



第三届全国期刊奖百种重点期刊 中国科技核心期刊
工信部优秀科技期刊 中国五大文献数据库收录期刊

ISSN 1009-6868
CN 34-1228/TN

中兴通讯技术

ZTE TECHNOLOGY JOURNAL

www.zte.com.cn/magazine

2014年8月 • 第4期

专题：智慧城市



《中兴通讯技术》第6届编辑委员会委员名单

主 任 钟义信（北京邮电大学教授）

副主任 侯为贵（中兴通讯股份有限公司董事长） 糜正琨（南京邮电大学教授）

编委（按姓氏拼音排序）

- 艾 波** 中国联通学院党委书记,北京大学兼职教授,北京邮电大学兼职教授
- 曹淑敏** 工信部电信研究院院长、教授级高工
- 陈建平** 上海交通大学电子信息与电气工程学院电子工程系教授
- 陈 杰** 中兴通讯股份有限公司高级副总裁
- 陈前斌** 重庆邮电大学通信与信息工程学院执行院长、教授
- 陈锡生** 南京邮电大学通信与信息工程学院教授
- 程时端** 北京邮电大学网络技术研究院教授
- 高 文** 中国工程院院士,北京大学信息科学技术学院教授
- 葛建华** 西安电子科技大学通信工程学院副院长、教授
- 顾晓仪** 北京邮电大学信息光子学与光通信研究院教授
- 郭云飞** 解放军信息工程大学副校长
- 管海兵** 上海交通大学电子信息与电气工程学院副院长、教授
- 侯为贵** 中兴通讯股份有限公司董事长
- 何士友** 中兴通讯股份有限公司执行副总裁
- 洪 波** 中兴发展股份有限公司总裁
- 纪越峰** 北京邮电大学信息光子学与光通信研究院执行院长、教授
- 江 华** 中兴通讯股份有限公司副总裁
- 蒋林涛** 工信部电信研究院科技委主任、教授级高工
- 雷震洲** 工信部电信研究院科技委副主任、教授级高工
- 李红滨** 北京大学科研部副部长,信息科学技术学院教授
- 李建东** 西安电子科技大学副校长、教授
- 李乐民** 中国工程院院士,电子科技大学通信与信息工程学院教授
- 李融林** 华南理工大学电子与信息学院教授
- 李少谦** 电子科技大学通信抗干扰技术国家重点实验室主任、教授
- 李 星** 清华大学电子工程系教授,CERNET网络中心副主任
- 马建国** 天津大学电子信息工程学院院长、教授
- 孟洛明** 北京邮电大学职称评审委员会主任,学术委员会副主任,网络与交换技术国家重点实验室主任、教授
- 糜正琨** 南京邮电大学通信与信息工程学院教授
- 庞胜清** 中兴通讯股份有限公司高级副总裁
- 史立荣** 中兴通讯股份有限公司总裁
- 孙枕戈** 中兴通讯股份有限公司副总裁
- 孙知信** 南京邮电大学物联网学院院长、教授
- 谈振辉** 北京交通大学原校长,电子信息工程学院教授
- 唐雄燕** 中国联通网络技术研究院首席专家、教授级高工
- 田文果** 中兴通讯股份有限公司执行副总裁
- 童晓渝** 中电科软件信息服务有限公司董事、高级副总裁
- 王 京** 清华大学教授,清华大学信息科学与技术国家实验室副主任
- 王文东** 北京邮电大学网络技术研究院副院长、教授
- 王晓明** 中兴通讯微电子研究院院长
- 王育民** 西安电子科技大学通信工程学院教授
- 韦乐平** 中国电信集团公司科技委主任、教授级高工
- 卫 国** 中国科学技术大学信息科学技术学院教授
- 邬贺铨** 中国工程院原副院长、院士
- 吴克利** 香港中文大学电子工程系教授
- 徐安士** 北京大学信息科学技术学院教授
- 须成忠** 美国韦恩州立大学电子与计算机工程系主任、教授,中科院深圳先进技术研究院首席科学家、云计算中心主任
- 续合元** 工信部电信研究院通信标准研究所总工、教授级高工
- 薛一波** 清华大学CPU&SOC中心副主任,信息技术研究院研究员
- 杨义先** 北京邮电大学信息安全中心主任,灾备技术国家工程实验室主任、教授
- 杨 震** 南京邮电大学校长、教授
- 尤肖虎** 东南大学信息科学与工程学院院长、教授
- 乐光新** 北京邮电大学信息与通信工程学院教授
- 张宏科** 北京交通大学下一代互联网国家工程实验室主任、教授
- 张 平** 北京邮电大学泛网无线通信教育部重点实验室主任、教授
- 张同须** 中国移动通信集团设计院副院长兼总工
- 张智江** 中国联合网络通信有限公司网络建设部总经理、教授级高工
- 赵厚麟** 国际电信联盟(ITU)副秘书长、俄罗斯电信科学院院士
- 赵慧玲** 中国电信股份有限公司北京研究院总工程师、教授级高工
- 赵先明** 中兴通讯股份有限公司执行副总裁
- 郑纬民** 清华大学计算机系高性能计算研究所所长、教授,中国计算机学会理事长
- 钟义信** 北京邮电大学计算机学院教授
- 朱近康** 中国科技大学信息科学技术学院教授



目次

中兴通讯技术 总第117期 第20卷 第4期 2014年8月

专题：智慧城市

- 02 国家智慧城市试点与标准化建设探索 万碧玉, 姜栋, 周微茹
07 智慧城市关键技术研究 顾磊, 王艺
11 交通 2.0——智慧交通的关键 王涤宇, 付超贤
16 智慧医院体系研究及关键技术应用 陆晋军, 丁富强, 郑荣
21 大数据时代大型城市智慧化应用平台的实践与思考 吉鸿雁, 马新文
25 基于智慧理念的城市公共安全评估体系建设 孙鹏, 沈祯岗
29 智慧城市将成为新型城镇化的先导 宋俊德, 李玉省
33 智慧城市顶层设计相关问题探讨 王艺

专家视点

- 37 从电磁场观点审视宽频带的无线通信 马建国, 蔡彦丽, 庄晴光

运营应用

- 40 通用引导架构在 IMS 网络中的应用研究 缪永生, 盛国平, 张宝健
44 一种基于曲线相似度进行业务流量监测的方法 葛良

研究论文

- 47 LTE-A CSI-RSRP 测量算法研究 辛雨, 倪佳, 胡留军
53 智慧协同标识网络 张宏科, 陈哲

开发园地

- 57 基于 CPLD 的 FPGA 从并快速加载方案 李春雨

系列讲座

- 60 无线体域网 (1) 陈文

综合信息

- 欧盟与韩国携手共推 5G 相关开发计划将于 2016 年启动 (06) 2014 年全球 IT 支出将稳步增长 2.1% (20) 全球移动数据流量 Android 即将超越 iOS (24) 中国 2014 年第 1 季度宽带平均网速达 3.2 Mbit/s 居全球第 79 位 (32) 2015 年全球平板出货量将超 PC (39) 联合国公布全球电子政府排名 韩国三连冠 (52) 2014 年中国传感器市场规模或将达 1 200 亿元 (56)

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。

期刊基本参数: CN 34-1228/TN*1995*b*16*64*zh*P* ¥ 20.00*15000*15*2014-08

Contents

ZTE TECHNOLOGY JOURNAL Vol.20 No.4 Aug. 2014

Special Topic: Smart City

- 02 National Smart City Pilots and Standardization WAN Biyu, JIANG Dong, ZHOU Weiru
07 Key Technologies in Smart City GU Lei, WANG Yi
11 Transport 2.0: The Key to Smart Transport WANG Diyu, FU Chaoxian
16 Smart Hospital Architecture and Application
of Key Technologies LU Jinjun, DING Fuqiang, ZHENG Rong
21 The Practice and Thinking of a Large City's Smart
Application Platform in Big-Data Times JI Hongyan, MA Xinwen
25 Construction of City Public Security Assessment System Based
on the Concept of Wisdom SUN Peng, SHEN Yigang
29 Smart City is the Precursor of New-Type Urbanization SONG Junde, LI Yuxing
33 Smart City Top-Down Design WANG Yi

Expert View

- 37 Electromagnetic Perspective on Wireless
Broadband Communication MA Jianguo, CAI Yanli, ZHUANG Qingguang

Operational Application

- 40 Application of Generic Bootstrapping Architecture
in IMS Network MIAO Yongsheng, SHENG Guoping, ZHANG Baojian
44 Service Flow Supervision Based On Curve Correlation Coefficient GE Liang

Research Paper

- 47 CSI-RSRP Measurement Algorithm in LTE-A XIN Yu, NI Jia, HU Liujun
53 Smart, Cooperative Identifier Networks ZHANG Hongke, CHEN Zhe

Development Field

- 57 Fast Serial Parallel Loading Scheme of FPGA Basing on CPLD LI Chunyu

Lecture Series

- 60 Wireless Body Area Network (1) CHEN Wen

敬告读者

本刊享有所发表文章的版权,包括英文版、电子版、网络版和优先数字出版版权,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。

专题:智慧城市

专 | 题 | 导 | 读

2010年的上海世博会,将主题定位为“Better City, Better Life”,这恰好与过去10年全球范围内包括中国的一项研究热点一致,那就是“智慧城市”。众多国家的政府、城市、企业、专业机构都积极地参与其中,开展了大量的研究、试验,也形成了诸多的成功案例。

政府公共管理与服务水平持续提升的压力,市民与企业希望获得越来越好的服务和生活的需求,资源和环境的现实制约等,都要求各国政府持续探索并不断实践智慧城市。智慧城市是在大范围将ICT技术和社会管理深度集成起来的复杂的、前沿性的实践。它所涉及的内容繁多,包括顶层设计、体系架构、标准规范、评价体系、关键技术、应用等,其复杂性不容低估。探索和实践智慧城市所带来的价值也将是巨大的、深远的,除了政府、企业、市民将从中受益外,期间也必将催生出一批有实力、有影响力的先进企业。尽管在该领域也存在一些浮躁的现象,但是全球许多地方的政府、企业机构都在扎实实践,并为此进行了大量的投入。

在新一届中国政府的战略布局中,智慧城市及其相关的一系列建设工作,已成为推动新型城镇化战略、推动信息消费的重要先导。在智慧城市领域,中国无论从中央和地方政府、企业、专业机构的重视程度和投入规模,还是所开展的研发和实践广度,总体上都在全球范围内处于先进地位。

对于《中兴通讯技术》这一长期以来以出版专业技术论文的杂志而言,策划并刊登智慧城市这样的融合性专题,是一项全新的创新和挑战,也是杂志伴随整合产业链探索转型的一个典型案例。

本期专题中的8篇论文,凝聚了各位作者多年的研究成果和工作经验。例如在万碧玉等撰写的论文中,对比了在智慧城市领域中国和其他国家的研究方法存在明显的差别:中国更加关注城市整体,将城市看做一个巨型的生态系统;国际组织和机构则从城市可持续发展的几个方面入手,通过信息化的技术手段,实现城市专项领域更高效的运转。孙鹏等撰写的论文中指出,有两种驱动力推动智慧城市的逐步形成,一是以物联网、云计算、移动互联网为代表的新一代信息技术,二是知识社会环境下逐步孕育的开放的城市创新生态。这些论文凝聚了作者多年的研究成果和工作经验,希望能给读者带来有益的启示与参考。在此,对各位作者的辛勤工作表示衷心的感谢。

祁庆中

2014年6月20日

本期专题策划人



祁庆中

清华大学博士毕业;历任中国电信股份有限公司上海研究院副院长、上海信息产业(集团)有限公司副总经理、上海电信技术研究院副院长,现任中美合资上海信天通信有限公司总经理;从事电信新产品与增值业务研发、电信运营商企业信息化系统研发与技术支撑、电信企业发展战略与创新转制、战略性电信新业务孵化等相关工作。

2014年第1—6期专题计划

- 1 社会网络技术、应用与市场**
王玉峰 南京邮电大学通信与信息工程学院教授
- 2 第5代移动通信需求与技术探索**
王京 清华大学信息技术研究院教授
- 3 网络以及功能虚拟化**
虞红芳 电子科技大学通信与信息工程学院教授
李乐民 电子科技大学通信与信息工程学院院士
- 4 智慧城市**
祁庆中 上海信天通信有限公司总经理
- 5 下一代无源光网络技术与应用**
陈雪 北京邮电大学信息光子学与光通信研究院教授
- 6 可见光通信技术**
陈建平 上海交通大学区域光纤通信网与新型光通信系统国家重点实验室教授

国家智慧城市试点与标准化建设探索

National Smart City Pilots and Standardization

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0002-05

摘要: 基于建设部智慧城市标准研究和全球智慧城市领域标准工作,认为由于智慧城市标准不约而同地关注城市可持续发展和城市承载能力的提升,相关标准可以归为城市基础设施、城市环境、城市经济和社会管理服务4大类。指出与全球研究方法存在明显差别,中国更加关注城市整体建设,将城市看做一个巨型的生态系统;国际组织和机构则从城市可持续发展方面入手,通过信息化的技术手段,实现城市专项领域更高效的运转。

关键词: 新型城镇化;智慧城市;标准体系

Abstract: The smart city standard is generally concerned with the sustainable development and capacity of the city. Relevant standards can be classified as city infrastructure, city environment, city economic and social management services. Different from the global research method, China pays more attention to the construction of the city and considers the city a giant ecosystem. International organizations and agencies realize the city special field more efficient operation through technical means of information from the aspects of city sustainable development.

Key words: new urbanization; smart city; standard system

万碧玉,姜栋,周微茹/ZHOU Weiru

(中国城市科学研究会 数字城市工程研究中心,北京 100831)
(Digital City Engineering Research Center of Chinese Society for Urban Studies, Beijing 100831, China)

中国目前正处在城镇化快速发展时期。1978至2012年,中国城镇化率从17.92%上升至52.57%,城镇人口从1.72亿增长至7.12亿,年均增长1570万,规模之大、速度之快,远超同期世界城镇发展速度^[1]。随着城镇化的迅速推进,城市数量和规模不断扩大,形成若干联系紧密、规模较大、具有国际影响力的城市群,其中京津冀、长江三角洲、珠江三角洲三大城市群以2.8%的国土面积集聚了18%的人口,创造了36%的国内生产总值,吸引了80%的外商直接投资,

实现了75%的国际贸易,成为拉动中国经济快速增长和参与国际经济合作与竞争的主要平台。

英国城市化快速发展时期大约用了100年(1800—1900年城镇化率从26%升至75%),美国大约用了80年(1890—1970年城镇化率从35.1%升至73.6%),日本大约用了40年(1935—1975年城镇化率从32.7%升至75.9%)。中国1996年的城镇化水平为29.04%,15年后的2011年已超过50%,以每年超过1%的速度在增长。中国城镇化在快速发展的同时,也面临着城镇化发展矛盾在短时间内集中暴露等问题:如城镇化区域布局不平衡、城乡基本公共服务不均等、城市管理水平低、城镇用地粗放

低效、体制机制制约城镇化健康发展和浮躁极端的城镇建设6大类问题,这些问题亟需解决以促进城镇向可持续发展方向转变^[2]。

中国共产党的“十八大”提出了到2020年全面建成小康社会的奋斗目标,并指出走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化的道路,促进中国经济社会持续健康发展。2012年12月中央经济工作会议更进一步提出,要把生态文明理念和原则全面融入城镇化全过程,走一条集约、智能、绿色、低碳的新型城镇化道路。

住房和城乡建设部作为城乡规划和城市管理运行的业务主管部门,具有加强城乡规划建设、推进建筑节能、改善人居环境和促进城镇化健康发展的职能,一直将探索城镇可持续发展作为部门的重要工作。2012年12月5日,中国住房和城乡建设部发布《关于开展国家智慧城市试点工作的通知》,标志着中国智慧城市试点工作正式开展。截至2013年8月,共有来自全国35个省、市、自治区、直辖市、计划单列市的193个城市、区、镇获得建设部国家智慧城市试点资格。智慧城市建设过程离不

收稿日期: 2014-05-18

网络出版时间: 2014-07-07

基金项目: 高分专项应用示范系统先期攻关项目(E0303/1112)

开标准规范的引导和指导。建办科【2012】42号文下发了《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系(试行)》。该指标体系规定了包括保障体系与基础设施、智慧建设与宜居、智慧管理与服务、智慧产业与经济4项一级指标,11项二级指标,57项三级指标以及相应的技术说明。该指标体系是智慧城市创建工作的重要参考,为后期试点城市综合评估体系奠定了重要基础^[3-5]。

与此同时,在国家标准化管理委员会的领导下,中国从事标准化研究的科研院所与机构也在积极开展智慧城市标准化研究工作。国际上的各大标准机构,如国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)、国际电信联盟(ITU)也相继成立智慧城市标准相关的组织,专门从事智慧城市标准化工作。

1 建设部试点标准化建设工作

目前国家智慧城市建设工作取得了一定的成果,但是智慧城市建设面临着很多困难,例如,建设目标的不清晰、统筹协调的困局、信息孤岛的难题、标准的缺乏、可持续发展机制的缺失等问题。

要逐一解决这些难题,不但要靠技术手段更要从管理和体制的角度考虑。建立统一的智慧城市建设标准、技术标准、评价标准,以期城市在规划、建设、管理、运行阶段有系统化、体系化的建设依据,并可进行全面、科学验收及评判,提高整个国家的智慧城市建设水平。随着试点工作的启动,建设部智慧城市标准化工作小组已经开始智慧城市标准体系的研究工作,包括引导指标(SCGI)、技术标准(SCTS)和评价指标(SCEI),其中引导性指标已经发行试行版本;技术标准方面提出了《智慧城市标准体系架构》,并出版《中国智慧城市标准体系研究》一书;评价体系已列为建设部下一步智慧城市标

准化的工作重点。

1.1 引导性指标

作为引导性指标,《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系(试行)》,规定了包括一级指标,二级指标,三级指标以及相应的技术说明。引导指标框架如图1所示。文件明确了智慧城市(区、镇)的建设内容是:智慧地规划和管理城镇,智慧地配置城市资源,优化城市宜居环境,提升城市文化的传承和创新,最终实现市民幸福感和城市可持续发展;智慧城市(区、镇)的建设目标是:高起点构架智慧城市(区、镇)的顶层设计,高标准构建智慧型的城市基础设施,高质量推进智慧型的产业发展,高效率推进智慧型的示范应用,高规格建立智慧型的城市发展协调机制。最终的目标是根据十八大的战略部署,智慧地建设生态城镇、美丽中国,全面实现小康社会。该引导指标是智慧城市创建工作的重要参考,是技术标准制订的依据,也是评价标准考核评分的依据,为后期试点城市星级评估奠定重要基础。

1.2 技术标准

2012年7月,中国城市科学研究会数字城市工程研究中心组织行业、企业、科研院所等40多家机构和50多名专家,开展了中国智慧城市技术标准体系研究,即技术标准(SCTS)。

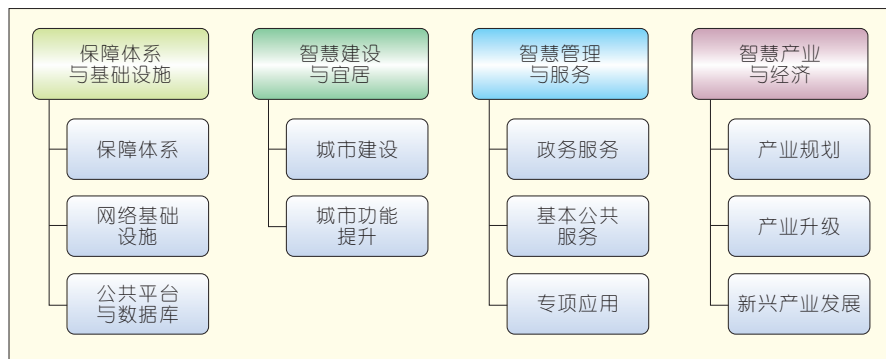
按照国家标准化管理委员会及住房和城乡建设部“要充分注重标准

化、规范化工作,做到智慧城市规划有指南、共享平台有标准、协同应用开发有依据,实现有序、有质、有量的发展”的要求,综合考虑国家层面做好顶层设计的智慧城市建设需求,课题组对中国先行的智慧城市试点的初步成果进行了分析研究,结合企业参与实际试点的经验,构建了《智慧城市体系架构》,并在此基础上提出《智慧城市标准体系架构》。

标准体系框架主要从智慧城市建设涉及的总体标准、基础设施、建设与宜居、管理与服务、产业与经济、安全与运维6大类别标准,分5个层次表示,涵盖18个技术领域和包含126个分支的专业标准。

智慧城市标准体系架构如图2所示。依据《智慧城市标准体系框架》编纂了标准体系的标准明细表、总体涉及国家、行业、地方标准共3294个,提出了智慧城市急需研制的标准267个。

该标准体系中的标准为智慧城市(区、镇)各领域已颁布实施的、正在制订的或计划制订的国家标准和行业标准,其范围涵盖智慧城市的物联网、互联网、通信、中间件、数据编码、数据交换、地理信息系统(GIS)等多方面的技术规范要求,也包括智慧城市各子系统和各汇聚节点进行信息交互,实现应用服务的数据格式、通信协议和应用管理描述等方面的规范要求。对跨领域覆盖了多个行业标准的,一般情况下直接采用这些领域已有的国家或行业标准,不再重



▲图1 引导指标(SCGI)框架

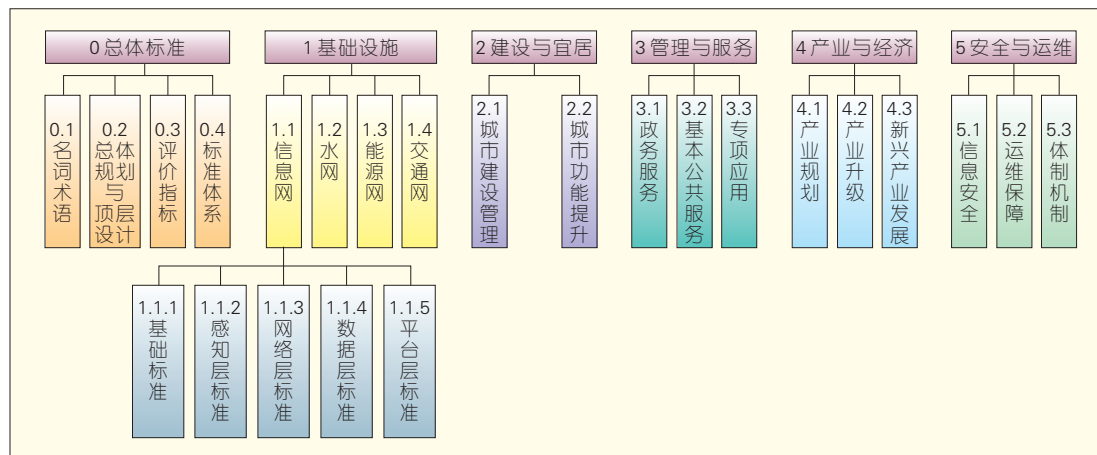


图2
智慧城市标准体系架构

复制订。

1.3 评价体系

评估体系目前仅提出一个初步的模型,还需要进一步地深入研究、分析、验证,是下一步智慧城市标准化工作的重点。考虑从3个维度思考评估体系的建立。

一是传承。前期建立的引导性指标及关于技术标准的研究,编写《中国智慧城市标准体系研究》一书积累的经验、集聚的专家团队作为成果传承下去。设计过程中应注意3个问题:一是系统性,二是可控性,三是适宜性,不同的历史阶段有不同的侧重点。

二是借鉴。借鉴国际上智慧城市的经验,抓住问题的本质和城市发展的规律。国际上提出的“城市科学”的理念符合我们的智慧地推进中国城市建设的理念。维也纳大学提出的“经济、移动、民众、环境、生活、治理”城市可持续发展的六大要素及麻省理工大学提出的将城市规划、建设、管理、运行组成内部逻辑体系,按该体系建立仿真系统,进行预测、干预、修复,这些观点切中了现代城市发展中的要素,符合现代“城市科学”的发展规律,评估体系要借鉴国际上这种更加符合实际的研究成果。

三是创新。传承已有成果,借鉴国际上切合城市发展的核心部分,然后在这个成果上创新,应该扣住三

点:一是国家目标,特别是十八届三中全会以后国家提出的要“加大治理体系”和“以市场为资源配置决定性因素”,贯彻落实李克强总理在中央经济会议提出的“集约、智能、绿色、低碳”八字方针;二是城市面临的问题,要优先解决产业问题、民生问题、环境问题和城市市政问题;三是加上经济效益和社会效益的评价程度。

所以,第一要考虑前面成果的传承,第二要借鉴国际上先进的或已取得成果,再加上我们面临的任务,从这3个角度来设计建设部的评估体系的架构^[6]。中国智慧城市评价指标体系模型如图3所示。

评价指标体系中评价指标体系模型的组织和评价指标的定性计算尤其重要。

评价指标体系模型的组织管理包括:将指标的维度数据、指标及其属性、指标之间的逻辑关系、指标的权重等,录入中国智慧城市发展评价指标模型数据库;可根据需要,从多维度的指标体系模型中抽取一套评价指标。

评价指标的定性计算包括:相同行政管理类别城市,在处于不同经济发展区域的指标权重不同;对某些指标,包含有两个主要评价因素,即解决城市的问题和信息技术对其发挥

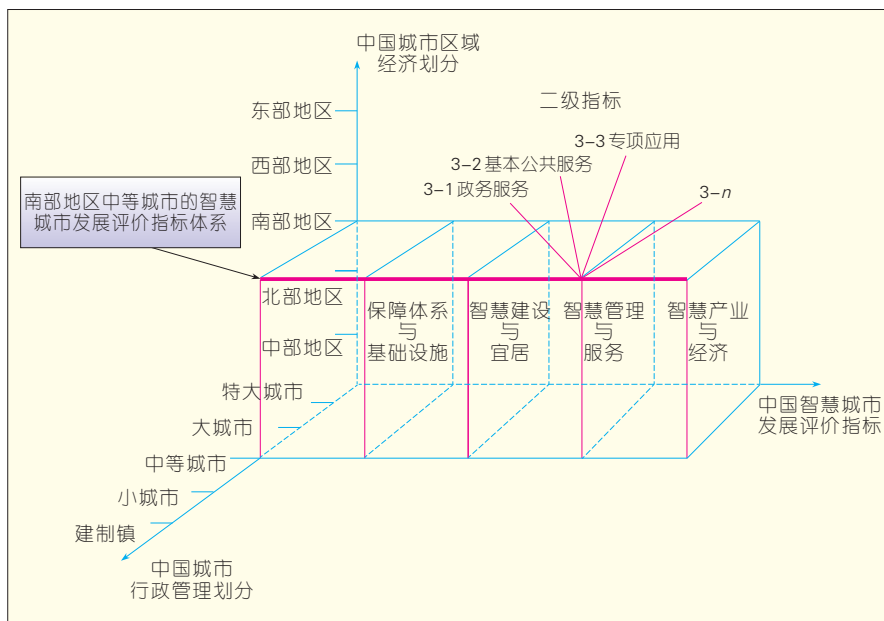


图3 中国智慧城市评价指标体系模型

的作用^[7]。

2 国际标准化组织智慧城市相关研究工作

随着全球城市化建设速度的加快,ISO、IEC、ITU 这些著名的国际标准化组织都先后成立专门的组织,进行智慧城市相关的标准化研究工作。

2.1 ISO/TC268/SC1

ISO/TC268/SC1——国际标准化组织城市可持续发展:智慧城市基础设施分技术委员会,成立于2012年,秘书处设在日本。分委会近期主要的研究成果为TR37150技术标准报告,报告对当前智慧城市基础设施的相关计量工作进行了回顾,并提出了未来标准的方向,对城市基础设施产品和服务的技术性能计量进行了讨论,这将是第一个智慧城市基础设施领域的国际标准文件。报告中对建设部2012年发布的《国家智慧城市(区、镇)试点指标体系(试行)》进行了引用分析,对以中国为代表的发展中国家智慧城市建设项目进行了初步统计分析。分委会下一步工作重点是ISO/TS37151标准报告,此项工作将全面展开智慧城市的相关国际标准建设^[8-9]。

2.2 IEC/SEG on Smart Cities

IEC IEC/SEG on Smart Cities——国际电信联盟智慧城市系统评估组,成立于2013年下半年,主要任务是进行智慧城市体系的研究评估工作。中国是该组织的发起国之一,作为牵头国家,主要负责评价、指标体系调研;术语、已有相关标准梳理;城市战略研究等标准化预研工作。2013年12月智慧城市评估组在德国柏林召开第一次工作会议,界定IEC/SEG on Smart Cities的职责,介绍标准化工作现状,建立任务协作机制,明确智慧城市领域的技术方向等任务。国家标准化管理委员会组织中国相关专家参加了此次会议。2014

年2月在柏林召开的第二次会议上,建设部代表提出了成立WG2“城市规划与仿真”和WG3“城市设施管理”两个新工作组(WG),最终投票通过。两个工作组将在国家标准化管理委员会的统一领导下,展开国际标准化工作的研究工作。

2.3 ITU-TFG-SSC

ITU-TFG-SSC——国际电信联盟电信标准化组织智慧和可持续城市专题组,一直致力于智慧和可持续城市关键绩效指标(KPI)和计量标准的研究。该组织目前正在准备一份技术报告,内容关于智慧和可持续城市关键绩效指标和计量方法,课题名称为“智慧城市评价指标体系”,任务是收集智慧城市关键绩效指标信息,其中也包括了建设部的智慧城市标准指标相关工作的开展^[10]。

3 全球智慧城市标准研究核心分析

智慧城市标准不约而同地关注城市可持续发展和城市承载能力的提升。与此相关的标准主要可以归为城市基础设施、城市环境、城市经济和社会管理服务四大类。

3.1 城市基础设施

ISO/TR37150认为目前的城市基础设施建设和发展,难以满足快速的城镇化进程,因此,十分有必要将基础设施建设视为平衡经济、社会和环境可持续发展的重要手段,以及促进城市高效运转的重要途径。

通常来讲,信息化、能源、水、交通、垃圾与废弃物等这5类城市基础设施被视为支撑城市运行的核心要素。美国将能源网络的智慧化作为城市发展绿色低碳的有效手段,ISO与美国相关的33项智慧城市基础设施建设项目里,有31项是节能和智慧能源网络项目;欧洲城镇则更加关注智慧交通的建设^[11]。

中国正处在城镇化快速发展阶

段,城镇数量众多,且分别处在城镇化发展的各个阶段,面对的“城市病”多样且集中。城镇的基础设施建设或多或少还在还历史的旧账,难以有效支撑城市高效运行,因此,信息化、能源、水、交通、垃圾与废弃物等城市基础设施也是中国智慧城市建设的核心。

3.2 城市环境

在城市生态环境方面,ISO/DIS37120选定的智慧城市国际标准里,有96%与环境相关。国际组织建立有比较详细的环境绩效标准体系,涵盖降低环境影响、提升环境质量、提高资源利用效率等内容。

与国际社会不同,中国的智慧城市与城市环境效果直接相关的标准并不多。在城市环境领域,中国智慧城市建设将关注点放在城市生产、生活各个领域的信息化、智慧化建设,及产业结构的优化,从而实现城市向资源节约型和环境友好型转变。

3.3 城市经济

在城市经济可持续发展领域,其他国家/地区、国际组织智慧城市标准从经济学的角度出发,关注提升城市经济效率、降低成本,以实现经济的可持续发展。在此过程中,十分关注人力资源市场的变化,以期实现城市居民的安居乐业。中国则从自身发展特点出发,把经济重点放在产业上,更关注依靠信息化手段促进传统产业的改造和产业结构的优化,实现城市经济转型和可持续发展。

3.4 社会管理和服务

在社会管理和服务方面,全球智慧城市标准都重点关注城市公共服务,如城市教育、医疗、安防等。所不同的是,其他国家/地区、国际组织更侧重于城市公共服务的提供,中国则侧重于实现城市精细化管理。

此外,国际组织还十分关注城市居民的娱乐休闲,这一方面中国的智

智慧城市标准仍是空白。

总体而言,全球在智慧城市标准方面最大的不同点是,中国更加关注城市整体,将城市看作一个巨型的生态系统,从规划、建设、管理、运行全方位制订智慧城市相关标准。其他国家/地区、国际组织则从城市可持续发展的几个方面入手,通过信息化的技术手段,实现城市专项领域更高效的运转。

因此,中国现有的智慧城市标准里面不单单强调基础设施的智能化,而是从城市整体的角度进行综合性考虑,更多地关注城市公共数据资源共享和城市业务协同效应。本文认为城市公共数据库和公共数据平台是城市的基础设施,是智慧城市的必要条件。

与中国不同,国际组织有关智慧城市标准十分关注社会公平,关注市民的智慧化,将着力点放在消除贫困和城市弱势群体的公共服务上。发展援助委员会(DAC)认为贫困是由多层次及多方面的原因造成的,匮乏而低效的城市基础设施是阻碍“利贫式”增长的最显著因素。在城市基础设施和经济建设方面应向城市弱势群体倾斜。而中国智慧城市建设虽然提出要城乡统筹,促进社会公平,但是目前的智慧城市标准还未能有效地体现这一点^[11-15]。

4 结束语

近年来,全球智慧城市建设的步伐不断加快,智慧城市标准化工作的任务也越来越重。建设部启动了国

家智慧城市试点工作,同时组织全球专家、机构开展了智慧城市引导指标(SCGI)、技术标准(SCTS)、评价指标(SCEI)的相关研究。在国家标准化管理委员会的领导下,中国标准化研究机构积极推动智慧城市标准体系的研究工作,参与国际相关标准化工作。分析全球组织智慧城市标准研究核心发现,智慧城市标准不约而同地关注城市可持续发展和城市承载能力的提升,相关的标准可以归纳为:城市基础设施、城市环境、城市经济和社会管理服务四大类。全球研究方法存在差异,中国智慧城市标准化工作侧重整体考虑,从规划、建设、管理、运行全方位制订智慧城市相关标准,国际组织机构更侧重从城市可持续发展角度入手,以提升城市专项能力为目的。此外,国际组织有关智慧城市标准十分关注社会公平,关注市民的智慧化,将着力点放在消除贫困和城市弱势群体的公共服务上,这一点值得我们重视。

参考文献

- [1] 仇保兴. 中国数字城市发展研究报告(2011—2012)[M]. 北京: 建筑工业出版社, 2013.
- [2] 郭理桥. 迈向可持续的未来[M]. 北京: 建筑工业出版社, 2013.
- [3] 仇保兴. 中国智慧城市发展研究报告[M]. 北京: 建筑工业出版社, 2013.
- [4] 仇保兴. 智慧地进行城镇建设 积极促进中国城镇可持续发展[J]. 城市发展研究, 2012, 3(10): 8-10.
- [5] 毛光烈. 智慧城市需“标准化”建设[J]. 信息化建设, 2012, 23(10): 11-13.
- [6] 郭理桥. 中国智慧城市标准体系研究[M]. 北京: 建筑工业出版社, 2013.
- [7] 李健, 张春梅, 李海花. 智慧城市及其评价指标和评估方法研究[J]. 电信网技术, 2012, 31(1): 15-18.
- [8] ISO/TR 37150. Smart community infrastructures – Review of existing activities relevant to metrics [S]. 2012.
- [9] ISO/DIS 37120. Sustainable development and resilience of communities – Indicators for city services and quality of life [S]. 2012.
- [10] ITU-T/FG-SSC. Key performance indicators (KPIs) and metrics of Smart Sustainable Cities [S]. 2012.
- [11] JENS J. A numerical analysis of the evolutionary stability of learning rules [J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2007, 16(5): 23-28.
- [12] 杜政清. 中国城市现代化国际化的背景问题与发展趋势 [C]//中国城市形象战略与城市文明建设研讨会参阅文集. 1997.
- [13] 汪德. 中国、欧洲城市建设与管理的比较与思考 [J]. 新余高专学报, 2005, 12(6): 8-12.
- [14] JAMES B, DAN B. Cooperation through imitation [J]. Games and Economic Behavior, 2009, 8(2): 15-19.
- [15] Smart cities in Europe [EB/OL]. (2014-05-10). http://www.cers.tuke.sk/cers2009/PDF/01_03_Nijkamp.pdf.

作者简介



万碧玉, 日本国立神户大学工学博士毕业; 中国城市科学学会数字城市工程研究中心高级工程师, 国际标准组织智慧城市基础设施计量分技术委员会副主席, 国际电工委员会智慧城市系统评价组专家; 已发表学术论文 40 余篇。



姜栋, 首都师范大学硕士毕业; 工作于中国城市科学学会数字城市工程研究中心; 从事智慧城市标准指标体系研究工作; 已发表学术论文 7 篇, 出版译著 3 部。



周微茹, 北京林业大学硕士毕业; 工作于中国城市科学学会数字城市工程研究中心; 从事智慧城市标准指标体系研究工作; 已发表学术论文 4 篇。

综合信息

欧盟与韩国携手共推 5G 相关开发计划将于 2016 年启动

2014 年 7 月 3 日消息, 欧盟委员会与韩国于近期签署了一项合作协议——《有关信息通信技术和 5G 的战略合作联合声明》, 双方同意共同致力于 5G 的全球定义和研究合作, 同时对无线频谱进行协调以确保全球兼

容性, 为全球 5G 标准做准备。

这项协议将加快 5G 技术的全球标准化进程, 让不同的公司得以共享研究成果。同时, 这还意味着消费者可能会比之前预期的时间更早用上 5G 技术。欧盟委员会预计 5G 技术将可能会在 2020—2030 年间进入大众市场。

(转载自《中国信息产业网》)

智慧城市关键技术研究

Key Technologies of Smart City

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0007-004

摘要: 探讨了城市智能管理运行架构、城市泛在感知设施、机器通信能力提升技术、数据共享和活化技术等关键技术。认为巨系统要形成良好的生态体系和自我成长机制, 关键技术的突破和相关技术的综合运用都至关重要。关键技术的突破和相关技术的综合运用才能推动智慧城市建设的深入开展和演进。

关键词: 智慧城市; 物联网; 机器与机器通信; 感知网络; 政府数据开放

Abstract: This article investigates some key technologies in smart city, including city-level smart operation framework, city-wide sensing infrastructure, M2M telecommunication, and city open data. It points out that breakthroughs in key technologies and comprehensive utilization of these technologies are important to form a good ecological system and self-development mechanism. These technologies will promote the development and evolution of smart city.

