

传输网络上使用动态灵活以太网的网络切片

R. 维拉塔(1)、马丁内斯(1)、卡塞利亚斯(1)、穆尼奥斯(1)、李(2)、费(3)、唐(3)、洛佩斯(4)

(1) 西班牙 CTTC/CERCA (rvilalta@cttc.es), (2) 美国华为, (3) 中国华为, (4) 西班牙西班牙电信 I+D

摘要 本文提出引入灵活以太网, 并将其集成到一个光 SDN/NFV 体系结构中, 以支持动态确定性网络切片。实验验证了协议扩展对 Flex 以太网设备的管理和控制。

介绍

第五代移动技术(5G)的目标是融合 x-haul 网络和云基础设施, 它集成了端到端(E2E)传输的所有传输网段(接入、城域、核心)。5G 基础设施应能够部署 C-RAN、NFV 和 MEC 服务[1]。此外, 有必要将这种 5G 基础设施划分为多个网络片(由虚拟化网络和云资源组成), 从而允许隔离的片, 以满足租户特定的要求(例如, 安全性、延迟、弹性、带宽)。国际电联将 5G 网络服务分为三类: 增强型移动宽带(eMBB)、超可靠和低延迟通信(uRLLC)和大规模机器类型通信(mMTC)。每种服务都有不同的网络要求,

这将通过网络切片来实现。

5G 切片由以下部分组成

网络(VTN)和云资源(专用于部署虚拟化网络功能)。VTN 由不同云位置之间的几个 E2E 连接(例如隧道)组成。租户可以通过自己的虚拟化管理和编排(MANO)实例和虚拟化 SDN 控制器来控制 5G 切片。图 1. a 显示了提议的用于网络切片的 SDN/NFV 体系结构[2]。

目前, DWDM 上的 MPLS-TP 用于支持物理网络资源的虚拟化, 以在光基础设施上部署每个租户的网络隧道。在这种背景下, OTN 的灵活以太网解决方案(FlexE)是一种新兴的演进技术, 有望得到迅速采用。FlexE 提供了 E2E 连接, 它提供了一个垫层, 支持多个以太网客户端的时间复用。

FlexE 的主要优势是每个连接都作为一个专用数据路径, 具有确定性(载波分级)性能。为租户或服务的每个连接提供确定性延迟和有保证的带宽, 以及用于隐私和安全的完全数据分离。

灵活实施协议 3 提供了一种通用机制, 用于支持各种以太网媒体访问控制速率, 这些速率可能对应于也可能不对应于任何现有的以太网 PHY 速率。这是通过引入以下三个概念来实现的: a) 几个以太网连接的绑定(图 1. b), 这允许更高的以太网速率; b) 次级评级(图 1. c), 允许适应客户评级; c) 信道化(图 1. d), 允许多个客户端。

本文介绍了 OTN Flex 以太网控制和管理的集成, 以提供包含在 5G 切片中的虚拟磁带库, 支持之前介绍的网络切片体系结构[2]。

E2E 隧道是为分配到 5G 片的虚拟磁带库提供的。IETF TE Networks (ACTN) 4 的抽象和控制已被证明是一个可行的和可扩展的解决方案, 用于多域、多技术传输网络场景, 以提供 E2E 网络服务。多域服务协调器(MDSC)提供传输 NBI, 以便检索网络拓扑并建立隧道连接。

在这项工作中, 我们提出了一些扩展, 以使特定的 FlexE 功能在目前由 IETF TEAS 工作组定义的 YANG 数据模型中得到支持: 拓扑 5 和隧道 6, 它们定义了一个传输 NBI。随后, 在肾上腺素试验台的控制平面平台上演示了使用 RESTconf 协议对 OTN 网络上 FlexE 的控制和管理。

灵活以太网建模

FlexE 是一种新的运输技术, 它有自己的限制和约束。这种限制需要从网络拓扑和隧道数据模型两个方面来考虑/反映, 以便集成到 NBI 交通运输部。FlexE 模型目前已在 GMPLS 协议 7-8 中得到应用和讨论。

