

6G网络主要驱动力分析

Analysis on Driving Forces of 6G

马红兵¹,李福昌²,张忠皓²,马静艳²,刘秋妍²(1. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033;2. 中国联通研究院,北京 100048)

Ma Hongbing¹,Li Fuchang²,Zhang Zhonghao²,Ma Jingyan²,Liu Qiuyan²(1. China United Network Communications Group Co., Ltd.,Beijing 100033,China;2. China Unicom Research Institute,Beijing 100048,China)

摘要:

基于移动通信网络发展历程,梳理了未来6G网络演进驱动力因素及发展趋势。首先总结了业务需求、技术驱动和商业模式等因素对网络演进的驱动方式,并对面向未来6G网络的业务需求的演进方向、未来的6G关键使能技术和商业新模式进行了预测和分析。通过对6G网络驱动力的分析,有助于逐步明确未来6G的发展脉络,更好地规划6G关键技术研究 and 标准化进程,有助于推动6G应用成功实现商业落地。

关键词:

无线通信;6G;驱动力

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.12.001

文章编号:1007-3043(2021)12-0001-05

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The driving factors and development trend of 6G network evolution in the future are analyzed based on the development history of mobile communication network. Firstly, it summarizes the driving modes of network evolution driven by service requirements, technology-driven and business model, and predicts and analyzes the evolution direction of future 6G-oriented business requirements, key enabling technologies and new business models in the future. Through the analysis of the driving forces of 6G network, it is helpful to gradually clarify the development context of 6G in the future, better to plan the key technology research and standardization process of 6G, and helpful to promote the successful commercial implementation of 6G application.

Keywords:

Wireless network;6G;Driving force

引用格式:马红兵,李福昌,张忠皓,等.6G网络主要驱动力分析[J].邮电设计技术,2021(12):1-5.

1 概述

随着科学技术的发展和人们对通信质量要求的不断提高,移动通信经历了迅猛的发展。移动通信技术从最初的模拟发展为数字,从语音发展为数据,从窄带发展为宽带,从单工发展为全双工。移动通信经历了30多年的爆发式增长,目前已渗透到生活的各个领域,并成为推动社会发展的重要动力之一。

随着全球5G商用化进程的加快,全球多区域国家和组织已陆续启动6G研究^[1-3]。各国纷纷加大政策支持和资金投入力度以加快推动6G研究。可以预见,未来5~10年,6G技术话语权的竞争势将愈发激烈。

目前相关研究主要聚焦在6G业务需求与底层无线技术等方向。国内关于6G网络愿景、场景、指标以及关键技术目前处于热烈讨论中,其中对6G业务需求和网络架构的探讨最先开始^[4-8]。各科研院所和公司从不同的立场和技术角度出发,发布白皮书,对各自的6G观点进行了阐述,从中可以看到业界专家对6G发展的思考,虽然尚未形成一致的意见,但是能看到6G的观点在不断的交汇和收敛。对于6G使能技术还

基金项目:国家重点研发计划(2020YFB1806700)

收稿日期:2021-10-08

在开放式的探讨中^[9],更多的是从独立的技术本身的可行性角度出发,尚未考虑技术之间的影响和系统性的关联分析。智慧内生和安全内生成为重点方向,高应用潜力和高价值关键使能技术是目前关注的重点。

经过2年的积累,对于6G网络需求、愿景和关键技术的讨论从发散走向聚焦,对于6G的场景、需求、关键技术和研究进度逐步有了一定的共识。在后续的讨论中,对于6G的技术观点将进一步收敛、在一些主要的要素上达成共识。同时,不同的观点将有更明显的碰撞,特别在某些问题上的分歧将会更加凸显。在6G网络技术完成标准化之前,相关探讨会将经历多次迭代式或者螺旋上升式的演进过程。

本文主要探讨6G网络的驱动力。透过移动通信网络发展现象分析通信系统不断演进的驱动力,以便更准确地把握6G网络主要驱动力,避免在6G系统设计中对于6G需求预估不足或追求过高技术指标,更好地推动6G的发展。

