

一种基于分层架构的 端到端 QoS 保障系统与方法

An End-to-End QoS Guarantee System and Method Based On Hierarchical Architecture

杨振东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 广州 510627)

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

摘要:

随着互联网+、NFV/SDN、5G/MEC、业务编排器的快速发展,业界对端到端质量保障需求旺盛,通过研究一种基于分层架构的端到端 QoS 保障系统与方法,采用新的 QoS 质量保障系统,通过省级业务编排器,与全国业务编排器、省分/地(市)核心云、地(市)边缘云、省内核心网、城域网、传输网、宽带网对接为全网提供端到端的全业务 QoS 保障,并进行云网协同的 QoS 保障,提升业务体验,为各类应用所服务的用户提供动态带宽加速、QoS 保障等服务。

关键词:

业务编排;端到端网络;QoS

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.03.018

文章编号:1007-3043(2021)03-0084-05

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

With the rapid development of Internet plus, NFV/SDN, 5G/MEC, and business choreographer, the industry has a strong demand for end-to-end quality assurance. It studies an end-to-end QoS protection system and method based on hierarchical architecture. Adopting the new QoS quality assurance system, through the provincial business choreographer, it can connect with the national business orchestration, provincial / local core cloud, edge cloud, local core network and metropolitan area network, transmission network and broadband network, which provides end-to-end full service QoS guarantee for the whole network, carries out cloud network collaborative QoS guarantee, improves business experience, and provides dynamic bandwidth acceleration, QoS guarantee and other services for users served by various applications.

Keywords:

Service orchestration; End-to-End network; Quality of service

引用格式:杨振东,冯铭能.一种基于分层架构的端到端 QoS 保障系统与方法[J]. 邮电设计技术,2021(3):84-88.

1 概述

目前移动互联网快速发展,对低延迟、无拥塞、高质量的 QoS 保障需求愈加迫切,现网的 QoS 保障方式已不能满足业务发展需要,需要一种新型的 QoS 保障系统和方法来满足业务快速发展的需要。

1.1 互联网+的发展

随着互联网+的高速发展,用户对移动互联网服务质量及有线网络服务质量的要求越来越高,希望可以实现的低延迟、无拥塞、高质量服务;随着 IP

网络的发展,最初以承载为主要功能的 IP 网络正渐渐地转变为以提供差异化增值服务为主要功能的网络。

1.2 NFV/SDN 发展

电信运营商传统网络采用专用硬件设备,难以支撑日新月异的互联网应用快速部署和业务创新的需求,而 NFV 将云计算引入到电信网络,能大幅提升网络的灵活性。SDN 通过基于软件编程的 SDN 控制器来实现网络控制功能的集中化,SDN 控制器向编排层开放接口,可支撑软件编程控制的各类业务。随着 NFV/SDN 发展,网络层级分为转发层、控制层、编排层,为基于业务编排的 QoS 保障提供了部署条件。

1.3 5G/MEC 应用发展

收稿日期:2021-01-31

在5G网络高容量热点场景中,用户体验速率达1 Gbit/s,峰值速率达10 Gbit/s,流量密度每平方千米达10 Tbit/s,这将对无线回传网络造成巨大的压力,需要将业务平台向网络边缘下沉,实现业务的本地处理。需要通过业务编排器对5G/4G边缘云应用进行QoS保障。MEC(Mobile Edge Computing)可助力运营商搭建与OTT或应用开发商合作的桥梁。运营商可以将网络能力封装成各种服务(如位置服务、带宽管理服务)开放给第三方,而基于MEC的QoS保障能力也是可以同步部署并开放的。

1.4 业务编排器在固移网络中起关键作用

业务编排器负责资源的分配及业务的编排部署。业务编排器为运营商提供了资源和业务的统一视图,对全网资源进行有效的管理和调度。通过业务编排器可以进行全程全网、跨层跨域、端到端、多业务、快速高效的QoS保障。

