

5G 网络新技术及核心网架构探讨

月 球, 王晓周, 杨小乐

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080)

摘要: 结合 5G 的网络需求, 从基本概念、关键指标、应用前景、关键技术及核心网架构等方面分析了 5G 通信系统。其中, 对 5G 核心网架构及相关技术进行了重点阐述, 探讨了统一扁平 IP 网络架构及纳米核心网技术等方面的实现及优点。

关键词: 5G, 扁平化 IP 网络架构, 纳米核心网

Abstract: This paper firstly explains the 5G mobile network. Then in combination with the 5G requirements, from the points of basic concepts, key indicators, applications, key technologies and core network architecture, it analyses all aspects of the 5G communication system. In all the analysis, this paper especially focus on the 5G core network architecture and related technologies, which discusses the implementation and advantages of Flat IP Network and Nanocore technology and etc..

Keywords: 5G, flat IP Network Architecture, Heterogeneous Nanocore

1 引言

第五代通信系统 (5G) 是为面向 2020 年信息社会服务的无线通信系统, 其概念在 2001 年由日本 NTT 公司提出, 我国的 5G 概念则是于 2012 年 8 月在中国国际通信大会上被提出。目前, 虽然 5G 通信技术还没有统一的制式标准, 但其相关概念及趋势已经得到业界的认可。

移动通信产业生态的变化, 使未来移动通信不再仅仅追求更高速率、更大带宽、更强能力的空中接口技术, 而是以用户为中心的智能弹性网络。未来, 人们之间的通信速率可以在任何时间, 任何地点达到 1 Gbit/s, 峰值速率甚至能到达 50 Gbit/s (下行)。此外, 用户还能获得更高的移动数据容量 (1 000 倍)、更长的电池使用寿命、更低的功耗的设备 (10 倍以上)、更多的终端连接设备 (100 倍)、更低的时延 (小于 1ms) 以及在 500 km/h 高速行驶的火车上体验类似于静止的通信体验。5G 网络将是一个完整的无线通信系统, 没有任何限制, 因此, 也有人将 5G 网络称为真正的无线世界或者世界级无线网 (WWWW: World Wide Wire-

less Web)。

与目前的 4G 网络相比,5G 网络在技术上有着更高的标准(如表 1 所示)。

表 1 4G/5G 网络对比

	4G(现阶段)	5G(2020 年)
标准完成情况	标准已基本完成	标准需 5~6 年后才能确定
速率	4G 网络能够获得 100 Mbit/s,峰值速率可达 1 Gbit/s	任何时候任何地点至少达到 1 Gbit/s,峰值速率可达 50 Gbit/s
技术	OFDM MIMO	大规模 MIMO,3D 波束成型、有源天线系统(AAS)
交换方式	分组	分组
基站	主要采用宏蜂窝	宏蜂窝和微蜂窝混合组网,大量采用高频微蜂窝提升系统容量
融合	网络融合仍是问题	将很好地实现网络融合
回程技术	同时使用用户接入和回程网络技术	回程电信网络

数据来源 Professor T.Venkat Narayana Rao. 5g Technologies- An Anecdote of Network Service For The Future.Jgrcs,2011

2 5G 通信的应用展望及技术实现

5G 网络不仅传输速率更高,而且在传输中呈现出低时延、高可靠、低功耗的特点,低功耗能更好地支持物联网应用,如智慧医疗、车联网等。5G 网络使人与人之间实现无缝连接,还可以进一步加强人与物、物与物之间的高速连接。未来的应用将在多平台环境下开发,基于 5G 网络超高的数据传输及无感知的时延,会给人们带来全新的体验。

- 虚拟导航:用户可以实时访问城市街道和建筑物实景等大型地图数据库。

- 移动远程医疗:用户可以在高速行驶的列车上通过视频系统获得医生的协助。

- 环境监测和智慧农业:通过 5G 时代“万物互联”的物联网系统及边缘地区的无缝覆盖,人们能对物联网的动植物、山川、水域等进行实时监控,以获取最新的环境数据,并时刻掌握环境变化动态。农民可从卫星图片上查看全球农作物的长势,还可以观察田间病虫害及早涝情况,并对产量作出预测。

