

基于OTN的灵活入算 调度技术研究与实践

Research and Practice on Flexible Computing Resources Calling Technology Based on OTN

杨振东¹,冯铭能²,陈善杰²,袁子昕³(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;3. 北京理工大学珠海学院,广东 珠海 519085)

Yang Zhendong¹,Feng Mingneng²,Chen Shanjie²,Yuan Zixin³(1. China Unicom Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China;2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.,Ltd. Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China;3. Beijing Institute of Technology,Zhuhai 519085,China)

摘要:

提出了一种基于光传送网络(OTN)的业务数据流调度系统和方法,解决了业务数据流灵活路由和异地算力资源调度的问题。该系统采用光业务单元(OSU)调度技术,构建了算网大脑、SDN网络控制器、业务管理平台等系统,实现了算力资源的灵活调度,并通过识别业务流目的IP地址的方式进行数据转发,克服了基于VLAN值映射选路的局限性。此外,对该技术在视频流调度中的应用进行了实际验证,结果证明该技术具有灵活、配置简单和提升资源利用率的优势,为异地算力资源调度提供了新思路。

Abstract:

It proposes a data flow scheduling system and method based on optical transport network (OTN), addressing challenges in flexible routing of data flow and remote calling of computing resources. The system adopts optical service unit (OSU) scheduling technology, and is composed of computing network brain, SDN network controller and business management platform, achieving dynamic calling of computing resources. By forwarding data flow based on identifying the destination IP address, the system overcomes limitations associated with VLAN mapping routing. In addition, it demonstrates the application of this technology in video stream scheduling, and the results show that the technology has advantages in flexibility, simple configuration, and enhanced resource utilization, presenting innovative solutions for remote computing resources calling.

Keywords:

Computing force network; OTN; OSU; Video stream scheduling

关键词:

算力网络; OTN; OSU; 视频流调度

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2025.05.012

文章编号:1007-3043(2025)05-0069-05

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式:杨振东,冯铭能,陈善杰,等. 基于OTN的灵活入算调度技术研究与实践[J]. 邮电设计技术,2025(5):69-73.

1 背景

随着AIGC和大语言模型(如ChatGPT、文心一言、通义千问)的快速发展,智能算力需求激增,推动算力基础设施加速扩展^[1]。同时,算力网络技术的兴起促使算力、网络与业务应用之间的协同调度需求日益突出。

在5G和千兆家庭网络快速普及的背景下,视频类业务已成为运营商网络主要承载的流量,视频处理等高带宽、低延迟场景对算力资源提出了更高的要求。然而,当前仍存在客户所在地算力资源不足、异地算力利用率不均、接入配置复杂等问题,限制了算力服务的灵活使用。

光传送网络(Optical Transport Network, OTN)凭借其高速、大带宽、低时延和高可靠性的特点,成为算力网络的重要承载基础^[2]。近年来,OTN中的光业务单

收稿日期:2025-03-19

元(Optical Service Unit, OSU)技术发展迅速,可支持2 Mbit/s~10 Gbit/s 颗粒度的多业务统一承载,具备灵活调度与开放接口能力^[3-4]。随着OTN设备向接入层延伸并大规模部署,可为实现灵活、高效的异地算力调度提供关键支撑。

2 存在的问题

当前异地算力资源的调度大多依赖公众互联网进行传输,虽然接入便捷,但其在性能、安全性和灵活性方面存在明显不足,具体如下。

a) 算力部署分散,利用率低。以视频内容识别为例, AI应用平台需在每个本地接入点单独部署,算力资源投入重复、利用率低,且缺乏容灾能力与统一管理。

b) 公网传输质量难以保障。若视频接入平台与AI应用平台分离部署,并通过公网传输业务,此时容易受到丢包、抖动、时延等的影响,业务体验差,且数据安全无法保障。

c) OTN 专线接入方案灵活性差。传统的基于OTN网络的入算方案多为点到点专线(见图1),对于 m 个客户分别接入到 n 个业务应用平台的场景,需要传送的业务数据根据 VLAN 值映射选择 OTN 传输管道,同一个 OTN 传输管道的客户侧和业务应用平台侧的 VLAN 值须一一对应,这导致点到点专线接入业务应用平台的方案存在3个不足之处:第一, VLAN 编号需全网统一规划,部署复杂;第二,客户或应用平台变动时,需同步修改全网配置,维护困难;第三,难以支持动态变化和灵活的算力调度需求。