2 现有端到端QoS保障现状及存在的问题

2.1 QoS保障现状

现有的QoS保障采用对骨干网、城域网或IP RAN等分段保障的机制,不是端到端的保障。仅支持对某一类业务的保障,比如基于PCF/PCRF对移网用户的QoS保障,不支持对固移综合业务的QoS保障。不同业务有不同的QoS保障需求,网络质量保障等级和个性化定制化的业务需求之间不能满足一一匹配的要求,所以对业务进行端到端灵活的QoS保障成了运营商要解决的重点问题。

2.2 存在的问题

a) 当前城域网因网络架构原因,跨AS(Autonomous System)域流量经过骨干网设备过程中QoS标记会被抹去,导致端到端的QoS部署困难,体现在:

(a) 骨干网不信任城域网的QoS标记,经过骨干网的一跳并未提供相应的QoS保障,不是完整意义上的端到端QoS保障。

(b) 跨AS域流量在经过骨干网时QoS标记不连续,导致必须在城域网出口路由器以及IDC路由设备上基于源或目的地IP地址标记QoS等级,而客户需要保障的IP地址经常变化,手动配置的方式增加工作负担。

(c) 城域网出口路由器上已有很多安全相关配置,频繁增加/修改QoS配置容易出现安全事件。

b) 现有的网管不支持批量配置下发,启用QoS的

难度主要在配置工作量层面。QoS标记的信任与映射、设备内队列等,采用逐端口修改模式,需要大量的配置修改。

c) 没有全网端到端的QoS保障机制,只有分段保障,在这一段保障的业务不能在下一段得到保障;没有云网协同的QoS保障机制,无法对云业务进行保障。

d) 现网对移网或固网采用单独QoS保障,没有综合业务保障的能力,无法实现固移业务综合保障。

e) QoS保障能力没有向第三方开放和实现能力变现。

3 端到端QoS质量保障系统和方法

为解决以上问题,需要一个新的QoS质量保障系统,为全网提供端到端的全业务QoS保障,并进行云网协同的QoS保障,提升业务体验。

3.1 新网络架构说明

通过在全国核心云和省级核心云部署业务编排器,实现分层架构的端到端QoS保障(见图1)。

边缘云部署固移综合承载网络,很好地满足了边缘云接入、安全、计费、QoS保障等方面的需求。将UPF、移网数据业务服务网关U面,即UP(SPGW-U)和多业务汇聚网关U面(MSG-U)下沉部署在边缘节点,移网及固网所有数据业务(不含VoLTE)在汇聚节点由MSG-U统一接入边缘云或互联网。SPGW-C、SMF/AMF、PCF/PCRF(移网数据业务服务网关C面,即CP)全省集中部署,负责移网业务控制。固网转控分离,由MSG-U统一转发,控制层由全省或地(市)集中部署的多业务汇聚网关C面(MSG-C)统一负责。

3.2 QoS总体规划

业务需求与业务特征,对QoS规划有重要影响,因而在考虑QoS规划前,应首先根据业务需求和特征对其进行分类。其后,再考虑各项业务的QoS规划,以及部分业务是否可以共用QoS队列。根据各项业务的特点,对业务类型进行划分,并匹配对应的QoS保障策略。

3.3 QoS保障方法

全国业务编排器与骨干网路由器、省级业务编排器对接,编排指令下发,负责骨干网设备的QoS保障,调用省级业务编排器的QoS保障能力;与互联网SP/CP应用平台对接,提供API接口实现能力开放。

