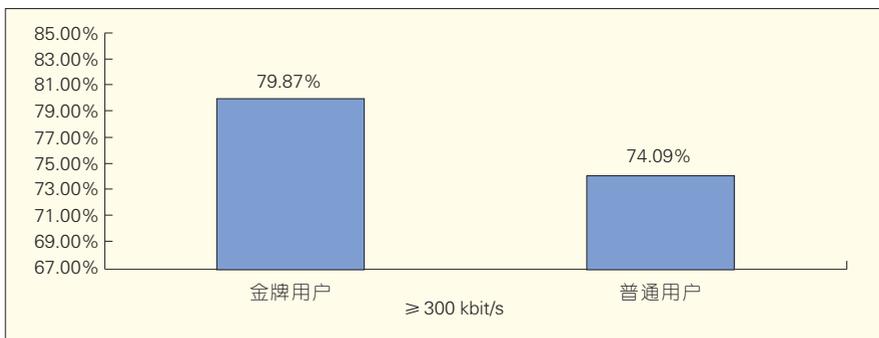
通过用户间的 QoS 设置,可以让不同等级的用户在同等的无线环境下(相同 C/I)在空口体现为不同的调度优先级。金牌用户调度优先级要高于银牌用户,银牌用户的调度优先级又高于铜牌用户。在中兴通讯的 CDMA 系统中,通过配置 UserRankID 对应的 QoSClass 的参数 GoSFactor,可使不同等级的用户在空口得到不同的调度优先级。例如 UserRank1 的 GoSFactor 设置为 1, UserRank2 的 GoSFactor 设置为 2,那么两类用户在无线环境相同的情况下,前向吞吐量为 1:2。

为体现网络可以为金牌用户提供更优先的服务,在某局同一近点位置(C/I 接近)对金牌用户和普通用户进行了对比验证测试,如图 5 所示,金牌用户的 C/I=3.405,而普通用户的 C/I=3.936,普通用户的 C/I 值比金牌用户的 C/I 值还要稍好一些。但从测试结果看,金牌用户大于 300 kbit/s 的比例高达 79.87%,普通用户则会大于 300 kbit/s 的比例仅为 74.09%,如图 6 中所示。

表 2 中的测试结果表明:



▲ 图5 金牌用户和普通用户在同一近点位置测试的平均 C/I



▲ 图6 金牌用户和普通用户在同一近点位置下载速率对比

▼ 表2 金牌用户和普通用户在同一近点位置应用层下载速率对比

用户种类	应用层平均速率(kbit/s)	应用层瞬时速率比例(%) ( < 300 kbit/s)	应用层瞬时速率比例(%) ( ≥ 300 kbit/s)
金牌用户	931.01	20.13	79.87
普通用户	809.76	25.91	74.09

(1) 金牌用户的平均速率比普通用户每秒高 130 kbit/s。

(2) 金牌用户的  $\geq 300$  kbit/s 速率的比例比普通用户高 5.78%。

在同等或者略低的 C/I 条件下, QoS 金牌用户相对普通用户的应用层速率有明显优势。如果在用户数较多的情况下, QoS 金牌用户更能体现出“金牌”的效果来。

通过对用户 QoS 的差异化设置, 保障了高端用户的使用感知, 同时兼

顾到低端用户的公平性, 实现了运营商对网络资源的高效利用, 也体现出运营商的精确运营水平。

#### 4 结束语

EVDO Rev.A 网络完善的 QoS 机制不但可以提供网页浏览、FTP 下载等 BE 类的高速数据业务, 同时也支持可视电话、VoIP、PTT 等时延敏感业务。随着 3G 业务的不断丰富以及用户需求的不断提高, 如何充分利用

现有的无线资源来满足业务的发展需要, 并给用户提供的服务质量, 是电信运营商需要认真思考的一些问题。

文章阐述了基于 EVDO Rev.A 网络的 QoS 原理, 并列出了两个目前 CDMA 业界较为成熟的 QoS 应用。随着 3G 产业链的规模化日益成熟, 更多的 QoS 应用会提出来, 所以对于差异化 QoS 的应用及优化研究将是一个长期的过程。

#### 5 参考文献

- [1] BERNET Y, FORD P, YAVATKAR R, et al. A Framework for Integrated Services Operation over DiffServ Networks[R]. IETF. RFC 2998. 2000.
- [2] NICHOLS K, BLAKE S, BAKER F, et al. Definition of the Differentiated Services Field (DS field) in the IPv4 and IPv6 Headers[R]. IETF. RFC 2474. 1998.
- [3] BLAKE S, BLACK D, CARLSON M, et al. An Architecture for Differentiated Services[R]. IETF. RFC 2475. 1998.
- [4] 3GPP2 S.R0079-A.v1.0.Support for End-to-End QoS-Stage 1 Requirements[S]. 2006
- [5] 3GPP2 C.S0024-B.v2.0.CDMA2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification [S]. 2007
- [6] ZTE Rev.A QoS 技术白皮书[S]. 深圳: 中兴通讯股份有限公司.

收稿日期: 2012-02-17

#### 作者简介



杨召江, 广西大学无线电专业毕业, 2009 年获电子科技大学 EMBA 硕士; 中国电信股份有限公司南宁分公司副总经理、工程师; 主持南宁电信整体维护工作, 从事无线网络系统维护、优化工作多年, 主攻用户感知提升; 组织完成了南宁周边高速公路 DO 精品网系统性优化工作, 实现了桂海高速(南宁段)全程网络视频无缝播放; 发表相关论文 10 篇。

#### 广告索引

A1—A5、封四: 中兴通讯股份有限公司

# 移动无线传感器网络中节点自定位 算法研究

## Node Self-Localization Algorithms in Mobile Wireless Sensor Networks

陈晶晶 / CHEN Jingjing, 刘萍 / LIU Ping

(中国人民解放军陆军军官学院, 安徽 合肥 230031)  
(Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China)

中图分类号: TN929 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0045-06

**摘要:** 移动无线传感器网络(MWSN)是一种全新的信息获取和处理技术,可以在广泛的应用领域内实现复杂的大规模监测和追踪任务,而移动节点的位置信息则是其应用的基础。针对这一特征,文章深入探讨了移动节点自定位算法的研究现状,介绍了移动无线传感器网络节点定位的基本方法,讨论了定位算法的性能评价指标,并对各种算法性能进行了比较,最后指出了算法存在的问题和解决办法。文章认为三维全节点移动的自定位算法将成为以后的研究趋势。

**关键词:** 移动;无线传感器网络;自定位算法

**Abstract:** Mobile wireless sensor network (MWSN) is a novel technology for acquiring and processing information. It can perform complicated, large-scale monitoring and tracking tasks. In MWSN, localization of the mobile node is crucial for most applications. In this paper, we discuss the current status of node self-localization algorithms. We also introduce the basic methods of node localization and performance estimation index of localization algorithms. We analyze these popular localization algorithms, and disadvantages and solutions are discussed. We suggest that three-dimensional space will be a research trend.

**Key words:** mobile; wireless sensor network; self-localization algorithm

很多无线传感器网络<sup>[1]</sup>(WSN)的应用,如井下人员定位、河流探索、动物跟踪、士兵定位、战场探测等都需要利用节点的移动来实现。这就涉及到了特殊的无线传感器网络——移动无线传感器网络(MWSN)。

MWSN通常由坐标已知的信标节点和坐标未知的普通节点组成,与一般的无线传感器网络不同的是网络中的部分节点或全部节点都是可移动的。它采用分布式的控制结构,网络中的节点是具有机动能力的增强型节点,一般同时具有传感、处理和

转发功能,它可以不依赖于事先设置的网络基础设施而迅速展开并且自适应组网,各节点可在不进行通知的情况下自由进入网络或离开网络且不会导致整个网络陷入瘫痪。

在WSNs中,确定传感器节点自身位置是网络的基本功能之一,也是WSNs的支撑技术之一。节点位置信息如此重要,主要3个原因<sup>[2]</sup>:

- (1) 传感器收集的数据,必须知道感知数据的发生位置才有应用价值。
- (2) WSNs的很多通信协议是在已知节点位置基础上运行的,如地理路

由实施数据转发,并且需拥有节点的坐标。

(3) WSNs的一些系统功能需要节点位置信息,例如,有了位置信息可以为网络提供命名空间,向部署者报告网络的覆盖质量等。

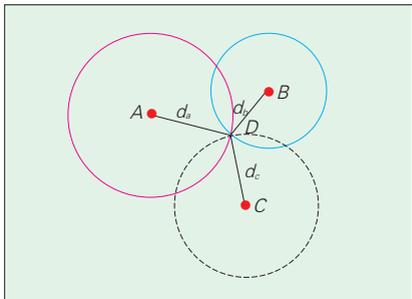
目前广泛使用的全球卫星导航定位系统(GPS)用来确定携带者的绝对位置信息,但GPS具有高成本、高能耗、尺寸较大、和不可在室内等电磁波较难到达的环境中使用的特点。网络中节点具有体积小、数量众多、能量有限、处理能力和通信能力较弱等特点。由于上述种种原因使得GPS不能广泛用在节点上,这就需要发展适合于无线传感器网络应用的节点定位方法。目前全球的研究机构已开展了大量工作。

文章对MWSN节点间定位的基本原理、算法性能评价指标和全球开展的相关研究工作进行了介绍和归纳,以便于为无线传感器网络的深入研究与应用提供借鉴。在MWSN中,节点移动分为部分移动和全部移动的情况,文中只关注全部节点移动情形下的节点自定位算法的研究,部分节点移动的自定位算法不在文章考虑范围之内。

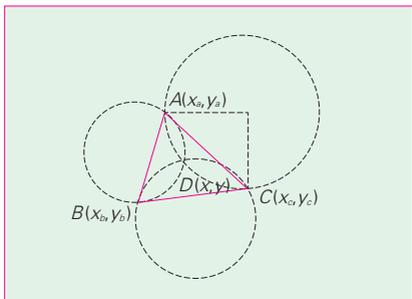
## 1 节点定位

### 1.1 节点定位基本方法

在传感器节点定位过程中,未知节点在获得对于邻近信标节点的距离,或获得邻近的信标节点与未知节点之间的相对角度后,通常使用下列



▲图1 三边测量法



▲图2 三角测量法

方法计算自己的位置。

### 1.1.1 三边测量法

三边测量法如图1所示。图1中基于假设的理论模型:已知A、B、C3个节点的坐标分别为 $(x_a, y_a)$ 、 $(x_b, y_b)$ 、 $(x_c, y_c)$ ,以及它们到未知节点D的距离分别为 $d_a, d_b, d_c$ ,假设节点D的坐标为 $(x, y)$ 。那么,存在式1:

$$\begin{cases} \sqrt{(x-x_a)^2+(y-y_a)^2} = d_a \\ \sqrt{(x-x_b)^2+(y-y_b)^2} = d_b \\ \sqrt{(x-x_c)^2+(y-y_c)^2} = d_c \end{cases} \quad (1)$$

由式1可得到节点D的坐标。

### 1.1.2 三角测量法

三角测量法的原理如图2中所示,A、B、C3个节点的坐标分别为 $(x_a, y_a)$ 、 $(x_b, y_b)$ 、 $(x_c, y_c)$ ,那么节点D相对于节点A、B、C的角度则分别为: $\angle ADB, \angle ADC, \angle BDC$ ,假设节点D的坐标为 $(x, y)$ 。