- 应急通信:自然灾害将导致通信系统的瘫痪。而 5G 网络能使瘫痪的通信系统在短时间内迅速恢复工作。

针对 5G 的愿景与需求,同时借鉴目前通信行业的发展经验,表 2 列出了未来可能应用于 5G 网络的关键技术。

3 5G 核心网架构探讨

在目前的网络架构中,UE 更改分组数据网网关(P-GW)及 IP 地址时,只能通过重新附着的方式,无法支持频繁的网间切换。同时,固定锚定点的使用,也造成了核心网路由的低效率。如果所有运营商都能通过 IP 网络连接到一个拥有巨大容量的超级核心网络,则能大大减少连接成本,降低网络复杂性,同时可以减少端到端连接的网络实体数量和网络时延。未来,5G 网络将是一个基于全 IP 和纳米核心网技术的扁平化移动通信系统,新的网络架构能给 UE 带来 GW 之间的无缝切换,而不受 GW 独立性限制。此外,在 5G 通信系统中,网络架构还包含一种用户终端和各种独立的、自动无线接入技术(RAT)。

3.1 扁平化 IP 网络

在 5G 时代,基站将更加小型化,具备更强大的功能,可以安装在各种场景,并与周围环境更好地融合,对用户而言,无论何时何地,都可随意接入网络,并保持永远在线。但在现阶段,由于 EPC 网络使用固定网元 P-GW 作为分层结构,不能灵活拓展,无法适应未来超高速的流量增长。因此,在未来的通信

表 2 5G 网络的关键技术

	描述	目标收益
毫米波技术	使用 30 GHz - 60 GHz 的频率范围作为短距离接入	为低移动性用户提供增加的频谱范围
高阶 MIMO	16 或者更高的天线阵列	对高密度低移动性用户提供容量的增加
D2D(设备到设备)	无需基站即可实现通信终端之间的直接通信,拓展了网络连接和接入方式	信道质量高,实现频谱资源的高效利用,同时提升链路灵活性和网络可靠性
SDN(软件定义网络)	将路由器中的路由决策等控制功能从设备中分离出来,统一由中心控制器通过软件来进行控制	实现控制和转发的分离,使控制更为灵活,设备更为简单
NFV(网络功能虚拟化)	通过使用 x86 等通用性硬件以及虚拟化技术,来承载很多功能的软件处理	减少损耗,增加灵活性
FQAM 调制方式	是 QAM 和 FSK 的混合调制,ICI(相邻信道干扰)的统计值可以通过干扰信号调制的变化而设计	使用 FQAM,静态的 ICI 分布成为非高斯分布
微蜂窝	大量使用基于高频、小覆盖的微蜂窝,实现临时性覆盖或室内覆盖	提高资源利用率,增加系统容量,减少系统干扰
同时同频全双工技术	在相同的频谱上,通信的收发双方同时发射和接收信号	与传统的 TDD 和 FDD 双工方式相比,从理论上可使空口频谱效率提高 1 倍
NOMA(非正交多址接入)	将一个资源分配给多个用户	提高资源利用率
3D-Beamforming(波束成形)	发射端对数据先加权再发送,形成窄的发射波束,将能量对准目标用户,从而提高目标用户的解调信噪比	这对改善小区边缘用户吞吐率特别有效。Beam-forming 可以获得阵列增益、分集增益和复用增益。

数据来源: Emile YIN. POTENTIAL 5G TECHNOLOGIES. IMT-2020(5G),2014

系统中,将引入扁平化 IP 架构。

扁平化 IP 架构提供了一个能够通过名称而不是 IP 地址来识别终端的方法,并根据 M-ICT 时代的业务特性进行扁平化改造。如图 1 所示,扁平化 IP 架构通过分布云的移动核心信息传递功能、分布式软件架构和逻辑 GW 及网络功能虚拟化等技术,将垂直的网络架构演进为分布式的水平网络架构。

