

B5G 网络架构及关键技术浅析

Analysis of B5G Network Architecture and Key Technologies

韩 潇,李 培(中国联通网络技术研究院,北京 100048)

Han Xiao,Li Pei(China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China)

摘 要:

在第五代移动通信高速发展的今天,越来越多的组织和个人开始关注和讨论 B5G 的发展。主要从 B5G 新的网络架构、网络智能化发展及 B5G 新技术方面进行介绍和分析,展望了 B5G 未来的发展。在网络架构方面,无边界网络、3D 网络、分布式网络和接入回传一体网络是热点架构;在网络智能化方面,人工智能的更广泛应用和万物协作互联是重点讨论方向;在关键技术方面,太赫兹、可见光通信、大数据分析和智能交互等认可度较高。

Abstract:

Nowadays, the 5th generation mobile communication is developing rapidly, more and more organizations and individuals begin to focus on the development of B5G. It mainly introduces the new network architecture, the development of the intelligent network and new technology of B5G, and looks forward to the future development of B5G. For network architecture, cell-less network, 3D network, disaggregation and virtualization of network and access-backhaul integration are hot topics. For the intelligent network, AI for real-time networks decisions and users connection-cooperation are future directions. For key technologies, Terahertz, VLC, big data and intelligent interaction have lots of discussion.

Keywords:

B5G; Network architecture; Network intelligence; B5G new technology

关键词:

B5G; 网络架构; 网络智能化; B5G 新技术
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.08.007
中图分类号: TN929.5
文献标识码: A
文章编号: 1007-3043(2019)08-0030-04

引用格式: 韩潇,李培. B5G 网络架构及关键技术浅析[J]. 邮电设计技术, 2019(8): 30-33.

0 前言

2019 年是 5G 网络的元年, 全球各国视 5G 为带动社会发展的新动能之一, 竞相开展 5G 网络部署, 大力发展 5G 创新业务, 我国三大运营商也宣布了 2019 年 5G 试商用的计划。以 5G 网络为基础, 向下一代通信系统的演进称为 B5G (Beyond 5 Generation), 近 2 年, 业界开始关注 B5G 技术, 思考通信技术变革的需求、5G 网络的持续演进和未来网络的发展。

目前业界对 B5G 发展并没有一个明确的方向, 然而目前的技术研究方向表明, B5G 对高数据速率、高容

量、无缝覆盖、低时延高可靠、低功耗低成本以及万物互联的要求越来越高。在未来, 超高速数据传输的需求也不仅限于在陆地, 随着技术发展, 人类的生存和活动空间越来越广, 海域和空域也有通信需求。此外, 伴随着计算机技术、ICT 融合的发展, 智能化、云化、虚拟化也成为 B5G 网络发展的趋势之一。

图 1 示出的是 B5G 网络发展趋势。

1 B5G 新型网络架构

1.1 无边界网络架构

B5G 可能打破传统蜂窝网络的小区边界, 把网络视作一个整体和终端连接, 而不是单个小区和终端连接。无边界网络将保证无缝的移动支持, 在未来高频

收稿日期: 2019-05-01

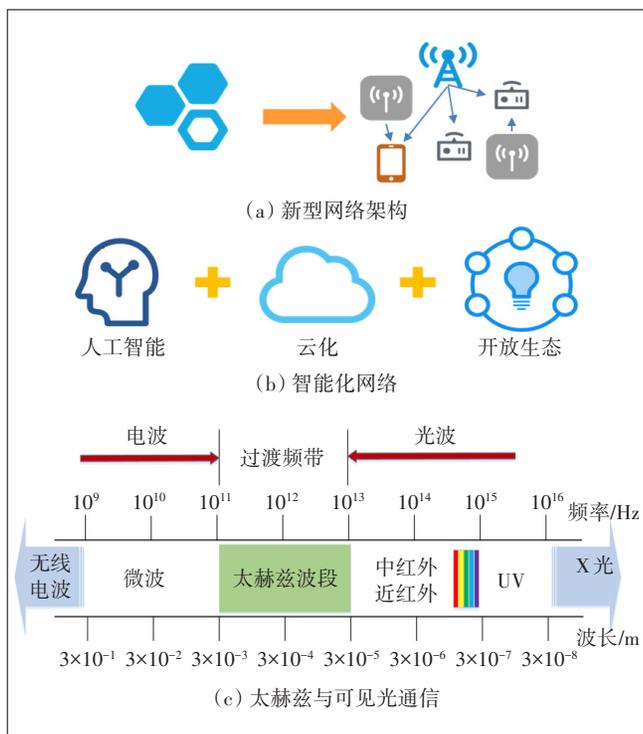


图1 B5G网络发展趋势示意图

网络下,覆盖半径变小,切换会变得更加频繁,无边界网络不会因切换而产生中断,即使在具有挑战性的高速移动场景中,也可为用户提供高质量服务的保证。无边界的小区概念也将使不同的B5G通信技术紧密结合成为可能。用户能够在不同的异构网链路(如Sub-6 GHz、毫米波、太赫兹及可见光)之间无缝过渡,基站自动选择最佳的可用通信技术。