Keywords: smart city; IOT; M2M; sensor network; open government data

顾磊, 王艺/WANG Yi

(中国电信上海研究院, 上海 200122)
(Shanghai Research Institute of China
Telecom, Shanghai 200122, China)

为城市实现数据共享、数据活化等建立的数据仓库和数据服务。各种智慧政府、智慧产业和智慧民生应用构成了智慧城市的应用层。

本文主要就上述技术架构中的部分重要内容: 城市智能管理运行架构、城市泛在感知设施、机器通信能力提升, 以及数据共享和活化几个方面进行探讨。

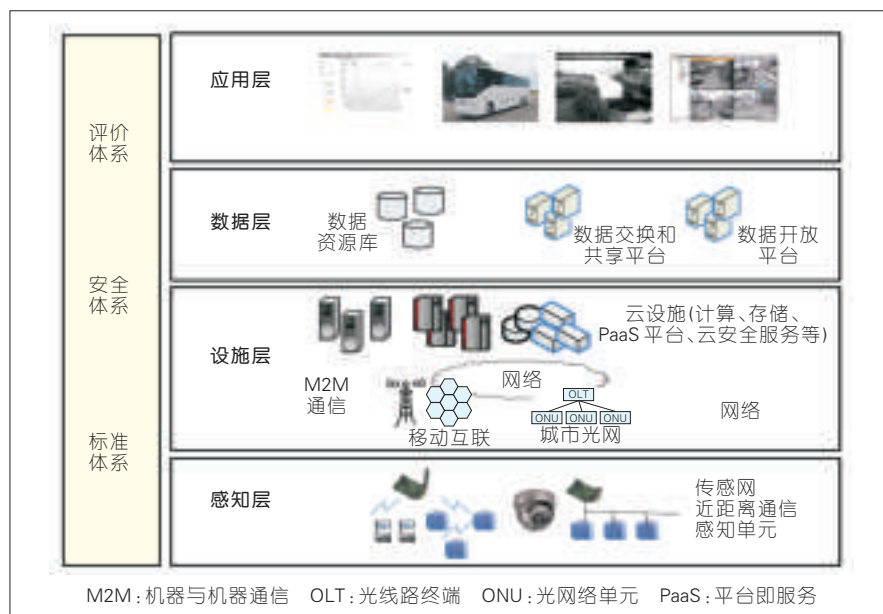
智慧城市技术体系架构自下而上可划分为感知层、设施层、数据层和应用层4个层次; 横向则辅之安全体系、标准体系和评价体系三大支撑体系。

智慧城市技术架构如图1所示。图1中, 感知层的核心能力是泛在的外界感知能力和本地智能处理能力, 通过传感器及传感网等技术实现对城市范围内各种关注对象的监测和控制。设施层为智慧城市提供健壮的信息基础设施, 其核心是实现互联的广域通信网络和高效一体化的云基础设施, 可以有效支撑人与人通信(H2H)、人与机器通信(H2M)、机器与机器通信(M2M)间随时、随地、随需的无缝通信, 并以数据存储和应用计算为中心综合承载各类信息化应用。数据是城市最有价值的战略资

产, 数据层的主要目标是通过数据关联、数据挖掘、数据活化等技术解决数据割裂、无法共享的问题, 重点是

1 城市智能管理运行架构

城市已经成为一部永不停息的



▲图1 智慧城市技术架构

收稿日期: 2014-05-12
网络出版时间: 2014-06-30

巨型机器,每天都面临着众多管理运行问题。这些问题的及时发现和及时解决影响着城市为市民提供的服务质量。为了确保公共安全并提供水、电、运输及其他服务,城市需要获得大量的有效信息,促进城市的各个机构之间的实时沟通和协作,并在问题发生之前及时采取措施,解决潜在的风险。

在信息与通信技术(ICT)层面,针对上述目标,城市智能管理运行架构开始出现。这种运行架构在新增感知设施等数据采集和控制能力元素的基础上,整合集成现有和未来的系统,支持实现城市运行过程中各种事件的捕捉和处理、信息交换和分析、用户交互,以及不同垂直应用和系统之间的协同。采用这种架构的系统功能包括:

- 通过实时集成和整合多种信息源获得反映城市当前运行状态的跨部门、跨机构的统一视图;其信息来源有多种,既包括来自内部的信息,也包括来自外部的信息,诸如来自传感器的信息,以及来自各种应用的信息。

- 通过新增的数据采集实体和整合其他系统生成的实时事件实现各种城市动态事件,尤其是关键事件的即时捕获、即时交付和即时处理;通过从原始信息抽象具体事件并即时发布到相关机构促成城市机构具备快速响应事件的能力。

- 通过信息和业务流程的整合以及相互开放数据和服务能力促进城市跨部门、跨机构的业务协作。

- 通过面向服务的架构,以开放和可动态延伸的标准接口满足与现有系统和未来系统的动态整合。

- 通过通用建模和资产管理、服务数据监控、Dashboard等可视化技术实现系统本身的动态扩展、质量保证和高效的人机交互界面。

目前,城市智能管理运行架构的提出和当前的主要推动力是一些行业厂商。其中最具代表性的是IBM

提出的智能运行中心(IOC)架构^[1]。从技术上看,IOC架构由两大中枢机构(信息交换中枢和信息处理中枢)和信息采集域,以及信息呈现域组成。信息采集域采集各种信息或者动态事件,要么通过感知设施得到,要么从其他专业系统采集得到。通过各种适配网关将不同的数据格式以及交互形式统一和标准化后,接入信息交换中枢。信息交换中枢按照既有规则进行信息路由。信息处理中枢得到来自信息交换中枢的警报和关键性能指标后,基于事件规则、语义模型和工作流等技术进行信息的处理和分析,得到分析结果后,要么将结果输送到信息呈现域进行展现(报表、警报、城市仪表板等),要么根据处理结果形成指令,通过信息交换中枢下发到感知设施或者其他专业系统,形成对城市部件的反向控制或者触发其他系统即时响应事件,进行进一步的处理。

上述架构可以看作是IBM诸多已有产品和方案在智慧城市领域的一次重新组合,并针对智慧城市的需求进行了一定程度的提升和完善。在智慧城市信息整合和系统协同的理念之下,IOC架构整合原有的应用中间件/门户/数据存储/数据分析产品,向下延伸到数据采集领域,引入感知数据、视频数据、城市公共部门数据、第三方数据;向上延伸到数据呈现领域和智慧应用领域,引入城市仪表板、智慧水务等针对城市运行需求的数据呈现功能和智慧应用;同时,在事件处理中,引入了基于可扩展标记语言(XML)的用于公共安全与应急领域的通用预警协议(CAP)等数据交换标准^[2];最终形成了一种面向智慧城市的管理运行架构。

实际上,中国各地已经开展的政府应急管理平台的建设,其“横向到边,纵向到底”、互联众多系统、采集多种数据的特性已经呈现出上述智能管理运行架构的一些特征。只不过政府应急管理平台主要针对重大

突发事件。而城市智能管理运行体系主要针对城市日常运行中的各种日常事件(当然也包括重大突发事件的发现和捕捉工作)。实践结果表明,借鉴、扩充或延伸政府应急管理平台体系,是形成城市智能管理运行体系的途径之一。

2 城市泛在感知设施

城市中各种形式的感知设备,按照预设逻辑自动对所关注的对象进行状态监控、信息采集和传送,在降低大量人力成本的同时,实现了感知的自动化、即时化、准确化、精细化和泛在化,让我们能够更精确地感知到城市的运行现状。通过泛在感知,物理空间和信息空间实现了双向映射,从而打通了两个空间,使得后续一系列基于信息的操作成为现实。

目前,感知网络的建设通常通过两种方式实现。或者利用已有的提供公共服务的感知设施,诸如GPS、北斗和移动通信网络定位系统等。或者利用特定政府部门和特定行业为诸如监测、控制和监管等目的而建设的行业感知网络。例如平安城市中的视频感知网络、资源环境系统中的环境感知网络等。

政府层面亟需采取配套政策并在市政配套上鼓励相应的行业感知网络在覆盖范围、感知内容和精度等方面进一步提升,并实现受管控的感知信息共享机制。

在传统的感知器之外,随着感知器件的体积小型化和能力多样化,移动终端开始集成了越来越多的感知器件,使其感知能力不断提升。智能手机的逐步普及和密集使用使得群体的感知能力和信息汇聚能力大幅提升。原有的情境感知计算逐渐从个体感知和为个体服务,走向群体感知和为群体服务。如同蜂群能够在低智商的个体基础上,通过群体合作来完成一系列复杂的工作一样,群体感知计算通过群体的感知和信息汇聚,能够充分汇聚细微的力量完成很

多复杂的信息采集和部分分析工作,提供信息服务^[3]。普通用户的移动设备(手机、平板电脑等),或者特定行业的定制终端都可以作为基本感知单元,通过移动通信网络互联实现感知任务分发与感知数据收集,完成大规模的、复杂的社会感知任务。例如基于手机和感知外设的城市环境指标的细粒度数据采样和后续形成的城市环境指标全局视图;基于出租车车载终端定位信息的采样和后续形成的交通流量现状全局视图等。

由于终端无法保证所有时间都实时在线,群体感知计算往往不强调数据采集的严格实时性和整体性。对于实时性要求较高的服务,则需要经过相应的算法处理从一个小的样本并结合近期的历史数据获得“当前”的数据。感知数据的分析和利用则面临数据的多源性、异构性、大规模性、质量差异性问题^[4]。而且不同类型的数据、不同的应用场景和应用目标需要采用不同的算法模型和处理技巧。取决于具体场景和问题,这些模型和技巧既可以很简单,也可以很复杂。基于移动终端的移动信令分析是群体感知计算领域的重要应用。其中,既有分析难度较低的人群密度分析,也有分析难度较大的交通流量分析。后者除了需要一套复杂的基于信令轨迹进行车辆速度推演的算法,还需要有配套的道路空间建模(必须适应城市立体交通模型)。后者目前由一些专业化公司进行运营。而前者则已存在运营商提供的服务。例如西班牙电信推出的智慧足迹(Smart Steps)产品^[4]。在室内定位领域,一些学术研究机构正在探讨如何通过群体感知计算来实现信号指纹库自动建立和室内建筑结构自动探测机制。这两者都用于基于信号指纹(Fingerprinting)的定位方法,即利用室内现有的环境特征(如无线信号、声音、光线等)作为指纹进行定位,通过终端当前获取的指纹信息的匹配来实现位置估计。其

最大难题是工作量庞大的室内环境勘测,且室内环境是多变的,指纹数据库要定期更新。如果利用手机自动记录下当前位置的信号指纹,这样收集就变得简单而几乎没有成本了,同时利用智能手机中的多种传感器,可以随时随地记录用户的行为、路径。而用户的行走路径最真实地呈现了建筑物内部的结构:凡是可活动区域,用户的足迹都可能出现;凡是阻隔区域例如墙体等,用户路径均不可能到达或穿过。因此,大量的用户移动路径交织在一起,真实地刻画出建筑物内部的空间结构^[5]。

此外,城市规划中可以考虑将市政建设与感知基础设施建设相结合。例如,智能灯柱^[6]系统利用城市中的路灯灯柱,在其上加载Wi-Fi热点、蜂窝网基站、交通监控设备、气象监测设备、污染监测等设备,通过通信网络进行连接,采用集中的中心进行管理和监控,形成城市范围内的数据采集、信息感知和发布的包含终端设备通用物理加载平台和互联网络的基础设施。这个基础设施将大大降低需要广泛布放感知终端的智慧城市应用的部署难度。这个平台上可以加载各种类型的感知终端,例如警报设备、对讲设备、摄像头等。其中,智能灯柱的远程通信连接可以利用有线网络,也可以利用无线网络。虽然存在电力线通信、无线专网通信等多种方案,但基于移动通信网络的远程互联模式仍是最合理的方案。

3 机器通信能力提升技术

物联网是智慧城市的关键技术之一。在原有的近距和远距通信技术,以及信息交互技术的基础上,机器通信能力需要通过各种手段加以提升。

远距通信层面,将沿着混合承载、部分区隔承载、乃至完全区隔承载的路径发展。目前正处于从混合承载走向部分区隔承载的阶段。M2M具有其鲜明的特点。3GPP TS

22.368将M2M通信称为MTC通信,并描述了MTC通信的业务场景及业务特征。3GPP所定义的MTC通信特征主要包括低移动性、通信时间受控、时间宽容、纯数据业务(PS)、小数据包传送、终端单向触发通信场景模式、终端触发为主平台偶尔触发通信场景模式、终端监控、优先报警、安全连接、特定位置触发、不频繁数据传送,以及群组通信等特征^[6-7]。

为更好地支持M2M通信,满足M2M通信的需求。3GPP从R10开始,逐渐加入支持M2M通信的功能,同时提升LTE承载M2M通信的效率。R10完成了信令拥塞及过载控制相关的标准化。R11进行了编址和标识、终端触发机制以及纯数据业务终端的标准研究。R12则针对小数据传输效率进行优化、增强监控能力、实现基于组的策略管理、编址、触发和计费,以及降低终端耗电等。

3GPP2也对M2M通信的需求,以及码号方案等做了研究,并在2012年年底推出CDMA 1X Rev. F版本,针对M2M进行了协议优化。主要优化内容包括:

- 实现M2M终端优先级控制
- 信道分配流程中使用单条消息来快速建立数据连接、降低模块的功耗
- 改进发送数据时信道使用方式,实现网络扩容和模块功耗降低
- 简化信令机制,降低信令流量,实现网络扩容和模块功耗降低
- 实现基于反向增强接入信道(R-EACH)的基于信令的数据传输(DOS)机制,实现快速接入和数据快速发送

IEEE成立的M2M Task Group借鉴了3GPP对M2M通信需求的研究,将其协议改进集中在4个方面:低功耗、海量终端接入、突发小数据传输和安全。

全球部分运营商已经开始在核心网内设立专用网元承载M2M通信,满足其在接入、QoS、以及业务管

理等方面的特殊需求,并探索进一步开发新的增值服务的可行性。同时,在网络本身的能力提升之外,通过采用 M2M 终端和应用平台的协作,以及终端和网络侧配置参数的优化等策略来提高网络的承载能力。

移动通信网络的演进实现了针对 M2M 通信的信息传输能力的提升。M2M 通信还面临着信息交互能力的提升要求。物联网构建的目的是为了采集目标对象的实时状态,并对目标对象进行控制。任何一个物联网应用必然涉及到处理对象的数据描述和数据交换问题。除了垂直应用所采用的私有数据格式之外,通用数据处理标准目前尚没有统一的标准。但大量标准组织和公司纷纷制订各自的标准,目前处于标准林立的状态,例如:

- BITXML^[8] 协议,一个基于 XML 的 M2M 数据传输和通信协议。

- CAP^[2] 协议,基于 XML 的、用于公共安全与应急领域内的数据交换标准。允许报警信息通过系统传递给不同的应用。

- SensorML^[9] 协议,提供标准模型和描述传感器与测量过程的 XML 语言。用来描述包括动态和静态、现场和远程在内的多种传感器。

- M2MXML^[10] 协议,一个基于 XML 的协议的设备间通信协议。

- oBIX^[11] 协议,开放式楼宇信息交换标准。基于 XML/Webservices 技术的系统集成和互操作应用方案。

- PML^[12] 协议,EPCGlobal 的实体标识语言。

- IRIG^[13] 协议,一个 PCM Telemetry 技术标准。更强调实时性,未采用 XML 技术。

目前,OneM2M 等标准组织也正在传输数据的语义标准化层面展开一些标准化工作。总的来看,简单终端、窄带传输模式下协议关注传输效率和终端低处理能力要求,所以二进制标准占优势。智能终端、宽带情况下关注语法表达的可扩展和完整

性,XML 占优势。

4 数据共享和活化技术

数据是智慧城市的无价之宝和价值提升的重要源泉。一方面城市积淀了大量的数据并持续在生成大量的数据;另一方面,这些数据大都处于割裂的状态,常常发生数据没有实现共享而导致无法获取数据的情形,更无从谈起通过数据的关联对照和数据挖掘实现数据的活化,服务于城市的智能化运行。

如同“开放源代码”和“开放软件”等概念一样,“开放数据”是指有些数据不应受版权、专利以及其他一些因素的制约,而是应该对所有人免费开放使用(含再发布)。开放数据的来源目前主要来自科学研究的数据以及政府数据。而后者在智慧城市中又被称为“政府数据开放”^[14]。

国际上的政府数据开放起源于政府透明化和民主监督、公民参与,以及改进政府效能的出发点。因为大部分政府数据本身受法律的规定是需要公开的。在此基础上,这些开放的数据可以被社会机构以及市民个人来进一步处理后,通过挖掘数据中的模式和整合不同数据源来产生新的知识和新的服务。

当前政府数据开放模式基本上借鉴 Data.gov 网站所创立的模式。元数据是用来描述数据本身的数据,即描述数据的组成元素、组成元素的数量和类型等信息。它使信息的描述和分类可以实现格式化,从而为机器处理创造了可能。1995 年诞生的“都柏林核心”(DC)元数据描述体系经过 10 多年的发展,形成了一套可以描述各种信息的通用元数据格式。其针对政府信息的修订版本都柏林核心元数据-政府和政府信息定位服务(GILS)核心元数据一起称为当前国际上政府数据开放的两大元数据体系。数据开放人机接口方面,往往通过一个门户为公众提供数据的查询和搜索服务,同时提供数据集的文

件下载服务。常用的文件格式包括 TXT、PDF、XLS 等。数据开放程序接口层面,存在多种选择。常用的模式是通过 Web 服务接口或者表述性状态转移(Rest)模式接口开放数据,供社会机构和个人基于开放的数据开发应用程序。从辅助用户快速开发的角度出发,部分政府系统提供了诸如 JavaScript API、Flex API 等接口。

政府数据开放是智慧城市发展的趋势。而政府数据开放的各项组成技术本身是成熟的。各个政府面临的问题主要是开放哪些数据内容,开放数据如何组织,如何保障数据的即时性、准确性、完整性,通过何种接口对外开放等问题,以及如何构建一个良好的生态环境形成数据的有效开放、吸引更多实体参与到数据的增值效应构建工作中来。

2007 年以来,国际上的数据开放,尤其是政府数据开放已经取得了长足的发展。美国、英国、俄罗斯等几十个国家相继建立网站开放政府数据。其中的标杆性案例是美国政府的 Data.gov 网站。2013 年 8 月 23 日,Data.gov 网站提供 210 881 个数据集和 295 套数据访问接口。基于这些数据集和数据访问接口,社会机构和个人已经开发了 349 个应用和 137 个移动应用。这种趋势也引起了中国相关政府和相关部门的重视。李克强总理提出的透明政府、开放政府的概念,一些地方政府和部门在“十二五”规划中纷纷做了考虑,希望通过数据开放一方面促进公众参与,助力政府解决社会难题,推动服务型政府建设;另一方面促进数据创新应用,充分发掘政府公共数据的附加价值。其中,北京市政府数据资源网预计 2014 年年底之前正式开通^[15],为政府信息资源的社会化开发利用提供数据支撑。

5 结束语

智慧城市是一个复杂的巨系统,

➡下转第 15 页

交通 2.0——智慧交通的关键

Transport 2.0: The Key to Smart Transport

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0011-005

摘要: 基于“Web 2.0”、“City 2.0”、“政府 2.0”等概念,提出了“交通 2.0”概念,并建立了系统模型。该系统模型包括众筹数据和开放数据两个维度,众筹数据通过收集公众从智能手机、车载终端、Web 2.0 网站上传的交通数据,获取现有检测系统不能提供的实时数据,并及时解决公众使用交通系统过程中发现的问题;开放数据通过开放公共数据,催化公众把开放的数据做出各种相互补充相互竞争的应用和服务,形成可持续的全面解决方案和创新的生态环境。该系统模型通过云计算、大数据处理、手机应用等技术做到了聚合众筹数据,提供开放数据以催化产生创新的交通应用和服务以完善现有交通设施和管理制度,并给将来的交通规划提供数据支撑和科学决策支持。智慧交通项目集成“交通 2.0”后,实践表明奠定众筹数据和开放数据两个渠道,使公众能够积极地参与到交通生态链的完善和智慧化过程中来,是真正实现从“智能”到“智慧”的关键,是智慧交通系统产生活力的源泉。

关键词: 交通 2.0; 众筹数据; 开放数据; 智慧交通

Abstract: This paper proposes Transport 2.0 based on Web 2.0, City 2.0, and Government 2.0, and build the system module. This system consists of two key dimensions: crowd-sourced data and open data. By collecting traffic data uploaded from smart phones, car terminals and Web 2.0 websites, the crowd-sourced data can get the real-time data, which the existing sensing system cannot provide, and solve problems in the public traffic system. The open data enables the public to make a variety of complementary applications and services, and forms a sustainable, comprehensive solutions and innovative ecological environment. Through cloud computing, data processing, mobile phone application technology, this system module achieves polymerizes crowd-sourced data and provides open data to create new traffic applications and services that improve the traffic facilities and management system, and provides data support and scientific decision support to the future traffic planning. After using Traffic 2.0 in intelligent transportation project, the crowd-sourced data and open data have been consolidated, and the public can participate in the improvement of the traffic ecological chain. This is the key factor in changing from “intelligence” to “smart”, and is the living force of smart transport system.

Keywords: Transport 2.0; crowd-sourced data; open data; smart transport

王涤宇, 付超贤/FU Chaoxian

(中兴软创科技股份有限公司, 江苏 南京 211153)
(ZTE SOFT TECHNOLOGY CO., LTD.,
Nanjing 211153, China)

与通信技术(ICT)和工具,以及国际上实行开放数据的案例。本文展示了智慧交通项目中的“交通 2.0”初步实践结果。

1 交通 2.0 提出背景

本节介绍提出并倡导交通 2.0 概念的背景。尽管交通 2.0 这个词在文献[1]、文献[2]曾经出现过,但没有被清晰描述和定义,文献[3]被用于指代电动汽车。

1.1 互联网 2.0 (Web 2.0)

早在 2004 年,奥莱利(O'Reilly & Associates)公司推出 Web 2.0 一词,其核心在于激发并驾驭集体智慧^[4],使用的技术包括数据挖掘、文字分析、集群和预测技术。一些著名的 Web 2.0 网站包括照片分享网站 Flickr、维基百科 Wikipedia、购物平台淘宝、视频分享网站优酷和 YouTube 等。维基百科的所有内容都是用户免费贡献的,用户按照简单的步骤创建和编辑网页。维基百科只有少数管理员对不合适的内容进行控制。

1.2 城市 2.0 (City 2.0)

Web 2.0 这个词众所周知,但是“城市 2.0”还没有得到广泛认同。

基于“Web 2.0”、“City 2.0”、“政府 2.0”等概念,本文提出了“交通

2.0”概念,描述了其赖以自我生长的生态系统。交通 2.0 主要包括两个维度,一个是从公众获得数据,一个是提供开放数据。一方面是“取”,另一方面是“给”。本文分析探索了实现从公众收集数据和集体智慧的信息

收稿日期: 2014-03-11

网络出版时间: 2014-07-07

基金项目: 工信部(财[2012]407号); 工信部(财[2013]472号)

城市 2.0 这个概念 2012 年获得了技术、娱乐、设计 (TED) 演讲堂年度奖金 1 万美元, 是 TED 年度奖金颁发的首个获奖概念。城市 2.0 着眼于鼓励市民参与改造自己所居住的城市, 促成城市改善项目通过市民自身的力量来完成, 以期将城市建设成为“包容、创新、健康、有灵魂、有活力” (Inclusive、Innovative、Healthy、Soulful、Thriving)^[5] 的城市。奖金颁发给了 10 个市民项目, 包括给城市增加路标、绘制公交行驶路线地图、在地图上标示卫生条件以防止霍乱的传播等等。

1.3 政府 2.0

使用“2.0”的词汇还有比如“政府 2.0”、“社会 2.0”、“创新 2.0”^[6-7], 鼓励政府积极地把市民纳入管理和决策过程, 与市民合作共建城市, 以提供更好的服务, 获得更加有效的社会治理效果。

1.4 引入交通的“2.0”概念

“2.0”的核心在于聚拢来自于群众的资源和能量, 而不是仅仅依赖于从上而下的方式。交通行业大量业务都与“位置”有关, 现在的手机和便宜的全球定位系统 (GPS) 设备都能提供。交通解决方案提供商不应当忽视了来自于公众的手机和其他个人移动终端 (比如车载单元) 的数据的重要价值, 而错失获得重大利益的机会。比如手机应用“街上的坑 (Street Bump)”通过手机上的加速度计来感应车辆行驶到路坑上的震动, 把精确的 GPS 坐标和相应震动数据发送到城市管理部门, 以督促尽快修复。城管部门就不需要花费巨资使用 3 维激光扫描仪沿街巡逻寻找路坑, 城市也不会因为道路上的坑长期得不到修复而导致车辆绕行引发车辆故障、事故和堵塞。通过类似的应用来对付城市管理面临的各种危险和交通部门面临的麻烦, 这无疑是一个既便宜又有效的途径。

传统的 2.0 概念着眼于“来自于”

群众的内容和智慧, 本文提出的“交通 2.0”还有另外一层含义, 增加另外一个维度: 提供开放数据“给”群众。随着智能手机的普及, 普通程序员已经能够在手机上开发出各种各样的应用。如果他们能够获得交通数据, 他们就能够开发出很多创新的产品和服务, 甚至是起初没有人能够预测到的。

开放数据可以使得政府文档库里面的死数据得到可视化, 并且通过各部门之间的数据的共享和相关联, 死数据会产生出更丰富的内容和新数据、新发现。而这些好处都不是通过政府公务员或授权机构来做的, 而是通过无数对于政府来说是免费的开发人员、公司、学生来完成的。通过数据的开放还能帮助政府交通和城管部门更好地利用历史数据, 给今后城市规划、社会治理和公众服务提供可持续的决策支持。

2 交通 2.0

本节定义交通 2.0 概念, 揭示其生态系统模型, 并清晰地描述其区别于传统“智能”交通, 而实现“智慧”交通的 2 个维度。

2.1 定义

交通 2.0 是一个提供可持续的、全面的智慧交通解决方案的生态系统, 这个生态系统不仅分析来自于群众和传统智能交通子系统的大数据, 而且提供与交通相关的开放数据给群众。交通 2.0 生态系统的模型如图 1 所示。

1 所示。

图 1 中 1 号箭头表示平台从传统检测设备和智能交通子系统收集数据。2 号箭头表示政府部门和各种机构向平台提供开放数据。3 号箭头表示群众向平台发送各种数据, 包括位置坐标、语音短信、照片、视频、文字评论等等, 同时平台也从 Web 2.0 网站收集并分析数据。4 号箭头周围的循环表示平台提供数据、好用的工具和接口, 以方便程序员和公司开发出创新的应用产品和服务。中央的大数据云平台的两个主要组成部分是众筹数据和开放数据, 把群众、政府、和社会各机构贯通在一个生态系统中, 最终提供一个能自我完善的、可持续发展的智慧交通体系。

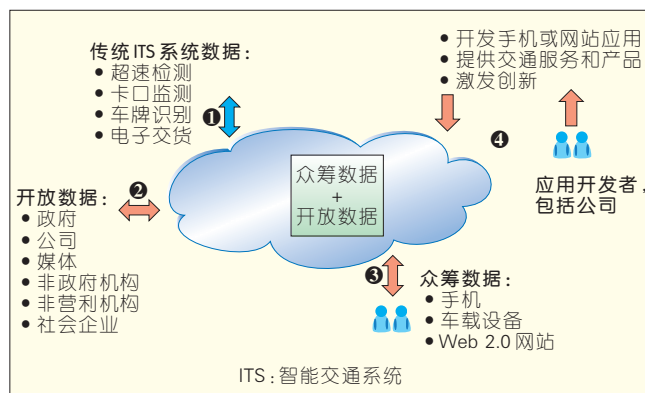
2.2 两个维度

2.2.1 众筹数据

到 2020 年, 70% 的手机将具备 GPS 定位能力^[8], 具备车载定位和车联网功能的车辆也将大幅上升。通过智能手机和各种应用程序, 群众可以轻松地提供包含位置信息的交通内容, 包括文字、音频、视频、运动传感器数据。在 Web 2.0 网站的含有位置信息的照片、视频、帖子, 以及从中体现出的群众智慧和意见取向, 都能为交通解决方案提供商提供有价值的信息。

位智 (Waze) 公司通过用户上传的数据来提供实时交通信息和线路导航, 在 2013 年被谷歌公司以 10 亿

图 1
交通 2.0 生态系统模型



美元收购。英瑞克斯(Inrix)公司通过收集大量车辆和用户的轨迹信息,为汽车、物流等企业和政府部门提供实时交通信息服务。

2.2.2 开放数据

在交通 2.0 中,除了从群众获取数据和富媒体内容之外,还有另外一个重要维度是:提供开放的原始数据。这个方面,尤其在中国,没有足够的实践,没有获得交通行业、学术和咨询机构、以及政府部门的关注。在工程实践过程中,有政府客户明确显示出要垄断数据,以获得短期的经济利益的意图。所以对于国际上已经逐步实施的开放数据潮流和趋势,中国应该怎么处理和面对,是否需要相关法令的制订和执行才能真正实施,交通数据到底是公众的数据还是政府的数据,是一个相当大的涉及很广泛的问题。

需要澄清的是,开放数据不是提供开放的应用编程接口(API)供群众使用已存在的功能,比如微博接口让用户从不同的应用都能发微博,或者地图 API 让其他网站显示嵌入的地图,这些不是开放数据,而只是开放接口。

开放数据指的是提供原始数据,把现在还没有对公众开放的数据进行公开,可以是档案馆里面的历史数据,也可以是正在运行中的传统智能交通子系统或者车辆产生的数据。

一个典型的历史数据例子是过去 10 年中的交通事故数据,数据内容可能包括事故发生地址、车辆、伤亡情况、可能的原因、裁决方案等等。在项目实践中,我们了解到交警部门非常愿意开放此类数据,不过存在实际操作的难度,比如需要从文本文件里面把相关数据识别并提取出来,需要把相关图片和视频关联在一起等等。以前记载的历史数据没有事故发生点准确的 GPS 坐标,而是街道名和估计与某路口之间的距离,而因为中国近些年快速的路网建设和

变化,可能记录的路口已经不存在了,这些数据现在就不能定位事故发生点。

实时数据的典型是正在运行中的公交车的 GPS 坐标。许多公交公司已经具备这些数据,但是他们没有把这些数据公开,因为他们没有去想过这样做有什么好处。有些城市有系统集成商与公交公司合作,做出了电子站牌、网站和手机应用,提供了某种程度的动态信息,但是错误经常存在,信息不准确导致许多系统如同虚设,而集成商与公交公司之间的合同约定已经结束,没有主体来持续维护信息的准确性。这个两难的困境可以通过把实时坐标数据向公众开放来解决。公交公司不需要进行一次又一次的系统维护、更新和升级,不需要反复投入,公众和市场会做成各种各样的网站或手机应用,把实时数据从不同角度、用不同效果展示成实时公交信息给公众。优秀的应用会最终胜出,而胜出的应用将得到市场的长久支持,而不是依赖于某个合同。公交公司和城市管理部门将受益于可持续的解决方案,而不是短命的几个合同做出来的系统。

开放数据的动力和利益是什么?数据所有者为什么要免费开放数据?一个没有被普遍注意到但是其实很明显的例子是 GPS。美国免费开放 GPS 数据无疑改变了交通行业,改变了全球经济的格局,由此而获得了政治优势,其实已经无需再讨论美国从中获得了多少万亿美元的好处。另外一个开放数据的典型是英国,到 2014 年 3 月份已经有 17 850 套原始数据提供在开放数据门户,供公众下载免费使用^[9],公众已经提交了利用开放数据开发的 321 个应用。英国开放数据门户和公众开发的应用如图 2 所示。值得一提的是,公众开发的应用不一定是免费的,其收费与否取决于开发者。门户网站是互联网创始人 Tim Berners-Lee 倡导并启动,通过 10 个人,6 个月的时

间,使用开源技术完成。在这个开放平台上,任何人可以提出他们想要政府公开什么样的数据,任何人可以接受挑战开发应用,即使是仅仅把数据可视化也是有价值的。

实行开放数据对于政府来说不是完全免费的,也不是一蹴而就的,它需要一个循序渐进的过程,甚至需要克服很多障碍,包括制度和文化上的抵制。英国政府为了把其“发展计划(Growth Agenda)”项目执行成功,启动了一系列的动作,包括设立开放数据研究院、数据战略部、公众数据中央小组,以及相应的资金支持。这些措施给公司和个人开发创新的产品和服务创造了机会,培育了土壤,使得社会更加繁荣有活力。

对开放数据进行的投资,其反馈给社会和政府的利益和影响是全面而深刻的,不光是经济层面,包括教育和文化。把开放数据视为鼓励创新、激发行动、确保长期的和谐的催化剂,是毫不夸张的^[10-12]。

3 实现交通 2.0 的现有技术

根据交通 2.0 的概念,本文实现了交通 2.0 平台,下面介绍平台使用的工具和技术。

3.1 大数据工具

典型的大数据包括传统的关系型数据、设备及传感器数据和社交媒体数据,以 3V:海量、快速、多样(Volume、Velocity、Variety)为特征^[13]。也有不少提法加上第 4 个 V,价值(Value)或者不确定性(Veracity)。

大数据平台需要处理来自于多个交通应用的实时数据流,包括大量移动的 GPS 设备、固定的道路传感器,以及其他数据流,比如天气和社交媒体内容。然后分析、融合并提供交通状况的地图展示、实时堵塞检测、行程所需时间更新、以及多个交通模式的对比等等。

大数据的获得对于政府和公司都是一个挑战。只有 25% 的机构表



▲图2 英国开放数据门户和公众开发的应用

示有能力从非结构化和半结构化的数据中获得有用的信息和价值^[14]。对于绝大多数机构和公司来说,要对不能存储于传统关系型数据库的非结构化的数据(比如纯文本、各种传感器数据、地理空间数据、音视频、图片、流媒体)进行提取、转换和加载(ETL)并分析,是一个全新的课题。

虽然传统的预测分析和数据挖掘工具能执行大数据所需要的部分分析功能,但它们不能处理非结构化的数据源,并且传统数据中心不能满足大数据所需的高处理能力。因此,一系列新技术已经逐渐成熟以应付新挑战,比如 NoSQL 数据库、Hadoop 和 MapReduce 形成了一个能处理集群系统的超大数据集的开源软件框架。另外,一些针对大数据的工具也逐渐产生,比如 Dremel、PowerDrill、Drill 和 Druid 等工具,具备每秒扫描几百亿条记录的能力,能在 1.4 s 中查询 6 TB 的存储数据。

3.2 云计算工具

Hadoop 是业界提到最多的云计算解决方案之一,已经成为使用 NoSQL 处理大数据的首要选择。Hadoop 是一个把计算的需求分配到很多普通服务器上的系统,其工具蜂

窝(Hive)使得传统的数据仓库查询分析操作能在 Hadoop 平台上进行。Hadoop 能处理各种复杂的结构化数据和非结构化数据,比如服务器日志、音视频、e-mail、传感器数据、可扩展标记语言(XML)数据,这些数据都无法放入传统的数据库表。在成本方面,使用 Hadoop 不贵,因为软件是开源的,也可以使用比如亚马逊的 AWS 云服务。

但是 Hadoop 也不是灵丹妙药,一些公司^[15]发现 Hadoop 有其内在的复杂性以及因为开源带来的麻烦。要运行一个生产环境的 Hadoop,需要整合一系列相互独立的 Apache 项目(比如 Flume、Sqoop、Oozie、Pig、Hive、ZooKeeper),而这些项目之间有相互竞争而冲突的功能,每个项目都进展很快,各自发布更新,导致不同的版本冲突。这个整合过程相当困难,并且很耗资源。

正因为如此,市场上产生了把这些部分集成好的 Hadoop 方案包,以及其他非 Hadoop 的大数据解决方案。比如 NoSQL 提供商 Splunk 实现了日志数据的搜索技术,尽管不是免费的。一些公司发现 Splunk 比 Hadoop 好用多了,其总拥有成本比 Hadoop 低很多。另外,处理大量 XML

数据,MarkLogic 要胜出 Hadoop。

3.3 智能手机、车载终端及其他

一般的智能手机有麦克风、相机、运动感应器、距离感应器、定位(GPS 或北斗)、或者还有指南针等等。iOS 和 Android 系统提供了让公众开发手机应用的平台,并能让民众轻松地各种应用收集和分享大量数据。汽车制造商也在积极地开发车载终端的远程诊断和信息服务功能。宽带、高速移动网络技术、开源软件框架等等的发展也无不利于交通 2.0 生态系统的形成。

4 初步工程实践结果

图3展示了我们在智慧交通项目中纳入交通 2.0 元素的初步结果。在这个项目中,我们开发了 iPhone 和 Android 手机应用,使用户能够分享事故现场的照片和视频,或者是导致危险的路坑、相互矛盾的交通灯等情况。这些文字、照片、音视频、坐标和运动感应器数据将在 Hadoop 云计算平台大数据处理中心进行分析,以提取和聚集集体智慧,形成更全面的智慧交通解决方案。交通 2.0 的另一个维度“开放数据”,将在下一阶段进行实施,以提供一个让政府部门、交通服务提供商和其他机构有信心放上数据,让公众充分讨论交流想法、提出需求、开发新应用的平台。

5 结束语

本文定义了“交通 2.0”概念,交通 2.0 包含两个维度:众筹数据和开放数据。其核心是把公众纳入到智慧交通生态链,并引导公众贡献数据和开发新应用。我们期望智慧交通工业界、研究院所、咨询机构和政府机构都认识到通过开放数据来激发创新、通过众筹数据来收集集体智慧的价值和必要性。只有通过这两个途径,公众参与到交通以及城市的建设中,甚至参与到城市未来的规划决策过程中,才能真正实现“智慧”政府



▲图3 交通 2.0 的初步实现尝试

和城市。通过实现交通 2.0, 交通企业及机构, 尤其是政府交通管理部门, 得到的将是长期的可持续性的收益。通过提供开放原始数据给公众开发创新的应用、产品和服务的交通 2.0 平台, 才能真正给城市和交通提供自我完善的能力, 真正达到“智慧”的层次和境界。

参考文献

- [1] HARVEY J M. Transport 2.0: Meeting Grand Challenges with GIScience [J]. ESRI, 2008, 8 (5):11-15.
- [2] Transportation2 [EB/OL]. (2014-03-10). <http://www.transportation2.org/634159>.
- [3] ALI E. Transportation 2.0 [J]. IEEE Power and

- Energy Magazine, 2011, 8(10):12-15.
- [4] SATNAM A. Collective Intelligence in Action [J]. Manning, 2009, 12(3):17-21.
- [5] TED Prize 2012 [EB/OL]. (2014-03-10). <http://www.ted.com/pages/prizewinner/city2>.
- [6] SONG G, MENG Q G. Government 2.0: Reinventing Government in Perspective of Innovation 2.0 [J]. e-Government, 2012, 18 (2):6-9.
- [7] ZACHARY T, PROFESSOR A F. From Government 2.0 to Society 2.0: Pathways to Engagement, Collaboration and Transformation [R]. Harvard Kennedy School, 2010.
- [8] McKinsey Global Institute. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity [R]. McKinsey Global Institute, 2011.
- [9] UK Government's Open Data Portal [EB/OL]. (2014-03-10). <http://data.gov.uk>.
- [10] 姚乐, 樊振佳, 赖茂生. 政府开放数据与智慧城市建设的战略整合初探 [J]. 图书情报工

作, 2013, 12(7):12-17.

- [11] JOEL G. Open Data Now: The Secret to Hot Startups, Smart Investing, Savvy Marketing, and Fast Innovation[M]. McGraw Hill Education, 2014.
- [12] TOBY S. Programming Collective Intelligence: Building Smart Web 2.0 Applications [M]. Publishing House of Electronics Industry, 2009.
- [13] Oracle White Paper. Big Data for the Enterprise[R]. Oracle, 2012.
- [14] IBM Business School. Analytics: The Real-World Use of Big Data—How innovative enterprise extract value from uncertain data [R]. IBM, 2012.
- [15] WAYNE E. Exploiting Big Data: Strategies for Integrating with Hadoop to Deliver Business Insights [J]. TechTarget, 2012, 10 (6):31-37.

作者简介



王涤宇, 英国布里斯托大学博士; 中兴软创智慧交通产品规划总监; 主要从事智慧城市和交通产品的规划、标准制订、专利技术等; 研究领域包括移动互联网 LBS、智能手机软件、智能交通咨询及实施、网络协议、智能建筑等; 已发表 3 篇论文。



付超贤, 中南大学信息工程专业毕业; 中兴软创智慧交通市场总监; 主要从事智慧城市和智慧交通相关技术和应用领域的研究, 负责咨询规划、顶层设计和方案支持; 参与及主导过 3 个大型智慧城市项目顶层设计。

←上接第 10 页

本文所讨论的技术点只是其中的部分关键内容。从技术层面看, 巨系统要形成良好的生态体系和自我成长机制, 关键技术的突破和各个技术点的综合运用都至关重要。两者的共同发展, 将进一步推动智慧城市建设的深入开展和发展演进。

参考文献

- [1] IBM. Intelligent Operation Center Solutions [R]. 2011.
- [2] OASIS. OASIS Standard CAP-V1.2 [R]. 2011.
- [3] 於志文, 周兴社. 群智感知计算 [J]. 中国计算机学会通讯, 2012, 8(10):12-15.
- [4] 中国信息产业网. 西班牙电信成立大数据部门 [EB/OL]. (2014-05-10). http://www.cnii.com.cn/index/content/2012-10/17/content_1017791.htm.

- 1017791.htm.
- [5] Gartner. Hype Cycle for Smart City Technologies and Solutions [R]. 2013.
- [6] 3GPP TR 23.888. Study on Facilitating Machine Communication in 3GPP System [S]. 3GPP, 2011.
- [7] 3GPP TS 22.368. Service requirements for machine-type communications [S]. 3GPP, 2011.
- [8] The ultimate m2m communication protocol [EB/OL]. (2014-05-10). www.bitxml.org.
- [9] Sensor Model Language (SensorML) [EB/OL]. (2014-05-10). www.opengeospatial.org/standards/sensorml.
- [10] M2MXML 2.2.1. M2MXML [S]. M2MXML, 2003.
- [11] Obix 1.3.1. Obix [S]. Obix, 2003.
- [12] PML 2.1.3. PML [S]. EPCGlobal, 1996.
- [13] IRIG 106. Telemetry Standards [S]. IRIG, 2011.
- [14] 涂子沛. 大数据:正在到来的数据革命 [M]. 南宁: 广西师范大学出版社, 2013.
- [15] 北京政务数据资源. [EB/OL]. (2014-05-10). www.bjdata.gov.cn/.

作者简介



顾磊, 上海交通大学博士毕业; 中国电信上海研究院高级工程师, 复旦大学和台湾大学博士后出站; 主要从事物联网、复杂网络和智慧城市的研究; 已主持或参与基金项目 5 项, 发表论文 8 篇。



王艺, 北京邮电大学硕士毕业; 中国电信上海研究院高级工程师; 从事面向政企客户的产品开发和技术研究工作, 研究方向为 M2M 和物联网业务、网络适配和通用平台技术、智慧城市顶层设计、系统架构和数据活化技术等; 已发表论文 8 篇, 被国际标准组织采纳提案 3 个, 曾获中国通信协会科技进步奖二等奖。

智慧医院体系架构及关键技术应用

Smart Hospital Architecture and Application of Key Technologies

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0016-005

摘要: 提出了一种新型的基于信息集成和通信协同的智慧医院体系架构。在该体系架构中,通过信息集成、统一通信、大数据分析及移动终端管理等关键技术的应用,为医院实现移动医疗、协同医疗、医疗知识库、商用智能分析等智能应用。具体的应用实践论证了该智慧医院体系架构的合理性与可行性。

关键词: 智慧医疗; 大数据; Hadoop 平台; 统一通信; 移动终端管理; 信息集成

Abstract: This paper presents a new smart hospital architecture based on integrated information and collaborative communication. In this architecture, the application of information integration, unified communication, big data analysis and mobile terminal management, mobile medical, collaborative health care, medical knowledge base and commercial intelligence analysis can be achieved. The application practice demonstrates the rationality and feasibility of the smart hospital architecture proposed in this paper.

