

浅谈基于 OpenFlow 的 SDN 技术

高齐泽

(华北电力大学 河北 保定 071003)

摘要: 随着互联网的发展与网络规模的扩大, 传统网络因内置过多复杂协议, 存在优化难度大, 运维成本高的问题。软件定义网络 (SDN) 技术分离了控制面和数据面, 将网络控制面整合于一体, 可解决上述问题。本文介绍了 SDN 的体系结构及其南向接口 OpenFlow, 在几个典型场景中应用 SDN 技术, 最后, 总结了 SDN 当前存在的问题以及未来的发展方向。

关键词: 软件定义网络; 体系结构; OpenFlow; 控制器; 未来互联网

1 引言

传统网络规模日益增长, 互联网作为人类生活的重要部分, 承担重要的职责, 体系结构日趋复杂。当前互联网的核心路由器, 负责路由选择、分组转发等功能, 因此结构复杂且内置过多复杂协议。然而目前路由器只能通过命令行接口等方式对外开放少数功能, 很难部署新的网络体系结构和网络技术, 因此很长一段时间内当前的网络体系仍会延续。

软件定义网络技术 (SDN) 是优化当前网络体系结构的一种方式, 最早于 2008 年由 McKeown 教授通过论文《OpenFlow:Enabling Innovation in Campus Networks》提出了 OpenFlow 的概念及工作原理, 并于 2009 年正式提出 SDN 概念: SDN 分离数据层面和控制层面, 将网络控制面整合于一体。控制面对数据面有宏观的视野, 控制面完成初始化后, 向每个节点发送转发表, 节点只负责转发, 简化了路由器的结构。

2 SDN 体系结构

SDN 是当前最热门的网络技术之一, 它解放手工操作, 减少配置错误, 易于快速部署。在当前传统网络体系难以短时间改变且具有一定弊端的情况下, SDN 是一种可行的优化策略。

2.1 SDN 体系结构概述

当前存在多种 SDN 体系架构, 其中最具有影响力的是 ONF (开发网络基金会) 定义的 SDN 架构。其定义的 SDN 体系由应用平面、控制平面和数据平面组成, 如图 1 所示。应用平面包括各种应用程序, 是用户主导的业务和应用的集合; 控制平面的核心组件是控制器, 主要功能包括路由选择、接入控制、负载均衡等, 从整体上对数据平面进行监控和管理; 数据平面包括一些网络单元, 用于向上层提供服务并执行命令。

SDN 体系还有两个非常重要的接口: 南向接口和北向接口。南向接口位于控制平面和数据平面之间, 用于 SDN 控制器和数据单元间数据交换和交互操作。当前没有对南向接口的明确规定, 但是大多采用 OpenFlow 协议。OpenFlow 协议通过流的方式实现, 需建立一个流表, 流表的建立、维护、下发均通过 SDN 控制器完成。北向接口位于控制平面和应用平面之间, 目前尚未有明确统一的实现方式, 这是各大厂商将来需要推进的工作。

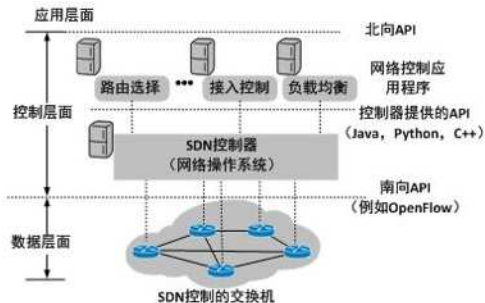


图 1 ONF 定义的 SDN 体系结构

SDN 体系结构具有四个关键特征: SDN 是基于流的转发, 流表制定转发规则; 数据层面和控制层面分离, 二者不在同一设备中,

控制层面核心 SDN 控制器集中管理和下发流表; 网络控制功能位于数据层面交换机之外, 由软件定义实现; 开放接口, 通过编程方式定义一个新的网络功能。

2.2 传统网络与 SDN 对比

传统网络将控制层面、数据层面和协议都垂直集成在一个设备里, 设备只能由单独的厂商提供, 结构臃肿, 内置了很多复杂的协议。传统网络是一个分布式网络, 没有中心节点的控制, 网络中的各个设备通过其相邻节点构建自己的转发表, 再自己决定是否转发。因此不能从宏观的角度对每个网络设备进行控制, 各厂商之间也不能开发自己的协议, 传统网络部署新业务时只能采用补丁式的方法。

SDN 最大的特点是功能分散, 交换机、SDN 控制器、网络控制应用程序都是可以分开的实体, 可以由不同的厂商提供。SDN 将控制面与数据面分开, 控制面在更高的纬度看整个网络, 通过软件来控制网络行为, 且软件不再是厂商提供, 用户可以自行定义。

