



SDN 在传送网中的关键技术及流量工程应用场景

张奇

(中国移动通信集团设计院有限公司上海分公司, 上海 200060)

摘要:随着 SDN 技术的不断成熟,其在传送网中的应用前景也逐渐明朗。首先分析了 SDN 技术的基本特点,并总结了其在传送网中应用的关键技术。其次,通过自研开发的 SDN 流量工程模拟平台辅助,分析典型场景下网络流量工程的应用场景。最后,总结应用场景,提炼应用价值,为今后 SDN 在传送网中规模使用提供了有益的建议。

关键词:SDN;分域虚拟化;资源敏感动态化;流量工程

中图分类号:TN915

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015380

Key technologies of SDN in transport network and application scenarios of traffic engineering

ZHANG Qi

Shanghai Branch of China Mobile Design Institute Co., Ltd., Shanghai 200060, China

Abstract: With the development of SDN technology, the outlook of its application is getting bright. The basic features of SDN and key technologies in transport network were first analyzed and concluded. Secondly, with the association of simulation plane, typical traffic engineering application scenarios were introduced. At last, the conclusion of scenarios application and the value of SDN usage were also extracted and abstracted in order to propose necessary suggestion for future deployment.

Key words: SDN, domain virtualization, resource-driven dynamic, traffic engineering

1 引言

随着移动终端数量、内容的爆发增长,服务虚拟化的广泛应用以及云网络技术的成熟,下一代 IT 业务流量、流向已经开始向弹性化、动态化、灵活化等方向转变。作为基础承载的传送网,由于其长期沿袭着业务及带宽的传统规划及承载方式,网络结构日渐臃肿、网络闲置资源不断增加,成为如今传送网发展的瓶颈。因此,面对传送网未来的发展,需要改变传统传送网的“静态”属性,向“动态”网络

方向发展。

本文主要分为 3 个部分,首先论述 SDN (software defined networking, 软件定义网络) 技术的起源及基本定义,引出网络分域虚拟化及资源敏感性动态化两大核心主题。其次,结合目前中国移动通信集团上海有限公司(以下简称上海移动)SDN+PTN 试验网平台,在《基于网络动态虚拟化的传送网流量工程规划系统》辅助模拟下,分析 SDN 应用场景及案例。最后,总结 SDN 技术在传送网的应用方向及可能部署的场景,证明 SDN 技术能够积极有效

面对业务的灵活发展及网络部署。

2 SDN 在传送网中的关键技术

SDN 能够与传统传送技术相融合, 改变原有网络资源管理、分配及调度方式, 通过开放接口, 实现集中控制与底层数据转发相分离、最大化网络资源使用、虚拟化网络形态、加速网络部署、深化流量工程的效果。图 1 展示了现有传送网传送—管理架构与 SDN 架构间的差异^[1]。

通过部署集中控制器, SDN 可与目前主流传输技术相融合, 实现对传送网灵活、兼容、高效的调度及管理效果。其中, SDN 应用的关键技术主要有网络分域虚拟化与资源敏感性动态化^[2]。

2.1 网络分域虚拟化

SDN 的网络分域虚拟化是将网络中某一子网或同一管理域中的网元抽象为虚拟网元(VNE), 原有实体连接的网络拓扑结构可转变为由相应虚拟网元组成的虚拟网络。

图 2 左侧展示了一个简单的网络示例。该网络的一个比较合理的分域方式为将正中虚框区域划分为域, 包含网元

C1~C5; 其余区域分别划分为独立域 metro1~metro4。

SDN 处理机制采用层叠式域控制机制(layered domain control, 图 2 中部分)。每个独立域控制器设定为分域控制器(domain controller), 仅能采集、计算本域内的路由信息。跨域连接以及域间逻辑关系由更上层全局控制器(super controller)管辖。上述网络结构在 SDN 控制器虚拟化后能够简化为仅 5 个虚拟节点的虚拟网络(图 1 右侧部分), 利于跨域路由的搜索, 提高资源调度效率。