2 移动通信发展回顾

如图1所示,从上世纪80年代开始,第1代移动通信开始走入大众生活,仅提供语音服务;到了90年代,第2代移动通信逐渐成熟,在语音基础上增加的短信信息服务;到了本世纪初,第3代移动通信出现,为客户提供了数据服务,以苹果为代表的智能手机开始广泛应用;到了2010年,第4代移动通信开始商用,为客户提供了更加优质的体验,催生了以微信、王者荣耀、抖

音等为代表的移动互联网应用。在2019年,部署了第5代移动通信。

a) 第1代移动通信(1G)。第1代移动通信是模拟通信,仅支持语音。代表系统有移动电话系统(AMPS)和全球接入通信系统(TACS)等。由于1G采用模拟信号传输,所以其容量非常有限,一般只能传输语音信号,且存在语音品质低、信号不稳定、涵盖范围不够全面、安全性差和易受干扰等问题。

b) 第2代移动通信(2G)。第2代移动通信采用的是数字调制技术。其主要业务是语音,但是文字信息的传输由此开始,这成为当今移动互联网发展的基础。2G时代也是移动通信标准争夺的开始,主要通信标准有GSM欧洲标准和CDMA技术,标准化程度高并为用户提供无缝的国际漫游。但是数据通信速率太低,无法在真正意义上满足移动多媒体业务的需求。

c) 第3代移动通信(3G)。第3代移动通信通过开辟新的电磁波频谱、制定新的通信标准,速率可达2 Mbit/s~50 Mbit/s,速度的大幅提升和稳定性的提高,使大数据的传送更为普遍,移动通信有更多多样化的应用,因此3G被视为开启移动通信新纪元的关键。CDMA技术是3G技术的基础,由此衍生的3G技术的3种国际标准分别是CDMA2000、WCDMA、TD-SCDMA。

d) 第4代移动通信(4G)。第4代移动通信系统支持IP多媒体业务,用户峰值速率可达100 Mbit/s~1 Gbit/s,能支持各种类型多媒体业务。4G是以正交频分多址(OFDMA)技术为核心,由3GPP组织制定的全

