



基于传送 API 的 POTN 设备建模方法研究和实践

荆瑞泉, 胡骞, 赵国永

(中国电信股份有限公司北京研究院, 北京 102209)

摘要:如何利用层次化的 SDN 控制架构实现对分组增强型 OTN(POTN)设备的有效控制是当前传送 SDN 领域研究的一个重点,其涉及对 POTN 设备建立合理的信息模型。首先对基于传送 API 的 POTN 设备建模方法的现状进行了分析,然后提出了一种针对集中交换型 POTN 设备的建模方法,并在 2016 年 OIF/ONF 联合组织的全球传送 SDN(TAPI)互联互通演示中,对所提出的建模方法进行了测试验证。

关键词: 传送 SDN; 传送 API; 信息模型; 分组增强型 OTN

中图分类号: TN914

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017075

Research and practice of POTN equipment modeling method based on transport API

JING Ruiquan, HU Qian, ZHAO Guoyong

Beijing Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Beijing 102209, China

Abstract: How to control packet enhanced OTN (POTN) equipment by using hierarchical SDN controllers is the research focus of the transport SDN, which involves reasonable modeling of POTN equipments. Firstly, the status of POTN equipment modeling method based on transport API was analyzed. Then a modeling method for centralized switching POTN equipment was proposed. During OIF/ONF 2016 global transport SDN prototype demonstration, the proposed modeling method was verified by testing.

Key words: transport SDN, transport API, information model, POTN

1 引言

将 SDN 应用到传送网后,可以改善传送网在多厂商、多域环境下的端到端组网能力,提高端到端业务的开通速度和网络运营效率,增强传送网的业务创新能力和开放性。在传送 SDN 中,一般采用层次化的 SDN 控制器架构,如图 1 所示。在每个设备厂商的控制域内设置一个单域控制器,该控制器由设备商开发。同时,在单域控制器之上设

置一个多域控制器(或称为协同控制器),对下面的单域控制器进行统一控制。采用这种层次化的控制器架构,运营商可以通过多域控制器获得多域网络的全局视图,从而实现对多域网络的全局控制和端到端的业务提供能力。目前多域控制器和单域控制器之间的 API 的主流标准是 ONF (Open Networking Foundation, 开放网络基金会)的 OTWG (Optical Network Working Group, 光网络工作组)制定的传送 API(transport API, T-API)。

收稿日期:2017-02-07;修回日期:2017-03-09

基金项目:超高速宽带通信北京市重点实验室资助项目(No.BZ0268)

Foundation Item: Beijing Key Laboratory on Ultra High-Speed Broadband Communication(No.BZ0268)

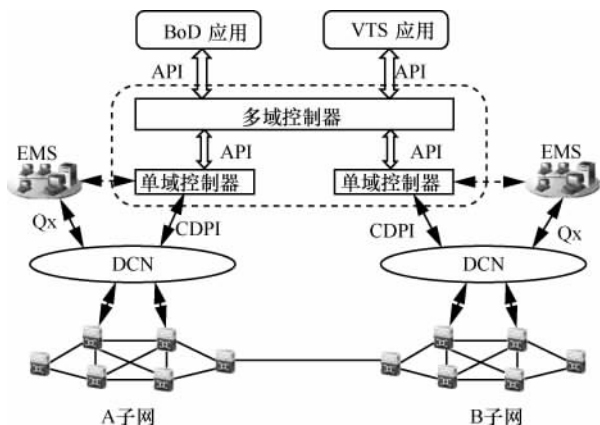


图1 层次化的传送 SDN 控制器架构模型

而在传送平面, 传送网设备正在朝着综合传送平台的方向发展, 即所谓的多业务承载 OTN (MS-OTN) 或分组增强型 OTN (POTN) 设备。分组增强型 OTN 设备是指同时具有 ODU 交叉和分组交换 (如以太网和 MPLS-TP) 能力, 可实现对 TDM 和分组业务统一传送的设备。POTN 采用通用交换平台可以适应各个运营商不同的传送网组网策略。