对于节点A、C和角 $\angle ADC$ ,如果弧段AC在 $\triangle ABC$ 内,那么能够唯一确定一个圆,设圆心为 $O_1(x_{o1}, y_{o1})$ ,半径为 $r_1$ ,那么 $a = \angle AOC = (2\pi - 2\angle ADC)$ ,

并存在式2:

$$\begin{cases} \sqrt{(x_{o1}-x_a)^2+(y_{o1}-y_a)^2} = r_1 \\ \sqrt{(x_{o1}-x_b)^2+(y_{o1}-y_b)^2} = r_1 \\ \sqrt{(x_{o1}-x_c)^2+(y_{o1}-y_c)^2} = 2r_1^2 - 2r_1^2 \cos a \end{cases} \quad (2)$$

由式2能够确定圆心 $O_1$ 点的坐标和半径 $r_1$ ,同理对A、B、 $\angle ADB$ 和B、C、 $\angle BDC$ 分别确定相应的圆心 $O_2(x_{o2}, y_{o2})$ 、半径 $r_2$ 、圆心 $O_3(x_{o3}, y_{o3})$ 和半径 $r_3$ 。最后可以利用三边测量法,由点 $D(x, y), O_1(x_{o1}, y_{o1}), O_2(x_{o2}, y_{o2}), O_3(x_{o3}, y_{o3})$ 确定D点坐标。

### 1.1.3 极大似然估计法

极大似然估计法如图3所示,已知1、2、3等n个节点的相对坐标分别为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)$ ,它们到节点D的距离为 $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ ,假设节点D的坐标为 $(x, y)$ 。

那么,存在式3:

$$\begin{cases} (x_1-x)^2+(y_1-y)^2=d_1^2 \\ \dots\dots\dots \\ (x_n-x)^2+(y_n-y)^2=d_n^2 \end{cases} \quad (3)$$

从第一个方程开始分别减去最后一个方程得:

$$\begin{cases} x_1^2-x_n^2-2(x_1-x_n)x+y_1^2-y_n^2-2(y_1-y_n)y = d_1^2-d_n^2 \\ \dots\dots\dots \\ x_{n-1}^2-x_n^2-2(x_{n-1}-x_n)x+y_{n-1}^2-y_n^2-2(y_{n-1}-y_n)y = d_{n-1}^2-d_n^2 \end{cases} \quad (4)$$

式4的线性方程表示方式为:

$AX=b$ ,其中:

$$A = \begin{bmatrix} 2(x_1-x_n) & 2(y_1-y_n) \\ \dots & \dots \\ 2(x_{n-1}-x_n) & 2(y_{n-1}-y_n) \end{bmatrix},$$

$$b = \begin{bmatrix} x_1^2-x_n^2+y_1^2-y_n^2+d_n^2-d_1^2 \\ \dots \\ x_{n-1}^2-x_n^2+y_{n-1}^2-y_n^2+d_n^2-d_{n-1}^2 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

使用标准的最小均方差估计方法可以得到节点D的坐标为:  
 $X = (A^T A)^{-1} A^T b$ 。

### 1.2 定位算法性能评价指标

MWSN定位机制和算法的性能将

直接影响其可用性,如何评价它们是一个需要深入研究的问题。存在一些重要的评价指标。

(1) 定位精度:定位技术首要且最重要的评价指标就是定位精度。定位精度指提供的位置信息的精确程度,它分为相对精度和绝对精度。绝对精度指以长度为单位度量的精度,相对精度通常以节点之间距离的百分比来定义。

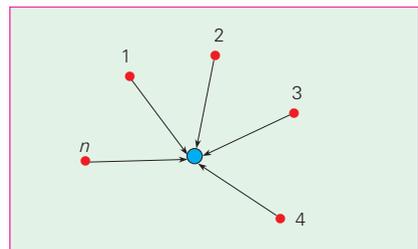
(2) 刷新速度:刷新速度是指提供位置信息的频率。对于移动的物体,位置信息刷新较慢,则会出现严重的位置滞后,直观上感觉已经前进了很长距离,但提供的位置还是以前的位置信息。

(3) 功耗:功耗是对MWSN的设计和实现影响最大的因素之一。由于一般传感器节点使用的电池都是一次性的能量有限的微型电池,因此在保证定位精度前提下,与功耗密切相关的定位所需的计算量、通信开销、存储开销、时间复杂性是一组关键性指标。

(4) 容错性和自适应性:定位算法和系统的软硬件必须具有很强的容错性和自适应性,节点能够在数据丢失或做随机运动的情况下,通过算法恢复或继续进行,从而纠正错误、适应环境、减小各种误差的影响,提高定位精度。

(5) 代价:包括时间、空间、成本等多种代价,主要是由定位算法决定节点的硬件设施。

(6) 信标节点密度:网络中已知自身位置的节点占节点总数的比例。一般信标节点的密度越大,定位精度越高,但定位的成本也就越大,因为



▲图3 极大似然估计法

信标节点的费用会比普通节点高两个数量级<sup>[1]</sup>,这意味着即使仅有10%的节点是信标节点,整个网络的价格也会增加10倍。

(7) 安全定位:由于传感器网络自身以及定位机制均存在固有的脆弱性,节点的定位过程很容易遭受来自内部或外部的攻击。攻击所产生的错误定位结果可能导致网络功能的局部失效和监测结果出错,进而破坏整个网络应用的有效性。因此,如何为存在敌对可能的传感器网络应用提供安全的节点定位系统,也是评价定位算法性能的要素之一。

## 2 定位方法研究现状

### 2.1 定位算法和系统介绍

现阶段提出的是二维情况下所有节点移动的定位算法;三维情况下的所有节点移动的定位算法,从目前搜集到的资料来看,还未被提出。

二维定位算法有全部节点使用信标节点定位、部分节点使用信标节点定位和无需使用信标节点定位3种。全部节点使用信标节点的移动定位系统有ZebraNet系统,部分节点使用信标节点定位的移动定位算法包括蒙特卡罗定位(MCL)算法系列和其他定位算法系列,无需使用信标节点定位的移动定位算法有DL算法。

#### 2.1.1 ZebraNet 系统

2002年,Princeton大学的Philo Juang等人设计了ZebraNet系统<sup>[2]</sup>,该系统用于跟踪研究肯尼亚的野生斑马群。系统由全部带有GPS定位系统的节点和一个移动基站组成。节点安置在部分斑马身上,节点每隔3分钟使用GPS定位系统确定节点自身位置,并且把收集的数据和相关位置保存在节点上。基站位于研究人员驾驶的车上,当车靠近斑马群时,节点通过射频把收集到的数据发送到基站。该系统虽然节点都是移动的,但是不需要使用特定的算法进行

定位。

#### 2.1.2 MCL 算法和其他定位算法系列

##### (1) MCL 算法系列

文献[5]弗吉尼亚大学的Hu和Evans借鉴了移动机器人中的序贯蒙特卡罗定位方法思想,并首次将其应用于MWSN节点定位中。MWSN中的序贯蒙特卡罗定位算法是首次研究信标节点和未知节点都移动的一种非测距定位算法。蒙特卡罗定位算法源于Bayesian位置估计,其核心思想是用若干个带有权重的离散采样来估计后验概率密度分布,并且利用重要性采样来迭代地更新它们。在MCL定位算法中,时间被分成若干个等长的离散时间段,待定位节点在每一个时间段对自身重定位,算法分为预测、滤波、重采样和估计节点位置4个阶段。该算法的定位精度非但没有受到节点移动性的影响,相反通过节点的移动提高了定位精度,减少了定位开销。另外,该算法不需要在节点上安装额外硬件,因此降低了网络成本。然而,该算法并没有讨论在不同应用环境下无线传感器网络的条件是如何假设的以及不同类型的运动模型是如何影响定位精度的等问题。

文献[6]中,Baggio A等在Hu和Evans研究成果的基础上总结并提出了蒙特卡罗盒子定位算法,该算法通过定义信标节点盒子和样本盒子,把采样区域限制在一个由信标节点射频范围重叠组成的样本盒子里,这样使得采样效率得到了显著提高,进而也提高了定位精度和定位效率。然而当观测数据在样本盒子分布的比重较少时,就减少了采样的成功率。

文献[7]中,加拿大约克大学的Rudafshani M和Datta S提出了移动和静态传感网络定位算法(MSL)和MSL\*算法,它们利用节点的一阶邻居节点和二阶邻居节点的位置信息改善定位精度。然而,MSL算法和MSL\*算法利用一阶邻居节点和二阶邻居节

点的方式比较复杂,算法复杂难懂,并且MSL算法计算量大,MSL\*算法通信开销量大,算法的实现都需要消耗巨大的能量。

考虑到MCL算法需要已知节点的无线信号传输半径,而实际上由于环境改变、能量损耗等原因,无线信号的传输半径值也是时刻变化的,并不是很容易就能得到。针对上述问题,韩国延世大学的Jiyoung Yi等人提出了一种叫做基于多跳的蒙特卡罗算法(MMCL)<sup>[8]</sup>,这种算法不需要已知节点的无线信号传输半径值,而只需利用DV-Hop算法将平均每跳距离算出,然后利用未知节点到各信标节点的跳数及平均每跳距离,得出节点可能存在位置的条件,最后利用蒙特卡罗定位方法就能将满足条件的节点位置求出。MMCL通过在全网内泛洪信标节点信息,减少了未知节点接收不到信标节点信息的可能性。

文献[9]中,Stevens-Navarro E等人针对MCL算法在定位过程中由于不能在采样区域内得到正确的样本而导致未知节点不能准确定位的问题,对MCL算法进行了改进,提出了对偶蒙特卡罗定位算法和混合蒙特卡罗定位算法。对偶蒙特卡罗定位算法可以看作是将MCL算法的逻辑顺序颠倒得到的,而混合蒙特卡罗算法则是将MCL算法和对偶蒙特卡罗定位算法综合起来运用,最终获得的一种更为有效的定位方法。然而对偶蒙特卡罗定位算法和混合蒙特卡罗算法也同样存在着缺陷,它们在定位过程中的计算量要远大于MCL算法。

文献[10]中,Martins等人针对移动传感器网络提出了一种增强的蒙特卡罗(EMCL)定位算法。该算法通过把每步相关工作的主要思想并入最初的MCL中来对MCL进行改进。考虑到信标节点和未知节点间的通信信息会使MCL方法计算量大幅扩张问题,该算法通过协调多跳信标节点来建立一个简化的抽样区域,通过

DV-hop 算法控制泛洪来产生分布式的信息,进而减少算法的计算负荷,保证较好的精度,达到更快的定位收敛性,控制通信开销。

文献[11]中, Dil B 等人把两种基于测距和非测距类型的信息引入到序贯蒙特卡罗定位算法中,提出了一种基于测距的序贯蒙特卡罗定位算法。该算法在节点移动时获得了精确的位置估计,但是同时也存在着网络中的节点必须使用特殊测距硬件的缺点。

