

基于IP骨干网演进及 差异化服务方案探讨

Discussion on Evolution of IP Backbone Network and Differentiated Services

梁晓晨, 刘博文, 马季春, 张桂玉(中讯邮电咨询设计院有限公司, 北京 100048)

Liang Xiaochen, Liu Bowen, Ma Jichun, Zhang Guiyu (China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China)

摘要:

随着社会各行各业数字化转型加速,各种新型业务对于网络的需求不断变化,差异化服务保障成为支撑5G和云时代IP骨干网络业务发展的基础。针对新型业务对网络提出的各种差异化需求,明确了IP骨干网提供差异化服务保障的目标架构及解决方案,并对解决方案拟采用的SR/SRv6、SDN等新技术进行了阐述。

关键词:

IP骨干网;SR;SRv6;SDN;时延;差异化服务

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.01.010

文章编号:1007-3043(2022)01-0054-04

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 acceleration of digital transformation in all walks of life, the demand of various new services for the network is constantly developing and changing, so differentiated service guarantee has become the basis to support the development of IP backbone network services in 5G and cloud era. According to various differentiated requirements of new services, it defines the target architecture and solution of IP backbone network for differentiated service guarantee, and expounds the new technologies such as SR/SRv6 and SDN to be adopted in the solution.

Keywords:

IP backbone network;SR;SRv6;SDN;Time delay;Differentiated services

引用格式:梁晓晨,刘博文,马季春,等.基于IP骨干网演进及差异化服务方案探讨[J].邮电设计技术,2022(1):54-57.

1 概述

随着5G、云计算等技术的发展,网络将更深层次地应用到不同场景,例如在密集住宅区、办公室、体育场、露天集会、地铁、快速路、高铁等具有超高流量、超高密连接特征的场景,网络可以为用户提供超高清视频、VR/AR、在线游戏、云桌面等业务的极致体验。与此同时,网络与工业设施、医疗仪器、交通工具等深度融合,需要有效满足这些垂直行业的多样化业务需求。这都对网络提出不同的SLA需求,需要网络具有

差异化服务能力。

2 IP骨干网现状

当今的网络通信,从庞大的全球互联网到各种企业私有网络,基本都是基于IP来构建的,IP技术已经成为数据通信网络基础设施的核心。

IP技术成为通信网络基础设施的核心,主要是因其简单性。全球统一的IP地址编址方式使任意2台主机可以通过IP地址进行通信,而2台主机不用知晓对方的具体物理位置及本地网络细节,这种简单性使IP成为构建全球范围内的大规模互联网的主流协议。但同时IP网络提供的“尽力而为”服务无法对网络服

收稿日期:2021-11-02

务做出有效的质量保障。

IP骨干网承载了绝大多数宽带网用户以及政企专线、大客户互联网专线接入业务,对实现运营商的战略目标与国家信息化发展战略具有重要意义。随着我国社会信息化逐步深入,互联网市场近年来始终保持高速增长。运营商也需要积极抓住机会,不断推进优化网络,提升网络能力,为客户提供更高品质的服务。随着5G、云、AI等新技术的井喷式发展,用户差异化服务的诉求越来越多,这就需要IP骨干网从尽力而为的“平信”服务向“电商快递”式的可视、可管、SLA可保障的服务演进。

3 IP骨干网新技术发展

网络能力的演进离不开网络协议。网络协议从1980年往后的20年是IPv4时代,主要承载Internet的数据业务,网络主要满足业务的可达性需求,因此尽力而为的方式是最适合的,同时由于业务比较简单,基于命令行的运维是可以满足需求的;从1997年往后的15年时间是MPLS时代,主要承载VoIP、IPTV等triple-play业务,网络主要满足多种不同业务的接入和连接,因此基于点对点连接方式比较适合,从而有了LDP/RSVP-TE和VLL/VPLS/L3VPN等协议;从2015往后的20年,随着行业数字化转型的逐步加深,业务主要变为云、5G、IoT等,这些业务对业务可用性(可靠性、SLA保障)有更高的要求,传统协议和运维方式难以满足它们的需求。SR/SRv6的源路由机制可基于源节点配置实现全局路径控制,结合目前已经成熟的SDN/Telemetry技术,可实现租户级的SLA保障和全程全网流量调度,这是未来网络提供差异化服务、实现自动化和智能化的基石。

SR/SRv6网络协议和SDN技术给IP骨干网提供了差异化服务的方案。在常见的跨域场景中,相比传统的OptionA等跨域方案,BGP EPE协议和SR/SRv6协议提供了更简易的差异化服务解决方案。

3.1 SR/SRv6

SR(Segment Routing)技术是IP领域近几年最热门的讨论话题。如图1所示,SR是一种段路由技术,在源点确定转发路径,一次性配置全部标签,后续节点依次转发。网络管理员在业务部署时,只需要关注业务数据从业务触发点到业务终点经过的段网络,而不需要关注数据在每个段网络中的具体的转发行为。