扁平化 IP 架构的转变,将使运营商在性能和价格方面,获得一个更具竞争力的平台。例如,扁平化的 IP 架构可以减少数据通道中的网元数量,降低运营商的 CAPEX 和 OPEX,减少数据信息在传输过程

中的损耗,最大限度地缩短整个通信系统的时延,使系统能够完整识别无线链路的任何时延;可以独立维护和改善无线网及核心网,在规划和部署网络时,具有更好的拓展性和灵活性。

3.2 纳米核心网技术

如图 2 所示,纳米核心网是纳米技术、云计算、全 IP 网络的融合。

(1) 纳米技术

纳米技术指的是将纳米科学运用在操作控制上,将精度控制在 0.1~100 nm 的范围之内。纳米技

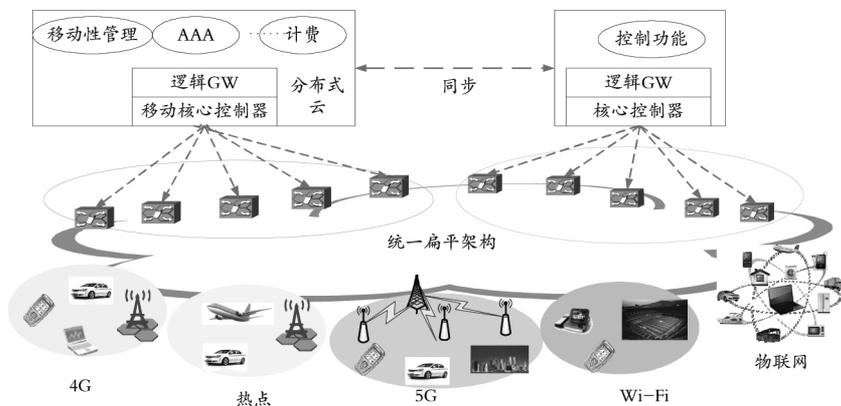


图1 统一扁平架构

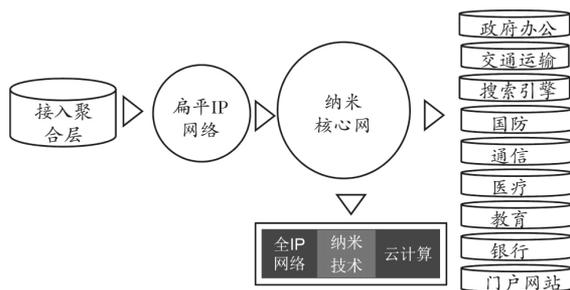


图2 5G 纳米核心网络架构

术将成为通信行业迅速转向下一代的里程碑技术。在5G通信中,移动终端将被植入纳米技术的芯片,称之为“纳米终端”,将具有前所未有的前所未有的感应、计算和通信等能力。

(2)云计算

目前,网络中存在诸多问题,例如:现有的网络架构导致新业务的需求日益增多,但是却不易部署(包括IMS平台及第三方业务);宽带业务和移动数据业务日趋成熟,但无论是固网运营商还是移动运营商,却都面临着“比特管道”、高CAPEX和OPEX的压力;同时,大量多媒体内容呈爆炸式增长,但其带来的移动核心网瓶颈和传输时延,却造成大量无效的内容分发等。

而5G网络将是一个基于云计算的异构网络。由于在引入无线新技术的同时必须满足对现存制式的接入控制,因此,需要建立一种新的控制机制来协

调各种制式之间、频段之间以及小区之间的无线资源,以显著提升用户在各种场景下的数据接入能力。通过将无线资源的管理和调度功能云化,按需进行资源划分和管理,同时,通过云端将无线接入和移动节点虚拟化,利用智能的内容传送网络SDN(如DASH、LBS)将大大降低网络的建设和管理成本,最终实现

5G及现有无线网络的统一运营。

(3)全IP网络

如前文所述,在5G网络中,扁平化的IP结构将扮演着至关重要的角色。全IP网络的构建思想最早由3GPP在R4版本中提出,并在后续版本中得到更为直观地阐述。全IP网极大地满足了无线通信业务发展的需求,使用户可以随时随地地通过无线网络获数据应用,为运营商提供一个持续的革新方案和优化方案,使其在产品的性能和价格上更具有竞争力。