2.2 资源敏感性动态化

在网络物理实体连接结构基础上, 考虑网络资源情况(包括链路带宽、时延等)对业务满足程度的差异性, 提出一种资源敏感性网络动态化概念。动态化网络中的节点间连接不仅表示确实存在的物理连接, 而且还表示能够满足业务需求的连接。

同样沿用上述示例网络, 假设网络运行并承载一定规模的业务后每段链路可用带宽如图 3(a)所示(单位 Mbit/s)。

当业务带宽需求为端到端 450 Mbit/s 时, 从带宽角度全网可满足上述需求的网络动态变为图 3(b)所示。而当业务需要低时延时, 上述网络可能的形态如图 3(c)所示。

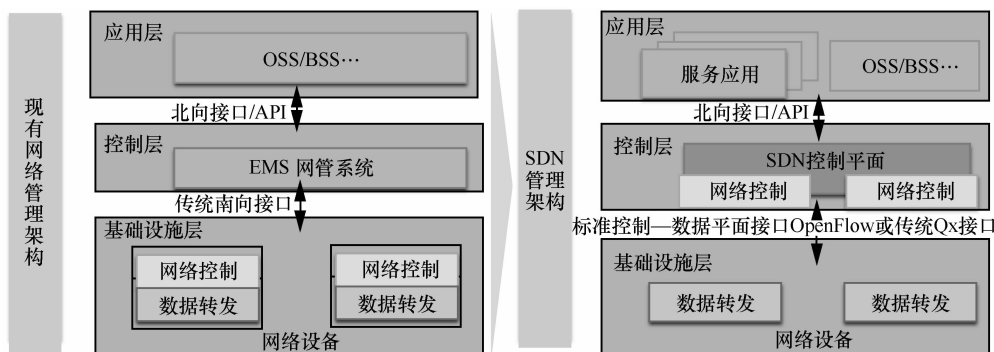


图 1 现有网络管理架构与 SDN 架构间的差异

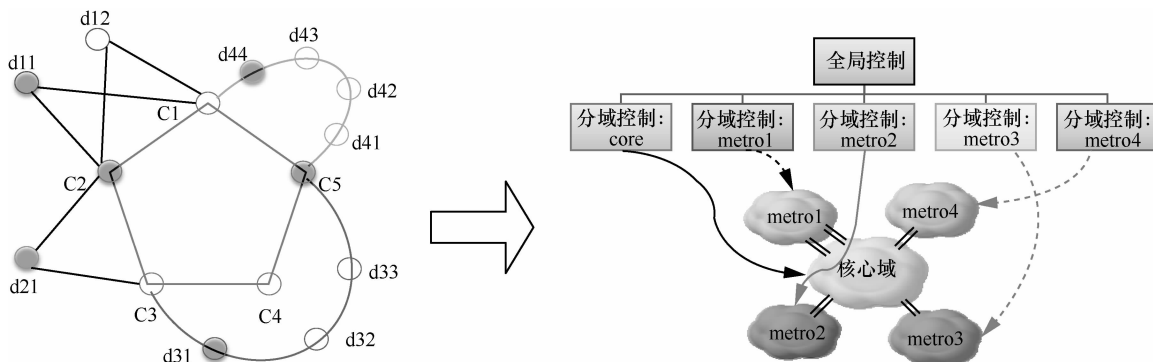
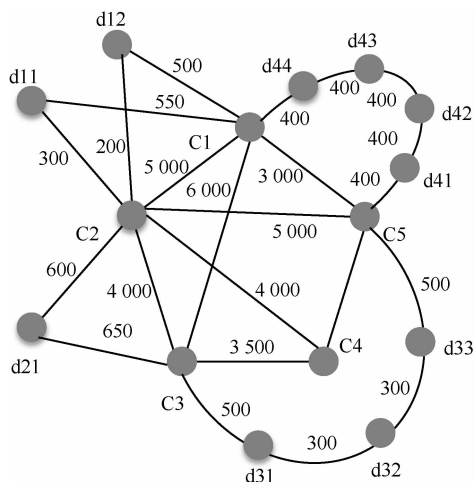
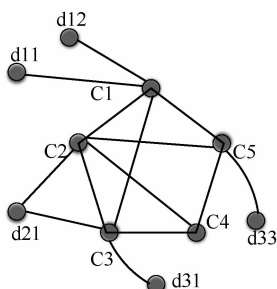


