



软件定义网络在光传送网领域的应用探讨

李允博,李 晗,柳 晟

(中国移动通信有限公司研究院 北京 100053)

摘 要:为研究软件定义网络(SDN)在光传送网领域应用的可行性,首先简要介绍了 SDN 的概念和背景,分析了 SDN 技术应用于光传送网络的驱动力,探讨 SDN 在光传送网络中应用所面对的关键技术问题,最后对 SDN 在光传送网领域的应用提出若干建议。

关键词:软件定义网络;自动交换光网络;应用编程接口;路径计算单元

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.09.037

Research on Software Defined Network Application in Optical Transmission Network

Li Yunbo, Li Han, Liu Sheng

(China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China)

Abstract: In order to study the feasibility of software defined network (SDN) application in optical transmission network, the concept and background of SDN were presented, the drivers and issues of the application of SDN in optical transport networks were analyzed, and finally several suggestions for the applications of SDN were proposed.

Key words: soft defined network, automatically switched optical network, application programming interface, path computation element

1 前言

传统意义上的电信网是由传输、交换、终端设备和相应的运营支撑系统组成的综合系统,从概念上可分为物理网、业务网和支撑管理网,三网之间相互配合为用户提供高质量的电信级服务。随着网络从语音通信时代走向宽带通信和以视频为主的互联网通信时代,一方面用户数量增长缓慢,另一方面流量增长处于持续爆炸期。传统电信网虽然在一定程度上提供了高质量服务,但使整个网络变得复杂,可扩展性降低,电信网的新业务开发能力、速度慢慢落后于互联网应用的发展。

世易时移,电信网需要适度引入一些新的理念以适应互联网的发展。一种将网络控制平面与转发平面相分离的理念

逐步浮现,这就是软件定义网络 (software defined network, SDN),向应用层开放编程接口,通过软件编程方式满足客户化定制需求,同时为网络及应用创新提供平台。

2 电信网发展面临的挑战

电信网的物理网是由用户终端、交换系统、传输系统等电信设备组成的实体结构,是电信网的物理基础;业务网是为疏通各种不同类型的电信业务所形成的网络;包括信令网、同步网和管理网要素在内的支撑管理网是为保证业务网正常运行,提高全网服务质量而形成的网络。物理网、业务网和支撑管理网之间紧密配合,才能提供电信级的服务。

电信网的发展已经为全人类带来了便利的通信,但电



信网发展至今,是一个涉及观念、理念、技术、服务、体制、组织乃至监管等的庞大系统^[1]。面对互联网的挑战,电信网软硬件复杂度居高不下:在数据通信领域,大量的路由器特性需要支持,与此对应需要万余篇 RFC 文稿作为标准,并开发百万甚至千万行代码;在硬件实现方面,芯片性能要求高,需要超亿门逻辑与非门。在光传送网领域,设备种类繁多,各个厂商之间的互通性较差,各自管理,异厂商之间的业务调度难度较大。电信网目前存在的问题归纳如下。

- 网络复杂而刚性:由大量功能单一、专用的网络节点和专用硬件设备构成。
- 网元软硬件垂直一体化的封闭架构:业务开发周期长、技术创新难、扩展性受限、管理复杂、横向兼容性较差。
- 网络和业务可扩展性:新业务提供需要开发新设备,造成设备种类和数量的繁衍,资源无法共享。
- CAPEX 和 OPEX 投入:网络运营者需要同时面对不同厂商、年代、设备的采购、设计、集成、部署、维护运行和升级改造。

网络融合与技术融合的大背景下,“分离趋势”成为重要的技术方向和思路,SDN 架构的基础是控制平面和数据平面分离,通过一个外部软件控制器对网络进行集中控制,该控制器能够通过开放的 API 与底层网络进行通信^[2]。作为基础网络资源的光传送网,在海量带宽的冲击下,原有传送网体系带宽分配和调度主要通过人工完成,效率较低,需要结合 SDN 理念,实现业务的自动化部署、带宽的