FlexE 通过在每个以太网 PHY 上分配子日历上的时隙位置来使用日历机制操作

978-1-5386-5624-2/17/\$ 31.00 2017 年 IEEE

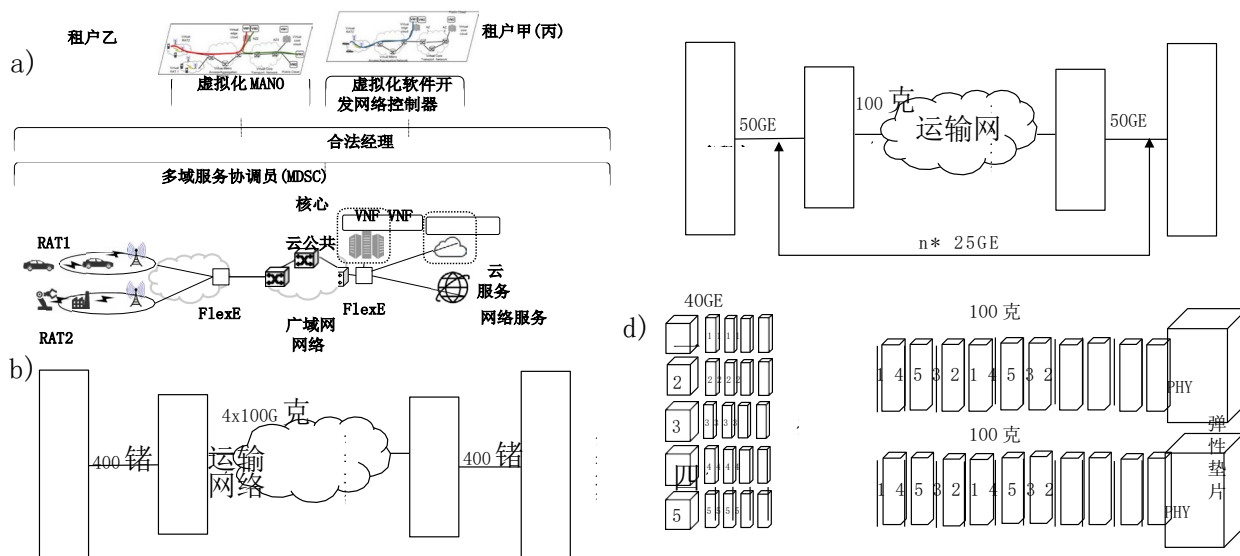


图 1: a) 提出的 SDN/NFV 网络切片架构; b) FlexE 通道绑定; c) FlexE 次级评级; d) FlexE 信道化

灵活组到每个灵活客户端(图 1. d)。日历的粒度为 5G, 长度为

每个总共 100 克 FlexE 组容量 20 个插槽 3。

第一个属性是未使用插槽的标识, 这些插槽可以作为可用资源分配给以太网客户端。

另一个增强是插槽粒度的引入, 目前固定为 5GE 粒度 3。FlexE 组号指的是一堆以太网物理层, 它们结合在一起, 作为一个整体构成一个 FlexE LSP。最后, PHY 号码是一个动态的逻辑号码, 它的分配可以实现与物理端口的一对一关联。

使用 IETF TEAS 模型的灵活以太网编排

图 2a 描绘了光网络(例如, ODUflex/ODU4)上 FlexE 传输的场景。节点 A 和 B 是支持灵活的节点。在提议的场景中, 光网络不知道 FlexE 信号。

图 2b 显示了建立 E2E FlexE 连接所需的消息交换。多域服务协调器(MDSC)接收指定端点(A 和 B)和带宽(在示例中为 150G)的灵活连接请求。节点 A 和 WAN1、WAN3 和 b 之间有三个以太网 phy。此外, 节点 WAN1 和 WAN3 之间有足够的 ODU4 连接来传输端点之间的流量。