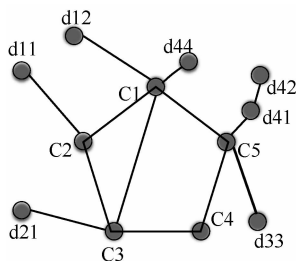
图 2 一个实体网络连接拓扑通过层叠式域控制机制转变为虚拟网络的示意



(a) 网络原逻辑连接



(b) 带宽敏感性网络连接



(c) 时延敏感性网络连接

图3 带宽及时延的网络资源虚拟化示例

3 流量工程规划及应用场景分析

3.1 流量工程规划及基于SDN的流量工程规划平台

传送网的网络结构、容量配置以及业务调度均沿袭传统固定带宽、静态局向进行规划,适配于如今以弹性带宽、动态局向、虚拟云化为特点,主要体现在^[3]以下两方面。

(1) 固定式调度路径

传送网按照预先设置的路径进行资源快速、简化配置,路由分配方式完全固定、静止。对于既有网络容量难以满足业务承载需求时,只能扩容相应链路,缺少灵活、高效

的备选路由分配功能。

(2) 网络资源使用失衡

局向与链路固定绑定,容易导致业务流量的不均衡引起传送网网络资源使用失衡,形成非重点局向链路能力闲置,且难以二次复用。SDN技术能够很好地聚焦上述痛点,但鉴于SDN标准及技术尚未完全成熟,尤其是与传送网技术融合的程度不够紧密,成为如今SDN在传送网应用的障碍。

因此,在上述背景下,结合上海移动SDN+PTN的试点工程,上海移动设计院自研开发了基于SDN功能的传送网网络流量工程规划平台。该平台能够快速实现分域管理、业务承载调度模拟、容灾模拟等功能,充分盘活网络资源,诠释了流量工程的意义。

3.2 基于流量工程规划平台的典型场景应用分析

(1) 应用场景搭建

本应用场景分析将以上海移动PTN为研究对象,其结构如图4所示。

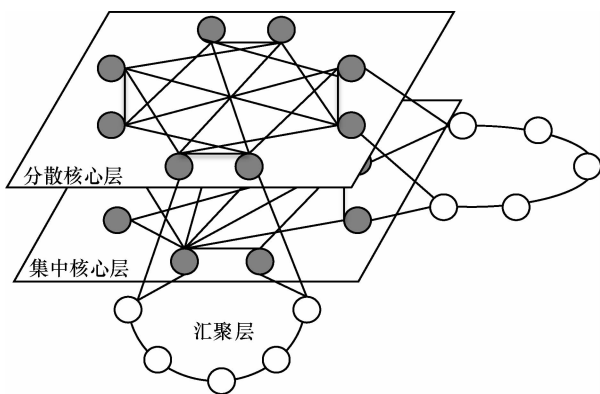


图4 上海移动典型PTN结构示意图

核心层以准mesh方式组网,mesh化程度视业务集中程度而定。汇聚层以环网方式组网,接入层以环、链向结合成形。在带宽方面,核心层节点间主要以多个10GE速率互联,汇聚层主要以单个10GE,接入层以GE为主组网。

(2) 网络拓扑及分域虚拟化呈现

规划平台将网络结构拓扑图及链路流量疏忙情况相结合,以节点有无连接说明网元间的互联关系。图5中同时整合了分域功能,以虚框将网络分为2个核心域(core1、core2)、2个汇聚域(metro1、metro2)以及2个接入域(access1、access2)。

(3) 业务流模拟(主备1+1方式)