瞬时调整,逐步演进为一个“动态的高速传输网络”。

3 控制平面在传送网应用的演进

传送网一直在向网络智能化方向演进。ITU-T 早在 2000 年就提出 ASON 架构,如图 1 所示,在光传送网中引入控制平面,实现网络资源的按需分配。控制平面采用分布式架构,集成在各个网元设备中,每个网元拥有全网信息,独自进行路由计算,独立采用信令建路,从而实现一定程度上的路由设置、端到端业务调度和网络自动恢复。但对于分布式架构,控制协议复杂,难以实时了解全网信息并最佳地利用全网资源,容易产生资源冲突,在多层、多域网络上管理困难,异厂商互通难以实现。

2005 年, IETF 成立 PCE(Path Computation Element)工作组,通过集中式路径计算单元提供全局优化的端到端路径计算能力,解决纯分布式方案无法解决的多域和在线路径全局优化等问题。如图 2 所示, PCE 是 ASON 中的集中路由计算控制单元,部署在独立服务器上,为网管和网元提供在线计算服务。PCE 能提供在线业务发放、在线割接模拟、网优评估、多层多域路径计算等功能。基于集中式 PCE 的路由技术,针对多域问题,各厂商比较容易按标准开发解决,后续互通难度较小。

对于传送网而言, SDN 是一种架构, PCE 可以实现 SDN 架构的部分协议族, OpenFlow 可以视为实现 SDN 架构的协议之一。传送网的 ASON 功能应该视为 SDN 的一

