



2014

全国无线及移动通信学术大会

论文集

2014 National Conference on
Wireless & Mobile Communication
(WMC '14)

中国通信学会无线及移动通信委员会 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

2014

全国无线及移动通信学术大会

论文集

2014 National Conference on
Wireless & Mobile Communication
(WMC '14)

中国通信学会无线及移动通信委员会 主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

2014全国无线及移动通信学术大会论文集 / 中国通信学会无线及移动通信委员会主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2014.10

ISBN 978-7-115-37165-2

I. ①2… II. ①中… III. ①无线电通信—学术会议—文集②移动通信—学术会议—文集 IV. ①TN92-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第218652号

内 容 提 要

2014全国无线及移动通信学术大会论文集共收录论文138篇, 内容涵盖无线通信技术与研究、移动互联网发展与创新、频谱资源管理、通信网络运维与规划、云计算与大数据等领域, 全面反映我国在这些领域的研究、部署、创新以及应用等最新进展, 充分体现我国产业链各方在这些领域的积极创新和深入探索。本论文集可供全国无线及移动通信领域的运营人员、科研工作者和高等院校相关专业的师生参考。

2014全国无线及移动通信学术大会论文集

- ◆ 主 编 中国通信学会无线及移动通信委员会
责任编辑 牛晓敏
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100078 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京光之彩印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 880×1230 1/16
印张: 36.5 2014年9月第1版
字数: 1100千字 2014年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-37165-2

定价: 200.00元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

中国通信学会

第九届无线及移动通信委员会

主任委员

刘 岩 国家无线电监测中心主任/教授

副主任委员

阙润田 工业和信息化部无线电管理局副局长/高工

张智江 中国联合网络通信集团有限公司网络建设部总经理/教授级高工

王志勤 工业和信息化部电信研究院通信标准所所长/教授级高工

窦 笠 中国电信集团公司技术部副主任/教授级高工

王晓云 中国移动通信集团公司技术部总经理/教授级高工

李书芳 北京邮电大学信息与通信工程学院教授/博导

委 员

杜廷山 工业和信息化部无线电管理局处长/高工

于绍卿 工业和信息化部机关服务局 副局长

刘 鹏 中兴通讯股份有限公司副总裁/教授级高工

杨毅刚 电信科学技术研究院副院长/教授级高工

杨刚华 华为技术有限公司上海研究所总体技术部副部长/高工

王泽权 上海贝尔股份有限公司副总裁/高工

万永乐 中国电子科技集团第七研究所副所长/研究员

杨 骅 北京时分移动通信产业协会秘书长/高工

王俊峰 国家无线电监测中心检测中心副主任/高工

钟剑波 总参第六十一研究所通信中心主任/高工

王 京 清华大学信息技术研究院教授

李少谦 电子科技大学通信抗干扰国家重点实验室主任/教授

朱近康 中国科学技术大学电子工程与信息科学系教授

赵春明 东南大学移动通信国家重点实验室副主任/教授

酆广增 南京邮电大学通信与信息工程学院教授

陶 成 北京交通大学电子信息工程学院院长/教授

张海林 西安电子科技大学通信工程学院院长/教授

沙学军 哈尔滨工业大学电子与信息工程学院研究室主任/教授

王建新 南京理工大学电子工程与光电技术学院副院长/教授

顾旻霞 中国联合网络通信集团有限公司处长/高工

范云军 中国移动通信集团北京有限公司副总经理/高工

杨峰义 中国电信股份有限公司北京研究院副总工/教授级高工

郑建飞 广东省电信规划设计院副院长/总工/教授级高工

蒋 远 中国移动通信集团设计院有限公司副院长/教授级高工

马红兵 中讯邮电咨询设计院有限公司副总工/教授级高工

吴琳光 世纪佳缘公司CEO

杨贵亮 普天信息技术有限公司副院长/高工

杨文琳 青岛海信通信有限公司总经理/高工

梁 超 联想移动通信科技有限公司高级工程师/博士

前 言

近年来,随着移动通信关键技术的不断突破,智能终端的快速普及,尤其是近一年来4G牌照的发放和网络的大规模部署,无线及移动通信已进入4G移动互联新时代,全新的4G移动互联新生态已初见端倪。为进一步促进无线及移动通信领域新技术交流与合作,加强政府管理层、学术界和产业界之间的联系,推动我国无线与移动通信技术的发展和应 用,中国通信学会无线及移动通信委员会将于2014年9月在沈阳召开2014年度全国无线及移动通信学术大会(WMC'14)。会议由国家无线电监测中心和中国联合网络通信集团有限公司承办,华为技术有限公司等单位协办。

为了使业界全面、及时了解我国无线及移动通信发展的动态和趋势,推动学术研究与创新,在此次会议召开的同时,大会组委会组织“2014年度全国无线及移动通信学术大会”征文活动。此次活动得到众多运营企业、设备制造企业、研究机构、高等院校科研人员的积极响应,收到大量的高质量论文,内容覆盖4G部署及演进、移动互联网应用、智能终端、频谱监测和管理、网络规划与优化、应急通信、软件无线电等诸多领域,可全面反映我国在无线及移动通信领域研究、部署应用等关键的研究进展,体现我国学术界、运营商、制造商、管理机构的不断创新和探索。

通过大会专家组的严格评审,从众多的论文来稿中选取138篇高质量论文,具有较高参考价值,由人民邮电出版社正式结集出版,希望能对我国的学者、研究与应用人员有所借鉴,有助于我国无线及移动通信学术研究水平不断提升,更好地迎接4G移动互联新时代的到来。