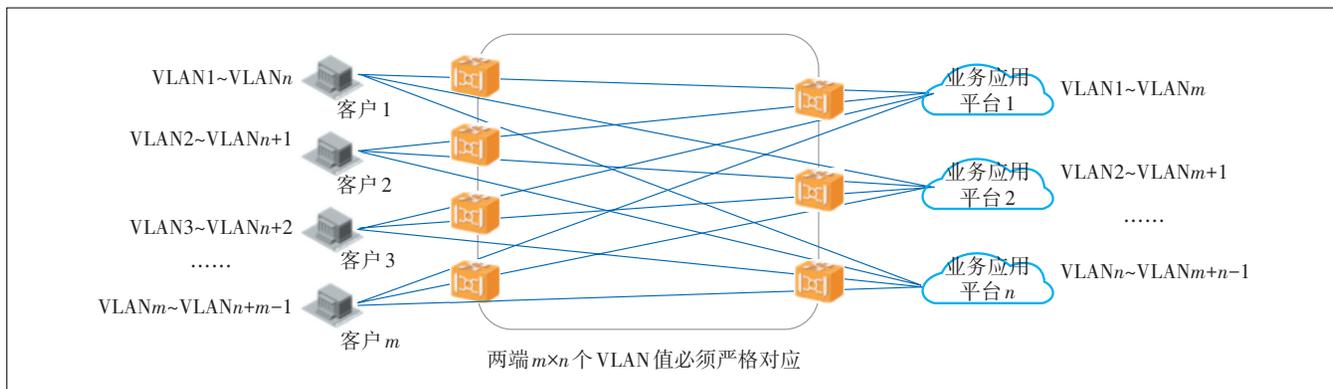


图1 多个客户接入多个业务应用平台专线示意

3 基于OTN的业务流调度系统架构和方法

相比于传统的点到点入算专线需要根据VLAN值映射OSU管道,本文提出了一种通过在OTN光网络接入点(OA或OE)感知业务数据流目的IP地址并查询传输路由表进行数据转发的架构和方法,以实现新增或更改业务应用平台无需客户侧CE(Customer Edge)设备修改配置,使客户灵活接入不同业务应用平台。

方案示意如图2所示,其中OA(Optical Access)是OTN光网络接入节点,OE(Optical Edge)是OTN光网络边缘节点。与图1方案相比,本方法根据业务数据流目的IP地址确定目标OE,进而查询路由表选择对应的OSU管道,与两侧的VLAN配置解耦。