Key words: intelligent medical; big data; Hadoop; unified communication; MDM; information integration

陆晋军, 丁富强, 郑荣/ZHENG Rong
(上海理想信息产业(集团)有限公司, 上海 201315)
(Shanghai Ideal Information Industry (Group) Co., Ltd, Shanghai 201315, China)

中国医院信息化建设经过近 20 年的飞跃式发展,目前基本完成了以医院信息系统(HIS)为基础,以电子病历为核心的临床信息系统(CIS)建设。这一阶段取得的成果有目共睹,但也存在诸多不容忽视的问题。目前多数医院临床信息系统以医生工作站、护士工作站等面向临床应用为目标,仅处理医护人员日常的医疗文书等工作,而与医院临床业务密切相关的,更为专业化、智能化的信息系统,如护理信息管理、多媒体智能化电子病历、患者生命体征监护、手术室监控、临床实验室检查报告、医学影像诊断报告处理、功能检

查信息管理、病理图片及报告、血库管理、营养配餐管理、临床用药咨询等系统的建设应用广度和深度不够。

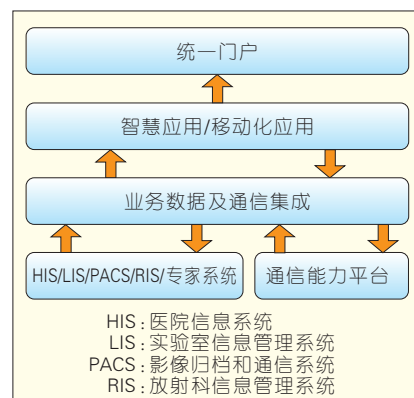
医疗服务智能化,何为智能?按智慧城市的定义,就是感知、互联、智能、服务,也可以理解为深度资源整合,提供最优化的方案,使得服务接收者有更多的更好的选择。在以前对于病人和医护人员来说几乎没有选择或者很难做选择,为此,在数字化医院^[1-2]建设基础上,进一步帮助医院实现移动医疗、协同医疗、知识库、商用智能(BI)分析智能应用,形成更高级的智慧医院系统,是未来的医院信息化建设目标。

1 智慧医院体系架构

智慧医院通过信息集成及通信协同实现人、物、系统之间的高效沟

通协同,解决医院信息孤岛问题。从数字化转向智慧化,采用一体化建设指导思想,从而实现高度感知、互联与智能,使医院成为一个能优化配置医疗资源,持续进行服务创新的高效生态系统。智慧医院的体系架构如图 1 所示。

智慧医院整体体系架构基于“一门户、两平台、三应用”的理念,面向用户为医院提供统一的移动门户。智慧医院整体体系架构在门户之上集成各方应用,为用户提供单点登陆、统一认证服务、移动终端管理,提高医院医务人员操作、使用的便捷性。智慧医院整体体系架构在安全方面统筹考虑,使用统一的对外接口



▲ 图 1 智慧医院体系架构

收稿日期: 2014-05-12

网络出版时间: 2014-06-30

基金项目: 上海市科委 2013 年度“科技创新行动计划”(13511505300)

通道,便于网络安全的控制和管理。

智慧医院体系架构中,以信息集成和通信集成两大能力平台作为应用门户的支撑层。信息集成平台主要用于对医院原有信息系统的数据信息集成,使用统一的接口标准将医院信息集成为标准的数据中心;通信集成平台作为通信能力资源的扩展,向医院用户提供统一的语音、视频、短信以及应用集成服务。

2 关键技术应用

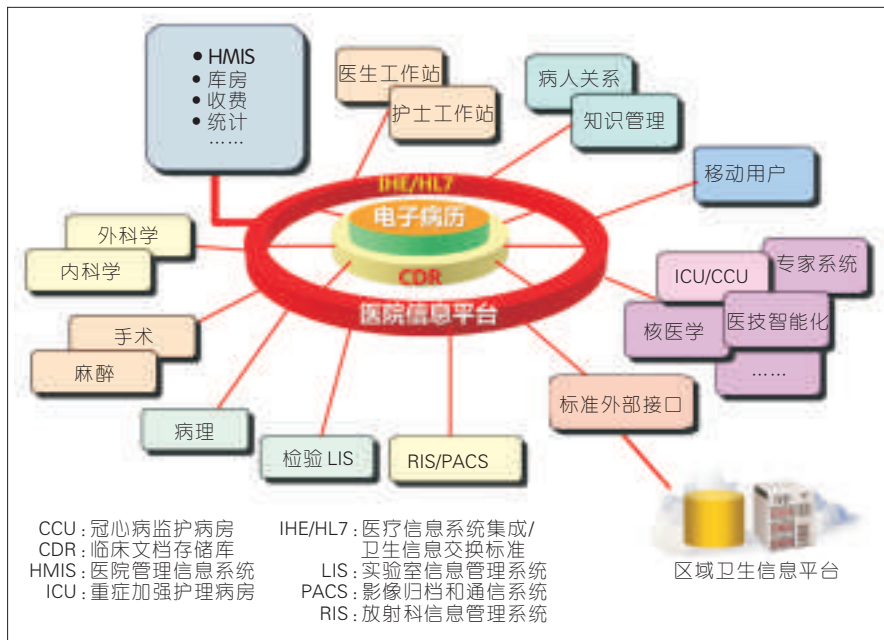
智慧医院体系主要从信息集成和通信协同为主要切入点,由于医院面临海量数据分析需求以及业务应用移动化后的安全性问题,因此智慧医院体系架构中面临的关键技术需要解决医院多业务信息集成、统一通信协同办公、大数据分析以及移动设备安全管理等核心问题。

2.1 信息集成技术

医院信息系统少的有几十个,多则上百个应用,异构平台之间的信息共享困难,很容易产生信息孤岛。医院现有信息基础架构和业务应用系统明显不能适应不断涌现的新需求,在信息集成和数据分析利用方面暴露出明显缺陷,传统的以业务流程为主要驱动力的软件开发模式难以满足医院数据规划的新要求。因此,智慧医院的信息集成平台已成为跨越临床信息建设障碍的重要支撑,医疗信息化建设正在进行着从业务流程软件系统为核心逐步转向为以数据规划集成平台为核心的架构模式。典型的智慧医院临床数据集成平台如图2所示。

智慧医院信息集成平台以信息总线为基础,采用中间件方式实现。其遵循国际通用的医院信息集成标准,如从数据交换出发的卫生信息交换标准(HL7)以及从流程出发的医疗信息系统集成(IHE)标准。

HL7^[3-9]标准是目前医疗数据交换标准中应用最为广泛的一个国际标



▲图2 智慧医院临床数据集成平台

准(基于文本),是医疗领域不同应用之间电子传输的协议。HL7汇集了不同厂商用来设计应用软件之间接口的标准格式,它将允许各个医疗机构在异构系统之间,进行数据交互。

IHE^[10]提供了实施应用多种标准的标准过程。IHE是由医疗行业的厂商和专家共同发起的活动,通过推动已有标准的协同应用,来改进医疗信息系统之间分享信息的方式。IHE技术框架规定了在某一应用场景中,不同系统之间如何基于已有标准进行数据交互、状态更新等互操作活动。信息系统或者程序产生、管理,对信息进行操作,这些功能单元被称为角色(Actor)。一个特定的信息系统可以包含一个或者多个Actor。Actor支持一组特殊的IHE事务处理。事物处理在Actor之间,采用通用标准,如HL7、医学数字成像和通信(DICOM),通过消息(Message)来进行信息交换。依据IHE规范开发的系统能够更好地实现通信,从而提高信息的利用效率。

2.2 统一通信技术

智慧医院通过通信集成平台为

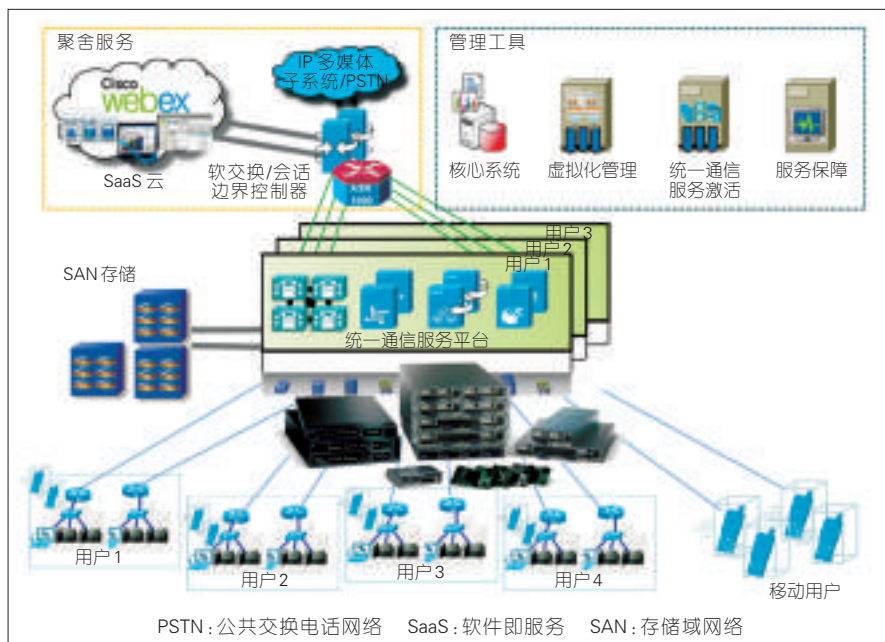
用户提供托管式在线统一通信服务,提升现有医院信息系统的协同工作效率,通过开放式通信能力调用,灵活适应不断发展的各种通信及业务集成需求,为医院的医疗卫生工作提供实时、实地、全方位的通信网络平台支持,进一步帮助提高医院的跨部门协作水平和整体工作效率,从而实现为患者提供更加优质、可靠的医护服务。

统一通信技术是指通过在IP网络上无缝集成语音、视频、即时通信、数据等4种主要通信方式的系统架构,为用户提供一个功能丰富,操作简单的通信环境。其核心是对语音、视频、短信、即时消息(文本)、音视频会议等多种通信方式进行整合,并进一步将通信能力与企业IT应用进行集成。

托管式的统一通信平台是在统一通信平台的基础上,增加了多租户模式,把统一通信(UC)能力作为服务提供给用户。图3是典型的托管式统一通信服务平台架构。

2.3 大数据分析技术

在智慧医疗中,医院业务有很多



▲ 图3 托管式统一通信服务平台架构

复杂的数据分析查询,如医疗数据统计(历年慢病趋势和疾病分布)、相似度联接匹配查询(根据CT等影像数据,寻找相似病例,匹配骨髓移植等)以及医疗数据挖掘与预测(疾病与职业、性别、年龄等外界因素的关联及各类药品的需求预测)。

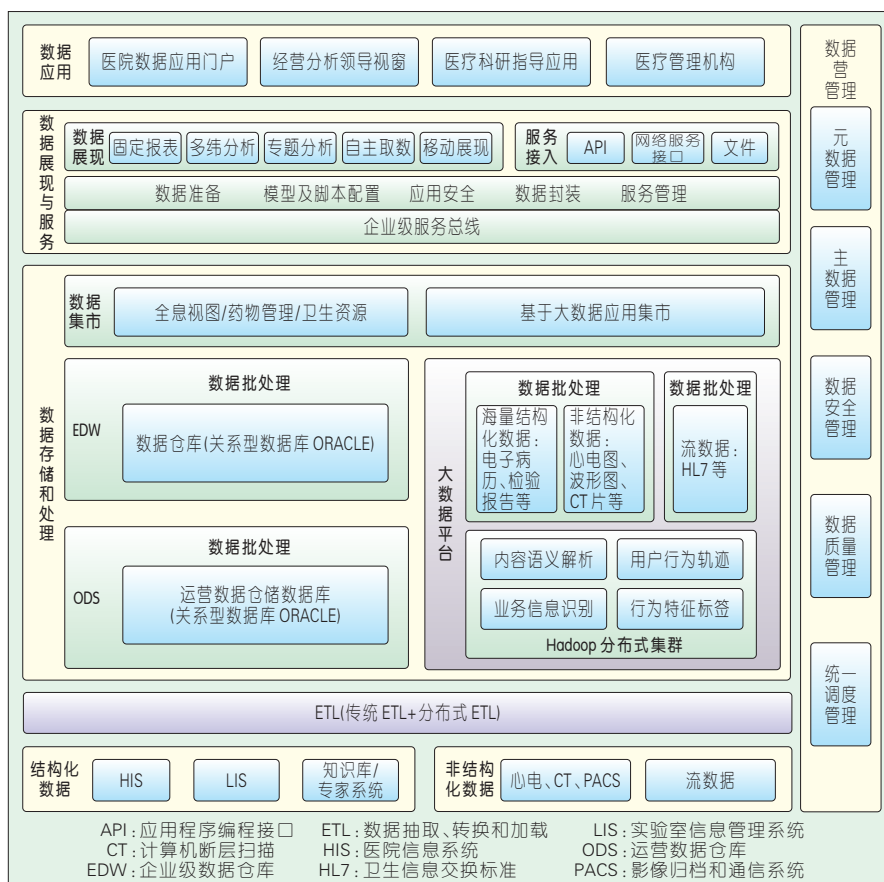
通过临床大数据的挖掘和分析,可建立医疗相关数据运营模式,促进智慧医疗、个体化医疗、医院精细化管理、临床科研、转化医学和基础医学的发展。智慧医院大数据架构如图4所示。

传统关系型数据库难以胜任复杂的数据分析,其原因在于关系数据库本质上采用的是一个二维的模型,通过一系列二维关系的组合来描述复杂实体对象,每个表所代表的所有实体在建模设计时没有差异性,即使只有一个实体拥有某种属性,也必须为其建立一个字段。如果这种个体间的差异性不是仅仅表现在属性上,而且涉及结构和关系,则需要为有差异的实体建立不同的表 and 对应关系。带来的后果就是一些业务系统往往需要几千张表,甚至数万张表。数据库的结构变得十分复杂,数据库

中的信息变得难以理解。而且,在现实数据中,有许多类型是关系数据库

不能较好地处理的。

Hadoop^[11-14]是一种分布式系统的平台,通过它可以很轻松的搭建一个高效、高质量的分布系统,能够对大量数据进行分布式处理。Hadoop核心系统分为两部分,一是分布式文件系统(HDFS),另一部是分布式计算框架,也就是映射/规约(Map/Reduce)模型。基于Map/Reduce^[15]的数据分析工具是目前对大数据进行复杂分析的有效工具之一。Hadoop的HDFS具备高容错性,可部署于低廉的硬件上,并提供高传输率来访问应用程序的数据,适合含超大数据集的应用。Hadoop的Map/Reduce分布式计算模型将应用程序的工作分解成很多小的工作小块。HDFS为了做到可靠性,创建了多份数据块的复制,并将复制副本放置在服务器集群的计算节点中,这样Map/Reduce就可以在其所在的数据存储节点上并行处理这



▲ 图4 智慧医院大数据架构

些数据。

2.4 移动终端管理技术

智慧医院中一个比较重要的环节就是通过移动互联网为医生及患者用户提供随时随地的信息服务,但随之而来的就是用户隐私数据的安全性问题。通过移动终端管理(MDM)技术应用,可有效解决移动终端带来的安全隐患,为用户在技术层面提供隐私保护服务。

移动终端管理技术主要针对移动设备提供全面的安全保护及监控管理。管理贯穿设备注册、使用及注销各环节,主要实现设备信息管理、资产管理、配置管理、安全管理等功能。MDM管理流程如图5所示。

移动终端在MDM服务平台完成注册后,MDM服务平台通过推(PUSH)技术唤醒终端,终端通过加密通道至MDM服务平台获取管理指令或配置信息,实现移动终端远程监控、应用管理(APP)及设备配置功能。在MDM管理流程中,通过数字证书服务的方式实现终端的认证和管理的安全性,具体实现可采用简单证书注册协议(SCEP)^[6]。SCEP属于公钥构架(PKI)协议体系,可安全、可靠地为网络设备在线提供数字证书,目前被广泛应用于PKI客户端和认证中心(CA)实现。SCEP有终端、CA和审核授权部门(RA)3种实体。终端实体的功能是生成一对非对称的公钥加密算法(RSA)密钥,发起证书申请或者证书查询请求。CA是证书的颁发机构,是PKI的核心,职责是接收终端用户的申请,决定是否为其颁发证书。RA协助CA,并负责为已授权的证书申请者制作、发放和管理证书。

3 应用实践

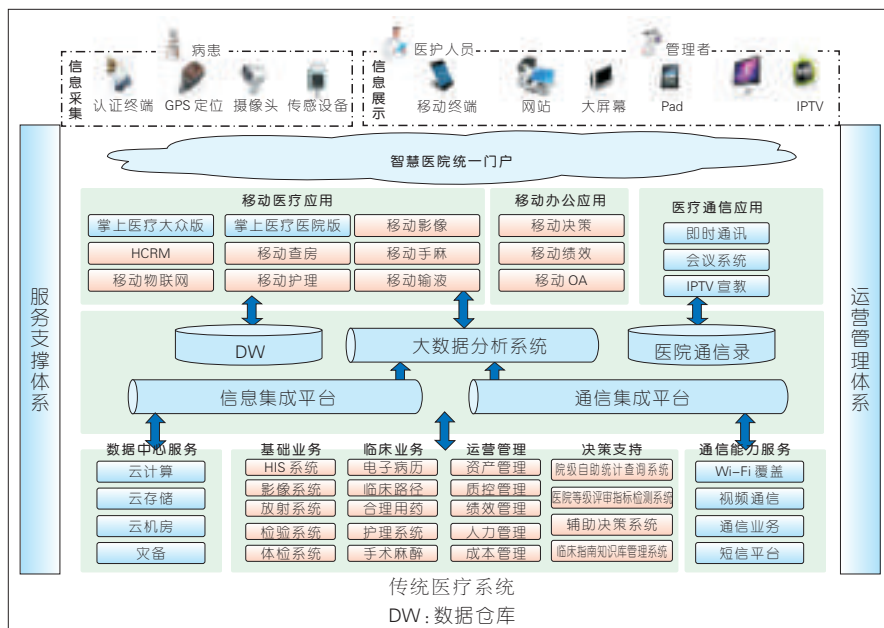
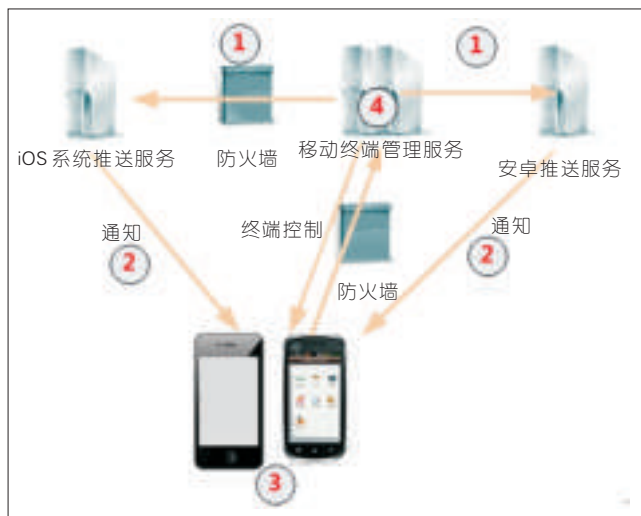
智慧医院是智慧医疗的实现手段之一,也是“智慧城市”的重要组成部分。2013年,上海市第一人民医院与上海电信合作开展智慧医院示范

试点工程建设,通过近一年时间的建设,已初步完成了医院信息集成平台、通信集成平台及统一门户建设,为医院提供医嘱查询、绩效管理、协同办公、即时通信、电子病历讨论、掌上医院等应用,实现对移动终端统一管理,对公众服务、医务工作人员服务、医院管理人员服务及统一对外数据发布。上海市第一人民医院智慧医院整体架构如图6所示。

通过信息集成平台,医院各应用系统之间初步实现互联互通,做到各应用系统在数据层面可以相互交换,

在应用层面可以互相调用,在流程层面可以协同在一起实现全院级的业务协同。通过通信集成平台为医院提供了端到端的网络建设、改造和应用集成,包括语音固定及移动办公解决方案,集成电话、网络视频会议、即时通讯、多媒体通信等多种通信手段。同时把多种通信手段与医院内部的应用管理系统融合,使医院的工作流、信息流可以通过多种通信手段在各个系统间连接,构成一个闭环式的完整通信办公环境。采用统一通信集成平台优化院内信息网络系统

图5 MDM管理流程



▲图6 上海第一人民医院智慧医院整体架构

之后,为医院在医疗信息化方面带来更简化的运营、更灵活的扩展和应用移植,同时医院则更专注于为患者提供最佳的专业化服务和最佳医护体验。此外,在信息集成平台建设的基础上,已开始智慧医院大数据系统建设,目前即将完成基础架构搭建。

4 结束语

信息聚合、通信协同的“智慧医院”是医疗信息时代又一里程碑式的创举。通过更透彻的感应和度量、更全面的互联互通和更深入的智能洞察能力,实现医院业务的全面发展,提高医院运作效率,实现更高的服务质量,提供协作的个性化的医疗服务。以“高效、高质、协作”的理念摆脱当前的“看病难、看病贵、医患关系紧张”的影响,并将在未来实现持续的繁荣和蓬勃的发展。

参考文献

- [1] 曹剑峰, 范启勇. 漫谈“智慧医疗”[J]. 上海信息化, 2011, 15(3): 26-28.
- [2] 李书章, 褚健. 数字化医院建设理念与实践

- [M]. 北京: 人民军医出版社, 2011.
- [3] 陈钰, 王捷, 刘仲明. 无线传感网在智慧医疗护理中的应用[J]. 医疗卫生装备, 2011, 32(5): 73-75.
- [4] 孟小峰, 慈祥. 大数据管理: 概念、技术与挑战[J]. 计算机研究与发展, 2013, 50(1): 146-169.
- [5] 张忠. 数字证书的原理及其应用[J]. 计算技术与自动化, 2001, 20(21): 45-49.
- [6] NOURSE A, LIU X, VILHUBER J, et al. Cisco System Simple Certificate Enrollment Protocol [S]. IETF, 2009.
- [7] HL7 version 2.8. Health Level 7 [S]. 2011.
- [8] HL7 Modeling & Methodology Committee. HL7 version 3 message development framework [EB/OL]. (2014-05-10). http://www.hl7.org/documentcenter/public_temp_656CF0F9-1C23-BA17-0CF90F4405489350/standards/V3/mdf99.pdf.
- [9] 费玮. 基于 HL7 标准的医疗信息交换关键技术研究[D]. 广州: 南方医科大学, 2009.
- [10] Integration Healthcare Enterprise (IHE) [EB/OL]. (2014-05-10). <http://www.ihe.net/>.
- [11] Integrating the HealthCare Enterprise [EB/OL]. (2014-05-10). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531513105004401>.
- [12] 张继武. IHE 介绍[J]. 中国医疗器械杂志, 2007, 31(2): 112-119.
- [13] ASUMAN D, GOKCE B L, THOMAS A, et al. Enhancing IHE XDS for Federated Clinical Affinity Domain Support [J]. IEEE Transaction on Information Technology Biomedicine, 2007, 11(2): 213-221.
- [14] 刘混, 李爱菊, 董龙江. 基于 Hadoop 的海量数据存储的研究及实现[J]. 微计算机信息, 2011, 27(7): 220-221.
- [15] 郑启龙, 房明, 汪胜, 等. 基于 MapReduce 模

型的并行科学计算[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(8): 13-17.

作者简介



陆晋军, 同济大学硕士毕业; 上海理想信息产业(集团)有限公司总经理; 主要研究领域包括移动互联网、大数据; 已负责和参与基金项目6项。



丁富强, 上海交通大学博士毕业; 上海理想信息产业(集团)有限公司研发中心主任; 主要从事云计算、大数据领域的技术研究和应用开发工作; 已承担基金项目等5项, 发表论文8篇。



郑荣, 重庆邮电大学硕士毕业; 上海理想信息产业(集团)有限公司数字医疗部主任工程师; 主要从事移动互联网及医疗行业应用方面的研究; 已发表6篇论文。

综合信息

2014 年全球 IT 支出将稳步增长 2.1%

2014 年 7 月 3 日消息, Gartner 发布最新预测, 2014 年全球 IT 支出总额预计将稳步增长至 3.7 万亿美元, 较 2013 年增长 2.1%, 然而这一增长率较先前预测的 3.2% 略有下调。预测下调的主要原因可归结于终端设备、数据中心系统与某些扩展类 IT 服务的增长不如预期。中国区整体 IT 支出预期将逾 2.1 万亿人民币, 较 2013 年增长 5.8%。

Gartner 副总裁 Richard Gordon 表示: “竞争加剧、产品缺乏差异化以及可行的替代解决方案日渐多元所带来的价格压力, 已对短期 IT 支出产生抑制效应。不过, 2015—2018 年, 随着价格和采购方式达到新的平衡点, 支出增长幅度预期将回到‘正常’水平。目前 IT 正进入发展的第 3 段, 以往的着眼点在于技术和流程, 未来将转而注重数字化所带来的全新商业模式。”

“Gartner 全球 IT 支出预测”是主要技术趋势的领导性指标, 涵盖硬件、软件、IT 服务和电信市场。十多年

来, 全球 IT 和业务高管们皆通过这些备受瞩目的季报来洞悉市场商机和挑战, 凭借经过实证的研究方法为基础来制定重要业务决策, 而非仅凭臆测。

2014 年终端设备市场预计将出现增长, 但幅度会略低于预测值, 总值达到 6 850 亿美元, 较 2013 年增长 1.2%。幅度下调的原因为手机和平板的预期价格下降。随着平板在美国家庭的普及率达到 50%, 高端平板的销售量将会减少, 下一波的采用者将更为价格较低的实用性平板所吸引。结果将是平板的市场潮流从基础平板转向实用性平板, 从而导致价格进一步下滑。

2014 年数据中心系统支出预计将达 1 400 亿美元, 较 2013 年增长 0.4%。企业缩减支出的效应持续冲击数据中心系统的营收商机, 尤其是基于 ECB 存储设备。ECB 存储设备支出受到已安装系统利用率不足及较低成本的替代架构与云存储的双重打击。至于服务器市场则因企业纷纷从高价平台转移至较低价替代方案而呈现出疲软。(转载自《中国信息产业网》)

大数据时代大型城市智慧化应用平台的实践与思考

The Practice and Thinking of a Large City's Smart Application Platform in Big-Data Times

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0021-004

摘要: 提出了一种无线城市应用平台,以承接上海的智慧城市建设。该平台利用大数据的理念和技术,发挥移动互联网的优势,构建了融合基础层、架构层、应用层3个层面,基于移动网络、有线网络和数据中心等基础网络的一种集大数据传输、存储、处理、运用为一体的智慧化应用体系。该平台提供通过用户和内容的共享,以统一呈现的形式,为市民、企业和政府提供一站式城市信息化运营管理公共服务,是大型智慧城市化建设的典型案例。

关键词: 大数据;无线城市应用平台;智慧城市

Abstract: This paper proposes a wireless application platform that promotes smart city in Shanghai. The platform makes full use of big data and leverages the advantages of mobile internet. It has three layers: base, structure, and application. It is a smart application system which combines data transfer, storage and processing, and it based on the mobile network, cable network, data center and other basic network. The one-stop public service platform enables information sharing with a standardizing presentation form for citizens, enterprises and government. It is a good case of large smart city construction.

Key words: big data; wireless city application platform; smart city

吉鸿雁,马新文/MA Xinwen

(中国移动 上海公司,上海 200060)
(China Mobile Shanghai Co. Ltd., Shanghai,
200060, China)

水电和通信网络一样不可或缺。

1.2 大数据时代到来

随着互联网行业的不断发展,数据量变得越来越庞大。人们使用社交网络每天会产生照片以及聊天记录等数据,选择网络购物会产生浏览记录和偏好等数据,上传和下载视频会耗费流量……,种种迹象表明,全球已进入数据大爆炸时代。麦肯锡研究表明,大约每两年,全球的数据量就会翻一番,到2020年或将达到35 ZB之巨^[1]。近几年,中国三大电信运营商的移动数据流量增长每年都在100%以上,中国也跟随全球的步伐迈入大数据时代。

大数据时代已经到来,在竞争日趋激烈的经济市场中,政府和企业的决策将更多地依赖数据的分析和支撑,而不再是像以往那样仅靠经验和直觉。

2 中国城市智慧化进程中面临的问题

中国对智慧城市的推进不

1 大数据时代

1.1 大数据的概念

麦肯锡公司在2011年6月发布了报告——Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity。报告提出:大数据指的是大小超出常规的数据库工具获取、存储、管理和分析能力的数据集。

但它同时强调,并不是说一定要超过太比特的数据集才能算是大数据^[1]。

维克托·迈尔-舍恩伯格和肯尼斯·克耶编写的《大数据时代》^[2]中指出了大数据的“4V”特点:数据量大(Volume)、输入和处理速度快(Velocity)、数据多样性(Variety)、价值密度低(Value)。

大数据是一个宽泛的概念,其概念还在不断演变。但不可否认的是,大数据将逐渐成为现代社会基础设施的一部分,就像公路、铁路、港口、

收稿日期: 2014-05-20
网络出版时间: 2014-06-30

遗余力,国务院、相关部委及各省市政府等出台了一些关于智慧城市的政策措施,大力促进智慧城市建设。但是,在实践过程中,智慧城市建设仍存在三大问题。

2.1 缺乏顶层设计与宏观指导

目前智慧城市并没有出台国家级的政策和法律法规,各地方城市在建设智慧城市时,存在一定的盲目性,建设质量参差不齐。一些城市管理者对自身城市发展现状和城市自身的特色认识不足,导致智慧城市建设停留在技术层面。中国智慧城市建设迫切需要顶层设计,以指导产业链上各方在建设过程中做好相关工作,共同完成智慧城市的建设。

2.2 信息化孤岛现象严重

智慧城市建设是一个系统性工程,各部门应联合起来,做到信息共享。但现实情况是,各地各部门信息化系统是根据自身需要而建立起来的,不同系统之间的数据,因结构、标准等重要参数的不同,造成数据交换困难。许多城市的智慧城市管理工作各部门之间缺乏协调和管理,“各自为政”现象突出,资源难以实现共享,智慧城市从“先行区”变成了“孤岛区”。

2.3 缺乏有效评估体系

中国智慧城市建设没有统一规划,因而缺少权威的智慧城市评价体系。据了解,仅2012年末,就有3个关于智慧城市的不同的评价体系发布。缺乏完整的、科学的评价体系,为不同城市的信息互通和数据共享埋下了隐患,最终可能建出一大批不能互联互通的信息孤岛。只有通过制订科学的评价体系,用数字来量化衡量智慧城市建设,才能科学地落实智慧城市建设。

2.4 特大型城市智慧化的特殊困难

在上海这类特大型、国际化城

市,城市的管理面临着前所未有的挑战,虽然其对智慧城市的需求强烈,但智慧化的道路却更崎岖艰难。除了前面提到的城市智慧化进程中普遍存在的三大问题之外,还有很多特殊困难。

特大城市环境的复杂性带来需求多样性,即城市里的市民、企业、社会组织的需求相对其他城市,要求会更高,更加多样性、个性化;城市管理者需求的特殊性(需求层次高,需求的内容等必须达到国际化水准);特大城市海量信息、数据带来的难题(与其他中小城市比,信息数据的海量性带来的信息拥塞等诸多问题);基础设施建设难度问题,包括由于上海的城市信息化建设起步早,缺乏早期的整体规划导致各类系统、数据多样性、不兼容,难以变成有用的信息或应用等。

3 大数据在智慧城市建设中的作用

智慧城市建设需要大数据做支撑。实时、全面、系统的数据采集和实施是智慧城市的基础,从食品安全溯源系统到智能社区的管理和安防,从汽车导航、电子警察到交通调度和售票系统,各个行业的智慧化都要依赖于数据采集、统一调度和分析挖掘。智慧城市的本质是数据的智慧处理。智慧城市通过把各个行业和各个部门的数据调动起来,让大家实现共享,让智慧应用服务于市民的衣食住行。

3.1 打造智慧政府

智慧城市的建设需要一个智慧的政府。大数据使数据共享成为可能,政府管理层利用数据库可以实现高效互联互通,极大提高政府各部门间协同办公能力,提高为民办事的效率,大幅降低政府管理成本,最重要的是为政府决策提供有力的支撑。例如,在城市规划方面,通过对城市地理、气象等自然信息和经济、社会、

文化、人口等人文社会信息的挖掘,可以为城市规划提供强大的决策支持,强化城市管理服务的科学性和前瞻性。在交通管理方面,通过对道路交通信息的实时挖掘,能有效缓解交通拥堵,并快速响应突发状况,为城市交通的良性运转提供科学的决策依据。

3.2 打造智慧企业

当今社会是一个数据驱动的社会,大数据处理将决定企业的核心竞争力。一方面,企业可利用云平台实现数据集中化,形成数据资产。对于大型企业来说,各子公司和部门信息管理系统每天产生大量的交易数据和业务数据,如果这些系统数据不能共享或互联互通,将严重影响对大数据的统一管理与价值挖掘。另一方面,企业应充分利用数据挖掘技术,充分挖掘数据信息,推动企业实现智能决策。

根据国际权威机构预测,大数据挖掘和应用可以创造出超万亿美元的价值,数据将成为企业的利润之源,掌握了数据也就掌握了竞争力。企业必须更加注重数据的收集、整理、提取与分析。

3.3 服务智慧民生

大数据的核心价值,能帮助我们从小数据内容中按照不同需求提取资源,从“眉毛胡子一把抓”中分出“轻重缓急”,提炼出解决方案。也正因如此,它也被视为突破那些体量庞大、跨部门、跨地区民生难题的“撒手锏”。

由于我们的无线城市平台采用了大数据的思维和技术,实际上会产生3个效果:平台本身是开放的、全接口的,本身就是一个吸收大数据的平台;平台提供的部分应用就是大数据分析的结果;百万级、千万级的访问数据、行为数据本身又产生出新的大数据,并可以为城市居民提供更多服务,这就是我们致力于平台建设的

原因和思路。

4 大数据背景下的无线城市实践

目前在大数据背景下,通信运营商已发挥各自优势,开展智慧城市的诸多实践。以上海移动为例,前期从基础层、架构层和应用层3个层次开展了无线城市实践。上海移动的无线城市架构如图1所示。一是基础层,打造优质基础网络以承载海量数据高质量的传输和存储;二是架构层,建立基于云计算的泛在平台,为大数据应用提供基础架构平台;三是应用层,从强政、兴业、惠民3个方面提供高质量的信息化解决方案及各种服务。

4.1 基础层——基础网络

(1) 移动网络

根据爱立信《流量和市场数据报告》显示,移动数据流量将以50%的复合年增长率增长,到2018年底,数据流量将增加约12倍。工信部数据也显示^[4],截至2014年1月底,中国移动电话用户总数达到12.35亿,月户均移动互联网流量超165 MB,同比增38.6%。大流量消耗意味着大数据的产生,运营商应建设一张高性能的移动网络以支撑移动数据流量的快速增长。移动运营商目前提供的移动网络服务包括2G/3G/WLAN/TD-LTE。尤其是抓住先发优势,加快TD-LTE网络建设,通过手机终端、中国移动的移动无线上网设备Mi-Fi、数据卡、用户终端设备(CPE)等数据类终端为客户提供高速上网服务体

验。TD-LTE网络将为未来大数据的发展提供网络保障。

(2) 有线网络

在互联网宽带方面,满足个人和政企客户高速接入互联网的需求,提供多种有线接入方式,带宽灵活选择。可提供基本高速上网功能,承载多种新型互联网综合应用,如多媒体信息查询、IP电话、视频会议、网上银行、电子商务等。

在数字电路方面,依托运营商丰富的传输网络资源,向企业事业单位提供数字电路、光纤等线路,企业事业单位可以自由选择带宽通道及多种接口类型,建立安全、可靠、高速的专用数据通道环境,承载语音、数据、视频等各类业务。

(3) 数据中心

应用“大数据”需要具有高效安全IT服务的数据中心,运营商可为企业客户提供服务器托管、带宽租用、系统运维等一揽子数据中心服务。

4.2 架构层——基于云计算的泛在平台

(1) 无线城市平台

无线城市平台承载了用户及内容数据,并可借助大数据技术,分析用户需求,从而进一步丰富平台内容。同时可借助运营商级的鉴权机制,实现个人身份认证,为用户特供特定个人信息查询,并且可提供在线支付。

(2) 集团短彩平台

企业短彩信包括集团短信、集团彩信等服务,可为企业客户提供方便快捷短信和彩信群发下行+上行互动

方式。企业可实现内部办公信息传递、营销服务信息发布、客户需求收集和意见反馈等功能。

(3) 视频监控平台

视频监控平台是通过移动、固定资源相融合的方式,将固网上的监控业务延伸至移动领域,实现对监控图像随时随地的浏览与控制。拥有包括前端视频采集、移动终端客户端、视频实时监控等7项功能。可应用于车流监控、违规车辆拍照、交通事故处理、重点商城监控、人流疏导、排污检测、空气质量监测、小区安保、无线车载监控、社区敬老院等领域。

(4) 物联网平台

随着智慧城市范围的不断扩展,物联网更多地应用在智慧城市领域。通过建设行业应用管理平台,可加强对各行业物联网终端的服务和管理,为客户提供流量查询、终端管理、业务统计等多项基础服务功能。主要客户有公共事业、银行、各大交通运输等企业。

4.3 应用层——强政、兴业、惠民

在应用层,上海移动无线城市以强政、兴业、惠民为理念,整合本地优质战略信息特色资源,实现应用层大数据的整合。通过用户和内容的共享,以统一呈现的形式,为市民、企业和政府提供综合一站式城市信息化运营管理公共服务平台。

(1) 强政

大数据在政务中的应用前景广阔,可有效促进政务信息化和创新社会管理。在政务信息化领域,整合各委办局的数据,为市民提供一站式的办事指南服务,为市民提供政府各职能部门办事流程、服务内容及相关资料,并且可为市民提供常见的问题解答和政策解读,提升政府服务效率;在安防领域,通过大数据技术应用,提高应急处置能力和安全防范能力;在民生领域,通过应用大数据技术,提升服务能力和运作效率,及个性化的服务,如医疗、卫生、教育等部门。

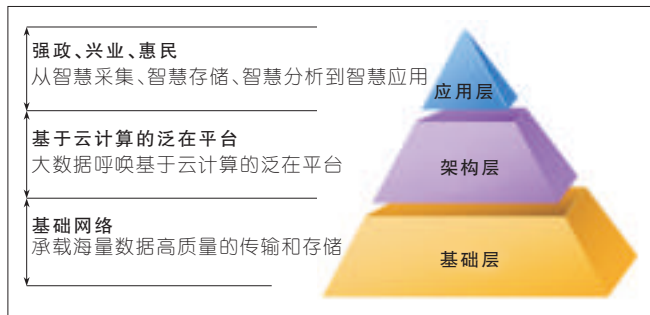


图1 上海移动的无线城市架构

(2) 兴业

基于平台层的能力输出,运营商可充分开拓行业信息化解决方案,满足金融、交通运输、制造、电力、医疗、教育等各个领域的需求,开发出移动办公、无线遥控、电力无线监控、数字化园区在内的各种行业应用。

如上海某区实施的“智能停车诱导”项目,通过将区内74家停车场(库)的13000个停车泊位纳入系统,以其及时准确的信息,为市民带来了前所未有的便捷。结合现实路况规划出最合理的停车线路,满足个性化的停车需求。同时,结合短信、彩信查询,市民还可以通过手机得到查询结果的反馈。

(3) 惠民

上海无线城市门户已上线近百项应用,涵盖政务、公共事业、生活服务、交通、金融、购物、教育等十大领域,在城市账单、智慧医疗、移动票务、餐饮外卖等方面逐步形成了亮点应用。比如在公共事业应用方面,平台可为市民提供多渠道的电子化账单查询和便捷的支付手段,方便市民查缴各类账单。实现足不出户、365天24小时随时随地地缴纳水、电力、燃气、有线电视、移动通信等5大类账单费用。

5 未来大数据应用展望

无线城市的发展战略是建立一

个“无线城市统一平台”,用户可以通过不同终端设备一键接入无线城市,实现全国300多个城市站点自由切换,便捷地查询、办理全国各地各种业务,业务种类全面覆盖政务民生、智能交通、就业信息、公共事业等多个领域^[5]。

运营商最大的优势是拥有海量的用户、业务数据。目前,基于用户数据的分析挖掘技术主要被用于影响客户感知的网络运营和客户服务领域,以提升业务质量和客户满意度。通过各类业务和网络运营数据的分析,通过数据驱动业务流程,培养用户习惯。将来,运营商可精确洞察数据,进一步从数据成本中心向数据运营中心转变,引入创新业务模式,挖掘行业客户,与合作伙伴开展业务合作^[6-15]。相信在政府主导,运营商和产业链的共同推进下,智慧城市将给人类创造一个全新的数字化未来。

参考文献

- [1] Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity [R]. McKinsey Global Institute, 2011.
- [2] 维克托·迈尔-舍恩伯格, 肯尼思·库克耶. 大数据时代(生活工作与思维的大变革)[M]. 浙江杭州: 浙江人民出版社, 2013.
- [3] 大数据时代的5个转变 [R]. DCCI互联网数据中心, 2012.
- [4] 工信部. 2014年1月份通信业经济运行情况. [EB/OL]. (2014-05-10). <http://www.miit.gov.cn.2014-03-03>.
- [5] C114 中国通信网. [EB/OL]. (2014-05-10). <http://www.c114.net/news/118/a775886.html>.

html.

