

基于Wi-Fi+蜂窝的 双通道切片加速系统设计与应用

Design and Application of Wi-Fi+cellular Dual-channel Slice Acceleration Gateway System

岳红强, 张伟强, 童磊, 李莹雪(中国联通智网创新中心, 北京 100048)

Yue Hongqiang, Zhang Weiqiang, Tong Lei, Li Yingxue (Intelligent Network & Innovation Center of China Unicom, Beijing 100048, China)

摘要:

随着互联网业务的快速发展,人们对加速业务的需求越来越强烈,特别是视频直播、游戏和支付等业务,这些对网络带宽、时延、稳定性提出了更高的要求。为了满足这些需求,把以mpquic双通道加速技术和以移网QoS、宽带加速、城域网/骨干网QoS为主要内容的运营商网络加速技术相结合,实现了一种新型的双通道加速系统。该系统已在视频直播和游戏加速业务中得到应用,并取得了良好的效果。

关键词:

双通道加速网关; mpquic双通道; 移网QoS; 宽带加速; 城域网/骨干网QoS

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2024.03.017

文章编号: 1007-3043(2024)03-0088-05

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 services, people's demand for accelerated services is becoming more and more intense, especially in live video, game and payment services, which require higher requirements of network bandwidth, delay and stability. To meet these requirements, it combines the mpquic dual-channel acceleration technology with the ISP network acceleration technology with mobile QoS, broadband acceleration, and MAN/backbone network QoS as the main content, and implements a new dual-channel acceleration gateway system, which has been applied in live video and game acceleration services, and has achieved good results.

Keywords:

Dual channel acceleration gateway; Mpquic dual channel; Mobile QoS; Broadband acceleration; MAN/backbone network QoS

引用格式: 岳红强, 张伟强, 童磊, 等. 基于Wi-Fi+蜂窝的双通道切片加速系统设计与应用[J]. 邮电设计技术, 2024(3): 88-92.

0 引言

近年来,随着互联网业务的快速发展,人们对大带宽、低时延的网络质量保障需求也日益增加。特别是在互联网直播、游戏加速和秒杀等业务领域,用户希望直播更加流畅、游戏更少卡顿和支付等重要业务受断网的影响会更少。目前,针对互联网业务的加速技术主要有互联网加速技术和网络加速技术2种,互联网技术通过很多方式提升网络质量,其中包括多路

传输技术 mpquic、mptcp 等,这些技术可以将蜂窝和 Wi-Fi 2 张网同时利用起来,采用多链路传输的方式提升网络传输质量。而网络加速技术是运营商通过发挥传输网络资源优势,在移动蜂窝网络、Wi-Fi 传输和骨干链路传输等方面对网络传输质量进行保障。

本文将2种加速技术结合起来,共同保障重点业务的网络传输质量。由于大多数直播、游戏和支付类等互联网应用服务都是基于TCP/UDP实现传输,本身并不一定支持 mpquic 或 mptcp 多链路传输,因此本文提出采用 SDK+加速网关的方式实现加速。具体而言,在用户的手机终端安装加速 SDK,并在各省市边缘

收稿日期: 2024-01-23

侧部署加速网关,SDK和加速网关之间采用基于mpquic的Wi-Fi+蜂窝的双通道传输链路进行数据传输,从而保障传输质量。当用户希望对应用进行加速时,SDK会把用户应用流量导入mpquic双通道传输隧道,由mpquic传输隧道将应用流量转发到边缘侧加速网关,再由加速网关将流量转发到目的源站。在保障双通道传输的同时,采用移动网络QoS和宽带加速技术保障双通道链路的传输质量,在加速网关与目的源站之间,采用骨干城域网QoS对经过加速网关的流量进行质量保障,最终实现业务加速的目的。基于此方案,实现了重点业务网络带宽、时延、稳定性的提升。

