

基于 SDN 的互联网域间路由分析

胡燕

(罗定开放大学)

摘要: 随着互联网的飞速发展, 互联网流量呈现井喷式增长, 同时由于互联网流量具有突发性的特点, 导致互联网流量不均衡现象非常频繁。这种状态下, 传统 BGP 协议的路由配置模式存在无法有效进行流量控制、不能实现负载均衡、配置错误、稳定性差等多方面的局限性, 不能满足多样化的应用需求。基于软件定义网络 (SDN) 协议的互联网域间路由构架, 突破了域间路由存在的多种问题, 实现域间控制器之间交换 BGP 路由, 简化了网络协议, 能够有效提高互联网流量控制能力和域间路由可靠性, 满足了不同网络应用的差异化路由需求。因此, 本文分析了传统 BGP 协议现状和基于 SDN 的互联网域间路由, 以供相关人士参考。

关键词: SDN、BGP、互联网; 域间路由; 分析

引言

通过 BGP 这一网间互联协议, 将全球网络连接起来形成全球互联网。BGP 能够实现不同自治系统的路由信息交换和 IP 可达性。然而, 面对日益增长的互联网流量, 网络扩容无法满足流量增长的实际要求, 网络资源也显得供不应求。这种形势下, 互联网应不断提高传输服务效率, 并不断实现互联网服务的公平性和普惠性, 才能实现全网资源的有效利用, 才能最大程度发挥互联网的价值。显而易见, 传统互联网服务模式已经无法满足互联网发展需求。当前, 应用 SDN 技术能够提高网络效率并简化网络操作, 从而提高了网络运维自动化及智能化水平。可见, 探究利用 SDN 技术实现智能化域间路由具有十分现实的意义^[1]。

1 传统 BGP 协议的现状分析

边界网关协议 (BGP) 是运行于 TCP 上的一种自治系统的路由协议。BGP 不仅是唯一一个用来处理像因特网大小的网络洗衣, 也是唯一能够妥善处理不相关路由域间的多路连接协议, 这个过程中是 BGP 具有面向连接与传输可靠性的显著特性。BGP 的主要功能是实现 BGP 系统之间的网络可达信息交换。同时, BGP 能够实现不同自治系统 (AS) 之间交换路由信息, 在不同自治系统交换路由信息时, 每个自治系统必须指定一个运行 BGP 节点来代表自治系统与其它自治系统交换路由信息。BGP 节点可以是一个主机, 多数情况下是由路由器执行 BGP。两个自治系统通过 BGP 节点交换信息的路由器也被称为边界路由器或边界网关。

由于 BGP 属于外部或域间路由协议, 其根本任务是为处于不同自治系统的路由器之间提供路由信息通信保障。BGP 一般也被称为通路向量路由协议, 这主要是由于 BGP 发布目的网络可达性时包括了到达该目的地所经过的自治系统列表, 通过查找 BGP 路由更新的自治系统编号可以减少出现环路问题额。BGP 对于网络拓扑结构没有限制。BGP 的主要特点包括实现自治系统间通信, 传播网络可达信息额、协调多个 BGP 路由器、可靠传输、路径信息、增量更新等^[2]。

由于一些运营商管理的单个互联网自治系统具有非常庞大的网络规模, 如中国移动、中国联通等, 这些互联网骨干网大都数量非常多的核心路由器组成, 并通过 ASBR 进行不同网络间的互联, 从而实现网建流量的均衡处理。由于 ASBR 运行

EBCP 协议实现域间路由信息交换, 自治系统内部网络需要学习外部路由由进行 IBCP 连接, 从而预防路由由黑洞问题。由于网内具有数量庞大的路由器, 进行全网状 IBCP 需要强大 CPU 资源的支持, 这导致扩展性问题比较严重, 所以多采用路由器跟路由由反射器进行 IBCP 连接的方式。在这种情况下, 由于国内路由器需要同时运行的路由协议比较多, 导致网络运行和维护方面存在一定难度, 从而让预期优化目标无法顺利实现。由于可见, 以 RR 优选 BGP 路由由为例, 基于 BGP 路径选择具有一定的局限性。在 RR 优选 BGP 路由过程中, 因为自治系统中有很多 ASBR 出口, 对端自治系统会从多个 ASBR 向自治系统对应的 ASBR 邻居发送相同路由由信息, 而是 ASBR 会向 RR 通告多种路由由信息, RR 则依照 BCP 相应标准优选一条 BGP 发射给全网路由。这种方式的局限性如下: 其一, 由于 BGP 路由选择具有唯一性原则, 导致流量只有通过单一路径负载均衡; 其二, RR 选择通告路由由时多选择距离 IGP 距离最近的路由, 这导致 RR 位置决定通告路由由, 而不是考虑全网其它路由由到 BGP 下一跳的距离, 从而可能产生次优路由; 其三, 没有考虑全局拓扑和全局流量, 则全网流量工程无法实现; 其四, 由于 RR 依照 BGP 选路选择, 导致不能实现流量按照更优的路径进行有效疏导。