省级业务编排器与全国业务编排器、省分/地(市)核心云、地(市)边缘云、省内核心网、城域网、传输网、

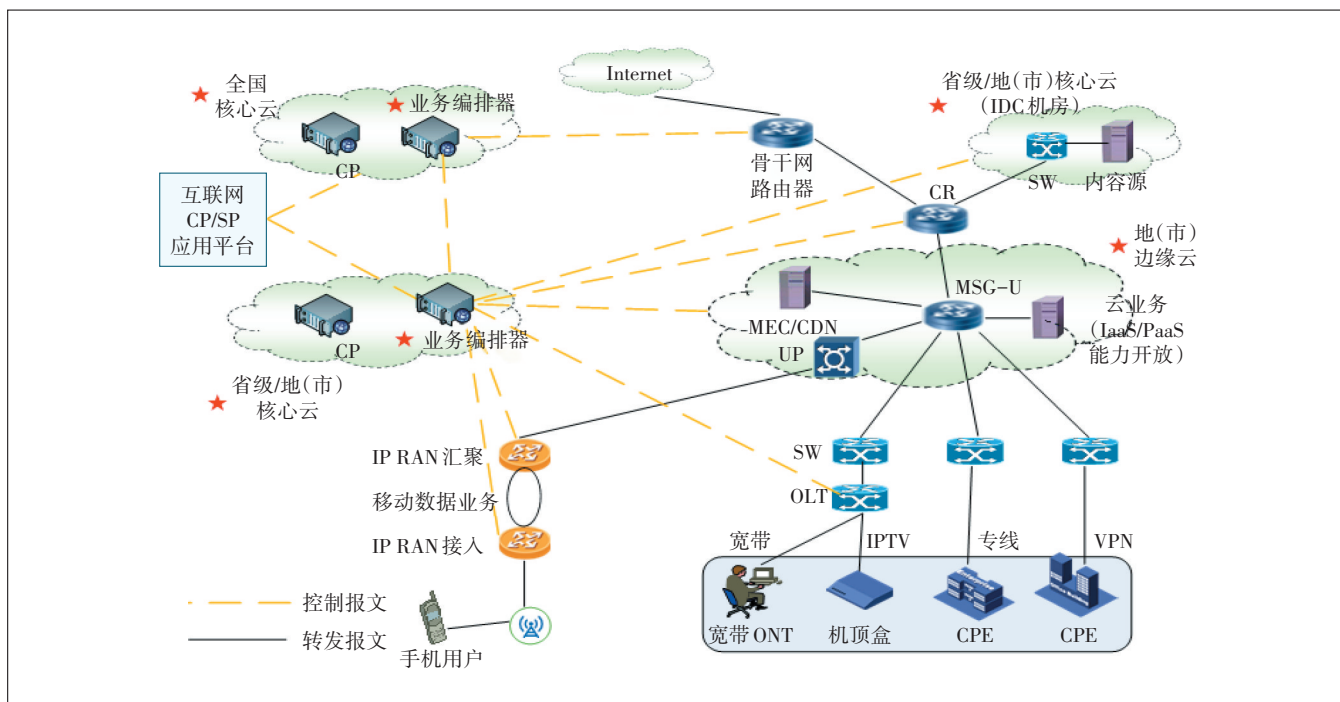


图1 基于分层架构的端到端 QoS 保障系统架构

宽带网等对接,负责 QoS 保障能力落地;与互联网 SP/CP 应用平台对接,提供 API 接口实现能力开放。

省级业务编排器与各平台设备对接,主要完成如下工作。

3.3.1 与移网核心网设备 PCF/PCRF 对接

业务编排器与 PCF/PCRF 对接,为 5G/4G 用户提供网络加速和 QoS 保障服务。编排器向第三方提供标准和互联网化的 REST/JSON 接口,简化了第三方的集成难度。通过 QoS 保障时延优化:为手游电竞、证券、移动视频类业务打上高优先级 5QI(5G QoS Indicator)、QCI(QoS Class Identifier)标识,通过差异化调度策略对报文数据进行优先调度。通过业务编排器,将 PCC (Policy Control and Charging)保障策略开放给第三方,为第三方应用动态申请差异化的 PCC 保障策略,如设定 5QI 或 QCI 保障等级、用户接入资源分配保持优先级(ARP)和数据流带宽等。PCF/PCRF 支持下达 QoS 策略给 UPF/SPGW-U,包括 GBR/MBR/5QI/QCI/ARP 等参数的配置和调整。