1 双通道加速网关整体架构

双通道加速网关的整体架构如图1所示。整个加速系统由4部分组成。

a) 用户手机终端SDK。在用户手机终端安装加速SDK,Android手机通过vpnservice,苹果手机通过Network Extension将用户业务流量导入mpquic双通道隧道,进而将数据传送到加速网关。

b) 边缘侧加速网关。加速网关被部署在各省市边缘侧,当接收到用户的应用流量时,它会通过已经建立的mpquic双通道隧道,将该流量转发到相应的互联网业务源站。

c) 网关OMC。OMC是对边缘侧加速网关进行管理的平台,它负责对网关进行配置下发和网关性能监控。OMC和加速网关一样被部署在边缘侧,以便对加速网关进行就近管理。

d) 用于全局集中控制的网关加速平台。负责统

一调度和管理所有的加速网关,对加速SDK进行统一管理,同时,负责调用运营商的网络加速能力。

从图1可知,双通道切片加速系统具有以下特点。

a) 将mpquic双通道加速技术与移网QoS和宽带加速技术相结合。通过mpquic在SDK端与加速网关之间搭建了蜂窝和Wi-Fi 2条链路,这2条链路都可以使用运营商的网络能力,实现QoS保障。

b) 实现了固移融合加速。实现了Wi-Fi固网加速和移网QoS加速的有机结合,进一步提升对用户加速能力的保障水平。

c) 实现了接入网+传输骨干网的融合加速。在SDK到加速网关的接入侧使用移网QoS和家宽加速技术,在加速网关到互联网源站之间使用城域网QoS保障。

2 mpquic双通道加速技术

2.1 mptcp和mpquic协议的对比

mptcp是mpquic是多路径传输的两大开源框架。mptcp已经标准化,最新的IETF标准是RFC8684,而mpquic尚未标准化,仍处于研究阶段。mptcp和mpquic的特点及优缺点如表1所示。

从表1中可以看到,mptcp是在内核态实现的,不利于移动端开发。而mpquic是在用户态实现的,易于进行移动端开发。虽然mpquic仍未标准化,存在版本众多和兼容性差的问题,但是在SDK+加速网关的整体架构中,由于SDK和加速网关都只需要与对方进行通信,因此兼容性差的问题对加速业务的推广并无影响。同时,mpquic并未定义拥塞控制的功能,只是规

