

5G 蜂窝网络架构分析

郭斌 田跃

天元瑞信通信技术股份有限公司, 陕西 西安 710075

[摘要] 第4代无线通信系统已经部署或即将被部署在许多国家。然而, 随着无线移动设备和服务爆炸式的发展, 它们仍然面临着甚至4G不能调解的一些挑战, 例如, 频谱危机和高能耗。无线系统设计人员面临着不断增长的高数据率和移动性要求的需求的新的无线应用。因此, 已经开始研究第五代无线系统, 预计将在2020年部署。我们提出一个潜在的蜂窝体系结构, 分室内场景和室外场景, 并讨论5G无线通信系统各种有前途的技术, 比如, 大规模MIMO, 节能高效通信, 认知无线电网络和可见光通信。

5G网络比4G网络具有更大的优势, 不仅具有更快的网络传输速度, 更高的数据传输质量, 而且还具有更好的系统协调功能。但是为了给用户提供更优良的体验, 满足其更多的需求, 应当在当前的基础上进行网络架构的设计, 已取得更多的网络功能。因此本文对5G网络的技术特征进行了分析, 还在此基础上提出了相应的网络架构设想。

[关键词] 正交频分复用; 多输入多输出; 链路适配技术

DOI: 10.33142/sca.v2i2.322

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

Analysis of 5G Cellular Network Architecture

GUO Bin, TIAN Yue

Tianyuan Credit Suisse Communications Technology Co., Ltd., Shanxi Xian, China 710075

Abstract: The 4th generation wireless communication system has been deployed or is about to be deployed in many countries. However, with the explosive development of wireless mobile devices and services, they still face challenges that cannot even be reconciled by 4G, such as the spectrum crisis and high energy consumption. Wireless system designers are facing a growing demand for high data rates and mobility requirements for new wireless applications. As a result, research has begun on the fifth-generation wireless system, which is expected to be deployed in 2020. We propose a potential cellular architecture, divided into indoor and outdoor scenarios, and discuss various promising technologies for 5G wireless communication systems, such as large-scale Scale MIMO, energy efficient communication, cognitive radio network and visible light communications.

5G network has more advantages than 4G network, not only has faster network transmission speed, higher data transmission quality, but also has better system coordination function. However, in order to provide users with a better experience and meet more needs, we should design the network architecture on the basis of the current network, and have achieved more network functions. Therefore, the technical characteristics of 5G network are analyzed in this paper, and the corresponding network architecture is put forward on the basis of the analysis of the technical characteristics of 5G network.

Keywords: Orthogonal Frequency Division Multiplexing; Multi-input multiple output; Link adaptation Technology

1 介绍

创新和有效的利用信息和通信技术 (ICT) 已在提高世界经济中变得越来越重要。无线通信网络在全球 ICT 战略中可能是最关键的因素, 是许多其他工业的支柱。它是世界上发展最快、最具活力的行业之一。欧洲移动天文台报道称: 移动通信业在 2010 年有总计 1740 亿欧元收入。一举超过了航空工业和制药业。无线技术的发展大大提高了人们的沟通能力、在商业活动和社交活动中的生活。

无线移动通信显著的成就反映技术更新快速步调。从第2代移动通信系统 (2G) 在 1991 年的初次露面到 3G 系统在 2001 年首次着手进行, 无线移动系统从一个单纯的电话系统已经变换成一个能传输丰富多媒体内容的网络。4G 无线系统设计满足高级国际移动通信 (IMT-A) 的需求, 利用 IP 协议提供所有服务。在 4G 系统, 采用一种高级无线电接口, 是利用正交频分复用 (OFDM), 多输入多输出 (MIMO) 和链路适配 (或自适应) 技术。

4G 无线网络可以支持在低速移动中 1 Gb/s 速率, 例如漫游/本地无线接入; 在高速移动中最高 100Mb/s, 例如移动接入。长期演进 (LTE) 和它的延伸, 先进的长期演进系统, 作用可实现的 4G 系统, 最近已部署或很快将在全球部署。然而, 订制移动宽带系统的用户数量每年都在以引人关注的增加。越来越多的人渴望更快的移动互联网接入服务,

时尚的手机,总的来说,与他人或获取信息的即时通信。当今更强大的智能手机和便携式电脑越来越受欢迎,它追求先进的多媒体功能。这导致了无线移动设备和服务的爆发。EMO指出,从2006年以来移动宽带每年以92%的速度增长。它已被无线世界研究论坛的预测(WWRF)到2017年时有7万亿无线设备服务于7亿人口;换句话说,连接网络的无线设备将达到世界人口的1000倍。随着越来越多的设备无线上网,很多研究需要面临挑战。