目前在传送网中引入 SDN 的一个研究重点就是如何利用层次化的 SDN 控制架构实现对 POTN 多层交换技术 (ODU/ETH/MPLS-TP) 的控制, 而这就需要对 POTN 设备建立合理的信息模型。本文首先对基于传送 API 的 POTN 设备建模方法的现状进行了分析, 然后提出了一种针对集中交换型 POTN 设备的建模方法, 并在 2016 年 OIF/ONF 联合组织的全球传送 SDN (T-API) 互联互通演示中, 对所提出的建模方法进行了测试验证。

2 POTN 设备建模方法现状

简化的 POTN 设备功能模型如图 2 所示^[1]。对于从客户侧 UNI 进入的分组业务 (如以太网), 有以下两种处理方式。

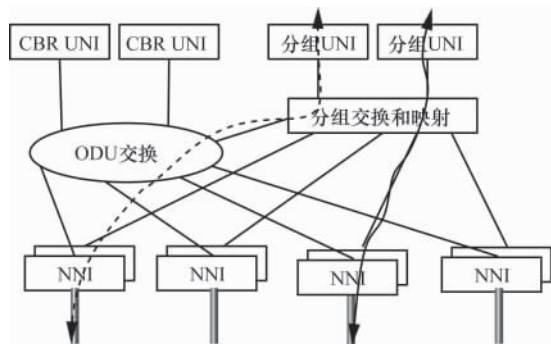


图2 简化的 POTN 设备功能模型

方式一: 业务经过分组交换和映射处理后, 先经过 ODU 交换模块, 然后再输出到线路侧 NNI (虚线路径)。由于采用这种处理方式的 POTN 设备的分组交换和处理功能一般是在客户侧板卡上实现, 因此称为板卡型 POTN。

方式二: 业务经过分组交换和映射处理后, 直接输出到线路侧 NNI (实线路径)。由于采用这种处理方式的 POTN 设备一般采用集中式的统一交换单元, 因此称为集中交换型 POTN。

为了能够在如图 1 所示的网络中对多厂商 POTN 设备进行控制, 需要建立 POTN 设备的统一信息模型。目前 ONF T-API 项目已经对板卡型 POTN 设备的建模方法进行了描述和规范^[2], 而对集中交换型 POTN 设备的建模方法还在研究之中^[3]。国内 SDN 产业联盟针对集中交换型 POTN 设备的建模方法如图 3 所示, 该方法存在以下几个问题。

- 将每个连接到 POTN 设备以太网交换单元 (Eth FD) 的线路侧接口实例化为一个抽象的 ODU 交换节点, 另外还需要实例化一个抽象 ODU 节点接入 ODU 业务。存在实例化抽象节点数量多、拓扑维护管理复杂的问题。
- Eth 连接和 ODU 连接采用一对一的映射方式, 并由单域控制器进行关联。此方案不能实现 ODU 服务层资源的共享, 因此不支持带宽共享的以太网虚拟专线业务。
- ODU 服务层路径的建立由以太网层连接需求驱动自动建立, 网络运营商的可控性差。

3 集中交换型 POTN 设备建模方法

本文针对现有集中交换型 POTN 设备建模方法存在的问题, 提出了一种新的建模方法和业务实现系统, 以满足集中交换型 POTN 设备采用层次化 SDN 控制架构实现多域组网的需求, 避免了现有技术方案存在的问题。

本文提出的集中交换型 POTN 设备建模方法工作流程如图 4 所示, 主要分为以下 4 个步骤。

- (1) 链路抽象和建模: 包括对混合线卡链路的建模以及对节点间多链路的支持。
- (2) 对网络拓扑进行抽象, 将 POTN 抽象为以太网和 ODU 两层网络, 并完成初始网络拓扑的发现。
- (3) 根据业务预测和网络规划, 建立以太网层拓扑, 包括单域网络和多域网络两种建立方式。
- (4) 确定各种业务的建立流程, 包括 GE/10GE 透传业务、EPL 业务、EVPL 业务。

