

一种多业务边缘计算的IP网络架构 和承载方式

IP Network Architecture and Bearing Mode for Multi-service Edge Computing

杨振东¹,陈旭东¹,冯铭能²(1. 中国联通广东分公司,广东 广州 510627;2. 中讯邮电咨询设计院有限公司广东分公司,广东 广州 510627)

Yang Zhendong¹,Chen Xudong¹,Feng Mingneng²(1. China Unicom Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China;2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.,Ltd. Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China)

摘要:

随着4G/5G业务的普及和应用,固移业务逐步走向融合,对运营商的网络提出了更高的要求。而目前业界采用传统的MEC/边缘云解决方案存在承载能力低、安全性差、计费困难等问题,提出在汇聚DC部署多业务边缘计算(MEC)的IP网络架构和承载方式,为固移业务提供一体化的网络质量和业务体验保障方案,不仅降低网络时延,而且提升用户体验。

关键词:

多业务;边缘计算;网络架构;承载方式

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.12.011

文章编号:1007-3043(2019)12-0056-04

中图分类号:TN914

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

With the popularization and application of 4G/5G services, fixed and mobile services are gradually moving towards integration, which puts forward higher requirements for operators' networks. At present, the traditional MEC/edge cloud solution has some problems, such as low carrying capacity, poor security and difficult billing. It proposes the IP network architecture and bearing mode of deploying multi service edge computing (MEC) in converging DC to provide integrated network quality and business experience guarantee scheme for mobile and fixed services, which not only reduces network delay, but also improves user experience.

Keywords:

Multi-service; Edge computing; Network architecture; Bearing mode

引用格式:杨振东,陈旭东,冯铭能.一种多业务边缘计算的IP网络架构和承载方式[J].邮电设计技术,2019(12):56-59.

1 概述

随着4G业务的普及和5G时代的到来,并随着固移业务逐步走向融合,用户和业务层面对运营商的网络性能提出了更高的要求。

a) 低时延业务驱动:4G时代,在线游戏、高清视频等应用对网络时延提出了很高要求。随着5G时代到来,自动驾驶、智慧城市、智能制造、高清移动视频、VR/AR等新兴行业和新兴业务对网络时延提出近乎

苛刻的要求,为了提升用户的业务体验,低时延网络已成为运营商关注的发展方向。

b) 用户大带宽需求驱动:随着游戏对画面分辨率、帧率提出更高要求,随着4K/8K高清视频的业务推广,当前基于核心机房部署的移动核心网(S/PGW)、内容源(IDC)的网络架构已无法满足用户的大带宽需求。通过优化当前集中部署的边缘计算/内容源,合理规划数据流向,提升承载网传输效率,打造一张高效、集约的大带宽网络,是支撑网络高效运营的基础和关键。

c) 多业务保障:随着移动智能终端的普及和应

收稿日期:2019-09-30

用,移动智能终端既可以通过4G、5G 基站的移动网络接入,也可以通过家庭宽带+Wi-Fi 固网接入。为了对同一终端、不同接入方式的固移业务同时提供高品质体验,分别提供服务质量保障已不能满足网络发展的需要,须为固移业务提供一体化的网络质量和业务体验保障方案。

为了改善移动用户带宽、时延指标,提升用户体验,业界提出了移动边缘计算(MEC)解决方案,MEC通常由 MEC 服务器、边缘 CDN 等功能模块组成,通过将计算能力、内容源向用户端前置,降低网络时延,提高响应速度。

2 网络现状及问题分析

2.1 现有网络架构分析

移网和固网业务采用独立的网络进行控制和承载,结构复杂,效率低下,如图1所示。移动业务回传采用专用网络承载。移网数据通过本地回传网(IP-RAN、PTN)、本地承载网(CE、MCE)和骨干承载网收敛汇聚至核心网S/PGW,再通过SGi接口,由Gi路由器接入互联网。

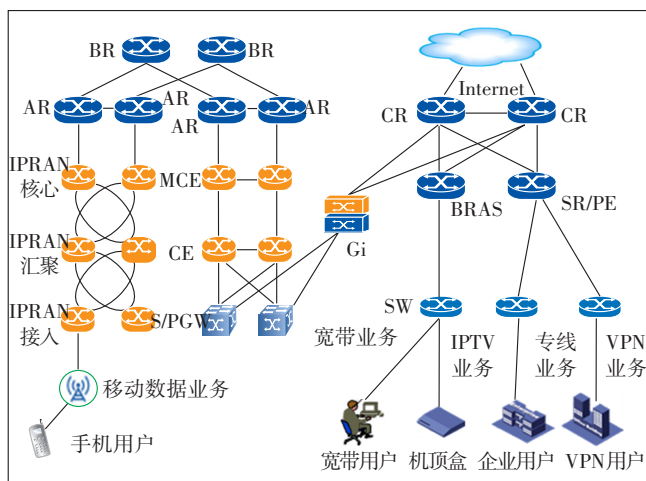


图1 现有网络架构(以广东联通为例)