核心网侧:UPF/SMF/SPGW 根据 PCF/PCRF 下发的 QoS 策略发起 5QI flow 或 QCI 专载建立流程,通过 UPF/SMF/SPGW 传递到无线侧,并根据无线侧的反馈建立承载专用网络。核心网元 UPF/SPGW 需支持 5QI/QCI 至差分服务代码点(DSCP)映射。

无线侧:以手游业务为例,根据核心网触发的 5QI flow 或 QCI 专载建立流程为手游用户建立专载网络并反馈结果给核心网。核心网与无线网共同组成专用网络,与公网手游服务器连接共同承载手游端到端数据流。基站需支持 5QI/QCI 至 DSCP 映射。

3.3.2 与城域网设备对接

与城域网核心路由器 CR、BRAS/MSG 对接,完成如下工作。

与 CR 交互:在业务流分类上,编排器发送配置指令给 CR,将上行、下行业务流量在 CR 处基于源 IP、目的 IP 等特征部署流分类,将特殊业务报文优先级重标记为高优先级,即根据源 IP 地址、目的 IP 地址为特殊业务流做 QoS 标记。然后根据 QoS 标记进行队列调度,队列调度可采用相应的调度算法,同时将 QoS 标记传递到下一层级设备。

与 BRAS/MSG 交互:在业务流分类上,编排器发送配置指令给 BRAS/MSG,上下行流量信任上游设备报文优先级。在优先级处理上,上行流量,将固网宽带 802.1p 优先级映射为 IP 头域 DSCP 值,同时将 QoS 标识传递到上层设备;下行流量,将 QoS 标识 IP 头域 DSCP 值映射为 802.1p 传递到固网宽带设备。在流量监管上,配置 QoS 模板,为上下行特殊业务进行承诺信息速率(CIR)限速。当 MSG-U 和 UPF/SPGW-U 互联时,信

任对端传递的 IP 头域 DSCP 值。

3.3.3 与 IP RAN 设备对接

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, 需要部署 QoS 策略: IP RAN QoS 保障可通过调用编排协同器的 QoS 保障能力, 在 IP RAN 汇聚设备配置 GTP-U 外层 IP 头域 DSCP 值, 或信任上游设备传递过来的参数; IP RAN 接入设备信任上游设备传递过来的 GTP-U 外层 IP 头域 DSCP 值, 映射到 MPLS EXP 对应比特, 基于 VPN 网络进行 QoS 调度。

QoS 配置主要涉及 3 方面的问题: 划分业务并进行 QoS 标记、进入 IP RAN 时 QoS 标记的信任与映射、IP RAN 内 QoS 队列配置。

业务的分类与标记, 需要按需配置。例如专线类需要在业务接入点添加配置; 移网业务则需要核心网、无线网设备做配合, 在 IP RAN 外部打好 QoS 标记。QoS 标记的信任与映射, 需要统一配置, IP RAN 的 QoS 策略主要基于信任 QoS 标记执行, 需要在 IP RAN 入口进行配置。设备内 QoS 队列, 需要统一配置, 涉及队列调度、权重、限速、丢弃规则等问题, 各厂家有其缺省配置, 且各型号设备也会有差异。

IP RAN 应透传业务的 QoS 标记, 即 IP RAN 内部的 QoS 操作 (如信任/不信任、重标记等) 不应修改业务原始报文的 QoS 标记。

3.3.4 与宽带接入设备交互

省级编排器与光线路终端 (OLT) 控制器交互。在流分类上, 每条业务流基于服务商 VLAN (SVLAN) 标签标记 802.1p, 或者信任上游设备传递过来的 SVLAN 报文优先级; 在流量监管上, 可为特殊业务建立独立的 GEMPORT (GPON 中一种虚拟的接口, 业务虚端口), 将该业务流映射到该 GEMPORT, 不同 SVLAN 业务流通过映射到不同的 GEMPORT 端口实现区分; 在队列调度上, 根据 802.1p COS (Code Of Service) 字段优先级进行调度。编排器可基于不同 SVLAN 进行差异化的 QoS 质量保障。