最关键性的挑战之一是物理上为蜂窝通信分配的射频(RF)频谱十分稀缺。蜂窝频率使用超高频段的手机,通常范围从几百MHz到几GHz。这些频谱大量被使用,使运营商获得更多的频谱很困难。另一个挑战是,先进的无线技术的部署是以高能耗为代价。在无线通信系统中的能量消耗的增加会间接的导致二氧化碳排放增加,目前被认为是对环境的一大威胁。

此外,它已被报道,蜂窝运营商基站(BSS)的能耗占他们的电费账单70%。事实上,节能高效的通信不在4G无线系统的初始条件之一,但它是后一阶段的问题。其他挑战,例如,平均频谱效率,高速率和高移动性,无缝覆盖,不同的服务质量(QoS)要求,和分散的用户体验(不同的无线设备/接口和异构网络不兼容性),仅举几例。

所有上述问题给蜂窝服务供应商施加更多压力,他们正面临着不断增加更高的数据传输速率,更大的网络容量,更高的频谱效率,更高的能源效率,高流动性的新的无线应用所需的需求。另一方面,4G网络在现有技术的数据率上已经达到理论极限,因此不足以容纳上述挑战。

5G网络将是什么,预期2020年左右使其标准化商用,是什么样子的?然而,人们普遍认为,相比于4G网络,5G网络系统容量应达到1000倍,10倍的频谱效率,能源效率和数据速率(即,在低速移动下峰值速率为10GB/s和在高速移动下峰值速率为1GB/s),和25倍的平均小区吞吐量。目的是连接整个世界,实现无缝和无处不在的通信,任何人之间(人与人),任何事物之间(人与机器,机器与机器),无论他们在哪里(任何地方),无论他们什么时候需要(任何时候),无论他们想用什么电子设备/服务/网络(无论如何)。

这意味着,5G网络应该能够支持一些特殊场景的通信,4G网络不支持(例如,高速列车的用户)。高速列车可以达到350到500公里/小时,而4G网络只能支持的通信场景为250公里/小时。

2 一个潜在的5G无线蜂窝结构

想要有效的达到以上阐述的基本要求,并且为5G系统运行创造良好的技术,要求我们对蜂窝结构设计实施切实的调整,将前沿科技加以切实的运用。专业人士都知道,无线用户通常有超过八成的人员都在室内工作,只有两成的人员在室外工作。现如今陈旧形式的蜂窝结构的使用都是为了维护室外基站与移动用户之间的信息传递,不管是处在室内或者是室外。想要保证室内用户与室外基站之间的信息传输,信息需要传过建筑的支撑墙体,进而会造成严重的穿透损耗,并且也会影响到信息传输的质量^[1]。

针对5G蜂窝结构实施设计工作的时候,最为基础的原则是保证室外室内的独立,这种形式可以控制在信息传输中传过墙体结构的时候产生的损耗。这项工作的实施需要利用到分布式天线系统(DAS)和大规模MIMO技术,通常一个完整的分布式天线阵列都是有多个单元天线结构共同组合而成的。