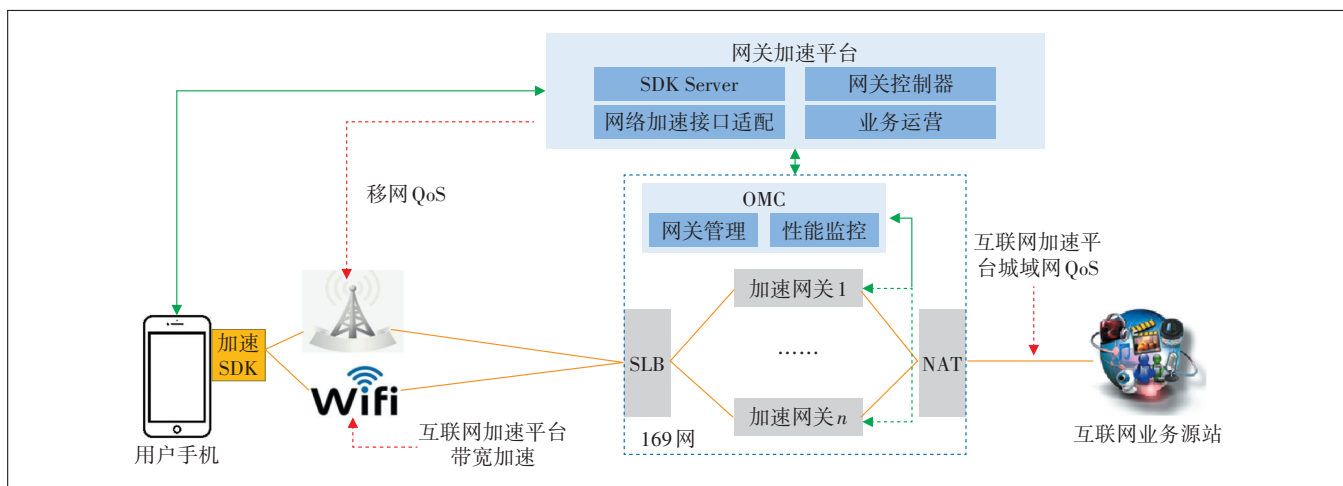


图1 Wi-Fi+蜂窝双通道切片加速系统整体架构

表1 mptcp与mpquic的对比

项目	mptcp	mpquic
特点	① 使用 TCP option30 来传递 mptcp 所需的信令 ② client 先与 server 建立初始 subflow, 然后用其他 IP 地址建立额外的 subflow ③ 支持 subflow 管理, 全局 buffer 管理, 分 subflow 的丢包恢复, 流控, 拥塞控制	① 所有信令隐藏在 quic 报文中, 对中间设备不可见 ② client 与 server 之间可建立任意条 path ③ 支持 path 管理, 全局 buffer 管理, 分 path 的丢包恢复, 流控, 拥塞控制
优点	TCP 应用广泛, mptcp 是 TCP 的进化版本, 业务基本无感知即可使用, 且已标准化, 可与第三方 mptcp client/server 直接通信	用户态实现, 有利于移动端开发, 同时本身拥塞设计、报文传输容器等可扩展性较好。易于开发增强的个性化功能
缺点	① 所有信令封装在 option30 中, 一旦中间设备将 option30 裁剪, 将自动退回到 TCP ② 需要内核支持, 不利用移动端开发	① 版本众多, 还有 iquic 和 gquic 两大分支尚未标准化 ② 存在与第三方不兼容的情况

定了几个接口, 这样任何拥塞算法都可以实现这些接口, 从而提高了系统的灵活性。因此, 在本文所构建的场景中使用 mpquic。

2.2 基于 mpquic 的双通道报文转发

mpquic 双通道报文传输流程如图 2 所示。mpquic 采用代理技术, 在 SDK 和加速网关之间建立了 mpquic 双通道传输隧道。总体而言, mpquic 的报文转发流程分成 3 段。

T0 阶段。将用户要加速应用的流量通过 tun 口进行拦截。Android 手机采用 vpnservice 组件进行流量拦截, 可以选择采用基于应用白名单或基于应用目标 IP 地址的拦截方式。苹果手机采用 ios 的 Network Extension 组件进行流量拦截, 只能选择基于应用目标 IP 地

址的拦截方式。

T1 阶段。在流量被拦截后, SDK 终结 APP 的 TCP/UDP 连接, 建立 SDK 到加速网关之间的 mpquic 双通道连接。接着, SDK 会提取所终结 APP 连接所承载的 payload, 并通过 Wi-Fi+蜂窝双通道将所拦截的流量传输到加速网关。在传输过程中, mpquic 隧道所承载的同一会话(session)的 connection ID 都是相同的。

T2 阶段。当接到一个完整的 stream 报文后, 加速网关会模拟 APP 向目标源站发起新的 TCP/UDP 连接, 并转发该报文数据。

报文的回传也是类似的相反过程。

2.3 mpquic 双通道报文传输策略

在传输过程中, 针对不同的业务类型, 采用不同的数据传输策略, 具体为:

a) 针对视频直播业务的大带宽需求, 采用 client 端在蜂窝链路和 Wi-Fi 链路中分别进行分包发送, 并在 server 端进行聚合的方式, 以提高传输带宽。

b) 针对游戏业务的低时延需求, 采用同一报文 client 在蜂窝链路和 Wi-Fi 链路中双发报文, server 按照“先到先转发、后到不转发”的方式选收和转发报文, 以降低传输时延。