SR技术是IP网络的一次重大突破。首先SR技术

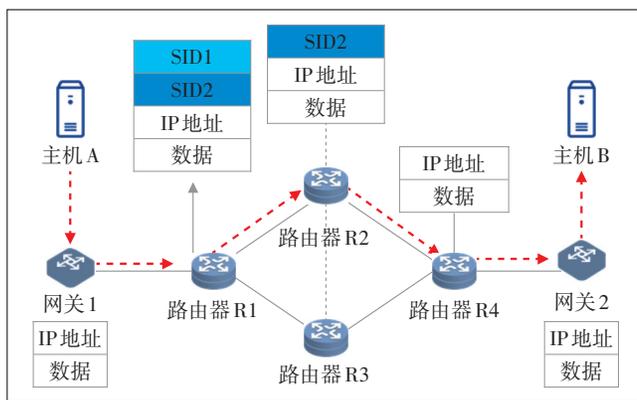


图1 SR标签转发示意图

从协议上实现了网络的简化,极大地降低了网络的复杂度。传统网络存在大量复杂的控制面协议(如LDP、RSVP-TE等),这些控制面协议的状态维护和管理需要消耗大量的资源。SR技术在控制面仅保留了IGP/BGP协议,大大简化IP网络协议,也在一定程度上简化了网络管理和维护。

SRv6是SR在IPv6平面的一个实例,因此SRv6继承了SR的所有优点。SRv6通过灵活的IPv6扩展头实现网络可编程。如图2所示,SRv6将一些IPv6地址定义成实例化的SID(Segment ID),每个SID有着自己显式的作用和功能,通过不同的SID操作,实现简化的VPN以及灵活的路径规划。

因此,SR/SRv6改变了传统IP骨干尽力而为的机制,为IP骨干网差异化服务演进提供了技术基础。

3.2 SR-TE与SRv6 Policy

SR-TE与SRv6 Policy是利用SR的源路由机制,通过在头结点封装一个有序的指令列表来指导报文穿越网络。SR-TE与SRv6 Policy是面向业务体验设计的,这个设计使其可以直接和业务交互,省略了从业务需求到网络语言再到网络对象的翻译过程。根据其业务模型,Endpoint代表目的节点IP;Color代表业务意图,例如低时延、大带宽等;Binding SID代表本地ID,提供可扩展性,屏蔽网络细节;Candidate Path代表备选路径,当前激活的path拥有最高的优先级。不同的算路方式形成的路径可以封装到同一个策略中,以不同的Candidate Path体现,根据默认或人工指定的优先级,可以在可用的Candidate Path里进行优选,这种设计使得业务使用相应的Candidate Path时候,不需要关心算路方式这些细节,业务只需要关心自身对网络的需求即可,将算路、优选这些细节都封装在SR-TE与SRv6 Policy内部,从而简化业务和网络的交互。

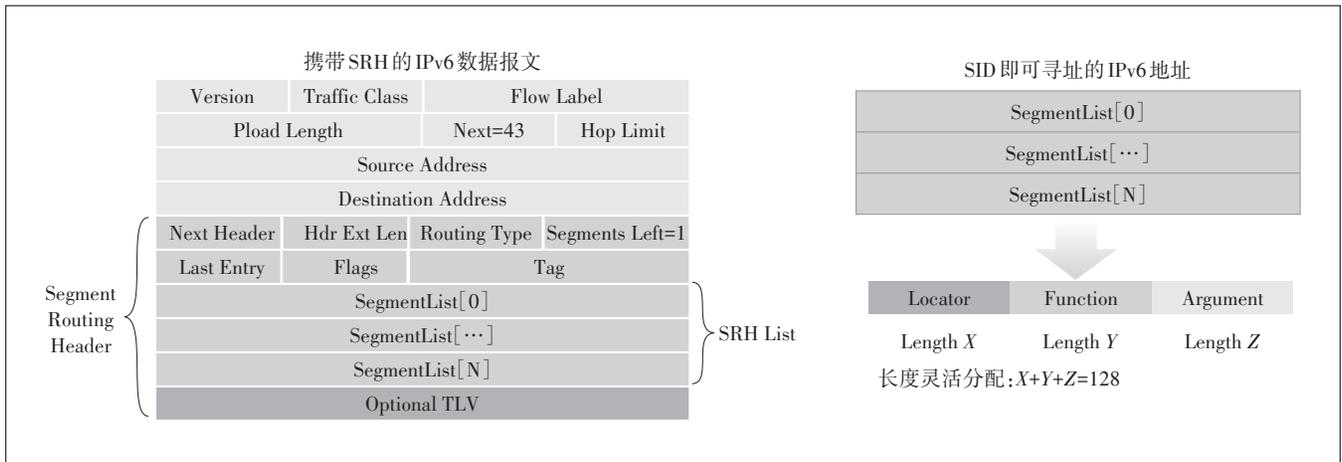


图2 SRv6包头示意

3.3 SDN技术

SDN网络架构的核心是在网络中引入一个SDN控制器,实现转发控制分离和集中控制。SDN控制器就如同网络的大脑,可以对所有转发设备进行控制;转发设备如同手脚,受控制器管控,其转发所依赖的数据完全来自于SDN控制器。

