

2016 National Conference on
Wireless & Mobile Communication
(WMC'16)

2016

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



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

2016 National Conference on
Wireless & Mobile Communication
(WMC'16)

2016

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



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

2016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, 2016.12

ISBN 978-7-115-43957-4

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(2016)第254877号

内 容 提 要

2016全国无线及移动通信学术大会论文集共收录论文93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、物联网研究与应用等领域, 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学习参考。

2016年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: 30.5 2016年11月第1版
字数: 878千字 2016年11月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-43957-4

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

2016全国无线及移动通信学术大会

组织机构

大会指导委员会

刘 岩 国家无线电监测中心 国家无线电频谱管理中心主任/教授
阚润田 工业和信息化部无线电管理局副局长/高级工程师
王志勤 中国信息通信研究院技术与标准研究所所长/教授级高工
沈少艾 中国电信集团公司技术部副总经理/教授级高工
黄宇红 中国移动研究院副院长/高级工程师
张忠平 中国联合网络通信集团有限公司技术部总经理/教授级高工
窦 笠 中国铁塔通信技术研究院长/教授级高工
李书芳 北京邮电大学教授

大会主席

刘 岩 中国通信学会第八届无线及移动通信委员会主任委员/教授
阚润田 中国通信学会第八届无线及移动通信委员会副主任委员/高级工程师

大会程序委员会

主席： 张忠平 中国通信学会第八届无线及移动通信委员会副主任委员/教授级高工
委员： 杜廷山 闫 肃 聂胜军 马卫国 万 蕾 王泽权 李瑞林
万永乐 杨 骅 王俊峰 周世东 李少谦 王卫东 赵春明
程崇虎 艾 渤 张海林 束 锋 马红兵 孙震强 郑建飞
蒋 远 杨文琳 蔡艳明 石晓虹

大会组织委员会

主席： 张海林 西安电子科技大学通信工程学院院长/教授
委员： 闫 肃 杜廷山 刘仲亚 吴 冲 王靖宇 曹 磊
李 男 邹 勇 尹 良 刘 涛 武晓妍

审稿委员会

主席： 李书芳 中国通信学会第八届无线及移动通信委员会副主任委员/教授
委员： 周晓敏 冯 毅 李福昌 李轶群 余 立 高有军
王四海 李 男 李培煜 熊尚坤 戴国华 邹 勇
潘三明 邓 力 洪卫军

序 言

当前，移动通信技术的空前发展，为人们不断带来更加丰富多彩、便捷高效的服务。在全球第四代移动通信（4G）逐步进入规模商用的情况下，业界已将研发重点投向第五代移动通信（5G）技术，推动5G技术呈加速发展趋势。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應用，中国通信学会无线及移动通信委员会于2016年9月13日在西安电子科技大学召开2016全国无线及移动通信学术大会。本次大会由国家无线电监测中心、中国联合网络通信集团有限公司、西安电子科技大学、华为技术有限公司联合承办，工业和信息化部无线电管理局指导。

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“2016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，内容覆盖无线技术与互联网+、5G技术与标准、智慧物联网和万物互联、智能终端和智能硬件、移动互联网应用、公网无线频谱资源监管等诸多领域，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、管理机构的不斷创新和探索。

通过大会审稿委员会的严格评审，从众多的论文来稿中选取93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5G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

2016年11月

目次

无线通信技术与研究

基于5G的大数据网络架构研究	张 怡 陈强均 刘华宇	1
5G网络智能化技术及方案初探	赵 勇 谢伟良 杨峰义	5
4G基站共享技术与应用	宋 谱 李志军 张光辉 朱雪田	12
基于泄漏的多用户方向调制合成方法	朱 伟 陆锦辉 束 锋 吴肖敏 胡锦涛 张一晋 李 骏	15
方向调制无线广播系统中一种混合波束成形组合	吴肖敏 束 锋 朱 伟 胡锦涛 陈洪洋 刘 苗	19
基于MEC的新型4G网络研究	韩延涛 张 龙 陈一帆 高有军 江天明	23
3D-MIMO性能分析及应用建议	马向辰 徐德平 程日涛 张炎炎 杨烨华	28
面向5G的高频信道模型	郑 毅 刘光毅 童 辉 姜大洁	32
4G+时代高清语音国际漫游与互通技术研究	尚宇翔 王亚晨 陈佳媛	40
4G高增益天线应用场景分析	陈 亮 樊正茂 袁 霖 古亦聪	45
4G客户感知问题快速定界及精准定位体系的研究应用	程 乔 陈 婷 唐金辉 王映华	52
TD-LTE载波聚合技术及应用方案研究	曹丽芳 李秋香 高有军 邓 伟	58
TD-LTE终端下行增强技术分析	翁玮文 王 苗 范振锋 曹 蕾	63
VoLTE容量分析与提升策略	陈 俊 刘 磊	67
SRLTE对LTE网络寻呼性能的影响	胡春雷 李 鹏 张光辉	71
高铁4G+技术研究与探讨	齐咏嘉 黄久成 王乙名	75
高层建筑4G覆盖方案研究	齐 麟 刘剑峰 刘立文	82
基于TDOA的高精度最小二乘多星无源定位算法	杨淑萍 束 锋 刘婷婷 桂林卿 陆锦辉 崔玉荻 王 进	90
基于神经网络的多网协同多传感器融合算法研究	解洪宇 曲金帅	94
全双工MIMO双向中继系统中最大化速率波束成形算法	崔玉荻 束 锋 胡锦涛 杨淑萍 吴肖敏 朱 伟	98
新型无线网络基站站间距算法	赵 勇 谢伟良 杨峰义 毕 齐	102
异构无线传感器网络中一种基于能量的分簇路由协议研究	张 怡 龚德才 陈强均	106
基于呼叫能力开放平台的外呼结果状态异步通信协议	陈 欣	112
视频业务感知评估算法研究及应用	杨秀平 刘文华	115
基于精准定位指纹库技术挖掘“智慧沃家”潜在客户的研究与应用	唐金辉 韦 亮 王映华 李明生 程 乔	124

消费电子领域SIM卡远程配置分析	魏文娟 邢燕霞	130
2G/3G/4G组网场景与互操作策略分析	周瑞华 黄志辉 赵 飞	134
无线接入网络虚拟化	许 悠 谢伟良 杨峰义	141
GSM Refarming技术未来在农村无线宽带的应用	王婷婷 席 玮	146