中国通信学会无线及移动通信委员会

2014年9月

目次

无线通信技术与研究

5G软网络研究现状和标准推动	夏旭 史凡 毛聪杰 王波	1
5G创新开启未来互联网模式	童文 朱佩英	5
4G实时计费关键技术研究	赵波 张华 王丽娟 甄振微 陆怡彤 王靖 贾燕	10
LTE-A中低成本MTC终端覆盖增强技术分析	刘洋 梁林 余小明 陈鹏	12
LTE FDD与TD-LTE融合组网研究	黄蓉 韩潇	17
TD-LTE混合业务容量估算	刘玮 董江波 方媛 陈燕雷	21
TD-LTE系统演进中3D-MIMO性能分析	王飞 侯雪颖 童辉 王启星 胡臻平 刘光毅	25
3D-MIMO中高楼场景信道模型的研究	郑毅 童辉 赵竹岩 胡臻平 刘光毅	29
LTE FDD/TDD融合组网技术研究	吴鹏 夏海鲸 吴晶	33
TD-LTE网络PCI规划研究	郭建光 赵恩东 黄凯	36
LTE FDD上行链路干扰抬升分析及建议	赵勇 谢伟良 杨峰义	40
4G融合多媒体平台的探索与研究	刘志超 白俊傑 孟令希 李艳华	43
LTE-A Relay方案设计与性能评估	李昶 韩斌杰	48
LTE天馈系统改造研究	苏德强 张吉翔 范娟	53
LTE语音技术与新业务运营模式分析	王立 仇沛川 冯岩	60
新型LTE室内覆盖系统对比研究	邓安达 程日涛	64
阵列间距对LTE多天线关键技术指标的影响分析	杨涛 谢伟良	68
基于网络仿真探讨LTE无线网络规划	南作用	71
影响LTE系统吞吐量的关键问题研究	张磊 龙青良 史文祥 陆钧	76
FDD-LTE系统中邻区干扰对下行吞吐率的影响分析	刘轶 黄利群 赖凯威	80
IP微波在3G/LTE移动回传网络中的应用研究	陈丹 聂昌 裴郁杉	84
IPv6技术在LTE网络中的应用研究	刘雨涵 周光涛 傅承鹏	88
3G室内分布系统RTWP异常问题研究	万冬亮 吴惠斌	93
3G双载波改进型业务策略分析及实践	黄必鑫	96
WCDMA高话务基站软着陆研究	黄久成 高岚 杭旭峰	99
WLAN与3GPP无线侧互操作技术及其标准研究进展	王达 洪伟 陈鹏	102

基于高架场景WCDMA异频组网策略	杨飞虎 齐咏嘉	106
高铁WCDMA网络边界问题研究及解决方案	李兴龙 史文祥 李 巍	109
WCDMA系统MAC-hs层重传研究	王永峰 曹晓冬	113
基于ARIMA的WCDMA无线扩容预测模型	何榕健 李少霞 庞 竣	118
住宅小区中WCDMA室内外协同优化研究	吴鸿斌	123
WCDMA用户感知与无线环境关联分析	刘 洋 盛 璟 张 曼 康茂义	129
共建共享WLAN方案研究	鲁 娜	135
我国宽带专网发展现状及展望	仇沛川 冯 岩	140
WBAN技术发展分析	黄伟宁 李冰琪 崔军峰	144
下一代WLAN标准802.11ax	洪 伟 陈 鹏	147
基于SDN的SGi/Gi-LAN Service Chain关键技术研究	薛 淼 符 刚 朱 斌 李勇辉	151
移动伪基站定位和轨迹追踪技术研究	杜 刚 张 晨 朱艳云 杜雪涛 孟德香	155
四网协同分析系统的设计与实现	别小妹	159
基于LTE弱覆盖区域移动性控制的MCPC	葛浩宇 姜 琦	163
高精度时间同步技术原理及应用	沈 晖	167
无线传感器网络多信道协议的调度机制	刘姗姗	170
基于MU-MIMO的双波束天线倾斜技术研究	赵丽娜	174
应急通信移动发电机逆变单元设计与仿真	龙 江 王旭东 纪玉亮 张 戈	178
确定性传播模型在4G规划中的应用研究	孙 浩 董江波 韩云波 陈燕雷	182
载波聚合技术部署场景研究	陈 新 李 华	186
异构网络下国际IM系统架构及关键技术研究	刘璋誉	189
DC-HSDPA原理与实施	宋东冬	195
Full IP Iub功能在移动网领域的应用	关成哲 孙松琴	199
海上轮渡信号覆盖技术方案	车宁声	203
基于差分功率静噪算法的研究	张 柱 张英梅 焦雪峰	207
平坦衰落信道的容量研究	俱 莹	212
融合网络网管接口的技术策略与模型研究	霍筱宁	215
基于AHP分析法的价值区域研究	王可争 宋春涛 程新洲	219
策略和计费控制运营平台研究	陈 涛	224

移动互联网发展与创新

移动互联网业务智能推荐系统设计研究	赵振宇 杭国强 陈 芑 庄怀宇	227
基于移动互联网的大数据感知技术研究与挑战	郭 前 谢亚东 李 昊 高时芳 许石多	231

移动在线教育:产生条件、发展趋势与面临的挑战	徐 渊	235
微信业务用户体验研究	何仲勉 苗 岩	239
运营商流量产品及创新优势业务拓展体系研究	全晓磊 赵培文	243
移动互联网时代通信运营商服务渠道研究	赵 哲	247
基于组件技术与物联网在智能家庭领域的研究与应用	赵 鑫 段维宁	251
移动互联网的价值发掘及区域定位	宋春涛 张 恒	255
维码技术的网站真伪识别研究与实现	邓 为	258
Android远程监控实现	刘 虹	260
基于手机终端的移动视频监控系统设计与实现	王 浩	264
老龄化社会背景下的移动互联网商业模式创新	黑旭东	268
业务平台承载网对移动互联网新业务的支撑	胡晓彦 刘贵荣	273
移动支付的现状及发展探析	刘婧雯 黄更生 郭漫雪 张雨廷	278
基于物联网的居民电动自行车防盗解决方案	沈建林	282
无线城市业务健康探针技术的应用	邓 为	288
互联网技术发展研究发展脉络与体系架构	郑贤治	290