文献[12]中,魏叶华等人针对未知节点和信标节点都随机运动的网络模型,提出了一种基于动态网格划分的蒙特卡罗定位算法。首先,在算法中当接收的信标节点数超过一定阈值时就开始使用最远距离节点选择模型,选出部分信标节点参与定位和信息转发,进而节约能耗。接下来利用选择的或所有接收的信标节点构建采样区域,完成网格划分,通过使用网格单元数计算最大采样次数,并在采样区域内采样并使用误差补偿的运动模型进行过滤,使得采样效率得到提高,计算开销得到减少,并保证了较好的定位精度。然而,移动网络定位要远复杂于静态网络,因此对运动模型及动态特性的研究仍然是一个难点。

文献[13]中,李鹏程等人提出了基于估计的蒙特卡罗定位算法(MCBE)移动定位算法,该算法是基于 MCB 定位算法,其利用信标盒子(即包含待定位节点可能位置且平行于坐标轴的矩形)和邻居未知节点的位置来帮助定位。由于信标盒子的大小与定位误差是正相关的,因此该算法根据当前时刻待定位未知节点的一跳和二跳信标节点位置信息能够计算出信标盒子,当信标盒子的大小大于某一定值时,利用邻居未知节点的位置缩小信标盒子,最后在信标盒子内采样,并运用蒙特卡罗定位方法进行定位。但当待定位未知节点的信标盒子较大时,未知节点要和邻居

▼表1 算法比较一览表

定位方法	定位失败概率	定位精度	算法复杂度	通信开销	采样成功率
MCL	大	较低	一般	小	低
MCB	一般	较高	低	小	较高
MMCL	小	低	低	较大	一般
MSL	一般	高	高	较大	一般
MSL*	较小	高	高	大	高

节点通信,这就增加了通信成本,所以 MCBE 算法并不太适用于信标节点密度大,对能量效率要求高的场合。

文献[14]王洁等人提出一种在低锚节点密度的移动传感器网络中实现定位跟踪的方法,即增强型蒙特卡罗定位跟踪算法。该算法利用受控的泛洪方式提高锚节点利用效率,采用遗传交叉操作加快预测阶段的抽样,并采用插值方法对节点运动速度及方向进行预测,利用位置估计精度优于自身的1跳邻居节点的信息强化滤波条件。仿真实验结果表明,该算法与传统 MCL 算法相比加快了收敛速度,提高了定位精度,改善了在低锚节点密度时的性能。

#### (2) 其他定位算法系列

文献[15]中, S. Datta 等人提出了一种基于多边形的算法,该算法中节点保持一个凸多边形来代表当前的可能位置,这个多边形包含了节点所有的可能位置,多边形的质心被认为是节点的位置估计。节点所在位置由前一时刻的多边形,当前所听到的锚节点和普通节点所限制,这些限制也由一个个的多边形表示。

文献[16]中, Ji Luo 和 Qian Zhang 提出了一种叫做 MIL 的算法,把节点所在的区域划分为一个个宽度相等的小长方形,这些长方形的顶点的坐标由限制节点所在位置的所有小等式计算出,这些小长方形的质心被认为是节点所在区域的质心,为节点的估计位置。

#### 2.1.3 DL 算法

DL 定位算法<sup>[17]</sup>是由 Polytechnic University 的 Akcan 等人提出的。该方

法应用于没有锚节点的场合,易于布置。但它也有一些限制条件,如它需要节点上安装有感知运动方向和运动速度的设备,并且有测距设备测量到邻居节点之间的距离。节点可以获得自身的运动方向和速度,通过与邻居节点通信可以获得邻居节点的运动方向和速度,通过测距设备可以测得到邻居节点间的距离。利用这些方向、速度和距离,该方法可以实现移动节点的定位。

## 2.2 典型定位算法分析

由于其他种类定位算法和系统相对研究成果较少,每种算法和系统都是在特定情况下提出的,可比性不大,所以文章主要分析 MCL 算法系列。

### 2.2.1 性能比较

对 MCL 算法系列进行分析研究,可以得到两条结论。

(1) 在 WSNs 节点定位算法中没有一种通用的算法,只是在特定环境下某一种定位算法优于另一种算法。但是减少通信与计算开销,节省网络能量,延长网络的生命周期,以最小的信标节点数和最低的网络成本达到最高的节点定位精度和覆盖率这是每种定位算法所追求的。表1可以直观看到几种具有代表性算法及其优缺点。

(2) 现有的针对全节点移动的定位算法,基本上都是在蒙特卡罗算法的基础上对其的改进;节点的移动模型主要是随机路点移动模型。

### 2.2.2 存在问题

MCL 定位算法的不足之处需要

进行改进,这主要集中在6个方面。

(1) MCL类算法采用大量加权粒子来表征未知节点的概率密度分布,用于寻找这些粒子的计算量较大。通过对采样进行优化,使采样向后验密度分布取值较大的区域移动,可以更好地表达后验密度分布,解决MCL方法采样效率低的问题。

(2) MCL类算法在锚节点密度小于1时,定位精度随着锚节点密度的降低急剧下降。通过利用测距技术和改变无线信号传输模式以改变能量损耗,提高定位精度。位置估计的精度是设计定位算法始终追求的目标,它直接影响WSNs后继的网络传输和监测性能。影响定位精度的因素主要包括测距误差和定位计算带来的误差。由于测距误差是由硬件设备决定,不同的测距或测角技术具有不同的误差特征,但目前尚没有精确刻画这些技术特征的公开资料。传感器在理想情况下的无线传输范围是以该节点为中心的球形,而节点的无线传输方式是不规则的,即不同方位的传输距离不同,因此感知半径或通信半径均为实际情形的近似。

(3) MCL类算法仅利用锚节点的信息进行滤波。通过限制样本的采样范围等方法在预测和滤波阶段进行改进,并利用位置估计精度优于自身的普通邻居节点的位置信息,实现了多点参与的协作定位。

(4) MCL算法没有考虑运动轨迹的预测问题。通过利用节点前几个时刻的位置信息估算出其当前的运动参数,从而提高运动预测的精度。

(5) 混合定位技术和算法的研究。每一种定位技术和算法都有其优缺点,仅仅使用一种定位技术和算法不可能满足所有的传感器网络通信环境的要求。这需把已有的定位技术和算法进行融合,充分利用各定位技术和算法的优点,避免其缺点,使节点能够获得更加精确的定位。

(6) 地理环境的不均匀特性。由于MWSN可能部署在战场、市区等具

有障碍物的复杂地理环境中,地形和植被特征的差别,存在网络所处环境的不均匀性即各向异性。通常定位算法将平均探测半径广播至全网络,其实这只是平均估计值,各节点的实际数据可能各不相同,产生的误差不仅给定位问题也给其他问题带来错误信息,这是一个急需解决的问题。

### 3 定位方法研究趋势

二维方面的研究相对来说比较透彻,而部署在三维空间的MWSN相比于二维空间具有更丰富的位置信息,且网络规模和分布密度也都有所增加。三维MWSN的研究还比较薄弱,有大量的新问题需要解决。

三维的特殊性主要体现在:

(1) 研究资料和成果缺乏。不能仅仅靠增加第三维坐标计算的方式把二维的研究结论推广到三维,或者将三维问题规约到二维平面上解决。

(2) 问题难度增加。由于难度随维数的增加呈指数增长,网络的覆盖率和连通性将更加难以处理,而且相对坐标系统也会更复杂。

(3) 计算复杂度成倍上升。随着维度的增加,三维无线传感器网络中算法的复杂度往往高出其二维平面对应算法一个或多个数量级。这就要求算法在处理大量数据时,具有更快的运算速率。

(4) 现实物理结构复杂。大多数二维传感器网络研究都假设 $n$ 个节点在理想的完全平坦的二维平面随机均匀分布或规则格状分布,其通信范围是以最大传输范围为半径,以未知节点的位置为圆心的圆,节点传输信号不受地形或者障碍影响;而三维传感器网络,在现实世界的结构更加复杂,受到物理环境的严格制约。未知节点的通信范围是以最大传输范围为半径,以未知节点位置为中心的球体,节点信号传输受到地形因素和障碍的影响。与此同时,节点在三维空间的运动路线将更加复杂,移动模型的建立将更加困难。

(5) 空间拓扑结构更加复杂。拓扑控制的目标是通过控制节点的传输范围,使生成的网络拓扑满足一定的性质,以延长网络生命周期,降低网络干扰,提高网络吞吐率。复杂的网络空间拓扑结构对三维传感器网络的覆盖、连通、拓扑控制和部署都有重要的影响。

(6) 节点间通信更加频繁,冗余信息加剧,干扰更加频繁。由于节点具有随时的机动性,节点间的通信量将成倍增加,这将产生大量的能量消耗和冗余信息。同时,单个远处的节点在本地产生的干扰信号也许比较微弱,但多个远处节点在本地形成的累加信号在三维环境下将会很严重,以至可能使网络完全无法工作。传感器节点的空间信号传输模型为理想的球体,即其通信范围是以通信半径为半径的球形区域,但是在实际应用中由于空间物理结构的差异可能存在各向异性。

(7) 安全性变得更差。MWSN的通信是采用无线信道、分布式控制的,节点是在三维空间中运动,其网络更容易被窃听、入侵,节点也更容易遭到物理上或逻辑上的窃取,从而使信息被泄露,甚至造成信息的篡改。另外,传感器节点所在的环境是比较恶劣的,不可能照顾到每个传感器节点,这样,网络的维护也十分困难。因此,网络的通信保密和安全性十分重要,信道加密、抗干扰、用户认证等安全措施要特别考虑,同时设计的传感器节点要非常坚固,不易损耗,适应各种恶劣的环境条件。

因此,对三维移动网络节点定位算法在考虑以上特殊性的同时,需在如下的方面做进一步的深入研究,包括:定位技术和算法的研究;建立新的移动模型;提高定位精度;平衡算法复杂度与能量消耗间的关系;减少误差累积问题等。

### 4 结束语

定位问题在MWSN组网时具有

关键作用,是传感器网络运行的前提和基础,国际上对移动定位进行了较早的研究。现有的各种所有节点移动定位算法都是根据各自的应用需求在一定的条件下提出的,适合于特定情况,得到的结果是在定位精度、节点覆盖率、能量耗损、计算与通信代价等要求上的折中。由于各种应用差别较大,没有普遍适合于各种应用的定位算法,所以应针对不同的应用,通过综合考虑节点的规模、成本及系统对定位精度等要求,来设计最适合的定位算法。由于不同环境下传感器节点都存在资源有限、随机部署、通信易受环境干扰甚至节点失效等特点,定位机制必须要满足自组织性、健壮性、能量高效、分布式计算等要求。