移动互联网发展与创新

指纹认证在移动支付中的应用研究	刘婧雯 郭漫雪	150
创新型“互联网+”教育精准扶贫应用方案	周双阳 席 晓 王 勃	154
互联网+基础设施之大数据对外能力开放平台	张延彬	157
互联网网络空间安全研究	李 峥 李日波 李 磊 刘萍萍 牟 爽 田承禹	161
OTT业务质量评估与分析	邓 飞 张思为	171
vMOS多维度关联性分析及移动高清视频业务优化研究	尹 岫 解 鲜 蔡 凯 叶 闯	175
典型业务模型对LTE全网速率的影响研究	黄 赛 李纪华 刘洪涛	181
基于EDOS的终端分析研究	赵晨灵 李纪华 柴 杰	188
在线直播在运营商教育数字化服务转型应用创新模式	陈志刚	193

频谱资源管理

5G频谱规划态势分析	潘 崧 刘婧迪 李 男 刘 亮 杨 光 刘光毅	196
1785~1805MHz频段无线接入系统与邻频IMT系统间干扰共存研究	芒 戈 刘婧迪 许 颖	201
LTE900网络部署探讨研究	范 娟 王 磊 涂远华	206
“黑广播”监测定位方法研究	王梓宇 刘宝生 胡稷鑫 简 晨	211
共享载频场景下运营商间资源分配策略研究与验证	杨 涛 谢伟良 杨峰义	214
基于VoLTE语音方案提高频谱利用率促进用户向4G转网	钱丽玲 张 会	218
无线电管理的核心是频谱资源管理	何爱群	223
省级无线电管理信息一体化平台建设探讨	张 勇 刘云杰	228
短波台站数据挖掘分析展示平台的设计	张西泽 李效利	232

通信网络运维与规划

多运营商移动通信天线共用铁塔布局研究	马为民 徐 超 张 澜	237
高功率终端上行增强解决方案分析与应用研究		
	宋 丹 范振锋 邢金强 李 新 刘 磊 潘 岷 肖善鹏 曹 蕾	244
中国铁塔小微站站址规划建设方案研究	章小初 裴 皎 赵悠然 宋 磊 何南军	251
基于菲涅尔区原理的天线安装结构研究与应用	杨飞虎 姚赛彬 侯文军	257
无线站址资源规划的探索	王尚奇 王亚昕 马鸿泰 秦 剑	262
LTE本地分流方案基于MEC的研究及性能测试分析	张建敏 谢伟良 杨峰义	266
LTE网络接入问题优化研究	叶 闯 解 鲜 蔡 凯	270
4G流量驻留比优化方法研究	付晓东 马 莹	276
LTE网络RS功率配比优化策略研究	曾 伟 解 鲜 刘化雪	280
LTE跟踪区边界优化研究	赵文娟 王西点 沈 鹭 程 楠 王 磊	285
LTE低速率优化方法研究	隗 萌 刘月阳	289
基于高速移动场景的LTE用户驻留体验优化探究	左 龙 徐晓亮 叶惠钿	295
LTE网络E2E CSFB时延优化方案研究与应用	朱政军 黄志斌 陈江山	300
四维度提升LTE网络小区边缘用户业务性能方法研究	唐金辉 韦 亮 王映华 李明生 程 乔	308
PDCCH信道提升室内分布单通道LTE速率的研究	莫崇庆 韦劲高 叶万文	314
VoLTE语音业务对eSRVCC业务性能指标提升的研究	陈永桢 韦劲高 莫崇庆	319
LTE网络中常用测量报告的研究与应用	严亚豪 黄 赛 费怡文	325
特殊场景下4G网络低成本覆盖思路	李伟平 吴敏娜 王 帆 刘清阳	332
U2L PS重定向功能研究验证及优化	韩 孟 王晓亮 刘化雪	335
体验驱动：基于LTE的双高清业务评估与优化	黄久成 侯文军 姚赛彬	339
基于状态迁移的小流量用户快回LTE网络的方法	付 毅 李少华	343
LTE上行干扰定位和解决方案	朱政军 吴勇熙	348
网络质量分析提升4G用户感知	黄志斌 吴勇熙 梁吉宁	353
5G网络切片划分策略及部署探讨	月 球 肖子玉 王 芳 杨 旭	357
垃圾信息中变体词语的特征提取算法研究	杜 刚 朱艳云 张 晨 杜雪涛	362
基于泰森多边形的网络规划方法研究	范云强 张红霞 王世魁	366
基于PA/PB功率参数配置提升LTE网络性能研究	涂 华 唐金辉	369
站址规划支撑系统的设计研究	马鸿泰 秦 剑 王亚昕 王尚奇	374

视频业务vMOS影响因素的研究与优化	莫崇庆 韦劭高 叶万文	378
总部10010短信及时到达率优化	杨 宇 陈 鸿 吴志祥	385
宽带异常掉线分析与优化	王春艳	391
基于大数据“流累计算法”移动视频业务感知评估优化	程 乔 王映华 唐金辉 涂 华 韦 亮	394
运营商与中国铁塔合作中若干问题的思考	张海涛 王 韬 史辛宁 孙 璇 耿鲁静	401
面向行业用户的外包呼叫中心虚拟化方法	陈 欣	405
长链基站传输设备用电时长技术应用分析	朱 恒 余 斌	408
基于保护电子商务交易双方手机号码隐私的小号创新平台实践和应用	陈若炜 肖 斌 唐胜俊	412
基于用户数的异频MLB负载均衡研究与应用	叶万文 韦劭高 陈永桢	418
室内分布场景多运营商多系统合路互调干扰解决方案探讨	朱政军 李梁军	425
基于C5.0算法建立NPS客户预测保障防控体系	王映华 陈 婷 唐金辉 叶健涛 程 乔	434
挖掘质差根因 提升用户全业务体验	曾 毅 刘占强	439

物联网研究与应用

运营商推动物联网发展策略研究	肖子玉	448
NB-IoT传输方式浅析	高晨亮 曹 蕾 翁玮文	454
NB-IoT工作模式分析研究	鲁 娜 赵 冬 聂 衡 卞宏梁 张光辉 朱雪田	461
NB-IoT基于中国联通现网的部署方案探讨	罗敏妍 彭英明	465
LPWA物联网关键技术性能对比及网络部署相关问题研究	邵 华 王 锐 童 辉	470
物联网技术低功耗挑战与解决方案	孔露婷 厉正吉 高晨亮 翁玮文 范振峰 董 昊	476