频谱资源管理

国际电联登记地面业务频率指配的方法	孟德良	294
边境(界)地区地面无线电业务频率协调方法	李芃芃 方 箭 芒 戈	297
电磁带隙和人工磁导体在天线中的应用	周鸿远 许 锋	300
卫星频率轨道资源管理系统建设初探	石会鹏 刘 畅	303
卫星网络间国际协调浅析	刘 畅 石会鹏 李 伟	305
我国部分城市电视频道分配及实际占用分析	吴 芳 杜晓明	309
我国公众移动通信边境频率协调技术方案探讨	周晓敏 王靖宇 周晓明	311
深度进行共建共享的探讨	孙鹏飞	316
具有陷波特性的超宽带分形微带天线设计	杨文丽 王本超	320
GSM制式移动通信终端CCC认证的电磁兼容测试	李华圣 董奇峰	323
卫星地球站电磁环境的测试方法	富 尧 李冰琪	327
1.4GHz频段IMT系统与固定业务干扰共存分析	王靖宇 周 瑶	330
SOA的分布式协同无线电监测系统集成	王梓宇 徐 彪	335
语数资源自动配置系统优化技术分析	李学江	339
部署U900对GSM网络的影响评估	谢治锋	346
IMT-Advanced系统基站与气象卫星地球站干扰共存分析	刘艳洁 赵延安	351

TD-LTE网络F频段清频研究	钱诚慎	355
基于贝叶斯博弈双向拍卖的认知无线电频谱分配研究	崔宇 王志	359
LTE FDD与TD-LTE系统间边境干扰协调研究	芒戈 李芃芃	363
基于认知无线电的LTE系统与模拟电视干扰研究	刘明星 马雯雯	366
无线电管理智库平台云技术规划方案分析与研究	李 峥 李 磊 李日波 牟 爽 刘萍萍	370

通信网络运维与规划

2.1GHz频段LTE FDD网络天线下倾角规划策略分析	赵 勇 谢伟良 杨峰义	376
LTE多天线性能测试方案分析	谢伟良 鲁 娜 赵 勇 杨 涛	381
LTE基站内节能方案的性能评估	许 森 凌泽军 刘 晴 张光辉 孙震强	385
LTE终端功耗影响因素分析	孔露婷 邢金强 马 帅 肖善鹏 江海涛	390
F频段TD-LTE与既有网络的干扰分析	石志远	394
LTE终端MIMO OTA测试技术应用研究	邢金强 肖善鹏 江海涛	398
LTE-A终端侧干扰删除技术分析和评估	金 婧 赵文秀 刘宇超 童 辉 王启星 胡臻平 刘光毅	403
CSFB部署方案研究	韩延涛	408
LTE传输模型及扩容优化分析	龚耀庭	412
LTE/EPC北向接口技术及演进方案研究	李京辉 乔自知 郭景赞 饶 栋	416
网络仿真在LTE簇优化中的应用	王晓亮 蔡 凯	420
LTE中CSFB语音解决方案研究	许致远 李乐微	423
VoLTE国际漫游剖析	尚宇翔 姜 怡 王亚晨	430
WCDMA电路域话务模型与设备配置机制研究	陈 璇 韩振东	434
WCDMA高速铁路网络建设相关问题探讨	刘 亮 朱佳佳	437
WCDMA高层导频污染解决方案探讨	邱 阳 杜 援 黄明娟	443
高速移动下UMTS数据业务优化	艾常来	447
深度覆盖环境下WCDMA网络掉话优化探讨	许进光	452
交通干线场景WCDMA多载波边沿优化策略	宋芳芳 林 泉	456
融合多数据源的WCDMA覆盖研究	王 雪 安瑞虹 刘 洋	461
WLAN规划设计探讨	王 鑫 张敏慧	467
GSM网络中快衰落场景切换优化	李学江	471
基于聚类算法的PTN DCN域规划方法	张 磊	474
室内分布多系统干扰的工程因素及规避方案	高 宇	477
存量用户运营的缴费创新方案	楼新鹏 黄康宁	481
垃圾型伪基站定位和排查方法的探索	叶炳基 董 事	484
伪基站治理技术方案研究	朱艳云 张 晨 杜 刚 杜雪涛 孟德香	488

重叠冗余覆盖的优化方案	于 毅	493
汇聚层通信机房动力资源分配模型研究	刘俊健 何宇文	498
智能ODN技术应用与部署策略	孟海强	502
移动运维支撑系统的互联网思维重构	汪中琳 乔自知 郭景赞	506
O2O模式的全生命周期资产管理	王朝萍 朱振祺 徐 阳	510
eSRVCC性能评估关键问题	李勇辉	513
UMTS900城区部署方案研究	胡海龙 谭继光	518
地铁网络质量及用户感知分析研究	王 雨 叶 青	522
应对IPv4地址不足的NAT444部署方案研究	韩学宏	527
隧道移动网络规划建设思路的研究	王志峰	530
HS-DPCCH信道检测门限设置不当导致的Mac-hs重传率高问题研究与优化	吕非彼 韩振东 宋廷山	533
Iur接口性能提升方案研究	何春霞 刘海明	537
SP短信业务端到端质量提升	易阳锋 陈银铸 李耀军	541