## 5 参考文献

- [1] 孙利民,李建中,陈渝,等.无线传感器网络[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [2] 崔逊学,赵湛,王成.无线传感器网络的领域应用与设计技术[M].北京:国防工业出版社,2009.
- [3] HILL J L. Spec: Smartdust Chip with Integrated RF Communications[D]. Berkeley, CA, USA: University of California-Berkeley, 2001.
- [4] JUANG P, OKI H, WANG Y, et al. Energy-Efficient Computing for Wildlife Tracking: Design Tradeoffs and Early Experiences with ZebraNet[C]// Proceedings of the 10th International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems (ASPLOS '02), Oct 5-9, 2002, San Jose, CA, USA. New York, NY, USA: ACM 2002:96-107.
- [5] HU L, EVANS D. Localization for Mobile Sensor Networks[C]// Proceedings of the 10th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM '04), Sep 26-Oct 1, 2004, Philadelphia, PA, USA. New York, NY, USA: ACM, 2004: 45-47.
- [6] BAGGIO A, LANGENDOEN K. Monte-Carlo Localization for Mobile Wireless Sensor Networks[C]// Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks (MSN '06), Dec 13-15, 2006, Hong Kong, China. LNCS 4325. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2006: 718-733.
- [7] RUDAFSHANI M, DATTA S. Localization in Wireless Sensor Networks[C]// Proceedings of the 7th International Symposium on Information Processing in Sensor Networks (IPSN '07), Apr 25-27, 2007, Cambridge, MA, USA. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2007: 51-60.
- [8] Jiyoung Yi, Sungwon Yang, Hojung Cha, "Multi-Hop-Based Monte Carlo Localization for Mobile Sensor Networks"[A], Fourth Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor[C], Mesh and Ad Hoc Communications and Networks (SECON 2007), June 2007
- [9] STEVENS-NAVARRO E, VIVEKANANDAN V, WONG V W S. Dual and Mixture Monte Carlo Localization Algorithms for Mobile Wireless Sensor Networks[C]// Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC '07), Mar 11-15, 2007, Hong Kong, China. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2007: 4027-4031.
- [10] MARTINS M H T, SEZAKI K. An Enhanced Monte Carlo Localization Algorithm for Mobile Sensor Networks[C]// Proceedings of the 5th international Conference on Networked Sensing Systems (INSS '08), Jun 17-19, 2008, Kanazawa, Japan. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2008:232.
- [11] DIL B, DULMAN S O, HAVINGA P J M. Range-Based Localization in Mobile Sensor Networks[C]// Proceedings of the Proceedings of the 3rd European Workshop on Wireless Sensor Networks (EWSN '06), Feb 13-15, 2006, Zürich, Switzerland. LNCS 3868. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2006:164-179.
- [12] 魏叶华,李仁发,罗娟,等.基于动态网格划分的移动无线传感器网络定位算法[J].计算机研究与发展,2008,45(11): 1920-1927.
- [13] 李鹏程,廖波,罗娟,等.无线传感器网络中一种移动节点定位算法[J].小型微型计算机系统,2008,29(11): 2051-2054.
- [14] 王洁,王洪玉,高庆华,等.一种适用于移动传感器网络的增强型蒙特卡罗定位跟踪算法[J].电子与信息学报,2010,32(4): 864-868.
- [15] DATTA S, KLINOWSKI C, RUDAFSHANI M, et al. Distributed Localization in Static and Mobile Sensor networks[C]// Proceedings of the IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications(WiMOB '06), Jun 19-21, 2006, Montreal, Canada. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2006: 69-76.
- [16] LUO Ji, ZHANG Qian. Relative Distance Based Localization for Mobile Sensor Networks[C]// Proceedings of the IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM '07), Nov 26-30, 2007, Washington, DC, USA. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2007:1076-1080.
- [17] AKCAN H, BRÖNNIMANN H, KRIAKOV V, et al. GPS Free Node Localization in Mobile Wireless Sensor Networks[C]// Proceedings of the 5th ACM International Workshop on Data Engineering for Wireless and Mobile Access(MobiDE '06), Jun 25, 2006, Chicago, IL, USA. New York, NY, USA: ACM, 2006: 35-42.

收稿日期:2012-02-03

## 作者简介



陈晶晶,中国人民解放军陆军军官学院五系硕士研究生在读;主要研究方向为军事仿真与作战模拟研究、传感器网络;已发表论文3篇。



刘萍,中国人民解放军陆军军官学院二系军网网络工程教研室教授、博士;主要研究方向为系统集成、软件开发、作战仿真与实验、传感器网络及应用,军事运筹决策技术;多次荣获军队级奖项,已发表论文数十篇。

## 综合信息

### 中兴通讯独家实现下一代PON产品规模发货

【本刊讯】2012年2月8日消息,知名咨询公司Ovum关于2011年第3季度FTTx市场份额的最新报告显示:2011年第3季度,中兴通讯下一代PON OLT和ONT/ONU已完成发货,这是业界首批交付的下一代PON设备。

Ovum分析师Kamalini Ganguly表示:“随着第一批下一代PON设备的交付,中兴通讯开启了下一代PON技术的新纪元,在提供更高带宽能力方面树立了一个重

要的里程碑。”

在超宽带技术(NG-PON2)领域,中兴通讯也保持领先地位,业内首家推出基于可调激光器的WDM-PON系统等;此外作为牵头单位在FASN发起OFDM-PON的技术白皮书讨论等,研究成果位居业内领先位置。

中兴通讯也是光接入标准积极的贡献者,从2008-2010年,中兴通讯在FSAN标准组织XG-PON和NG-PON2方面的提案数累计业界第1。

# 移动 SNS 的关键技术及架构

## Key Technology and Architecture of Mobile SNS

中图分类号: TN929.11 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0051-06

**摘要:** 文章从电信运营商大力发展移动社区的必要性出发, 分别对移动社区的现状、特点、模式、开放平台等方面展开分析, 提出了开发移动社区需要的关键技术, 如 Web App、开放 API、基于组件的开发等。文章提出采用符合轻量级、易于扩展和聚合的 WOA(面向网络架构)的设计理念, 描绘并分析移动社区平台的体系架构, 从而为运营商发展移动社区奠定了坚实的技术基础。

**关键词:** 移动社区; 移动互联网; 电信运营商; 面向网络的架构

**Abstract:** This paper describes the features, operation mode, and open platform of mobile SNS as well as the current status of development. We suggest that the key aspects of mobile SNS development include web apps, open application programming interface (API), and component-based development. We discuss mobile SNS platform system architecture based on extendible web-oriented architecture (WOA). This is the technical foundation for operators to develop mobile SNS.

**Key words:** mobile social network service(MSNS); mobile internet; telecom operator; web-oriented architecture(WOA)

邝宇锋/KUANG Yufeng  
蔡求喜/CAI Qiuxi  
(中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳  
518057)  
(ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China)

2011 年底, 中国网民人数已达到 5.13 亿, 互联网普及率达到 38.3%, 使用手机上网的网民人数更达到 3.35 亿<sup>[1]</sup>, 超过了美国的总人口。随着电信重组和 3G 网络的日趋成熟, 中国正迎来发展移动互联网的重大契机, 并已正式步入移动互联网时代。

在移动互联网时代, 电信运营商已不再像以往一样仅依靠语音服务和单纯的业务来迎来并锁住客户。在移动互联网时代, 用户将更加关注服务和应用, 因此, 电信运营商为了提升用户黏度, 将目光投向了移动社区网络服务(MSNS)。

社区网络服务(SNS), 是一种旨在帮助人们建立社区性网络的互联网应用。移动 SNS 是指在移动互联网上开发的基于移动终端用户的社区

性网络服务, 主要以移动终端为媒介, 以更为真实的社会关系为基础, 以发展更多纯移动终端用户加入 SNS 为目的, 将 SNS 与移动通信技术有机地结合, 实现交友、娱乐等互动交流。

摩根士丹利的数据表明: 互联网用户有 16% 的时间均用于体验 SNS 服务<sup>[2]</sup>。如今 SNS 已不仅局限于互动社交, 而且还广泛融合游戏、多种应用甚至电子商务等众多模式, 它已经逐渐成为影响全球网络用户的新生活方式。

随着电信重组和 3G 的逐渐普及, 包括移动 SNS 在内的移动互联网业务具备规模化经营的基础, 当前中国移动 SNS 的主要推动力量已经由传统的互联网运营商转变为电信运营商。中国的几大电信运营商也纷

纷推出移动 SNS 产品, 中国移动推出的 139 社区, 融合了流行 SNS 的众多元素, 如博客、空间、娱乐等; 中国联通的 SNS 也整合了邮箱、手机即时通信工具、实名社区和积分商城等; 中国电信也推出了虚拟 3D 社区, 创新互联网社区门户模式。

移动 SNS 通过聚集人气以提升用户粘度, 而手机随时随地随身的便捷体验特性正帮助手机 SNS 体现出更大的应用价值。种种迹象表明: 移动 SNS 正成为中国移动互联网的重要推动力量, 同时它也成了电信运营商大举进军移动互联网领域的重要武器。

## 1 移动 SNS 的发展

### 1.1 全球市场现状

在目前的移动 SNS 世界市场中, 日本得益于移动互联网的高普及率, 其移动 SNS 市场的领先地位无可撼动。2008 年, 日本 1 100 万的移动 SNS 用户所产生的流量比整个北美以及西欧所有用户产生的流量还要高, 3 家移动 SNS (Mobage-town、GREE 和 MIX) 企业更是入围了日本五大网络公司。

西欧移动 SNS 用户数量正在高速

增长,2008年英国移动 SNS 用户的数量更是以 9.2% 的增长速度远超其他西欧国家。英国运营商正积极与 Google、Yahoo 等展开合作,积极尝试广告支持的免费模式,并与移动 SNS 服务提供商进行收入分成。

美国的 Facebook、MySpace 等传统 SNS 的市场领先者随着移动版本的陆续推出,市场规模进一步扩大,截至 2011 年 12 月,已经有超过 4.25 亿用户使用 Facebook 的移动产品,而且更有 Twitter、Google+ 等后起之秀不断爆炸性地吸引新用户,市场前景也非常乐观。

截至 2011 年 12 月底,中国社交网站用户数量为 2.44 亿。在使用率方面,社交网站用户占全国网民比例为 47.6%<sup>[1]</sup>。对中国运营商来说,移动 SNS 已成为运营商必须重点发展的业务。

中国移动 SNS 尚处于发展初期,传统的 SNS 网站如开心网等都已经开通了移动版本,目前正在进一步完善中。中国最大的移动 SNS 网站“天下网”,其平台上的用户已经超过了 3 000 万,活跃用户近 1 000 万。互联网社区在中国的迅速成长让运营商看到了进军移动互联网的一个重要突破口。

## 1.2 用户特点和需求

目前中国的移动互联网用户以 16~25 岁的年轻人为主,手机上网尤其是移动 SNS 的用户以学生和白领人群为主。因此,针对该用户群,中国移动 SNS 领域的核心应用需求主要包括交友、娱乐、资讯、搜索、个人展现、购物 6 个方面。除 SNS 的群组、话题、聊天、论坛、博客、wiki 等基本社交功能外,还包括了一些热门的产品。

• 移动 IM: 在以腾讯和中国移动为首的强势带动下,2011 年第 3 季度,中国市场的移动 IM 总活跃用户数达到 3.06 亿,腾讯手机 QQ、中国移动手机飞信、微软手机 MSN 位居行业

前 3 名,并占据了移动 IM 总体活跃用户市场份额的 92.9%。

• 移动微博: 2006 年问世的 Twitter 以席卷全球之势取得了令人称奇的成功,而在中国以新浪微博和腾讯微博较有代表性,其中新浪微博以其名人效应推广方法,作为后起之秀在短期之内攀上了中国最大微博用户数的王者之位,近期注册用户数已突破 2 亿。借手机终端这一平台,即时的资讯将成为移动微博的一大亮点,而超过 3 亿用户的移动微博市场规模,也一定会备受移动运营商的青睐。

• 移动位置服务: 这是移动 SNS 区别于互联网 SNS 的主要特征业务,它可以用于开发许多不同的应用,如好友位置、交通查询、地图导航、位置群组等。在日本,移动位置服务已经成为三大运营商最倚重的增值收入服务来源之一。