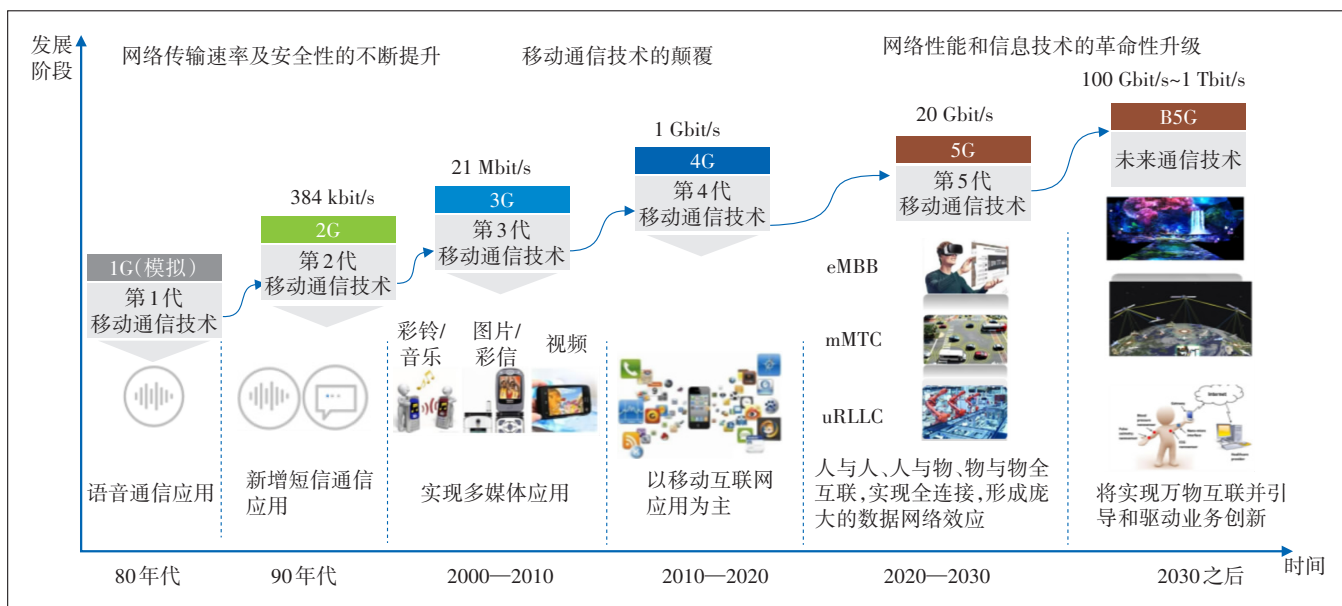


图1 移动通信发展历程

球通用标准,包括TDD(时分双工)和FDD(频分双工)2种制式,二者相似度达90%,差异较小。

e) 第5代移动通信(5G)。第5代移动通信技术,实现从人与人之间的通信到人与物、物与物之间的通信,实现万物互联,推动社会发展。以5G为代表的信息技术已全面渗透到各行各业,随着用户的需求不断演进,更优质的业务体验,更多垂直行业业务的拓展,都将驱动移动通信网络不断向前发展。

3 移动通信驱动力因素分析

回顾整个移动通信发展历程,不难发现1G到5G的演进呈现如下特点。

a) 支持场景逐步多样化,从简单的语音演进至三大场景典型业务。面对多样化场景和差异化性能需求,移动通信网络通过重构或优化网络架构、协议方案,以多样化的技术如新型多址技术、大规模天线阵列、超密集组网、全频谱接入、新型网络架构等提供针对性的解决方案。

b) 以通信速率的巨大提升为标志。从2G的千比特每秒量级提升至5G的吉比特每秒量级。移动通信向着更快的传输速度、更低的时延和海量数据连接的方向持续演进。

c) 商业模式从连接服务向内容服务转变。2G网络仅支持语音与短信服务,运营商通过为消费者提供语音、短信连接服务获得收益,话务量、短信量是收费标准。3G、4G时代主要是流量价值经营模式,语音、短信、流量三者并存,在按量收费的同时,“内容流量付费”也成为重要选项。5G网络极大拓展了应用场景,服务对象涵盖人与物,网络成为打通人际交互、人机交互、机器互联的强大媒介,商业模式逐步分化为2C与2B 2种。

如图2所示,移动通信发展的内在规律和螺旋上升的发展脉络为:新业务需求、新技术驱动和新商业模式,在驱动着移动通信的发展。

三者间是相互影响相互限制、相互作用、螺旋上升。在每一代通信系统,由于技术方面的限制和商务模式的限制并不能满足所有的新业务需求。同样地,由于需求的变化和商务模式的限制,新的技术可能并不能马上得到应用。新的商务模式会极大地刺激业务需求和技术的迭代更新,但同时,商务模式的探索有可能由于需求和技术的成熟受挫。从1G~5G的发展历程,可以看到一个螺旋上升的周期大约是10

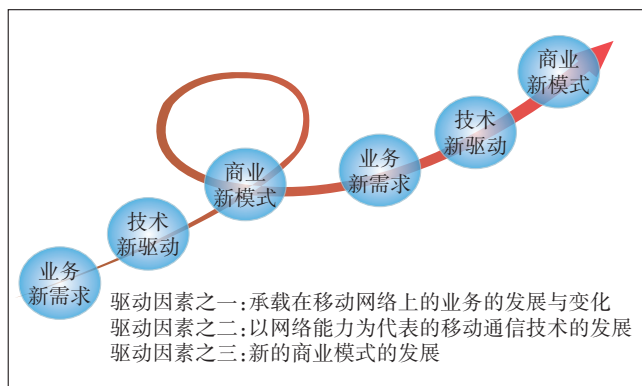


图2 移动通信螺旋上升发展

年。现在业界常说移动通信发展的规律是10年,其实是指移动通信在内在驱动力作用下,每隔大约10年就会产生一次更新换代。10年一代是既有事实,但不一定代表这就是规律,最终还是取决于业务需求、技术和商业模式的综合作用。因此在讨论6G发展的时候,除考虑技术因素外,还要考虑业务继承、行业良性发展和产业链能力等多方面因素。