云计算与大数据

基于大数据技术的网络优化场景精确识别方法	王 磊 王西点 沈 鹭 徐 晶	547
基于综合网关实现4G业务流量分流和增值探讨	沈 奇 钟 玮 渠泽苇	551
多系统共享大数据平台的研究与设计	李 明	554
基于TD-LTE和云计算的无线高清视频监控系统设计	温 成	558
深入开展云计算在计费领域的研究	郭捷夫	562

5G软网络研究现状和标准推动

夏 旭¹ 史 凡¹ 毛聪杰¹ 王 波²

1. 中国电信股份有限公司北京研究院

2. 中国电信集团公司

摘要

为了满足在5G移动时代的多接入、全业务、高带宽、易运行维护的发展需求,实现2G、3G、LTE、5G和WLAN异构网络之间的融合互通,以及满足接入网日益迫切的智能化需求,一种基于网络创新研究SDN软定义的新型网络解决方案愈来愈受到业界和学界的重视。笔者通过研究将目前运营商的封闭、孤立的网络转变为可编程化、智能化、开放式的SDN,并且指导和推进制定SDN的共同标准。

关键词

SDNNFV 异构网络 5G WLAN

1 引言

软件定义网络(Software Defined Network, SDN)是近两年来网络技术领域最受关注的技术热点,被认为是继上世纪八十年代互联网基础网络协议(TCP/IP)之后,网络技术的又一项重大创新。从学术界到产业界,从互联网到电信业,都在积极关注和思考这一股技术浪潮会给信息通信网络及信息通信产业带来怎样的变革和影响。

云计算的规模落地需要可靠的、高性能的、横向扩展的网络来支撑,而大规模部署虚拟化与云计算则催生了以工作负载为中心的下一代数据中心网络。然而,传统的网络架构存在缺乏弹性、管理复杂、成本效率低下等诸多问题,如何应对业务快速响应需求成为下一代数据中心网络建设不得不面对的挑战。

为了解决上述问题,当前网络设备正在从“软硬件一体化”向“软件和硬件分离”的状态演变,其中被誉为将影响未来十年的10项技术之一的SDN成为业界关注的焦点。其控制平面与转发平面分离的理念也为未来网络的发展提供了全新的思路,而OpenFlow作为一个标准化SDN应用的协议更是备受关注。

SDN的兴起实际上是IT产业向网络领域延伸的重要体现。软件定义带来了更大的弹性和绿色,创造了崭新的产业生态,如今软件主导的趋势正在向传统的网络领域延伸,互联网公司、电信公司开始寻找新的网络架构,探索

以软件为核心,开放网络能力,实现业务与网络实时交互,以应对云服务、移动互联网等动态化、差异化新业务给传统网络带来的新要求。

2 SDN的研究现状概述

随着移动互联网的快速发展,需要以较经济的成本解决网络容量迅速增长的需求;新的应用和协议层出不穷,为实现可控、可管,需要新的网络功能以实现灵活部署、快速升级;短信语音等传统业务对运营商的盈利贡献力降低,需要开发新的运营商盈利业务能力,使得产业链继续有竞争力的发展。SDN的概念为此带来了新的契机,它最初起源于斯坦福大学提出的OpenFlow协议,应用于校园网络,解决网络创新和封闭设备体系之间的矛盾,后逐步推广到商用网络,至今已发展成为网络领域研究的热点。

SDN是一种新型的网络架构,SDN的精髓理念有两点:一是将网络的控制平面及数据转发平面进行分离;二是网络集中控制,并具备可编程的能力。SDN架构如图1所示。

在软件定义网络架构中,网络被划分为三个层面,分别是应用层、控制层及基础设施层。

其中,应用层包括各种不同的业务和应用;控制层主要负责处理数据平面资源的编排,维护网络拓扑、状态信息等;基础设施层(数据转发层)负责基于流表的数据处

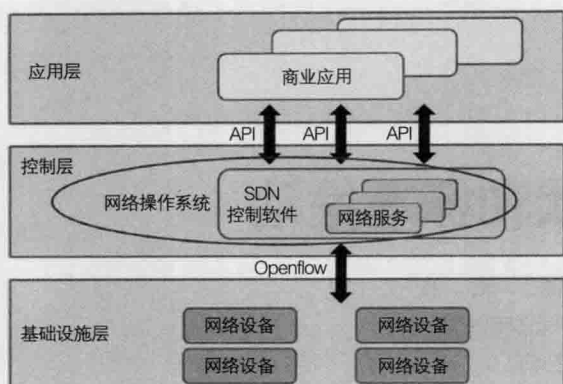


图1 SDN网络架构示意

理、转发和状态收集。

基础设施层为转发面，是一个无智能的快速转发设备，网络的所有智能集中在网络控制层，由控制器对转发面进行转发策略的调度和管理，支持运行在网络控制器之上的不同业务。

目前在SDN技术中经常引入网络虚拟化技术（Network Function Virtualization, NFV）。网络虚拟化通常指将网络资源及网络功能集成到一个单一的以软件为基础的管理实体的过程，即一个虚拟的网络。通过虚拟化技术，不同的业务或者控制逻辑可以共享相同的物理基础设施。

软件定义的网络为网络虚拟化提供了一个极具吸引力的平台，因为所有的控制逻辑可以运行在控制器上，而不是物理的交换机上。而且OpenFlow提供了一类标准的接口用于安装包的转发规则，查询流量统计信息和获取拓扑状态变化。建立在SDN技术上的虚拟化方案提供了一种有效的可扩展的虚拟化方法，可以对网络化的交换机进行编程控制，同时，可扩展地实现虚拟网络和物理网络的映射。