1.2 3D网络架构

在目前的通信网络中,网络架构为二维空间架构,即部署网络接入点以提供网络与地面上的设备间的连接。未来的B5G网络进一步扩展到空域,可以提供三维(3D)覆盖,以实现天地一体化网络,可以用非地面平台,如无人机、热气球及卫星设备来补充地面基础设施的覆盖。另外,可以利用非地面平台部署的灵活性进行网络覆盖的快速部署,以确保服务连续性和可靠性。例如在农村地区或某些突发的热点区域,可以利用非地面平台设备的快速部署,节约固定基础设施的运营和管理成本。

1.3 分布式网络架构

在5G时代,移动边缘计算使得传统无线接入网具备了业务本地化和靠近用户部署的能力,进一步降低业务时延,同时,业务下沉形成本地化部署,可以有效降低对网络回传带宽的要求和网络负荷。按照这一

趋势,B5G网络可采用更具创新性的架构,基站设备将仅包含物理天线和尽可能少的处理单元,例如可以根据业务的不同特征判定需要在本地处理或在云端处理的协议栈,从而降低对终端设备的要求。此外,由于通用处理器功能的进步,虚拟化技术将进一步发展,B5G将虚拟化其他组件,例如与MAC和PHY层相关的组件,这些组件目前需要用专用硬件实现。虚拟化技术将降低网络设备的成本,使得大规模密集部署变得更加可行。

1.4 接入和回传一体化网络架构

新的B5G接入技术提供的海量数据速率将意味着回传容量的大幅增长。此外,太赫兹和可见光技术由于覆盖距离受限,接入点密度将大幅增加,这将对回传网络提出更高的要求。然而,B5G技术的高速率大容量也可用于回传链路的解决方案,基站的无线传输可以为用户提供接入服务并回传用户数据。虽然5G已经考虑了类似的方案,但B5G网络的规模将会给回传网络的容量带来新的挑战,B5G网络将需要更高的自主配置能力来优化无线接入和回传一体化方案的性能,以实现接入容量增加而不需要相应增加光纤数量的目标。

2 网络智能化

B5G通信技术和网络部署的复杂性可能会使得手动优化变得更加复杂,甚至不可行。虽然智能技术在蜂窝网络中的应用已经在5G领域进行了讨论,但由于异构网络带来的网络复杂性对网络智能化带来了新的挑战,在B5G网络中智能化技术的应用将更为普遍。相对于5G来说,B5G对网络性能的要求更高,网络智能化将在网络优化中发挥更突出的作用。

2.1 人工智能和机器学习的应用

传统移动通信系统的优化目标主要体现在对系统传输速率和移动性能力的支持方面。而在5G网络中对于关键性能的支持进一步扩展至时延、网络可靠性、连接密度以及用户体验速率等多个关键性能指标。为了达到这些关键性能指标,需要引入诸如大规模天线阵列、网络切片等新的技术,这极大地增加了系统设计的复杂性,并为未来无线网络运维和优化带来了巨大挑战。例如有相当多类型的应用会影响用户流量的特征和交互关系,而为了实现特定应用的特殊处理,需要对策略控制系统进行异常复杂的处理,以网络功能虚拟化(NFV)为例,必须对计算资源进行动态分配,从

而使核心决策算法能够自动适配当前的无线、用户以及流量条件。而人工智能技术近年来借助于现代计算和数据存储技术的迅猛发展而再次复兴,其本身是一种普适性的机器学习技术。凡是给定场景涉及到了数据的统计、推断、拟合、优化及聚类相关问题,人工智能均能找到其典型应用。

在 B5G 网络架构下,由于万物互联,各种制式的异构网络并存,大数据和人工智能将会在新型网络架构下发挥重大的作用。人工智能和机器学习可以用于频谱资源的管理与控制,网络规划与网络优化等方面,以满足 B5G 多应用场景和性能需求。