在考虑6G网络发展时,可以从5G网络出发,从业务发展、技术发展和商务模式3个维度来探讨6G网络的发展和商务模式。

4 业务新需求

6G网络业务需求的根源在于社会的深刻变化和行业需求的发展。

从社会宏观发展来看,未来5~10年,我国经济发展和社会运行处于关键变革期。首先是国家着力构建“双循环”发展格局,扩大内需是战略基点,培育完整内需体系、畅通国内大循环,促进国内国际双循环,亟需数字技术贯通和赋能。其次是生活、生产、社会全面加速数字化转型,数字经济催生出的各种新业态,将成为我国经济新的重要增长点,新技术与传统产业的融合奠定未来经济创新发展基础。再次是城镇化、人口老龄化带来社会问题的同时,对教育、医疗、养老的信息化提出更多的要求,如可持续性发展、改善医疗公平、增强教育公平、支撑人口老龄化、优化城市化进程等方面。

在通信行业发展方面,未来5~10年,ICT服务市场将处于关键发展期,2B类ICT服务高速发展,2C类网络服务将再次繁荣。随着5G网络与行业深度融合,行业市场进入全面数字化转型关键阶段,出现数字孪生、柔性生产、线上展览等规模应用。数字生活时代

用户个性化需求日益明显,对网络带宽、时延、网络质量要求更高,并且新交互带来新业务和商务模式。

社会的深刻变化和行业需求的发展,最终将转化为业务需求,驱动网络向前发展。

6G网络面对的最直接的业务需求来自2个方面,一是当前已明确但是5G网络尚无法满足的业务需求,二是未来可能出现的高价值业务的需求。

当前已经明确但是5G网络尚无法满足的需求主要包括5G网络对外业务服务能力方面的需求和5G网络运营方面的需求2个方面。在5G网络对外业务服务能力方面,当前5G网络尚不能满足空、天、海全覆盖,尚不能完全满足工业互联网对于高可靠低时延确定性的业务需求。在网络运营方面,当前5G网络尚不能满足运营商对于网络绿色节能、智能运维、柔性可编排、共享能力、安全内生的要求。

随着5G网络建设的逐步加速和对社会生产所带来的改变将逐步深入,社会、生产、生活对网络的需求将不断演进和明朗。未来可能出现的高价值业务来自更多丰富的个人业务和垂直行业业务的拓展。从2C角度来看,未来业务需要对消费者的社会活动和生活体验带来更深层次的变化,包括无人驾驶、全息、用于健康监测的新型穿戴、虚拟互动等新型业务全面落地;更具情境感知的体验增强,视觉、温度及动作感知融入到日常应用,使用户得到无感知的安全保障;数字货币、家庭机器人等社会演进带来的业务升级等等。从2B角度来看,5G设计的三大场景已经开始赋能垂直行业,带来低时延、高连接性及大带宽的网络特性。但伴随着垂直行业不断数字化升级,新型业务场景将持续涌现,如仓储物流的大规模机器人、无人机的使用,工业界数字孪生、全息图、确定性控制等极致网络连接需求,都将会给现有网络技术带来挑战。因此,行业应用及业务需求将推动移动通信网络持续向下一代演进,使得网络性能不断升级、优化和演进,具备更广维度的极致网络能力。