基于5G的大数据网络架构研究

张 怡 陈强均 刘华宇

中讯邮电咨询设计院有限公司成都分公司

摘要

论述利用第五代移动通信技术克服大数据条件下的数据吞吐和延迟问题,并将5G作为数据中心的通信骨干网络服务用户,使大数据中心必需的高速数据通信系统成为现实,为网间大数据传输提供切实高效的无线通信支持。

关键词

5G 大数据 Wi-Fi 物联网 数据中心

1 引言

信息与通信技术领域的大数据(Big Data)技术是指在大规模、复杂的数据迁移和事务处理过程中进行数据采集和处理的技术。如果没有高效便捷的数据管理应用软件或应用系统的支撑,大数据系统是很难控制的,需要大型数据库支持的数据存储能力、高速通信基础设施支持的数据采集和共享能力,以及便捷的系统工具支持的数据可视化分析能力,这些都是构建大数据系统不得不面对的挑战。高容量、大规模的数据采集与共享必须依靠高速、大容量的数据通信系统的支撑,才能使得基于大数据的决策和管理系统的性能得到提升和优化。

面对全世界数以亿万计的电子设备产生的数据流,当前数据管理系统最大的挑战在于,如何以更高吞吐量和更低延迟率为用户提供永不失败的服务体验。基于云的大数据库以及大数据中心技术提供克服上述困难的保证。

第五代移动通信技术(5G)是未来电信基础设施发展中极有前景的技术。预计2020年,全球将有超过500亿的电子设备接入互联网,而只有使用全面支持IPv6以及更高速数据通信能力的5G技术,才能保证物联网(Internet of things, IoT)的持续繁荣。

2 大数据

信息无时无刻地产生,信息的产生必然伴随着数据的产生,不断累积的数据就构成大数据,这些数据的存储访问通常也依靠数据库完成。不同种类的数据来源于不同的信息源,例如,传感器、机器、社交网络、消息、邮件、语音或者视频。这些不同类型数据的格式可能是结构化或非结构化

的,也可能是半结构化的。大数据正改变人们对于未来技术发展趋势以及协同工作方式的思考和理解。图1阐释了大数据系统的体系结构框架以及数据处理流程。数据从多渠道、不同种类的数据源输入,经由数据流分析和数据聚合处理,最后为用户提供数据检索和查询。

从行业领域对大数据的需求来看,一些具体参量特征构成大数据的明确定义。

(1) 数据存储容量

充足的存储容量是实现大数据的必备条件。面对不断增多的传感器、网站会员、消息、邮件,以及交易事务,每天都有数以亿万的大量数据产生,而这些数据都要被可靠地保留多年,以使用户挖掘其中的价值。大数据必须要依靠大容量的存储系统实现。

(2) 数据流速

数据以不可预计的速度流动,并且需要随时监控。例如,各种RFID标签信息、各种传感器和转换器信息必须进行实时传递。因此,以高速迅捷的方式响应数据请求以满足高速数据传输的要求,是大数据必须面对的挑战。

(3) 数据多样化和复杂性

如今,不同来源的数据呈现出格式多样化的特征,数据可能是来自于常规数据库中的结构化数值数据,也可能是来自于网络媒体中的非结构化数据,例如,文档、音频、视频、邮件或者其他多媒体数据。因此,整合、管理、控制这些多样化的数据,也是实现大数据所必须面对的。

(4) 数据易变性

大数据也需要面对数据流速和类型多样化的变化。数据流速可能会出现峰谷变化,例如社交网络,大数据系统

必须应对每天、每季度或者事件触发引起的高数据峰值的挑战。

自不同来源获取的海量信息将被作为原始数据存储到数据中心，然后这些数据会被发送至大数据阶段化处理过程中，最后只对对用户真正有用、有价值的数据筛选出来交给用户。我们将这个过程称为大数据阶段处理（Big Data Staging），在这个阶段，数据将被梳理为类型结构化的数据，如图2所示。这个处理过程也要求高效率和高速度，否则大规模的数据必然影响到处理过程的时间和精确度。

3 5G移动通信技术

无线通信技术的革新起源于第一代（1G）移动通信技术，并历经了第二代和第三代（2G/3G）移动通信技术的发展和完善。2010年，随着第四代（4G）移动通信技术的引入，无线数据通信达到前所未有的速度和容量。

而未来的5G无线移动网络将支持更高速度和更大容量的数据通信。预计将支持千亿终端设备同时在网的规模，以及单用户10Gbit/s的数据传输速率。按照目前的研发以及标准化进程，5G将在2020年得以实现。一旦完成部署，令人期待的5G网络将在2020-2030年期间投入商用。5G网络将以目

前已有的无线通信技术作为平台进行构建，例如，GSM、LTE/WCDMA以及Wi-Fi（Wireless Fidelity）。移动通信技术从1G到5G的发展进程如图3所示。

未来的5G无线网络技术变革将真正实现全世界的端到端交流。基于云计算技术的数据分析将会驱动工商业的繁荣发展，并激发用户产生更加丰富的需求。5G技术是挑战和实现全球用户和设备间“零距离”互联的关键技术，电信服务商将能够为用户挖掘出区别于以往的更深层次需求。5G技术也能够未来的智能城市规划和实现中担负关键的角色。

5G在语音、视频以及数据通信方面具备多项优势，见表1。

5G通信标准也涉及到Wi-Fi标准。基于IEEE 802.11标准的Wi-Fi技术从1997年开始，最初定义的最大数据传输速率是2Mbit/s，随着技术发展和速度提升，在4G条件下，Wi-Fi最新标准规定最大数据传输速率为600Mbit/s。目前，正在为5G标准准备的Wi-Fi预计将达到千兆比特级别的传输速率。相比于4G，5G技术在速率和延迟率方面的性能将