3.3 多路径管理和统一鉴权

图2为5G核心网的典型架构,该架构还具有以下几个特点:

- 采用聚合的接入方式,集成多种接入技术(Wi-Fi、蓝牙、WCDMA、LTE、5G)以提供统一的通信解决方案;缩短动态响应时间以确保高质量的用户体验;
- 通过虚拟的应用模式,将控制层从数据层分离;
- 采用简单的层次结构实现完全分布式网络架构,以获得高效的无线资源管理及GW-GW之间的无缝切换;
- 使用各种无线接入技术给用户提供各种业务;
- BS和GW共用内容/业务缓存,大大减少时

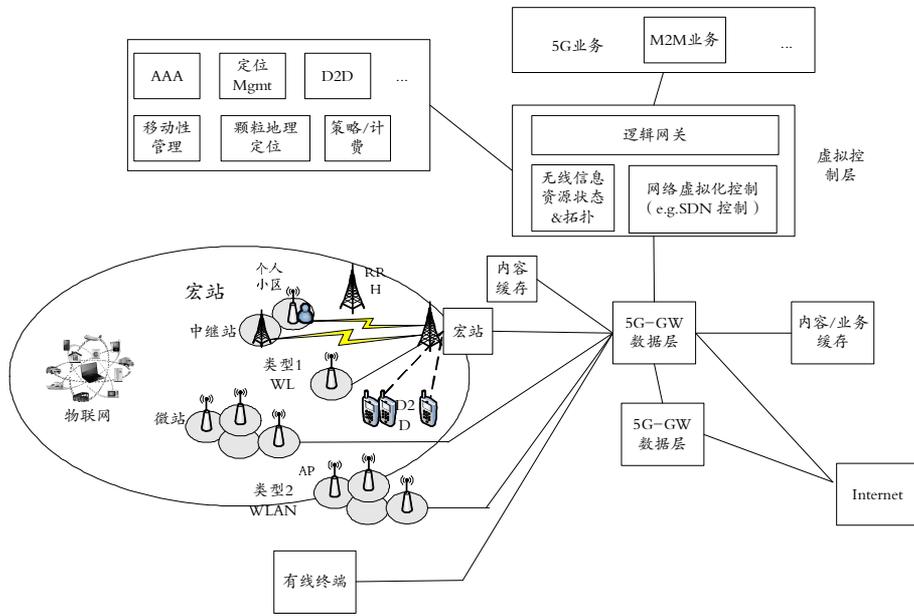


图 3 5G 核心网的典型架构

延。

目前,多种无线接入技术拥有相互独立的 ID 和独立的鉴权方式,加上 GW 边缘的各种认证和私密会话业务,因此,在每一种无线接入中,都有独立的无线资源管理,之间难以进行互通。而在 5G 网络中,将优化功能块设计,融合各种接入技术,实现统一接入控制、鉴权、安全密钥分发等。

此外,5G 网络中还将采用 GW 级别的多路径管理机制,使用独立的数据路径和会话管理、半静态多无线资源/会话管理、多技术载波聚合等方式,实现多无线接入技术之间的无损切换和动态调度,同时分隔控制层和用户层。

4 总结

5G 网络将融合多种无线通信技术,能很好地解决频率许可和频谱管理问题,给运营商带来更小的投入和更大的经济收益,在安全私密性上也将给公众提供前所未有的完美体验。未来,5G 技术将从每一个细微的方面在全球范围内改变人类的生活方

式,成为一个新革命的开始。

MSTT

作者简介

月球:中国移动通信集团设计院有限公司网络所工程师,项目经理,主要从事 IMS 和 4G 核心网技术的研究和设计工作。

王晓周:中国移动通信集团设计院有限公司网络所工程师,项目经理,主要从事核心网相关技术的研究。

杨小乐:中国移动通信集团设计院有限公司,项目经理,主要从事核心网相关技术的研究。