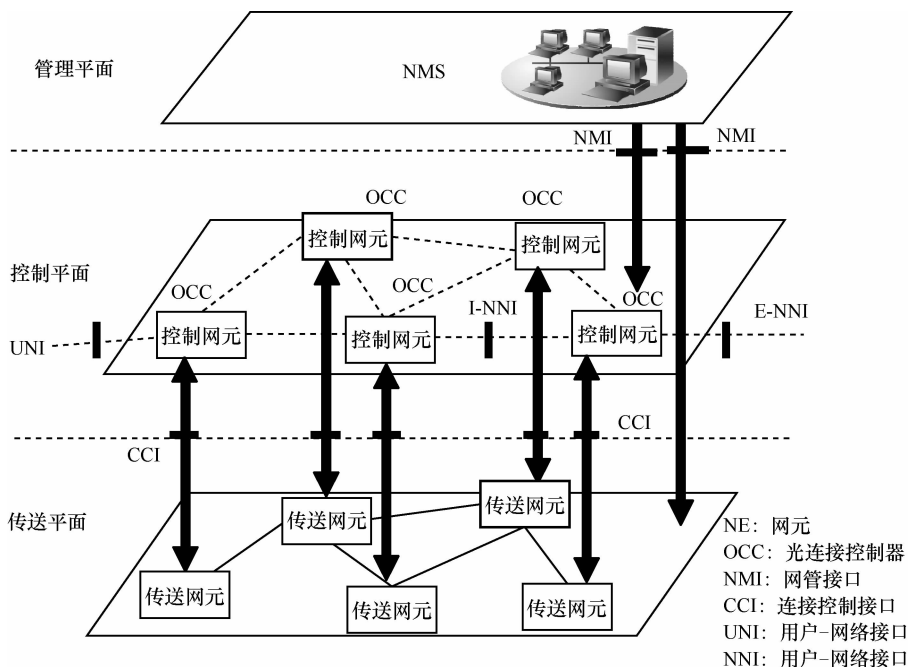


图 1 ASON 的网络架构

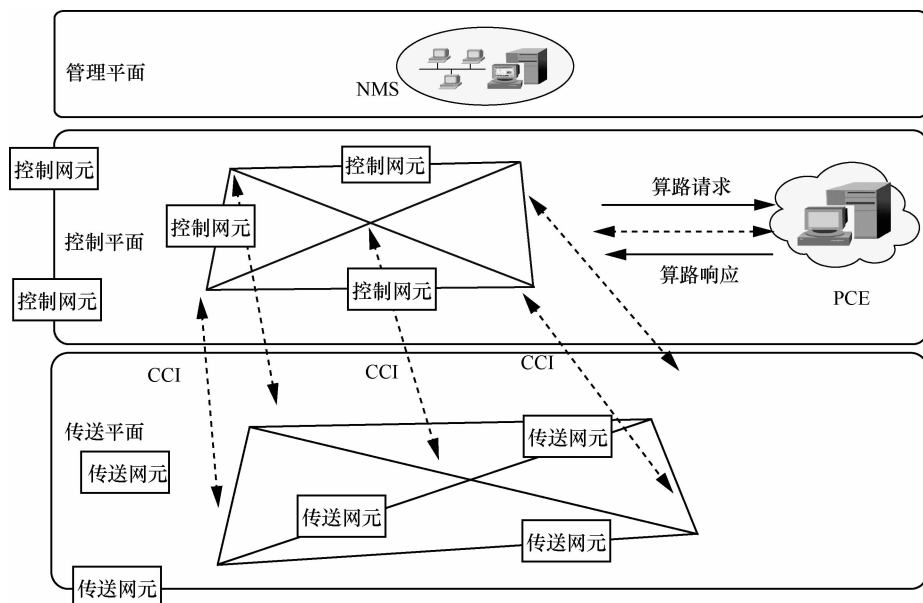


图2 PCE基本架构

种类型,可以实现控制和传送的分离、网络可编程等功能,更侧重对物理网络的自动控制。在传送网中,PCE是集中路由技术,OpenFlow是集中信令技术,两者结合是未来传送网应用SDN的演进方向^[3]。

4 光传送网应用SDN场景

传送网SDN架构应该能够较好地兼容现有的网络设备,最终目的是基于SDN实现统一控制多厂商设备,并向应用层提供统一的API。如图3所示,SDN控制层存在3种接口:北向API、南向API和东西接口。

北向API是应用接口,在应用层和控制层之间交互网络资源信息和控制信令,是后期标准工作研究的重点;南向API属于控制接口,用于实现对各类传输设备的配置和控制,可以采用OpenFlow技术,也可以采用现有的PCE、SNMP等技术;SDN控制层之间扩展增加了东西接口,实现不同厂商、不同类型设备的协同算路,用于跨多厂商多域的端到端连接控制。

SDN引入光传送网中最突出的优势是,SDN控制器具有全局全网视野,掌握全网信息(拓扑和网络状态等),提升网络性能(收敛速度和时延等),确保系统路由

和性能的可预测。目前,OpenFlow协议已经在向传送网领域扩展,增加了对时隙、端口、标签、波长等粒度的支持。和网络物理层参数相关的功率、衰减、非线性代价、色散代价、其他额外代价等,抽象为数字模型输入SDN控制器,由控制器实现对全网参数的管理和控制,具体如下:

- 自动检测线路衰耗和光信噪比(OSNR),判断链路是否异常,排除异常链路;
- 自动发送检测光对无业务的光路进行监测,根据反馈结果进行维护;
- 自动获取链路上的所有波长性能,评估重路由的影响;
- 根据业务类型配置适度保护或不保护,减少过度保护;
- 不同域、厂商、设备之间的业务实现互联互通。

通过以上操作,确保业务能够开通且选路后物理层参数满足传输指标要求,在经过保护倒换或者恢复事件后,

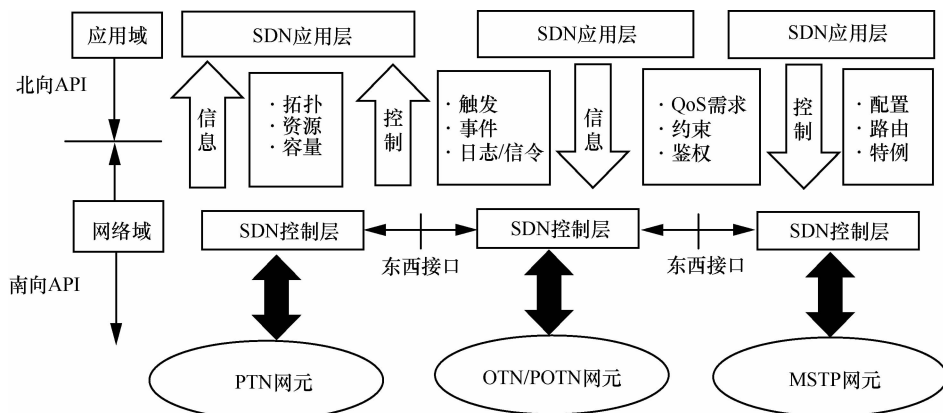


图3 光传送网SDN基本架构



SDN 控制器可以选出一条和工作路径一样的满足业务物理传输性能的备用路径,而这种操作只有在集中控制的 SDN 架构中得以实现。

此外,SDN 架构下可以实现各种类型业务的快速开通。光网络设备单板类型种类繁多,包含各种速率、码型,日常需要备份各种类型的备品备件。采用 SDN 控制器可编写软件、自定义速率/码型的光模块,实现单板硬件归一化,减少备件数量,加快开局速度,有利于业务的快速开通和部署。在维护优化阶段,光纤和光器件老化导致传输性能下降时,可以通过改变调制码型优化系统性能。