图1 大数据分析体系结构框架

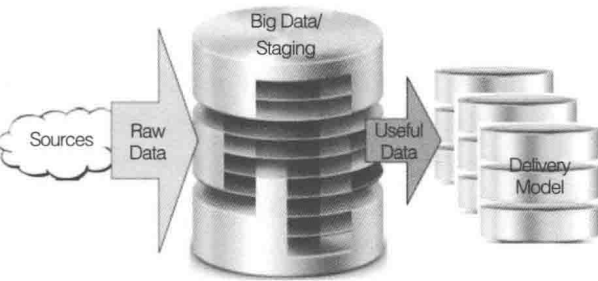


图2 大数据阶段处理过程

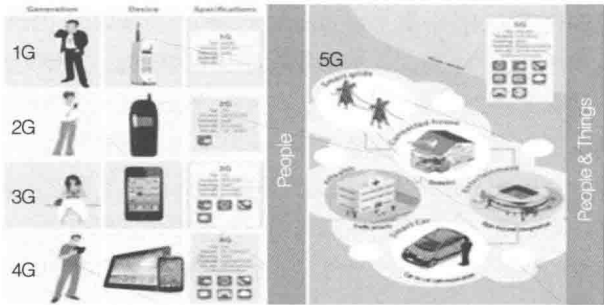


图3 移动通信技术发展进程

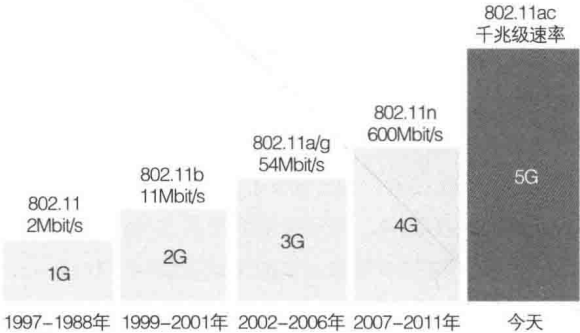


图4 1G到5G Wi-Fi标准发展

表1 5G技术

实时性能	关键基础设施	超高速带宽	物联网/机对机	虚拟化基础设施
快速响应时间 低抖动 低时延 高可用性	高可靠性 优先接入 广域覆盖	千兆级数据传输率 高质量覆盖 多频段服务	更多的设备连接 室内深度覆盖 高功率信号发射	软件化网络 可伸缩网络 低成本系统

有100倍的提升，5G势必成为下一个前景巨大的技术。1G到5G Wi-Fi标准发展如图4所示。

4 5G技术支撑的大数据网络

如今，智能手机、平板电脑、传感器、智能机器等电子设备的使用量正以惊人的速度增长，若没有大容量、高速率的网络基础设施支持，这些电子设备产生的大量消息和数据传输将导致网络拥塞和延迟。大数据网络承担着

将巨大规模、超复杂的数据从不同数据来源采集、处理并传递到数据库或者用户手中的艰巨任务。而随着时间的推移，网络通信量和事务处理量将不断增长，因此，对大数据网络的性能优化成为最迫切的需要。

目前，我们通常使用传统的有线网络（如光纤、电缆）作为服务器以及数据中心之间的骨干通信连接渠道，而有线网络的使用范围却很有限。未来10年中，终端设备的互联网接入规模将变得更为庞大，当前的网络基础设施

势必不能满足如此庞大的需求。因此，需要寻求可替代的技术方案和基础设施以应对更高容量的网络通信需求，而5G无线通信技术是最有希望和前景的可选方案之一。此外，选择使用无线通信作为骨干网络也与大量的用户移动终端设备必须支持无线网络有关。如图5所示，支持千兆比特大容量网络连接的5G