具体地,每个OA或OE设备维护一张业务流量传输路由表(见表1)。当客户侧或业务应用平台侧的业务流量送到OA或OE时,OA或OE会根据业务流量的

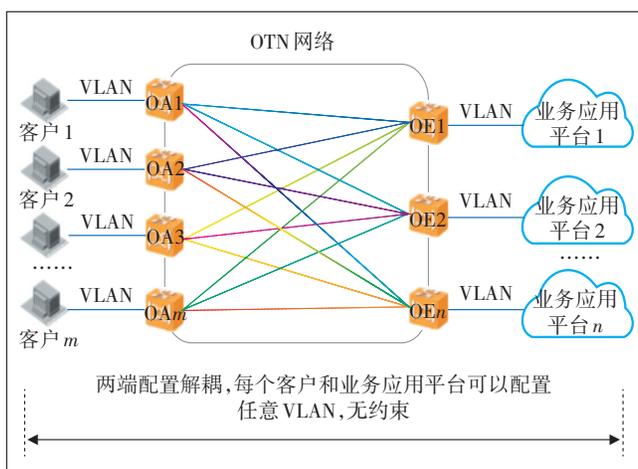


图2 根据业务流目的IP选择OSU管道方案示意

目的IP地址,查表将业务流量送往对应的OTN电路传输管道。

基于以上技术方案,本文提出一种基于OTN的业

表1 OA或OE业务流量传输路由表示例

OTN电路源端设备ID	业务流量目的IP地址	OTN电路宿端设备ID	OTN电路传输管道
OA1	业务应用平台1-IP	OE1	OSU1
OA1	业务应用平台2-IP	OE2	OSU2
OE1	客户1-IP	OA1	OSU1
OE2	客户1-IP	OA1	OSU2
.....

务流灵活调度系统架构(见图3),包括算网大脑、SDN网络控制器、业务管理平台、业务接入平台和业务应用平台。

算网大脑通过与SDN网络控制器交互,实现对OTN电路的开通、删除和调速能力。算网大脑根据从业务管理平台接收到的信息,通知SDN网络控制器开通业务接入平台到对应的业务应用平台的电路。

SDN网络控制器纳管底层OTN网络,按照算网大

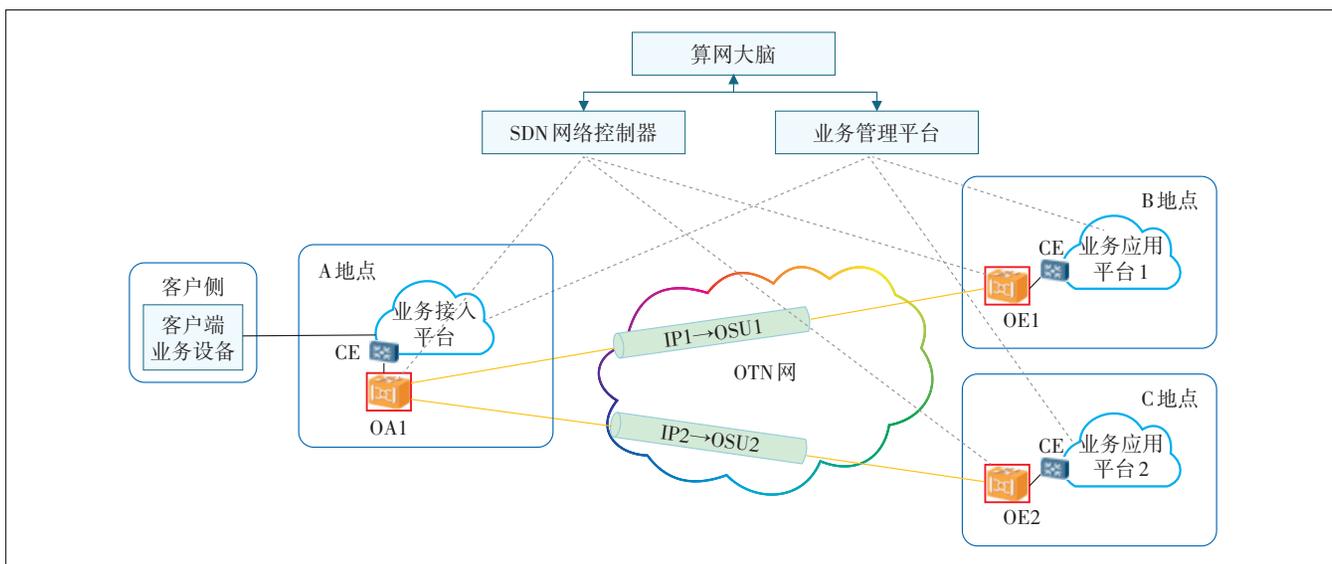


图3 基于OTN的业务灵活调度系统架构

脑的要求,支持对底层OTN电路的入算评估,通过创建OSU管道、创建入算业务、修改OSU管道带宽等底层网络能力支撑入算电路的装、拆、调速。

业务管理平台管理业务接入平台和业务应用平台。业务接入平台负责客户侧业务流的接入、存储和推送,AI算力平台负责对业务流数据的业务逻辑处理,比如对视频流的内容识别。业务管理平台负责业务逻辑控制和业务流量的路由切换调度,该平台根据业务场景需求(比如容灾保护、负载均衡、新业务加载等),通知业务接入平台变更指定的业务流推送的目的IP地址,以便将业务流推送到不同的业务应用平台进行处理。