• 移动电子商务: 目前,SNS 运营商也正在积极寻求与电子商务厂商的合作,随着 Facebook 平台的开放,中国的淘宝平台、腾讯平台、搜狐白社会、新浪朋友和雅虎口碑的平台也竞相开放,其目的都是在 SNS 与电子商务之间拓展一条盈利大道,进入移动购物的新时代。其中,Facebook 在 2011 年财年中,除广告外的支付及其他服务费营收就已经达到了 5.57 亿美元,由此可见其市场需求是非常旺盛的<sup>[2]</sup>。

## 1.3 开放平台

在这个 Web 2.0 时代,要开发受欢迎的移动 SNS 应用,仅靠运营商采用传统方式来开发建设应用,是难以跟上时代发展潮流的,因为运营商本身的资源及能力对于各种应用的开发已经到了极限。我们必须使移动 SNS 应用的开发也变成社会化的大开发,通过开放 API,发挥第三方创意,从而在节省开发成本的同时获得更多意想不到的创意应用,实现双赢。这也意味着 SNS 从单一的应用

网站变成了一个真正意义上的平台。在这方面,Facebook 无疑走在了前面。

2007 年 5 月,Facebook 宣布推出 F8 平台,开放 API,并允许第三方应用加入 Facebook 网站,这标志着 SNS 开放时代的到来。到 2009 年 1 月,共有来自 180 多个国家的超过 66 万个独立开发者和企业级开发团队,在 Facebook 平台上开发应用超过 52 000 个,平均每天新增应用 140 个,而超过 90% 的 Facebook 用户使用过其中的至少一个应用。2008 年 6 月,Facebook 宣布将 F8 完全转变为开放源代码的平台,并推出了 Facebook Connect,允许用户从外部网站访问 Facebook 数据,如用户的身份、好友列表及隐私设定等。这是比 F8 平台更为意义深远的服务,各种应用都可以通过一套机制在互联网的各个角落得以运行,用户也不再局限于在一个平台进行沟通交流。

可见,通过平台本身的开放及用户数据的开放,不但解决了用户对应用的需求以及将平台做大的问题,还让 SNS 平台变成了一个人人需要的“名片”,一个任何服务进入(移动)互联网的入口。SNS 网站正朝着“社交操作系统”的方向迈进。

## 1.4 运营商的经营模式

综合上述的分析,电信运营商发展移动 SNS 主要基于以下原因:

• 移动 SNS 是运营商打入互联网应用领域、进军移动互联网的一个切入点 and 敲门砖。

• 移动 SNS 带给用户特殊的价值,有助于提高用户的忠诚度。

• 移动 SNS 整合的用户和用户社会关系数据,将可能成为运营商的另一利益增长点。

• 移动 SNS 有助于运营商孵化真正以用户为中心的业务,增强业务的市场竞争力。

电信运营商发展移动 SNS 具有比互联网 SNS 网站更大的优势,主要体

现在:

### (1) 网络资源优势

中国知名的 SNS 网站开心网,其服务器和带宽成本占总成本约 70%,人员成本 20%,行政成本约 10%,在这种情况下开心网已实现盈利<sup>[4]</sup>。而电信运营商手握庞大的网络资源,与互联网 SNS 相比,具有更为明显的成本优势。

### (2) 用户资源优势

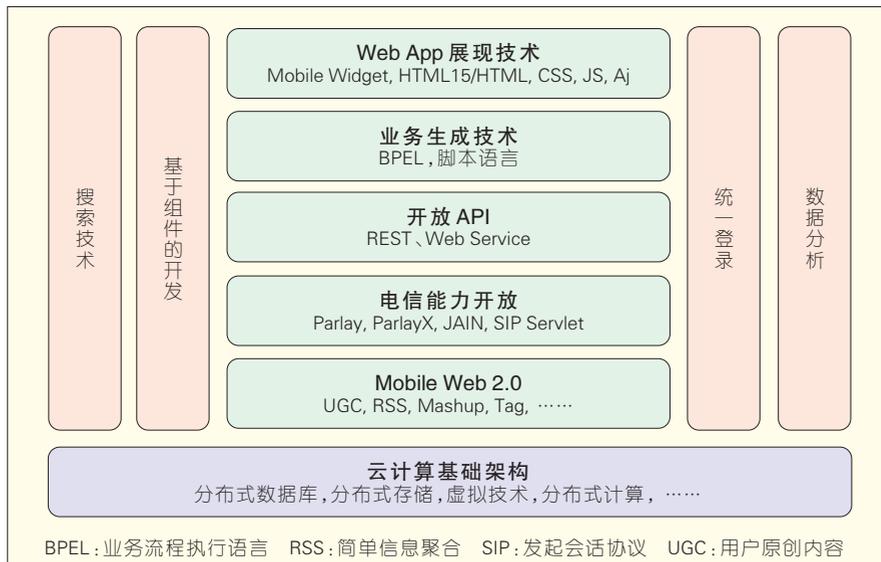
电信运营商具有庞大的用户资源,而其中大部分为实名制用户,用户能够在此平台上则能够更放心地建立更真实的社交关系。这样以来,既解除了用户的疑虑,也能更好地发展业务。

如何将此优势转化为运营商实在的利润,则需要探索移动 SNS 的经营模式。

目前,全球的运营商开展移动 SNS 的模式主要有两种:一种是提供通道的分散经营模式,运营商主要靠收取流量费盈利;另一种是运营商为主导的门户式整合经营模式,在这种模式下运营商则通过收入分成、广告等进行盈利。

虽然目前中国主要的 SNS 服务提供商如 51.com、人人网、开心网等都是采用通道方式与运营商合作,但是对于运营商来说这无疑是沦为管道的典型表现,因此需要避免长期按此模式发展。

而由运营商主导的门户整合经营模式,正是目前探索发展的方向。运营商利用自己的平台,通过整合各类内容、服务、应用软件等社会资源为用户提供移动 SNS 业务,如欧洲的 Orange、T-Mobile、美国的 Verizon 以及 AT&T 都采取了这种模式。目前,这种模式提供的业务主要是游戏组件和娱乐应用。为方便用户登录自己的移动 SNS,许多运营商开辟了专门的移动 SNS 门户,这个门户可以抵达多个移动 SNS 站点,同时提供了一个聚合用户和服务提供商的平台。在这种模式下运营商同 SNS 服务提供



▲图1 移动 SNS 关键技术体系示意图

商之间通过收入分成的方式进行合作,相对于第一种通道角色来说,运营商有更多的盈利点。

此外,运营商需要在流量分成的基础上,通过细分用户群,创新激励机制等方式,进一步地探索更加多样化的盈利模式。这些模式包括精准定向广告、会员费与线下活动收费、虚拟商品等。

## 2 移动 SNS 关键技术

移动 SNS 是最近几年在 Web 2.0、SOA、云计算等前沿技术大发展的背景下成长起来的新生物,因此它在发展过程中必然会考虑应用这些技术,本章我们将对实现 SNS 平台需要用到的关键技术进行较为详细的介绍。实现移动 SNS 的关键技术如图 1 所示。

图 1 主要描述了实现移动 SNS 需要的关键技术,对于一般普遍性的技术如底层操作系统、数据库、编程语言等并不在图 1 的描述范畴内。下面将对移动 SNS 的关键技术进行简要描述。

### (1) 云计算

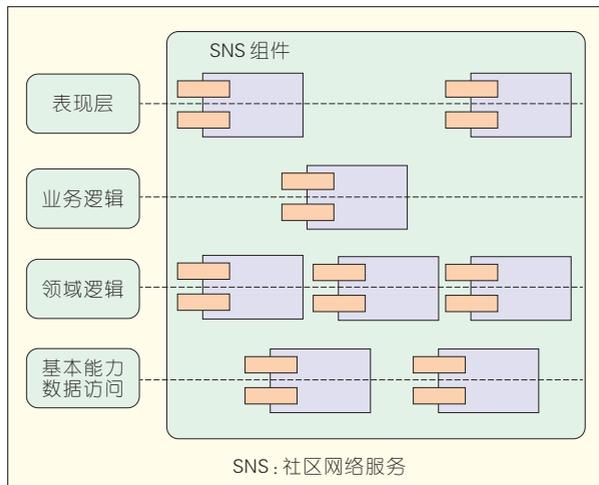
云计算包括分布式数据库、分布式文件存储系统、虚拟技术等一系列技术。它在技术上是分布式计算、

并行计算和网格计算发展而来;而在业务上则是从软件即服务(SaaS)到平台即服务(PaaS)、基础设施即服务(IaaS)发展的结果。其中 PaaS,提供云计算应用的开发、测试、运行环境,引擎能力和集成开发工具,第三方创建的社区应用软件可以在此平台上开发并对外提供服务。此外,如音视频上传分享等需要海量数据存储的应用,也可以采用分布式存储服务得以实现。

中国几大运营商目前正在紧锣密鼓地建设云计算平台。中国移动在 2011 年 10 月 31 日发布了“大云”1.5 系统,并同时发布了基于大云 1.5 的并行数据挖掘工具、分布式海量数据库、弹性计算系统、云存储系统、并行计算执行环境、分布式文件系统等产品。而中国电信的 PaaS 平台也于 2012 年初上线。这些平台都可以被移动 SNS 所用,提供海量、高效、低成本的计算能力和服务。

### (2) Web 2.0

Web 2.0 是互联网的一次理念和思想体系的升级换代,由原来的自上而下的、由少数资源控制者集中控制主导的互联网体系,转变为自下而上的由广大用户集体智慧和力量主导的互联网体系。由此可见,社交网络



▲图2 移动 SNS 组件层次示意图

服务 SNS 正是 Web 2.0 思想的集中体现，而移动 Web 2.0 正是由 Web 2.0 加入移动特性而形成的，其中很多技术都适用于移动 SNS，如用户原创内容 (UGC) 适用于音视频分享服务，简单信息聚合 (RSS) 适用于内容发布和第三方内容接入，Mashup 适合于服务和数据的编排和集成等。

电信运营商需要把呼叫控制、短信、彩信等电信能力开放给第三方应用开发使用，使之成为电信运营商的一个重要收入来源，电信能力开发技术主要有 Parlay/Parlay X 和基于 Java 的 JCC API、会话发起协议 (SIP) API，SIP Servlet 等 JSR 系列规范。其中，Parlay X 采用了开放性良好的 Web Services 这一方式，被开发人员广泛认可。

### (3) 开放 API

开放 API 主要用于移动 SNS 本身的功能和数据开放 (如用户群组、好友等)，以及第三方能力的接入 (如地图服务)，包括 REST 和 Web Services 两种方式。其中，代表性状态传输 (REST) 最核心的观念转变是面向资源的 Web Service 而不是传统的面向行为，每个资源都由唯一的通用资源标志符 (URI) 定位。

### (4) 业务生成技术

业务生成技术主要用于第三方在电信开放能力和开发 API 的基础

上开发新的业务，其中，基于脚本语言的业务生成技术特别适合于熟悉业务流程而又缺乏专业编程能力的第三方开发者进行业务开发。尤以业务流程执行语言 (BPEL) 应用最为广泛，它是一种使用 XML 编写的通用的 Web Services 流程定义语言，抽象层次较低，可移植性良好。