5 技术新驱动

现阶段对未来网络愿景的美好展望会促使从业者不断思考哪些技术的应用可以使能和实现预期目标,多种跨领域新技术的不断引入又会催生对下一代网络愿景的新期待,并不断丰富未来网络相关技术的范畴,促进多种技术的融合。两者互相促进相辅相成,不断推动移动通信网络向前演进。

从网络侧看,IT与CT技术不断融合,促使服务化、云原生、AI等创新技术应用于移动网络。同时,随着区块链、数字孪生等新型技术的出现与不断发展,其优势可以给移动网带来更多维度的性能提升。计算领域多芯粒技术,高速互联技术等大大促进计算能力的提升,使得移动网处理更大计算量更复杂的业务成为可能。此外,其他网络技术体系比如工业互联网、确定性网络、卫星网络的普及和技术突破,也将带给移动网不断融合演进的动力。

从空口侧看,丰富的频率资源可用于提供极致速率连接的高频通信技术,并将地面无线移动通信扩展至空天地一体化融合网络通信技术。实现对无线传播信道的主动智能调控,构建6G无线环境智能可编程新范式的智能超表面技术,可以大幅提升通信系统传输容量和网络频谱效率的轨道角动量技术等,都是下一代空口技术的高潜力使能技术。

从终端侧看,新型材料、天线、传感器及电池制造技术不断成熟,推动终端不断向微型化、小型化、绿色安全和更大容量方向演进,给移动终端带来全新能力和形态,使得新型可穿戴甚至是植入式终端设备成为可能。全息成像类技术和终端屏显技术的革新,使新型全息类、沉浸式XR类移动业务、人体域感知通信应用成为可能,推动移动业务及移动网络不断向前演进。

6 商业新模式

从商业模式角度看,2G时代移动通信网络是基础连接服务模式,2G网络仅支持语音与短信服务,运营商通过为消费者提供语音、短信连接服务获得收益,话务量、短信量是收费标准。

3G、4G时代主要是流量价值经营模式:3G网络初步提供数据通信功能,4G网络带宽的提升使得数据进一步替代语音成为业务主流,并催生移动端视频业务,“流量+视频”价值凸显,运营商、OTT、消费者三者逐步融合,多边合作初现端倪,流量经营成为发展关键,语音、短信、流量三者并存,在按量收费的同时,“内容流量付费”也成为重要选项。

5G网络极大拓展了应用场景,服务对象涵盖人与物,网络成为打通人际交互、人机交互、机器互联的强大媒介,商业模式逐步分化为2C与2B2种。5G时代2C模式特点依旧,除传统付费模式外,带宽/上网速率正在被通信运营商纳入收费量纲内;2B模式的服务对

象主要是物/机器,企业客户对于带宽、时延、可靠性、连接量、安全/私密性等网络质量要求更高,5G网络拥有的切片、专网能力成为满足用户需求差异化需求的新产品形态,网络即服务(NaaS)模式正在逐步成为通信运营商面向2B市场的主要服务模式。此外,由于行业用户需求的多样化、个性化,运营商正在逐步构建包含云商、设备商、垂直行业解决方案专家等的多边合作生态,最大化释放5G网络能力。

目前6G技术尚未成熟,对于未来商业模式的展望探讨有助于促使未来网络潜能的充分发掘。展望下一代网络通信,空天地海全维度自然空间融合网络体系以及海量的感知数据不仅将彻底改变人类对世界的认知,也将彻底改变我们的经济和社会生活,催生新的商业模式。

首先是基于产品的商业模式。面向个人和家庭用户,未来网络除提供传统的流量+体验+连接+新形态的产品外,还将增加太比特级(Tbit/s)峰值速率、吉比特级(Gbit/s)用户体验速率、接近有线传输可靠性等元素在内的新型产品,满足用户对网络的多元化和个性化需求;面向行业用户,将按需调整网络布局,实现产品形态的场景化,结合高吞吐量、超低时延抖动、超高安全、立体覆盖、超高定位精度等特性,为用户提供保障行业需求的弹性服务。