- [6] 徐静, 陈秀万. 中国智慧城市发展现状与问题分析 [J]. 科技管理研究, 2014, 20(7): 12-15.
- [7] 彭英, 施小飞, 徐可. 物联网助力欧洲打造智慧城市 [J]. 通信企业管理, 2014, 15(3): 21-26.
- [8] 郝斌, 俞珊, 吴昀桥. 中国智慧城市建设的产业关联分析——以上海市为例 [J]. 华东理工大学学报: 社会科学版, 2013, 38(6): 5-8.
- [9] 仇保兴. 智慧城市的管理之道 [J]. 清华管理评论, 2014, 8(3): 1-4.
- [10] 邓庆林. 电信运营商无线城市平台体系研究 [J]. 电信技术, 2013, 50(1): 33-36.
- [11] 陈文钦, 林晓嵘. 智慧城市顶层设计的原则 [J]. 管理观察, 2013, 25(36): 38-41.
- [12] 骆飞. 光网络撑起无线城市未来 [J]. 管理观察, 2013, 25(1): 28-32.
- [13] 易成岐, 鲍媛媛, 薛一波. 社会网络大数据分析框架及其关键技术 [J]. 中兴通讯技术, 2014, 20(1): 05-10.
- [14] 边延凤, 陈林, 袁黎轶. 智慧城市统一门户平台建设与发展模式探讨 [J]. 电信技术, 2013, 50(11): 13-16.
- [15] 许立. 北京移动: 助建数字大都市 [J]. 通信企业管理, 2013, 15(5): 33-36.

作者简介



吉鸿雁, 清华大学硕士毕业; 中国移动上海公司集团客户部总经理助理; 从事政企客户通信和信息化领域的市场策划、销售管理、行业研究和整体解决方案设计, 参与无线城市、智能交通、智慧教育、智慧社区等智慧城市建设工作。



马新文, 清华大学硕士毕业; 中国移动上海公司分公司副总经理; 从事移动通信市场营销工作, 个人研究兴趣在移动信息化、市场化等方面。

综合信息

全球移动数据流量 Android 即将超越 iOS

2014年7月4日消息, 根据 Net Applications 最新统计公布的2014年6月全球网络流量报告显示, iOS 网络流量最近几个月逐渐下滑, 而 Android 平台则呈现上升趋势, 并将会在未来一两个月内首次超过 iOS 系统。

从统计数据上看, Android 系统(包含智能手机和平板)全球网络流量使用率从4月份的37.75%上升到5月份的41.58%, 到6月已达到43.75%, 呈现了强劲的上升趋势, 可以预见在未来几个月这种上升还会持续。

与此同时 iOS 系统的全球使用率则不断下滑, 其全球流量在2014年5月份从51.11%下滑到48.34%, 在6月又下滑到了45.61%。

按照这样的发展步骤两者之间的差距会进一步缩小, 最近一个月的差距只有1.86%, 未来几个月 iOS 系统将会有望被 Android 系统超越。

通过这几年的增长趋势来看, Android 系统未来很有可能会在今后超过 iOS, 成为全球最大占有量的智能手机操作系统。(转载自《中国信息产业网》)

基于智慧理念的城市公共安全评估体系建设

Construction of City Public Security Assessment System Based on the Concept of Wisdom

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0025-004

摘要: 提出了一种在智慧城市理念下构建和完善城市公共安全评估体系的思路。利用该思路, 依靠智慧城市建设过程中所采用的物联网、云计算、大数据计算等技术, 不仅使得传统平安城市建设水平得到了提升, 同时也使得传统城市公共安全体系实现了实体化、模型化、可计算化, 从而构建出了一个可感知的、可自动度量的、富有生命力的城市安全体系。

关键词: 城市公共安全; 公共安全评估; 智慧城市; 大数据

Abstract: This paper describes the prospect of constructing and improving a public safety assessment system under the concept of smart city. The level of traditional safe city construction can be improved and the traditional city public safe system can realize the entity, modeling and computable relay on the internet of things, cloud computing, and big-data technologies. In this way, city safety system, which is sensible and automatically measured, is constructed.

Key words: city public safety; public safety assessment; smart city; big data

孙鹏, 沈祎岗 / SHEN Yigang
(中兴通讯股份有限公司 上海研发中心, 上海 201203)
(ZTE Corporation, Shanghai R&D Center, Shanghai 201203, China)

当前, 智慧城市的建设已经从理论层面落实到中国很多城市的实际建设层面。中兴通讯作了不少实践, 并有一些自己的提炼思考。在智慧城市中, 城市公共安全建设作为基础性需求, 不容忽视。为有效预防、减少和降低城市公共安全风险, 保护人民生命财产安全, 实现经济社会可持续发展, 有必要规范城市公共安全风险评估工作。

本文从智慧城市建设的实际出

发, 探讨基于智慧城市建设理念的城

1 智慧城市建设理念

智慧城市理念论述众多: 从城市管理角度看来, 智慧城市意味着一种发展城市的新思维、新策略, 是新型城镇化的必然需要, 是一种在新一代信息技术支撑下, 实现城市全面数字化后可视、可测量的智能化城市管理和运营模式, 可以推动城市服务能力和管理水平的跨越式提升。从信息化专家的角度看来, 智慧城市是城市信息化发展到高级阶段的一种形

态, 是城市的信息化经历数字化、智能化后的必然结果。从市民角度来看, 智慧城市意味着生活品质、民生服务、居住环境等得到极大提升, 新一代信息技术深入渗透到市民的衣、食、住、行等各个方面, 智能、便捷与舒适成为城市生活的典型特征。

智慧城市是借助信息技术, 把已有的各种生产要素优化组合, 以更加精细和动态的方式管理生产和生活, 形成技术集成、综合应用、高端发展的集约、智能、绿色、低碳的城市。基于此, 我们认为智慧城市具有信息 (Information)、智能 (Intelligence)、创新 (Innovation)、市民与城市互动 (Interaction) 的“4I”特征。

城市作为人类社会高度发展的组织形态, 作为众多个人构成的集体活动实体, 实际上在城市整体需求上也体现出了与个人需求相对应的层次需求模型。马斯洛理论把人的需求分成生理需求 (Physiological Needs)、安全需求 (Safety Needs)、爱和归属感 (Love and Belonging, 亦称为

收稿日期: 2014-05-18

网络出版时间: 2014-07-07

基金项目: 发改委2012年高科技服务业研发及产业化专项(视频监控海量数据智能分析系统研发及产业化)

社交需求)、尊重(Esteem)和自我实现(Self-actualization)5类,依次由较低层次到较高层次排列。由此,安全需求不论对个人还是一个城市都是仅次于“活着”或者“存在”的基础性需求。

一个城市的安全需求是众多个人安全需求的集合,是一种公共安全的需求。城市安全关系到城市中的每个人。在智慧城市建设中,安全是一个基本模块。进行安全城市建设,必须坚持安全建设与评估两条腿走路,相互促进,共同发展^[1-15]。

2 智慧化的安全城市系统构建

在智慧化的城市公共安全建设中,物联网是城市公共安全基础信息采集、汇集的基础架构,大数据分析则是对海量基础数据进行模型分析的基本技术支撑,而云计算架构则为高强度的、成本可接受的柔性计算能力获取提供了基础保障。这些新技术的成熟应用是使整体城市公共安全体系构建成为可能的关键。

2.1 城市公共安全建设现状

近些年,城市公共安全的信息化建设主要落地到平安城市建设方面。构建平安城市业已成为政府建设共识。但当前平安城市的建设尚存在如下具体问题:

(1) 信息系统缺乏整合

相关信息主要为公安等具体部门服务,缺乏从城市层面的共享与整合,其他城市管理部门建立了大量“烟囱式”的监控系统,缺乏标准互不相通;部门间的信息没有实现共享,“信息孤岛”现象非常普遍。基本上各方各自建设,各自享受自己的建设成果;各城市的电子防控系统多呈现分而治之状态,一个平安城市系统中有几种甚至十几种安防平台,且大多数之间没有实现互联。

(2) 信息系统与城市中其他系统联动较少

缺乏业务的有机整合,视频监控自成一体,覆盖面小,应用面窄,缺乏与应急联动、警务指挥、城市管理等业务的高效整合,视频监控信息与警用地理信息系统(PGIS)及其他公安信息没有进行关联。

(3) 各城市普遍存在“重建设、轻应用”的现象

智慧城市建设过程,对与智慧城市建设相配套的运作管理机制、服务模式、政策措施,要进行妥善的分析和梳理。建设与管理并重才是实现智慧城市最终目标的重要保障。信息化部署完成了,它只是个系统,是工具。此后,需要相应的城市管理人员和市民一起使用这套系统,并从中汲取“智慧”的价值,这才能达到真正意义上的智慧城市。

2.2 智慧理念下城市公共安全实践

当前,依托智慧城市理念和物联网、大数据、云计算技术,从技术角度看,城市公共安全建设可有如下升级方向:

(1) 大联网平台建设

随着 GB/T28181-2011《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》于2012年6月1日正式生效,大联网平台建设已经成为未来几年平安城市建设的首要任务。城市公共安全建设的视频监控联网管理平台,必须开放系统能力,能够与主流监控厂商前端设备进行信息对接及互操作,可进行不同平台和设备之间的业务组合和调用,实现不同平台信息的往来交互。

(2) 信息全网可调用

通过视频监控系统大联网平台建设的逐步深化,使得区域内经过授权的监控平台的操作台,均能够在区域范围内自由调动信息。同时,以上的互联和共享将完全在权限可控的状态下进行,以最大限度保证海量数据的有序使用。

(3) 业务流程实战整合

发展应用型的城市公共安全建

设专业化系统。城市公共安全系统的核心在于系统与警务的日常工作紧密结合,这样视频信息才能成为真正的“大数据”。和警方已经建设或者正在建设众多数字化的业务信息系统有效关联,使得平台系统更加贴近公安部门的实际业务应用,做到“三实”,即实际、实战、实效,从而贴近公安实战,促进信息共享,提高工作效率。

(4) 高清设备的大量使用

公安对于城市公共安全系统建设从追求数量转变为追求质量的阶段。更高的清晰度成为提升视频监控质量的首要诉求。高清摄像机和高清编码器等被平安城市建设大量引入,同时移动高清摄像机也被各方案补充引入。

(5) 视频智能分析深度应用

海量的视频文件、日志信息的挖掘、分析,可以有效提升治安监控系统的工作效率。通过对视频内容进行视频诊断、视频浓缩、视频检索、视频压缩等先进视频处理技术等,使视频资源从粗放无序的数据真正转化为精细可用的信息,并最终实现高效应用。

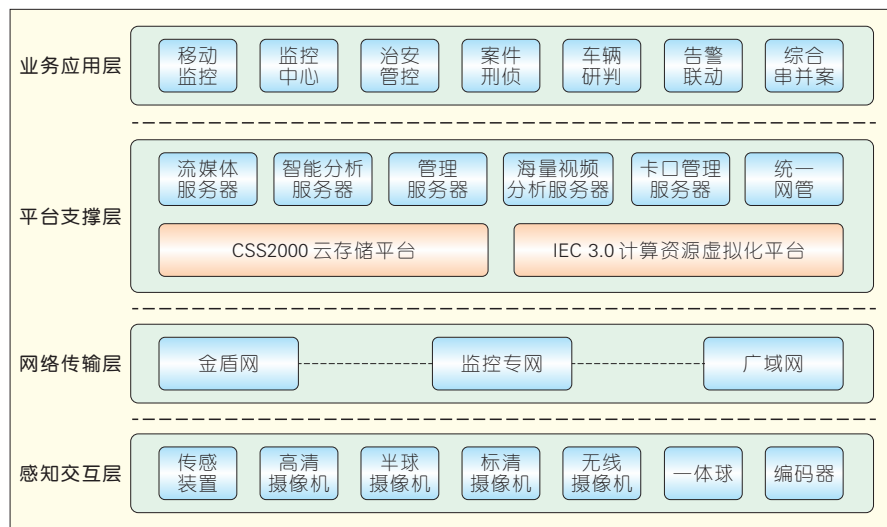
(6) 云计算的大量使用

高清视频的广泛使用及城市级视频网络的完善将会产生大量视频数据,只有云计算的强大架构扩展能力,高可用性将使海量视频数据的有效处理成为可能。这对于对城市安全管理意义重大。

基于以上对城市公共安全系统建设的理解,中兴通讯提出了自己的平安城市解决方案,总体架构如图1所示。

3 安全城市的评估和实践

从实践中看,无论在之前的平安城市建设还是最新智慧城市架构下的智慧公安系统建设,不少地方都已经构建城市公共安全类相关系统,在不少城市也已经初步形成较完整的体系。但在这些系统建设中,是否有



▲图1 平安城市架构

从城市公共安全评估的角度出发,更严谨地在事前基于评估数据更合理规划整体方案,在系统建成后根据实际情况评估城市安全水平的提升或变化,从而适度调整相关系统侧重或在后续建设中更加科学地、有针对性地对重点地区、重点问题进行安全系统规划和实施,这是需要考虑的问题。

实际情况中这方面通常被忽略。很多系统的规划设计,往往是侧重在“设计”系统本身,说明系统本身要解决的问题。而对系统所要解决的真实问题缺乏量化。相当于说,事先缺乏定量评估问题,事后缺乏定量评估成效。很多系统上马了,只能笼统地说“有了提升”,最多总体而言某个指标提升或下降了之类。而这些和城市公共安全评估应达到的“以评估指导规划,以评估调整布设,以评估安排升级”的要求有很大差距。

3.1 城市公共安全风险识别方法

影响城市公共安全风险评估进展的主要因素包括:评估时间、力度、展开幅度和深度,所有这些因素都应和城市实际安全状况和城市特性的不同点相符合。对不同的城市而言,应该选择适合本城市特性和发展水平的风险评估方法。这样的评估过

程与正在进行的平安城市或智慧城市安全建设是一个并行关系,相互吸收经验,相互促进。

根据对各要素的指标量化及计算方法的不同,城市公共安全风险分析可分为定性分析、半定量分析和定量分析,或这些分析方法的组合。

3.1.1 城市公共安全的定性分析方法

定性分析方法是一种被广泛应用的风险分析方法,在城市公共安全分析中也同样如此。定性分析方法对风险产生的可能性和后果可用如“低、中、高”这样定性表达程度的表示方式。

但在城市公共安全风险的实际定性分析过程中,有时仅仅使用“低、中、高”这样的程度表达并不能显著分辨不同风险值间的差别,因此,在实践中,有时会考虑给这些主观判断的值设定一个数据化的结果,比如,设“高”为“3”,“中”为“2”,“低”为“1”。该“3”、“2”、“1”,并非一个客观的实验值,相反只是一个相对值。对本意仅用来确定等级的对应等级数据进行过度解读,可能会导致错误的决策。

城市公共安全风险的定性分析常用于:在开始细致风险分析前的最初风险鉴别,以找出可能需要更细致

分析的风险;或者相关风险可能不值得花更多资源去进行更充分分析;或者实际具备的数据不足以进行更细致定量分析的场合。

城市公共安全的定性分析是基础性的分析方法。即使在可采用更进一步评估方法的场合,定性分析依然是非常重要的选择。

3.1.2 城市公共安全的半定量分析

半定量分析是在定性分析基础上的提升,同时也是对花费更大的完全定量分析的妥协。在半定量分析中,定性分析的某些定性分析数据可能已是确定数字,但每个子项所确定的数字并不一定与具有非常精确的对应关系。

在应用半定量分析时需要小心,因为半定量分析可能不能正确地区分各种不同风险,尤其是当分析结果或可能性处于极端状态的时候。因此,在实际分析时可将“可能性”分解成两个要素“暴露频率”和“概率”。所谓暴露频率是风险来源存在的程度,而概率是当相应风险源存在时产生后果的可能性。在上述两者间关系不是完全独立时需要审慎对待分析结果,因为相互干涉后的分析结果可能产生偏差。这是半定量分析需要注意避免的问题。

3.1.3 城市公共安全的定量分析

城市公共安全的定量风险分析主要关注两个基本数据:风险事件发生概率和风险对应可能损失的资产。这两者相乘的结果称为年度预期损失(ALE)或年度成本估算(EAC)。理论上可依据ALE计算威胁事件的风险等级并有针对性地做出相应的决策。

ALE的具体计算方法是首先评估城市单项资产的价值V;然后根据客观数据计算威胁的频率P;最后计算威胁影响系数 μ :

$$ALE = V \times P \times \mu$$

显然的,城市公共安全整体ALE

值应该是各单项 ALE 的总和。

但上述方法存在数据可靠性问题。定量分析依赖准确数据,而准确数据整体上依赖于人类的科学发展水平。对于某些安全威胁,人们确认已可掌握相应数据信息,但对于另一些威胁来说,可能还无法掌握实际数据。这是定量分析当前的局限性。

在定量分析实际应用中,对于这样量化的困难,可尝试使用客观概率和主观概率相结合的方法进行。客观概率用于有人们已经掌握客观数据的情形;主观概率则针对尚无法掌握直接根据数据的情况,此时将利用包括经验数据、主观判断等进行替代。举例来说,在社会稳定度评估中,对于攻击行为的威胁可考虑如动机、手段和机会等要素。

总体而言,完全定量分析方法的使用是有相当难度的。但从城市公共安全精细化、智能化及未来发展来说,定量分析毕竟是城市公共安全最希望采用的方法。

3.2 “全生命周期”公共安全评估实践

我们认为,一个真正的智慧城市公共安全系统在城市公共安全评估价值这方面应具备“全生命周期性”。所谓“全生命周期性”,是指应在智慧城市公共安全系统建设的规划设计、实施部署、使用运维、系统升级 4 个阶段全面引入城市公共安全评估方法,通过评估数据的变化指导上述 4 个过程形成闭环,不断提升整体城市安全系统的水平及有效性。

具体来说,在系统规划设计阶段,首先要做的是基于现有信息系统形成的各类数据,有针对性地对待建系统所要解决的公共安全现状进行评估,形成各类辅助决策分析结果,指导规划设计体现出应有的重点问题的侧重性、区域的差异性。

针对平安城市的高清智能卡口布设问题:

(1) 规划阶段进行风险识别和定量分析

利用比如历史报警数据、案事件区域数据、车流量数据、人口分布数据等计算出整体区域风险度分布图。将该数据所体现的区域差异性和整体卡口布设其他因素进行叠加,最终确定实际卡口布设位置、区域密度方案。

(2) 在实施部署阶段多次联调测试及系统试运行

获取相关测试数据,进而评估系统整体有效性,发现系统不足,及时调整,改进系统本身及相关部署。

(3) 运维阶段进行长效的公共安全评估

系统将在这个阶段持续给出城市公共安全状况评估,这不仅是给决策者对城市整体安全管理所用,也是给系统运营维护方面甚至于系统自身进行系统参数调整的必要依据。如果说决策人根据相关评估进行决策和调整是传统安全系统应做到的,那么系统自身根据自身产生的安全评估在事先系统设计模式下进行相关参数调整才是真正“智慧”城市公共安全系统的智慧体现。

毫无疑问,如果安全评估体系长效机制建立起来的话,系统升级参考相关评估进行就是非常自然的事情了。系统的自我调节总是有效有限的,社会状况的变化、科技水平的提升则是永远的,所以,在反应现实公共安全状况的评估持续给出情况下,规划新的系统升级就是水到渠成的事情。系统升级某种意义上又回到了“规划设计”阶段,在持续评估的机制下,整个城市的公共安全体系将形成这样一个全生命周期、不断螺旋式提升的正向轨道。辅助这个全生命周期循环的形成,也正是智慧城市公共安全评估最大价值所在。

4 结束语

当前中国智慧城市建设方兴未艾。智慧城市建设投资巨大、影响深远,而城市公共安全是城市基础性需求之一,因此非常有必要在智慧城市

的规划阶段就将城市公共安全评估体系纳入其中。传统上城市公共安全定量评估分析的方法,可以应用最新的物联网、大数据、云计算技术,从而降低评估的成本。这正是我们在后续智慧城市建设中需要不断探索、落实的事情。

参考文献

- [1] GB/T 20000.4-2003. 标准化工作指南第 4 部分: 标准中涉及安全的内容 [S]. 2003.
- [2] ISO Guide 73:2009. Risk management - Vocabulary [S]. ISO, 2009.
- [3] ISO 31000:2009. Risk management - Principles and guidelines [S]. ISO, 2009.
- [4] AS/NZS 4360:2004. Risk management [S]. AS/NZS, 2004.
- [5] 刘茂, 王振. 城市公共安全学——原理与分析 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2009.
- [6] 张继权. 城市公共安全学——应急与疏散 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2009.
- [7] 深圳市政府. 深圳市公共安全白皮书 [R]. 深圳市政府, 2013.
- [8] 宋明哲. 现代风险管理 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2003.
- [9] 刘波等. 灾害管理学 [M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998.
- [10] 薛澜等. 危机管理 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [11] 公安部加强和改进公安工作调研小组. 第 20 次全国公安会议专题研究报告 [R]. 公安部, 2003.
- [12] 马鑫, 黄全义, 疏学明. 物联网在公共安全领域中的应用研究 [J]. 中国安全科学学报, 2010, 19(3): 12-16.
- [13] 田依林. 城市公共安全应急管理信息系统建设模型 [J]. 武汉理工大学学报, 2007, 47(2): 2-5.
- [14] 陆永. 物联网条件下的公共安全管理 [J]. 城市问题, 2011, 8(4): 22-24.
- [15] 尚晓媛. 中国社会安全网的现状及政策选择 [J]. 战略与管理, 2010, 11(5): 19-22.

作者简介



孙鹏, 东南大学硕士毕业; 中兴通讯政企事业部行业解决方案部总工程师, 中兴通讯技术专家委员会常委; 从事战略规划、方案架构设计工作, 主持开发了中兴通讯智慧城市总体方案架构; 作为第一发明人已获得 24 项发明专利授权。



沈伟岗, 兰州大学毕业; 中兴通讯政企事业部行业解决方案部公共安全规划总工程师, 中兴通讯技术专家委员会成员; 从事公共安全信息化规划、设计、建设工作。

智慧城市将成为新型城镇化的先导

Smart City is the Precursor of New-Type Urbanization

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0029-004

摘要: 通过总结多年来中国智慧城市与新型城镇化建设的实践,并对二者的指导思想、建设目标、原则和内容、技术方案等进行分析和论证,得出智慧城市将成为新型城镇化的先导的论断;认为智慧城市(中心城市)必然以它的核心力和支撑力,把城市智慧的理念、规划、设计和实施方案外延至城市郊区、乡镇乃至村;给出了一张未来网络技术的全景图,以实现城乡一体的信息网络全覆盖。

关键词: 智慧城市;新型城镇化;城乡一体;全信息平台

Abstract: In this paper, we summarize the experience of constructing smart cities and new-type urbanization in China and discuss how these guide ideology, objectives, principles and content, technical solutions. By analyzing and demonstrating the above aspects, we determine that smart city is the precursor of new-type urbanization. This paper proposes that smart city (central city) can expand its concept of smart city, implementation plan to the suburbs, towns and villages by its core force and support force. This paper also gives an overview of the future architecture of networks under technology perspective to achieve constructing an information network covering both the urban and rural.

Keywords: smart city; new-type urbanization; urban and rural integration; information integrative platform

宋俊德, 李玉省/LI Yuxing

(北京邮电大学 计算机学院, 北京 100876)
(School of Computer Science, Beijing
University of Posts and Telecommunications,
Beijing 100876, China)

的长期规划(顶层设计)等方面都有详尽的论述和安排^[2]。所做的工作不仅推动了智慧城市建设,也为新型城镇化做了准备。从3年来的实践可以看出,他们从一开始就强调“以人为本、产城融合、均衡发展、科学规划、生态文明、民生平安”,当然他们十分重视水、空气、食品和交通等方面的问题,同样也全方位地强调用高科技、信息技术来智慧地推动城市的建设^[3-5]。

工信部在全国各地组织相关智慧城市规划和建设工作,由工信部软件与集成电路促进中心(CSIP)先后与多个地方政府签订了有关智慧城市的合作框架协议,并在一些城市围绕网络宽带化、管理信息化、基础设施智能化、公共服务便捷化特别是信息消费为题开展了多方面工作。可见工信部更强调信息基础建设,智慧化、信息消费,物联网、云计算、大数据等。工信部和住建部相比显然有自己的侧重点和覆盖面,但总的目标和方向是一致的。

科技部于2010年启动了“863”计划“智慧城市(一期)”项目,并先后在20个城市启动了智慧城市建设的科技支撑项目外延的试点工作。

此外,中国工程院、国家旅游局

2014年3月,中共中央、国务院发布了《国家新型城镇化规划2014—2020》^[1]。它是一份指导全国城镇化健康发展的宏观性、战略性、基础性的规划,也为当前全国正在建设的“智慧城市”给出了一个全面的、统一的、具有权威性的指导性意见。

1 中国智慧城市现状

从2011年来,全国在各部委等组织的指导和推动下,大约已有三百多个城市、县、镇启动了智慧城市(镇)

的规划和建设工作。共有21个省(自治区)把智慧城市建设列入省的发展规划中。

各部委和省市政府在指导和推动智慧城市建设方面做了很多有益的工作。

住建部智慧城市指导性工作启动最早,于2011年就开始了对智慧城市、区(县)、镇的调研、策划和试点工作。2012年12月份,住建部发布了全国开展建设智慧城市试点的通知,当年1月确定首批试点城市90个,8月公布了第二批试点城市103个。如果研究一下住建部的有关智慧城市文件和相关精神,可以发现他们在新型城镇化的集约、低碳、绿色、环保等方面的建设和关于城市发展

收稿日期: 2014-05-15

网络出版时间: 2014-06-30

基金项目: 国家科技支撑计划

(2013BAH10F01、2013BAH07F02); 国家自然科学基金(61072060); 国家高技术研究发展(“863”)计划(2011AA100706)

也为智慧城市、生态城的创建做了多方面的贡献。

发改委围绕“智慧城市”的建设做了深入的调查和研究工作,并以“信息惠民”为主题在全国80个城市开始智慧城市的试点。发改委组织各个部委、相关省市领导和专家,围绕如何做好新型城镇化和建设智慧城市等问题做了大量调查研究工作,为《国家新型城镇化规划》的形成做了贡献。

《国家新型城镇化规划》的发布,为各个部委如何指导智慧城市、新型城镇化指明了方向,对智慧城市的发展路线、目标、任务有了清晰和全面的统一的表述。

《国家新型城镇化规划》也准确地给定了实现中国特色的新型城镇化和智慧城市的目标、路线和方法,确定了以我为主,兼顾学习国际上好的经验、开展合作和交流的方针。

由于智慧城市创建在中国还是一件新生事物,因此初期出现了对市、镇建设工作“多头指挥”的问题,这是由于各部委职责和负责面不同,因此下达有关智慧城市建设的指导意见会各有所重导致。这一现象让不少省市、区、镇领导不知所措,在个别地方还发生了碰撞的情况。《国家新型城镇化规划》是一个推动智慧城市建设的统一的指导性、战略性的文件。将非常有利于各部委充分协调和共同策划,以统一的精神来指导智慧城市的规划和建设工作。

《国家新型城镇化规划》也全面地回答了前一段在智慧城市创建过程中遇到的若干问题,并指出了解决这些问题的方法、途径和目标。

通过学习《国家新型城镇化规划》,大家认识到中国的智慧城市和新型城镇化的建设一定要适合中国的国情,并具有中国特色,不能生搬硬套;中国一方面要借鉴学习国际上有益的经验 and 做法,一方面又要以创新精神制订出中国的智慧城市和新型城镇化的建设规划和实施计划^[6]。

为此充分认识到中国和国际上智慧城市的主要差别是十分必要的:

差别一:从数量上看,中国建设智慧城市的数量在300以上,这个数目比国际上智慧城市的总和还要多。这是因为中国多为自上而下的推动,而国际上不同城市则“各自为政”,城市可以自选。

差别二:建设内容方面的差别,从发展阶段看,欧美已由工业化阶段进入了信息化时代,因此他们的城市建设则以绿色、低碳、环保、生态城为主^[7]。中国的现状是信息化与工业化并进,城镇化与工业化和信息化同进,因此中国智慧城市建设强调首先抓信息化,抓信息化在各领域应用,抓物联网、云计算、大数据等。

差别三:城镇化的压力不同,中国是一个工业化和城镇化同时并进的,国家,从现在起到2020年城镇人口比例要增长到60%以上,到2020年将有1亿农民进入城市工作、生活。还有一亿中西部地区农民也到附近的城镇就业和生活。而在大部分西方发达国家城市人口已达70%以上。可见对欧美一些发达国家已无城镇化压力,他们直接面对和追求的是生态城,是绿色和环保。

2 智慧城市与新型城镇化

2.1 中国城镇化、智慧城市发展之路

中国的城镇化总的来说可分为3个阶段。第一阶段,从20世纪80年代开始到十八大召开前:80年代随着工业化的发展,中国进入了“以物为本”的被动型城镇化的阶段,或称粗放型城镇化阶段。“以物为本”的被动型城镇化30年变迁如图1所示。第二个阶段,从十八大后,中国推出“以人为主”的新型城镇化也称作智慧型城镇化。“以人为本”的新型城镇化构想如图2所示。第三个阶段:长远目标:城乡一体化。

第一、二阶段内涵可简述如下:

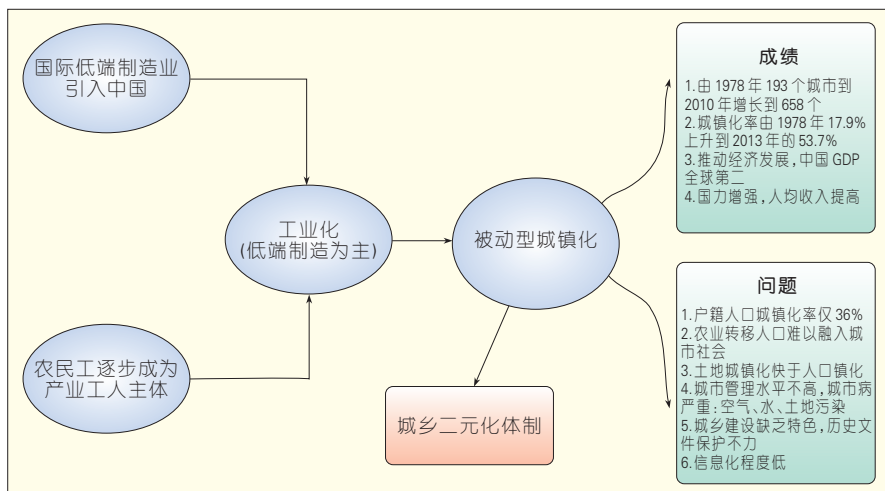
(1)30年前中国是一个二元化社

会。在农村和城市之间有一条不可逾越的鸿沟,城市和农村人口有着完全不同的政策。30年来由于改革开放在国民经济和城镇化方面都取得了巨大进步,如国力增强,人均收入提高,中国GDP跃居全球第二,部分农村人口进城成为产业大军。但也暴露出了不少问题:如城市管理水平低,信息化应用不足,工业技术水平低创新能力差。空气、水和土地的大量污染,土地城镇化速度快于人口城镇化,因此人们把过去30年被称为“以物为本”的被动城镇化或粗放式城镇化。

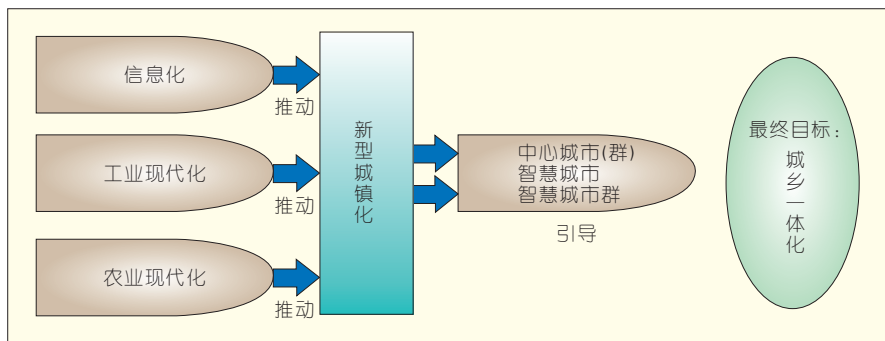
(2)未来的30年,则强调“以人为本”,大力发展现代工业、现代农业和信息产业并推动新型城镇化的发展。国家实现四化同步发展,而智慧城市正是以人为本、优化布局、生态文明、文化传承的先导者,它以信息化为利器,不仅推动智慧产业的发展,而且全面推动城镇化,使其在高质量高水平上发展。因此又称为“以人为本”的新型或智慧的城镇化。

2.2 新型城镇化与智慧城市建设的一致性

如果认真研究一下《国家新型城镇化规划》中对新型城镇化的指导思想和建设原则的论述,再对照一下近几年智慧城市建设的实践^[8],会发现二者是相当一致的。以人为本、四化同步、优化布局、生态文明、文化传承是二者共同的原则。过去的30年,中国工业获得了迅猛发展,城市产业发展需要农村大量剩余的劳动力进城并成为产业大军。GDP上去了,但暴露了一系列问题:农民工未真正融入城市;工业和农业技术显落后且创新少;空气、水、土地严重污染。究其原因是发展太快来势太猛,没做好城镇化准备,因此显得十分被动,或者说没有来得及在一些城市和区域先抓试点再全面推开。十八大以后的新型城镇化就要做到有系统规划,有好的顶层设计,有先行试点。中国首



▲ 图1 “以物为本”的被动型城镇化30年变迁



▲ 图2 “以人为本”的新型城镇化构想

先会在某些城市(中心城市)先走一步,城市绝对是城镇化的支撑和核心,也是引导者。我们发现用四化全面推动的智慧城市正好先行了一步,可以引导城市周围的郊区、农村乃至达到更远一些边远的农业区。有了用智慧推动的新型城镇化的指导思想,并让智慧城市先行推进和试点,将可以实现高质量、高水平的目标。成功后还可以向城区周围辐射。几年来智慧城市建设实践经验告诉我们,要智慧地推动新型城镇化,必须首先抓好智慧城市建设,并使其成为先导。

图3所示为住建部第二批智慧城市试点城市。图4所示为《国家新型城镇化规划》中的全国主体功能区规划图。我们比较一下图3和图4。二者智慧城市和中心城市的分布基本吻合,前者是智慧城市向其郊区、农

村或更边远地区辐射。后者是《国家新型城镇化规划》中确定的中心城市和城市群作为新型城镇化城中心向农村的外延图。这正说明了如果智慧城市建设成功将会很好地完成国家城市中心的作用,推动城镇化的建设。由上可见智慧城市、中心城市和

城市群在新型城镇化中担当的支撑、辐射和先导作用,可以说智慧城市必须在四化同步、以人为本等诸多方面先行一步,并成为新型城镇化先导。

2.3 智慧城市如何智慧地推动新型城镇化

《国家新型城镇化规划》中明确了对智慧城市的要求:智慧城市要做到统筹城市的物质、信息和智力资源,推动物联网、云计算、大数据等新一代信息技术创新,实现城市规划首先信息化,基础设施智能化,公共服务便捷化,产业发展现代化,以及智慧城市向周围辐射并将周边地区融入其中^[9]。

由上可见智慧城市的规划和建设首先要以高质量高水平为起点,做好顶层设计,利用现代信息通信技术、智能技术把整个城市、政府、企业、市民联成一个具有智慧的生态链^[10-11]。

根据我们所做的多个智慧城市顶层设计等方面的设计和实践,本文给出了一个清晰的智慧城市(中心城市)的智慧外延生态链,如图5所示。由图5可见,一个智慧城市(中心城市)必须具备智慧的城市信息管理平台^[12],就像具备一个智慧大脑,并成为跨部门跨行业、跨地区的平台。让市、镇、乡、村、组的基层细胞实现全信息共享、互动和业务协同。这个智慧大脑是依靠四大网络所具

图3
住建部第二批智慧
试点城市



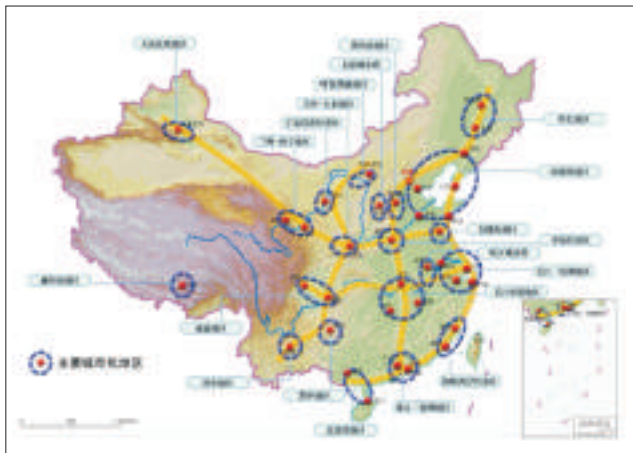


图4
《国家新型城镇化
规划》中城市化战略格局

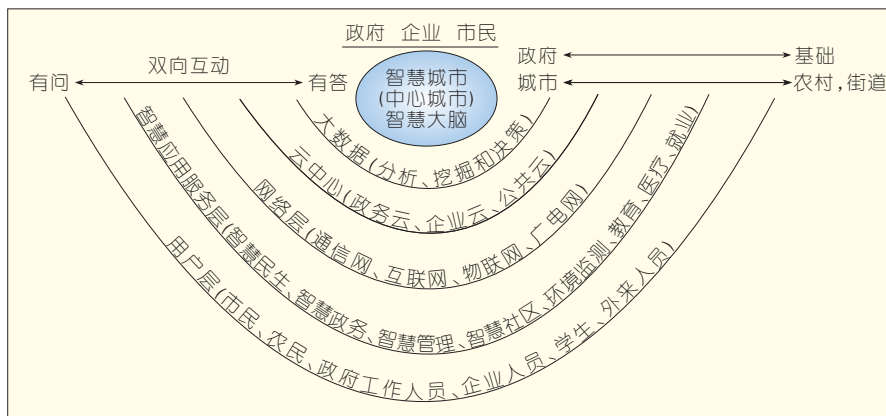


图5 智慧城市(中心城市)的智慧外延生态链

有的双向信息汇总到云中心,通过计算分析和挖掘^[13-14]为政府、企业、市民提供决策依据,而政府再与市民、企业家交互产生智慧决策,并智慧地实现全城的生态链,达到规划管理信息化、基础设施智能化、公共服务便捷化、产业发展现代化、社会管理精细化的未来目标。

在这样一个完整的智慧生态系统中,智慧城市建设中的各种理念、规划、设计、实施方案都会延伸渗透到镇、乡、村、社区、家庭乃至每个

人,再通过党和政府各项新型城镇化政策,实现城乡一体化,全面实现智慧的城乡生态链^[15]。

3 结束语

本文通过对中国新型城镇化和智慧城市创建工作的研究和分析提出智慧城市将成为新型城镇化的先导。智慧城市必然以它在政治、经济、文化等方面的核心力和支撑力,沿着智慧外延生物链的方向,经过时间证明可行的有关理念、规划、设计

和实施方案,逐步外延到郊区、镇乡乃至村庄。

参考文献

- [1] 中共中央国务院. 国家新型城镇化规划 2014—2020 [S]. 2014.
- [2] 郭理桥. 面向可持续发展的未来 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [3] 仇保兴. 中国智慧城市发展研究报告 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [4] 江国成. 解码《国家新型城镇化规划》[J]. 现代智慧城市, 2014, 3(1): 56-67.
- [5] 万碧玉. 智慧城市建设要一城一策 [J]. 智慧城市, 2014, 1(1): 64-65.
- [6] 郭理桥. 中国智慧城市标准体系研究 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [7] 郭理桥. 迈向可持续发展的未来 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [8] 中国社会科学院农村发展研究所课题组. 均衡之路——中国县域发展的寿光经验 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.
- [9] 郭跃. 智慧基础设施内涵、特征及其布局要求探究 [J]. 物联网、智慧城市, 2014, 3(4): 12-16.
- [10] 宋俊德. 形成有效合力, 避免重复建设 [J]. 智慧城市, 2014, 3(4): 08-11.
- [11] 郭理桥. “一张蓝图”多规融合 [J]. 智慧城市, 2014, 3(4): 17-19.
- [12] 张军红. 中兴通讯: 为城市解决智慧难题 [J]. 智慧城市, 2014, 1(1): 90-92.
- [13] MICHAEL M. 云计算 [M]. 姜进磊等译. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [14] 王鹏. 云计算的关键技术与应用实例 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
- [15] 逢金玉. 中国城镇化建设与投资研究 [M]. 北京: 中国经济出版社, 2013.