2.2 现状及存在的问题

虽然 MEC、边缘 CDN、边缘云得到了业界普遍认同,但如何有效承载边缘业务,网络架构如何有效支撑边缘业务,如何和现网进行对接,目前还没有可实施的解决方案。试点的移动边缘计算 MEC 方案主要存在以下问题:

- a) 移动业务、固网 Wi-Fi 业务等多业务边缘业务缺乏有效的承载方式和网络架构。
- b) 边缘节点的防攻击、安全采集等网络安全问题

没有可行的解决方案。

c) 融合业务在计费功能的实现上存在一定的难度。

d) 移动性问题,即移动终端在不同 MEC 服务器之间移动带来的服务保障问题。

3 网络架构及承载方式概述

多业务边缘计算(MEC)的IP承载网络架构如图2所示。MEC/CDN 部署在城域网汇聚节点,移动业务、固网业务从汇聚层开始,由多业务网关MSG-U综合承载,移动核心网转发面S/PGW-U下沉到汇聚节点,网络采用SDN转控分离架构,由SDN编排控制器对网络QoS提供端到端保障。

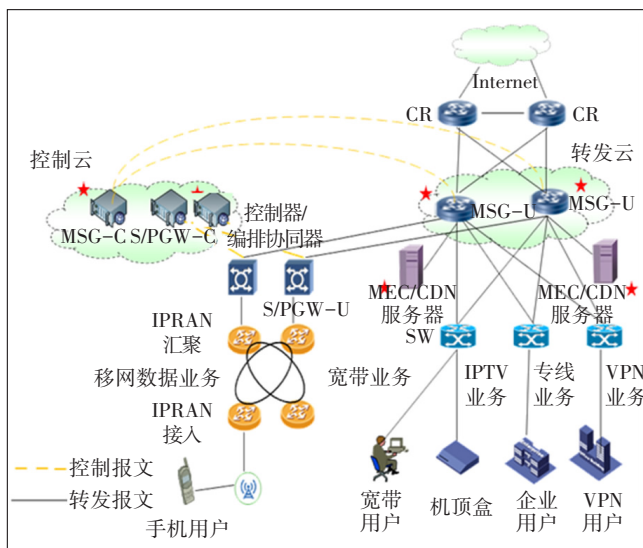


图2 IP承载网络架构

4 多业务边缘计算(MEC)概述

汇聚节点的 MEC 升级为“多业务边缘计算”(Multiservice Edge Computing),简称多业务 MEC,为移动业务、家庭宽带+Wi-Fi 业务提供边缘计算服务。在汇聚节点部署多业务 MEC,同时将包含游戏、视频等热点内容源的 CDN 由核心 IDC 下沉至汇聚节点。对于移动和固网的业务请求,由边缘 DC 的 MEC/CDN 直接提供服务,使得大量由传统核心节点、智能终端完成的计算功能,由多业务 MEC 完成,从而降低对智能终端性能的要求。

边缘 DC 内部采用 Spine-Leaf 架构,部署 MEC/CDN、S/PGW-U、MSG-U、安全防护、安全采集等功能模块。Spine-Leaf 架构解决了边缘 DC 横向网络连接

的传输瓶颈,而且提供了高度的扩展性,大大提高了网络效率,尤其是支持高性能计算集群或高频流量设备之间的信息交互。

5 关键创新点

5.1 实现固移综合承载

引入SDN化的MSG-U实现综合业务统一承载,对移动回传网、固网城域网进行了整合重构,实现各类移动和固定接入IP业务流量在城域网汇聚层的汇合和差异化服务,为多业务MEC部署创造了网络环境。

5.2 保障固移网体验一致性

终端的部分计算功能由边缘DC的MEC服务器完成,保障各类终端体验一致性。新的网络架构可支持较低配置的手机终端,手机终端只需完成用户动作输入,主要功能如游戏背景(画面、音效)渲染在边缘DC MEC云服务器端执行。终端通过基站或Wi-Fi接入,访问多业务MEC、本地云服务器。MEC不但能减少网络时延,提升访问带宽,还可以将大量内容源部署在边缘云,降低对手机性能的要求,让较低配置的手机能享受高端手机同样的体验,具体如图3所示。

游戏业务流程说明:

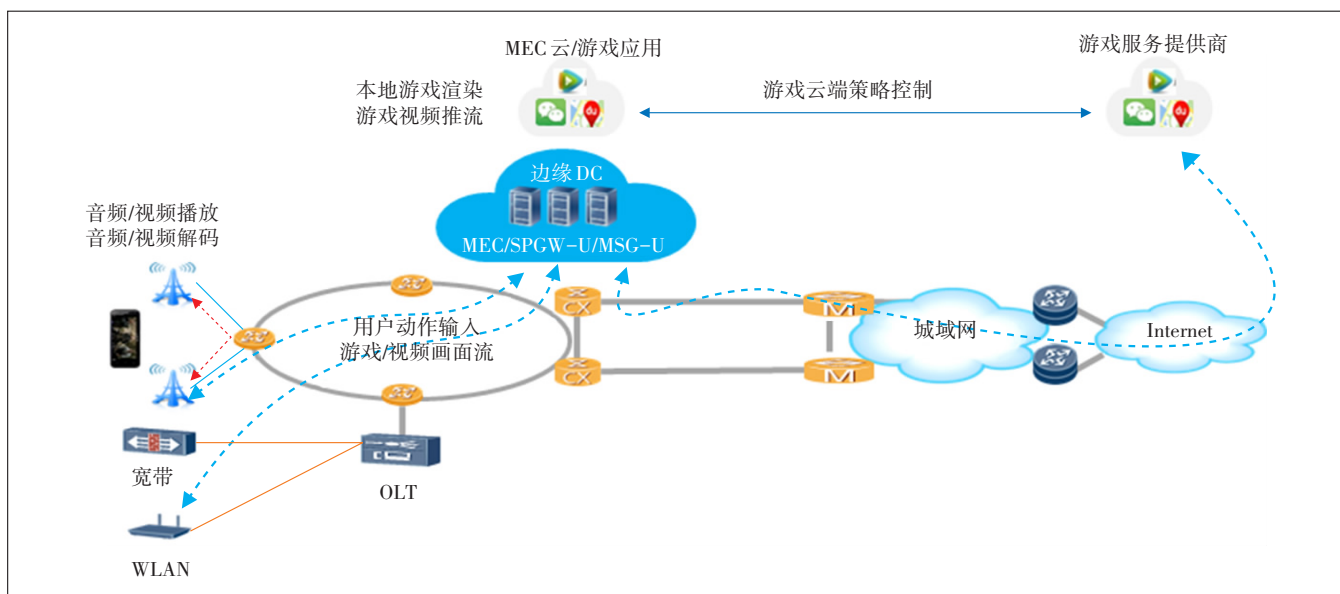


图3 多业务MEC部署效能(以游戏为例)

a) 用户通过客户端软件打开云游戏,向多业务MEC游戏服务器发起游戏请求。

b) 多业务MEC游戏服务器向客户端推送游戏画面流,终端仅负责游戏画面的音视频解码即可。

c) 当客户端发起游戏操作时,云游戏服务器接收到用户的动作输入指令,会根据指令调用MEC vGPU对游戏画面进行计算渲染。

d) 将计算结果返回给客户端,客户端接收到显示画面。

5.3 构筑开放的网络边缘生态

运营商积极努力与产业伙伴共同进行新业务的探讨、测试和商用落地,在多业务MEC节点引入互联网内容源,通过部署边缘CDN,使热点内容源下沉至汇聚层,70%的移网及固网业务流量在边缘节点终结。

5.4 提升网络安全性

MEC的安全是应用的前提,在汇聚机房部署相关安全防护措施,包括物理端口隔离、逻辑端口隔离、防火墙安全控制以及接入控制等,实现对MEC/CDN服务器及相关业务的全面防护。具体的安全措施如下:

a) 部署防火墙:由于攻击者可以通过其他域发起攻击,因此建议在MEC上部署防火墙,通过域间隔离和访问控制,实现对纵向流量和横向流量的安全防护;通过完善的防火墙功能,实现对MEC各分区的隔离防护,提升MEC的安全防护能力。

b) 内容审计:通过采用分布式数据采集、智能包重组和流重组、自适应深度协议分析、实时网络协议封堵、实时网络流量管控、海量数据存储、深度数据挖掘等多种先进的技术手段,实现了对内网络流量、IP地址、域名、信息内容、应用等各类资源信息的采集、

监测、分析、预警和管控,并实现了对MEC内各种应用、网络安全事件、用户行为等的审计分析,满足信息安全管理需求。

c) 僵尸蠕防护:部署僵尸蠕监控系统,实现对MEC的僵尸蠕监控,对僵尸蠕文件传播和僵尸蠕行为进行监测,对木马文件和僵尸控制行为样本进行捕获,并对僵尸木马蠕虫进行精确趋势分析,对可疑僵尸网络进行深度分析和统计汇总。