3.3.5 与 IDC 机房出口设备交互、云管平台交互

省级编排器与省级/地 (市) 核心云 (IDC 机房) 出口路由交换设备交互, 在 IDC 出口设备标记数据流量的 QoS 等级, 为符合一定业务规则的业务流提供高 QoS 保障。

3.3.6 与互联网 SP/CP 应用平台对接, API 能力开放

业务编排器向第三方应用提供标准和互联网化的 REST/JSON API 接口, 由第三方应用根据业务需要动态申请 QoS 保障, 简化了第三方的集成难度, 第三方应用需支持 API 接口。

业务编排器对接移网和固网设备, 对网络能力进行标准化, 转化为第三方可以快速、低门槛调用的 API 接口, 满足第三方动态调用移网、固网智能管道的需求, 为各类应用的用户提供带宽提速、QoS 保障等服务。

4 效益分析

4.1 全程全网端到端 QoS 保障

通过全国、省级业务编排器分工协作, 实现全程全网、端到端、跨层跨域 QoS 保障, 其中全国业务编排器负责骨干网设备的 QoS 质量保障以及调用省级业务编排器的 QoS 保障能力; 省级业务编排器负责省内各业务网的 QoS 保障落地实施。通过分层级的编排器平台, 实现对全网的 QoS 保障。

4.2 对固网和移网提供 QoS 保障

省中心集中部署的网关 UPF 或 SPGW-U 下沉至边缘云, 固移业务在边缘云由多业务汇聚网关 MSG 实现接入和转发。

移网数据业务通过本地 IP RAN 的接入环、汇聚环收敛后接入 UPF/SPGW-U, 完成移动业务请求的封装, 并接入多业务汇聚网关 MSG-U 访问互联网。省去本地 IP RAN 一个层级、本地承载网及骨干承载网所有层级, 实现移网数据业务承载的高度扁平化。

固网业务包含宽带业务、IPTV 业务、专线业务及 VPN 业务, 原来通过 BRAS、SR、PE、BNG 等设备汇聚接入, 现统一由多业务汇聚网关 MSG-U 接入和承载。MSG 可以有效地实现转发和控制分离。MSG-U 分布在边缘云, 负责移网和固网业务的接入和承载。

PCF/PCRF/SMF/AMF/SPGW-C 和 MSG-C 在省中心或地 (市) 核心机房集中部署, 负责区域内 UPF/SPGW-U 和 MSG-U 管理控制, 实现资源的集中控制及统一配置、业务快捷开通。

业务编排器通过对 MSG、PCF/PCRF、UPF/SPGW、IP RAN、宽带接入网、无线等网元的配置, 实现对固网和移网业务 QoS 综合保障。

4.3 为边缘云业务提供专属 QoS 保障

运营商充分发挥丰富的移网、固网接入网资源和

本地化支撑服务的优势,向第三方提供基于 IaaS/PaaS 层边缘云资源和多业务接入网资源的云网一体化产品,实现边缘云和接入网能力开放和变现。运营商可以允许第三方接入边缘云的基础设施进行应用开发,在边缘云部署各类应用,比如云游戏、物联网应用、高清视频等内容,为用户提供低时延、大带宽的高品质服务。

通过将包含第三方热点应用的内容部署在边缘云,接入 MSG-U。对于访问已分发至边缘云热点内容的移动和固网业务请求,由边缘云就近提供服务,减少了 MSG-U 以上层次网络的带宽占用。另外,对于某些应用(比如视频监控、安全监控、大数据分析等)需要将大量的数据存储在网络边缘,边缘云的第三方应用可以做分析和预处理,将原始数据进行抽象、压缩和缓存,再送往核心云,大大减少送往核心云的数据流量,节省传输网络带宽。

业务编排器可以通过移动网、城域网、IP RAN、宽带接入网的 QoS 保障,为边缘云业务提供更高 QoS 的服务,支持边缘云个性化的业务需求。

4.4 提升业务配置效率

通过业务编排器实现全网各网元的 QoS 统一配置下发,大大减轻了逐台设备手工配置的工作量,提高了业务响应和新产品上线速度,提高了网络自动化运营水平,提升了业务支撑能力。