在SR/SRv6网络中,基于SDN控制器的全局感知能力可以实现网络业务路径的智能编排,SR协议基于源路由理念,将编排的业务路径部署到业务头结点并随业务报文转发,中间节点则仅需通过业务报文中携带的路径信息进行基本的报文转发操作即可。而由于中间节点仅执行转发操作,不需要维护业务状态,中间节点的变化不会对网络业务产生影响,这也让IP网络具备了强大的可扩展性。在可靠性方面,SR/SRv6技术实现了100%的网络拓扑的倒换保护,网络节点的本地保护机制将全网的保护时间降低到50ms,满足了电信业务的安全需求。SR/SRv6一改传统网络的封闭架构,给IP网络带来巨大的变革,让IP骨干网络焕然一新。

4 IP骨干网演进探讨

4.1 未来主流业务对网络需求分析

不同的网络业务对网络需求不同,如表1所示。新兴业务对网络的共性需求为网络端到端的低时延。

4.2 现有IP骨干网时延现状

IP报文传输路径的距离会影响时延,时延敏感用户访问IDC时,如果一部分流量走长路径,会导致业务时延增大数毫秒至数十毫秒(见图3)。因此,对于未来新业务,差异化服务的其中一个关键点在于时延,IP

表1 不同业务对网络的需求

业务类型	带宽需求/(Mbit/s)	时延需求/ms	抖动需求/ms
8K cloud VR	180	20	<20
24K cloud VR	1 500	20	<8
网络游戏	-	20	<8
云桌面	100	20	-
远程医疗	50	10	<5