作者简介



宋俊德, 北京邮电大学教授、博导; 中国标准化协会智慧城市咨询组专家, 中国国家智慧城市专家委员会专家; 已出版专著和高校教材 11 部, 发表论文 (SCI/EI) 120 篇。



李玉省, 北京邮电大学计算机系在读博士研究生; 研究方向为数据分析、个性化推荐系统和大数据。

综合信息

中国 2014 年第 1 季度宽带平均网速达 3.2 Mbit/s 全球第 79 位

2014 年 7 月 4 日消息, 根据全球云服务提供商 Akamai 发布的《2014 年第 1 季度互联网发展状况报告》显示,

2014 年第 1 季度中国宽带的平均网速为 3.2 Mbit/s, 从 2013 年第 4 季度的 66 位, 下降为第 79 位。

宽带平均最高峰值从 2013 年第 4 季度的 13.8 Mbit/s 降为现在 13.6 Mbit/s。(转载自《中国信息产业网》)

智慧城市顶层设计相关问题探讨

Smart City Top-Down Design

中图分类号: TN915 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0033-004

摘要: 基于智慧城市顶层设计的构成和关键要素, 提出智慧城市顶层设计框架应由指引体系、保障体系, 以及资源环境平面、基础设施平面、信息设施平面、科教文化平面和应用集群平面等 5 个功能平面组成; 指出通过资源环境、基础设施、科教文化和应用集群本体的完善, 统筹规划基础信息工程建设, 配套多种举措促进信息化价值的最大化实现才能充分发挥智慧城市中信息的价值。

关键词: 智慧城市; 顶层设计; 信息消费; 感知网络

Abstract: This paper presents the framework of smart city top-down design, which consists of guidance system, assistance system, and five functional layers: resource and environment, urban facilities, information facilities; educational, scientific and cultural; and application aggregation. In order to fully exploit the potential of the information layer, we should improve the core function of other four layers, give an overall consideration of information infrastructure, and maximize the value of informatization through other means.

Key words: smart city; top-down-design; information consumption; sensing network

王艺/WANG Yi

(中国电信 上海研究院, 上海 200122)
(Shanghai Research Institute of China
Telecom, Shanghai 200122, China)

智慧城市作为面向未来的一种城市形态, 在国家推进新型城镇化以及促进信息消费中发挥着重要作用。智慧城市的顶层设计能够实现目标导向下的整体规划, 以全局视角和整体思维规划和协同各个项目的建设和运行, 协调和调动城市的各种元素协同能动, 发挥各自优势, 致力于共同目标的实现。因此, 完善的智慧城市顶层设计被认为是实现智慧城市可持续发展的关键要素之一。

目前, 部分城市已相继开展智慧城市顶层设计工作。但对智慧城市的顶层设计本身的理解各不相同, 有的立足于城市某一产业或几大领域, 变为了产业或领域的规划设计; 有的

把规划内容集中在信息化设计领域, 过于强调信息技术的使用和信息设施的建设和完善, 试图跳过必要的基础设施的改造和完善, 凭借信息技术使得城市功能有一个大的飞跃。因而有必要对智慧城市的顶层设计本身进行相应的探讨。

1 智慧城市顶层设计框架

城市是一个复杂的巨系统。针对智慧城市建设的复杂性, 智慧城市顶层设计是按照科学的城市发展理论, 在经济建设、政治建设、文化建设、社会建设和生态文明等五位一体总体布局指导下, 以城市发展突出问题为牵引, 立足城市现实基础, 强调城市区位优势, 从全局视角出发进行的智慧城市总体架构设计。智慧城市顶层设计在明确的发展目标指引

下, 统筹经济、社会、资源、环境、民生等多个方面协调发展, 调动政府、企业、社会团体和民众等各种力量的积极参与, 综合理念、制度、方法、技术等多种元素的协同驱动, 确保智慧城市建设目标的实现。

智慧城市的顶层设计框架是指在进进行智慧城市顶层设计时必须系统性考虑的关键要素, 以及这些要素之间的相互关系。从顶层设计的角度看, 智慧城市就是在一套明确的指引体系的指导下, 在一套完善的保障体系的保障下的多个城市功能平面的系统性升级, 以及这些平面间的相互协同所达到的城市智慧化升级的持续化过程和阶段性成果的集合。智慧城市顶层设计框架如图 1 所示。

2 智慧城市指引体系

智慧城市指引体系是指导和引领智慧城市建设和发展的纲要。各个城市功能平面乃至保障体系的构建或者升级优化都需要服从指引体系所规定的愿景、目标、指导意见、基本原则、整体规划和评价体系。智慧城市指引体系如图 2 所示。

智慧城市的愿景是为了生活在城市中的人群更幸福。创新城市、绿色城市、宜居城市和高效率城市是城市发展的 4 个具体目标^[1-9]。为了实现

收稿日期: 2014-05-12
网络出版时间: 2014-07-07

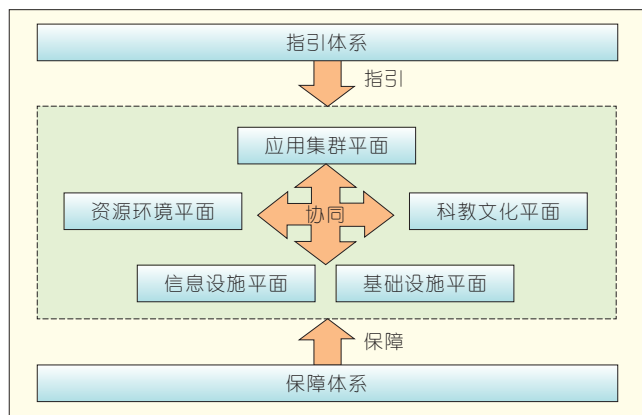


图1
智慧城市顶层设计框架

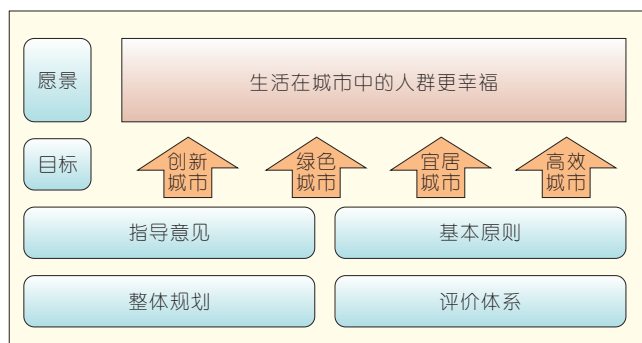


图2
智慧城市指引体系

上述愿景和目标,首先应确立指导意见和基本原则。指导意见主要起到对发展目标的确定和采取哪些主要措施的指引的作用,也包含了智慧城市建设的核心理念。指导意见之外,必须确立一些基本原则并按照其所订立的核心要旨指导智慧城市的各项建设工作,才能保证建设目标和建设效果都符合智慧城市发展的实际要求。

为确保建设目标的顺利实现,应进行整体规划和评价体系的制订。智慧城市的整体规划是基于城市现状、城市定位和城市发展目标开展的全局性整体策划工作。通过对智慧城市建设的目标和任务进行全面和系统的规划,达到提升城市管理与服务水平、促进经济发展和提高市民生活品质的目的。智慧城市规划涉及智慧城市的建设目标、建设范围、建设周期、总体架构、建设任务、重点工程和保障措施等内容。而如何评价智慧城市的建设效果是管理智慧城市建设的重要环节之一。企业和居

民是城市的服务对象,对建设效果具有最终的评价权。评价体系能够帮助把握智慧城市的发展水平,进行科学和合理的决策,也能对建设效果进行正确的评估,找出不足之处予以改善,确保智慧城市建设快速和健康地进行。

3 智慧城市保障体系

智慧城市保障体系服从智慧城市指引体系的指导,从体制机制体系、标准规范体系、建设运营机制和政策法规体系等多个层面支撑和保障城市的多个功能平面的功能升级和相互协同,确保智慧城市发展目标的实现。由于篇幅所限,本文不做详细讨论。

4 智慧城市功能平面

从智慧城市发展目标的角度审视,城市由5个功能平面组成:资源环境平面、基础设施平面、信息设施平面、科教文化平面和应用集群平面。它们是城市赖以存在和发展的

核心系统。城市的智慧化意味着这些系统的本体提升和相互协同后的整合提升。

4.1 资源环境平面

资源环境平面是城市居民赖以生存和成长、城市赖以运行和发展的物质环境,是城市发展的根基。

从城市到智慧城市,资源环境平面首先面临自身本体功能的建设和完善,实现城市资源的高效利用和可持续发展的目标,实现“美丽中国”的美好蓝图。通过合理的城市密度和城市空间规划、可再生能源体系和区域冷热电三联供能源利用体系建设、发展高产值低能耗的绿色经济、建设绿色大楼、绿色工厂、绿色因特网数据中心(IDC)等绿色单元、实施公共设施节能减排、构建再生资源回收利用体系等一系列措施推动低碳城市的建设、倡导和鼓励绿色消费、构建高效的资源再生循环网络、推动生态园林城市建设,加强环境监控保护、建设优美宜居的城市环境。

在完善本体功能的基础上,采用先进信息技术促成资源环境系统效能提升。建立健全资源能源综合利用效率监测和评价体系,构建城市范围集中能耗统一监管系统,实现节能减排目标的可管和可控。构建泛在环境监测感知系统,实时监测城市环境现状,形成实时和历史的城市环境监测全视图,完善污染治理监督体系,辅助城市环境管理和整体规划。

4.2 基础设施平面

城市基础设施包括工程性基础设施和社会性基础设施两类。基础设施平面主要指前者。

基础设施平面首先应进行自身本体功能的建设和完善。中国城市基础设施普遍存在历史欠帐,不解决这些问题,智慧城市的建设很难取得满意的效果。例如,地下管网设施系统性改造、公共交通出行设施的优先发展、城市道路网络系统的完善、城

市照明系统的完善、生活垃圾分类回收体系和存量治理、危险品全生命周期过程监控体系、城市消防体系的完善等。

在此基础上,借助各种信息新技术和信息设施实现基础设施的智能化能力和综合能力的全面提升。通过传统基础设施上增加感知、交互、智能判断等能力,实现城市基础设施的升级,实现传统基础设施的精细化管理、效能提升和全程全网协同。通过物联网、云计算和大数据等新技术帮助实现传统基础设施的升级和完善,使其使用价值最大化。

4.3 信息设施平面

智慧城市的信息设施平面本身面向城市居民直接提供服务,实现人与人的通信以及人与物的通信。信息设施平面也服务于其他功能平面,实现这些平面中信息化构件的互联互通、资源环境平面的效能升级、基础设施平面的能力升级、科教文化平面的能力提升和应用集群的协同整合^[10-11]。

(1) 建设全覆盖的深度感知网络

城市应采取配套措施在市政配套上鼓励诸如平安城市中的视频感知网络、资源环境系统中的环境感知网络等这样的行业感知网络在覆盖范围、感知内容和精度等方面进一步提升,并实现受管控的感知信息共享机制;通过发展群体感知技术实现感知任务分发与感知数据收集,完成大规模复杂的社会感知任务。考虑将市政建设与感知基础设施建设相结合,形成城市范围内的数据采集、信息感知和信息发布的包含终端设备通用物理加载平台和互联网络的基础设施,降低需要广泛布放感知终端的智慧城市应用的部署难度。

(2) 构建泛在高速智能通信管道

以光网城市为核心,融合 2G/3G/Wi-Fi/LTE 等无线技术形成的无处不在和无缝覆盖的高速信息智能管道,是智慧城市基础设施的核心之一。

高速信息智能管道由移动通信网络、Wi-Fi 网络、公众集群通信网络、有线宽带网络和卫星通信网络等组成。依托现有通信网络,进行网络的宽带化、智能化、泛在化建设,包括部署城市光网,4G 技术升级,以及建设智能通信管道等。

(3) 打造信息服务高效云设施

智慧城市依赖的信息系统基于计算、存储、网络等硬件资源构建。采用服务器虚拟化、云存储、云计算承载网络等技术建设多种形式的云数据中心设施,在基础设施即服务(IaaS)虚拟化技术的基础上实现物理资源的共享和业务处理能力的动态弹性扩展,实现资源的集中复用,实现资源的绿色节能运行模式^[12]。

(4) 提供开放的信息服务平台

公共信息服务平台的构建,其目标大致有两种。第一种是“合并同类项”,即将多个信息系统重复构建的部分合并到一个“公共平台”中。从而实现通用功能的“基础设施化”,避免重复建设,降低总体成本。第二种是“整合多系统”,即从数据共享和交换、系统协同等角度出发,建设公共平台,集成数据或应用。基于中国城市“信息孤岛”的现状,以及信息系统建设和运营管理的现状,智慧城市的公共信息服务平台,最迫切的任务是实现数据的整合和系统的协同。

(5) 发展专业化信息外包服务

专业公司通过采用先进技术构建共享的专业化维护平台和专家队伍完成信息技术服务,可以充分体现专业分工效率,减少客户开支,改善客户服务效果。实践证明,政府信息服务外包已经成为政府在信息化过程中提高效率、精简机构、减少开支的重要手段,也是中小企业提高信息化水平,降低信息化成本,提升企业综合竞争力的有效手段。

4.4 科教文化平面

教育、科学和文化是城市的重要功能,更是促进城市发展的核心要素

之一,形成一个独立的功能平面。与此类似,联合国成立了专门的教科文组织。

在本体建设层面,建设完善的教育体系保障城市人才集群、保障多层次人才队伍的形成和公民素质的提高、尤其需要通过教育体系优先发展智力资本、构建吸引人才和集聚人才的城市环境;发展多层次科研体系促进创新目标实现,构建多元化的科研体系,鼓励企业对于科研的积极投入;通过文化建设提升城市的竞争力,注重传统优秀文化的保护和弘扬,造就鲜明城市个性,弘扬先进城市精神,鼓励先进文化产业发展。

在科教文化体系自身本体功能的建设和完善的基础上,充分发挥信息技术的作用能够进一步提升科教文化发展水平,取得更好的效果。科教体系采用诸如在线培训、远程教育和开放大学、超算中心为代表的公共研发平台等信息化技术能大大提高工作效率,实现知识共享和团队协作。而公共数字文化利用信息技术拓展公共文化服务能力和传播范围,对于消除数字鸿沟,满足群众不断增长的精神文化需求、提高全民族素质,构建社会主义核心价值观体系具有重要意义。

4.5 应用集群平面

智慧城市的应用集群平面是针对特定领域、服务或特定目标实施的应用的集合。既有应用可引入信息技术等智慧化元素提高智慧程度,新的智慧化应用也在不断形成。

智慧政府应用充分利用新一代信息技术,贯彻服务型政府理念,强调创新方法,提高政府办公、监管、服务、决策的智能化水平,帮助实现形成高效、敏捷、便民的新型政府;智慧民生应用以民众服务为目标,从公共服务入手,实现居民生活更安全、健康和便捷,实现信息化服务随时随地获取;智慧产业则是指大力发展符合效率更高、消耗更低、响应更快、质量

更好的城市发展目标的城市产业。

5 信息价值的充分发挥

在智慧城市的顶层设计中,信息技术和信息设施价值的充分发挥对于智慧城市的发展至关重要。在顶层设计中,在重视信息化的作用的同时,尤其要注意不要为信息化而信息化,不要唯信息化,而是要通过多种手段实现协同发展,充分发挥信息化的价值。

(1)资源环境、基础设施、科教文化和应用集群本体的完善

从城市的功能平面角度看,提升城市智慧化的工作分成3类:

- 资源环境、基础设施、科教文化和应用集群平面的本体技术的提升、主体功能的建设和完善。

- 资源环境、基础设施、科教文化和应用集群平面通过信息化系统实现功能的升级和效能的提升。

- 资源环境、基础设施、科教文化利用信息服务设施平面实现管理对象的深度感知和反向控制、信息化构件的高速实时互通、云设施使用、数据融合和业务协同。

后两类工作都属于信息化范畴。因此,信息技术的运用对于提升城市智慧化目标至关重要。这也成为很多智慧城市建设的首要切入环节。信息技术和信息基础设施是城市成长为智慧城市的核心要素。但仅仅具备这个要素,智慧城市无法持续发展深入。这是因为第一类工作对智慧城市发展目标的实现同样至关重要。

(2)统筹规划基础信息工程建设

智慧城市中的信息工程以深入的感知、频繁的信息交互、多源数据的集成和融合、异构系统的协同等为突出特征。在各种信息工程的建设过程中,必须把握其发展规律,注重统筹规划。例如,对于涉及到数据和协同两个层面的公共信息服务平台,由于其跨部门的特点,往往需要经历多个实施阶段:数据的共享和交换;

城市公共数据集独立存储、即时同步和对外开放;跨系统业务流驱动。对于泛在高速智能通信管道,落实“宽带中国”战略,政府应在财税和政策等层面积极扶持;政府在小区宽带进入和无线基站建设选址等方面给予政策保障;政府机关、企事业单位、市政设施、公共设施向宽带建设开放。

(3)信息化价值的最大化实现

单纯的信息化不足以充分发挥信息化的价值。顶层设计中应提倡采用多种举措使得信息工程价值最大化,让信息技术更有效提升城市智慧。例如引入先进的信息化架构设计方法论,通过方法论确保信息系统构建的成效;政府数据开放助力政府解决社会难题,推动服务型政府建设,促进公众的数据创新应用,充分发掘政府公共数据的附加价值。

信息系统的使用能够提高工作效率和管理水平。如果信息技术的引入能够和管理方法的革新有机结合,则能够进一步提升实施效果,甚至带来突破性的变革。某些情况下,先进的管理方法能够贯彻执行,还需要配套的信息技术和信息化手段的支撑。缺乏这种支撑,新的管理方法可能无法落地。在这样的情形下,信息技术是必备的使能因素。例如,数字城管体系中的网格管理模式与城管通信息系统的有机结合^[13-14],新加坡交通管理体系中中心区拥堵收费方法与专用短程通信(DSRC)和储值IC卡的有机结合^[15]等。

6 结束语

从全球的实践看,智慧城市顶层设计的实施需要重点关注以下几个方面:

首先,必须让顶层设计成果成为各方认可的行为准则,避免将顶层设计局限在信息化主管部门层面,而是让相关方都参与到顶层设计中来,形成充分反映各方诉求的综合方案,体现系统整合思路和全局思维,让各个项目之间形成系统协同效益。

其次,顶层设计是一个不断完善的过程。群体的认知、外部环境的发展变化、实践检验的结果,乃至各个发展节点的具体目标等会对顶层设计不断提出新的要求。因此,在保持阶段性稳定的基础上,顶层设计应保持相应的弹性,允许不断有更新加入,以完成必要的调整,满足新形势和新环境下城市发展的需要。

最后,如何将顶层设计的成果贯彻到后续的智慧城市实施工作中是发挥顶层设计价值的关键。其中的重点应考虑将事权、人权和财权的相匹配,以及发展目标和绩效考核的相匹配,进行相应的制度性安排。

参考文献

- [1] 中国电信智慧城市研究组. 智慧城市之路——科学治理与城市个性 [R]. 中国电信, 2012.
- [2] 王毅. 物联网与城市建设 [M]. 北京:电子工业出版社, 2012.
- [3] 吴余龙. 智慧城市 物联网背景下的现代城市建设之道 [M]. 北京:电子工业出版社, 2012.
- [4] IBM. 智慧城市的愿景 引领城市通向繁荣和可持续发展 [R]. IBM, 2011.
- [5] 中国电信智慧城市研究组. 打造智慧城市 奉献美好生活 [R]. 中国电信, 2012.
- [6] 刘文玲. 低碳城市发展实践与发展模式 [J]. 中国人口资源与环境, 2012, 20(4):11-13.
- [7] JOHN F M. 规划全球城市 内生式发展模式 [J]. 城市规划汇刊, 2004, 5(4):1-3.
- [8] 新华社新媒体中心. 智慧城市上海发展报告 (2012) [R]. 新华社, 2012.
- [9] 中华人民共和国发改委. 国家“十二五”规划纲要 [R]. 中华人民共和国发改委, 2011.
- [10] 张佰成. 城市应急联动系统建设与应用 [M]. 北京:科学出版社, 2012.
- [11] 王家耀. 中国数字城市建设方案及推进战略研究 [M]. 北京:科学出版社, 2012.
- [12] 李翼. 智慧城市顶层设计探讨 [J]. 邮电设计技术, 2013, 30(6):6-9.
- [13] 杨励雅, 池海量. 城市市政公用设施数字化管理 [M]. 北京:中国人民大学出版社, 2012.
- [14] 麻清源. 数字化城市管理信息平台 [M]. 北京:中国人民大学出版社, 2012.
- [15] 中国经济网. 新加坡专家建言深圳:我们如何征收交通拥堵费 [EB/OL]. (2014-05-10). http://www.ce.cn/cysc/jtys/csjt/200711/12/t20071112_13569261.shtml.

作者简介



王艺,北京邮电大学硕士毕业;中国电信上海研究院高级工程师;从事面向政企客户的产品开发和技术研究工作,研究方向为M2M和物联网业务、网络适配和通用平台技术、智慧城市顶层设计、系统架构和数据活化技术等;已发表论文8篇,被国际标准组织采纳提案3个,曾获中国通信协会科技进步奖二等奖。

从电磁场观点审视宽频带的无线通信

Electromagnetic Perspective on Wireless Broadband Communication

中图分类号: TP393 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0037-03

摘要: 指出移动网络的数据流量无法一直依靠增加基地台的数组天线个数提升, 认为电磁波在复杂的立体空间传播所产生各种穿透与反射的波传递现象深深影响了数据流量。提出了可能的有效物理方法或路径, 用以克服高速移动、多媒体宽频带通信的诸多困难。

关键词: 电磁理论; 高速移动; 多媒体; 宽频带通信; 远场; 近场

Abstract: In this paper, we point out that the data flow of mobile communication cannot always rely on the increasing of antenna elements of base station. Electromagnetic propagation in the complex environment mainly affects the quality of wireless data transmission. We propose effective physical methods for overcoming many difficulties with high speed mobile, multimedia broadband communication.

Key words: electromagnetic theory; high-speed mobile; multimedia; broadband communication; far field; near field

马建国, 蔡彦丽, 庄晴光/

ZHUANG Qingguang

(天津大学, 天津 300072)
(Tianjin University, Tianjin 300072, China)

- 通信系统中以点源描述天线在空间传播能量需要修正
- 接收机的天线尺寸与几何形状都会影响电磁场分布, 进而影响发射接收信号的质量
- 天线安置的环境包含水、地表等, 这都会形成电磁波传递时的边界条件, 需要纳入电磁场计算评估

1 电磁场与移动无线通信

伴随 3G 的普及和 4G 无线移动通信的来临, 基站数目随之增加, 以满足高速而大量的数据传输量。1990 年的第 2 代移动通信数据传输率小于 200 kbit/s, 到 2000 年的第 3 代移动通信数据传输率小于 2 Mbit/s, 再到 2010 年的第 4 代移动通信, 数据传输率可达到 100 Mbit/s。这个趋势可由香农信道容量理论来描述^[1]:

$$C = \sum_i B_i \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_N} \right) \quad (1)$$

在 (1) 中, B_i 是信道带宽, P_s 是信号强度, P_N 是干扰强度。从调变技术的演进过程可看出, 为了更有效地提高传输数据量, 科学家已把调变方法

从时间域转到频率域, 再转到码域中。唯一可以继续开拓的只有空间域了, 可见将来 5G 的技术关键将是空间信道技术。通过增加每个基站的天线数或增加通道数 B_i , 或增加信号功率对杂波功率比, 都可以增加信号通载量。而使用多输入多输出 (MIMO) 来增加无线基站的传送数据能力, 已是相当普遍的做法了。基站或基站天线数的增加, 也已无法让无线信道容量呈线性增加, 甚至当天线增加到移动数量后信号容量也无法再提升。从上述观察我们可看出现今的通信技术无论在硬件或软件似乎达到某一极限。这对 4G 移动通信的改进以及未来 5G 移动通信的设计都蒙上一层阴影。是不是现今无线移动通信理论面临无法突破的障碍? 频宽不足是真实的主因吗? 文章将从电磁理论与技术角度, 探讨电

磁波传导现象, 并结合香农信道容量理论的实际使用状况进行讨论。

2 近场、远场的电磁现象及其影响

在香农信道容量理论中 P_s 及 P_N 是代表两个标量 (正实数), 其前提条件是天线的辐射场是远场。目前移动通信信道分析中普遍采用如下的一些假设:

- 不考虑发射天线和接收天线的几何尺寸。
- 不考虑接收发射天线间的几何走向, 也就是假设接收发射天线相互水平放置或垂直放置都不会对信道产生任何的影响。
- 不考虑接收发射天线几何大小的不同。
- 电磁波在空间的传播是标量, 可利用射线跟踪法来估算多径。

收稿日期: 2014-05-12
网络出版时间: 2014-07-03

• 天线辐射的电磁波是在自由无界的空间。

这时 P_s 及 P_N 所代表的物理量必须是远场才有可能实现。如果是近场的情况, P_s 及 P_N 是复数, 此时香农信道容量理论无法代入复数量。

从电磁场理论可以知道, 自由平面电磁波是一个矢量波, 并且波的特征和天线的放置有关, 但实际的天线都是假设在离地面一定高度的地方, 而地面均被假设是一个良好的无限大导体。这时候除去射线跟踪法中描述的 LoS 路径外, 还存在着许多其他的波传输路径, 最主要的是地面发射波和表面波。同样, 当天线辐射的电磁波照射到立体的建筑物表面时, 也会产生反射波和表面波。无论是基站的设置或是室内 Wi-Fi 接入点的架设, 人们往往没有考虑到上述的这些情形。

3 近场、远场表面波

天线种类非常多, 除了熟知的方向性天线如号角天线, 电流流动双极式天线、单极式天线或磁流流动的回路天线, 另外还有贴片天线等^[2-4]。这些不同的天线置于实际的无线通信环境中, 其辐射场型(远场)往往产生大幅变化。因为, 有所谓的镜像电流伴随边界条件而产生^[5-8]。由于是矢量的电磁场, 天线的辐射源和它的镜像所产生的综合场型会产生建设性或破坏性电磁辐射场, 这使得远场场型更加不易掌握。因此, 天线的摆设, 譬如极化方向、天线和周边环境的物理距离, 譬如天线 Aperture, 都会对远场辐射产生很大影响^[9-10]。有两个值得注意的问题: (1) 多远才是远场? 一般可用 $d > 2D^2/\lambda$ 来评估距离天线多远才是远场。其中, d 代表物体距天线的距离, D 代表天线的有效辐射面积, λ 代表天线操作频率对应的波长。假设一个 1.0 GHz 双极化天线悬挂在 20 m 空中, 其远场大约是 2.67 km 之外。我们可以推测, 大部分时候, 我们是在天线的近场范围

内工作。同时, 天线也会激发出地面的表面波。表面波的存在, 使电磁传播在地表更复杂。虽然表面波的研究已有数十年了, 但是它的存在对电磁无线通道的影响, 迄今尚未有完整的研究。天线所发出的电磁波, 入射到地表时, 除了反射和折射外, 地表的表面波也会和入射波一起作用。(2) 是否能对表面波多加利用? 我们不仅可以增加通道, 还可以改进无线移动通信品质。众所周知, 光是电磁波。太阳离我们很远, 可以假设成远场合电源。即使如此, 当阳光照射到水面时(水面这时候可以假设成理想导体表面), 水中不仅仅是一个太阳的镜像。我们常常看到一条太阳的带子在水面上。如果把我们的眼睛当作接收天线(点源), 我们除了接收到了太阳直射光线和镜像光线(射线跟踪法可以描述)外, 还收到了水面表面波。

4 近场的波阻抗

天线在远场时, 有明确的辐射场型; 而在近场时, 它的辐射场型随观察点到天线的距离变化而变化^[11-14]。因此, 近场辐射场型是不确定的。利用精准全波电磁场论我们可计算在近场时, 电磁波的传播方向由电场(E_t)及磁场(H_t)决定, 所呈现的波阻抗特性。波的阻抗(Z_0)由电场(E_t)除以磁场(H_t)计算得出。由于电场与磁场均为向量, 包含大小与相位。因此, 波的阻抗为复数值, 不仅随距离变化, 也随天线极化方向(或天线之摆设)、天线的性质、天线所处环境等等而有所不同, 其特性类似于一般微小化天线的输入阻抗特性。由此, 如需要设置近场的天线, 可借精密电磁估算出复数的波阻抗。由此, 我们得以将天线电路系统优化。譬如采用共轭复数阻抗匹配来达到功率匹配目的, 这和一般将天线输入端视为某一正实数之阻抗匹配设计是截然不同的, 也解释了为什么实际使用香农信道容量理论一直无法达到它应

有的理论的上限值。

5 阵列天线的模型

无线通信理论工作者及工程师, 往往视天线阵列(两支天线或更多)中的天线为标量辐射源, 根据此假设推导出 MIMO 使用状况的空间通道模型, 而忽略了实际上电磁场的是运作在矢量场的状况。虽然大量的文献报导了天线(辐射源)与天线(辐射源)之间的耦合对通道的影响, 但是却忽略了它们是电磁信号源。无论何种形式, 都是矢量信号源, 必须考虑天线的极化现象, 加上天线尺寸的大小和形状^[15]皆改变了电磁辐射场型。因此, 只有准确地计算 Maxwell 方程式所描述的物理状况才能让阵列天线信号处理变得有意义。阵列天线的近场模型, 不仅具有单一天线时的复数波阻抗, 同时其耦合天线阵列自身也产生所谓多模的状态。而任意被激发出的阵列天线信号, 即是这种多模天线状态的线性组合^[15]。电磁场是一个矢量场的基本物理事实, 一方面让标量场假设所导出的信号处理方式变得过度简化, 另一方面也腾出一个大幅改进现今信号处理天线阵列的巨大空间, 得以改善 4G 无线移动通信, 或进一步研发更有效率的无线移动通信的空间使用, 但这些都源自精确掌握实际电磁场的电路效应。

6 结束语

文章简述了电磁波在无线电环境中如何扮演重要角色但又被忽略的情形。此现象若不予以适当改进, 则无法对信号处理进行最佳化设计。这是因为大幅度违背物理现象, 则不可能有最佳设计, 因此无法让无线电通道传播更大量且更高速的数据。另一方面, 用精确电磁计算得到的天线辐射模型, 无论是近场或远场, 都提供了最佳化微波通信系统电路的解决方向, 从而可大幅提升信号与杂波的比值(S/N)。因此, 无线电

通道和天线系统间电磁物理现象的掌握,对4G、5G等高速移动无线通信,会有重要的贡献。

参考文献

- [1] SHANNON C E. Communication in the presence of noise [J]. Proceedings of the IRE, 1949(1): 10–21.
- [2] MANTEUFFEL D, BAHR A, WALDOW P, WOLFF I. Numerical analysis of absorption mechanisms for mobile phones with integrated multiband antennas [J]. Antennas and Propagation Society International Symposium, 2001(3): 82–85.
- [3] LIANG M C, LAI K L, LIN S T. The effect of finite ground on a rectangular C-patch antenna [J]. Antennas and Propagation Society International Symposium, 2003(2): 732–735.
- [4] MOK W C, WONG S H, LUK K M, LEE K F. Single-Layer Single-Patch Dual-Band and Triple-Band Patch Antennas [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2013 (61): 4341–4344.
- [5] BILGIC W, RENNINGS A, WOLFF I. Influence of the grid density of a wavelet-transformed (WT) FDTD on the accuracy of scattering parameters [J]. Antennas and Propagation Society International Symposium, 2006: 1819–1822.
- [6] MIRHADI S, SOLEIMANI M, ABDOLALI A. Analysis of finite ground plane effects on antenna performance using discrete Green's function [J]. 2012 15th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics, 2012: 1–3.
- [7] ECHEVERRI BAUTISTA M A, FRANCAVILLA M A, VIPIANA F, VECCHI G. A hierarchical fast solver for EFIE-MoM analysis of multiscale structures at very low frequencies [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2014(3): 1523–1528.
- [8] FAYYAZ N, ABBASPOUR T A, SAFAVI N S, HODJAT N. Design and analysis of a circular patch antenna on a finite conical ground plane [J]. Antennas and Propagation Society International Symposium, 1996(1): 680–683.
- [9] MILLARD X, LIU Q H. A fast volume integral equation solver for electromagnetic scattering from large inhomogeneous objects in planarly layered media [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2003(9): 2393–2401.
- [10] YUAN M, SARKAR T K, KOLUNDZIJ A. Solution of large complex problems in computational electromagnetics using higher-order basis in MoM with out-core solvers [J]. Antennas and Propagation Magazine, 2006(2):55–62.
- [11] SARKAR T K. Analysis of arbitrarily oriented thin wire antennas over a plane imperfect ground [J]. Archiv fuer Elektronik und Uebertragungstechnik, 1977(31): 449–457.
- [12] ZIVKOVIC Z, SENIC D, BODENDORF C, SKRZYPCZYNSKI J, SAROLIC A. Radiation pattern and impedance of a quarter wavelength monopole antenna above a finite ground plane [J]. 2012 20th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 2012: 1–5.
- [13] DYAB W M, SARKAR T K, SALAZAR-PALMA M. A physics-based green's function for analysis of vertical electric dipole radiation over an imperfect ground plane [J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2013(8): 4148–4157.
- [14] CHATTERJEE D, CHETTIAR E. Analytical calculation of input impedance of rectangular microstrip patch antennas on finite ground planes [J]. IEEE/ACES International Conference on Wireless Communications and Applied Computational Electromagnetics, 2005(2): 960–963.
- [15] HU C N, TZUANG C K C. Analysis and design of large leaky-mode array employing the coupled-mode approach [J]. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 2001(4): 629–636.

作者简介



马建国, 天津大学电子信息工程学院院长、教授, 长江学者特聘教授, 天津市千人计划, “百千万人才工程”国家级人选, 并获得“国家杰出青年科学基金”资助; 从事电路和系统的设计与集成技术等方面的研究; 在国际学术期刊和国际会议上先后共发表相关学术论文200多篇, SCI收录的刊物上发表论文102篇。



蔡彦彦, 新加坡南洋理工大学博士; 从事生物电子学领域中的生物材料与生物相容性研究; 已发表SCI论文十余篇。



庄晴光, 天津大学电子信息工程学院教授、博导, 台湾大学荣誉教授, 国家千人计划特聘教授, IEEE Fellow; 从事电磁波理论与电磁场分析、高速电子电路研究与射频系统芯片设计与应用; 已发表SCI二区论文70篇以上, 国际会议论文162篇。

综合信息

2015年全球平板出货量将超PC

2014年7月7日消息, 市场分析公司Gartner发布了2014年及2015年两年全球计算设备的出货量情况预测报告。报告指出, 平板电脑的出货量会在2015年超越个人电脑。

Gartner的报告统计了PC、平板电脑、超便携设备和手机等消费类计算设备。Gartner指出, 在2013年出货量下降9.5%之后, 全球计算设备市场在2014年将出现复苏, 同比增长4.2%, 达到出货总量24亿部的水平。

报告同时显示, 平板电脑产品2015年的出货量则将达到3.2亿部, 超越包括传统PC与超便携设备在内的整个PC市场。后者2015年的出货量将达3.16亿部。

报告还指出, 整个PC市场(台式机、笔记本电脑与

超便携设备)将继续萎缩, 其2014年的出货量将可能会减少2.9%。

从设备使用的操作系统来看, 安卓设备与iOS设备2014年的出货量将分别增长30%和15%, 而与此同时Windows手机的市场份额则会从2014年的4%, 增长至2018年的10%。

Gartner指出, Windows XP系统的升级与一般企业设备的更新换代有助于缓解行业下行的趋势——此种情况在西欧尤为严重。传统PC市场2014年的出货量将减少6.7%, 2015年将减少5.3%。

Gartner表示, 和其他设备的历史一样, 成熟市场的平板电脑消费群体目前也在经历从早期试用者到后期使用者的转型。(转载自《中国信息产业网》)

通用引导架构在IMS网络中的应用研究

Application of Generic Bootstrapping Architecture in IMS Network

摘要:介绍了通用引导架构(GBA)在IMS网络中的组网和应用,并从终端安全、算法安全、向量共享等方面进行了深入分析。认为GBA在IMS网络中应用还属于探索阶段。同时对GBA架构在IMS网络中应用提出了一些建设性意见,包括共享向量、采用SHA-1算法、采用UICC卡、合一部署等,以指导GBA在IMS网络中的部署和商用。

关键词:GBA; 通用认证架构; IMS; AKA

Abstract: This paper introduces the networking and application of a generic bootstrapping architecture (GBA) in an IP multimedia subsystem network. It provides a detailed analysis of terminal security, algorithm security, and vector sharing. It suggests that the application of GBA in IMS networks is still in the preliminary stage. To guide the deployment and commercial use of GBA in IMS networks, it then gives some constructive suggestions, including sharing Ks, SHA-1 algorithm, and UICC card and integrated deployment.