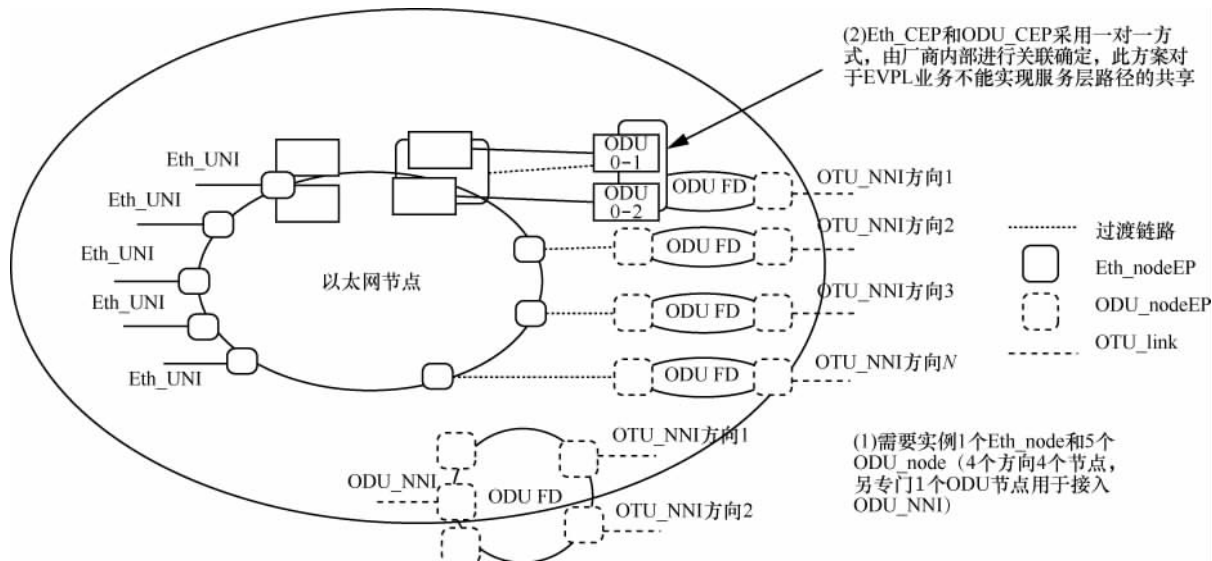


图3 现有集中交换型 POTN 设备建模方法

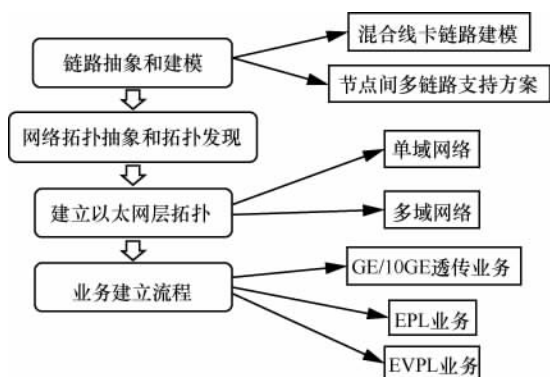


图4 集中交换型 POTN 设备建模流程

对上述建模流程中的几个关键步骤进行具体介绍。

(1) 混合线卡建模方法

集中交换型 POTN 设备支持以下 3 种类型的线路侧接口(即线路侧板卡,简称线卡)。

- ODU 线卡: 只支持 ODU 业务, 用于连接抽象的 ODU 交换节点。
- 分组线卡: 只支持以太网或 MPLS-TP 分组业务(采用 Eth/MPLS-TP over ODU 方式), 用于连接抽象的以太网(Eth)/MPLS-TP 交换节点, 中间可经过 ODU 交换节点。本文以 Eth 为例进行说明。
- 混合线卡: 可同时支持 ODU 和以太网业务, 用于抽象的 ODU 交换节点之间、Eth 交换节点之间以及 ODU 交换节点和 Eth 交换节点之间的连接。