为支持新型高速数据传输并提高网络资源利用率,系统根据各信号需要的频谱分配不同的带宽。在 SDN 控制器的作用下,所有分合波器件需要进行动态带宽分配,波长资源的分配不再根据固定栅格,而是根据传输的需求进行灵活设置。

掌握全网物理层参数的 SDN 控制器,可以根据光传输通道长度和跨段数量,选取适当的调制格式以及频谱资源:跨段数少、传输距离短的光路,可以选择满足 OSNR 要求的高阶调制格式;跨段数较多、传输距离长的光路,可以采用占用带宽大但在低 OSNR 下能够正常工作的低阶调制格式,从而更有效地利用线路频谱资源,提高频谱效率^[4]。

5 结束语

传送网引入 SDN 架构,可以统筹全网资源,快速部署业

务。但标准尚未统一,OpenFlow 协议用于传送网时复杂度较高,控制层和应用层软件开发存在一定风险。综合来看,传送网引入 SDN 理念可以打破现有技术垂直整合的模式,形成开放的网络架构,近期应关注 PCE 应用,实现对传送网的集中化控制,既可以兼容现有网络,又可以向 SDN 演进。

参考文献

- 1 韦乐平. SDN 与去电信化. 2013 年中国 SDN 大会, 北京, 中国, 2013
- 2 张国颖. 软件定义光传送网络 (SDTN). CCSA TC6 WG1 工作会议, 武汉, 中国, 2013
- 3 孙俊. ASON-PCE-SDN 技术交流. 华为技术, 2013(3)
- 4 冯志勇. 下一代光传送网: 软件定义 OTN. 华为技术, 2012(62)

[作者简介]



李允博, 男, 中国移动通信有限公司研究院高级工程师/传送网研究员, 主要从事光传输方向的研究工作。

李晗, 男, 中国移动通信有限公司研究院高级工程师/副所长, 主要从事光传输和同步方向的研究工作。

柳晟, 男, 中国移动通信有限公司研究院工程师/传送网研究员, 主要从事光传输方向的研究工作。

(收稿日期: 2013-06-30)

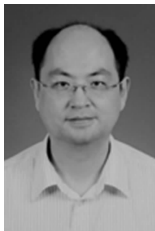
(上接第 186 页)

4 结束语

由于 IPv4 与 IPv6 网络将在较长时间内并存, 互联网向 IPv6 演进采用公网双栈不解决 IPv4 地址短缺的难题, 必须引入 IPv6 过渡技术, NAT444、DS-Lite 等过渡技术从设备功能和性能、溯源实现等方面已具备现网规模部署能力。然而过渡技术中的 NAT 功能破坏了互联网端到端的特性, 对少量现网业务的应用和新业务的拓展产生影响, 在现网部署中应结合 IPv4 地址缺口情况, 按需部署过渡技术。由于网络和应用服务泛在化的演进趋势, 未来 5 年我国 IP 地址需求量预计将达到 345 亿个, 过渡技术无法解决 IP 地址需求爆发式增长的问题, 持续推动网络和业务向 IPv6 演进, 实现下一代互联网规模商用, 是信息产业

底摆脱 IP 地址束缚的根本解决方案。

[作者简介]



郭泓伟, 男, 中国电信股份有限公司无锡分公司高级工程师、高级技术经理, 多年从事宽带 IP 网络维护和建设工作, 参与了中国电信集团公司多项下一代互联网重大科研项目。

张国贤, 男, 中国电信股份有限公司无锡分公司高级工程师、技术经理, 多年从事宽带 IP 网络规划和建设工作, 参与了中国电信集团公司多项下一代互联网重大科研项目。

(收稿日期: 2013-06-04)