2.2 基于信息共享和协作的万物互联

在 B5G 网络中,频谱和基础设施共享将发挥更大的作用,由于万物互联的需求,网络协同合作成为非常重要的方面,如何实现各网元间的信息共享,从而实现各网络间的协作将成为提高网络复用能力的关键之一,也成为万物互联的重要基础。特别是结合自主学习和机器学习技术,信息共享和网元间的协作将会发挥更大的作用。

3 B5G 潜在关键技术

3.1 可见光通信

经过多年对可见光通信技术的深入研究,全球发达国家和地区纷纷开展可见光通信技术应用转化。目前,可见光通信产业化正处于研究向商业化试点和推广的关键时期。国外已有多家公司推出可见光通信应用系统,并且在不同的应用场合开展了可见光通信的商业应用试点。

英国的 PureLiFi 是世界可见光通信领域最具影响力的公司。该公司的 LiFi-X 设备只有信用卡大小,其上包含着用于接收 Li-Fi 灯信号的感光器和用于发回数据的红外发射器。法国的 Oledcomm 公司主要生产 Li-Fi 套件,包括 Li-Fi 台灯、Li-Fi 灯泡、支持 Li-Fi 的 Android 平板电脑以及针对智能手机的 Li-Fi 适配器;其可见光通信系统已投入商业运行阶段,能够为家庭、商业场所提供可见光通信技术。德国的海因里希·赫兹研究所(HHI)在光通信领域有着雄厚的研发实力。该研究所研发的 LED 回传系统使用红外 LED 对准,可以在 100 m 距离下实现 500 Mbit/s、200 m 距离下实现 250 Mbit/s 的双向传输。其典型应用为工业环境下点对点无线光通信、Wi-Fi 和 LTE 回传等。美国 Bytelight 公司研发的基于 LED 灯光的室内定位服务,使得程序

能在 1 s 时间内计算出当前位置,精确度可以达到 1 m 之内。

近年来,国家有关部门和各级政府都已经对可见光通信产业的发展加大投入力度。在国家有关部门和各级政府的大力扶持下,国内多家企业在可见光通信技术应用转化方面也取得了较多成果。目前研究可见光的多是光通信的厂家,无线通信界研究相对较少,但随着业界开始讨论 B5G 网络和技术,可见光通信也得到通信领域的较多关注,具体的潜在应用领域和场景还需可见光和通信领域的深入讨论和跨界交流。

3.2 太赫兹通信

从 2G、3G 到 5G 网络,无线通信的频段已经从 1 GHz 以下扩展至 52.6 GHz,高频段的可用频率多、可支持带宽大的特性,使业界对于 B5G 的潜在技术展望继续关注更高频段。太赫兹波段的通信技术被认为是有望解决频谱稀缺问题的有效手段,引起世界各国的高度关注。

太赫兹波段(简称 THz)是指频率在 0.1~10 THz 范围内的电磁波,频率介于技术相对成熟的微波频段和红外频段 2 个区域之间。太赫兹科学技术作为非常重要的交叉前沿技术领域,是当今国际学术研究的前沿和热点。美国认为太赫兹科学是改变未来世界的十大科学技术之一,欧盟第 5-7 框架计划中启动了一系列跨国太赫兹研究项目,日本政府将太赫兹技术列为未来 10 年科技战略规划 10 项重大关键科学技术之首。由于太赫兹波具有高宽带、高穿透性等特性,太赫兹通信技术为需要超高数据速率的各种应用打开了大门,并在传统网络场景以及新的纳米通信范例中开发大量新颖应用。太赫兹可用于和地面高速通信与组网、空间通信、军事保密通信、无线纳米网络通信等领域。

3.3 大规模数据分析和人工智能

大数据技术最大优势在于可以从海量数据中挖掘人们难以发现的一些价值。对于运营商而言,大数据技术在节省成本、提高网络运维效率方面具有突出优势,还可以通过用户每天的行为和数据分析为用户提供更加个性化的服务,提高运营商对用户的服务水平,增加用户黏性。而无线通信网络每天都在不断产生海量的数据,因此为了提升无线网络的感知能力和自适应柔性调整能力,需要充分利用无线网络和无线传输以及无线应用的大数据,进行数据挖掘。大数据技术是对大型的数据集进行收集、组织以及分析,从而识别出模式并得出结论的一门科学。大数据分析结合人工

智能算法可以在 B5G 多个领域发挥重要的作用,不仅可以用在资源管理和网络优化方面,还可以用在无线信道建模、无线信号检测、无线信道估计等物理层通信技术的优化方面。

3.4 智能交互

随着机器人产业和机器学习(ML)技术的快速发展,预计具有机器学习能力的智能体(Intelligent Agent)的数量将出现快速增长,智能体之间的智能交互需求也将成为下一代宽带移动通信系统的重要设计目标之一。