采用 ODU 线卡和分组线卡的 POTN 连接示意如图 5 所示。

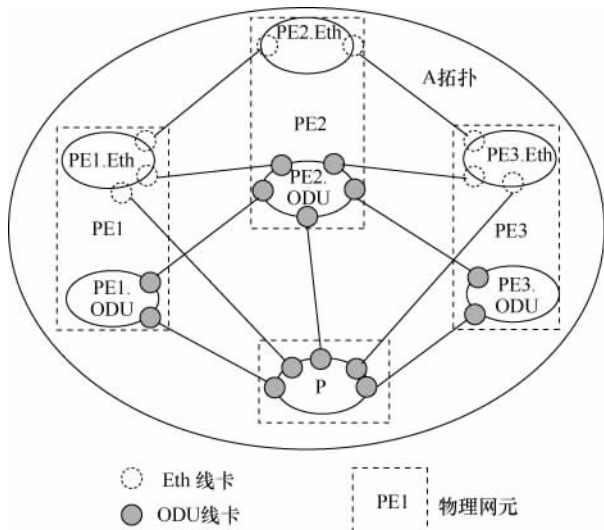


图5 采用 ODU 线卡和分组线卡的 POTN 连接示意

当采用混合线卡时,两个 POTN 设备之间只需要一条 OTN 物理链路即可实现如图 5 所示的各种连接关系。混合线卡建模示意如图 6 所示。以图 6 为例,对混合线卡的建模方法说明如下。

(1) 根据需要,将一个混合线卡物理接口抽象为两个 ODU 接口和两个分组接口,如图 6 所示。

(2) 在步骤(1)的基础上,根据组网需要可将一条物理链路(如 OTU2 10 Gbit/s 链路)抽象成 2~4 条逻辑链路。

(3) 每条逻辑链路的最大带宽等于物理链路的最大带宽。

(4) 当在一条逻辑链路中建立了一条 ODU 连接后,需要同时更新 4 条逻辑链路的时隙资源占用情况(由单域控

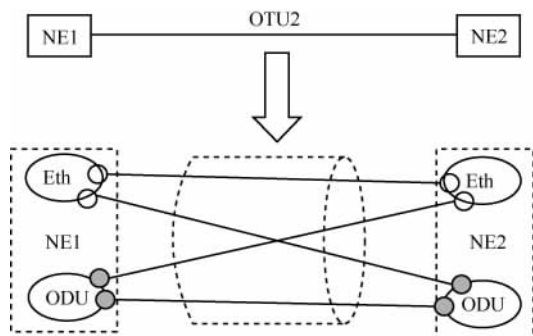


图6 混合线卡建模示意

制器向多域控制器主动上报)。

采用以上建模方法,混合线卡与非混合线卡可以采用相同的拓扑发现和业务建立流程,并可按需灵活分配分组业务和ODU业务占用的链路资源。

(2) Eth over ODU 链路建模方法

在分组增强型OTN中,不同POTN设备中的以太网交换模块之间采用OTN链路进行连接,如图7所示。在本文的方案中,将一个物理的OTN接口抽象为一个OTN端点、 N 个ODU连接端点和 N 个以太网端点。其中 N 的大小取决于OTN链路带宽、ODU连接带宽和ODU连接数量3个因素。