业务管理平台和算网大脑进行信息交互,告知算网大脑业务流量传输路由切换用到的新的OTN电路的源点和宿点的关联信息(即客户ID以及业务应用平台ID),算网大脑查询业务平台与OTN设备关系映射表并获取OTN电路对应的OA和OE信息(见表2),然后给SDN网络控制器下发指令,在源点业务接入平台

表2 业务平台与OTN设备关系映射表示例

客户ID	业务应用平台ID	OTN电路源端设备	OTN电路宿端设备	OTN电路传输管道
客户1	业务应用平台1	OA1	OE1	OSU1
客户1	业务应用平台2	OA1	OE2	OSU2
.....

对应的OA和宿点业务应用平台对应的OE之间建立新的OTN电路。算网大脑在完成新的电路建立和OA/OE传输路由数据配置后,通知业务管理平台,业务管理平台再通知对应的业务接入平台进行业务流路由切换。

在进行业务流量路由切换时,客户接入侧的CE设备无需修改配置,CE到OA或OE之间的VLAN配置变更解耦且免规划,实现了业务倒换控制全流程的自动化。客户端CE设备到网络端OA或OE设备之间使用一个VLAN端口上联,且在建立新的OTN传输电路通道时无需修改VLAN配置,通过不同源点到不同宿点之间OTN传输管道的快速建立、快速拆除和弹性带

宽调整,可实现秒级业务流向切换。

以图3所示的架构为例,当为客户开通1条从OA1到OE1的入算电路时,需建立OSU1管道,业务流量目的IP地址为业务应用平台1的IP地址,这部分流量被OA1送往OSU1管道。当客户算力需求增大,业务管理平台检测到业务应用平台1负载超过设定阈值,或业务应用平台1主动通知业务管理平台负荷超标时,将启动业务迁移流程。业务管理平台根据其业务逻辑设定,将业务流量从业务应用平台1迁移到平台2的信息发送给算网大脑,同时告知算网大脑业务应用平台2和客户端的IP地址信息。算网大脑在其数据库中保存每个业务应用平台和OE的映射关系,以及客户ID和OA的映射关系(见表2),其中客户1对应的OA设备是OA1,业务应用平台2对应的OE设备是OE2。算网大脑通知SDN网络控制器新建1条从OA1到OE2的入算电路,即建立OSU2管道,并通知OA1在路由表(见表1)中增加一条路由配置数据(客户侧到业务应用平台2的去程路由配置):对于目的IP是业务应用平台2的业务流量,转发到OSU2管道;并通知OE2在路由表(见表1)中增加一条路由配置数据(业务应用平台到客户侧的回程路由配置):对于目的IP是客户端的业务流量,转发到OSU2管道。完成以上修改后,算网大脑通知业务管理平台网络侧的准备工作完成,业务管理平台随即通知业务接入平台将业务流的目的IP地址由业务应用平台1变更为平台2,OA1设备在解析业务流新的目的IP地址信息后,通过查询表1,将新的流量通过OSU2管道送往业务应用平台2,从而实现算力服务的平滑迁移。

为了支持业务快速回滚,算网大脑在新的传输管道建立后,先不拆除原有传输管道,而是待业务管理平台通知业务接入平台将业务成功倒换到新的传输管道后,再告知算网大脑将原有传输管道的传输带宽调小(如2 Mbit/s)或拆除。如果希望将业务流倒回原有业务应用平台,业务管理平台可以通知算网大脑将原有传输管道的带宽调大或重新建立原有的传输管道,然后通知业务接入平台将业务流量倒换,通过原有的传输管道送回原有的业务应用平台。