Keywords: GBA; generic authentication architecture; IP multimedia subsystem (IMS); authentication and key agreement (AKA)

中图分类号: TP393.1 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0040-04

IP多媒体子系统(IMS)^[1]是第三代标准组织(3GPP)在Release 5阶段提出的一个开放的网络架构。由于IMS网络具有控制和业务分离、接入无关、统一控制等特点,3GPP、国际电信联盟远程通信标准化组织(ITU-T)等标准组织明确IMS为下一代网络的核心,由IMS提供广泛的基于IP的应用服务。随着业务的开展,业务安全性和用户体验变得越来越重要,GBA是一种通用引导架构^[2],可应用于IMS网络,解决用户终端(UE)与应用服务器(AS)之间相互认证的安全问题,并提升用户业务体验。

文章深入分析了通用引导架构(GBA)和IMS网络的技术特点,并从终端安全、算法安全、向量资源共享等角度对GBA在IMS网络中的应用

提出了建议。

1 GBA在IMS中的应用

1.1 GBA架构

随着众多业务的开展,运营商和用户都需要可靠的认证机制来保证业务的合法使用。尤其是在3G/4G业务中,很多应用都需要UE和AS之间进行交互,如业务激活、业务设置、业务访问等。为了保证业务应用的安全性,就要求在UE和AS之间进行双向认证。如果UE和AS直接交互,存在两个严重问题:UE和每个AS之间都要进行独立的认证,包括认证机制的协商、密钥的管理;UE每次登陆不同的AS,都需要输入密钥,用户体验差。

因此3GPP标准组织提出了通用认证架构的概念,其中GBA就是一种基于共享密钥的通用认证架构。

缪永生,盛国平,张宝健/ZHANG Baojian

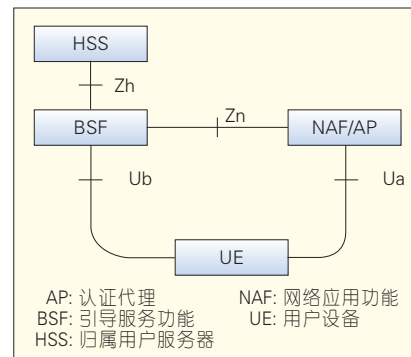
(南京中兴软件有限责任公司,江苏南京 210000)
(Nanjing ZTE Software Limited Liability Company, Nanjing 210000, China)

GBA使用认证与密钥协商(AKA)为UE和网络之间提供一种密钥共享、相互认证和业务保护的机制,具有较高的安全性和通用性。GBA架构如图1所示,其中引入了引导服务功能(BSF)、网络应用功能(NAF)网元以及认证代理(AP)网元^[2-7]。

以下是GBA架构中各逻辑实体的具体功能:

(1) BSF。BSF作为引导服务功能,处于用户的归属网络。BSF通过Zh接口从归属用户服务器(HSS)获得GBA的用户安全设置和AKA认证向量,并完成对UE的认证,建立共享密钥(Ks)。

(2) NAF。NAF作为网络应用功能,相当于应用服务器AS。NAF收到UE请求后,需要通过Zn接口从BSF获取UE和BSF引导过程协商完



▲图1 GBA架构

收稿日期: 2014-03-11
网络出版时间: 2014-04-29

成的密钥信息,并完成对UE的认证。

(3) AP。AP作为认证代理功能,一般部署在UE和AS之间。AP代理AS完成对UE的认证,然后AP转发UE请求交由AS处理。

(4) HSS。所有的用户安全设置、用户号码、认证向量都存储在HSS中,HSS支持通过Zh接口,返回认证向量给BSF网元。

(5) UE。UE需要支持AKA/HTTP Digest协议,并且能够与引导服务功能双向认证产生Ks,进而根据Ks,产生衍生密钥Ks_NAF,该衍生密钥则用于UE和NAF/AP之间所进行的双向认证。

GBA流程一般包括两个步骤:

(1) 执行引导认证流程。通过AKA协议实现BSF与UE之间进行的双向认证,当认证成功后,UE和BSF拥有Ks。

(2) 执行业务访问流程。UE与网络应用功能/AP之间通过Ks所产生的Ks_NAF来完成对用户终端的相关认证。

1.2 IMS网络

IMS网络采用分层的架构,分为接入层、传输层、控制层和应用层。接入层实现各类软、硬终端连接到IMS网络;传输层提供网络和网络间的连接;控制层主要是用于对会话的控制;应用层支持各种类型的应用服务器^[8-9]。

IMS网络中呼叫会话控制功能(CSCF)完成对用户的认证和呼叫的控制;HSS是用户和业务信息的数据库,完成用户数据管理、业务签约等功能;AS提供各类业务和应用^[10-12]。

1.3 GBA在IMS中的组网

全IP结构的IMS系统实现移动与固网融合,集数据、语音、视频于一体,推动运营商转变到宽带多媒体应用和服务中来。

在IMS网络中,很多应用都需要在UE与AS之间进行交互,如UE和

基本补充业务服务器(MMTel AS)之间进行补充业务的激活、去激活,例如前转类、限制类、显示类业务设置操作。部署GBA通用认证架构能够以统一的认证机制,解决UE和AS双向认证的问题,同时增强运营商管控能力。图2为GBA在IMS网络中的组网示意,其中虚线是网元与HSS之间的接口,基于Diameter协议;粗实线表示GBA架构的关键接口,基于超文件传输协议(HTTP);细实线表示IMS关键接口,基于会话初始协议(SIP)协议。

1.4 GBA在IMS中的应用

UE在IMS网络中进行呼叫、短信等业务之前,首先需要进行IMS网络注册。IMS网络注册过程也是UE和IMS网络双向认证的过程。具体来说,当UE经过代理会话控制功能(PCSCF)和查询会话控制功能(ICSCF)时,会向服务会话控制功能(SCSCF)发送注册请求,SCSCF则从HSS获取用户的AKA认证向量,并采用AKA MD5认证算法,完成对UE的认证,这个过程通常称为IMS-AKA。认证流程和UE与BSF之间的引导认证流程类似,主要差异如图2所示。UE和SCSCF之间基于SIP协议,UE和BSF之间基于HTTP协议。

在IMS网络GBA架构中,UE与AS交互进行业务激活等操作时,首先通过BSF进行引导认证流程,该流程通常称为GBA-AKA,然后UE通过AP向AS发送业务操作请求,AP向BSF获取衍生密钥等信息,完成对UE的认证。

在IMS网络中部署GBA通用认证架构,需要避免每个AS都要提供独有的认证机制,同时也在一定程度上也增强了运营商管控能力。

2 GBA在IMS中的应用分析

目前IMS网络在固网改

造、VoLTE领域得到广泛应用,但GBA在IMS网络中应用还属于探索阶段。下面就GBA在IMS网络应用中可能出现的一些情况,并结合运营商的考虑,对终端安全、算法安全、向量共享3个方面进行重点分析。

2.1 终端安全分析

在GBA架构中,终端包含两部分:移动设备(ME)和用户识别卡。若ME是一个可信的设备,由于Ks和Ks_NAF的计算都依赖于客户识别模块(SIM)卡并保存在SIM卡中,那么我们认为基于SIM卡的GBA方案是安全的。

若ME是非法设备或是攻击者定制的终端,则可能出现ME直接调用SIM卡并得到Ks,实现SIM卡的复用和冒用,具体流程参见图3。在引导认证阶段,ME接收到随机数(RAND)后,不调用SIM卡的GBA模块,而是以RAND作为参数调用SIM卡中的AKA认证模块。SIM卡计算得到Kc和SRES,并返回给ME。ME则利用返回的Kc、SRES,模仿正常流程中SIM卡的操作,并通过计算得到GBA共享密钥Ks = KDF(key, Ks-input, "3gpp-gba-res", SRES),并将Ks保存在ME中。

在业务访问阶段,UE可利用Ks计算得到Ks_NAF,而不再调用SIM卡的GBA模块。因此,攻击者只需要购买一张合法的SIM卡放置在不

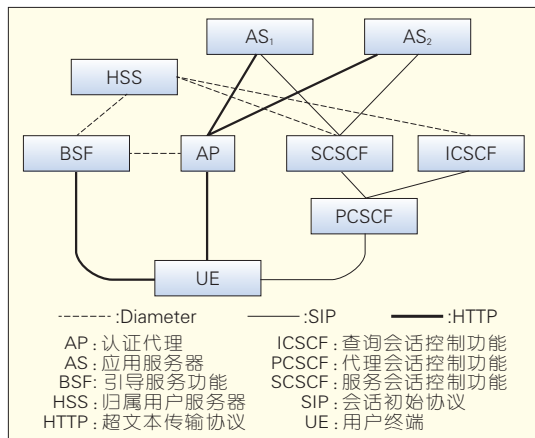


图2 GBA在IMS网络中的组网

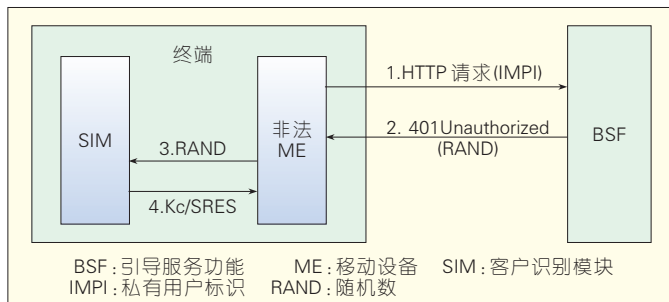


图3
非法ME获取密钥
流程

合法的ME中,并合法订购某些业务,利用上述方法获得Ks和Ks_NAF,并且将Ks和Ks_NAF定制在仿造的客户端软件中,供他人下载使用。若该业务为包月类型业务,那么使用该仿造的客户端软件的终端不需要付费就可以使用该业务,严重影响运营商的业务开展。

为了提高IMS网络GBA架构终端设备的安全性,避免上述情况的出现,有两种解决方案:

(1) 采用通用集成电路卡(UICC),UICC表示物理卡,可以包括多种逻辑应用。在UICC情况下,Ks的协商和生成全部都在UICC中完成,ME无法获知,安全性高。

(2) 对SIM卡终端进行适当的一系列改造,可以避免ME直接从SIM卡得到Ks的可能。

2.2 算法安全分析

GBA通用引导架构中采用AKA认证,AKA认证采用了MD5算法。MD5是一种用于产生数字签名的单项散列算法。MD5算法可以将一个任意长度的“字节串”通过一个不可逆的变换算法变换成一个128 bit的大整数,即使你看到源程序和算法描述,也无法将一个MD5的值变换回原始的字符串。MD5具有较好的安全性,已经广泛运用于数字签名、文件完整性验证以及口令加密等领域。

目前MD5已经被破解,破解的原理就是快速找到碰撞字符串,碰撞字符串可以生成和真正的源字符串相同的MD5码,但是破解的过程还是非常困难的。GBA认证架构采用

MD5算法也存在一定的安全隐患。为了提高GBA的安全性,也有两种解决方案:(1)使用SHA-1算法,该算法与MD5的128位加密相比,使用了160位加密方式,比MD5安全性更高;(2)在MD5算法中,使用了qop参数,qop表示MD5计算的认证保护级别,包括空、auth、auth-int。“auth-int”安全级别最高,使用“auth-int”能降低MD5被破解的概率。

2.3 向量共享分析

在GBA通用认证架构中,对于终端引导认证流程如图4所示,具体步骤如下:

(1) UE向BSF发送HTTP请求,包括用户的私有用户标识(IMPI);

(2) BSF通过Zh接口,向HSS发送多媒体认证请求(MAR)认证请求,请求消息中携带IMPI;

(3) HSS发送多媒体认证响应

(MAA)认证响应消息给BSF,响应消息中携带认证向量,如AKA鉴权的五元组向量RAND、AUTN、XRES、CK、IK;

(4) BSF构造401 Unauthorized响应,响应消息中包含了RAND和鉴权令牌(AUTN),不携带IK、CK、XRES;

(5) UE通过检查AUTN来认证网络,包括检查是否失序,同时UE根据自身密钥信息计算出CK、IK和RES,从而BSF和UE各自拥有共享密钥Ks=CK||IK;

(6) UE发送HTTP请求到BSF,其中包含着UE计算的AKA响应值(RES);

(7) BSF通过自身密钥信息,计算RES完成对UE的认证。若认证成功,生成Ks和B-TID;

(8) BSF发送200 OK消息到UE通知认证成功,该消息中包含B-TID。此外,在这个200 OK消息中还要包含共享密钥Ks的生存期。

上述GBA-AKA流程和IMS-AKA(UE在IMS网络注册流程)具有共同的特点是BSF和SCSCF的AKA认证向量都是从HSS下载。目前这种机制,存在两个问题:(1)GBA-AKA和IMS-AKA彼此分离且独立,同一个终端需要使用不同的AKA认证向量,增加了资源的消耗;(2)目前IMS-

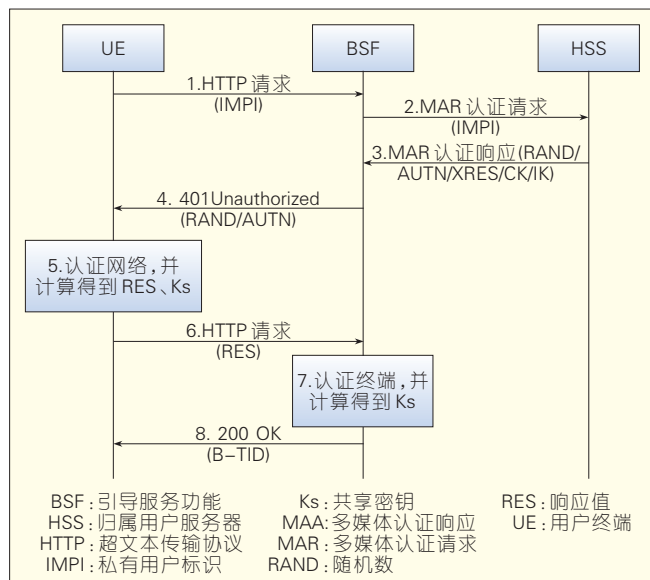


图4
UE与BSF交互流程

AKA, SCSCF 一次从 HSS 下载 5 组 AKA 认证向量, GBA-AKA 仅下载 1 组, AKA 认证向量包含了递增的序列号(SQN)。通常 UE 先在 IMS 注册, 下载 5 组向量, 然后执行 GBA-AKA, 下载包含最新的 SQN 的向量, 那么 IMS 网络其他几组认证向量将失效, 因为终端认为本地的 SQN 大于 IMS 网络 SCSCF 保存的向量 SQN, 产生了失序情况。

为了减少失序情况的产生, 减少 AKA 认证向量的消耗, 结合 GBA-AKA 和 IMS-AKA 的特点, 可以考虑 GBA 在 IMS 网络实际商用部署时, 将 GBA-AKA 和 IMS-AKA 的认证向量实现共享。一种可行的解决方案是: SCSCF 和 BSF 之间共享认证向量。具体来说, IMS-AKA 流程中, S-CSCF 从 HSS 下载新的认证向量后, 增加向 BSF 同步认证向量的接口, BSF 本地保存认证向量, 以便 GBA-AKA 流程使用。在 GBA-AKA 流程中, 如果 BSF 从 HSS 下载了新的认证向量, BSF 需要向 SCSCF 同步认证向量, 以便 IMS-AKA 流程使用。通过该解决方案, 提高了 AKA 认证向量资源的使用效率, 减少了失序情况。

3 GBA 在 IMS 中应用的建议

3.1 合一部署

为了减少网络的复杂性, 方便运营商的运维管理, 在 IMS 网络中部署 GBA 架构, 可以考虑将部分逻辑网元进行物理合设, 有 3 种解决方案。

方案 1: AP 和 SCSCF 合设。AP 和 SCSCF 与 AS 都有接口, AP 和 SCSCF 物理合设, 可以简化组网。

方案 2: SCSCF 和 BSF 合设。SCSCF 和 BSF 都需要访问 HSS, 获取认证向量, 两者与 HSS 接口相同, 采用同样的消息获取认证向量, BSF 和 SCSCF 物理合设, 可以共享认证向量及部分处理逻辑。

方案 3: BSF 和 AP 合设。BSF 和 AP 作为逻辑网元, 各自具有独立的

逻辑, 实际部署时, 可以进行物理合设, 简化网络。

3.2 应用建议

IMS 网络目前已经支持: 一键通、即时通信 IM、多媒体短信、彩铃、Centrex、MMTEL AS 等应用服务, 此外 IMS 开放式应用架构还支持游戏、音乐等新的应用服务。随着 IMS 网络业务越来越多, GBA 在 IMS 网络中应用需求就越强烈。基于对 GBA 和 IMS 的深入研究, 结合应用的深入分析, 对 IMS 网络中部署 GBA 架构, 我们提出如下建议:

(1) 终端需要支持对网络的认证, 防止伪造网络窃取用户信息。

(2) 终端最好能够支持通用集成电路卡(UICC)卡, 对于 SIM 卡用户, 最好能够对终端进行改造, 提高终端的安全性。

(3) 在 MD5 算法中, 要求终端和网络采用“auth-int”进行计算。

(4) 采用 AKA 认证向量的共享机制, 减少向量资源的消耗, 减少失序情况的出现。

(5) 考虑 GBA 网络的安全性, 需要 BSF/AP 和 UE 之间部署防火墙, 或者 BSF/AP 内置防攻击功能, 保证 GBA 网络的安全性。

(6) 根据运营商需求, 考虑合一部署, 简化网络。

4 结束语

文章分析了 GBA 架构和流程, 结合 GBA 架构在 IMS 网络中应用, 从终端安全、算法安全、认证向量共享等几个角度进行了深入分析, 为 GBA 架构在 IMS 网络中商用提出了一些建设性意见, 包括共享向量、采用 SHA-1 算法、采用 UICC 卡、合一部署等。这些研究和建议必然对 GBA 架构在 IMS 网络中的应用带来一定的帮助和指导。

参考文献

- [1] 袁琦. IMS 网络安全技术研究[J]. 电信网络技术, 2008, (9): 8-10.

- [2] 赵川斌, 等. 基 GBA 的 MBMS 终端安全体系研究[J]. 电视技术, 2008, 32(7): 36-38.
- [3] 李贵勇, 赵川斌. 基于 GBA 的 TDMBS 网络安全体系研究[J]. 重庆邮电大学学报, 2008, 20(6): 639-642.
- [4] 任亚梅, 李伟. 基于 GBA 的认证鉴权流程[J]. 计算机系统应用, 2011, 20(2): 137-141.
- [5] 3GPP TS 33.220-c00. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; 3G Security; Generic Authentication Architecture (GAA); Generic bootstrapping architecture[S].
- [6] 3GPP TS 29.109-b30. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Core Network; Generic Authentication Architecture (GAA); Zh and Zn Interfaces based on the Diameter protocol; Protocol details [S].
- [7] 3GPP TS 24.109-c00. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Core Network; Bootstrapping interface (Ub) and Network application function interface (Ua); Protocol details [S].
- [8] 刘牧夷, 符刚. IMS 在物联网中的应用初探[J]. 邮电设计技术, 2012, (6): 27-30.
- [9] 朱斌, 朱爱华, 符刚. IMS 在移动网络演进中的共网码策略研究[J]. 邮电设计技术, 2013, (4): 10-14.
- [10] 李阳, 申铨京, 廉芳芳. IMS 网络多种鉴权机制的研究[J]. 微计算机信息, 2008, 24 (3-3): 42-43.
- [11] 王颖, 董江. 移动视频业务在 IMS 分组网中的部署与鉴权研究[J]. 信息技术, 2010, (10): 82-84.
- [12] 张方舟等. 3G 接入技术中认证鉴权的安全性研究[J]. 微电子学与计算机, 2004, 21(9): 33-37.

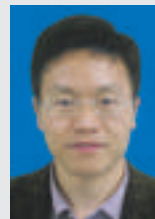
作者简介



缪永生, 南京航空航天大学硕士毕业; 现任南京中兴软件有限责任公司系统工程师; 研究方向为移动通信、IMS、虚拟仪器; 已申请/授权 10 多项专利。



盛国平, 西北工业大学硕士毕业; 现任南京中兴软件有限责任公司高级软件系统工程师; 研究方向为移动通信、IMS、计费; 已申请/授权近 10 项专利。



张宝健, 中国海洋大学毕业; 现任南京中兴软件有限责任公司项目经理; 研究方向为移动通信、IMS、通信云计算; 已申请/授权多项专利。

一种基于曲线相似度进行业务流量监测的方法

Service Flow Supervision Based On Curve Correlation Coefficient

摘要:提出了一种基于业务流量监测的方法,该方法屏蔽业务系统内部复杂的结构,以业务的有效性为监测的重点。该方法运用了统计学中的相关系数的概念来建立曲线相似度的数学模型。经过实验数据的相关验证,该方法在业务流量监测上非常有效的。

关键词: 业务流量监测;相关系数;曲线相似度;增值业务

Abstract: In this paper, a new method based on service flow supervision is presented. In this method, the complex internal structure is shielded, and the effective business is the key of monitoring. A mathematical model about curve correlation coefficient is built to test service effectiveness under the guidance of interrelated coefficient in statistics. Experiments indicate that this approach is effective.

Keywords: service flow supervision; interrelated coefficient; curve correlation coefficient; value-added service

中图分类号: TP393 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0044-03

葛良/GE Liang

(中国移动 江苏公司网络部, 江苏 无锡 214031)

(Network Department of China Mobile Group Jiangsu Co., Ltd., Wuxi 214031, China)

一个出现故障都可能导致业务出现异常^[1-2]。

由于在数据业务方面传统异常发现机制存在局限,导致业务异常的发现往往滞后于用户批量投诉,因此引发的投诉具有范围广、历时长、投诉量大的特点。

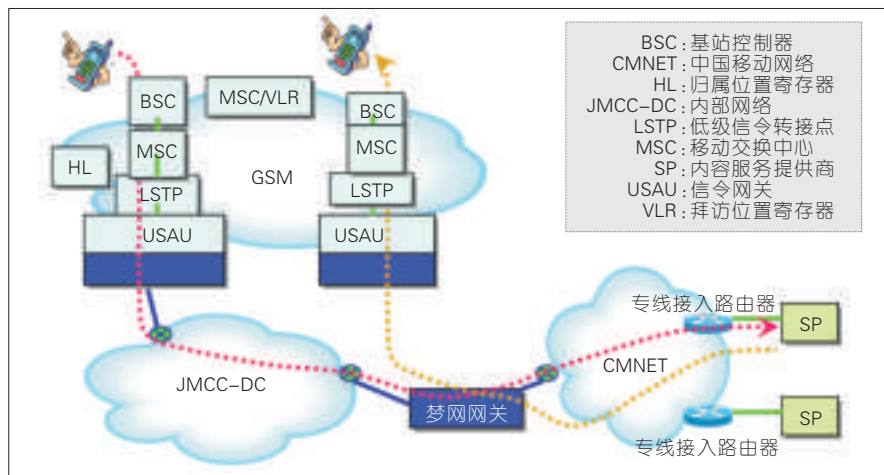
随着电信企业的重组,各运营商间的业务逐渐趋向同质化,而提高服务质量、提升客户满意度是企业取胜的重要法宝。对于网络部的维护人员而言,维护模式也将发生变化,从传统的面向设备的维护模式转变为面向业务的维护模式,即不仅关注设备的运行状况,更要关注用户是否能正常使用承载在设备之上的业务。面向业务的维护模式,客观要求维护部门在用户无法正常使用某业务时,能够快速解决以及先于用户投诉通知客服部门。

但是在目前的维护工作中,由于承载在网络上的数据业务(如气象通、农信通、通用分组无线服务技术(GPRS))完成一个业务流经的网络

设备链条较长,如气象通业务完成一个业务需要流经全球移动通信系统(GSM)核心网、短信中心、数据通信网络(DCN)、短信网关、移动信息服务中心(MISC),城域网等设备,如图1所示。因此,在这些设备中任何

1 基于业务流量的监测

文章探讨了一种新的监测方法,该方法可以屏蔽业务系统内部复杂的结构,以业务的有效性为监测的重点,并将关注点移至与用户的最近端,完全以用户的感受来衡量业务是



▲图1 气象通业务流程

收稿日期: 2014-05-10
网络出版时间: 2014-07-07

否正常。整个业务监测包含2个过程:第1个过程为建模过程,在业务流经的最后网络环节选取历史正常值为样本空间,统计单位时间段业务量,构建各业务流量模型,消除重大事件、节假日等情况下异常值的干扰;第2个过程为监测过程,准实时取得业务流量,通过一定的数学算法模型来评估业务及网络是否存在异常状况^[3]。

根据统计学的原理,某类数据业务的业务流量随着时间段有规律地进行变化。如果业务量在某个时间段突然出现异常变化,一般可以认为业务出现了故障^[4]。

图2是最简单的、通过业务流量来判断业务是否异常的方法。该方法通过建模环节来获取某类短信业务量的模型,然后通过一定的比例(例如10%)来确定上下限值,最后通过实际测试的数据来进行对比,一旦超过门限值就认为业务流量存在问题。基于上下门限的判断方法虽然在理论上可以实现,但是在实际应用中,数据的上下波动还是非常频繁的,因此需要寻找一种新的、有效的数学方法^[5]。

2 相似度介绍

相似度是用以度量两组数据变化趋势相似程度的一个数值度量,其

取值范围为 $[-1, 1]$ 。相似度的计算方法可以基于统计学中的相关系数的一些概念。

(1) 数学期望

数学期望是指离散型随机变量的一切可能的取值 X_i (随机变量)与对应的概率 $p(X_i)$ 之积的和。

$$E(X) = X_1 * p(X_1) + X_2 * p(X_2) + \dots + X_n * p(X_n) \quad (1)$$

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ 为随机变量数据, $p(X_1), p(X_2), p(X_3), \dots, p(X_n)$ 是随机变量数据的概率函数。

通过证明,得出:

$$E(X) = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n \quad (2)$$

这说明数学期望就是一组数据的算术平均值。

(2) 方差

设 X 是一个随机变量,若 $E\{\sqrt{X - E(X)}\}$ 存在,则称 $E\{\sqrt{X - E(X)}\}$ 为 X 的方差,则可得出

$$D = E\{\sqrt{X - E(X)}\} \quad (3)$$

(3) 协方差

协方差分析是建立在方差分析和回归分析基础上的一种统计分析方法。协方差与方差之间的相关关系为:

$$\text{Cov}(X, Y) = E\{[X - E(X)][Y - E(Y)]\} \quad (4)$$

(4) 相关系数

相关系数是变量之间相关程度

的指标。相关系数的取值范围为 $[-1, 1]$ 。值越大,误差越小,变量之间的线性相关程度越高;值越接近0,误差越大,变量之间的线性相关程度就会越低。

相关系数又称皮(尔生)氏积矩相关系数,是用来说明两个现象之间相关关系密切程度的统计分析指标。相关系数用希腊字母 γ 表示, γ 值的范围为 $[-1, 1]$ 。 $\gamma > 0$ 为正相关, $\gamma < 0$ 为负相关, $\gamma = 0$ 表示不相关。 γ 的绝对值越大,相关程度越高。两个现象之间的相关程度,一般划分为4级:如两者呈正相关, γ 呈正值; $\gamma = 1$ 时为完全正相关;如两者呈负相关则 γ 呈负值; $\gamma = -1$ 时为完全负相关。完全正相关或负相关时,所有图点都在直线回归线上,点子的分布在直线回归线上下越离散, γ 的绝对值越小。当例数相等时,相关系数的绝对值越接近1,相关越密切;越接近于0,相关越不密切。当 $\gamma = 0$ 时,说明 X 和 Y 两个变量之间无直线关系^[6-7]。

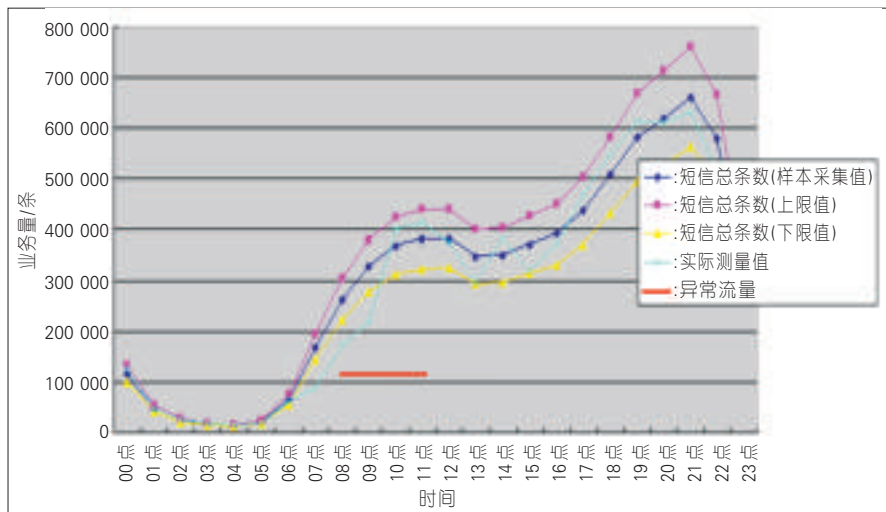
$$\gamma_{xy} = \text{Cov}(X, Y) / \sqrt{D(X)} \sqrt{D(Y)} \quad (5)$$

3 基于曲线相似度的业务流量监测

根据统计学的原理,统计的数据样本数量越大,统计的准确度则越高。

每天运行在移动设备上各类数据业务的数量是非常巨大的。我们设想,如果某一天从某个时间点开始业务曲线与平时的业务曲线相似度低于设定的门限,我们则认为业务出现了异常情况,应及时通知维护人员进行处理。

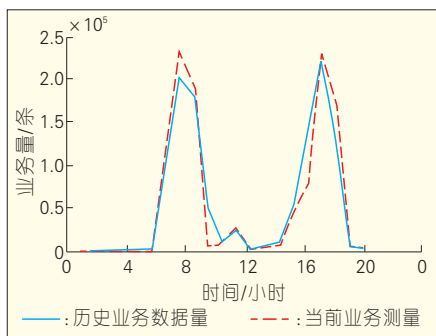
文章研究的实验平台基于matlab 7.0,并采用无异常历史数据作为分析样本,对多项业务数据进行了分析。为了保证监控及检验结果有效,实验计算当前实时监测的业务发送量与相同时刻前5天采集的业务发送量,以及历史平均业务发送量之



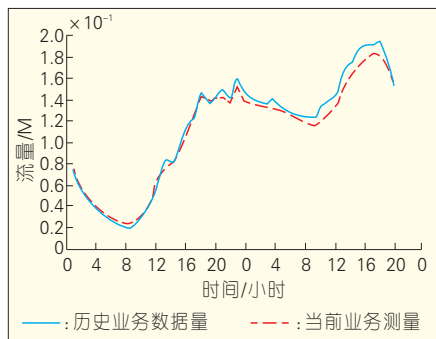
▲图2 基于业务流量监测

间的相关系数共6组数据,取其相关系数最大值为参考值。如果参考值低于阈值,则说明当前时刻业务流量出现异常^[8-10]。

首先以手机报日业务量以及某市 GPRS 日业务量为例(如图3、图4),经计算,相关系数值分别为0.9692和0.9764。



▲ 图3 手机报业务正常示意



▲ 图4 GPRS业务正常示意

通过曲线比较以及比较值可以分析得出结论,当前业务发送量异常状况。

下面通过对业务量发送异常状况数据进行分析,说明本方法监控效果的有效性。6月21日WAP网关出现故障,导致某市GPRS业务无法正常使用。计算全天数据与历史数据的相关系数,得出参考值为0.8866。趋势对照图如图5所示。

WAP网关故障发生在10:55左右。我们分别计算了10:30和11:00这两个时间点的曲线相似度,分别为0.9950,0.8430。通过相似度的计算,很容易发现在10:30—11:00,GPRS业务出现了异常情况。趋势对照图如

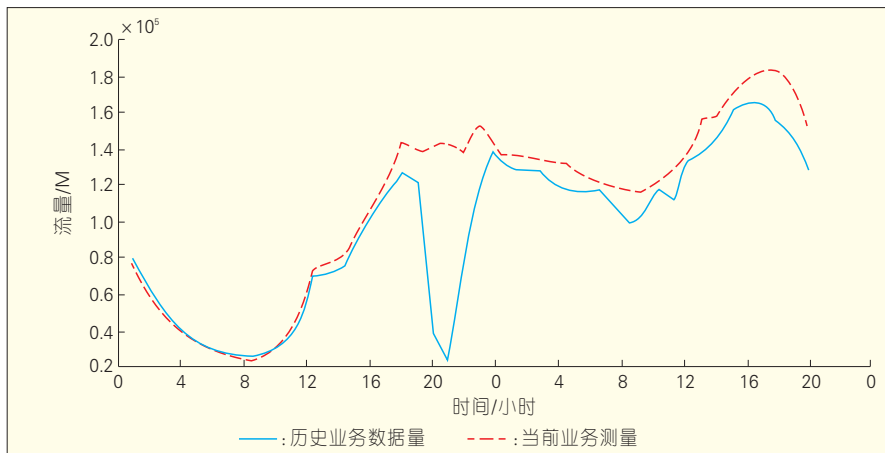
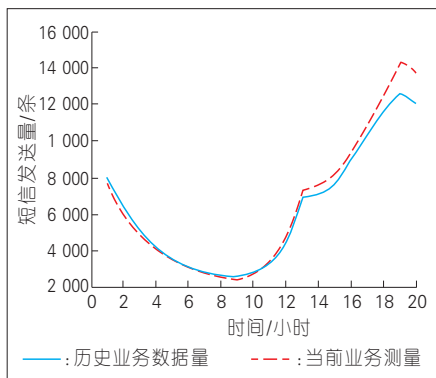
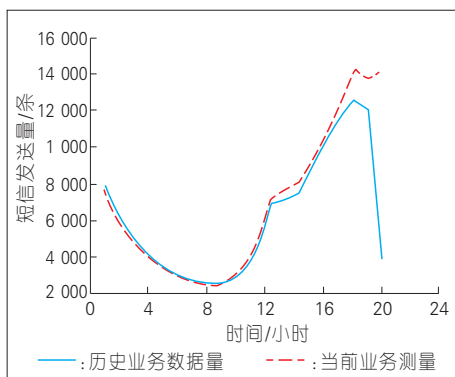


图5 GPRS业务异常示意



▲ 图6 10:30采集正常数据示意



▲ 图7 11:00采集数据出现异常示意

图6、图7。

4 结束语

文章提出基于统计学中相关系数的相似度度量方法,通过计算当前时刻业务发送量与历史正常数据之间的相关系数,判定当前业务发送量是否处于稳定状态。当参考值低于

正常阈值时系统发出告警,从而完成对业务流量模型的实时监控。通过实验数据的验证,证明本方法是非常有效的。

参考文献

- [1] 刘泽猛,刘纯志.统计学的未来[J].统计与决策,1991(06):02-04.
- [2] 高风."假设检验方法"简析[J].中国质量,2005(04):22-25.
- [3] 樊静.GPS弱信号的高灵敏度捕获算法[J].重庆邮电大学学报(自然科学版),2012,24(03):326-329.
- [4] 陶新民,郝思媛,张冬雪,徐鹏.不平衡数据分类算法的综述[J].重庆邮电大学学报(自然科学版),2013,25(1):101-110.
- [5] 秦哲.假设检验在科技项目评估结果分析中的应用[J].科技进步与对策,2005(07):18-20.
- [6] 刘晓俊,陈爱江.正态分布函数值的近似求法[J].金融数学与研究,1998(02):35-39.
- [7] 商广娟.统计技术在我国质量管理中的应用现状[J].航空标准化与质量,2006(05):33-37.
- [8] 郭雪峰,方立军,马骏,张焱.宽带线性调频信号的性能检测方法[J].雷达科学与技术,2012,10(05):57-60.
- [9] 李青华,姚云萍.一种基于知识辅助的CFAR检测器[J].雷达科学与技术,2012,10(01):92-97.
- [10] 秦雪松,秦雪峰.影响流量经营的因素与对策[J].邮电设计技术,2012(12):63-74.

作者简介



葛良,苏州大学通信工程学院毕业;现就职于中国移动江苏分公司网络部;研究方向为语音信号处理;主要从事短信、智能网等增值业务设备的维护工作。

LTE-A CSI-RSRP 测量算法研究

CSI-RSRP Measurement Algorithm in LTE-A

辛雨, 倪佳, 胡留军/HU Liujun

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

中图分类号: TP393 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0047-06

摘要: 分别以单天线端口的信道状态信息参考信号(CSI-RS)场景和两天线端口的CSI-RS场景为例子, 通过详细的公式推导了信道状态信息参考信号接收功率(CSI-RSRP)测量的4种不同算法, 并进行了仿真验证。根据仿真结果不仅可以分析出这些算法的特点, 还得出如果要提高CSI-RSRP的测量精度, 可以尽量增大CSI-RSRP的测量带宽和增加参与计算CSI-RSRP的子帧数。

关键词: CSI-RS; CSI-RSRP; 时域相关法; 频域相关法

Abstract: Respectively taking the scenario of a single antenna-port-based channel status information-reference signal (CSI-RS) and two antenna port based CSI-RS as example, four kinds of algorithms of channel status information-reference signal received power (CSI-RSRP) measurement were researched in this paper through deriving formula in detail. Simulations were also run for verification. According to the simulation results, not only the different features of these algorithms were analyzed, but we also determined that the precision of CSI-RSRP measurement can be improved by increasing the CSI-RSRP measurement bandwidth and the number of subframes used to calculate CSI-RSRP.

Keywords: CSI-RS; CSI-RSRP; time domain correlation; frequency correlation

1 CSI-RSRP 测量的引出

长期演进增强第11版本(LTE-A R11)中下行多点协作(DL COMP)技术主要包含3种类型的技术方案:联合发射(JT)、动态小区选择(DPS)和协调度与聚束(CSCB)。LTE-A R11 DL COMP技术中,需要先确定COMP测量集,然后在COMP测量集的cell集合范围中,网络侧根据用户终端(UE)反馈的信道状态信息

(CSI),来确定COMP测量集中哪些cell参与和采用哪种类型的技术方案与UE进行通信。

网络侧对COMP测量集的管理主要是基于UE的参考信号接收功率(RSRP)的测量和反馈。RSRP定义为测量带宽内携带小区参考信号(CRS)的资源位置上线性功率的平均值。这样以来UE通过测量CRS的信号强度,就可以分辨出各邻近小区中哪些小区的信号是更强的,然后网络侧就可以选择信号比较强的那些cell组成COMP测量集^[1]。

在LTE-A R11 DL COMP技术定义的4个场景中,第4个场景比较特别。在该场景中,附近多个小区具有相同的小区识别码(cell ID)。而CRS是与cell ID密切相关,如果各邻近小区的cell ID都是相同的,则各小区发射的CRS也是相同的,因此UE没法区别所测量的CRS RSRP是哪个cell的,网络侧也就没法选择哪些cell来组织COMP测量集。在RAN#69会议上,基于信道状态信息参考信号(CSI-RS)来测量RSRP的观点被提了出来。因为CSI-RS是UE专有的,针对某个UE,网络侧可以给不同的小区配置不同的CSI-RS。因此UE基于CSI-RS测量RSRP,就可以分辨出各邻近小区中哪些小区的信号是更强的。但是有个问题是,CSI-RS在时频资源里的密度很低,远远低于CRS,这样基于CSI-RS测量RSRP的精度就会大大降低。基于CSI-RS测量的RSRP可以简称为CSI-RSRP^[2-3]。文章以后部分也将CSI-RSRP直接简称为RSRP。

由于CSI-RSRP的测量精度低于CRS-RSRP的测量精度,3GPP还需要一定的时间研究CSI-RSRP的性能影响,因此在R11 DL-COMP议题里最后没有引入CSI-RSRP方法。但是在后续的LTE-A R12版本或以后的版本里,将会引入CSI-RSRP。而且从移动性管理角度看,随着通信网络的发展,在将来的蜂窝通信网络中,会出现多个小区共享cell ID的情况,所以CSI-RSRP的测量在将来的通信网络中实现有效的切换也是有必要的。因此我们很有必要对CSI-RSRP的测量算法进行研究。

UE测量参考信号功率可以采用信道估计算法,即先通过信道估计得出信道系数 h ,然后计算出RSRP。这种算法的缺点是:复杂度比较高,计算量大,会增加终端的功耗,而且在低信噪比情况下,估计的精度比较低。文章研究了采用时域相关法和频域相关法来估计RSRP,这两种方

收稿日期: 2014-05-19
网络出版时间: 2014-07-08

法可以不用先估计出信道系数 h , 因此复杂度比较低, 计算量小。文章将时域相关法和频域相关法分别进一步细分为: 共轭相乘抑噪算法和相减估噪算法。随后, 通过链路级仿真分析了时域相关法和频域相关法这两种算法估计 CSI-RSRP 的性能精度的详细情况。

2 CSI-RSRP 测量时域相关算法

对于单天线端口的 CSI-RS 场景, 文章采用时域相关法估计 RSRP。

图 1 是 LTE-A 下行传输方式的 15 号天线发射的 CSI-RS 时频资源图, 横坐标方向为时域方向, 每个小方格的长度代表了一个正交频分复用 (OFDM) 符号的长度; 纵坐标方向为频域方向, 每个小方格的长度代表了一个子载波的长度, 每个方格代表一个资源单元 (RE) 的时频资源。图中标记有“R15”的时频资源是端口号为“15”的天线发射的导频信息所在的位置。在时域方向, 天线端口 15 的导频时频资源所处的 OFDM 符号在子帧内的编号为 5 和 6; 在频域方向上, 是每隔 12 个子载波就有一个天线端口 15 的导频时频资源^[4]。

在图 1 中 OFDM 符号 5 上, 接收端可以沿着从下往上的子载波顺序, 从导频时频资源系列上接收数据系列 $Y_1(k)$, 其中 k 为 $1 \sim K_1$ 的整数序号, K_1

为数据序列 $Y_1(k)$ 的长度 (也即频域上导频时频资源的个数, 如果对于 LTE 系统带宽为 10 MHz 的情况, $K_1 \leq 50$)。 $Y_1(k)$ 的表达式为:

$$Y_1(k) = h_1(k) \times R_1(k) + n_1(k) \quad (1)$$

在式 (1) 中, $h_1(k)$ 表示天线端口 15 的导频信息系列在时频资源系列位置上的信道响应系数, $R_1(k)$ 表示天线端口 15 在导频时频资源系列上发射的导频信息系列, $n_1(k)$ 表示导频时频资源系列位置上的接收端接收到的干扰和噪声。

一般情况下, 导频信息数据满足 $R_1(k) \times R_1^*(k) = 1$, “*” 表示复数的共轭。因此对数据序列 $Y_1(k)$ 乘于导频信息系列共轭后获得数据系列 $y_1(k)$ 如式 (2):

$$\begin{aligned} y_1(k) &= Y_1(k) \times R_1^*(k) \\ &= h_1(k) + n_1(k) \times R_1^*(k) \end{aligned} \quad (2)$$

同理, 在图 1 中 OFDM 符号 6 上, 接收端可以获得第 2 个数据系列 $Y_2(k)$ 。 $Y_2(k)$ 的详细表达如式 (3):

$$Y_2(k) = h_2(k) \times R_2(k) + n_2(k) \quad (3)$$

对数据序列 $Y_2(k)$ 乘于导频信息系列共轭后获得数据系列 $y_2(k)$ 。

$$\begin{aligned} y_2(k) &= Y_2(k) \times R_2^*(k) \\ &= h_2(k) + n_2(k) \times R_2^*(k) \end{aligned} \quad (4)$$

对于式 (2) 与式 (4) 的进一步处

理, 下面分别采用共轭相乘抑噪算法和相减估噪算法来推导 CSI-RSRP 的计算公式。

2.1 时域相关——共轭相乘抑噪算法

根据公式 (2) 和 (4), 下面进行共轭相乘抑噪算法的公式推导, 令:

$$\begin{aligned} RSRP_Temp &= \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (y_1(k) \times y_2^*(k)) = \\ &= \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (h_1(k) + n_1(k) \times R_1^*(k)) \times \\ &= \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (h_2(k) + n_2(k) \times R_2^*(k)) \times \\ &= \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (h_1(k) \times h_2^*(k) + n_1(k) \times \\ &= R_1^*(k) \times h_2^*(k) + h_1(k) \times n_2^*(k) \times \\ &= R_2(k) + n_1(k) \times R_1^*(k) \times n_2^*(k) \times R_2(k)) \end{aligned} \quad (5)$$

由于每个 RE 之间的噪声是相互独立的, 且均值等于 0, 因此式 (5) 就简化为:

$$RSRP_Temp = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K h_1(k) \times h_2^*(k) \quad (6)$$

在时域上, 相邻两个 RE 上的信道系数相关性是非常高的, OFDM 符号 5 和 6 上的 CSI-RS 导频时频资源是相邻的, 因此可以近似地认为信道响应系数 $h_1(k) = h_2(k)$ 。所以, 对式 (6) 取其实部后, 就是我们所需要的 RSRP 值^[5]。因此 RSRP 的相关计算公式则为:

$$RSRP = \text{real} \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K y_1(k) \times y_2^*(k) \right) \quad (7)$$

为了提高 RSRP 值的估计精度, 我们还可以在多个 CSI-RS 子帧上进行估计, 如式 (8):

$$RSRP = \text{real} \left(\frac{1}{K \times M} \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K y_{m1}(k) \times y_{m2}^*(k) \right) \quad (8)$$