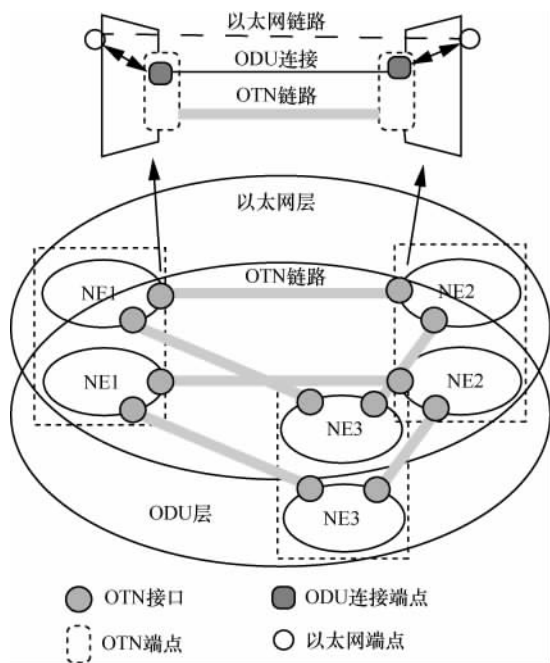


图7 Eth over ODU 链路建模方法示意

为了能够在抽象的以太网节点之间建立以太网业务,首先需要在以太网节点之间建立以太网链路(Eth over ODU类型),形成以太网层拓扑。下面分别对单域网络和

多域网络中的以太网链路建立流程进行描述。

(1) 单域网络以太网链路建立流程

在图1所示的层次化SDN控制器组网结构中,单域网络以太网链路建立流程如下。

①多域控制器向单域控制器请求在两个以太网节点之间建立一条服务层ODU连接。

②服务层ODU连接建立成功后(中间可经过ODU交换节点,图7中未画出),单域控制器自动完成该ODU连接与两个以太网端点的关联。

③基于上述ODU连接及其与两个以太网端点的关联,单域控制器生成一条以太网链路,并上报给多域控制器。

④重复以上步骤,最终形成以太网层的网络拓扑。

在本方案中,一条以太网链路可以只承载一条以太网业务(即以太网专线),也可以由多条以太网业务共享(即以太网虚拟专线)。

(2) 多域网络以太网链路建立流程

多域网络以太网链路建立流程如图8所示。以A域的A.1和B域的B.4之间建立一条以太网链路为例,多域网络以太网链路建立流程如下。

①多域控制器收到以太网链路建立请求后,计算端到端路由,并拆分为A域和B域的分段路由。

②多域控制器向A域控制器发送ODU连接1的建立请求。

③A域控制器建立ODU连接1,并在ODU连接1的基础上自动生成以太网端点24,然后将结果反馈给多域控制器。

④同理,B域控制器完成建立ODU连接2和以太网端点26,然后将结果反馈给多域控制器。

⑤多域控制器将ODU连接1和ODU连接2拼接起来形成ODU连接3,并在其上生成以太网链路1(以太网端点24和以太网端点26之间)。

与单域网络以太网链路建立流程的主要区别是,在多域网络中以太网链路的生成由多域控制器完成。

本文提出的技术方案相对于现有技术,具有以下优点。

- 将每个POTN物理设备抽象为一个ODU交换节点和一个以太网交换节点,实例化节点数量少,拓扑管理实现简单。
- ODU服务层路径的建立可以由以太网层连接需求驱动自动建立,也可以由网络操作人员根据业务预测和网络规划人工建立,可管可控性好。



- 可以同时支持以太网专线和以太网虚拟专线业务。
- 采用本文提出的混合线卡建模方法,混合线卡与非混合线卡可以采用相同的拓扑发现和业务建立流程,并可根据灵活分配分组业务和 ODU 业务占用的链路资源。

4 系统开发和测试验证

基于本文提出的集中交换型 POTN 设备建模方法,开

发了多域控制器系统,并组织国内主流的通信设备厂商开发了单域控制器和相关 POTN 设备。在此基础上,联合中国信息通信研究院、中兴通讯、华为和烽火网络参加了 2016 年 OIF/ONF 联合组织的全球传送 SDN 互联互通测试和演示。本次演示有 5 个运营商、11 个系统厂商参与,整体互联拓扑如图 9 所示。

