

5G 移动通信发展现状及其关键技术

□张锋 王明华 南华大学电气工程学院

【摘要】 第5代移动通信(5G)是面向2020年以后的新一代移动通信系统,其愿景和需求已逐步得以确立,但相关技术发展目前仍处于探索阶段。本文简单介绍了5G移动通信的发展前景;概述了国内外5G移动通信的发展现状及相关研发单位和组织的学术活动;重点针对5G移动通信中富有发展前景的若干项关键技术做了详细的阐述,包括Massive MIMO、超密集异构网络、毫米波技术、D2D通信、全双工无线传输、软件定义网络、网络功能虚拟化和自组织网络等。

【关键词】 5G 发展现状 关键技术

前言

社会的进步,使人与人、人与万物的交集越来越大,人们对通信技术和更优性能的追求在当今变得更加迫切。无论是在移动通信起步的伊始,还是迅速发展的当下,人们对移动通信的追求都是更快捷,更低耗,更安全。第五代移动通信为满足2020年以后的通信需求被提出,现今受到无数学人的关注。

第5代移动通信(fifth generation mobile communication network, 5G)作为新一代的移动通信肩负着演进并创新现有移动通信的使命。它主要通过当在无线通信技术的基础上演进并开发新技术加以融合从而构建长期的网络社会,是新、旧无线接入技术集成后方案总称,是一种真正意义上的融合网络。

一、5G 发展现状

移动通信界,每一代的移动无线通信技术,从最开始的愿景规划,到技术的研发,标准的制定,商业应用直至其升级换代大致周期都是十年。每一次的周期伊始,谁能抢占技术高地,更早的谋划布局,谁就能在新一轮“通信大洗牌”中获得领先优势。我国在5G之前的全球通信竞赛中一直是落后或慢于发达国家的发展速度,因而在新一轮5G通信的竞赛中国是非常重视并给予了大力支持。2013年初,我国便成立了专项面对5G移动通信研究与发展的IMT-2020推进组,迅速明确了5G移动通信的愿景,技术需求,应用规划。2013年6月,国家863计划启动了5G移动通信系统先期研究一期重大项目。令人振奋的是2016年伊始,我国正式启动5G技术试验,这是我国通信业同国际同步的一个重要信号。

同样2013年以来,欧盟、韩国等国家与地区也成立相关组织并启动了针对5G的相关重大的科研计划^[1];1) METIS是欧盟第七框架计划中的一部分,项目研究组由爱立

信、法国电信及欧洲部分学术机构共29个成员组成,旨在5G的愿景规划,技术研究等。2) 5G PPP是由政府(欧盟)出资管理项目吸引民间企业与组织参加,其机制类似于我国的重大科技专项,计划发展800个成员,包括ICT的各个领域。3) 5G Forum是由韩国发起的5G组织,成员涵盖政府,产业,运营商和高校,主要愿景是引领和推进全球5G技术。

二、5G 关键技术

结合当前移动通信的发展势头来看,5G移动通信关键技术的确立仍需要进一步的考量和市场实际需求的检验。未来的技术竞争中哪种技术能更好的适应并满足消费者的需求,谁能够在各项技术中脱颖而出,现阶段仍然不能明确的确立。但结合当前移动通信网络的应用需求和对未来5G移动通信的一些展望,不难从诸多技术中总结出几项富有发展和应用前景的关键性技术^[1]。

2.1 Massive MIMO

MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)技术其实在5G之前的通信系统中已经得到了一些应用,可以说它是一种作为提高系统频谱效率和传输可靠性的有效手段。但因天线占据空间问题、实现复杂度大等一系列条件的制约,导致现有MIMO技术应用中的收发装置所配置的天线数量偏少。但在Massive MIMO中,将会对基站配置数目相当大的天线,将把现阶段的天线数量提升一到两个数量级。它所带来的巨大的容量和可靠性吸引了大量通信研究人员的眼球,彰显了该技术的优越性。

它的应用能够给我们带来的好处是:1) 较于以往的多入多出系统,Massive MIMO可以加大对空间维度资源的利用,为系统提供更多的空间自由度。2) 因其系统架构的优越性,可以做到降干扰、提升功率效率等。

同时它也存在着一系列问题:1) 因缺乏大量理论建模、实测建模方面工作的支撑,当前没有认可度较高的信道模

求苛刻的环境。因此,在未来的研究工作中,需要评估现有 的协调技术,并寻找更适用于苛刻网络延迟要求的技术。

参 考 文 献

- [1] 3GPP TR36.819. Coordinated multi-point operation for LTE physical layer aspects (Release 11) [S], 2013.
- [2] Chen F, Xu W, Li S, et al. Non-Ideal Backhaul based Spectrum Splitting and Power Allocation for Downlink CoMP in Cognitive Macro/Femtocell Networks[J]. Communications Letters, IEEE, 2014,18:1031-1034
- [3] 3GPP TR36.932. Scenarios and requirements for small cell enhancements for E-UTRA and E-UTRAN[S], 2015.