c) 针对支付等重要业务, 采用双链路传输, 即使一个链路断网, 整体网络也不会受到影响, 以保证业务的稳定性。

3 网络加速技术

网络加速技术是运营商利用其传输网络资源优

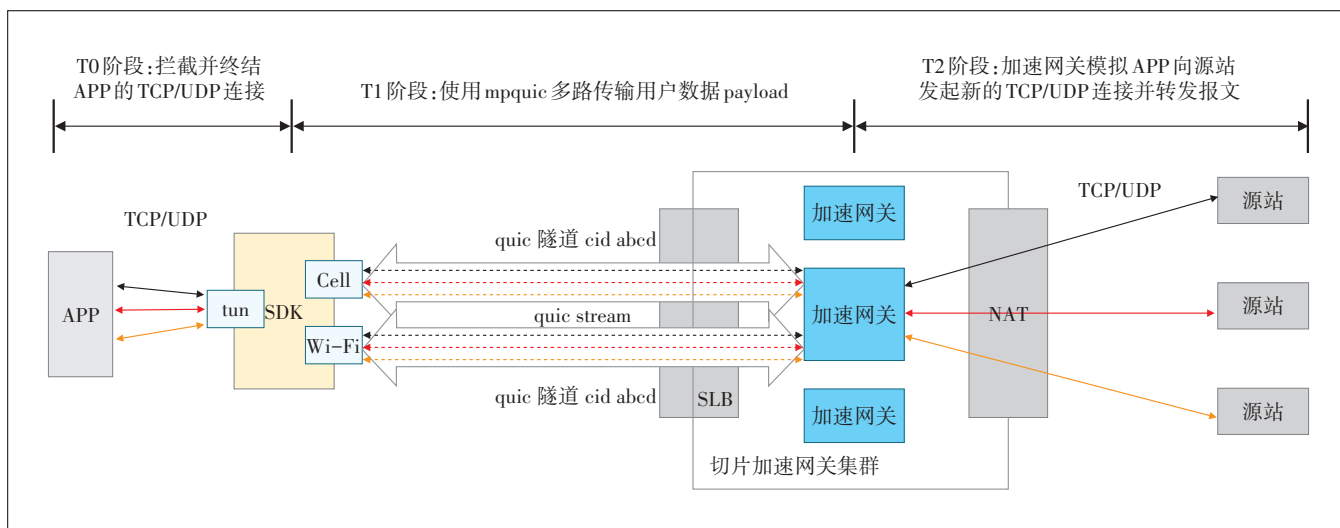


图2 mpquic 双通道传输隧道

势,对网络质量进行全面保障的一种手段。在SDK+切片加速网关的业务场景下,主要是通过移网QoS、宽带加速和骨干城域网QoS这3种措施保障网络质量。

3.1 移网QoS加速

移网QoS加速主要解决在使用蜂窝移动网络时,从用户终端到PGW/UPF的无线网络质量问题。移网QoS加速如图3所示。用户通过手机终端向网关加速平台发起加速请求,网关加速平台调用PCC能力平台提供的能力接口,将控制指令下发至用户归属地的PCF/PCRF。通过核心网的配置策略下发,实现蜂窝移动网络质量的保障。

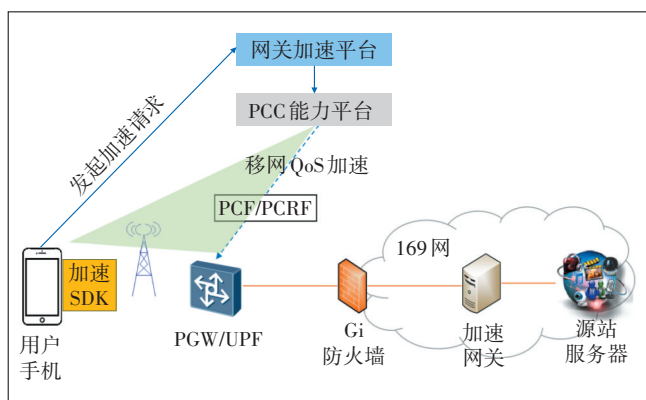


图3 移网QoS加速

进行移动QoS动态调用时,主要需要确定3组参数。

- 标记用户属性的参数。主要包括用户的手机号 misdn,发起加速请求时的公网IP和私网IP(用户手机号和公网IP可以二选一)。
- 标记加速保障目标IP的参数。在SDK+加速网关场景下,目标IP就是加速网关对外暴露的公网IP地址。
- 拟下发的PCC策略参数。包括策略名称、QCI等级、最低保障带宽(GBR)和最大保障带宽(MBR)等参数。