其次是基于服务的商业模式。物物之间、万物与人类之间,皆可通过6G网络实现信息连接,形成海量数据。数据应用服务将迎来前所未有的行业机遇,数据驱动型企业也将成为企业未来的主要存在方式。通过数据应用服务,不仅能为企业提供数据刻画、分析、挖掘、观测甚至调控的运营决策建议,还能协助企业进行产品监测、流程优化、生产管理等,提高运营效率,降低成本,改善质量。

最后是基于生态的商业模式。6G将实现多种网络的融合互通,服务场景也得到极度扩充。一方面,运营商网络、卫星网络等将在各自专业领域内持续发挥作用;另一方面,6G网络性能的极致提升将持续催生应用走深、拓宽,新形态的应用如全域应急、全息通信将涉及多地域、多网络、多服务,单一网络将仅能作为其中某一个环节发挥作用,网络侧企业需要全力合作方能满足新应用的所有需求,网络需要有自由组合搭配的能力,各方需要适应“被模块化”。6G时代,多方合作、自由组合的商业生态将成为主流,专注于协调、对接、集成各方网络的网络集成业务可能会成为

重要的新型商业形态。

7 结束语

本文通过分析移动网络发展历程,提出移动通信发展的驱动力包括业务驱动力、技术驱动力和商业模式驱动力。在此基础上,分析6G移动通信网络发展驱动力,提出社会深刻变化和行业发展将最终转变为业务需求,表现为持续发展的业务需求和网络自身的演进需求;从网络、空口和终端的角度对6G技术驱动力进行了分析;最后,对6G商业模式进行了初步探讨,对基于产品、基于服务和基于生态的商业模式进行可行性分析。6G网络业务、技术、商业模式的驱动力因素,将随着6G研究、标准化、商业化的进程互相影响、互相促进,共同发挥作用。对6G驱动力的分析,将有助于了解和掌握6G发展脉络,更好地规划6G相关研究和标准化,助力6G商业化的成功。

参考文献:

- [1] Focus group on technologies for network 2030[R/OL]. [2021-08-17]. <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Pages/default.aspx>.
- [2] YOU X, WANG C, HUANG J, et al. Towards 6G wireless communication networks: vision, enabling technologies, and new paradigm shifts [J]. Science China Information Sciences, 2020, 64: 110301.
- [3] YRJOLA S, AHOKANGAS P, MATINMIKKO-BLUE M. White paper on business of 6G[R]. Oulu: University of Oulu, 2020.
- [4] 刘光毅,金婧,王启星,等. 6G愿景与需求:数字孪生、智能泛在[J]. 移动通信, 2020, 44(6): 3-9.
- [5] 唐雄燕,李福昌,张忠皓,等. 6G网络需求、架构及技术趋势[J]. 移动通信, 2021, 45(4): 37-44.
- [6] 李新,王强. 6G网络架构演进及挑战[J]. 通信与信息技术, 2021(4): 35-37, 54.
- [7] 彭木根,孙耀华,王文博. 智简6G无线接入网:架构、技术和展望[J]. 北京邮电大学学报, 2020, 43(3): 1-10.
- [8] 邓伟,郝悦,胡南,等. 5G网络演进与6G展望[J]. 信息技术, 2021, 15(5): 8-14.
- [9] 张平,牛凯,田辉,等. 6G移动通信技术展望[J]. 通信学报, 2019, 40(1): 141-148.

作者简介:

马红兵,中国联通科技创新部总经理,教授级高级工程师,IMT2020/IMT2030专家组专家;李福昌,中国联通研究院无线技术研究中心总监,教授级高级工程师,博士,主要研究方向为无线网络技术创新、5G网络架构设计与标准化;张忠皓,高级工程师,博士,主要研究方向为6G网络技术、毫米波等无线技术创新;马静艳,高级工程师,博士,主要研究方向为太赫兹等无线网络技术创新;刘秋妍,高级工程师,博士,主要研究方向为智能超表面、可信网络、区块链、边缘计算等无线网络技术创新。