为了实现智能体之间的协同操作和合作学习,需要在智能体之间交互机器学习相关的智能数据。根据不同的智能交互场景,所需交互的智能数据可能包括机器学习的模型、机器学习的训练集、机器感知的数据等。将交互数据上传至云端服务器进行处理,不同的智能体之间可以通过感知信息交互进行协作学习从而达到智能体的智能化,更好地为人类服务。

3.5 动态频谱共享

无线频谱是信息经济时代的重要战略性资源,是信息化和工业化深度融合的重要载体,目前由国家统一管理和授权使用。随着移动互联网技术的发展,无线数据量呈现爆发式增长,这给原本就稀缺的无线频谱资源带来了更大的压力。在异构网络共存、密集覆盖的场景下,如何管理传统的 IMS 系统频谱,未来用于 B5G 网络的无线频谱以及新开放的重耕频谱,达到提高频谱资源利用率、降低干扰、优化网络性能的目的,是未来 B5G 无线网络中需要重点考虑的问题。

在现有静态的频谱管理方式下,频谱资源的使用主要存在 2 个矛盾:一是可用频谱资源稀缺,而已用频谱资源利用率低;二是频谱划分固定,而频谱需求动态变化。这种问题的根源在于频谱管理方式确定的频谱划分无法及时地根据需求做出调整。采用动态的频谱管理方式进行动态频谱共享,是解决上述矛盾的方法之一。

4 结束语

展望 B5G 时代,随着网络架构的变革,网络智能化的发展,各种新技术的不断涌现,整个无线通信网络将发生巨大变化,B5G 的发展将会在人类生活、工业化发展、各行各业的发展中起到重要的作用。随着业界研究和探讨的进一步深入,相信在未来一到两年,B5G 网络的愿景和技术方向将会被勾勒得更加清晰。

参考文献:

- [1] FAVRE-PERROD P. A vision of future energy networks [C]//2005 IEEE Power Engineering Society Inaugural Conference and Exposition in Africa. IEEE, 2006.
- [2] HARRI SAARNISAARI. Integration of 5G and Satcom [J]. 6G Wireless Symposium, IEEE 5G Summit, 2019(1).
- [3] PETER VETTER, NOKIA BELL LABS. New value creation driving a new generation network [J]. 6G Wireless Symposium, IEEE 5G Summit, 2019(1).
- [4] PATHAK P H, FENG X, HU P, et al. Visible Light Communication, Networking and Sensing: A Survey, Potential and Challenges [J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2015, 17 (4) : 2047-2077.
- [5] XU, LWIN, LIANG. 3D holographic display and its data transmission requirement [C]//International Conference on Information Photonics & Optical Communications. IEEE, 2011.
- [6] SCHLOEMANN J, DHILLON H S, BUEHRER R M. Toward a Tractable Analysis of Localization Fundamentals in Cellular Networks [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2016, 15 (3) : 1768-1782.
- [7] 5G Laboratories NR NTT DOCOMO. 5G Evolution and Beyond - Real & Future [J]. 6G Wireless Symposium, IEEE 5G Summit, 2019(1).
- [8] WANG M, CUI Y, WANG X, et al. Machine Learning for Networking: Workflow, Advances and Opportunities [J]. IEEE Network, 2018, 32(2):92-99.
- [9] PANG G, KWAN T, CHAN C H. LED traffic light as a communications device [C]//IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems, 1999:780-793.
- [10] SONG H J, NAGATSUMA T. Present and Future of Terahertz Communications [J]. IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, 2011, 1(1):256-263.
- [11] 顾立, 谭智勇, 曹俊诚. 太赫兹通信技术研究进展 [J]. 物理, 2013, 42(10):695-707.
- [12] YOU X, ZHANG C, TAN X, et al. AI for 5G: Research Directions and Paradigms [J]. SCIENCE CHINA Information Sciences, 2018(1).
- [13] PARK J, SAMARAKOON S, BENNIS M, et al. Wireless Network Intelligence at the Edge [J]. 6G Wireless Symposium, IEEE 5G Summit, 2018(1).
- [14] 柴彦玲. 人工智能时代工业机器人的发展趋势 [J]. 科技创新与应用, 2018, 250(30):86-87.

作者简介:

韩潇,毕业于北京邮电大学,工程师,硕士,主要从事 LTE-A Pro、5G、B5G 的标准化和无线接入关键技术的研究工作;李培,毕业于西南交通大学,工程师,硕士,主要从事 5G、B5G 无线接入关键技术的研究工作。