一旦收到请求, MDSC 就会计算出必要的多层路径。首先, MDSC 检查是否有足够的以太网物理层可用于承载所需的灵活流量。MDSC 确定需要从节点 WAN1 到 WAN3 建立两条新的 ODU4 路径来传输以太网 PHY 流量。这可能是

比较了 IETF 拓扑 5 增强模型定义的节点描述中的交换能力。

两个 ODU4 LSPs 将充当以太网 PHY 路径的服务层。MDSC 还确定, 需要两个灵活本地服务点来承载请求的灵活流量。

一旦找到可行路径, MDSC 就会触发所需(IETF 隧道 6)连接的供应。为此, 首先, MDSC 请求在 WAN1 和 WAN3 之间创建(通过 HTTP POST)两条 ODU4 隧道。所涉及的网络元件的配置/可编程性由物理网络控制器广域网执行。当这完成时, PNC 确认所请求的 ODU4 路径的建立。接下来, MDSC 向 PNC FlexE 请求建立两个 FlexE LSPs, 这两个 LSP 将承载在两个以太网 PHY 之上。请求消息指定了一对交换能力和编码类型, 分别设置为时分复用和 FlexE-LSP。PNC FlexE 开始在节点 A 和节点 b 之间建立两个以太网物理层。一旦 FlexE LSPs 成功建立, MDSC 就向 PNC FlexE 请求一个 FlexE 隧道,

带宽要求为 150G。

PNC FlexE 接收 FlexE 隧道创建消息。由于从节点 A 到节点 B 已经有两个以太网物理实体, 它决定在两个以太网物理实体上建立灵活路径, 方法是在通用标签中携带分配给以太网客户端的灵活组号、动态 PHY 号和插槽位置。

在 PNC FlexE 确认成功建立 FlexE 路径后, MDSC 通知客户端成功建立。第二次调配时未使用的带宽(50G)