骨干网络需要提供基于时延的智能选路能力,一方面提供差异化时延保障,另一方面降低运维成本。

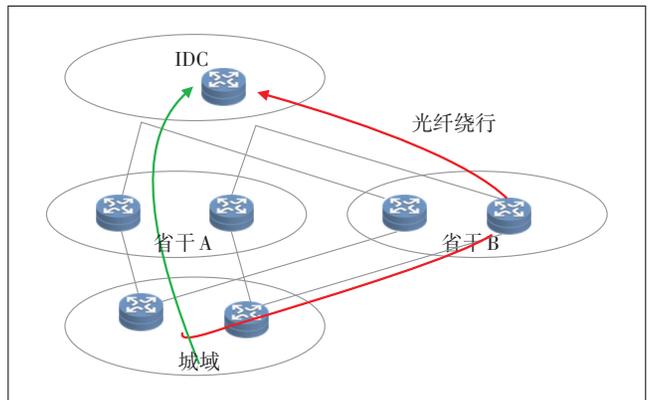


图3 骨干网络流量路径示意图

4.3 差异化服务的IP骨干网

基于上述讨论,本文提出了如图4所示的IP骨干网架构,以SDN控制器作为网络大脑,以SR/SRv6作为转发面关键技术,实现基于时延的智能选路,保障关键业务体验。

SDN控制器通过BGP-LS收集全局的拓扑和TE等信息,基于控制器计算SR-TE或SRv6 Policy可以实现全局的流量调度,而静态指定路径和头节点算路方

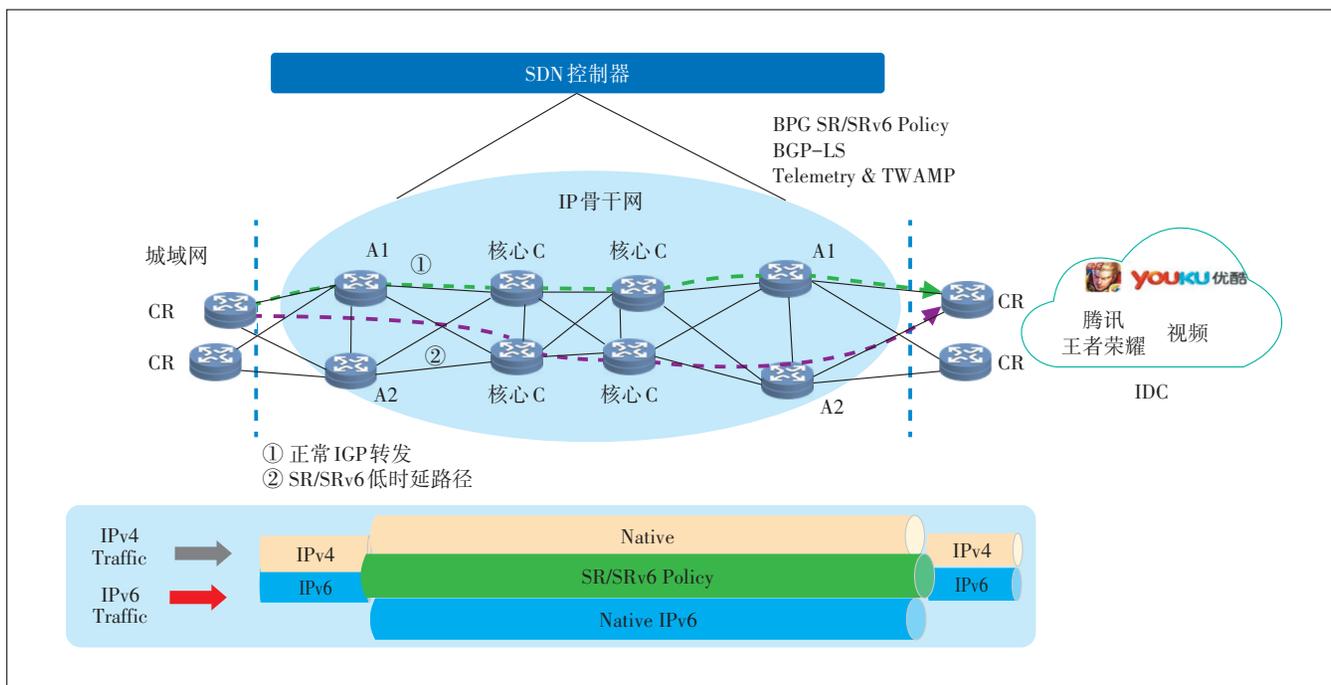


图4 差异化服务网络架构示意图

式只能实现IGP域内的最优路径计算。此外,控制器算路还可以支持带宽预留和优先级抢占,能够更好地支持TE。在网络中使用TWAMP检测链路时延,并通过BGPLS通报给SDN控制器。控制器基于时延计算满足SLA要求的路径,并通过BGP将SR-TE或SRv6路径信息下发给头结点。头结点将流量导入到SR-TE或SRv6 Policy,按照控制器计算的路径转发报文,以满足流量SLA要求。同时在业务使用过程中,使用TWAMP检测SR-TE或SRv6端到端路径时延,并通过Telemetry上送给控制器,控制器实时监控路径时延是否满足SLA要求,当时延劣化的时候,控制器重新计算新路径,以保证路径可以满足SLA要求。

5 未来展望

IP骨干网的差异化服务在提升用户体验的同时,还可以加速新商业场景的诞生。例如针对游戏业务,可包装带宽提速产品,隧道调整可开放给OTT,按需调整。未来IP骨干网不仅是互联枢纽,也将开启新商机。此外,随着企业数字化转型加速,上云成为企业发展的必然。而传统专线在开通速度、服务质量等方面均无法满足云时代的敏捷需求。因此,IP骨干网络除了差异化服务能力外,还需要具备实现企业一跳入云、云网融合的能力,以构筑运营商云时代的市场竞争力。

参考文献:

- [1] 胡志波,李振斌. SRv6可编程技术-SRv6 Policy[EB/OL]. [2021-08-03]. <https://www.sdnlab.com/23969.html>.
- [2] 宽带发展联盟. 千兆宽带网络商业应用场景白皮书[EB/OL]. [2021-08-03]. <https://max.book118.com/html/2019/0627/8024016047002032.shtm>.
- [3] SRv6 network programming: RFC 8986 [S/OL]. [2021-08-03]. <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-filsfils-spring-srv6-network-programming/06/>.
- [4] IPv6 Segment Routing Header(SRH): RFC 8754[S/OL]. [2021-08-03]. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc8754/>.
- [5] Use cases for IPv6 source packet routing in networking (SPRING): RFC 8354[S/OL]. [2021-08-03]. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc8354/>.
- [6] Resiliency use cases in source packet routing in networking (SPRING) networks: RFC 8355[S/OL]. [2021-08-03]. https://datatracker.ietf.org/doc/rfc8355/?include_text=1.
- [7] Interconnecting millions of endpoints with segment routing: RFC 8604[S/OL]. [2021-08-03]. <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc8604/>.

作者简介:

梁晓晨,工程师,硕士,主要从事数据骨干网相关咨询设计与技术研究工作;刘博文,助理工程师,硕士,主要从事数据骨干网相关技术研究工作;马季春,教授级高级工程师,硕士,主要从事数据骨干网相关咨询设计与技术研究工作;张桂玉,高级工程师,学士,主要从事数据骨干网相关咨询设计与技术研究工作。