4.5 QoS 保障能力开放

网络 QoS 保障能力向第三方开放,为网络能力变现提供了条件,支持政企客户和互联网 CP/SP 根据业务运行情况进行动态地 QoS 调度。业务编排器屏蔽底层通信网络设备的差异化配置问题,向第三方应用提供标准和互联网化的 REST/JSON API 接口,由第三方根据业务需求动态调用 QoS 保障能力,简化了第三方的集成难度。满足第三方动态调用移网、固网智能管道质量保障的需求,为各类应用所服务的用户提供动态带宽加速、QoS 保障等服务。

5 结论

本文对互联网+、SDN/NFV、MEC 边缘云及业务编排器的发展趋势进行分析,并对现有的 QoS 质量保障方案进行分析,研究一种基于分层架构的端到端 QoS 保障系统与方法,通过省级业务编排器与全国业务编排器、省级/地(市)核心云、地(市)边缘云、核心网、城域网、传输网、宽带网对接,与互联网 SP/CP 应用平台

对接,提供 API 接口实现能力开放,实现全程全网端到端的 QoS 保障。

参考文献:

- [1] 付亮,于立娟,陈幽君,等. 2012-2013 年移动互联网发展趋势综述[J]. 互联网天地,2013(2):1-6.
- [2] 赵慧玲,史凡. SDN/NFV 的发展与挑战[J]. 电信科学,2014,30(8):13-18.
- [3] 周艳. 5G MEC 的本质是“连接+计算”[J]. 电信科学,2019,35(2).
- [4] 罗光峰,李奕群,陈慧光. 面向随选网络的业务编排系统研发实践[J]. 电信科学,2017,33(12):148-156.
- [5] 周勇,李辉道,杜春生. 端到端 QoS 技术研究及现网实践[J]. 电信科学,2008,24(7):82-86.
- [6] 李金娜,张庆灵,袁德成. 基于网络 QoS 的控制系统分析与综合[M]. 北京:科学出版社,2016:11.
- [7] 刘良桂. 基于自然计算的无线多跳网络 QoS 路由研究[M]. 杭州:浙江大学出版社,2013:12.
- [8] 张鹏程,王继民,赵和松. Web 服务 QoS 监控和预测技术[M]. 北京:科学出版社,2018:1.
- [9] 张国清. QoS 在 IOS 中的实现与应用[M]. 2 版. 北京:电子工业出版社,2012:3.
- [10] Tim Szigeti. QoS 端到端 QoS 网络设计[M]. 2 版. 北京:人民邮电出版社,2015:3.
- [11] 曾菊玲. 宽带无线接入网的动态 QoS 技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2013:12.
- [12] 陶军. 高性能网络新技术研究——非合作 QoS 分配策略及应用[M]. 南京:东南大学出版社,2013:7.
- [13] 许强,郭威,常艳生. 基于用户价值的 LTE 网络差异化 QoS 策略实施的研究[J]. 邮电设计技术,2019(6).
- [14] 王群青. 浙江联通 4G QoS 能力开放部署与优化探索[J]. 邮电设计技术,2019(5).
- [15] 吕光旭,林琳,符刚. 4G QoS 能力开放部署方案探讨[J]. 邮电设计技术,2018(10).
- [16] 蔡超,向军,李佳. 多业务承载环境下宽带 IP 城域网 QoS 部署方案分析[J]. 邮电设计技术,2017(3).
- [17] 李一,刘光海,李菲,等. 5G NSA 网络端到端差异化 QoS 策略研究[J]. 邮电设计技术,2020(4).
- [18] 韩军峰,张勃,李福昌,等. LTE 系统中 QoS 参数研究[J]. 邮电设计技术,2016(6).
- [19] 徐宇辉. 基于网络状态的移动运营商 QoS 能力开放研究[J]. 沈阳理工大学学报,2018,37(5):46-50.

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、移动网络的相关新技术研发工作;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。