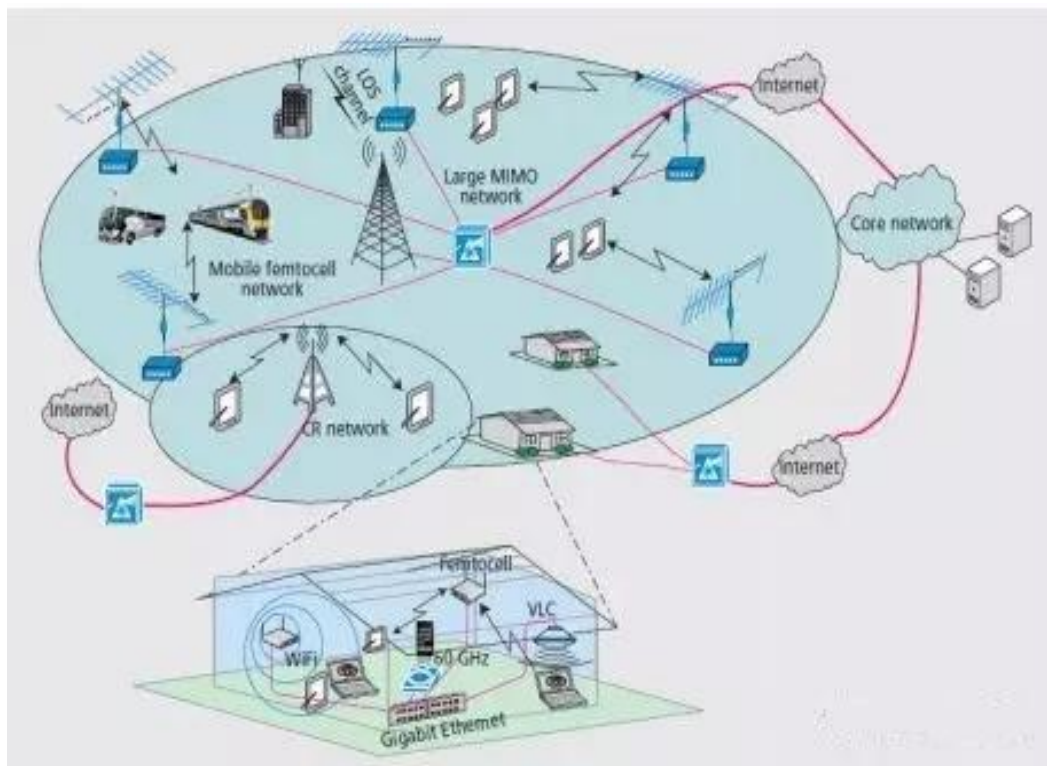
尽管现如今大部分的MIMO系统中设置的都是多个天线结构,而大规模的MIMO系统的作用就是在大型的天线阵列中挖掘出系统的容量潜能。室外基站需要对大型天线阵列的所有部件设置在社区周边,借助线缆与BS进行连接。室外移动用户往往所安设的天线的部件的数量都是固定的,但是能够实现互相连接之后构成一个规模较大的天线阵列,与原有的天线阵列连接之后形成一个庞大的MIMO链路。一个规模较大的天线阵列中所有的电线都需要与建筑内部完成线路连接。这样就会导致在较短的期限内提升工程的实际成本,长此以往势必会增加社区内的日均吞吐量,并且带动蜂窝系统运行效率的提升。

使用这样的蜂窝结构,室内用户只需和室内无线接入点通信(不是室外BSS),与大型阵列天线安装在建筑物外面,许多适于短距离高数据速率通信的技术可以利用。一些例子包括WiFi,飞蜂窝,超宽带(UWB),毫米波通信(3—300GHz),和可见光通信(VLC)(400—490THz)。值得一提的是,毫米波和VLC技术使用较高频率,不采用传统的蜂窝通信。这些高频波无法很好穿透固体材料,可以很容易地被气体、雨和树叶吸收或散射。因此,很难用这些波在室外或长距离上应用。然而,可利用的大带宽,毫米波和VLC技术可以大大提高室内环境下的数据传输速率。为了解决频谱短缺的问题,除了寻找不被传统的无线服务使用的新的频谱(例如,毫米波通信和VLC),我们也可以尝试改善现有的无线电频谱的频谱利用率,例如,通过认知无线电(CR)网络^[2]。

5G蜂窝结构其是由多个分支结构组合而成的。为了更好的满足实际异动用户的需要,如果用户身处运动速度较快

的交通工具之中，就需要我们对蜂窝结构实施优化完善，更好的为客户提供服务，这样就是的移动飞蜂窝应运而生，其实质就是安设在车辆内部的一个结构，而大规模的天线阵列都会被设置在车辆外部来实现与基站的通信。移动飞蜂窝与相关的用户往往都被看做是独立的结构与基站实现通信。就用户来说，其可以说是一个中间的介质，与一端连接客户，一端连接基站，这也充分的说明了用户使用移动飞蜂窝可以减少信令开销享受高数据速率服务^[3]。

上述 5G 异构蜂窝结构，如图 1 所示。



3 结束语

网络技术的变革要基于当前的网络架构。同时又要对未来的网络架构提出设想。5G 网络的研究着眼于当前的网络功能。并对网络功能进行多元化设计。在移动终端设备的接收能力愈发高端的前提下提升网络传输速率^[4]。成为 5G 开发的重点方向。当前，网络架构正在经历终端设备 IP 化，网络架构分组，传输与承载分离的过程。更扁平的 5G 蜂窝网络架构，更先进的传输设备都为提高网络传输速度做好了准备。为相关研究和具体实践带来有益启示。满足未来信号传输的速率及质量体验要求。

[参考文献]

- [1] 郝建民. 5G 无线通信技术发展跟踪与分析[J]. 现代信息科技, 2018, 2(12): 67-68.
- [2] 王光鹏. 5G 网络通信技术及核心网架构的研究[J]. 数字通信世界, 2019(01): 63.
- [3] 皮和平. 5G 无线通信技术的键技术应用研究[J]. 通信电源技术, 2019, 36(02): 215-216.
- [4] 朱明. 蜂窝结构与 5G 无线通信网络关键技术探讨[J]. 数字通信世界, 2019(02): 45-47.

作者简介：郭斌（1992 年 2 月），职称：初级工程师。