传统网络中还存在一个重要的弊端, 即节点“近视”问题。图 2 中, 如果 C 和 E 节点链路中断, 但节点 A 不知道, 会继续向 C 发送数据, 导致大量数据堆积在 C 处, 降低了网络的效率。而 SDN 解决了这一问题, SDN 首先通过 OpenFlow 将拓扑图镜像到控制面, 初始化后实时更新拓扑, 为每一个节点生成转发表。

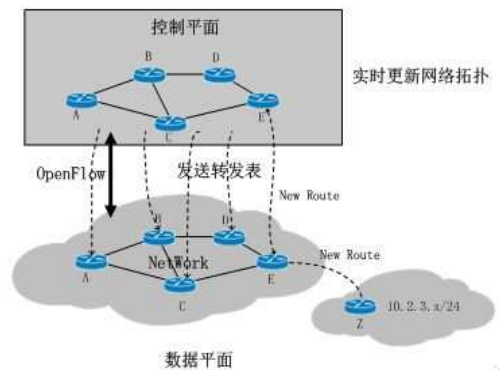


图 2 采用 SDN 的网络拓扑

3 南向接口 OpenFlow

OpenFlow 是控制平面与数据平面之间的标准协议, 是目前使用最广泛的控制平面南向接口协议。自 2009 年发布第一个 OpenFlow 版本之后, ONF (开放网络基金会) 相继发布了 1.1 至 1.5 等版本。目前使用和支持最多的是 1.0 和 1.3 版本, 1.3 版本在 1.0 版本基础上进行了一些优化: 如支持多个流表、组表, 支持多个控制器, 增加重构能力协商, IPV6 扩展头支持等。

图 3 反映了 OpenFlow 交换机的组成部分及工作原理, OpenFlow 交换机由流表、安全信道和 OpenFlow 协议三部分组成。流表用来指示交换机进行流的处理; 安全信道负责控制器和交换机间的交互, 通过安全信道 OpenFlow 交换机可以与控制器建立基于 OpenFlow 协议连接; OpenFlow 协议是控制器与交换机之间的通信标准, 通过对不同类型消息处理实现路由控制。

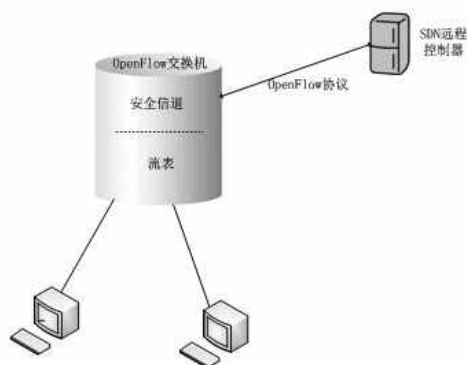


图3 OpenFlow 运行原理

流表是 OpenFlow 交换机的核心部分,相当于传统网络的转发表,是数据转发的依据。流表由三个字段构成:首部字段(匹配字段)、计数器、动作。匹配字段由 12 个字段构成,用来匹配分组的首部字段,匹配不上的分组被丢弃,或者发送给控制器处理;计数器用来统计匹配成功的分组数目;动作用于说明对数据包做的处理,如转发或丢弃。

4 SDN 的应用场景

SDN 主要是为了解决网络性能和新应用开发的问题,以增强网络的可扩展性和传输效率,当前主要运用于校园网和数据中心等方面,在故障测试与诊断、网络管理与监控、网络安全、广域网、无线移动网络等领域均有应用。

4.1 校园网中的运用

校园网是基于 OpenFlow 网络的 SDN 技术的重要运用场所之一。OpenFlow 支持校园网内实现策略驱动的网络,通过程序实现网络的自动化,和对校园网实现流量监控。目前已经有包括斯坦福大学在内的众多高校部署了 OpenFlow 网络,并搭建了应用环境。

相较于传统网络,基于 SDN 的校园网结构简单,易于控制和管理,OpenFlow 网络通过流表匹配转发,使网络更加高效迅速,一定程度上缓解了当前高校网络拥堵的现状。SDN 技术的网络部署较为容易,无需建立新的网络体系,只需在原校园网基础上,增加 SDN 的规则便可完成部署。

4.2 数据中心中的运用

基于 OpenFlow 的 SDN 技术是当前数据中心网络研究的热点之一。数据中心网络通常结构复杂,数据流量大,服务器和虚拟机要有较高的性能。如果不能快速进行数据传输,很容易造成网络拥堵和性能下降。而通过引入 SDN 技术,可以把单个数据中心网络合成为一个统一的网络能力池,提高了网络的灵活性与管理能力,缓解了大规模网络的拥堵问题。