其中 M 表示的是 CSI-RSRP 子帧个数。

根据时域相关法的共轭相乘抑噪算法, 利用式 (8) 进行仿真。仿真采集的总子帧数为 400 000, CSI-RSRP 测量周期为 200 ms (一个子帧的时间长度为 1 ms), 因此仿真统计的 Delta RSRP 值为 2 000 个 (40 万 / 200 = 2 000)。图 2 是仿真结果累积分布函数 (CDF) 曲线图, 可以看出, 在 CDF 值为 0.5 时, Delta RSRP 值近似为

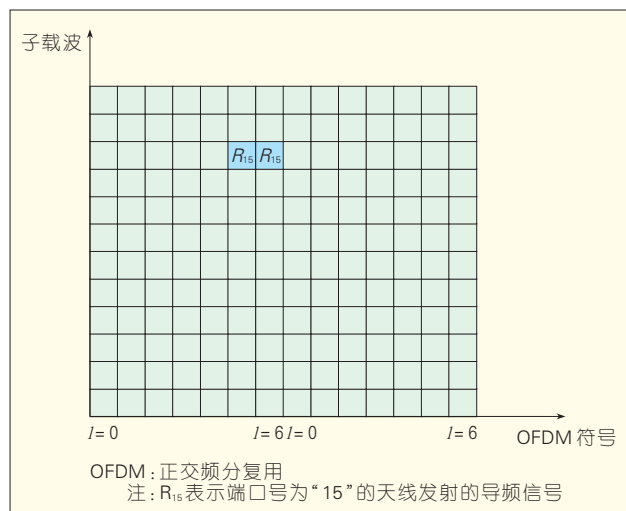
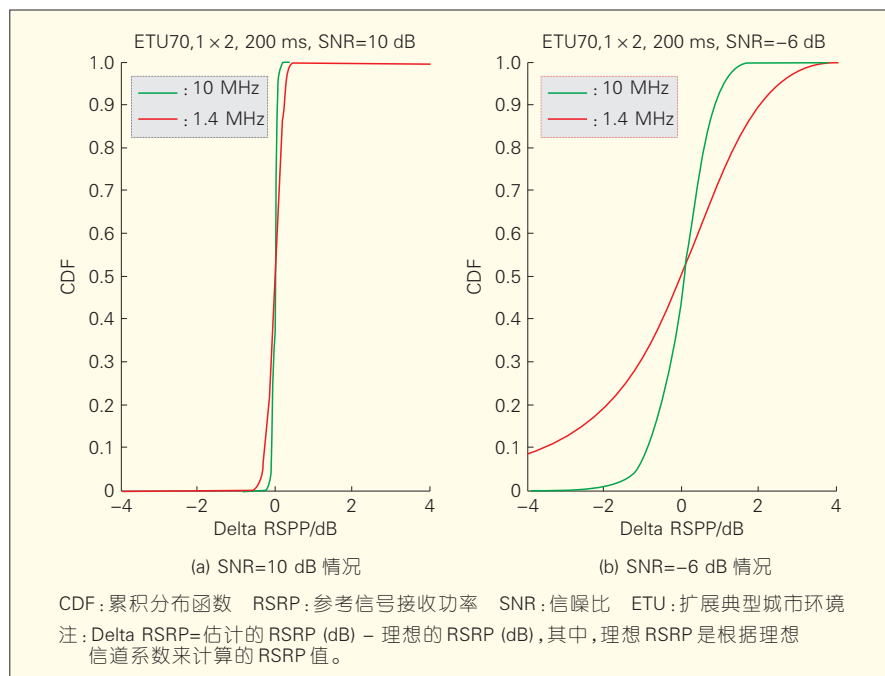


图 1
LTE 下行传输方式的
天线端口 15 发射的
CSI-RS 时频资源



▲图2 时域相关——共轭相乘抑噪算法估计的Delta RSRP 仿真结果

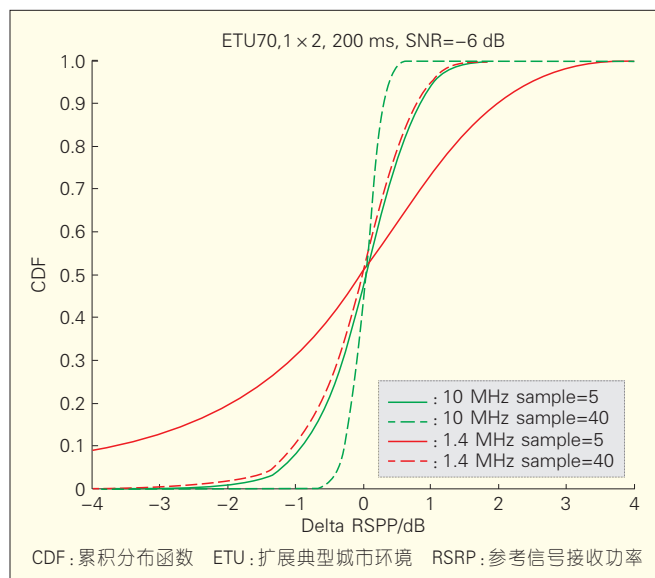
0,说明估计的RSRP平均值近似等于理想的RSRP平均值。这是因为:虽然在式(7)中, $h_1(k)$ 与 $h_2(k)$ 只是近似相等的,但由于两个相邻OFDM符号的信道系数差别非常小,因此这个差别对估计的RSRP结果影响比较小。另外,由于测量的CSI-RS导频点个数有限,导致随机噪声的均值并不是完全等于0,因此导致Delta RSRP值在等于0的左右两边有正和负的对称分布^[6]。

另外,从图2(a)中可以看出,在SNR=10 dB时,Delta RSRP的CDF曲线斜率比较大,而且Delta RSRP值集中在[-0.5,0.5]的范围内,这说明估计的RSRP受噪声的影响比较小。从图2(b)中可以看出,在SNR=-6 dB时,Delta RSRP曲线的斜率变小了,Delta RSRP值的范围也变大了,这是由于信噪比低时,噪声的影响变大了的缘故^[7]。而且,在10 MHz(即50 RB)带宽情况下,Delta RSRP斜率要大些。在1.4 MHz(即6 RB)带宽情况下,Delta RSRP斜率偏小,这是由于6 RB带宽时,CSI-RS导频样点较少,噪声抑制减弱的缘故。(Delta RSRP斜率

偏小是说明Delta RSRP值变化范围大,也即估计的CSI-RSRP精度降低)。

图3是一个CSI-RSRP测量周期内计算CSI-RSRP的子帧数 $M=5$ 及 $M=40$ 时的仿真结果对比图,从图中可以看出,参与计算CSI-RSRP的子帧数越多,Delta RSRP曲线的斜率就越大,说明噪声抑制得越好,也就是说CSI-RSRP的估计精度越高^[8]。

图3
时域相关——共轭相乘抑噪算法估计的不同子帧数的Delta RSRP 仿真结果对比



总体来说,对于单天线端口的CSI-RS场景,采用时域相关法的共轭相乘抑噪算法估计CSI-RSRP时,信噪比越高,估计的RSRP精度就越高;测量CSI-RSRP的带宽越宽,估计的RSRP精度就越高;参与计算CSI-RSRP的子帧数越多,估计的CSI-RSRP精度也越高。

2.2 时域相关——相减估噪算法

根据式(2)和(4),下面进行相减估噪算法的公式推导:

(1)先计算一个导频时频资源上参考信号和噪声的平均总功率。

$$Power_Total = \frac{1}{2K} \left(\sum_{k=1}^K y_1(k) \times y_1^*(k) + \sum_{k=1}^K y_2(k) \times y_2^*(k) \right) \quad (9)$$

(2)再计算噪声功率。

先令: $y(k) = y_1(k) - y_2(k)$, 代入式(2)和(4),得:

$$y(k) = y_1(k) - y_2(k) = h_1(k) + n_1(k) \times R^*_{*1}(k) - h_2(k) - n_2(k) \times R^*_{*2}(k) \quad (10)$$

OFDM符号5和6上的CSI-RS导频时频资源是相邻的,可以近似地认为信道响应系数 $h_1(k) = h_2(k)$ 。因此在式(10)中,信道系数就减掉了,假设导频数据 $R_1(k)$ 和 $R_2(k)$ 是功率归一化的,这样就可以计算出噪声的平均功

率为:

$$Power_Noise = \sum_{k=1}^K \frac{y(k) \times y^*(k)}{2 \times K} \quad (11)$$

(3) 计算 RSRP 的值。

$$RSRP = Power_Total - Power_Noise。$$

为了提高 RSRP 值的估计精度, 我们还可以在多个 CSI-RS 子帧上分别估计出 RSRP 值, 然后求平均值。

采用时域相关——相减估噪算法进行仿真, 仿真结果与上节采用共轭相乘抑噪算法进行仿真的结果近似相同。

对于单天线端口的 CSI-RS 场景, 采用时域相关——共轭相乘抑噪算法和采用时域相关-相减估噪算法估计的 RSRP 精度是差不多的。而且, 信噪比越高, 估计的 RSRP 精度就越高; 测量 CSI-RSRP 的带宽越宽, 估计的 RSRP 精度就越高; 计算 CSI-RSRP 的子帧数越多, 估计的 RSRP 精度也越高^[9]。

3 CSI-RSRP 测量频域相关算法

两天线端口的 CSI-RS 场景中, 天线端口 15 和 16 的 CSI-RS 导频时频资源是处在相同的时频资源位置上, 他们是采用码分复用的方式共用相同的时频资源。对于两天线端口的 CSI-RS 场景, 我们可以采用频域相关法估计 RSRP。

在图 1 中的 OFDM 符号 5 上, 采用第 2 节相同的方法可以获得数据系列 $Y_1(k)$, $Y_2(k)$ 的详细表达式为:

$$Y_1(k) = h_{11}(k) \times R_1(k) + h_{12}(k) \times R_2(k) + n_1(k) \quad (12)$$

在式 (12) 中, $h_{11}(k)$ 表示天线端口 15 的导频信息系列在时频资源系列位置上的信道响应系数, 第 1 个 $R_1(k)$ 表示天线端口 15 在导频时频资源系列上发射的导频信息系列, $h_{12}(k)$ 表示天线端口 16 的导频信息系列在时频资源系列位置上的信道响应系数, 第 2 个 $R_2(k)$ 表示天线端口 16 在导频时频资源系列上发射的导频信息系

列 (天线端口 15 与天线端口 16 发射的导频信息系列相同), $n_1(k)$ 表示导频时频资源系列位置上的接收端接收到的干扰和噪声。

对数据序列 $Y_1(k)$ 除于导频信息系列后获得数据系列 $y_1(k)$ 如式 (13):

$$y_1(k) = Y_1(k)/R_1(k) = h_{11}(k) + h_{12}(k) + n_1(k)/R_1(k) \quad (13)$$

同理, 在图 1 中的 OFDM 符号 6 上, 接收端也可以获得第 2 个数据系列 $Y_2(k)$, 其中 k 为 $1 \sim K_2$ 的整数序号, K_2 为数据序列 $Y_2(k)$ 的长度, 这时的 K_1 与 K_2 必须相等 (因为需要系列对齐解码分复用)。 $Y_2(k)$ 的详细相关表达式如式 (14):

$$Y_2(k) = h_{21}(k) \times R_2(k) - h_{22}(k) \times R_2(k) + n_2(k) \quad (14)$$

对数据序列 $Y_2(k)$ 除于导频信息系列后获得数据系列 $y_2(k)$ 。

$$y_2(k) = Y_2(k)/R_2(k) = h_{21}(k) - h_{22}(k) + n_2(k)/R_2(k) \quad (15)$$

由于 OFDM 符号 5 和 6 上的 CSI-RS 导频时频资源是相邻的, 可以近似地认为信道响应系数 $h_{21}(k) = h_{11}(k)$ 、 $h_{22}(k) = h_{12}(k)$ 。因此, 式 (15) 就可以变换为:

$$y_2(k) = Y_2(k)/R_2(k) = h_{11}(k) - h_{12}(k) + n_2(k)/R_2(k) \quad (16)$$

对比式 (13) 和式 (16), 两者相加并除以 2 后获得新的系列 $y_1(k)$:

$$y_1(k) = (y_1(k) + y_2(k))/2 = h_{11}(k) + n_1(k)/2R_1(k) + n_2(k)/2R_2(k) \quad (17)$$

对比式 (13) 和式 (16), 两者相减并除以 2 后获得新的系列 $y_2(k)$:

$$y_2(k) = (y_1(k) - y_2(k))/2 = h_{12}(k) + n_1(k)/2R_1(k) - n_2(k)/2R_2(k) \quad (18)$$

式 (17) 和式 (18) “两者相加并除以 2” 和 “两者相减并除以 2” 的操作就是解码分复用操作。式 (17) 是包含有天线端口号 15 的信道系数信

息; 式 (18) 是包含有天线端口号 16 的信道系数信息。

对于式 (17) 和 (18) 的进一步处理, 下面分别采用共轭相乘抑噪算法和相减估噪算法来推导 CSI-RSRP 的计算公式。

3.1 频域相关——共轭相乘抑噪算法

下面分别根据式 (17) 和 (18) 进行共轭相乘抑噪算法的公式推导。

根据式 (17), 令:

$$RSRP_Temp = \frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^{K-1} (y_1(k) \times y_1^*(k+1)) = \frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^{K-1} ((h_{11}(k) + n_1(k)/2R_1(k) + n_2(k)/2R_2(k)) \times (h_{11}(k+1) + n_1(k+1)/2R_1(k+1) + n_2(k+1)/2R_2(k+1))) \quad (19)$$

由于每个 RE 之间的噪声是相互独立的, 且均值等于 0, 因此式 (19) 就简化为:

$$RSRP_Temp = \frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^{K-1} (h_{11}(k) \times h_{11}^*(k+1)) \quad (20)$$

在频域上, 相邻两个 CSI-RS 间隔 12 个子载波, 我们假定它们的信道响应系数近似相等, 即 $h_{11}(k) = h_{11}(k+1)$ 。所以, 对式 (20) 取其实部后, 就是我们所需要的 RSRP 值。因此根据公式 (17), RSRP 的计算公式就为:

$$RSRP = \text{real}(\frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^{K-1} (y_1(k) \times y_1^*(k+1))) \quad (21)$$

根据式 (21) 可以估计出天线端口 15 的 RSRP 值。

同理, 根据式 (18), 也可以计算出天线端口 16 的 RSRP 值, 然后可以对两个天线端口的 RSRP 值取平均。为了提高 RSRP 值的估计精度, 我们还可以在多个 CSI-RS 子帧上进行估计, 然后取平均值。具体式 (22):

$$RSRP = \text{real}(\frac{1}{L \times (K-1) \times M} \sum_{m=1}^L \sum_{k=1}^{K-1} y_{m1}(k) \times y_{m1}^*(k+1)) \quad (22)$$

其中, M 表示 CSI-RSRP 子帧个数; L 表示天线端口个数, 比如上面使用天线端口 15 和 16 时, $L=2$ 。

根据频域相关——共轭相乘抑噪算法,利用式(22)进行仿真。

图4是频域相关——共轭相乘抑噪

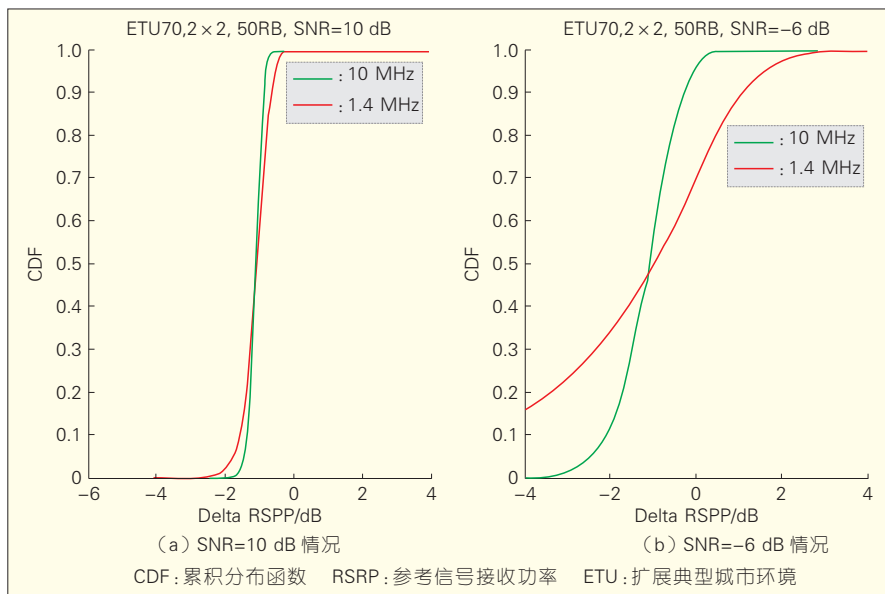


图4 频域相关——共轭相乘抑噪算法估计的 Delta RSRP 仿真结果

噪算法估计的 Delta RSRP 仿真结果。可以看出,在 CDF 值为 0.5 时, Delta RSRP 值大概为 -1,说明估计的 RSRP 平均值比理想的 RSRP 平均值偏小,即存在一定的偏差。这是因为频域上相邻两个 CSI-RS 间隔了 12 个子载波,间隔的距离有点大,我们的算法只是假定他们的信道响应系数近似相等,即在式(17)中,假定 $h_1(k)$ 与 $h_2(k)$ 近似相等,这样就会有些功率泄漏到共轭乘积的虚部上,所以式(22)取实部后,就会有一定的功率损失,因此从总体统计来说,估计的 RSRP 偏小了。另外,由于测量的 CSI-RS 导频点个数有限,导致随机噪声的均值并不是完全等于 0,因此导致 Delta RSRP 值在等于 -1 的左右两边呈对称分布^[10]。

另外,从图 4(a)中可以看出,在 SNR=10 dB 时, Delta RSRP 的 CDF 曲线斜率比较大,而且 Delta RSRP 值集中在 [-2,-0.2] 的范围内,这说明估计的 RSRP 受噪声的影响比较小。从图 4(b)中可以看出,在 SNR=-6 dB 时, Delta RSRP 曲线的斜率变小了,Delta

RSRP 值的范围也变大了,这是由于信噪比低时,噪声的影响变大了。而且,在 10 MHz (即 50 RB) 带宽情况

下, Delta RSRP 斜率要大些。在 1.4 MHz (即 6 RB) 带宽情况下, Delta RSRP 斜率稍微偏小,这是由于 6 RB 带宽时, CSI-RS 导频样点较少,噪声抑制减弱的缘故。

图 5 是一个 CSI-RSRP 测量周期内计算 CSI-RSRP 的子帧数 $M=5$ 及 $M=40$ 时的仿真结果对比图,从图中可以看出,参与计算 CSI-RSRP 的子

帧数越多, Delta RSRP 曲线的斜率就越大,说明噪声抑制得越好,也就是说 CSI-RSRP 的估计精度越高。

总体来说,采用频域相关——共轭相乘抑噪算法估计 RSRP 时,信噪比越高,估计的 RSRP 精度就越高;测量 CSI-RSRP 的带宽越宽,估计的 RSRP 精度就越高;计算 CSI-RSRP 的子帧数越多,估计的 RSRP 精度也越高。缺点是:频域相关——共轭相乘抑噪算法会使得估计的 RSRP 值总体偏小。

3.2 频域相关——相减估噪算法

下面分别根据式(17)和(18)进行相减估噪算法的公式推导。

(1) 先计算一个导频时频资源上参考信号和噪声的平均总功率。

$$Power_Total = \frac{1}{K} \left(\sum_{k=1}^K y_1(k) \times y_1^*(k) \right) \quad (23)$$

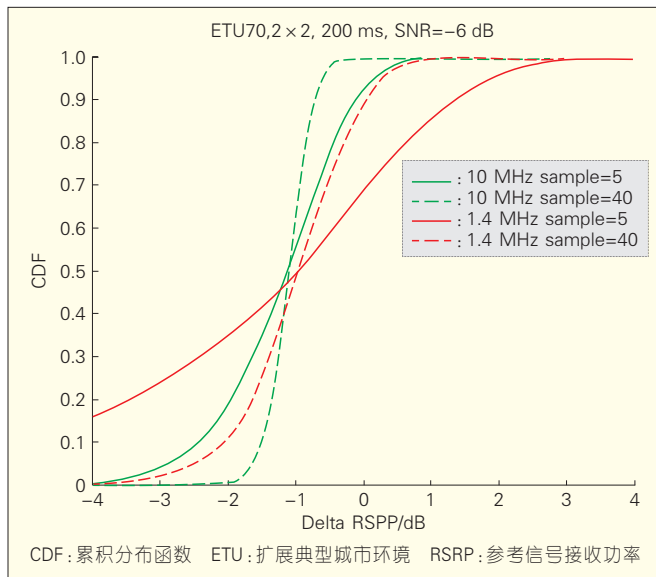
(2) 计算噪声功率。

先令: $y(k) = y_1(k) - y_1(k+1)$, 代入公式(17), 得出:

$$\begin{aligned} y(k) &= y_1(k) - y_1(k+1) = \\ &h_{11}(k) + n_1(k)/2R_1(k) + n_2(k)/2R_2(k) - \\ &h_{11}(k+1) - n_1(k+1)/2R_1(k+1) - \\ &n_2(k+1)/2R_2(k+1) \end{aligned} \quad (24)$$

在频域上,相邻两个 CSI-RS 间隔 12 个子载波,我们假定它们的信道响

图5
频域相关——
共轭相乘抑噪算
法估计的不同子帧数
的 delta RSRP 仿真
结果对比



应系数近似相等,即 $h_{11}(k) = h_{11}(k+1)$ 。因此上面公式中,信道系数就减掉了,这样就可以计算出噪声的平均功率为:

$$Power_Noise = \sum_{k=1}^{K-1} \frac{y(k) \times y^*(k)}{2 \times (K-1)} \quad (25)$$

(3) 计算 RSRP 的值。

$RSRP = Power_Total - Power_Noise$ 。

根据上面 3 个步骤可以计算出天线端口 15 的 RSRP 值。

同理,根据式(18),也可以按照上面 3 个步骤计算出天线端口 16 的 RSRP 值,然后可以对两个天线端口的 RSRP 值取平均值。为了提高 RSRP 值的估计精度,我们还可以在多个 CSI-RS 子帧上分别估计出 RSRP 值,然后求平均值。

采用频域相关——相减估噪算法进行仿真,仿真结果与上节采用频域相关——共轭相乘抑噪算法进行仿真的结果近似相同。

采用频域相关——共轭相乘抑噪算法和采用频域相关——相减估噪算法估计的 RSRP 精度是差不多的。而且,信噪比越高,估计的 RSRP 精度就越高;测量 CSI-RSRP 的带宽越宽,估计的 RSRP 精度就越高;计算 CSI-RSRP 的子帧数越多,估计的 RSRP 精度也越高。缺点是:频域相关——共轭相乘抑噪算法和频域相关——相减估噪算法会使得估计的 RSRP 值总体偏小。

4 结束语

文章首先根据 LTE-A R11 DL COMP 技术遇到的技术问题,引出了

CSI-RSRP 的测量需求。然后,分别以单天线端口的 CSI-RS 场景和两天线端口的 CSI-RS 场景为例子,通过详细的公式推导研究了 CSI-RSRP 测量的 4 种不同算法:时域相关-共轭相乘抑噪算法、时域相关-相减估噪算法、频域相关——共轭相乘抑噪算法、频域相关——相减估噪算法,并进行了仿真验证。

从仿真结果可以看出,采用文章研究的 4 种 CSI-RSRP 测量算法有几个共同特点:(1)信噪比越高,估计的 RSRP 精度就越高;(2)测量 CSI-RSRP 的带宽越宽,估计的 RSRP 精度就越高;(3)计算 CSI-RSRP 的子帧数越多,估计的 RSRP 精度也越高。另外从仿真结果还可以看出,采用时域相关-共轭相乘抑噪算法和采用时域相关——相减估噪算法估计的 RSRP 精度是差不多的;采用频域相关——共轭相乘抑噪算法和采用频域相关——相减估噪算法估计的 RSRP 精度也是差不多的,但缺点是:频域相关的两种算法会使得估计的 RSRP 值总体偏小。

根据仿真结果分析出的这些特点,如果要提高 CSI-RSRP 的测量精度,可以尽量增大 CSI-RSRP 的测量带宽和增加参与计算 CSI-RSRP 的子帧数。

参考文献

- [1] 3GPP TR 36.819. Coordinated multi-point operation for LTE physical layer aspects (Release 11)[S].2011.
- [2] 3GPP R4-63AH-0062. R4-63AH-0062_ZTE_Link level simulation results for CSI-RS RSRP measurement [Z]. 2012.
- [3] 3GPP R4-63AH-0084. R4-63AH-

0084_Intel_Further link level performance analysis of CSI-RS based RSRP measurements[Z]. 2012.

- [4] 3GPP R4-63AH-0145. R4-63AH-0145-Samsung-CSI-RS based RSRP[Z]. 2012
- [5] 3GPP 36101-a80. User Equipment (UE) radio transmission and reception (Release 10) [S].2011.
- [6] 谢大雄、朱晓光、江华.移动宽带技术——LTE [M].北京:人民邮电出版社,2012.
- [7] 张继东、郑宝玉.基于导频的 OFDM 信道估计及其研究进展[J].通信学报,2003,24(11):116-124.
- [8] 徐文颖、张静、董建萍.导频信道估计中的插值算法[J].上海师范大学学报(自然科学版),2007(06):41-46.
- [9] 李振明、张捷、赵平. OFDM 系统中信道估计的研究[J].微型电脑应用,2010年,26(09):03-08.
- [10] 周文安、王志辉.无线通信原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2009.

作者简介



辛雨,北京邮电大学博士毕业;中兴通讯股份有限公司资深技术预研工程师;从事无线通信技术预研工作,研究方向为无线链路性能及算法研究;目前已经在无线通信方面申请了多项专利,在 3GPP 及 3GPP2 国际会议上提交了上百篇标准提案,在通信相关杂志中发表了多篇论文。



倪佳,北京理工大学毕业;中兴通讯股份有限公司高级工程师;从事无线通信技术研究;已向 3GPP 国际标准组织提交提案近 50 篇,并参与申请了多项专利。



胡留军,哈尔滨工程大学毕业;中兴通讯股份有限公司无线预研部部长、高级工程师;主要研究方向为移动通信网络及其关键技术;已发表论文、专利 80 余项。

综合信息

联合国公布全球电子政府排名 韩国三连冠

2014 年 7 月 9 日消息,联合国经济社会事务部于 2014 年 6 月 25 日公布了全球各国电子政府排名情况。该排名每两年发布 1 次,日本由 2012 年的第 18 名跃居第 6。韩国从该排名诞生的 2010 年开始已连续 3 次位

列榜首。

此次二、三名分别是澳大利亚和新加坡,两个国家的排名较上次有了大幅上升,进入了前 3 强。该排名的依据是以 193 个联合国成员国为对象的“联合国电子政府调查”。

(转载自《中国信息产业网》)

智慧协同标识网络

Smart, Cooperative Identifier Networks

张宏科, 陈哲/CHEN Zhe

(北京交通大学 下一代互联网互联设备国家工程实验室, 北京 100044)
(National Engineering Laboratory for Next Generation Internet Interconnection Infrastructure, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

中图分类号: TP393.03 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0053-04

摘要: 创造性地提出了以“三层”、“两域”为典型特征的智慧协同标识网络结构模型。“三层”即智慧服务层、资源适配层和网络组件层;“两域”即实体域和行为域。在此基础上,分别建立了智慧服务层、资源适配层和网络组件层的基本理论,以在有效解决网络可扩展性、移动性、安全性等问题的基础上,大幅度提高网络资源利用率,降低网络能耗,显著提升用户体验。

关键词: 未来互联网体系;智慧协同;资源适配;博弈决策

Abstract: In this paper, we propose a smart, cooperative network architecture that has three layers: smart service, resource adaption, and network component. The architecture also has two realms: entity and behavior. We outlined the basic theories of the three layers in order to address network scalability, mobility, security, and other issues and improve network resource utilization, reduce energy consumption, and improve user experience.

Key words: future Internet architecture; smart and cooperation; adaptive resource allocation; gaming decision

随着科技的发展,信息网络已成为推动社会进步的巨大动力。经济与社会发展迫切需要信息网络能满足高速、高效、海量、泛在等通信需求,但现有信息网络原始设计的严重弊端,使其距此目标甚远,无法从本质上满足当前乃至未来经济与社会发展的重大迫切需求。比如在资源利用率方面,美国普林斯顿大学研究人员在2010年ACM SIGCOMM国际会议上指出,现有网络的骨干网链路利用率仅在30%~40%^[1];西班牙电信的研究人员在2011年ACM SIGCOMM

国际会议上指出,现有网络的接入网链路利用率不到10%^[2],网络资源利用率很低。又如在网络安全性方面,互联网当初是面向数据业务传输设计的,是具有幂律结构的无标度网络,这种设计导致互联网在恶意攻击面前十分脆弱。

导致这些弊端的根源在于现有互联网的原始设计思想存在不足。具体来说,现有互联网具有“三重绑定”的特征,即:服务的“资源和位置绑定”、网络的“控制和数据绑定”及“身份与位置绑定”。这种网络体系和机制是相对“静态”和“僵化”的,在此基础上的演进与发展难以突破原始设计思想的局限,无法从根本上满足信息网络高速、高效、海量、泛在

等通信需求,难以解决网络可扩展性、移动性、安全性等问题,更难以实现网络资源的高效利用、节能等。

因此,近年来全球范围内都积极开展未来互联网体系的研究工作。例如美国自然科学基金委的GENI^[3]、FIND^[4]计划,欧盟的FIRE^[5]计划等。此外,美国自然科学基金委于2010年发布了FIA计划,并且资助了NDN^[6]、MobilityFirst^[7]、NEBULA^[8]、XIA^[9]等重大项目,分别从不同侧面研究未来互联网的体系架构。中国也非常重视对未来信息网络体系结构和关键理论及技术的研究。国家“973”计划^[10]先后启动了“一体化可信网络与普适服务体系基础研究”^[11]、“可测可控可控的IP网的基础研究”项目、“新一代互联网体系结构和协议基础研究”、“面向服务的未来互联网体系结构与机制研究”和“可重构信息通信基础网络体系研究”等项目。

然而,当前关于未来信息网络体系的研究仍处于起步阶段,尚未见一个体系架构能够满足未来网络高速、高效、海量、泛在等重大通信需求。因此,智慧协同标识网络^[12]创造性地提出了资源动态适配的“三层”、“两域”体系结构模型,以在有效解决网络可扩展性、移动性、安全性等问题的基础上,大幅度提高网络资源利用率,降低网络能耗,同时显著提升用户体验。

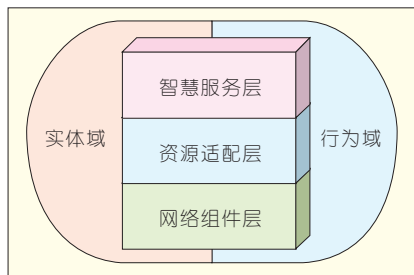
1 智慧协同标识网络体系结构模型

智慧协同标识网络原创性地提出了一个资源动态适配的三层、两域体系结构模型(如图1所示)。三层即“智慧服务层”、“资源适配层”和“网络组件层”;两域即“实体域”和“行为域”。三层体系模型实现智慧服务层到资源适配层的动态适配映射,资源适配层对智慧服务需求和网络组件行为进行博弈决策,进而映射到网络组件层以选定相应的网络组

收稿日期: 2014-04-16

网络出版时间: 2014-05-06

基金项目: 国家重点基础研究发展(“973”)规划(2013CB329100); 国家自然科学基金重点项目(61232017)



▲图1 智慧协同标识网络的“三层”、“两域”总体结构模型

件；“两域”将网络实体域遇到的问题转化到行为域中解决，再将解决方案返回到实体域中执行，最终构成资源动态适配的智慧协同标识网络体系的基础理论框架。

在三层、两域新体系结构模型中，智慧服务层主要负责服务的标识和描述，以及服务的智慧查找与动态匹配等；资源适配层通过感知服务需求与网络状态，动态地适配网络资源并构建网络族群，以充分满足服务需求进而提升用户体验，并提高网络资源利用率；网络组件层主要负责数据的存储与传输，以及网络组件的行为感知与聚类。

该体系三层结构之间的智慧映射函数分别为 F_1 、 F_2 和 F_3 （如图2所示），分别完成服务需求到族群的选择、族群内网络组件与服务需求的匹配以及网络组件的行为聚类功能。实体域使用服务标识（SID）来标记一次智慧服务，实现服务的“资源和位置分离”；使用族群标识（FID）来标记一个族群功能模块，使用组件标识（NID）来标记一个网络组件设备，实现网络的“控制和数据分离”及“身份与位置分离”；“行为域”使用服务行为描述（SBD）、族群行为描述（FBD）和组件行为描述（NBD）来分别描述实体域中服务标识、族群标识以及组件标识的行为特征。

资源动态适配的智慧协同标识网络基本工作原理如图3所示。使用行为匹配机制完成智慧服务层和资源适配层之间的映射；在行为域中根据服务需求行为描述和族群功能

行为描述形成一次映射，为智慧服务寻求最佳的族群功能模块搭配组合，然后根据实体域的族群间协作机制，控制指定的族群功能模块进行协同工作，从而实现服务标识到族群标识的映射过程；使用行为聚类机制完成资源适配层和网络组件层之间的映射，即在行为域中根据族群行为描述和组件行为描述形成另一次映射，为族群功能模块判定最合理的网络组件构成，然后根据实体域的族群内联动机制，在族群功能模块内的网络组件之间建立相互联动关系，以完成族群功能模块的整体功能，实现由族群标识到组件标识的映射过程。通过这两次映射，网络资源可以依据服务

需求动态地进行适配，从而实现智慧服务。

总之，智慧协同标识网络的三层、两域体系通过动态感知网络状态并智能匹配服务需求，进而选择合理的网络族群及其内部组件来提供智慧化的服务，并通过引入行为匹配、行为聚类、网络复杂行为博弈决策等机制来实现资源的动态适配和协同调度，大幅度提高网络资源利用率，降低网络能耗，并且显著提升了用户体验。

2 新网络体系智慧服务层工作机理

在图1所示的智慧服务层总体模

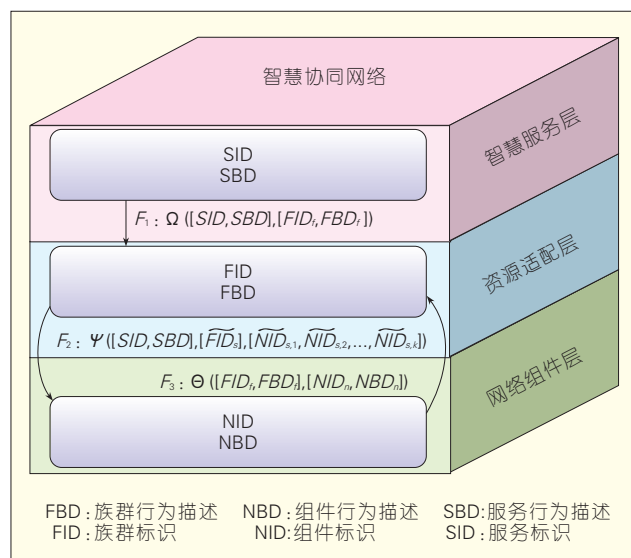


图2 智慧协同标识网络的映射模型

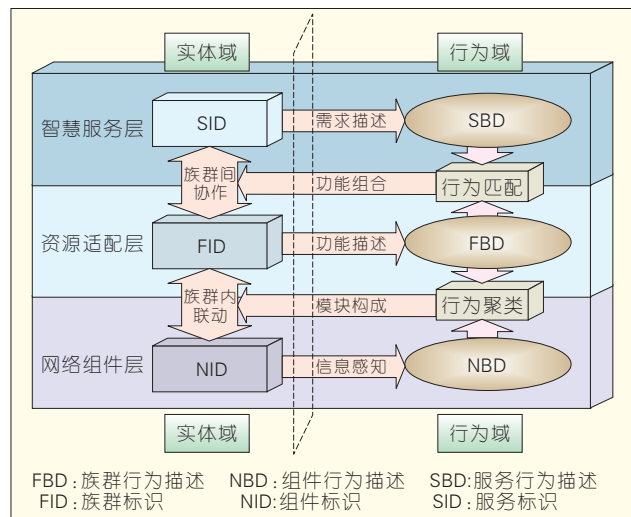


图3 智慧协同标识网络体系基本工作原理

型的基础上,本节将分析和阐述智慧服务层的工作机理,主要包括以下两部分:服务标识的命名与服务行为表征、服务资源的智慧存储。

2.1 服务标识的命名与服务行为表征

为了实现服务的普适化与智慧化,智慧协同标识网络采用SID对服务进行统一命名和描述。至于服务标识的具体生成函数可以根据实际网络环境和需要来确定。此外,某些网络服务的属性具有主观性,如服务可信度等,这些属性的抽象需要考虑具体的应用环境和需求,如某些场景下对服务可信度要求较高,这时抽象的粒度就要细一些。

此外,在智慧服务层中,为了对服务行为进行表征,引入了SBD的概念。SBD是在服务命名基础上对服务的进一步描述,分为拓扑描述、性能描述和功能描述等。网络实体服务的SBD可以定义成如下形式:

$$SBD \triangleq \left[\begin{array}{c} \{b_L^{ST}, b_C^{ST}, \dots\}_T \\ \{b_Q^{SP}, b_B^{SP}, b_D^{SP}, b_L^{SP}, b_M^{SP}, \dots\}_P \\ \{b_T^{SF}, b_N^{SF}, b_S^{SF}, b_P^{SF}, \dots\}_F \end{array} \right] \quad (1)$$

式(1)中, T 、 P 、 F 分别对应着拓扑行为、性能行为和功能行为。对于SBD,拓扑信息包括服务位置 b_L^{ST} 和服务缓存位置 b_C^{ST} 等;性能信息包括质量要求 b_Q^{SP} 、带宽要求 b_B^{SP} 、延时要求 b_D^{SP} 、丢包要求 b_L^{SP} 和最佳通信方式 b_M^{SP} 等;功能信息包括服务类型 b_T^{SF} 、版本号 b_N^{SF} 、信誉属性 b_S^{SF} 和提供者签名 b_P^{SF} 等。

其中,服务位置和服务缓存位置代表服务所在网络的节点设备描述,用于标记可获取服务的网络位置信息;服务类型是指服务的业务类型,如语音、视频、图片、文件等;服务的信誉属性包括用户对这个服务的感知评估和其他服务的反馈信息;版本信息用于在服务提供商发布新版本时,维持其服务标识不变的情况下更新其版本号;提供者签名则是出于安全性的考虑,用于保证信息的真实性

和可靠性。

2.2 服务资源的智慧存储

在传统网络中,服务资源基本上都是采用服务器集中存储的模式。随着三网融合等业务的发展,这种服务资源存储模式暴露出越来越严重的缺陷:当大量的用户访问视频业务资源时,会消耗海量的网络带宽及交换路由设备的资源,不仅严重影响网络的正常运转,而且也大大降低了用户体验。

智慧协同标识网络引入服务标识来表征网络服务资源,服务标识并不随着服务资源的位置发生变化,实现了资源与位置的分离。因此,可以根据服务资源的属性和用户的偏好采用合理的服务资源存储方法:集中式存储或分布式存储。例如,数据量相对较小的服务可以仍旧采用服务器集中存储的模式;数据量较大但用户访问频率较低的业务也可以采用服务器集中存储的模式;数据量较大且用户访问频率很高的业务可以采用分布式存储的模式。

图4给出了一种视频业务资源的存储方法。其中,NSC表示网络交换组件,SSC表示服务存储组件。距离客户端最近的本地SSC上,存储用户访问量最高的热点视频业务;如果用户访问的服务属于次热点视频业务,在本地SSC上没有,那么它可以访问上一级SSC;如果上一级SSC也没有,

可以继续向上访问,直到最终的视频服务器。将服务标识所代表的服务或数据在网络中进行缓存的策略,使得用户能够就近获取服务,而无须访问远端服务器。这种服务资源存储机制能够大大减少网络的服务时延和流量,从而有效地提高网络资源利用率。实际网络环境中,针对网络资源的有限性和服务资源的随机性,需要在具体的服务资源存储机制中进一步采取优化措施,如服务资源的分片存储等。

3 智慧网络组件模型与节能机理

未来互联网智慧网络组件主要包括:网络交换路由组件(NSR)、网络交换组件(NSC)、智慧服务解析服务器(ISRS)、资源适配解析服务器(RARS)、智慧中心控制组件(ICCC)、内容提供服务器(CPS)、固定终端组件(STC)、移动终端组件(MTC)等。其中资源适配解析服务器主要负责服务和网络资源的动态适配,智慧中心控制组件主要负责服务族群的内部管理,网络交换路由组件主要负责数据的传输与存储。

典型网络组件模型具有下3个主要特征:(1)在组件数据层面引入记忆模块,根据服务流行度对网络数据进行动态存储,以实现资源动态适配、就近获取的目标,真正支持云计算与云服务;(2)通过引入模块化虚

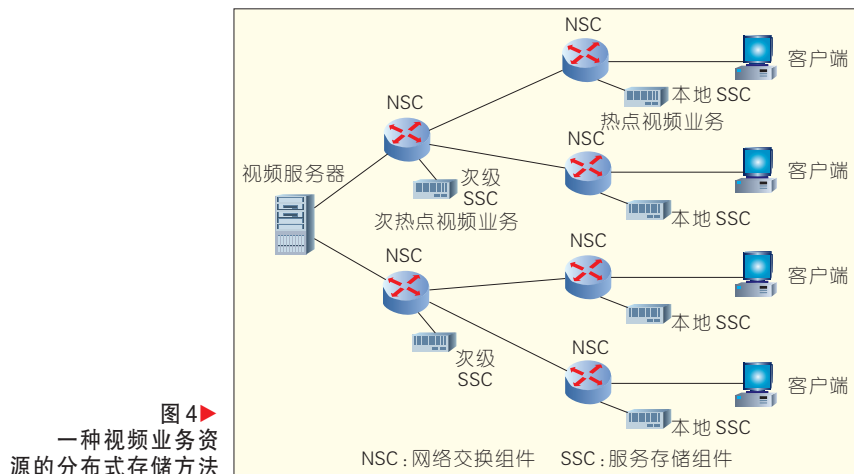


图4▶
一种视频业务资源
的分布式存储方法

拟技术和控制层面与数据层面分离的机制,网络组件可动态感知和认知自身的状态,灵活地进行功能模块的重组,以实现网络性能的最优化和节能减排的目的;(3)组件标识只承载组件本身的身份信息,而不承载组件的位置信息,从而有效解决传统网络移动性支持差的问题。

典型网络组件模型包括组件控制层面和组件数据层面。控制层面包括记忆子模块和控制子模块,其中记忆子模块用来对网络组件的状态信息进行认知,存储网络的可达性信息、路径状态信息、路径可靠性信息、组件自身性能信息等,并从数据层面提取服务标识和服务行为描述信息,进行存储;而控制子模块则根据记忆子模块的信息,对数据层面的转发行为进行控制。组件数据层面包括数据层记忆模块和转发模块。数据层记忆模块用来对服务的内容进行存储,而转发模块用于转发数据。当数据流经转发模块时,数据层记忆模块可以根据组件控制层面的要求,存储相应的服务内容,并进一步将该服务的服务标识和服务行为描述信息通告给组件控制层面。当相同的服务再次被请求时,网络组件可以根据组件控制层面的信息,从组件数据层记忆模块提取数据,就近为用户提供所需服务,从而避免从远端获取服务而导致的能耗高、延时大等问题,进而在有效提升用户体验的同时,提高网络资源的利用率。

在智慧协同标识网络中,智慧网络组件可在链路利用率较低时,重构网络组件内部结构,根据转发业务量的不同需求,将业务智能地转移到一个或少数几个线卡上进行处理,使得网络组件中其他闲置的线卡进入休眠状态。网络组件感知链路上的数据流量,根据流量自适应配置自身工作状态,减少网络组件能耗,从而从整体上实现网络的绿色节能。网络组件在休眠状态(不转发数据)时,其配置数据保存在控制层面模块中,从

而保证休眠时该网络组件在网络中的存在性。

需要说明的是,网络组件的休眠状态不同于关闭状态。休眠组件定时向智慧中心控制组件发送休眠数据包,智慧中心控制组件收集和处理各组件感知到的状态信息,计算出相应的休眠策略。当网络流量增加时,智慧中心控制组件根据新的状态信息重新确定新的休眠策略,唤醒相应的网络组件。

4 结束语

智慧协同标识网络采用三层、两域总体系统理论与框架,创建了智慧服务层的基本理论模型,提出服务标识、服务行为描述和服务标识与族群标识的智慧映射机理;建立了资源适配层基本理论模型,提出族群标识、族群行为描述和网络资源与服务需求的博弈决策模型;创建了网络组件层基本理论模型,提出组件标识、组件行为描述和组件标识到族群标识的智慧聚类机制。这种全新的网络体系与机制的设计,能够在有效解决网络可扩展性、移动性、安全性等问题的基础上,大幅度提高网络资源利用率,降低网络能耗,显著提升用户体验。需要指出的是,虽然文章中所提到的工作已取得了一些可喜的成果,但是对新网络体系理论与关键技术的深入细致研究、完善及推广应用还有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] Fisher W, Suchara M, Rexford J. Greening backbone networks: reducing energy consumption by shutting off cables in

bundled links [C]// Proceedings of ACM SIGCOMM workshop on Green Networking, India, 2010: 29-34.