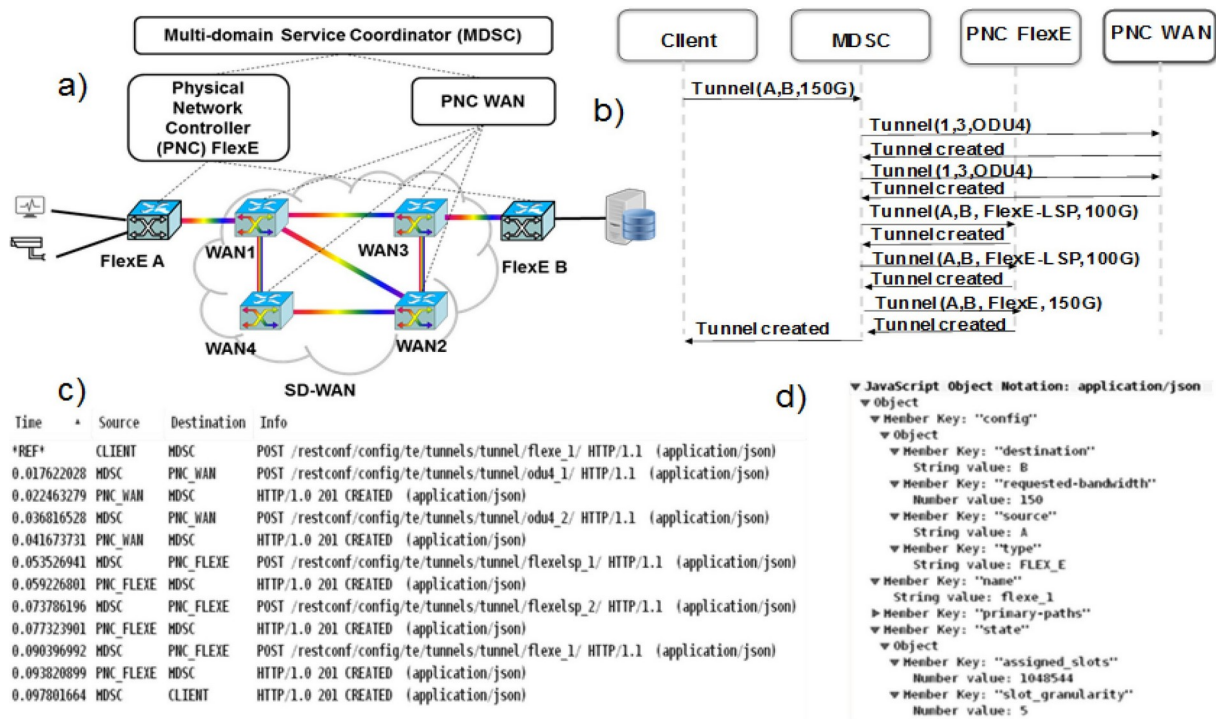


图2: a) 建议的网络架构; b) 用于E2E服务供应的消息交换; c) Wireshark消息交换; d) Wireshark捕获调配的FlexE隧道

FlexE LSP, 将被另一个 FlexE 客户端进一步使用。

实验验证

如图 2a 所示, 在肾上腺素试验台的控制平台上进行了实验验证, 在该平台上模拟了 NEs 的数据平面。

MDSC 是使用 IETF ABNO 架构 2 实现的, 并扩展了必要的插件, 以支持 IETF 为 YANG 模型的拓扑 5 和隧道 6 起草的草案, 包括支持 FlexE 的扩展, 这将贡献给 IETF。图 2. c 描述了从三个不同角度交换的信息: a) MDSC; PNC FlexE 和 c) 太平洋国家中心广域网。为了建立所请求的 E2E 服务, 客户端 (例如, 基站/操作系统) 向 RESTconf URI 发送一个 HTTP POST 命令进行隧道配置。在 POST 命令中, 携带了一个 JSON 对象, 该对象包含所请求隧道的源和目的地、隧道类型 (即 FLEX_E) 以及请求的带宽 (即 150 千兆位)。

MDSC 负责路径计算, 稍后, 它通过使用 HTTP POST 操作命令向底层 PNC (即 WAN 和 FlexE) 触发供应, 以进行必要的连接/隧道配置。

图 2. d 显示了对 TE 模型执行的扩展, 以描述 FlexE 时隙分配 (使用 32 位十六进制标签) 和时隙粒度。在主路径中, 会携带更多参数, 例如所需的 flexe_group_number 和 phy_number_ids。

结论

本文提出了灵活以太网连接的动态 SDN 编排, 以支持网络切片中的确定性行为, 这是由所提出的 SDN/NFV 架构实现的。

承认

西班牙 MINECO 项目 DESTELLO (TEC2015-69256-R)。

参考

- [1] NGMN 5G 白皮书, NGMN 联盟, 2015 年
https://www.ngmn.org/uploads/media/NGMN_5G_WhitV10.pdf.
- [2] A. Mayoral 等人, “具有虚拟化租户管理和编排 (MANO) 实例动态部署的多租户 5G 网络切片架构”, ECOC, 2016 年。
- [3] OIF 灵活以太网实施协议, 2016 年。
- [4] D. 切克雷利和李 (编辑。), 流量工程网络抽象和控制框架, IETF 草案-IETF-teas-actn-Framework-04 2017。
- [5] X. 刘等, 用于 TE 拓扑的 YANG 数据模型, IETF 草案-ietf-teas-yang-te-topo-08, 2017。
- [6] T. 萨德, 艾德。., 交通工程隧道和接口的数据模型, IETF 草案-ietf-teas-yang-te-06, 2017。
- [7] I. Hussain (编辑。), 灵活以太网 (FlexE) 的 GMPLS 路由和信令框架, 草案-izh-ccamp-flexe-fwk-02, IETF, 2017。
- [8] 问: 王, 埃德。., 支持灵活以太网的 RSVP-TE 信令扩展, 草案-wang-ccamp-flexe-signaling-02, IETF, 2017。