2 基于 SDN 的互联网域间路由的具体分析

软件定义网络 (SDN) 是一种新型网络架构模式, 其试图摆脱硬件对于网络架构的限制, 像控制软件一样实现灵活控制网络数据, 推动网络向智能化、软件化方向发展。SDN 的主要本质是网络软件化, 是一次网络架构的重新构造, 相比传统网络架构模式, SDN 不仅提高网络可编程能力, 更能够快速、高效满足网络架构的多方面功能特性^[3]。

2.1 软件定义网络 (SDN) 简要分析

软件定义网络 SDN, 是由美国一教授团队提出 OpenFlow 概念, 并基于这一技术实现网络像软件一样的可编程能力, 从而推动 SDN 技术产生。SDN 简而言之是将控制平面与数据转发平面分离, SDN 通过 OpenFlow 实现数据转发, 在控制器上完成数据转发控制, 从而实现数据层和控制层的分离^[4]。SDN 主要特征表现为: 转控分离、集中控制、开放接口等。其中转控分离是指在控制平面在控制器上并负责协议计算; 转发平面在网络设备上; 集中控制是指设备网元利用控制器集中管理和下发

流表,避免了逐一操作设备,仅通过控制器配置就可完成相应任务;开放接口是指利用控制器提供的开放接口,就可以利用编程方式设置新网络功能并可在控制器上运行。鉴于SDN控制和状态集中、数据转发面解耦、网络可编程等多方面的特性,能够促使集中控制器具有全网资源利用视图和全局流量观,能够根据不同业务选择更合适的路径,为客户提供更为优质的网络服务。可见,SDN技术具有负载均衡、实现流量工程等显著优势,应用前景十分可观。

2.2 SDN 技术应用在 IXP 中

SDN 技术在发展进程中不断改进和完善,在 IXP 中应用也不断成熟,多项调查显示将 SDN 技术应用到 IXP 中,不仅能够实现精细化管理 IXP,更能提高网络管理能力及网络性能。2015 年相关人士首次提出了 SDN 在 IXP 中的应用方案,虽然该方案并不完善,但是依然证明了 SDN 在 IXP 中应用的可行性。这一方案中利用 SDN 技术实现了 SDX 控制器,通过 SDX 控制器对 IXP 实现精细化管理从而实现精准控制网络流量,同时,提出了更灵活设计转发规则,促使 AS 可以动态调整转发策略。这个工作原理主要是将所有 AS 汇集到 SDX,其中 SDX 内部每个 AS 虚拟一个 AS vSwitch 与外面 AS 相对应,然后集中管理 AS,促使 AS 能够实现流量有针对性转发。可见,SDX 不仅可以实现 IXP 的精细化管理,还可以实现负载均衡。随后,相关人员对于 SDX 进行改进,推动 SDX 能够处理大规模 UPDATE 报文更新,这可以让每个参与者维护一个 AS 控制器,从而让路由表转发实体更简单,并利用 SDN 协议和 BGP 协议解耦,通过标签方式标示容易更新的信息,缩减了更新范围。此外,研究人员提出新的基于 SDN 的 IXP 框架,提高了 IXP 的安全性和网络可扩展性。由此可见,利用 SDN 技术可以实现 IXP 的有效管理,这也验证了该技术在域间系统应用具有可行性。