### (5) Web App 展现技术

由于终端应用开发与终端操作系统关系较

大，而针对不同操作系统开发 Native App 存在技术要求高、工作量大等弊端，目前业内比较推崇采用 Web App 方式实现。Web App 重要的技术包括 HTML 5 和 Mobile Widget，它们都能实现跨平台的展现界面开发。

Mobile Widget 即移动 Widget，是一种运行在移动终端上基于网页技术的小应用，主要使用 Ajax 技术与服务端通信。Widget 无需编译，在运行时由浏览器或者 Widget 引擎进行解析和运行，与终端的操作系统无关。由于 HTML 5 和 Widget 都具有易于开发、与操作系统耦合度低等特点，越来越多的移动 SNS 展现层采用其进行开发。

### (6) 基于组件的开发技术

由于 SNS 的表现形式丰富，有 Web 页面、WAP 页面、Widget、J2ME、Native App 等技术，而且很多功能都需要开放给第三方使用，因此，应用功能可采用基于组件的开发技术。应用功能组件由不同层次的小组件构成，组件对外提供接口，组件间通过接口调用，这样可以实现高内聚低耦合，从而提高功能复用程度，如图 2 所示。

### (7) 统一登录技术

统一登录技术主要应用于由运营商主导的门户整合经营模式，它可以实现单点统一登录。

### (8) 搜索技术、数据分析技术

搜索技术不但可以用于移动搜索业务，还可以对社区中用户内容提供的标签进行分类处理，结合数据分析技术，可对用户的群组、喜好、行为习惯进行分析和挖掘，从而进行精确营销及分类广告业务。

此外，Native App 开发技术，手机终端提供的定位、视频播放等能力的调用，也是开发移动 SNS 需要掌握的技术。

## 3 移动 SNS 平台体系架构

### 3.1 WOA 的设计理念

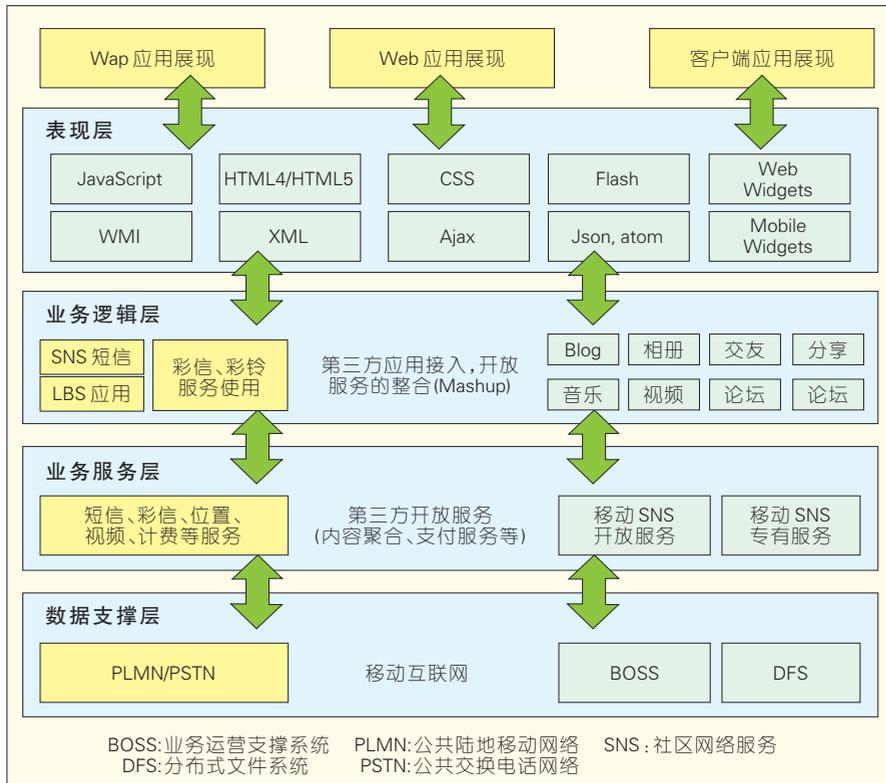
移动 SNS 系统是处在异构网络融合、内容聚合基础上的社会网络服务系统，是移动通信能力和 Web 应用的融合应用。

为了将 Web 技术与传统移动通信技术相结合，并同时基于 Web 2.0 特性提供易于使用、易于组合和混用、易于扩展的移动 SNS 系统，文章引入面向 Web 的架构 (WOA)，提出面向 Web 的移动 SNS 系统的设计方法，设计出一种基于 Web 2.0 的移动 SNS 系统体系结构。

WOA 又称为下一代轻量级、遵从 Web 理念的 SOA。WOA 与 SOA 一样，采用相同的设计哲学和理念，也是以服务为中心的架构模式，只是它主要采用来自 Web 的概念和技术来构建服务架构。WOA 的主要有以下一些特点：

- 使用 REST 来表示和访问服务。
- 数据交换被编码成 XML 或者 ATOM Feed，在 B/S 架构中也可以使用 JSON 编码。
- 基于 AJAX 的丰富用户体验。

WOA 核心部分主要包括 REST、URL、SSL 以及 XML。由此可见，第 2 节中提出的 Web 2.0、开放 API、业务生成技术、Widgets 等关键技术，无不符合 WOA 的设计思想。因此，基于 WOA 的设计思想和基于组件编程模型的分层策略，我们设计了如图 3 所



▲图3 移动 SNS 服务端平台的逻辑层次结构

示的移动 SNS 服务端平台的逻辑层次结构。

移动 SNS 服务端的逻辑层次自顶向下分别是：展现层、业务逻辑层、业务服务层、数据支撑层，这些层次之

间的交互构成整个移动 SNS 功能。其中，业务逻辑层负责对移动 SNS 的属性和功能进行逻辑控制和服务聚合；业务服务层则能够负责解决异构环境下的数据交换和功能调用等一

系列的问题。

移动 SNS 客户端平台是为支持异构终端设备、异构网络及充分使用终端能力和移动通信能力而提出的支撑软件系统，是部署在移动终端上的移动 SNS 应用运行环境，除了具备基本的浏览器(WAP、Web)功能外，还应支持移动 Widget 的运行。

因此，移动 SNS 客户端平台需要根据移动终端、移动业务运营等相关特点，为运营移动 SNS 相关服务提供丰富的应用编程接口，既支持移动终端能力(呼叫、短信、彩信、多媒体、终端属性等)、应用资源的访问(位置信息、鉴权计费)，也支持动态加载、调用第三方应用模块的能力，并可以为上层应用提供网络应用引擎、网络能力以及终端能力等一系列的相关支撑服务。

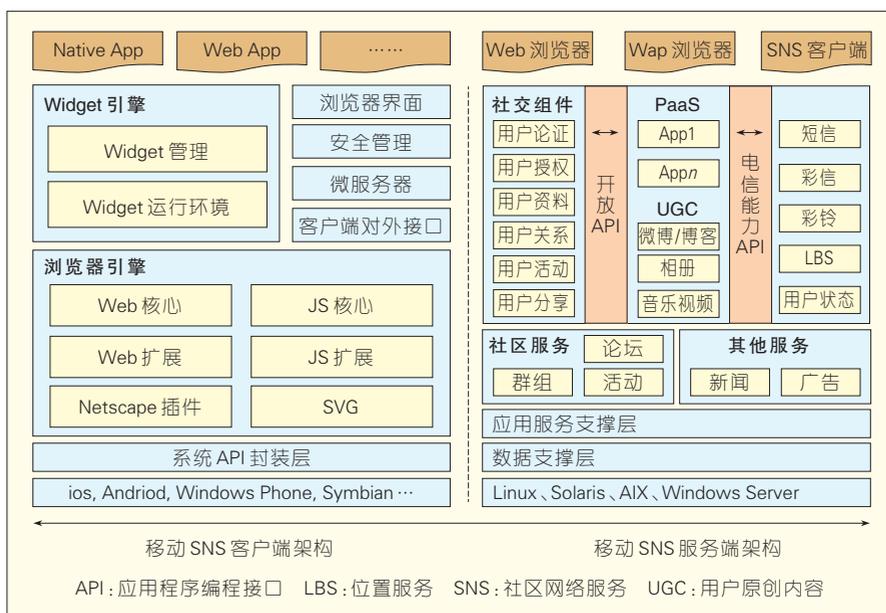
从手机浏览器的发展情况来看，虽然现阶段品种繁多的手机终端很难实现一个完整且功能强大的浏览器，但是随着 3G 网络的不断普及、资费下降以及手机终端性能的不断升级，支持 HTML 5 的浏览器将会成为主流。

从手机客户端应用的发展情况来看，用户对手机小应用更加感兴趣，所以发展 Web App 是目前发展方向的热点所在。

### 3.2 移动 SNS 总体架构

基于 WOA 的设计思想和文章对移动 SNS 的需求和技术的分析，文章认为移动 SNS 平台总体架构主要包括服务端架构和客户端架构两部分，如图 4 所示。

移动 SNS 系统总体架构包括移动 SNS 客户端、移动 SNS 服务端，用户通过 Web/Wap 浏览器或移动 SNS 客户端登录移动 SNS 服务端，开展各种社交活动，进行各种休闲娱乐。移动 SNS 服务端通过开放 API 将用户数据与第三方应用进行互动，而电信能力的接入不但能为用户提供更加方便的 UGC 创作过程，还能够为第三方应



▲图4 移动 SNS 平台总体架构图

用提供基于电信能力的结合的增值业务。

#### 4 结束语

文章从目前全球市场发展现状、用户特点、用户需求、应用功能、开放平台和经营模式等方面对移动 SNS 进行了深入的分析,提出了开发移动社区需要的关键技术,并开创性地采用 WOA 面向网络架构的理念,描绘出移动社区平台的体系架构,为运营商发展移动社区奠定了坚实的技术基础。

目前移动 SNS 从业务到技术都趋于成熟,而电信运营商还具有网络和实名用户资源的先天优势,因此现在正是运营商大力发展移动 SNS 的

金时期。

电信运营商作为移动 SNS 产业链的主导者,只要做好网络、平台、内容、应用和终端的整合,聚合各类优质资源、构建多方共赢的合作模式,进一步发挥优势激励创新,移动 SNS 就一定可以成为运营商进军移动互联网的重要武器。

#### 5 参考文献

- [1] 王晨.关于中国互联网发展和管理[R].给十一届全国人大常委会组成人员作的专题讲座,2010-5-1.
- [2] 高春生.移动 SNS 市场研究[R].北京:慧眼邓白氏研究通信事业部,2010.
- [3] 首次公开招股书(IPO)[R].Palo Alto, CA, USA: Facebook Inc. 2012-02-01.
- [4] 杨国强.开心网:虚拟社区的现实之战[J].IT 经理世界,2010,5(9):45-47.