可能的实施方案是在数据中心网络出口处部署多个路由器,对数据流量实现监控,将数据传送到 SDN 控制器,控制器负责对网络整体管理调配,从而优化网络性能。SDN 技术的运用提高了数据中心网络的传输效率,方便进行网络管理。

5 SDN 存在的问题及未来发展

5.1 SDN 存在的问题

(1) 控制器接口尚未标准化

当前虽然南向接口普遍采用 OpenFlow 协议,但是北向接口并未有明确的标准,因此不同的厂商可能采用不同的协议,导致通信的困难,延缓了 SDN 商用化的进程。

(2) 网络集中控制的复杂性

网络规模较大时,SDN 的集中式控制存在巨大挑战,单个控制器将无法实现网络整体控制,SDN 需要为每一条流选择一条通道,这对于大规模网络来说是相当复杂的。

(3) 网络集中控制的安全性

SDN 集中式控制使得控制器尤为重要,是整个网络体系的核心,一旦控制器遭受攻击,其管理范围内的网络会瘫痪无法运行,所以当前阶段必须加强 SDN 的安全性,改进其架构保证网络整体的安全。

(4) 市场利益制约 SDN 技术发展

当前 SDN 研究阵营众多,分为高校相关科研人员、电信运营商、网络设备制造商、网络服务提供商等,不同阵营从不同角度考虑问题,很难做到利益统一,因此 SDN 很难统一规范。

5.2 SDN 未来发展趋势

(1) SDN 与 NFV 融合

NFV(网络功能虚拟化)技术主要应用于网络的 4-7 层,与 SDN 是相互补充、相辅相成的关系,NFV 负责网元的虚拟化,而 SDN 负责网络的虚拟化。SDN 在未来与 NFV 技术结合使用,可以同时实现网络功能虚拟化和网络控制集中化,这种趋势在未来将会产生很大的价值。

(2) 5G 与 SDN 融合

当前 5G 技术在快速发展与部署,需要更高效、灵活的网络支持,SDN 技术是 5G 时代最重要的网络技术之一,SDN 的灵活性与控制管理能力将为 5G 技术的部署提供有力的支持。

(3) SDN 商业化加速

SDN 最初由学术界提出,最近几年业界的各大厂商、数据中心运营商及互联网公司都对 SDN 技术进行了探索与运用,SDN 的商业化运用与部署正在进行。可以预见这将来仍会是 SDN 发展的重要趋势,商业化将推动 SDN 技术更快速发展。

6 结束语

SDN 技术是当前最热门的网络技术之一。当前虽然存在一定的缺陷,但依然是未来网络发展的一个重要方向。SDN 技术通过分离控制平面与数据平面,使控制器能够集中管理控制整个网络,加快网络部署,能更灵活高效地从全局定义控制网络,提升网络性能。SDN 技术在未来应该发挥它相较于传统网络的优势,同时解决当前存在的安全性、接口标准化等问题,更好地适应不同规模的网络,在未来一定会有更广阔的运用。

参考文献:

- [1]左青云,陈鸣,赵广松,邢长友,张国敏,蒋培成.基于 OpenFlow 的 SDN 技术研究[J].软件学报,2013,24(05):1078-1097.
- [2]McKeown N, Anderson T, Balakrishnan H, Parulkar G, Peterson L, Rexford J, Shenker S, Turner J. OpenFlow: Enabling innovation in campus networks. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008, 38(2): 69-74.[doi: 10.1145/1355734.1355746]
- [3]张朝昆,崔勇,唐嵩,吴建平.软件定义网络(SDN)研究进展[J].软件学报,2015,26(01):62-81.DOI:10.13328/j.cnki.jos.004701.
- [4]杨日成.基于 SDN 框架的通信网络的研究与应用[D].吉林大学,2014.
- [5]郑毅,华一强,何晓峰.SDN 的特征、发展现状及趋势[J].电信科学,2013,29(09):102-107.
- [6]邓书华,卢泽斌,罗成程,高协平.SDN 研究综述[J].计算机应用研究,2014,31(11):3208-3213.
- [7]宋凯,高冬冬,姜勇.信息安全视域下基于 SDN 技术的校园网络可靠性优化研究——评《计算机网络安全防护技术》[J].机械设计与制造,2020,37(01):4.DOI:10.13841/j.cnki.jxsj.2020.01.029.
- [8]王茜,赵慧玲,解云鹏.SDN 标准化和应用场景探讨[J].中兴通讯技术,2013,19(05):2-5+21.