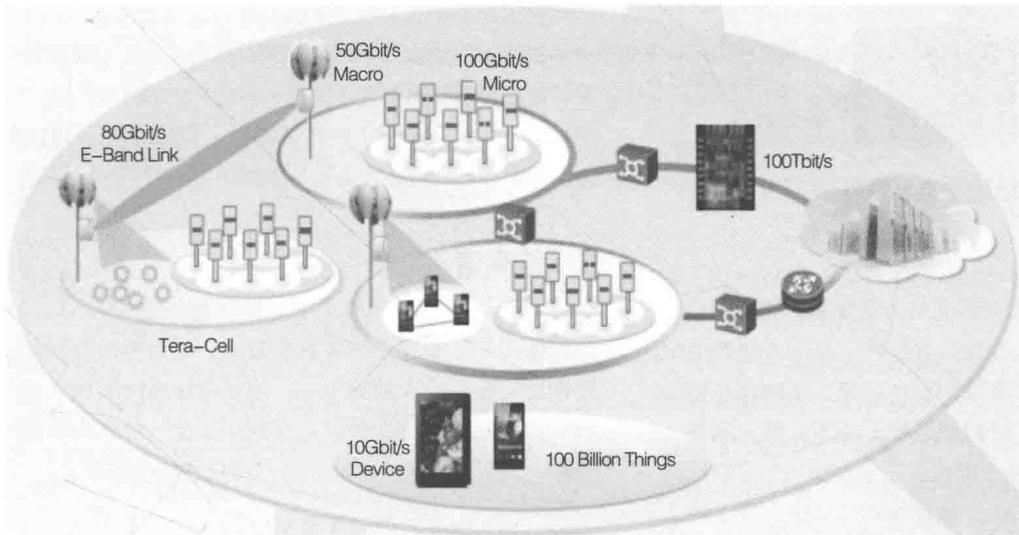


图5 5G无线网络基础设施架构

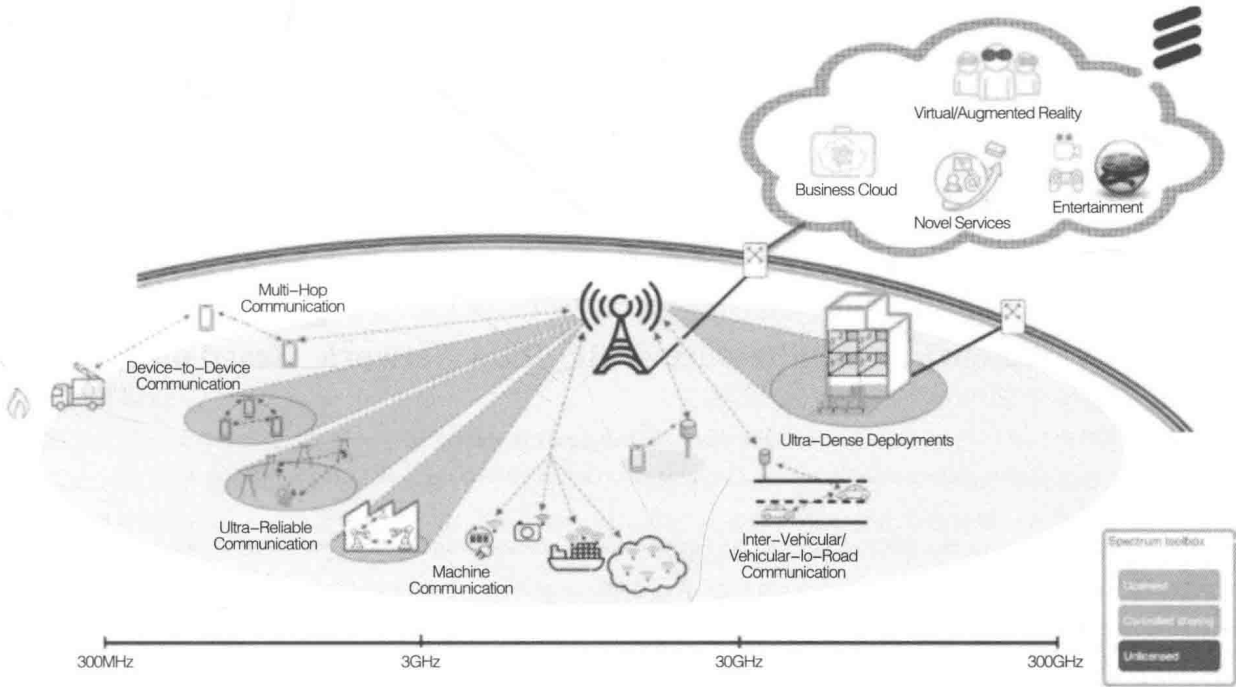


图6 5G无线网络访问全景

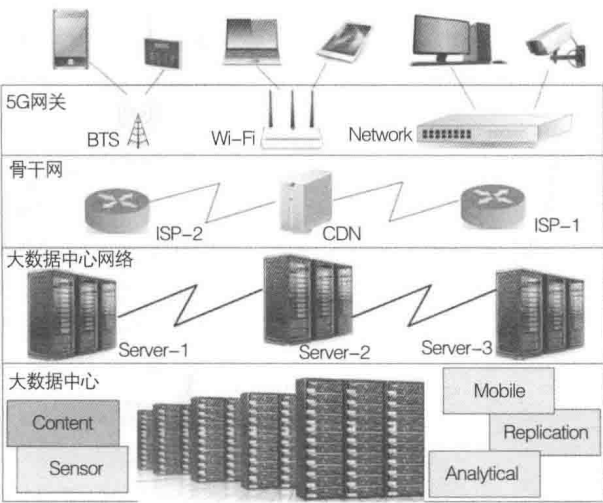


图7 5G大数据网络场景

无线网络基础设施架构。

5G技术被认为是实现物联网的关键要素，物联网可以将包括人在内的所有事物都接入互联网，从而开创新的纪元。无数的电器设备、健康检测仪、门锁、车辆以及智能手表等可穿戴设备将通过传感器以安全的方式接入网络。据Gartner公司的最新调查分析报告显示，2015年互联网终端设备的数量已经达到50亿，预计到2020年这个数字将上升到250亿。在5G网络条件下，网速将是4G网络的66倍。这意味着，自动驾驶的汽车能够在危急时刻及时做出判断和决定；没有丝毫延迟的网络视频会议让与会者感觉就像身处同一个会议室；交通拥堵状况、环境污染程度、停车位数量等信息可以被实时监控并反馈到我们的家里或者正在行驶的智能汽车里。此外，当前4G网络下载速度的上限是150Mbit/s，而5G网络下载速度上限将达到10Gbit/s。

通常，利用载波在移动终端设备和基站天线之间实现信号交换。在5G网络中，同样需要利用载波，为了提高移动传输的速度和质量，需要将基站设置在距离移动终端设

备几百米之内或更近的地方。目前电信运营商使用100MHz到3GHz低频段进行通信，而今后的5G网络通信要求运行在更高的频段。然而，跨越长距离或者建筑楼群等障碍物传送高频无线电波其实是相当困难的。可以利用一些天线领域的高新技术补偿载波传输过程中的损耗和衰减，例如，MIMO天线可以通过并行方式发射大量无线电信号形成波束，智能化地将无线电能聚焦到特定方向。未来5G高频段载波通信场景如图6所示。

目前，用户的业务模型受网络性能和容量状况的影响非常大，为了提高业务之间的互联互通能力，公司和机构用户不得不通过采购、部署复杂高昂的网络设备满足业务需求。而超越现有网络技术性能和容量的5G技术将为用户解决燃眉之急，5G具有巨大的市场潜力。如图7所示，通过5G高速网络实现用户终端设备与大数据中心的数据互联互通。

5 结束语

综上，将5G技术应用于大数据中心网络体系结构，可为设备间的互联互通带来更高效能。作为承担数据存储和查询访问服务的大数据中心，需要依靠高性能和大容量的网络作为基础设施支撑，只有满足高速、可靠的数据传输条件，大数据系统的性能和服务质量才能得到保证。

参考文献

[1] Ericsson, 5G for the networked society beyond 2020[J], Mobile WorldCongress 2013, 2013(2)

[2] A. Imran and A. Zoha, Challenges in 5G; how to empower SON with bigdata for enabling 5G[J], Network, IEEE, 2014(28)

[3] C. Jandak, et al, Spatial big data and wireless networks: experiences, applications, and research challenges[J], Network, IEEE, 2014(28)

[4] Y. Hao, et al, Big data; transforming the design philosophy of future internet[J], Network, IEEE, 2014(28)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

Research on The Architecture of Big Data Network Based on 5G

Zhang Yi, Chen Qiangjun, Liu Huayu

China Information Technology Consulting and Design Institute Co., Ltd. Chengdu Branch

Abstract: This paper has a discussion on utilizing the Fifth Generation wireless communication technology to overcome the issue on the throughput and latency of Big Data, and using wireless communication system as alternative backbone of data center to serve users in the future. The new network architecture is proposed to support the effective and efficient communication for Big Data in the network.