收稿日期:2012-01-28

#### 作者简介



**邱宇锋**,华中科技大学软件工程硕士毕业;现任中兴通讯业务研究院业务平台分中心统一移动应用平台项目经理,负责研发包括社区平台在内的各种移动互联网平台产品;长期从事互联网、移动互联网、IT 及电信相关技术研究,拥有深厚的理论基础和实践经验,曾参与 OMA-ARC-REST 等多项移动通信国际标准的提案,获得多项国内外授权发明专利;出版著作 5 部。



**蔡 Sixi**,海军工程大学毕业;现任中兴通讯业务研究院业务平台分中心开发一部部长;主要从事部门技术规划及管理工作;擅长 Java、C 语言开发,有丰富的架构设计经验,当前致力于互联网/移动互联网的研究。

## 综合信息

### 中兴通讯智能手机专利居全球第四 中国企业第一

【本刊讯】2012年3月8日消息,国家知识产权局专利审查协作中心分析报告指出:三星、LG、NEC、中兴、诺基亚分别位居全球智能手机专利申请量前5位;其中,三星以超过2000件智能手机专利领先,中兴通讯以近千件智能手机专利位居全球第4、中国企业第1,且在人机交互等关键领域拥有较多专利。

根据智能手机的发展历程,该报告检索并分析了从2000年初至2011年上半年的近40000项全球专利文献样本。报告指出:全球智能手机专利申请在2003—2006年为迅速增长期,2006年之后则进入平稳发展期;美国、日本、韩国、中国为主要技术专利产出国;在众多技术专利中,人机交互技术成为研究热点,触控技术则占据主导地位,其中苹果、三星、LG是人机交互和触控专利的主要拥有者,苹果因拥有多点触控技术的大量基础专利,优势明显,并带动全球触控技术研发热潮。

报告还指出:中国智能手机专利申请从2005年开始高速增长;目前中兴通讯以1019件智能手机专利遥遥领先,居中国第一;在关键技术专利领域方面,中兴、宇龙、联想在人机交互技术上具有相对优势。

中兴通讯在手机领域的长期不懈的专利积累和技术创新极大地带动了其产品的销售。2011年,中兴通讯手机整体同比增长超过50%,智能终端全球出货量超过1200万部,同比增长400%。来自中国以及海外高端

市场的增长成为中兴手机终端销售增长的主要来源。

### 中兴通讯 CPE 销售额和出货量双居全球第一

【本刊讯】2012年1月31日消息,全球知名咨询公司 Infonetics 发布了最新用户终端设备(CPE)市场相关报告《Broadband CPE and Subscribers:PON, FTTH, Cable, and DSL: 3Q11》。报告指出:在2011年第3季度,中兴通讯 CPE 产品销售额和出货量双双位居全球第1,在业界主流 CPE 供应商中,发展最为稳健。

报告分析了2011年第3季度全球 CPE 的整体情况。2011年全球 CPE 整体销售额已达16亿美金,较第2季度总体增长了1%,销售数量达到4100万台,同比下降了1%。其中,FTTH CPE 增长较为迅速,整体销售数量较第2季度增长了20%,cable CPE 增长了2%,而 DSL CPE 则有明显下滑,减少了6%。Infonetics 分析认为:未来随着更多中国、日本、韩国、美国以及中东等地的电信运营商在 FTTH 网络建设方面的大力投入,CPE 用户数量将会不断增加,CPE 的销售也将继续增长。

报告还认为,在业界主流 CPE 供应厂商中,中兴通讯发展最为稳健。早在2011年第2季度,中兴通讯 DSL CPE 的出货量以及销售额已超越竞争对手,跃居全球第1,分别为22%和15%。第3季度,中兴通讯的 DSL CPE 依然保持较强的发展势头,份额遥遥领先其他厂商,连续两个季度的销售额和出货量双居全球第1。

# 云存储

## 2

薛一波<sup>1</sup>, 易成岐<sup>2</sup>

(1. 清华大学 信息技术研究院, 北京 100083;

2. 哈尔滨理工大学 计算机科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

**[编者按]**云存储是随着云计算的产生而发展,并逐渐成为研究热点。云存储是云计算的存储部分,并且可以作为一种服务提供给用户,任何经过授权的合法用户都可以通过网络访问云存储,享受云存储带来的便利。本讲座将分3期对云存储进行讨论:第1期介绍云存储的定义、与传统存储的区别、种类、结构模型及相关标准;第2期介绍云存储的关键技术,包括存储虚拟化技术、分布式存储技术、对等存储技术、存储加密技术、重复数据删除技术、内容分发技术、数据备份技术;第3期探讨目前云存储的成功案例以及云存储的发展趋势。

中图分类号: TN91 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2012) 02-0057-04

## 6 云存储关键技术

**随**着云存储的不断发展,云存储产生了多种关键技术,包括存储虚拟化技术、分布式存储技术、对等存储技术、存储加密技术、重复数据删除技术、内容分发技术、数据备份技术等等。云存储通过融合多种云存储技术,将存储提升为一种服务,用户可以对存储资源进行任意访问和管理。

### 6.1 存储虚拟化技术

存储虚拟化技术是云存储的关键和核心技术,是指通过存储虚拟化方法,将系统中各种异构的存储设备映射为一个统一的存储资源池,存储资源池对用户完全透明。存储虚拟化技术既可以屏蔽存储实体间的物理位置以及异构特性,又可以实现存储资源的灵活调配,从而提升云存储系统的资源利用率。

通过存储虚拟化技术,可以实现不同厂商、不同型号、不同通信技术、不同类型的存储设备之间的互联。将存储资源整合成一个统一的存储资源池,既实现了资源的透明性,又

降低了构建、管理、和维护成本。另外,通过存储虚拟化可以对存储资源进行统一的分配管理,能够有效提升资源利用率。

根据全球网络存储工业协会(SNIA)的分类方法,存储虚拟化技术分为:块虚拟化、磁盘虚拟化、磁带虚拟化、文件系统虚拟化、文件/记录虚拟化等,如图3所示。

#### (1) 块虚拟化

块虚拟化是指将块级物理存储设备进行虚拟化。块虚拟化是将多个存储设备虚拟成一个线性存储空间,或者将一个物理存储设备虚拟成多个独立的逻辑块,同时隐藏物理存储设备的特征,给用户提供一个统一的管理视图。块虚拟化主要是为了

在不影响用户及应用的前提下,克服块级物理存储设备的物理限制。

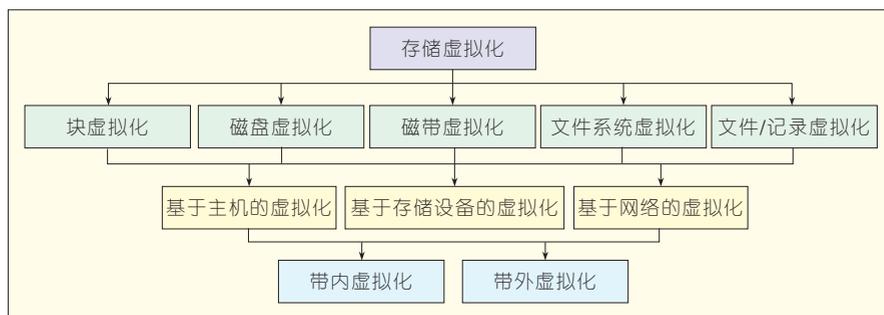
#### (2) 磁盘虚拟化

磁盘虚拟化是指将磁盘的柱面、磁头、扇区等物理信息进行虚拟化。磁盘虚拟化技术已经被广泛应用到几乎所有的磁盘驱动器中。磁盘虚拟化的好处是可以将磁盘多种信息透明化。

#### (3) 磁带虚拟化

磁带虚拟化是指将磁带介质、磁带库、磁带驱动器进行虚拟化。磁带具有价格低廉和可靠性高的特点,通常被用作系统的备份介质。磁带虚拟化可以使磁带透明化,给用户提供一个统一的磁带空间。

#### (4) 文件系统虚拟化



▲图3 存储虚拟化分类方法

文件系统虚拟化是指将系统底层的多种文件系统进行虚拟化。通过文件系统虚拟化技术,用户在处理位于不同服务器上的多种类型的文件系统时,可以感觉像是在一个文件系统中处理。

#### (5) 文件/记录虚拟化

文件虚拟化是指将任意数量的文件或者目录虚拟成单个复合文件;记录虚拟化是指将纪录数据从不同的数据形式中进行抽取、虚拟化。文件/记录虚拟化的好处是可以透过统一的视图进行文件或者记录的表示,为用户提供层次化的管理。

#### (6) 基于主机的虚拟化存储技术

基于主机的虚拟化存储技术是指通过特定的软件在主机服务器上完成虚拟化功能。经过基于主机虚拟化的存储空间可以跨越多个异构的磁盘阵列。基于主机的虚拟化存储技术的优点是不需要任何附加的硬件支持,很容易实现,并且能够有效地降低硬件成本;缺点是会占用主机的处理时间,如果一个主机出现故障可能会影响整个存储系统数据的完整性。

#### (7) 基于存储设备的虚拟化存储技术

基于存储设备的虚拟化存储技术是指在特定存储设备上提供虚拟化存储功能。该技术的优点是可以和某个特定的存储提供商进行协调,相对来说会更容易管理;但是该技术具有较强的依赖关系,会依赖某种单独存储的供应商。所以该技术的缺点是缺乏足够的软件支持,难以增加新的解决方案。

#### (8) 基于网络的虚拟化存储技术

基于网络的虚拟化存储技术是指在服务器与存储设备之间的网络设备上提供存储虚拟化功能。主要有两种实现方式:一种是带内虚拟化,即基于互联网设备的虚拟化;另一种是带外虚拟化,即基于元数据服务器的虚拟化。

带内虚拟化模型中,会在交换机

▼表2 网络存储技术比较

类型	DAS	NAS	SAN	IP SAN
网络传输协议	无	TCP/IP	光纤通道	TCP/IP
数据传输速度	快	慢	极快	较快
扩展性	基本无扩展性	较低	易于扩展	最易扩展
访问方式	直接访问数据块	以文件方式访问	直接访问数据块	直接访问数据块
性能开销	低	较低	低	较高
备份效率	低	较低	高	较高
是否集中管理	否	是	是	是
安全性	高	低	高	低
成本	低	较低	高	较低
优点	价格最低	价格较低	跨平台	易于扩展容量
缺点	扩展性能较差,无法用多服务器集合	单个设备容量受限,受网络环境影响大	兼容性差,投资成本高	安全性较低
DAS:直接附属存储 NAS:网络附加存储 TCP:传输控制协议 SAN:存储区域网络				

或者路由器中直接嵌入虚拟化层,使其同时具备虚拟化和交换的功能。这种模型的优点是可以不用在应用服务器上运行虚拟化软件,有效减少负载,并且它可以通过设备管理和负载均衡机制减轻互连设备的负载。另外,当一个存储设备出现故障时,模型能够容易地进行故障设备替换。但是这种模型的缺点是扩展性较差。

带外虚拟化模型中,应用服务器与存储设备直接进行数据传输,由独立于数据传输通路的存储虚拟化服务器提供存储资源的管理功能。

相比之下,带内虚拟化模型存在由输入/输出(I/O)端口造成的性能瓶颈和单点故障等问题,它不能够充分发挥单个存储设备的I/O能力。但是通过对数据传输通路的有效管理,带内虚拟化模型更易于实现数据迁移、快照等功能。带外虚拟化模型使数据存储与控制命令分别在两条不同的通路运行,相比带内虚拟化模型更具有扩展性。

## 6.2 分布式存储技术

分布式存储技术是指运用网络存储技术、分布式文件系统、网络存储技术等多种技术,实现云存储中的多种存储设备、多种应用、多种服务的协同工作。

#### (1) 网络存储技术

网络存储技术将数据的存储从传统的服务器存储转移到网络设备存储。网络存储技术中比较典型的有:直接附属存储(DAS)、网络附加存储(NAS)、存储区域网络(SAN)和IP SAN,它们各有特色、各具特点,如表2所示。