与原有的基于VLAN值映射选择OSU管道的方法相比,本文提出的方法具备以下3个优势。

a) 当客户有访问不同业务应用平台的需求时,客户侧CE设备仅需一个VLAN端口接入OA,可任意访问所有连接上OTN网络的业务应用平台,简化了客户

侧设备配置,解决了多接入点入算场景配置复杂的问题。

b) 当增加/删除客户接入分支或业务应用平台时,只需要在本端CE进行改动,远端不需要配合修改配置,实现了客户接入侧与平台侧的VLAN配置完全解耦。

c) 当客户接入的业务应用平台动态变化时,算网大脑通过SDN网络控制器完成OA、OE配置数据的修改,实现了业务流量传输路由的自动化倒换,客户侧CE无需修改任何配置。

相对于原有的分散部署业务应用平台的方式,本文中各个业务接入平台的业务流可以灵活调度访问1个或多个集中部署的业务应用平台(比如在省中心集中部署2套业务应用平台供全省各地(市)的业务接入平台访问调用)的算力资源,实现了算网资源的灵活调度,可以显著提升业务应用平台的算力资源利用率,从而提升运营效益。

4 应用实践

为了验证方案的可行性,项目组在现网的基础上搭建了一套测试环境,下面以视频流调度业务场景为例进行进一步说明,系统架构如图4所示。参考图3的架构,本次实践分别在A、B、C3个地点的机房部署了视频接入平台和AI应用平台,由视频业务管理平台统一纳管;同时也在3个机房部署了OTN传输设备,支持创建OTN OSU管道,由SDN网络控制器统一纳管。A地点的客户现场部署摄像头,其采集的视频数据上传到视频接入平台。

视频接入平台负责视频流的存储和推送,AI应用平台负责视频流的内容识别和应用分析,视频管理平台负责通知视频接入平台将视频流送往不同的AI应用平台进行处理。算网大脑和视频业务管理平台交互,根据需要接入的AI应用平台的IP地址,通知SDN网络控制器新建对应的OA到OE的OSU管道,并通知OA修改路由配置,根据业务流目的IP地址将流量发送到对应的OSU管道。

通过将视频接入平台和AI应用平台分离部署的系统架构以及灵活快速建立和拆除平台之间视频流传输管道的方法,实现了各个视频接入平台到不同AI应用平台之间视频流的灵活调度,其支撑的业务应用场景如下。