基于SDN技术及NFV的理念，可以构建融合的、虚拟化的5G移动核心控制网络。SDN与NFV结合的网络架构，来满足未来的5G移动网络开放灵活架构的实现需求，以及顺应多网络融合、支持多种无线网络接入能力，提供更为灵活、开放和扁平化的结构。SDN将传统网络设备的控制面和转发面完全分离，形成控制面集中，转发面按需分布的网络架构。基于NFV的虚拟化技术可以将多种网络设备类型统一放置在数据中心中来解决资本投资、能源、服务创新等问题。基于网络虚拟化的业务功能控制单元资源池配合新型移动分组融合异构架构网络的业务功能实现，可以融合2G/3G、LTE、WLAN等异构架构的接入技术，利用数据中心的云计算能力提供合适的业务接入点，提高业务质量和效率。

3 从研究到标准的运营商诉求

随着近年来移动网络的快速发展，移动用户的渗透率每年都稳步增长，这给运营商提供了更多的商机，也带来了更多的挑战。移动通信技术的不断提升改善了网络服务质量，吸引了更多的用户加入。与此同时，伴随着种类繁多的移动业务与应用的出现，移动互联网应用的日益丰富进一步提升了用户的浓厚兴趣，传统固定网络上的业务逐步迁移到移动网络上，这些加剧了移动网络数据流量的快速增长。移动数据流量疯狂增长的同时加剧了对移动通信设备性能的挑战，同时对于服务的快速部署提出了更高的要求，加大了设备投资和维护，导致每比特数据流所创造的价值呈现负增长，增量不增收的局面使运营商沦为管道的危机进一步加大。流量与收入的严重不平衡导致了运营商的利润越来越薄。

基于上述问题，运营商对其移动网的SDN从研究到标准，提出了以下5项需求。

(1)网络功能升级灵活

网络功能可实现软件化、组件化，网络功能之间具有相对的独立性，并与硬件平台松耦合。功能改进和新功能的引入对硬件平台依赖性小，对已有网络功能的影响小，网络改造效率高。

(2)在保障基础服务能力的同时实现网络增值

在保障用户有可靠的移动数据连接的同时，可提供差异化的数据连接，能对流量数据进行加工处理，并提供新的网络增值业务。

(3)网络结构和处理复杂度低

避免功能冗余、重复处理、流量迂回和流量的多次汇聚，简化IP数据包的封装，提高数据处理的并行度，实现高效的转发和路由。

(4)具有良好的可扩展性

网络架构设计合理，最大限度地减少瓶颈点。网络容量可随资源的增加呈线性增加。实现上，可通过增加计算、存储、网络连接等资源实现扩容，而不需要改变网络拓扑。

(5)具有高资源利用率

不同的网络功能可以共享硬件资源，具有资源互补性或峰谷互补性的网络功能，可通过动态的平台共享来实现资源的节省和节能减排；网络硬件资源的分配根据业务需求动态进行；支持相对基础的、稳定的网络能力，采用高性能专用设备实现，并独享资源，独立部署。

4 SDN定义的5G移动网络初探

基于SDN重新构建移动核心控制网络，需要分析现行

的2G/3G、Wi-Fi、LTE以及未来5G核心网网络功能，整合抽象后依据SDN的理念进行设计。基于SDN的移动核心控制网络可以融合多种无线接入制式，并可实现核心控制功能，提供语音、数据业务。基于SDN的虚拟化的融合移动核心控制网络架构如图2所示，按照功能类型不同，分别为接入层、转发层、控制层及业务层。

接入层包括目前2G/3G、LTE、Wi-Fi网络及未来的5G无线接入网。在接入层及转发层之间部署虚拟化的接入适配网元，接入适配网元北向与转发层接口，采用标准接口；南向与各无线接入网络接口，适配各接入制式。如无线侧未来有新的接入制式，只需增强适配网元能力。

转发层在控制层的调度下，只负责转发者流量包。实现目前网络中MGW、GGSN、PDSN、S/P-GW、DPI的媒体转发功能。现网移动软交换网络及LTE网络已经实现了控制平面与媒体平面的分流，而且网络已经实现IP化。上述现状为基于SDN构建转发层奠定基础，增强了实现的可行性。

控制层包括控制网元及数据库网元。控制网元将实现移动网络所有的控制功能，如呼叫控制、路由选择、网络

感知、策略部署等功能，将涵盖MSCe、SGSN、PDSN、MME、PCRF等网元的控制功能。数据库网元实现业务数据的存储、用户数据的存储、用户接入认证、鉴权等功能，涵盖现网HLR、HSS及AAA等网络功能。控制网元或者数据库网元可以依据运营商网络部署策略进行虚拟化，类似Pool的概念，Pool内网元进行负荷分担，可以全网调度资源，提升控制层网元可扩展性，实现资源统筹调度。

控制层与转发层间采用标准接口及标准协议。控制层与转发层基于统一的硬件平台，改善设备商设备间互通性，提升设备部署的可扩展性，并为转发层、控制层设备进行网络设备虚拟化奠定基础。

业务层为运营商自营的业务，或者SP/CP提供的业务。通过控制层的南向接口可与控制层协同，实现业务逻辑。控制层也可在北向定义开放API，供SP/CP提供商调用，丰富网络业务。