Keywords: 5G, Big Data, Wi-Fi, IoT, Data Center

5G网络智能化技术及方案初探

赵 勇 谢伟良 杨峰义

中国电信股份有限公司技术创新中心

摘要

针对当前无线网络作为数据通道存在, 缺乏对用户和业务感知能力的问题, 首先介绍5G网络的需求、场景和架构特征, 接着重点研究5G网络智能化技术, 并结合5G网络架构特征, 给出5G网络智能化方案。5G网络智能化技术和方案的研究为未来5G网络的发展提供有价值的参考。

关键词

5G 网络 智能化 信息感知 数据分析

1 引言

面向2020年及未来, 移动通信技术和产业将迈入第五代移动通信(5G)的发展阶段。2012年11月, 欧盟正式启动名为METIS (Mobile and Wireless Communications Enablers for the Twenty-Two Information Society) 的5G研究项目, 针对如何满足未来移动通信需求进行广泛研究。在业务需求方面, 5G将满足人们超高流量密度、超高连接数密度、超高移动性需求、更高可靠性、更低时延等需求; 在网络运营方面, 5G还要全面提升网络的智能感知和决策能力, 解决当前无线接入网络作为数据通道存在, 缺乏对用户和业务感知能力的问题。5G网络智能化技术, 基于对网络、终端、用户和业务等多维度信息的感知和获取, 分析网络场景特征和用户行为特征, 制定网络控制策略和方案, 实现5G网络精细化运营和部署, 从而有效地支撑5G网络的全方位需求。因此, 为了满足未来5G网络业务需求和运营需求, 网络智能化技术变得至关重要, 成为重点研究的内容。

2 5G网络概述

面向2020年及未来, 移动互联网和物联网业务将成为5G发展的主要驱动力。5G将满足人们在居住、工作、休闲和交通等各种区域的多样化业务需求, 即便在密集住宅区、办公室、体育场、露天集会、地铁、快速路、高铁和广域覆盖等具有超高流量密度、超高连接数密度、超高移动性特征的场景, 也可以为用户提供高清视频、虚拟现实、增强现实、云桌面、在线游戏等极致业务体验。与此同时, 5G还将渗透到物联网及各种行业领域, 与工业设

施、医疗仪器、交通工具等深度融合, 实现真正的“万物互联”, 有效满足工业、医疗、交通等垂直行业的多样化业务需求。为了满足5G网络如此多样化的需求, 相比于当前的无线网络, 5G网络要求流量密度提升1000倍, 连接设备数量增加10~100倍, 用户体验速率增加10~100倍, 物联网低功耗终端的电池寿命增加10倍, 端到端时延降低5倍。

针对5G网络如此丰富多样的需求, 国际电信联盟(International Telecommunications Union, ITU)明确定义了三个5G网络的应用场景, 即增强的移动宽带(Enhanced Mobile Broadband)场景, 高可靠低时延通信(Ultra-reliable and Low Latency Communications)场景和大规模机器通信(Massive Machine Type Communications)场景, 如图1所示。对于增强移动宽带场景, 在现有的移动宽带应用基础上提出新的应用领域和需求, 改善应用性能和日益丰富的用户体验。这些新的应用领域包括具有不同业务需求的广域覆盖和热点场景。广域覆盖场景在保障业务无缝覆盖和用户中高速移动性的前提下, 要保证网络内的用户都可以获得相对于当前网络较高的, 但是相对于热点场景较低的数据传输速率; 热点场景具备极高的用户密度和极高的业务容量需求, 但是对用户的移动性要求相对于广域覆盖场景较低。对于高可靠低时延通信场景, 主要面向车联网、工业控制等垂直行业的特殊应用需求, 这类应用对数据速率、时延和可靠性具有极高的指标要求, 需要为用户提供毫秒级的端到端时延和接近100%的业务可靠性保证。对于大规模机器通信场景, 主要面向环境监测、智能农业、森林防火等以传感和控制为目标的应用场景, 具有小数据包、强突发性的特点。这类设备和器件分布范围广、

数量众多，不仅要求网络具备超千亿连接的支持能力，满足100万/km²连接数密度指标要求，而且还要保证终端的超低功耗和超低成本。

为了满足5G网络严格的性能要求，并匹配5G网络三个主要应用场景，5G网络的发展要求具备性能更优质、功能更灵活、运营更智能和生态更友好的网络特征。在网络架构方面，基于控制云、转发云和接入云“三朵云”概念的5G网络架构也逐步为大家所接受。“三朵云”5G网络架构如图2所示。“三朵云”的网络架构具备控制承载分离和簇化集中控制的特点，同时支持网络虚拟化和能力开发，在提升网络性能的同时，很好地保障网络的灵活性

和可扩展性。控制云在逻辑上作为5G蜂窝网络的集中控制核心，由多个虚拟化网络控制功能模块组成。在实际部署时，控制云中的网络控制功能可能部署在集中的云计算数据中心，也可能分散部署在本地数据中心和集中部署的数据中心，一部分无线强相关控制功能也可能部署在接入网或接入节点上。转发云实现核心网控制面与数据面的彻底分离，更专注于聚焦数据流的高速转发与处理。接入云具备分簇化集中控制的特点，包含多种部署场景（如宏基站覆盖、宏微基站联合覆盖以及微微基站超密集覆盖等）。随着移动边缘计算（Mobile Edge Computing, MEC）技术的成熟，接入云中也可以完成部分本地控制功能。

3 5G网络智能化技术

5G网络智能化是一个闭环过程，如图3所示。
5G网络中的网络、终端、用户和业务等多种维度的数据，分布于网络的多个网元中。通过网络信息感知和获取技术，可以提取位于多个网元中的多维度网络数据，并统一存储。基于感知获取的多维度网络数据，通过网络特征分析与识别的方法，可以形成体现网络场景特征的数据库；通过用户行为分析与预测的方法，可以形成体现用户行为特征的数据库。根据分析得到的网络场景特征和用户行为特征，可以精细化地优化网络参数配置和制定网络控