#### (2) 分布式文件系统

分布式文件系统是指文件系统管理的物理存储资源并不一定直接连接在本地节点上,而是通过网络与网络节点互联。分布式文件系统可以将负载由单个节点转移到多个节点,提高效率。分布式文件系统还可以避免由于单个节点失效而造成的整个系统崩溃。目前,比较典型的分布式文件系统有:Lustre、PanFS、Google文件系统(GFS)等。

Lustre 文件系统是基于对象存储的分布式文件系统,是一个开源的项目。1999年,Lustre项目在卡耐基梅隆大学启动,现在已经发展成为最广泛的分布式文件系统,目前已经用于核武器、分子动力学等相关的模拟。Lustre的集群组件包含了元数据服务器(MDS)、元数据存储节点(MDT)、对象存储服务器(OSS)、对象存储节点(OST)、客户端、以及连接所有组件的高速网络。Lustre的性能和扩展性都很好,而且还拥有基于对象的智能化

存储、比较智能的容错机制、相对安全的认证机制以及部分文件锁机制。

PanFS 文件系统是 Panasas 公司开发的, Panasas 公司是卡耐基梅隆大学在 1999 年创建的。PanFS 突出的特点是采用并行和冗余的方式进行对象的存取, 使用了分布式元数据管理、一致性客户管理、基于文件的冗余模式、文件锁服务和集群管理等技术, 为用户提供了一个扩展性高、容错能力强、性能优越的分布式文件系统。

GFS 文件系统是 Google 公司为了满足日益增长的数据处理需求而设计的一款分布式文件系统。其特点是可以运行在廉价的硬件存储设备上, 拥有较高的容错功能。GFS 支持海量数据的处理和多用户的并发访问, 具有高吞吐率、高传输率等特点。GFS 针对大文件更新的特点, 采取“一次写入, 多次读取”策略。

### (3) 网格存储技术

作为一种全新的数据存储技术, 网格存储具备更高的容错和冗余度, 在负载出现波动的情况下可以保持高性能。网格存储技术具备先进的异构性、透明访问性、协同性、自助控制性、全生命周期性等特性, 用户在使用网格的时候, 可以不用关心存储容量、数据格式、数据安全性、数据读取位置和数据是否会丢失等问题。网格技术的优越性体现在智能的资源管理、高速的数据传输机制、存储副本的创建与动态备份、优秀的调度策略与远程执行、以及较完善的安全机制。

## 6.3 对等存储技术

对等(P2P)存储技术也是近几年云存储相关技术研究的热点之一。对等网络是构建在现有物理网络上面的一个虚拟层。它通过抽象出来的网络, 在无需改变已有网络结构的前提下就能够实现网络的互联以及资源的共享。对等存储技术是指在对等网络环境下, 通过一种功能对等的方式将存储节点组成一个存储网

络, 并且各个节点之间可以通过统一的路由协议进行通信。

对等存储系统按照使用的环境可以分为封闭式系统与开放式系统。封闭式系统中的存储节点相对来说比较稳定, 并且系统有严格的中心认证、管理和审计等功能, 从而使节点能够持续的运行。如果系统出现了间歇性的错误, 系统会及时进行修复, 由于节点协同性非常好, 不会随意退出封闭式系统。与封闭式系统不同的是, 开放式系统中的节点可以随意地加入或者退出, 开放式系统中的节点可以不必保证持续地提供服务, 所以系统的临时性错误和永久性错误相对于封闭系统来说会更加频繁。由于开放式系统的动态性太强, 目前成功部署的实例很少。

同传统的存储技术和分布式存储系统相比, 对等网络存储系统具有 5 方面的优势。

(1) 低廉的构建成本。因为对等存储系统只需要在物理网络上面构建逻辑的拓扑, 且用户无需购买非常昂贵的服务器、路由器等网络设备, 只需利用现有的物理网络资源即可建立逻辑连接, 提供网络存储服务。

(2) 大容量的存储。对等存储系统的存储容量是网络中所有节点共享存储空间的总和, 而且存储容量随着节点的增加呈现线性的增长。

(3) 良好的服务性能。对等存储系统中的每个节点分别承担了服务器和客户端两种角色, 每个节点只需承担较少量的任务, 便可实现非常好的负载均衡作用, 而且网络的变化对系统性能产生的影响也很小。

(4) 较高的可靠性。对等存储系统通常会融合分片冗余、纠删码、文件复制等容错技术, 提高了系统的可靠性; 查询节点也可以就近访问文件的副本, 降低了网络延迟, 提高了访问效率。

(5) 安全的匿名性。对等存储系统可以通过多播、伪节点、标识哄骗、地址转换等技术实现系统的匿名性。

对等存储系统也有不足之处, 如: 封闭式系统不能够及时检测和管理对等节点的随机进入和退出, 同时开放式系统具有较大的网络安全和网络拥塞等问题。

## 6.4 存储加密技术

目前云存储中所涉及的存储加密技术主要包括: 全盘加密、虚拟磁盘加密、卷加密、文件与目录加密。

全盘加密是指对所有数据进行加密; 虚拟磁盘加密是指存放数据之前建立加密的磁盘空间, 并通过加密磁盘空间对数据进行加密; 卷加密是指对卷上的所有数据进行加密; 文件/目录加密是指对单个的文件或者目录进行加密。4 种存储加密方法各有优劣, 如表 3 所示。

## 6.5 重复数据删除技术

随着数据中重复数据的数据量不断增加, 如果不采取措施, 则会导致重复的数据占用更多的空间。而重复数据删除技术的目的就是增大可用的存储空间, 并且增加网络传输中的有效数据量。

重复数据删除是指通过删除运算, 消除冗余的文件、数据块、或字节, 以保证只有单一的数据存储在系统中。重复数据删除技术通分为文件级和数据块级。

文件级重复数据删除技术也称为单实例存储, 根据索引检查需要备份或归档文件的属性, 并且与已经存储的文件进行比较。如果两个文件相同, 则新文件不被存储。

块级重复数据删除技术会将文件分割成数据块, 并将多个数据块写入磁盘的相应区域。为了识别传输数据流中的数据块是否重复, 重复数据删除技术会为每个数据块创建一个数字签名, 并且创建签名索引。如果通过数字签名发现某一数据块之前已经存储过, 则此数据块不会再次存储。

目前重复数据删除技术还处于

▼表3 存储加密技术的分析与比较

特性	全盘加密	虚拟磁盘加密	卷加密	文件/目录加密
受加密的数据	所有数据	加密空间数据	所有卷数据	单个文件/目录
在解决方案失效时,对设备潜在的伤害	所有的数据和设备功能丢失	所有加密空间数据丢失	卷上所有的数据丢失	所有受保护文件与目录丢失
能否降低了操作系统和应用层的威胁	否	在一定程度上会降低威胁	若数据卷被保护,会降低威胁	在一定程度上会降低威胁

研究和发展阶段,仍有许多待解决的问题。提升重复数据删除性能方面的研究是目前重复数据删除技术的研究热点。因为重复数据删除技术除了需要满足存储空间优化外,还必须满足高速数据运算性能方面的要求。虽然可以通过一些技术提高重复数据的删除效果,但是会引发时间开销大的问题。目前比较典型的提升重复数据删除性能方法主要有数据域文件系统(DDFS)技术以及稀疏索引技术。

### 6.6 内容分发网络技术

CDN(内容分发网络)技术主要是针对现有的Internet进行改造,并且添加一层新的网络架构,通过智能化的分发策略,将数据服务器的数据内容分发到服务能力最好的边缘节点以及距离用户最近的节点。通过CDN技术添加的这层新的网络架构既可以有效解决网络拥塞情况,同时可以加快用户访问网站的响应速度。一般情况下,通过CDN技术来提高访问效率主要是遵从了以下4个方面:

(1) 可靠性,将数据内容分发到多个边缘节点,可以实现负载均衡的容错网络。

(2) 效率性,将数据内容分发到离用户最近的节点,可以提高用户的请求、响应时间。

(3) 突发性,当某个节点负载很大的时候,可以选择离该节点比较相近的其他节点进行内容分发,以解决这个问题。

(4) 量化性,CDN技术包含了网络设备信息、带宽信息以及用户信息,可以进行量化。

当然,CDN技术需要智能的分发策略,设计CDN分发策略需要重点考虑以下3个方面:

(1) 数据内容分布式存储,并且将内容有效地分发到客户端。

(2) 高效的数据内容管理机制,能够区分数据的优先级和网络性能的优化度。

(3) 通过本地数据内容的分发缓解网络带宽。

CDN技术通过智能的分发策略可以有效降低服务器和带宽产生的资源消耗,从而提高服务品质。

### 6.7 数据备份技术

在“数据为王”的时代,数据的重要性可想而知,如何保护数据是一个永恒的话题,即便在云存储系统,数据备份技术也非常重要。目前比较主流的数据备份技术主要包括:冷备份和热备份技术、写前拷贝技术、快照技术、镜像技术、独立冗余磁盘阵列(RAID)技术等。

(1) 冷备份和热备份技术。冷备份又被称为离线备份,主要是指当服务器执行备份指令时,不再接受用户或者应用对数据的更新操作。冷备份的缺点是在实施备份的过程中不能及时响应用户的其他需求,而且恢复时间较长;优点是投资较少。热备份也被称为在线备份,在用户和应用更新数据的时候也可以进行备份操作。热备份的缺点是资源占用较大,投资较大;优点也很明显,可以有效实现同步备份,而且恢复的时间也非常短。

(2) 写前拷贝技术。写前拷贝的思想是当正在备份的数据发生变化时,会将磁盘上原有的数据拷贝到一

个临时的磁盘位置,并且对原有数据位置和临时存储的相对位置进行索引。写前拷贝技术大多会在数据库备份的环境下实现。

(3) 快照技术。快照技术分为硬件快照和软件快照两种类型。硬件快照是利用卷映像技术执行磁盘驱动器上的数据拷贝,软件快照是通过内存作为缓冲区,通过软件提供及时数据映像,通过缓冲区调度获得完整的数据拷贝。

(4) 镜像技术。镜像技术分为同步镜像、异步镜像和半同步镜像。同步镜像需要接收同步确认信号,一旦发生数据丢失,存储池将不可使用。异步镜像虽然可以实现镜像过程与本地写操作分离,但是会导致数据一致性的危险。而半同步镜像本质上属于异步操作,镜像的关系是在本地存储与路由器之间。

(5) RAID技术。RAID是独立冗余磁盘阵列,RAID技术支持自动检测故障硬盘、重建磁盘轨道等功能。目前应用比较广泛的是RAID 0、RAID 1、RAID 5、RAID 6、RAID 1-0,不同的RAID规范对于磁盘备份的侧重点也不同。

(待续)

收稿日期:2011-12-15

### 作者简介



薛一波,中国科学院计算技术研究所博士毕业,现任清华大学信息技术研究院研究员、CPU&SOC中心副主任;目前主要研究方向为网络与信息安全、云计算及云安全、计算机体系结构等;承担课题40余项,发表论文100多篇,申请发明专利20余项。



易成岐,哈尔滨理工大学计算机应用技术专业在读博士;主要研究领域为网络安全、云计算、社会计算等;参与过国家自然科学基金、“242项目”、国家农业部公益项目等多项科研项目。