5 推进SDN的共同标准

SDN标准涉及多个标准化组织，国际上IETF成立了IRS

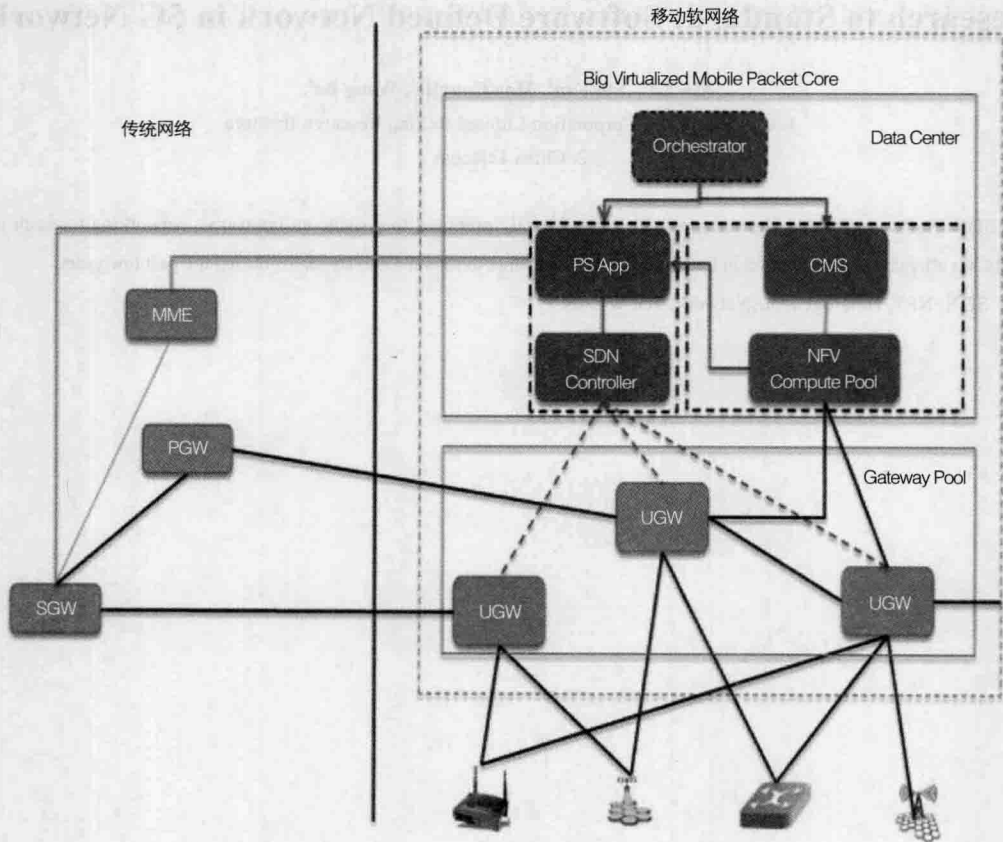


图2 基于SDN&NFV的移动核心网架构示意

等工作小组,致力于网络应用开放架构研究,ITU SG13成立了SDN需求和架构研究工作小组,BBF、OIF、ETSI 等组织也相继宣布展开SDN的标准研究工作。

中国电信为致力于制定SDN的共同标准,推动SDN产业链的健康发展,开展多项工作,比如从2013年11月就开始推动SDN/NFV在3GPP SA1标准化立项工作。在国内标准组织,中国电信也作为主要牵头单位参与了CCSA《移动软网络需求及架构(SAME)研究》的研究报告工作。

6 结束语

SDN短短几年已经成为全球瞩目的网络技术热点,并逐渐从实验室走向标准化,业内人士纷纷将其描述成具有颠覆性的网络革命技术。笔者主要探讨在可预见的一段时间内,SDN的应用部署给电信网或者移动互联网的基础架构带来重大影响,后续可持续研究如何发挥上述新型网络的优势,将5G移动网的SDN打造成一个共同标准。

参考文献

- [1] Nick McKeown et al, OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks, 2008(3)
 - [2] Openflow.org, OpenFlow Switch Specification Version 1.3.0 Implemented, February 28, 2013
 - [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Nick_McKeown
 - [4] Teemu Koponen, Martin Casado and etc, Onix: A Distributed Control Platform for Large-scale Production Networks
 - [5] 夏旭,等.绿色移动网络的实践与未来趋势.电信技术,2013(12)
 - [6] 夏旭,等.SDN技术对移动互联网影响探讨.2013年度全国无线及移动通信学术会议
 - [7] CCSA TC5 WG9.移动软网络研究报告.2014
- 如对本文内容有任何观点或评论,请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

夏旭男 1980年生,韩国国立全北大学情报与信息工程硕士,现就职于中国电信股份有限公司北京研究院,主要研究方向为全业务核心网的演进(CDMA/LTE/WLAN融合),5G(SDN)网络技术,以及负责和参与中国电信在3GPP/CCSA等国际和国内标准组的核心网相关工作。

Research to Standard: Software Defined Network in 5G Network

Xia Xu¹, Shi Fan¹, Mao Congjie¹, Wang Bo²

1. China Telecom Corporation Limited Beijing Research Institute

2. China Telecom

Abstract: SDN (Software Defined Networking) which was initially proposed to provide an innovative networking research platform for the research community has attracted much attention in both industry and academia to forward it to standards during the past few years.

Keywords: SDN, NFV, HeterogeneousNetwork, 5G, WLAN

5G创新开启未来互联网模式

童文 朱佩英

华为技术有限公司

摘要

5G无线网络将支持1000倍的容量增益，至少1000亿个设备的连接以及超低时延、超快响应的10Gbit/s个人用户极速体验，这些网络蓝图将在2020–2030年间部署实现。5G无线接入基于新的无线接入技术和演进的现有无线接入技术（如LTE、HSPA、GSM和Wi-Fi），无线网络的创新突破也将以全新的方式推动经济和社会的发展，5G将实现人与互联设备之间的零距离通信。