移网QoS可以根据所要保障的业务下发不同的PCC策略。如视频直播类业务需要大带宽的网络保障,可以将PCC策略的QCI等级调整为4。游戏类业务需要低时延的网络保障,可以将PCC策略的QCI等级调整为3。

移网QoS保障是指在现有蜂窝网络环境下,通过调整QoS等级来实现网络质量的保障。在信号较弱或无网络覆盖的情况下,移网QoS保障不能增强网络信

号。

3.2 宽带加速

宽带加速主要解决在使用Wi-Fi宽带时,从光猫到BRAS/BNG之间传输链路的网络质量问题。宽带加速及城域网/骨干网加速如图4所示。用户通过手机终端向网关加速平台发起加速请求,网关加速平台调用运营商互联网加速平台提供的能力接口,将控制指令下达到光猫和BRAS上,最终实现网络质量的保障。

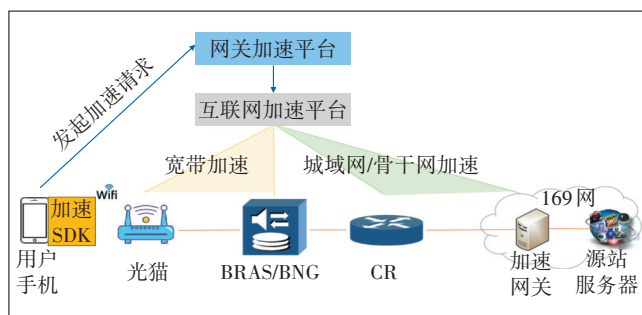


图4 宽带加速及城域网/骨干网加速

宽带加速可以采用3种方式确定一条Wi-Fi连接传输通道。

- 通过宽带ID号进行确定。
- 把用户手机Wi-Fi公网IPv4作为源地址、加速网关IPv4地址作为目的地址,通过这一组IPv4地址进行确定。
- 使用用户手机Wi-Fi公网IPv6进行确定。

在SDK+加速网关场景下,由于用户可能处于移动状态,宽带ID号不确定,可以采用b)、c)方式来确定Wi-Fi链路。

在确定Wi-Fi链路后,可以根据所要保障的互联网业务类型,调整并下发不同的businessID,从而实现大带宽和低时延业务的适配性保障。

3.3 城域网/骨干网QoS

城域网/骨干网QoS旨在保障城域网和169骨干网的网络质量。需要保障的源端是加速网关,目的端是互联网业务源站。

- 城域网/骨干网QoS有2种加速方式。
- 端到点QoS。源端需要具有一个确定的IP地址,而目的端不需要指定特定的IP地址,只需配置区域信息、省份编码或城市编码即可。
 - 点到点QoS。源端必须具有一个确定的IP地址,而目的端则可以具有一个或多个明确的IP地址。
- 在SDK+加速网关的应用场景下,源端都是有确

定公网IP地址的网关。而目的端是互联网源站,其IP地址是分散且会发生变化的,即便对某一个业务,其源站地址也可能会发生变化。因此在加速策略上采用端到点QoS保障方式。

城域网/骨干网QoS通过网关加速平台调用互联网加速平台提供的能力接口,将控制指令下达给CR和169网路由器。城域网/骨干网QoS采用在加速之前,提前下发配置指令的方式进行。

4 网关加速控制

4.1 加速网关控制整体架构

由图1可知,加速网关按照2级控制的架构进行控制。

第1级是边缘OMC控制。原则上,OMC与加速网关应部署在边缘侧的同一VPC内,但OMC也可采用拉远的方式,实现对加速网关的控制。OMC负责实时监控边缘侧加速网关的运行状态,接收网关发送的告警信息,并对网关上报话单日志进行处理。同时,也可以下发网关配置参数。