5.5 实现边缘计费功能

在现有网络架构下,移动用户计费功能由核心网PGW负责。移动边缘计算平台将网络服务功能下沉到网络边缘,在网络边缘就可以进行流量卸载,这使得计费功能不易实现。而本方案通过将S/PGW-U网元下沉到边缘DC,在边缘DC直接生成话单,实现了边缘计算的计费功能。

5.6 解决MEC的移动性问题

原有移动MEC部署在基站,服务范围为基站周围几百米,移动终端极易从一个源MEC服务器移动到另一个目的MEC服务器;而本方案中,多业务MEC部署在汇聚节点,服务范围达到10 km左右,并且可根据业务需要灵活调整部分基站归属,移动终端在此区域的基站之间移动时,始终由同一个MEC提供服务,这已能满足绝大多数行业应用场景的服务需求,比如校园、厂园、工业园区。

5.7 提升用户感知

a) 业务识别:多业务MEC利用业务发起端提供的标记(如IP地址、端口号等)识别需保障的业务流,比如高清视频业务流或实时对战游戏流。

b) 用户识别:核心网为签约用户配置单独的SPID(Subscriber Profile ID)作为多业务MEC的识别依据。

c) TCP优化:TCP ACK分裂功能,在TCP慢启动阶段对上行TCP ACK报文进行适当分裂,以加速下行TCP发送窗口增长速度,加快播放速率;TCP乱序重排,对核心网发来的乱序TCP数据包进行重排序,减少不必要的下行重传。

d) QoS保障:多业务MEC部署在汇聚节点,智能终端分别经过IPRAN接入环、固定接入网访问MEC/CDN。汇聚节点距离无线基站、有线CPE约10 km,光回传网络的传输时延通常在0.1 ms以内(7 ms/1 000 km),光传输时延可以忽略不计。影响用户体验主要因素是拥塞、误码和时延,需要在接入侧部署QoS策略。

e) IPRAN QoS保障:根据业务流和用户识别结果,通过调用编排协同器的QoS保障能力,在IPRAN设备配置GTP-U外层IP头DSCP,IPRAN信任GTP-U外层IP头DSCP,映射到MPLS EXP比特,基于PW/MPLS VPN进行QoS调度。

f) 空口QoS保障:根据业务流和用户识别结果,通知指定基站进行QoS保障,基站可以根据业务流和用户颗粒度进行QoS保障。

g) 固网接入网QoS保障:根据业务流和用户识别结果,通过调用编排协同器的QoS保障能力,在DC出口、骨干网和城域网设备上上进行QoS标记,OLT和HGU根据上层设备传递的802.1p优先级进行队列调度。

6 结束语

本文对4G、5G及固移融合的趋势进行总结,并对网络结构及传统MEC方案进行分析,结合广东联通网络现状,研究一种多业务边缘计算(MEC)的IP网络架构和承载方式,部署多业务MEC,保障固移网体验一致性,在汇聚机房部署相关安全防护策略,实现对MEC/CDN服务器及相关业务的全面防护。通过将S/PGW-U网元下沉到边缘DC,在边缘DC直接生成话单,实现了边缘计算的计费功能。对无线空口、传输网、承载网、移动核心网、宽带网、数据网资源进行QoS优先级保障。通过这一系列措施实现综合业务统一承载,对移动回传网、固网城域网进行整合重构,实现各类移动和固定接入IP业务流量在城域网汇聚层的汇合和差异化服务,为多业务MEC部署创造了网络环境。

参考文献:

- [1] 朱鹏,白海龙,张超.基于SDN/NFV的新型运维体系架构研究[J].邮电设计技术,2017(1).
- [2] 邵广禄.SDN/NFV重构未来网络 电信运营商愿景与实践[M].北京:北京邮电大学,2016.
- [3] 杨泽卫,李呈.重构网络:SDN架构与实现[M].北京:北京邮电大学,2017.
- [4] 李素游,寿国础.网络功能虚拟化:NFV架构、开发、测试及应用[M].北京:北京邮电大学,2017.

作者简介:

杨振东,毕业于华南理工大学,工程师,硕士,主要从事数据网络、移动网络相关新技术的研发工作;陈旭东,毕业于华中科技大学,教授级高级工程师,硕士,主要从事数据网络、移动网络相关新技术的研发工作;冯铭能,毕业于中山大学,高级工程师,博士,主要从事数据网络的相关咨询设计工作。