- [2] Goma E, Canini M, Toledo A L, et al. Insomnia in the access [C]// Proceedings of ACM SIGCOMM '2011, Toronto, August 2011: 338-349.
- [3] GENI: global environment for network innovations [EB/OL]. <http://www.geni.net>
- [4] FIND: future Internet network design [EB/OL]. <http://find.isi.edu>
- [5] FIRE [EB/OL]. <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire/>
- [6] Named Data Networking [EB/OL]. <http://www.named-data.net/>
- [7] MobilityFirst [EB/OL]. <http://mobilityfirst.winlab.rutgers.edu/>
- [8] Nebula [EB/OL]. <http://nebula.cis.upenn.edu/>
- [9] XIA-eXpressive Internet Architecture [EB/OL]. <http://www.cs.cmu.edu/~xia/>
- [10] 973 Program [EB/OL]. <http://www.973.gov.cn>
- [11] 张宏科, 苏伟. 新网络体系基础研究——体化网络与普适服务 [J]. 电子学报, 2007, 35(4): 593-598.
- [12] 张宏科, 罗洪斌. 智慧协同网络体系基础研究 [J]. 电子学报, 2013, 41(7): 1249-1254.

作者简介



张宏科, 北京交通大学教授、博士生导师, 北京交通大学下一代互联网互联设备国家工程实验室主任, 中国通信学会理事, 北京通信学会第8届理事会副理事长; 目前主要从事下一代信息网络关键理论与技术的研究工作, 作为首席科学家主持国家“973”项目“智慧协同网络理论基础研究”的研究工作; 近年来在《IEEE Transactions on Mobile Computing》, 《IEEE Network》等高水平期刊与国际会议发表论文百余篇。



陈哲, 北京交通大学在读博士生; 主要从事新一代信息网络关键理论与技术的研究工作。

综合信息

2014年中国传感器市场规模或将达1 200亿元

2014年7月3日消息, 根据《中国电子元件“十二五”规划》, “十二五”期间中国将投资5 000亿元, 主要集中在新型电子元件的研发和产业化领域。金模物联网首席研究员罗百辉指出: “2014年中国传感器市场规模有望达到1 200亿元以上。”

(转载自《中国产业信息网》)

基于 CPLD 的 FPGA 从并快速加载方案

Fast Serial Parallel Loading Scheme of FPGA Basing on CPLD

中图分类号: TP393 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0057-03

摘要:提出了基于复杂可编程逻辑器件(CPLD)的现场可编程门阵列(FPGA)从并加载方案,及逻辑代码的实现过程,并给出仿真结果。该方案理论计算结果表明,当加载 SPARTAN-6 系列最高端的 6SLX150T 时,采用基于 CPLD 的从并加载方式,共需要加载时间为 1.221 s,完全满足通信产品的快启动要求,具有较高的应用价值。

关键词: FPGA; CPLD; 控制器; 从并; 加载; 启动

Abstract: This paper describes field programmable gate array (FPGA) parallel loading scheme, which is based on complex programmable logic device (CPLD). This paper also describes the implementation process of logic code and provides simulation results. The calculation results of this scheme show that using a CPLD-based parallel-loading scheme when loading the 6SLX150T (highest level of SPARTAN-6), the loading time is just 1.221 s. This fully satisfies the quick boot of communication products and has higher application value.

Key words: FPGA; CPLD; controller; salve parallel; loading; boot

李春雨/LI Chunyu

(浙江机电职业技术学院 电气电子工程学院, 浙江 杭州 310053)
(Institute of Electrical and Electronics Engineering, Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

现场可编程门阵列(FPGA)作为专用集成电路(ASIC)领域的一种半定制电路^[1],可以根据设计的需要灵活实现各种接口或者总线的输出,在设备端的通信产品中已得到越来越广泛的使用^[2]。FPGA 是基于静态随机存储器(SRAM)结构的,断电后程序丢失后的每次上电都需要重新加载程序。且随着 FPGA 规模的升级,加载程序的容量也越来越大,如 Xilinx 公司的 Spartan-6 系列中的 6SLX150T,其加载容量最大可以达到 4.125 MB^[3]。在通信产品中,要求系统启动快,相应 FPGA 加载时间尽可能短,因此其加载方式是产品设计时必须妥善解决的一个问题。文章

介绍了通过复杂可编程逻辑器件(CPLD)对 FPGA 加载方式的并行实现,满足通信系统的加载速度快、占用资源少的要求。

1 FPGA 常用配置方式

FPGA 的配置数据通常存放在系统中的存储器件中,上电后控制器读取存储器中的 bit 文件并加载到 FPGA 中^[4],配置方式有 JTAG、从并、从串、主从^[5]4 种,不同厂家叫法不同,但实现方式基本都是一样的^[6]。

(1)边界扫描 JTAG 方式。单板调试阶段常用 JTAG 模式^[7],该方式需要控制器,FPGA 等芯片 JTAG 接口构成菊花链,且在该模式下,控制器其他功能不能使用。

(2)从串方式。从串加载方式占用资源少,主要是和 FPGA 相连的 I/O 接口较少,但是一个配置时钟只能传

输一个 bit 数据,速度相对较低。

(3)主从方式。该方式最主要的缺点是配套使用的 FLASH 存储器必须是 FPGA 厂家指定的型号,且这个 FLASH 容量不大,不能和控制器的 FLASH 共用,使用这种方式,单板上就会有 2 个 FLASH,增加产品成本,因此该方案使用较少。

(4)从并方式。即文章中探讨的 FPGA 加载方案。

2 从并加载方式的实现

以 Xilinx 公司 Spartan-6 系列 FPGA 为例,与从并加载相关的管脚如表 1 所示^[8]。

由表 1 可以看出,从并加载接口占用的管脚资源是比较多的,即使加载数据总线使用 8 位,也要 14 个管脚,CPU 一般没有这么多通用输入/输出(GPIO)口,因此从并加载一般和 CPLD 配套使用。其加载流程如图 1 所示。

3 基于 CPLD 的 FPGA 加载方案

3.1 方案介绍

在设备端通信产品中,基于 CPLD 的 FPGA 从并加载框如图 2 所

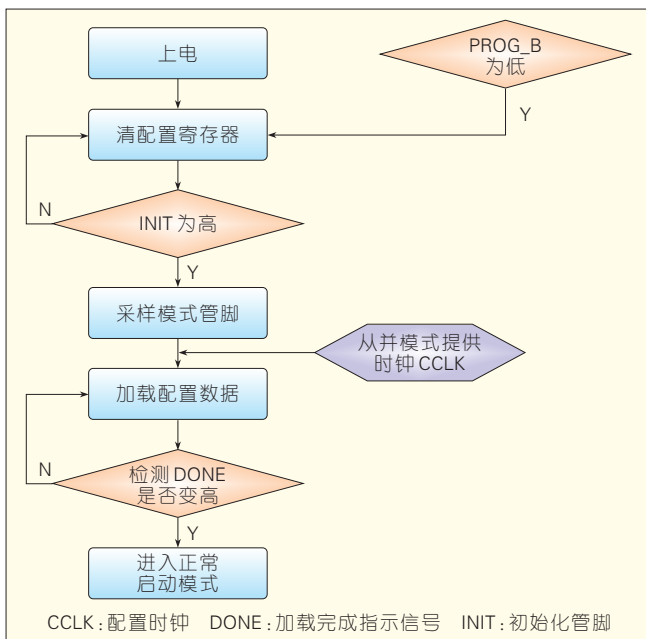
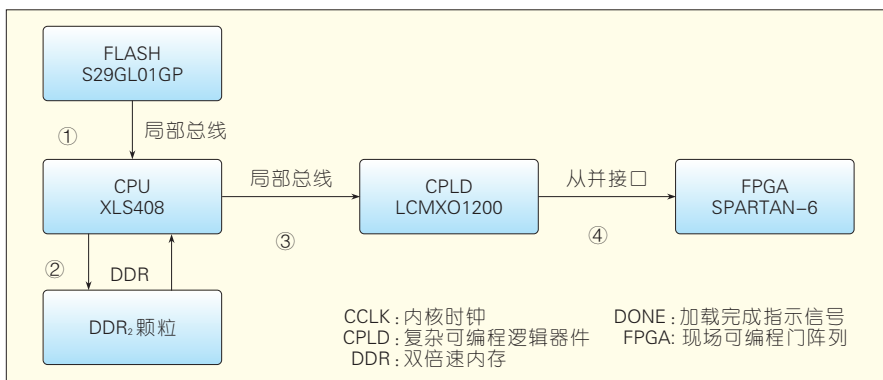
收稿日期: 2014-05-08

网络出版时间: 2014-07-07

基金项目: 基于 X86 嵌入式处理器在线侦错卡的开发(A-0271-14-029)

▼表1 从并加载管脚名称

CCLK	输入	加载时钟信号,由控制器提供,上升沿有效
PROGRAM_B	输入	加载模块的异步复位信号,低电平有效,复位完成后变为高电平
INIT_B	输出	初始化完成指示信号,由低变高,表示FPGA初始化完成,低电平表示加载错误
DONE	输出	加载完成指示信号,高电平表示加载完成
D[15:0]	输入	加载输入数据,8位或者16位
CSL_B	输入	片选信号,低有效,表示启动从并加载接口的总线
RDWR_B	输入	写信号,低有效,启动从并加载接口的写使能
M[1:0]	输入	模式选择管脚,根据相应模式接外部上下拉电阻,不占用控制器管脚,从并模式为10
CCLK:配置时钟 DONE:加载完成指示信号 FPGA:现场可编程门阵列		

◀图1
SPARTAN-6 从并加载
流程

▲图2 基于CPLD的FPGA从并加载框

示,配置数据存储在FLASH中,且在加载数据之前,CPU通过局部总线和双倍速内存(DDR)接口,将配置数据

从FLASH中搬移到DDR颗粒;真正需要加载时,再通过DDR₂接口将配置数据搬移到CPU的缓存中,DDR₂

接口速度很快,其时钟频率可以达到266 MHz,因此①、②两步加载时间可以忽略不计。

之后CPU通过和CPLD的接口③——8位的局部总线接口,将配置数据逐字节的写入CPLD的寄存器中。以MIPS系列CPU XLS408为例,XLS408工作时钟频率为66.7 MHz,写总线周期最快需要10个工作时钟周期^[9],即6.67 MHz,这一步受局部总线速度限制。

数据写入到CPLD后,再通过接口④——CPLD与FPGA之间的从并接口,将数据加载到FPGA,从并接口是同步总线,加载时间受限于总线时钟CCLK频率。

本方案的优点为:①、②两条路径可以在加载之前处理,且运行速度快,不占用加载时间。加载时间只受③、④的限制,而③受限于写总线周期间隔,④受限于从并接口的时钟。

3.2 程序实现

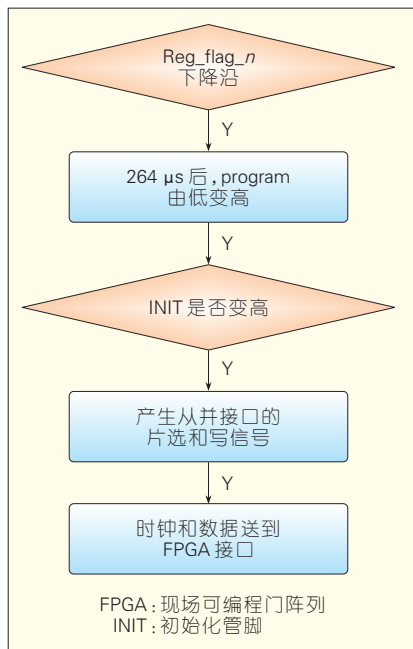
CPLD从并程序采用verilog^[10-11]语言实现,该加载模块接口定义如下:

```

module fpga_selectmap(
    reset,      //i,输入,cpld模块的异步复位信号
    clk,        //i,输入,cpld模块的工作时钟,66 MHz
    //内部状态寄存器
    Reg_flag_n, //i,输入,加载标志寄存器
    Reg_init,   //o,输出,init标志
    Reg_load_done, //o,输出,加载完成标志
    //输出到FPGA侧信号
    Fpga_load_cs, //o,输出,送给FPGA的加载片选
    Fpga_load_rdw, //o,输出信号,送给FPGA的写信号
    program,      //o,输出信号,从并加载接口复位信号
    Fpga_load_clk, //o,加载时钟,上升沿有效
    Fpga_load_data[7:0], //o,送到FPGA的加载数据
    init,         //i,输入,初始化完成标志信号
    done,         //i,输入,加载完成标志
    //CPU侧信号
    Lb_wr_n,      //i,CPU送出的localbus写信号
    Lb_load_ld,   //i,CPU送出的加载数据
    Lb_load_cs,   //i,CPU送过来片选
);

```

程序实现流如图3所示。



▲图3 基于CPLD从并加载FPGA的程序流程

FPGA加载片选和写信号产生部分代码如下:

```
always @(posedge clk)
begin
    reg_flag_n_dly1 <= #UDLY reg_flag_n;
    reg_flag_n_dly2 <= #UDLY reg_flag_n_dly1;
    reg_flag_n_dly3 <= #UDLY reg_flag_n_dly2;
    reg_flag_n_dly4 <= #UDLY reg_flag_n_dly3;
end

assign Fpga_load_rdw = reg_flag_n_dly1 & reg_flag_n_dly4; //产生从并加载接口的写信号
assign reg_cs = reg_flag_n_dly1 ^ reg_flag_n_dly4;
assign reg_pro_flag = ~reg_flag_n_dly1 & reg_flag_n_dly2; //写标志下降沿
assign Fpga_load_cclk = lb_wr_nllb_load_cs; //FPGA加载时钟使用localbus接口的写信号与片选相或,这样保证了写数据延迟小
assign Fpga_load_data[7:0] = ~lb_load_cs?lb_load_ld[7:0]:8'hzz; //数据送到FPGA接口
```

4 仿真及加载结果分析

基于modelsim 6.5SE^[12-13]仿真波形可以看出CPU每加载1字节数据需要向CPLD写1次加载数据,这共需花费一个局部总线周期,局部总线频率最快为6.67 MHz。因此CPU加载4.125 MB数据到CPLD共需时间为:

$$\frac{4.125\text{M} \times 2}{6.67\text{MHz}} = \frac{4.125\text{M}}{6.67\text{MHz}} = 0.61\text{s} \quad (1)$$

CPLD需要1个CCLK周期写1字

节数据到FPGA,CCLK则是利用CPU局部总线的写信号产生,可以实现CCLK和数据的同步,因此CCLK时钟速率为6.67 MHz,因此加载4.125 MB数据到FPGA,共需时间为:

$$\frac{4.125}{\text{CCLK}} = \frac{4.125}{6.67\text{MHz}} = 0.61\text{s} \quad (2)$$

FPGA上电需要1 ms,因此当FPGA使用SPARTAN-6系列最高端的6SLX150T时,采用基于CPLD的从并加载方式,共需要的加载时间为1.221 s,满足通信产品FPGA加载时间小于2 s的要求。而如果采用从串等加载方式,使用ARM7处理器作为控制器,对于CycloneII系列中的EP2C35,配置文件大小1.16 MB,加载时间需要1.30 min^[14];采用基于CPLD的从串加载方式,加载同样4.125 MB的FPGA数据,CPLD加载时钟33 MHz,则加载时间需要3.8 s^[15],FPGA加载时间过长,则会影响系统的启动时间。

▼表2 FPGA加载时间对比

加载方式	加载时间
JTAG 加载	调试时用
基于CPLD从串	3.8 s
基于CPLD从并	1.22 s
CPLD: 复杂可编程逻辑器件 FPGA: 现场可编程门阵列	

缩短,并且如果提高CPU局部总线的写速度,加载速度有进一步提高空间,满足通信系统快速启动的要求,具有很高的实用价值。

参考文献

- [1] 关珊珊,周洁敏.基于Xilinx FPGA的SPI Flash控制器设计与验证[J].电子器件,2012,35(2): 216-220.
- [2] 张立哲,刘丽静.适应远程升级的FPGA配置方法[J].计算机与网络创新生活,2011(14): 56-60.
- [3] Xilinx.XA Spartan-6 Automotive FPGA Family Overview [S].December 13, 2012.
- [4] 董宏成,魏杨.基于ARM和NAND Flash的FPGA加载配置在TD-LTE中的实现[J].电子技术应用,2012,38(07):26-30.
- [5] Xilinx,Spartan3e,Xapp502.Using a Microprocessor to Configure Xilinx FPGAs via Slave Serial or SelectMAP Mode[S].2009.
- [6] 丛文,李新红.FPGA配置及Cyclone系列PS模式的工程应用[J].北京电子科技学院学报,2006(4):70-74.
- [7] 陈镜,曹芳菊.FPGA动态高速加载的设计与实现[J].计算机与网络,2011(7):42-44.
- [8] Altera,cycloneIII.Configuration altera FPGAs [S].2012.
- [9] RMI,XLS4XX.Programming manual[S].2009.
- [10] 徐文波,田耘.Xilinx FPGA开发实用教程(第2版)[M].北京:清华大学出版社,2012.
- [11] 王静霞.FPGA/CPLD应用技术(Verilog语言版)[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [12] 于斌,米秀杰.ModelSim电子系统分析及仿真[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [13] 吴继华,王诚.设计与验证Verilog HDL[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [14] 胡启道,张福洪,戴绍港.基于MCU的FPGA在线配置[J].电子器件,2007,30(3):1049-1056.
- [15] 李春雨,张丽霞.利用CPLD提高FPGA加载速度[J].电子器件,2013,36:550-553.

作者简介



李春雨,同济大学硕士研究生毕业;现任浙江机电职业技术学院教师;主要研究方向为通信系统电子设计、EDA设计;已发表文章4篇。

无线体域网

1

陈文/CHEN Wen

(上海交通大学 电子信息与电气工程学院, 上海 200240)

[编者按][编者按]无线体域网是个人健康信息采集与传输的重要手段之一,具有重要现实意义和产业化前景,受到工业界、学术界和标准化组织的广泛关注。另外,IEEE 802.15.6 协议标准是目前国际上公认的一款适用于健康信息采集的未来超短距无线体域网协议标准。讲座将分3期对该技术进行介绍:第1期讲述无线体域网的背景、研究动态和技术特征;第2期对无线体域网的频段选取、信道建模、MAC层协议、通信技术和数据处理技术特征进行介绍;第3期介绍无线体域网的节点设计、数据采集和应用场景的相关问题。

中图分类号: TP393 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2014) 04-0060-03

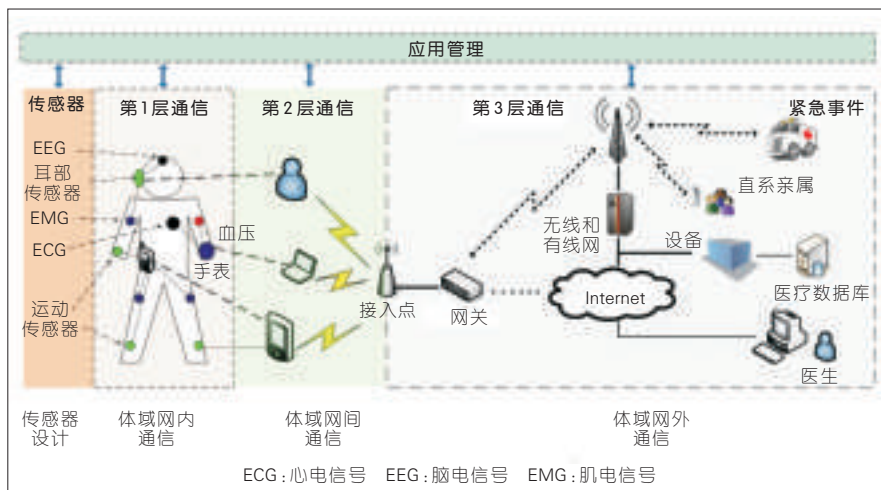
1 无线体域网的背景

目前,人口老龄化是一种全球性的发展趋势。根据联合国的调查预测,2030年中国65岁及以上高龄人口将占总人口的15.7%。全球人口老龄化以及医疗成本上升导致世界卫生保健基础设施的紧张。根据卫生部的统计,现在中国60岁以上的老人已经超过1.8亿,而且每年还以500万~800万的数量不断增加,人口老龄化所带来的慢性疾病、医疗保健以及老年生活质量等问题已经成为中国社会发展的重要挑战。由于疾病负担的加重,医疗保健系统将无法提供足够的专业人士来照顾病人。同时,由于便利或成本的原因,越来越多的人会不选择去医院,希望能通过无线传感网络获得医疗帮助。因此,医学的进步、人类寿命的延长以及人们对自身健康的关注,将推动基于无线个域网(WPAN)和无线体域网(WBAN)的电子健康解决

方案的研发。

图1是BAN的整体架构。WBAN是以人体为中心,由和人体相关的网络元素(包括个人终端,分布在人身体上、衣物上、人体周围一定距离范围如2 m内、甚至人身体内部的传感器、组网设备等)组成的通信网络。通过WBAN,人体传感器可以和其身上携带的个人电子设备如PDA、手机等进行通信;通过WBAN和其他数据通信网络(比如其他人的WBAN、无线/有线接入网络、移动通信网络等)

组成一个整体通信网络,它能够和网络上的任何终端如PC、手机、电话机、媒体播放设备、数码相机、游戏机等进行通信。WBAN将把人体变成通信网络的一部分,从而真正实现网络的泛在化。可穿戴计算和泛在计算也将随着WBAN的普及应用成为人们日常生活的基本特征。WBAN目前仍处在发展早期阶段,在毫瓦级网络能耗、互操作性、系统设备、安全性、传感器验证、数据一致性等方面面临一系列挑战,但由于WBAN的重



▲图1 体域网的整体构架

收稿日期: 2014-05-10

网络出版时间: 2014-07-03

基金项目: 国家自然科学基金中法合作项目(61161130529)

要性及对未来医疗保健和助老助残等社会问题的深远影响,越来越多的人投入到 WBAN 的研究中。为了让 WBAN 成为医疗保健领域长期监视和记录人体健康信号的基本技术,医疗技术提供商、医院、保险公司以及工业界的各方人士正在开展战略合作。

2 无线体域网的研究动态

在工业界,全球已有很多与 WBAN 相关的项目正在研究中。在欧洲,FP7 REACTION 项目的研究目标是开发一个技术平台和试点应用,用来提高病人体内和体外的糖尿病防控。FP7 WEARBAN 项目是为低功率的体域网(BAN)引入一个智能的接口,这样 BAN 系统就可以安装在智能衣服、复原机器人或者视频游戏中增加真实性等应用上。FP7 WISEBED 项目是为大规模的无线传感器网络提供一个多层次、相互链接的测试设备平台,该项目主要用于科研,将硬件、软件、算法和数据有机地结合了起来。它用来阐述不同结构的小型设备和测试床如何能够很好地结合成大规模的结构,而不是简单的大型网络。另外,WiserBAN 项目主要研究适用于 WBAN 中的超小型和超低能耗的射频(RF)微系统,研究的重点是用超低能耗的片上系统、RF 和低频率的微机电系统(MEMS)、微小的可重构天线、微小的包系统、传感器信号处理系统和可变的通信协议来实现 WBAN 的微缩化。中国也开发了用于中医脉象信息收集及分析的无线网络远程医疗系统,该系统通过搭建一种新的 WBAN 网络,应用无线通信技术、轻量级的数据融合模型以及一系列处理、分析和识别算法,采集中医脉象信息、抽取脉搏波波形特征点,智能处理和分析特征点信息,并给出诊断结果(如高血压和冠心病等)。

在学术界,英国帝国理工大学开展了对 WBAN 中情景感知和周围环

境感知的研究;美国加州大学和伯克利大学等重点对 WBAN 可穿戴性、可扩展性和资源优化等进行研究;中国香港中文大学等基于多种通信方式构建混合的 WBAN,并对移动 WBAN 中跟踪和能量感知多媒体介入控制(MAC)进行了相关研究;韩国信息通信大学等从低能耗和通信的角度构建新型的 WBAN 系统;新加坡国立大学等对 WBAN 的架构展开了深入研究;上海交通大学研制了对肠胃数据获取的微型机器人和对人体体温、血糖、血压等身体指标感知传输系统;中国科学院计算技术研究所构建了新型的 WBAN 平台并对 WBAN 中数据融合技术展开了研究;中国科学院自动化研究所研究 WBAN 对人体活动的监控。此外,中国台湾以及世界的其他地方如加拿大、德国、爱尔兰、巴西、比利时和瑞士等地区或国家在 WBAN 的自适应性和可调节性、中间件、信号处理算法、健康及活动监控和网络可靠性等方面的研究也取得了进展。

在标准化方面,推进近距离无线通信标准化的 IEEE 802.15 工作组 2012 年正式批准了由人体周边配置的各种传感器及器件构筑的近距离无线网络的标准 IEEE 802.15.6^[1]。WBAN 的标准化讨论从 2007 年开始,经过约 5 年时间终于完成了标准制订工作。这无疑对 WBAN 的规范化、标准化发展有所助益。

3 无线体域网的技术特征

WBAN 是一个交叉技术领域,和 WPAN、无线传感器网络(WSN)、泛在传感器网络(USN)、无线短距离通信以及移动通信都有密切的关系,并且具有非常广泛的应用前景和巨大的市场潜能。一般意义上的 WPAN 是指个人通信设备(如 PC、手机、媒体播放器、PDA、数码相机等)之间的联网和通信。而 WBAN 则是各种放置在体表、人体周围、植入人体的传感器和个人通信设备之间的数据通

信。WSN 目前的应用很广泛,远程医疗诊断和监护其实是 WSN 的一个非常重要的方面。传感器网络的泛在化导致了 USN 的出现。USN 其实是一种面向应用和业务的体系架构,通过这种公共的架构可以支持各种传感器网络和 IP 的公共数据网络相互连通,实现固定与移动的融合(FMC),并提供各类业务和应用。和其他的短距离无线通信技术相比,WBAN 要求在相同的功率下,数据传输速率更高;或者在相同的数据传输速率下,需要的功率更低。传感器技术是 WBAN 的重要基础,小型化、智能化、高精度、低功率的各类传感器是支持 WBAN 的必要条件。尤其对于植入到人体内部的传感器,低功率是非常关键的性能。这些传感器只能靠电池来驱动,有限的电池能量需要在相当长的传感器生命周期内支持传感器的正常工作。因此,WBAN 中的传感器,有的具有从周边环境自动收集能量的能力,比如利用人体组织的热量转换电能等^[2-4]。

虽然移动通信网络、WSN 和 WBAN 三者之间相互关联,但由于应用领域的不同,它们也存在很多不同之处:比如在流量特征上,移动通信网络主要是高比特率的多媒体数据,WSN 是和应用相关的零星突发的数据,而 WBAN 是存在持续数据量的,并且比特率比较低;在网络拓扑方面,移动通信网络在基础架构上是基本不变的,WSN 支持随机和动态的拓扑结构,WBAN 也需要支持动态的网络拓扑;在对于能源的需求方面,WSN 和 WBAN 都要求电池能够使用数年,对低功耗要求较高;在总体设计思想上,移动通信网络追求的是高带宽利用率、高频谱利用率、服务质量(QoS),而 WSN 和 WBAN 都首先要追求高能量有效性、网络的自主操作性和成本低廉,除此之外从抗干扰和保护人类健康的这两个角度出发,WBAN 还要求对于电磁干扰具有良好的屏蔽能力。

WBAN的通信性质与其他方式的通信不同。其中一个显著的区别是,由于不同的天线及其布局以及身体的移动性,WBAN的射频信道具有在延迟和衰减中的可变性,并依赖于人体的物理特性。体质和身体的运动会影响接收端信号的强度。WBAN中常用的3种节点是:

- 体表节点,是指安置在距离皮肤2 cm以内的节点。
- 植入节点,指安置在皮肤以下的节点,它可以在皮下或人体组织的深处。
- 外部节点,指安置在人体以外(从几dm到5 m不等)的节点。

而基于通信节点的实现场景可分为:体表到外界,体表到体表,植入物到外界,植入物到体表,植入物到植入物。而人体上两点间的通信电波是非平稳的,即便是在静止的条件下,身体还是会有细微的运动。在正常的运动下,变化会非常剧烈,特别是在参加体育运动时,变化会异常剧烈。因此,电波的描述一方面要与身体上的终端位置变化有关,另一方面也要与几何环境的动态变化有关。几何环境的变化会影响天线的运作,特别是输入匹配和传输模式的运作。天线和传输损失的变化是可以利用的,并以此达到最大的信道容量和最小的功率消耗。因此,无线信道建模与分析是研究WBAN的一个重要基础。

WBAN中MAC层和PHY层的高层特征可以概括为如下:

- 根据不同的应用,功率消耗应允许自供电运行时间从几个小时到数年不间断。
- 当需要的时候,安全性需基于能量有效性,它应以最小的开销支持基本的身份认证、数据完整性和密码操作。
- WBAN和其他通信环境的共存,以及医疗环境下的BAN间共存(电磁兼容性/电磁波吸收比值)。
- 电磁干扰(SAR)进入人体必

需满足相关监管规定。

- WBAN应能恢复链路和节点故障造成的数据损失。

在WBAN的某些应用中,设备必须不间断地运行数月甚至数年,而另一些时候电池需工作数十小时。这依赖于设备的大小和应用的场景。比如,心脏除颤器和起搏器都可以工作超过5年,相反吞咽式的摄像药片只有12 h的生命周期。绝大部分非医疗设备都要求非工作状态下,设备可以待机100~200 h,激活工作时间为数小时。超低功耗是植入设备长时间工作的一项重要要求。在一些应用中,要针对其设计功率限制方案。峰值功率消耗和平均功率消耗需最小化以支持微小电池和最大化电池寿命。最基本的方法就是让不常用的组件在绝大部分时间不占用资源。一个有效的管理方案是使得元件的占用资源时,尽量减少空闲,减少干扰,控制和错误。对于低占空比的元件,应当进入睡眠模式。简而言之,PAN和BAN的功率控制可能是关系到一个人的生命的重要问题^[5]。

另外,在WBAN的应用中需要考虑到当身体在移动时,节点需有可靠通信的能力。由于不稳定的信道状态引起的网络数据容量下降是允许的,但是不能造成数据的丢失。上述的应用可能包括由于走路、挥动手臂、跑步、弯腰、旋转、跳舞或者坐立等引起的身体移动,从而导致信道衰落和遮挡效应。单独的节点可能会相对其他节点移动,而整体的WBAN可能会产生绝对的位移。这种绝对的位移会产生变化的干扰和共存环境。同时,BAN设备需要与其他的BAN设备或者传统装置共存。这些设备可能需要在由物理层引起的干扰环境或者进入物理层的干扰环境中操作。这些特性可能由高层次(物理层以上)来协调。这些设备需要能够在高噪声、高多径和动态的环境中操作。物理层需要能够支撑一定程度的信道间和信道外干扰。医疗

BAN应用涉及大量的隐私、人体安全性,甚至关联到财产问题。安全和隐私是病人、医生和医疗服务提供者主要考虑的因素。在传输加密的人体生理数据的时候,需要避免病人数据被串音。当网络容量超出了系统容量的时候就会发生拒绝服务(DoS)。DoS的发生与恶意用户的故意行为和无意过度使用网络紧密相关。

综上所述,医疗信号涉及到身体健康的关键因素,对于可靠性、准确性、安全性和一些延迟等有着非常严格的要求。

(待续)

参考文献

- [1] IEEE Computer Society. IEEE Standard for local and metropolitan area networks—Part 15.6: Wireless Body Area Networks[S].
- [2] Drude S. Requirements and application scenarios for body area networks[C]//16th IST Mobile and Wireless Communications Summit, Budapest, Hungary, 2007.
- [3] Gyselinckx B, Vullers R, Van Hoof C, Ryckaert J, Yazicioglu R F, Fiorini P, Leonov V. Human++: emerging technology for body area networks[C]//2006 IFIP International Conference on Very Large Scale Integration, Nice, France, 2006.
- [4] Jovanov E. Wireless technology and system integration in body area networks for m-Health applications[C]//27th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Shanghai, China, 2005.
- [5] Pattichis C S, Kyriacou E C, Pattichis M S, Panayides A, Mouggiakakou S, Pitsillides A, Schizas C N. A brief overview of m-Health e-Emergency Systems[C]//6th International Special Topic Conference on ITAB, Tokyo, Japan, 2007.

作者简介



陈文,上海交通大学电子信息与电气工程学院责任教授、信号处理与系统研究所所长,桂林电子科技大学电子工程与自动化学院院长;主要研究方向为网络编码、协作通信和绿色通信等;先后主持国家“973”课题、子课题,负责国家级基金二十余项;已发表IEEE期刊论文

51篇、IEEE国际会议论文100余篇。

《中兴通讯技术》杂志(双月刊)投稿须知

一、杂志定位

《中兴通讯技术》杂志为通信技术类学术期刊,通过介绍、探讨通信热点技术,展现通信技术最新发展动态,并促进产学研合作,发掘和培养优秀人才,为振兴民族通信产业做贡献。

二、稿件基本要求

1. 投稿约定

- (1) 作者需登陆《中兴通讯技术》投稿平台: www.zte.com.cn/paper,并上传稿件。第一次投稿需完成新用户注册。
- (2) 编辑部将按照审稿流程聘请专家审稿,并根据审稿意见,公平、公正地录用稿件。审稿过程需要1个月左右的时间。

2. 内容和格式要求

- (1) 稿件须具有创新性、学术性、规范性和可读性。
- (2) 稿件需采用WORD文档格式。
- (3) 稿件篇幅一般不超过6000字(包括文、图),内容包括:题名、作者姓名、作者单位、中文摘要、关键词(4~8个)、英文摘要、正文、参考文献、作者简介。
- (4) 中文题名一般不超过20个汉字,中、英文题名含义应一致。
- (5) 摘要尽量写成报道性摘要,包括研究的目的、方法、结果/结论,150~200字为宜。摘要应具有独立性和自明性,采用第三人称的写法。中英文摘要应一致。
- (6) 文稿中的量和单位应符合国家和国际标准。外文字母的正斜体、大小写等须写清楚,上下角的字母、数据和符号的位置皆应明显区别。
- (7) 图、表力求少而精(以8幅为上限),应随文出现,切忌与文字重复。图、表应保持自明性,图中缩略词和英文均要在图中加中文解释。表应采用三线表,表中缩略词和英文均要在表内加中文解释。
- (8) 参考文献以20条左右为宜,未公开发表的资料不宜列入。所有文献必须在正文中引用,文献序号按其在文中出现的先后次序编排。主要种类参考文献的书写格式为:
 - 期刊[序号]作者. 题名[J]. 刊名, 出版年, 卷号(期号): 起止页码.
 - 书籍[序号]作者. 书名[M]. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码.
 - 论文集中析出文献[序号]作者. 题名[C]//论文集编者. 论文集名(会议名). 出版地: 出版者, 出版年(开会年): 起止页码.
 - 学位论文[序号]作者. 题名[D]. 保存地点: 保存单位, 授予年.
 - 专利[序号]专利所有者. 专利题名. 国别: 专利号[P]. 出版日期.
 - 国际、国家标准[序号]标准编号, 标准名称[S].
- (9) 作者原则上不超过3人,超过3人时,可以感谢形式在文中提及。作者简介包括:姓名、工作单位、职务或职称、学历、毕业于何校、现从事的工作、专业特长、科研成果、已发表的论文数量等。
- (10) 提供2寸正面、免冠、彩色标准照片一张,最好采用JPG格式(文件大小超过100kB)。
- (11) 尽可能标注出研究课题的资助基金或资助项目名称。
- (12) 作者姓名中含有多音字时,应标注作者姓名的汉语拼音。
- (13) 提供联系方式,如:通信地址、电话(含手机)、Email等。

3. 其他事项

- (1) 请勿一稿多投。凡在2个月(自来稿之日算起)以内未接到录用通知者,可致电编辑部询问。
- (2) 为了促进信息传播,加强学术交流,在论文发表后,本刊享有文章的版权(包括英文版、电子版、网络版和优先数字出版)。作者获得的稿费包括版权酬金。如对此持有不同意见,请在投稿时说明。

编辑部地址:安徽省合肥市金寨路329号国轩凯旋大厦1201室, 邮政编码:230061

联系电话:0551-65533356, 联系邮箱: magazine@zte.com.cn

本刊只接受在线投稿,欢迎访问本刊投稿平台: www.zte.com.cn/paper

中兴通讯技术

ZHONGXING TONGXUN JISHU

双月刊 1995 年创刊 总第 117 期
2014 年 8 月 第 20 卷第 4 期

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

总编:孙枕戈
副总编:赵今明
常务副总编:黄新明
责任编辑:杨勤义
编辑:徐烨, 卢丹, 朱莉, Paul Sleswick
排版制作:余刚
发行:王萍萍
编务:王坤

ZHONGXING TONGXUN JISHU

《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)65533356
传真: (0551)65850139

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:2014 年 8 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 20.00 元, 全年 120.00 元