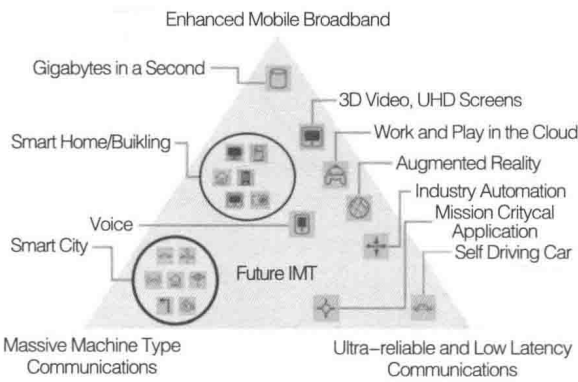


图1 IMT 5G应用场景

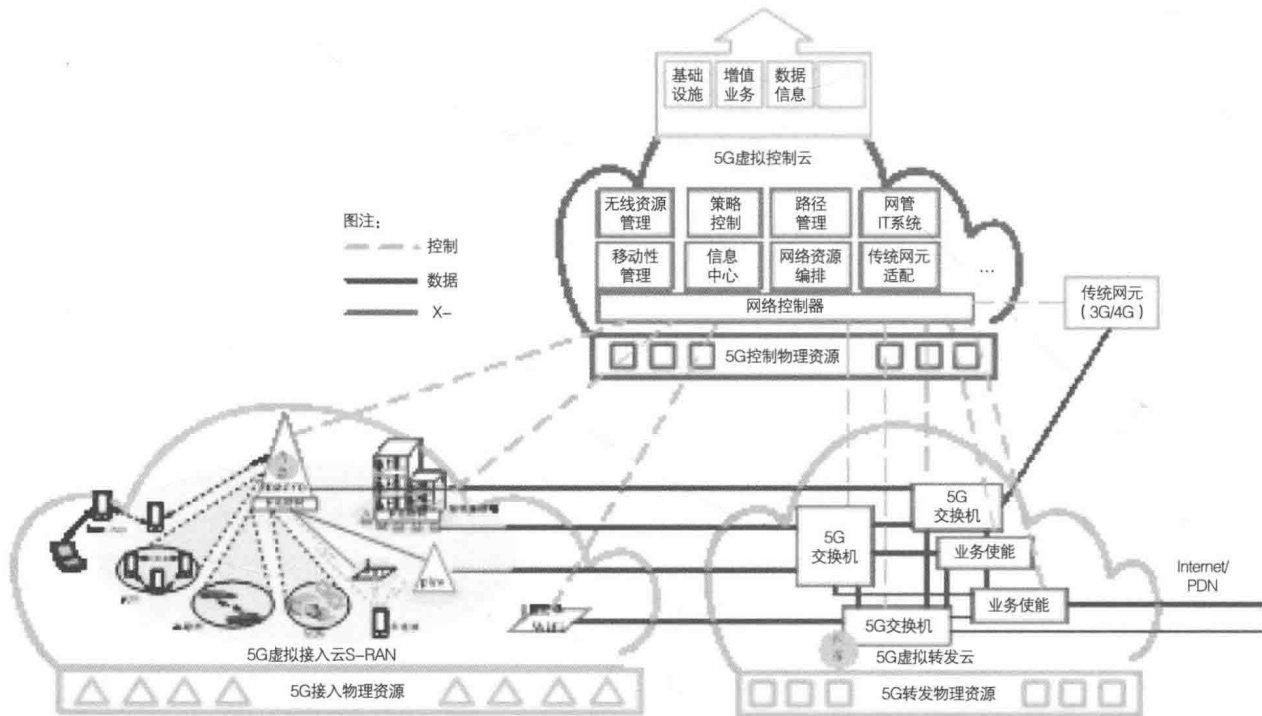


图2 “三朵云” 5G网络架构

制策略，并作用于网络，以提升网络性能与效率。最终再次通过对网络中多维度数据的感知和分析，跟踪并验证网络优化和网络控制策略的效果。

根据上述分析，5G网络智能化技术主要包括如下三个部分。

- 多维度网络信息的感知与获取；
- 多维度网络信息的分析与处理；
- 智能化网络控制策略的制定与实施。

3.1 多维度网络信息感知与获取

无线网络将会记录用户每一次使用网络的情况。网络数据包括无线环境数据、终端数据、用户数据和业务数据等，可以用于表征与评估网络工作状态、网络状态与性能、终端能力与性能、用户行为等。根据网络数据类型不同，网络数据被不同的网元所采集。网络多维度数据感知与获取的及时性、准确性和完整性将直接影响后续数据分析结果的正确性和有效性，进而影响到网络优化控制策略的形成。

移动网络中的基站设备通过对无线信号的测量，以及对网元间交互信息的统计分析，可以记录体现无线网络环境与状态的相关数据；终端设备通过无线环境的测量，可以获取其所处网络的位置信息及无线状态信息；无线网络高层的网元或服务器，则记录了终端能力等方面的信息、用户注册信息以及用户使用某种业务的相关信息。这些信息及时准确地感知和存储，为后续分析网络特征和用户行为提供了基础。

基于无线接入网的能力，感知到的多维度信息和数

据可以存储在无线接入网的服务器中，也可以存储在网络的上层服务器之中。如无线接入网基站设备集中部署且具备技术能力与需求，则感知到的多维度信息和数据就存储在无线接入网中相应的服务器之中。其优点在于可以开展快速的网络特征与用户行为分析工作，有利于网络优化和控制策略的快速部署与执行；其缺点在于不利于全局性网络优化和控制策略的部署。通过对衡量网络运行质量的多项指标进行分析，评估网络性能的优劣，发现并定位网络中已经出现的问题或发现可以进一步提高网络性能的区域，不断改善网络运行质量，保障网络业务正常开展。如无线接入网不具备信息存储等技术能力与需求，所有的感知信息和数据需存储在网络上层的服务器之中。其优点是着眼于全局实施网络优化与控制策略，缺点是增加信息与数据传输的时延，将会影响对时延要求高的业务的用户体验。

3.2 多维度网络信息分析与处理

通过采用分类或类聚的方法以及大数据分析与挖掘的方法，对从不同网元感知并存储的网络数据、终端数据、用户数据和业务数据进行分析与处理，可以提炼出网络的特征信息和用户行为信息，并基于此生成网络场景特征数据库和用户行为特征数据库，以此作为制定网络优化策略和网络控制策略的基础。多维度网络数据分析与处理过程示意如图4所示。