实验室的组网拓扑如图 10 所示。

在本次测试中,所开发的多域控制器成功实现了与 3 个

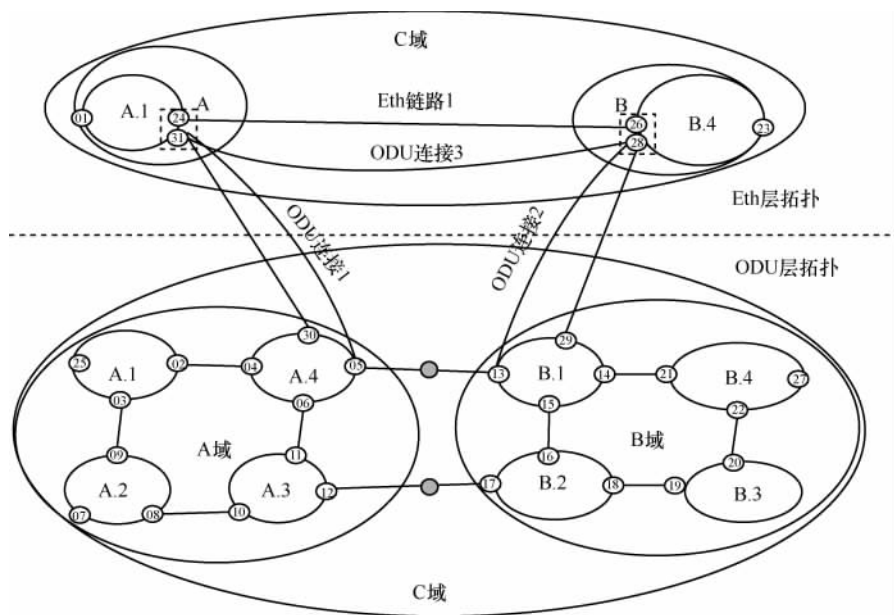


图 8 多域网络以太网链路建立流程

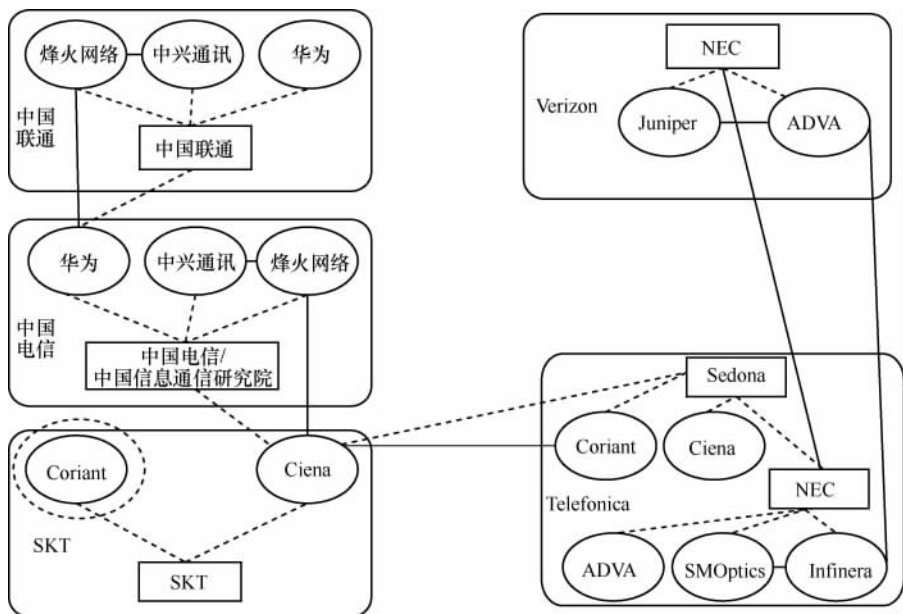


图 9 OIF/ONF 全球传送 SDN 互操作演示互联拓扑



5 结束语

本文提出了一种基于传送 API 的集中交换型 POTN 设备建模方法,对 ONF T-API 规范在这方面的不足进行了补充和完善。POTN 是今后一段时期内传送网建设的主要设备形态,可用于提供以太网专线业务、5G 承载等,是这几年传送 SDN 应用研究一直重点关注的传送技术领域。本文提出的建模方法对于推动传送 SDN 在 POTN 建设中的部署应用具有重要的借鉴意义。目前 ONF T-API 标准还在不断的发展和完善之中,笔者将结合国内运营商的组网和业务发展需求,积极推动传送 API 相关标准的成熟完善。在后续工作中,将进一步扩展试验的内容,以支持更复杂的网络功能和更多的应用,如保护恢复、OAM 监视和 BoD 业务等。

参考文献:

- [1] ITU-T. Types and characteristics of optical transport network equipment: G798.1[S]. 2013.
- [2] ONF. Functional requirements for transport API: TR-527[S]. 2016.
- [3] ONF. Additional multi-layer and multi-domain use cases[S]. 2016.

[作者简介]



荆瑞泉(1972-),男,中国电信股份有限公司北京研究院教授级高级工程师,传送网专业专家,主要研究方向为传送 SDN、OTN、网络运营系统等。



胡骞(1988-),男,博士,中国电信股份有限公司北京研究院工程师,主要研究方向为传送 SDN 和网络运营系统。



赵国永(1978-),男,中国电信股份有限公司北京研究院系统架构师,主要研究方向为传送 SDN、软件系统架构等。