2.3 基于 RR+推动互联网骨干网流量优化

由于传统路由反射器(RR)在 BGP 路径选择方面具有一定的局限性,根据 SDN 集中控制的理论对 RR 系统进行改进,让改进后的 RR+系统能够发现全网拓扑,并且能够实时收集全网链路流量数据。随后,利用 SDN 技术等先进方式实现流量科学分流,进而实现良好全网流量负载均衡的效果。RR+系统具有拓扑管理、BGP 路由管理、链路流量分析、流量流向分析、BGP 路径选择、理由策略管理等多方面功能。其中,拓扑管理主要是指 RR+系统能够收集全网拓扑数据,从而利用拓扑数据库自动发现全网拓扑机构。BGP 路由管理主要是指 RR+系统基于 BGP 学习网内网外 BGP 路由,其中包含 ASBR 相同目的网络的多个路径路由。链路流量分析主要是指 RR+系统收集全网链路实时流量数据并用颜色标记不同性质的链路。流量流向分析主要是指 RR+系统不仅能够收集全网流量流向数据,还可以生成流量流向矩阵表并依照一定规则进行排序。BGP 路径选择主要是根据流量数据分析模块制定相对应的业务流分流链路和和出口,从而优化端到端的路径。路由策略管理主要是指借助 RR+系统选择的优化路径,可以改变相对应 BGP 路径属性,从而实现 BGP 路由政策并向通告相关路由器。通过这个流量调度的过

程,让网络流量更加均衡,也让服务质量进一步提升。

2.4 基于 SDN 的互联网域间路由

虽然 RR+系统让互联网流量调优实现了更大进步,但是互联网中仍然存在多种路由协议如 LSP、BGP 等,这导致路由策略配置依然比较复杂,不能实现真正网络简化。为此,以下介绍了基于 SDN 的互联网域间路由架构,为降低网络运维复杂度和简化网络协议提供强大支持。

在互联网自治系统内部设置 SDN 控制器,自治系统内路由器不运行 iBGP 和 eBGP,仅运行 IGP 协议。各个自治系统内的 SDN 控制器进行域间路由信息交换,改变 ASBR 的传统域间路由由交换方式。在这个过程中,SDN 控制器完成了收集全网路由信息、交换域内路由信息、控制域间路由、向自治系统内全网路由由下发域间路由转发信息表等程序。

各个自治系统中的 SDN 控制器收集并汇总网内路由,同时利用 BGP 协议实现交换路由信息。SDN 控制器根据域间路由信息和全网拓扑视图信息、域间路由由承载流量大小和不同出口域间链路利用率等情况,下发指定下一跳域间路由由信息,以实现 ASBR 负载均衡。同时,SDN 控制器还可以根据不同路径要求制指定出口路由器,不用利用 BGP 路由策略从而实现多出口负载均衡。

结束语:

综上所述,互联网是当前推动社会发展的重要工具,是促使人类文明进步的重要助力。BGP 协议实现了全球网络互联,对于互联网发展做出了突出贡献。然而,面临互联网流量的不断增加,互联网新应用和新业务的不断出现,互联网服务面临更高的挑战和考验。虽然传统 BGP 协议在不断成熟和完善,也在不断发展新功能,但是这也给网络运维增加了难度和复杂度。这种情况下,SDN 技术以多方面的优势改进了 BGP 协议中的薄弱环节,这不仅让网络协议更加简化,更让流量调度更加便捷灵活,进而推动互联网服务水平更上一个台阶。

参考文献:

- [1]罗文静.基于 SDN 的工业互联网流量调度在雾计算平台上的研究以及算法实现[D].辽宁大学,2022.DOI:10.27209/d.cnki.glniu.2022.001489.
 - [2]何晓明,刘宁芳,陈文华.基于 SDN 的互联网域间路由研究[J].通信技术,2020,53(05):1146-1150.
 - [3]王丽娜,侯健敏,郑良立,刘炎,周天皓,周浩然.基于 OpenFlow 的互联网视频组播转单播 SDN 研究[J].实验室研究与探索,2019,38(07):119-123.
 - [4]王禹.互联网域间路由系统 LDoS 防御关键技术与应用.河南省,河南工程学院,2019-04-10.
- 胡燕,女,汉族,1982-06,江西宜春人,罗定开放大学讲师,本科学历,硕士学位,菲律宾圣保罗大学在读博士,研究方向:主要人事网络技术、大数据技术、高等教育教学研究。
- 基金项目:本文系广东省教育厅科学研究项目“基于大数据分析的网络空间安全关键技术研究”阶段性研究成果(项目编号:2019GKTSCX132)