关键词

全频谱接入 5G 超业务立方 先进的波形技术与编码 全双工 超高密度的无线网络 大规模MIMO 设备到设备的通信 虚拟化架构

1 数字社会的下一波浪潮

5G技术和信息通信技术（ICT）网络的来临标志着全球互联数字化社会浪潮的到来。

目前，移动互联网已成为世界各行各业开展业务的必然趋势。移动网络和终端提高了工作方式的灵活性，使企业能够跨地域经营运作，消除了曾经抑制增长的地域障碍。不断增长的移动互联网、云服务和大数据分析能力使人们能够随时随地使用“大智慧”——这一全球互联共享的全新知识库。不断崛起的社交媒体作为我们与互联网交互的重要组成部分也正在为有形的商业活动和日常生活开拓新型智能分析方式。ICT网络的转型和融合正在推动业务创新和增长。ICT不但是持续增效的有力工具，也是当今经济和社会发展的重要驱动力。5G技术的发展是实现ICT网络转型突破的基石。无论人机所在何处，超宽带和智能管道将实现人与互联设备之间的“零等待”、“零距离”连接，而这仅是5G技术的第一步。

2 更美好的通信愿景

目前，移动网络不断改变着人们沟通和获取信息的方式。未来的创新移动通信技术，将实现真正的以人为本、以互联设备为本的网络社会，重新定义终端用户的移动性和全球电信业的全景。

5G预示着移动接入在实现整个ICT网络增长和扩张上

将更上一层楼。随着时间的推移，任何移动应用、移动服务都将具有随时连接“万物”的潜能——从人群、社区到实物、流程、内容、工作知识、及时关联的信息以及种类繁多的货品，都将灵活、可靠、安全地连接在一起。

这就是5G的潜能：使移动网络竭尽所能，使移动服务供尽其用。

3 互联网的演进

5G将推动互联网自行向未来演进。这里，我们所说的“互联网”可能改变如下方面。

- 下一代无处不在的超宽带移动通信网络需要重新思考、构建和设计移动网络建设和扩容的方式。
- 大规模云架构使移动网络具备以空前速度灵活提供服务的能力，能够应对移动数据流量巨幅增长的种种预测，移动应用的多元化、物联网的连接和安全性等问题；

为了实现这些目标，5G将首先聚焦在消除网络设备瓶颈的两个基本方面：超大容量和超高连接性。

4 即时性和适应性

超宽带移动网络将以“超乎想象”的速度实现终端用户与网络之间的连接，这种“超速”连接近乎实现互联的人与设备间的距离可以缩小到虚拟的“零距离”。

移动服务的即时性为全新移动应用的扩展奠定基础，

赋予通信“超越现实”的魔力。适应性指可以为连接管理提供更大的容量，可以更广泛地采用M2M服务与交互，促进本地化移动服务的创新。因此，数字社会的下一波浪潮将以ICT网络的服务即时性和按需适应性为主要特征。

5 挑战和要求

- 建立5G无线网络的三个基本要求如下：
- 支持超大容量和超高连接性的能力；
 - 支持日益多样化的服务、应用和用户，且这些服务、应用和用户对日常生活和工作的需求都有极大的差异性；
 - 灵活高效地使用所有可用的离散频谱以适配各种不同的网络部署场景。

移动网络将日益成为人与人、人与设备之间互联的主要方式。移动网络的服务质量、可靠性和安全性应与固网相匹配。为此，5G技术需要达到10Gbit/s像类光纤的传输速度，实现超高清的视频通信和如临其境的多媒体互动。这些技术都依赖于超宽带和亚毫秒级时延的网络能力。