常用的数据分析与预测方法包括以下几种。

- 分类算法：k近邻、决策树、Logistic回归、支持向量机等。

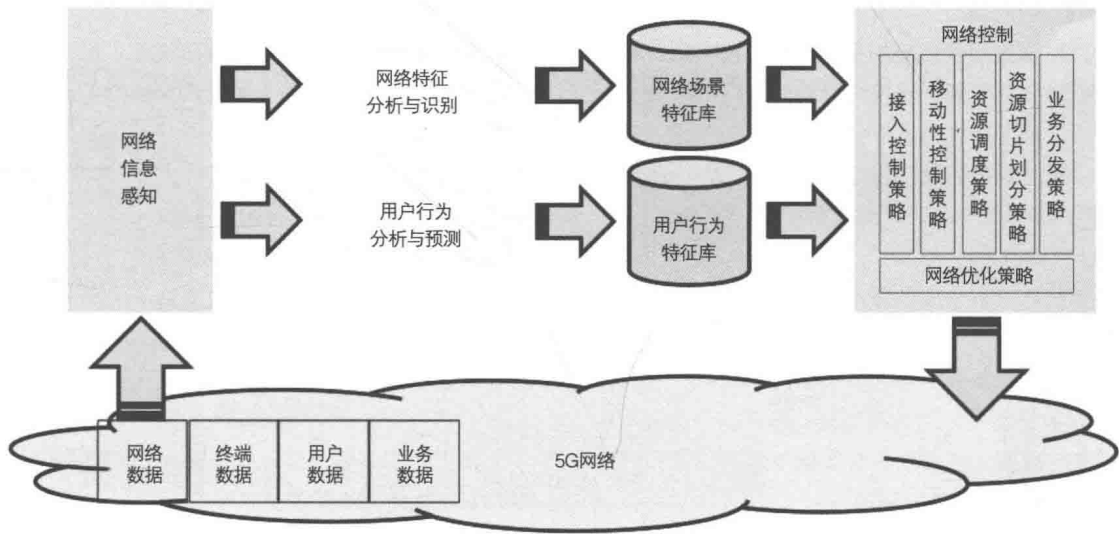


图3 5G网络智能化示意

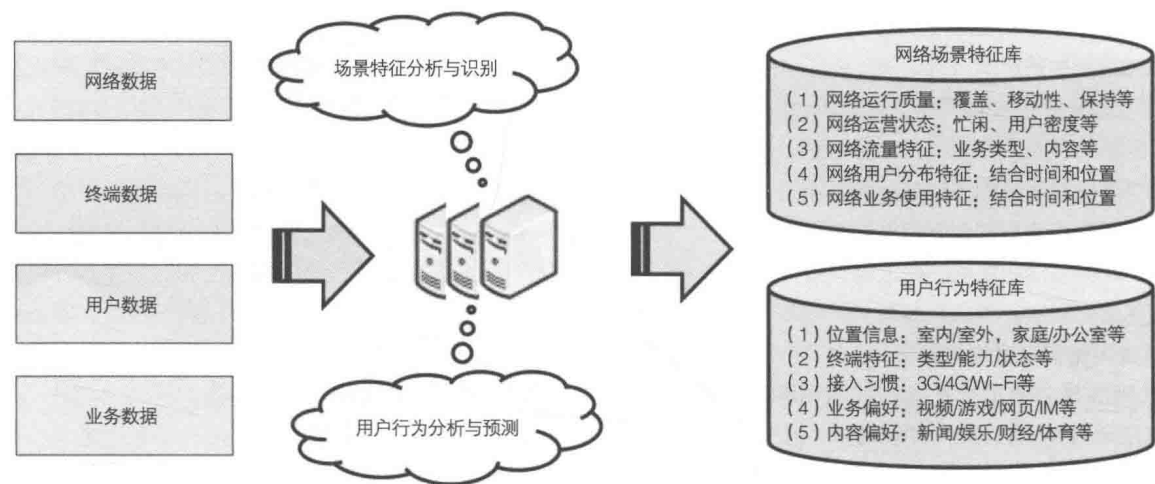


图4 多维度网络数据分析与处理

- 类聚算法：K-Means算法。
 - 基于大数据协同的过滤推荐算法等。
- 主要的多维度网络信息分析包括以下两种。
- 场景特征分析与识别；
 - 用户行为分析与预测。

（1）场景特征分析与识别

不同的网络场景具备不同的特征，不同的网络场景特征通常对应的网络控制策略也有所不同。因此，及时准确地分析并识别出网络场景特征，有利于后续基于特定的网络场景特征制定有针对性的网络优化和控制策略，从而更有效地提升用户对业务的体验。

网络场景特征分析包括如下几个方面。

- 网络运行质量分析
- 网络运行质量是用户体验的基础。如果没有运行稳定且性能良好的网络做基础，对用户行为分析得再精准，网络控制策略设计得再高效，也不会获得较好的用户体验。衡量网络运行质量的指标通常包括网络运营状态、网络流量特征、网络用户分布特征和网络业务使用特征等。
- 网络运营状态分析
- 网络运营状态分析主要包括网络设备负荷分析和网络忙闲状态分析。
- 通过分析网络设备物理资源分配和使用情况、小区吞吐率、小区连接/激活用户数量等指标，可以获得衡量网络设备负荷相关的数据。将网络负荷数据与地理位置和时间数据相结合，可以分析网络忙闲状态。
- 通过网络运营状态的分析，可以获取并总结网络在特定地理位置和时间上的网络忙闲状态规律，有利于网络开

展更高效的网络控制策略（如接入控制策略、移动性控制策略、无线网络资源分配策略等），提高业务推广效率和改善用户对业务的感知。

• 网络流量特征分析

业务流量分析主要包括对业务类别、业务协议、业务类型、业务内容、业务流量等几个指标的分析。通过对用户发起的业务进行DPI检测分析，即可完成上述指标的分析。同时将业务流量分析结果与地理位置、网络数据和时间信息相结合，可以完成相应场景下的网络流量特征分析。

通过对网络流量特征的分析，可以了解并总结典型场景下的业务应用特点，有利于针对典型场景的流量特点制定更高效的网络控制策略。

• 网络用户分布特征分析

用户在网络中的分布呈现随机性。但在某种特定时间（如节假日等）和场景（如集会现场等）下，网络中的用户分布将呈现一定的规律。如能提前预测或及时发现高密度用户聚集的现象，可以适时开展有效的网络优化和控制策略，保障用户的业务体验。

对于可知可预测的用户聚集场景，可以根据对用户数量等预测结果事先优化用户聚集地点的网络环境，并制订相应的网络预案。对于不可知非预测的随机性用户聚集场景，通过及时分析小区内用户的变化情况，迅速分析判断用户分布特征，同时触发相应的网络优化与网络控制策略（如接入控制策略、移动性控制策略、无线网络资源分配策略、定制化网络部署策略等）。

通过对网络用户分布特征的分析，及时识别用户聚集的分布特征，开展有针对性的网络优化和控制策略，保障用