第2级是用于全局集中控制的网关控制器。该控制器负责对边缘侧的OMC和网关进行性能监控和管理,运维人员可以登录网关控制器,查看辖区范围内的网关和网关集群的运行状态。

4.2 网关选择

网关选择是网关加速平台的主要功能,负责对网关进行全局调度。由于加速网关部署在省市边缘侧,当用户使用SDK进行加速时,按照2个原则来选择网关。首要原则是确保流量不绕行,就近选择加速网关提供服务。其次,参考网关的负荷和性能情况,选择运行负荷轻、运行状态良好的加速网关。

5 结束语

通过将以mpquic双通道技术为核心的互联网加速技术和以移网QoS、宽带加速和城域网/骨干网QoS为主要内容的网络技术相结合,本文设计了一款基于Wi-Fi+蜂窝的双通道加速网关。针对视频直播的大带宽需求和游戏的低时延需求,对加速策略进行了调整,显著提升了重点业务网络带宽、时延和稳定性等方面的性能。

参考文献:

[1] 李洪峰,王志会,赫罡. 移动互联网差异化业务保障方案研究[J].

邮电设计技术,2015(8):36-41.

- [2] 王顺新. 采用L2 VPN技术建设新型城域网[J]. 电信技术, 2007(2):51-54.
- [3] 刘守政,赵艳怀. QoS技术在IP城域网上应用[J]. 硅谷, 2011(18):137-138.
- [4] 涂永胜,周振勇,宋连军. IP城域网QoS的部署与实现研究[J]. 邮电设计技术,2007(10):11-17.
- [5] 席刚. 城域网QoS专题研究[J]. 通信与信息技术,2013(4):50-53,60.
- [6] 马泽芳,霍龙社. LTE核心网中基于PCC的QoS控制和能力开放技术研究[J]. 信息通信技术,2013,7(2):58-63.
- [7] 张帆. 基于QoS的PCC差异化服务在热点区域的应用[C]//辽宁省通信学会2019年度学术年会. 沈阳:辽宁省通信学会,2019:583-586.
- [8] DE CONINCK Q, BONAVENTURE O. Multipath QUIC: design and evaluation [C]//Proceedings of the 13th International Conference on emerging Networking EXperiments and Technologies. Incheon, Republic of Korea, New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017:160-166.
- [9] NETZE H. Architectural guidelines for multipath TCP development [J]. Heise Zeitschriften Verlag, 2024(3):4.
- [10] LI M, LUKYANENKO A, CUI Y. Network coding based multipath TCP [C]//2012 Proceedings IEEE INFOCOM Workshops. Orlando, FL, USA: IEEE, 2012:25-30.
- [11] RAICIU C, PAA SCH C, BARRE S, et al. How hard can it be? Designing and implementing a deployable multipath TCP [C]//Proceedings of the 9th USENIX conference on Networked Systems Design and Implementation. San Jose, CA, USA: USENIX Association, 2012:29.
- [12] OKUNISHI R, TENG R, SATO K. Reachability-Based packet scheduler of multipath QUIC for heterogeneous Mobile networks [J]. Communications and Network, 2022, 14(4):200-209.
- [13] SWAMI B D, MISHRA V K, DAS D. Reliable control message exchange in wireless Real-World Multi-Path deployments [C]//2019 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT). Bangalore, India: IEEE, 2019:1-6.
- [14] VIERNICKEL T, FROEMMGEN A, RIZK A, et al. Multipath QUIC: A deployable multipath transport protocol [C]//2018 IEEE International Conference on Communications (ICC). Kansas City, MO, USA: IEEE, 2018:1-7.
- [15] 武丽英. 基于AAC的PCC-QoS能力开放架构设计[J]. 数字技术与应用, 2017(8):190-191.

作者简介:

岳红强,毕业于中科院自动化所,博士,主要从事切片技术和5G创新技术的开发工作;张伟强,高级工程师,硕士,主要从事切片技术和5G创新技术的产品设计工作;童磊,高级工程师,硕士,主要从事网络切片产品创新工作;李莹雪,工程师,硕士,主要从事网络切片产品创新工作。