主备业务在实际网络中应用非常普遍,主要包括目前基站业务回传、专线业务承载等。而目前PTN/SDH网络中

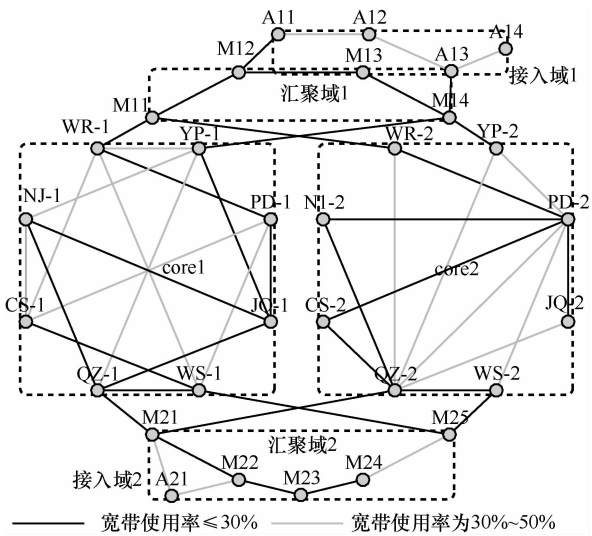


图5 规划平台网络结构呈现

对该类业务的承载仍通过实现预安排的 LSP/tunnel 或 VC-4 进行主备用路由配置, 容易因业务发展不均衡造成网络资源区域性失衡。

在流量工程规划平台的辅助下, 现模拟节点 A12→A21, 业务带宽为 100 Mbit/s 的主备用业务。平台采用二段式计算方式, 先计算出主用路由(如图 6 所示), 动态重构网络结构, 生成备用路由, 且备用路由生成时天然与主用路由分离, 并根据上海移动网络承载策略确认多个备选方案中的一个。

上述主备用路由的选择并不是确定型静态路由。平台会根据网络实时流量的不同动态选择兼顾跳数、带宽使用率

的最佳主备用路由。此外, 在提供相关路由的同时, 网络链路实时流量调整也动态调整, 便于后续路由搜索继续使用。

(4) 业务流模拟(多路由分担方式)

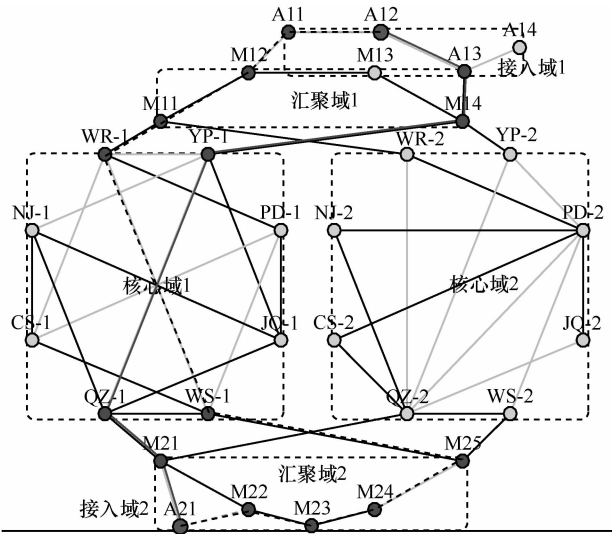
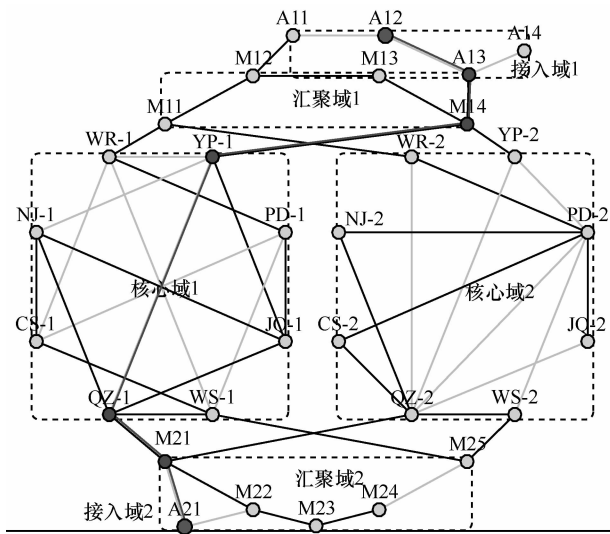
本文所述多路由分担方式是指在无人工干预的情况下, 网络自动计算并分配多条无重路由、负载均衡的建议路径, 用以分担承载原链路无法满足的带宽需求。虽然目前传送网技术、路由器技术以及现阶段的 SDN 技术的限制, 但依靠本流量工程规划平台仍可模拟实现多路由分担方式下的业务承载。