a) 业务容灾保护。B、C平台都部署有相同的AI

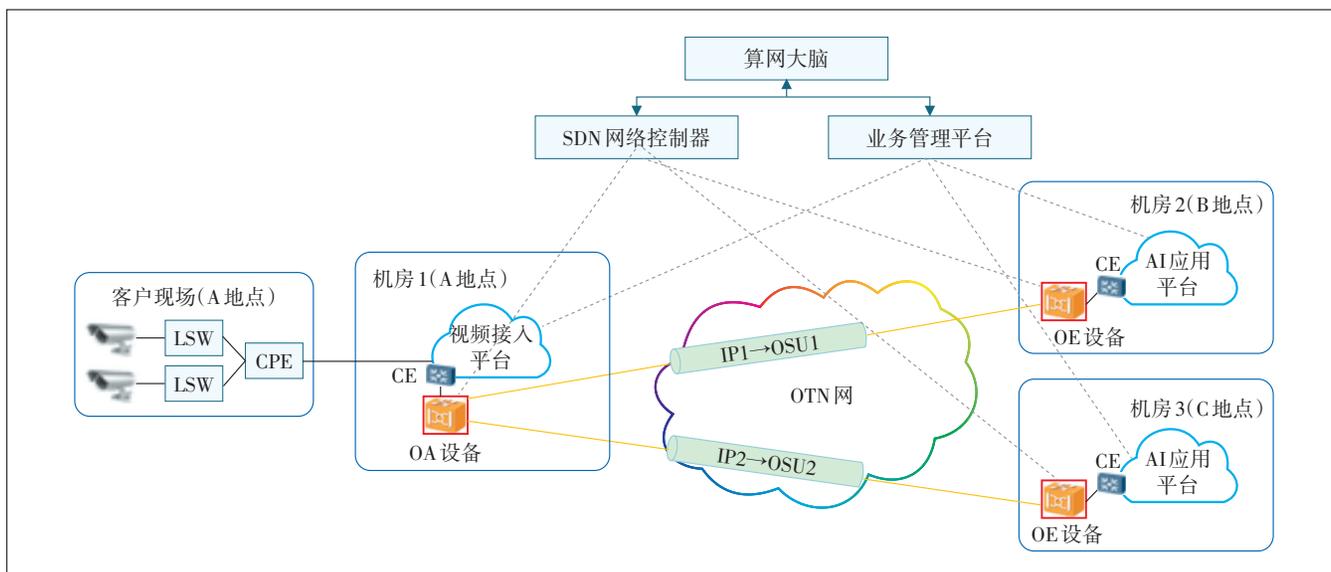


图4 基于OTN的视频流灵活调度系统架构

应用,当B平台中的AI应用出现故障时,业务管理平台感知后,通知算网大脑通过新建OA到C平台的专用传输管道,可以快速地视频流送到B云池中的AI应用处理。

b) 平台负载均衡。B、C平台都部署有相同的AI应用,当B平台中的AI应用计算资源负载较高时,业务管理平台感知后,通知算网大脑通过新建OA到C平台的专用传输管道,把一部分视频流分流到C平台中的AI应用处理,比如若有100路视频,把50路视频分流送走。

c) AI应用切换。B、C平台部署有不同的AI应用或算法,当送往B平台的视频流希望临时使用C平台中的AI应用算法时,业务管理平台通知算网大脑通过新建OA到C平台的专用传输管道,可以把指定的视频流送往C平台进行处理。

本文提到的业务流可以包含不同应用场景的业务数据(如视频流数据)、海量待运算的数据(如气象局采集的气象基础数据)、生命科学公司的海量基因数据以及其他各种类型的文件数据。AI应用平台也可以是拥有不同算力的各类业务应用平台。

5 总结

本文介绍了一种基于光传送网络(OTN)的业务流调度系统架构和方法,可满足业务数据流灵活路由和异地算力资源调度的需求。通过引入光业务单元(OSU)调度技术,搭建了由算网大脑、SDN网络控制

器、业务管理平台等构成的系统架构,使业务数据能够灵活送往不同的业务应用平台进行处理。本架构通过识别业务数据流目的IP地址进行数据转发,克服了传统基于VLAN值映射进行选路的局限性。该系统在简化配置、提升资源利用率和满足不同业务需求方面具有显著优势,为异地算力资源调度提供了一种创新性的解决方案。随着技术的不断发展,这一系统架构和方法将为未来智能算力网络的发展奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 李晓东. 新一代人工智能蓬勃发展 引领产业全方位变革[N]. 人民邮电, 2023-12-20(1).
- [2] 韩道金. OTN技术在移动城域网中的应用研究[D]. 北京:北京邮电大学, 2012.
- [3] 龚雅栋,荆瑞泉,周恒,等. 基于OSU的M-OTN技术创新和应用部署研究[J]. 电信科学, 2022, 38(11): 96-105.
- [4] 吕文琳,牛文林,陆源,等. 基于OSU技术的新型OTN解决方案及运营部署研究[J]. 山东通信技术, 2022, 42(3): 25-29.

作者简介:

杨振东,毕业于华南理工大学,高级工程师,硕士,主要从事运营支撑系统、移动网、数据网相关的技术研发工作;冯铭能,毕业于中山大学,高级工程师,博士,主要从事运营支撑系统开发、数据网络相关的咨询设计工作;陈善杰,毕业于暨南大学,助理工程师,硕士,主要从事运营支撑系统、移动通信相关的新技术研发工作;袁子昕,现就读于北京理工大学珠海学院,主要研究方向为运营支撑系统开发、数据库设计等。