6 智能城市

5G将为建设智慧城市提供信息基础设施，将移动网络的性能和能力要求推向极致。

同时，低时延和极高可靠性也将是移动工业自动化、车联网以及物联网应用的基本要求。例如，智能传感器和文本消息都是极大流量的应用，需要非常低的数据速率且对时延不敏感。

7 复杂的性能要求

移动业务的日益多样化和广泛应用对性能有不同的要求。

- 时延从一毫秒到数秒不等。
- 每小区的永远在线用户数从几百到数百万。
- 工作周期从毫秒级到数日。
- 信令负荷从不足1%至接近100%。

图1中的5G业务立方体模型是对5G网络多种服务类型所需的吞吐量、时延和连接数的多维度展示。

5G网络要同时满足上述所有的应用需求，将面临巨大

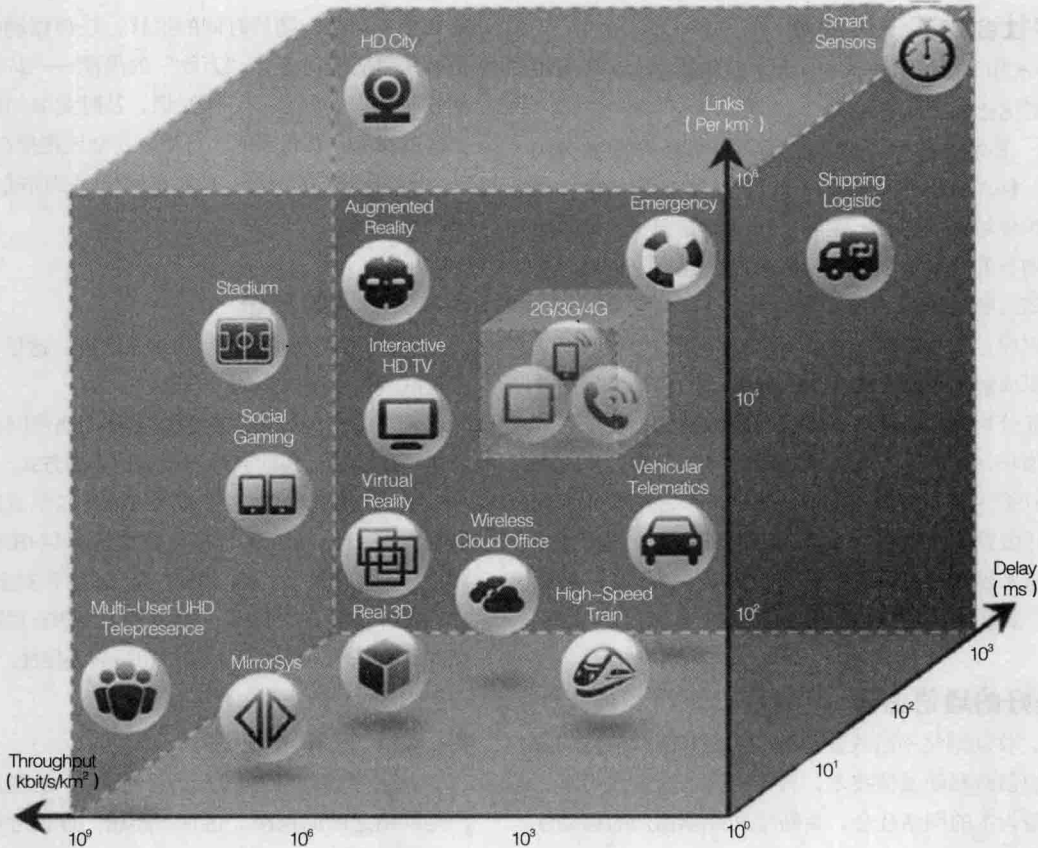


图1 5G HyperService Cubes-5G广泛业务和场景需求

的设计挑战，因为要满足个人用户和企业用户的多种需求。

- 身临其境的体验：至少1Gbit/s以上的数据传输速率，能够支持超高清视频和虚拟现实应用。
- 类光纤速率体验：10Gbit/s的数据速率，支持移动云服务。
- 零延时和零等待：低于1ms的时延，支持实时移动控制、车联网应用和通信。
- 零秒切换：不同无线接入技术间的切换时长低于10ms，确保一致、无损的业务体验。
- 超大容量和永远在线：当前移动网络系统已支持50亿用户，这需要同时支持数10亿的应用和几千亿的互联设备。
- 能耗：每比特能源消耗应降至千分之一，改善连接设备的电池寿命。

8 频谱的影响

除了灵活高效的使用所有可用离散频谱外，还需要释放更多的频谱以支持2020年1000倍容量增长乃至2040年及以后的更大容量增长。

虽然全球正逐步形成共识，认为500MHz~1GHz的额外频谱带宽是必要的，但仍需考虑如下问题。

- 频段按地域获取的方式应与地方法规管理频段使用的要求相协调，这样移动设备的全球流通和规模经济才可免受负面影响。
- 如何精确使用所有可用的频段和新IMT频段，实现单用户速率10Gbit/s的要求，是设计5G系统时面临的主要挑战。

为使频谱效率最大化，全频谱接入和可编程的空中接口技术应能够将业务需求、频率与无线资源的最佳组合相匹配。SDN和云架构技术的不断深入融合将有助于实现这一点，也有助于实现移动网络技术的按需定制，更好地保证网络服务质量，提高网络投资收益，降低网络拥有成本，降低能耗。

9 关键技术驱动和创新

关键5G技术驱动因素如下：

- 前几代无线网络的特点是有固定的接入参数和频谱块，5G网络将允许使用任何频谱和任何接入技术来提供最佳通信服务；
- 空中接口和RAN系统需要全部重新设计以适应具有超大容量、超高连接性以及极速等特征的新移动接入模式；
- 5G将天然的支持各种新网络部署，包括超高密度的无线网络部署、回传、设备到设备的通信、动态频谱重整和无线接入基础设施共享。

10 必要的技术突破

5G的发展将需要实现以下几个新突破：

- 多址接入和先进波形技术上的新突破，结合编码和调制算法上的进步，势必促进频谱效率的持续提升。这些都将是大规模物联网的连接和接入时延的骤减提供必要的延展性；
- 基带和射频架构上的新突破，以支持计算密集、适配的新型空中接口。这需要更加先进的基带计算方法以满足新解决方案（如大规模MIMO）的复杂要求，需要超前规模的射频与天线模块集成合一的设计（即“Radiotenna”）以支持新型空中接口；
- 先进射频频域处理上的新突破，有利于高效、灵活的使用频谱，而单频全双工无线技术有利于提高频谱效率，这些都将在提高能源效率的同时，降低全网成本；
- 集成接入节点和回传设计上的新突破，以满足无线节点非常密集的组网要求。其中，“即插即用”技术成为网络部署的关键。在部署中，这些无线节点需要接入并自组织可用的频谱块进行接入和回传，这也是实现高频无线接入的关键能力；
- 移动设备无线技术上的新突破，以支持广泛的能力要求，从超低能耗传感器到使用长效电池的超高速设备。小型化多天线技术将是实现小带宽低功耗吉比特接入速度的关键。进一步扩展移动设备的能力以支持某些基站功能也很重要，这将使移动网络可以实现基于设备的定制化服务，例如，设备到设备的即时通信。

11 虚拟化架构

基于云架构技术的无线接入网络将为所需之处提供按需的资源处理、存储和网络容量。软件定义的空中接口技术将被无缝集成到5G无线接入网络架构中。无线接入网站点将向“超级收发器”（Hyper Transceiver）移动接入方式演进，有助于实现跨层优化，高效利用无线资源。

核心网的演进将围绕如何更灵活地创建新服务和新应用。云计算将成为核心网的基础，开放网络，在发展中利用创新技术。5G核心网也将与当前的3G、4G核心网实现无缝集成。

12 全频谱接入

全频谱无线接入节点的全新设计要求在无线基础技术如空中接口、RAN、射频收发器和设备等方面实现新的突破。新型无线回传技术和固网的新光纤接入技术将成为下一代商用通信网络解决方案的组成部分。图2展示了5G无