仍以上海移动 PTN 示意结构为例, 并选择核心点 WR-1 为源点, WS-1 为宿点, 总需求带宽为 40 Gbit/s。该段链路能力上限为 16 Gbit/s, 剩余业务承载能力 10 Gbit/s, 而所需的 40 Gbit/s 业务量是该链路可承载能力的 4 倍。显然, 所需业务已完全超过了原有链路承载能力。但通过多路径的业务承载分担后, 能够采用现网其他高质量迂回路由分担消耗业务需求。

平台对相关业务的模拟后, 源宿节点间 40 Gbit/s 业务最终由如图 7 所示的 4 条无重路由、负载均衡的建议路径路由共同分担承载, 避免了原链路的扩容建设。

(5) 网络容灾

目前大部分业务需求在进入传输网前已经形成了逻辑上多链路分担或保护关系, 传输网的 1+1 或 1:1 多重保护并不能显著提升业务保护效果。因此, 在将来智能化流量工程背景下, SDN 对资源的动态调度能力是在业务容灾以及网络资源使用两个方面中较为平衡的解决方式。



Check	Mark	Hop	Bnd	Avail(M...	Domain-path	Node-path
1	✓	6	500.0 / 20.0%		Access1->Metro1->Core1->Metro2->Access2	A12->A13->M14->YP-1->QZ-1->M21-
2	■	6	500.0 / 20.0%		Access1->Metro1->Core2->Metro2->Access2	A12->A13->M14->YP-2->QZ-2->M21-

Check	Mark	Hop	Bnd	Avail(M...	Domain-path	Node-path
1	✓	6	500.0 / 20.0%		Access2->Metro2->Core1->Metro1->Access1	A21->M21->QZ-1->YP-1->M14->A13->
2	✓	10	450.0 / 22.2%		Access2->Metro2->Core1->Metro1->Access1	A21->M22->M23->M24->M25->WS-1->
3	○	8	450.0 / 22.2%		Access2->Metro2->Core2->Metro1->Access1	A21->M22->M21->QZ-2->WR-2->M11->

图6 主备用路由模拟(主备用路由)