型。2) 在获取信道信息时的开销要依靠信道互易性来降低,但是当前的假定方案中使用比较多的是 TDD 系统,且用户均为单天线,与基站天线数量相比明显不足,当用户数量增加时则会导致导频数量线性增加,冗余数据剧增。3) 当前 Massive MIMO 面对的瓶颈问题主要是导频污染。

Massive MIMO 在 5G 移动通信中的应用可以说是被寄予厚望,它将是 5G 区别以往移动通信的主要核心技术之一。

2.2 超密集异构网络

应 5G 网络发展朝着多元、综合、智能等方向发展的要求,同时随着智能终端的普及,数据流的爆炸式增长将逐步彰显出来,减小小区半径、增加低功率节点数等举措将成为满足 5G 发展需求并支持愿景中提到的网络流量增长的核心技术之一。超密集组网的组建将承担 5G 网络数据流量提高的重任。未来无线网络中,在宏站覆盖范围内,无线传输技术中的各种低功率的节点密度将会是现有密度 5-15 倍,站点间的距离将缩小到 10 米以内,站点与激活用户甚至能够做到一对一的服务,从而形成超密集异构网络^[2]。超密集异构组网中,网络的密集化的构造拉近了节点与终端的距离,从而使功率效率和频谱效率加以提升,并且可以让系统容量得到巨幅提升。

2.3 毫米波技术

在 5G 网络中,与即将面对的巨大的业务需求相冲突的是传统移动通信频谱资源已趋于饱和。如何将移动通信系统部署在 6GHz 以上的毫米波频段正成为业界广泛研究的课题。相比于传统移动通信频谱的昂贵授权费,MMW 频段中包含若干免费频段,这使得其使用成本可能会降低。MMW 频谱资源极为丰富可以寻找到带宽为数百兆甚至数千兆的连续频谱,连续频谱部署在降低部署成本的同时也提高了频谱的使用率^[3]。

2.4 D2D 通信

在未来 5G 网络中,无论是网络的容量还是对频谱资源的利用率上都会得到很大空间的提升,丰富的信道模式以及出色的用户体验也将成为 5G 重要的研发着力点。D2D 通信具有潜在的提升系统性能,增强用户体验,减轻基站压力,提高频谱利用率等前景,因而它也是未来 5G 网络的关键技术之一。

D2D 通信是一种在蜂窝系统架构下的近距离数据直接传输技术。用户之间使用的智能终端可以在不经基站转发的情况下直接传输会话数据,且相关的控制信号仍由蜂窝网络负责。这种新型传输技术让终端可以借助 D2D 在网络覆盖盲区实现端到端甚至接入蜂窝网络,从而实现通信功能。

2.5 全双工无线传输

全双工无线传输是区别于以往同一时段或同一频率下只能单向传输的一种通信技术。能够实现双向同时段、同频传输的全双工无线传输技术在提升频谱利用率上彰显出其优越性,它能够使频谱资源的利用趋于灵活化。全双工无线传输技术为 5G 系统挖掘无线频谱资源提供了一种很好的手段,使其成为 5G 移动通信研究的又一个热点技术。

同样,在全双工无线传输技术的应用上也有很多阻力因素:同频、同时段的传输,在接收端和发射端的直接功率差异是非常大的,会产生严重自干扰。而且全双工技术在同其他 5G 技术融合利用时,特别是在 Massive MIMO 条件下的性能差异现在还缺乏深入的理论分析^[4]。

2.6 软件定义网络(SDN)与网络功能虚拟化(NFV)

SDN 技术是源于 Internet 的一种新技术。该技术的思路是将网络控制功能从设备上剥离,统一交由中心控制器加以控制,从而实现控、转分离,使控制趋于灵活化,设备简单化。

同时在考虑网络运营商的运维实际也提出了一种新型的网络架构体系 NFV,该体系利用 IT 技术及其平台将网元功能虚拟化,根据用户的不同业务需求在 VNF(Virtual Network Function)的基础上进行相应的功能块连接与编排。NFV 的核心所在即降低网络逻辑功能块和物理硬件模块的相互依赖,提高重用,利用软件编程实现虚拟化的网络功能,并将多种网元硬件归于标准化,从而实现软件的灵活加载,大幅度降低基础设备硬件成本。

2.7 自组织网络

运营商在传统的移动通信网络中,网络的部署和基站的维护等都需要大量人工去一线维护,这种依赖人力的方式提供的服务低效、高昂等弊端一直深受用户诟病。因此,为了解决网络部署、优化的复杂性问题,降低运维成本相对总收入的比例,便有了自组织网络的概念。

SON 的应用将会为无线接入技术带来巨大的便利,如实现多种无线接入技术的自我融合配置,网络故障自我愈合,多种网络协同优化等等。但当前在技术的完备上也存在一系列挑战:不支持多网络之间的协调,邻区关系因低功率节点的随机部署和复杂化需发展新的自动邻区关系技术等。

三、小结

5G 移动通信作为下一代移动通信的承载者,肩负着特殊的使命,在完成人们对未来移动通信的诸多憧憬上被寄予厚望。本文概述了当前 5G 几项富有发展前景的关键性技术,结合 5G 一系列的发展背景和人们多方面的通信需求,对几项关键技术的利弊加以剖析。可以预计的是未来几年 5G 的支撑性技术将被确立,其关键技术的实验、标准的制定以及商业化的应用也将逐步展开。

参考文献

- [1] 赵国峰,陈婧等.5G 移动通信网络关键技术综述[J].重庆邮电大学学报(自然科学版),2015.08 DOI:10.3979/j.issn.1673-825X.2015.04.003
- [2] Kela,P.Turkka,J.Costa,M.Borderless Mobility in 5G Outdoor Ultra-Dense Networks[J],Access,IEEE(Volume:3),2015.08, pages1462-1476.
- [3] JungSook Bae, Yong Seouk Choi,Architecture and Performance Evaluation of MmWave Based 5G Mobile Communication System[C],Information and Communication Technology Convergence(ICTC),2014 International Conference On.IEEE,2014.10, pages847-851.
- [4] Wang,X.Huang,H.Hwang,T. On the Capacity Gain from Full Duplex Communications in A Large Scale Wireless Network[J],IEEE EARLY ACCESS ARTICLES,2015.10.

基金项目:湖南省教育厅科学研究项目(编号:15C1195);南华大学博士科研启动基金项目(编号:2013XQD03)。