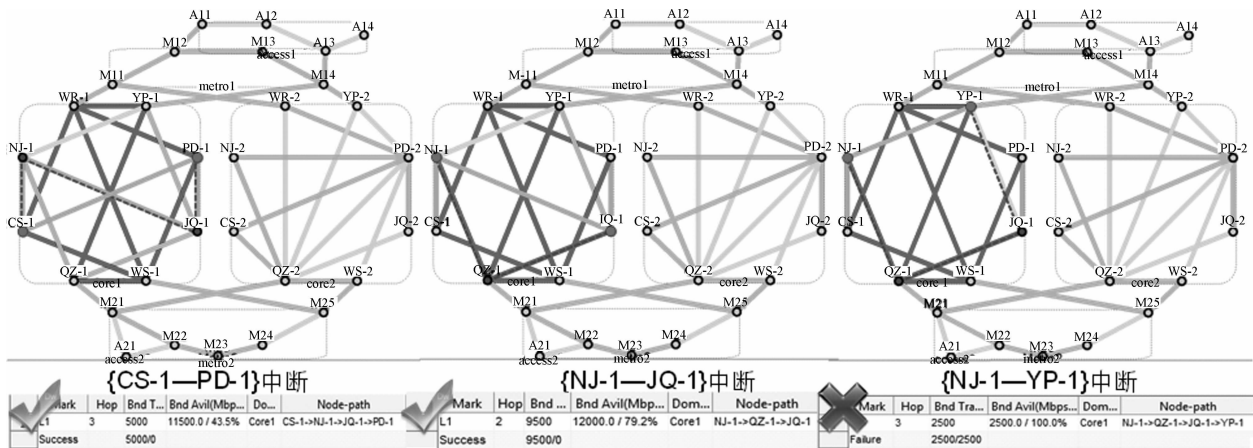


图8 网络容灾模拟

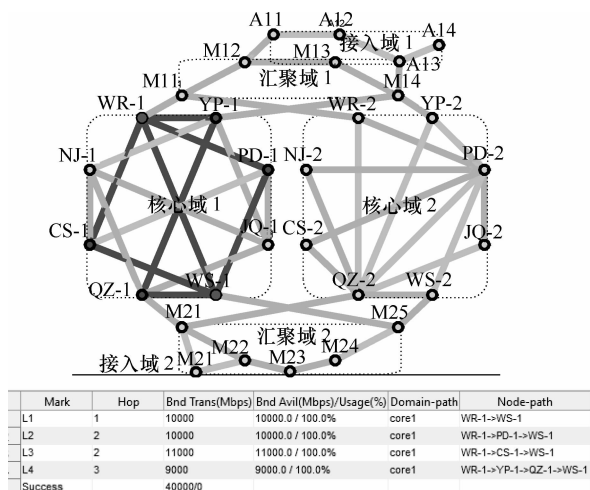


图7 多路径业务分担承载模拟

本平台能够结合特定业务调度原则,提供模拟网络链路中断容灾恢复方案。容灾方案根据网络实际流量情况以及中断链路位置,实时计算容灾恢复路径,一方面可提供网络紧急容灾的备选方案;另一方面,将进一步深化流量工程在传送网中的作用,改变传统传送网容灾方式。

模拟多处链路中断后的情况,模拟结果如图8所示。先后分别对{CS-1—PD-1}、{NJ-1—JQ-1}、{NJ-1—YP-1}进行中断模拟。前两次中断场景下,系统均找到恢复路由。但随着中断条数增多,在最后一次中断模拟中,网络已经无更多资源承载 NJ-1—YP-1 的链路流量,平台显示无法成功恢复,并给出能够最大程度恢复的数据量(现有能力能够恢复 50% 的业务)。

4 结束语

本文首先分析 SDN 的关键技术,总结为网络分域虚

拟化以及资源敏感性动态化两个主要方面,并指明上述方面为今后 SDN 主要完善与发展的方向。其次,分析了现有网络业务承载及规划的弊端,并介绍了自研开发的传送网流量工程规划平台。在平台模拟的辅助下,着重展示了主备业务承载、多路径分担承载、网络容灾 3 种应用场景。最后,说明并阐释了 SDN 的应用价值,进一步深化传送网流量工程的涵义。通过本文所涉及的流量工程平台以及典型应用场景分析,证明了 SDN 今后发展的美好前景,同时也为传送网融合应用 SDN 技术提供必要的意见及建议。

参考文献:

- [1] ONF. Software-defined networking: the new norm for networks[R]. 2012.
 - [2] ONF Optical Transport Working Group. Optical transport use cases[R]. 2014.
 - [3] 陈仲华, 沈成彬, 张坚平. SDN 技术在电信网络中应用的关键问题探讨[J]. 电信科学, 2014, 30(9): 133-138.
- CHEN Z H, SHEN C B, ZHANG J P. Discussion on the key problems in the application of SDN technology in telecommunication network [J]. Telecommunications Science, 2014, 30(9): 133-138.

[作者简介]



张奇(1982-),男,中国移动通信集团设计院有限公司上海分公司传输所高级工程师、规划咨询工程师,主要研究方向为光通信技术、光网络、有线宽带接入网以及城域传送网规划等。