



宽带智能提速平台向 SDN 演进的探讨

贾聿庸¹, 袁 博², 黄晓莹¹

(1. 中国电信股份有限公司广东研究院 广州 510630;

2. 中兴通讯股份有限公司南京研究所 南京 210012)

摘 要: SDN(软件定义网络)是一种新型网络架构,通过将网络设备控制平面与数据转发平面分离,实现了网络流量的灵活控制。宽带智能提速平台是中国电信遵循 PCC/RACF 架构提出的智能管道策略管控核心网元,分析了该平台 and SDN 基本架构的异同,并针对现有智能提速平台的不足,提出了智能提速平台依据 SDN 理论进一步演进的可行性方案。

关键词: SDN; 智能管道; 智能提速平台; 策略控制

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.06.024

Evolution of Broadband Intelligent Speedup Platform to SDN Architecture

Jia Yuyong¹, Yuan Bo², Huang Xiaoying²

(1. Guangdong Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China;

2. ZTE Corporation Nanjing R&D Center, Nanjing 210012, China)

Abstract: SDN is a new network architecture, which achieves the flexible control of network traffic by separating the network device control plane and data forwarding plane. Broadband intelligent speedup platform was put forward by China Telecom which followed PCC/RACF architecture, and it was the core cell of the intelligent pipeline strategy to be in charge of the policy control. The similarities and differences between SDN architecture and broadband intelligent speedup architecture were analyzed, and in view of the shortcomings of the broadband intelligent speedup platform, the feasible evolution of broadband intelligent speedup platform based on SDN was put forward.

Key words: software defined network, intelligent pipeline, intelligent speedup platform, policy control

1 引言

在新型业务需求和新技术涌现的双重驱动下,电信运营商网络面临着技术革新的挑战,要求网络提升智能化水平,以便快速高效地提供多业务的承载能力。且网络架构开始向网络虚拟化发展,SDN(software defined network,软件定义网络)就是实现网络虚拟化的典型技术之一。目前 SDN 技术主要运用于数据中心交换机,对于路由器是否适

用于 SDN 技术,仍然是目前各大运营商和设备商研究的课题之一。智能提速技术作为控制 MSE(multi-service edge)设备转发 QoS 策略的技术,本身符合 SDN 控制和转发分离的要求,因此研究智能提速基于 SDN 架构的演进,可进一步推动 MSE 设备的网络虚拟化。

2 SDN 基本架构

SDN 采用了应用和转发分离的思想,理想的 SDN 架



构应该是网络设备仅负责转发,所有应用独立,SDN 采用 3 层结构,分别是应用层、控制平面和转发平面,如图 1 所示。

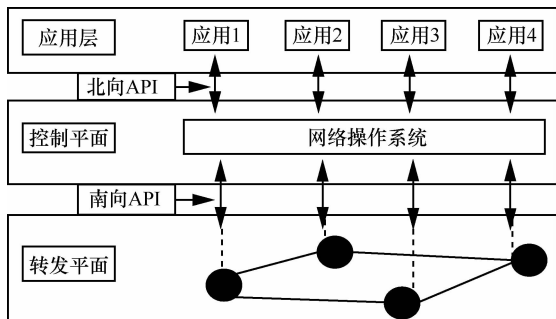


图 1 SDN 的基本架构

应用层利用控制平面的网络操作系统开放的 API 编写网络应用软件,快速部署业务;控制平面又称 SDN 控制器,负责网络的拓扑管理以及对转发平面各个设备的集中控制;转发平面的多个转发设备接收 SDN 控制器的控制指令并依据控制指令进行数据转发和资源调度分配。

SDN 控制器是 SDN 架构的核心,提供可编程能力和两个接口。北向接口用于实现应用和控制平面的关联和转化,南向接口用于控制转发平面的转发行为和资源调度。目前南向接口主要使用的协议有 OpenFlow、Netconf 等。OpenFlow 侧

重于直接控制转发平面的行为,并且提出转发平面的流表机制;Netconf 侧重于对转发平面的配置下发,转发平面需要自己解析 Netconf 命令,并最终作用于报文转发。

OpenFlow 是 SDN 重要的南向接口协议,提出了流表机制,如图 2 所示。当报文进入转发平面的设备(即 OpenFlow 交换机)时,通过连续不断地根据报文的关键信息(数据分组、入端口)查找流表(table),再执行相应的动作(action)完成对数据报文的处理,可以说这是一个流水线的处理过程。

3 电信宽带智能提速架构

中国电信的宽带智能提速平台遵循 PCC/RACF 的策略管控架构,且智能提速平台与 MSE 网元的交互可看作典型的 C/S 架构,MSE 设备作为客户端,智能提速策略服务器作为服务器端。如图 3 所示,宽带智能提速架构分为应用层、网络控制层和网络层,宽带智能提速平台南向接口与 MSE 设备进行策略信息交互,北向接口与应用层的互联网应用进行交互。

智能提速平台与 MSE 设备间具有提速策略上报和下发接口,而北向则与互联网应用有提速业务订购使用接口,智能提速总体策略的整体流程如图 4 所示,具体介绍

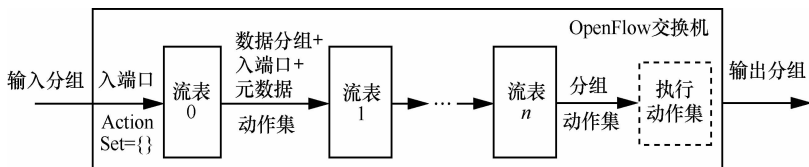


图 2 OpenFlow 的流表机制

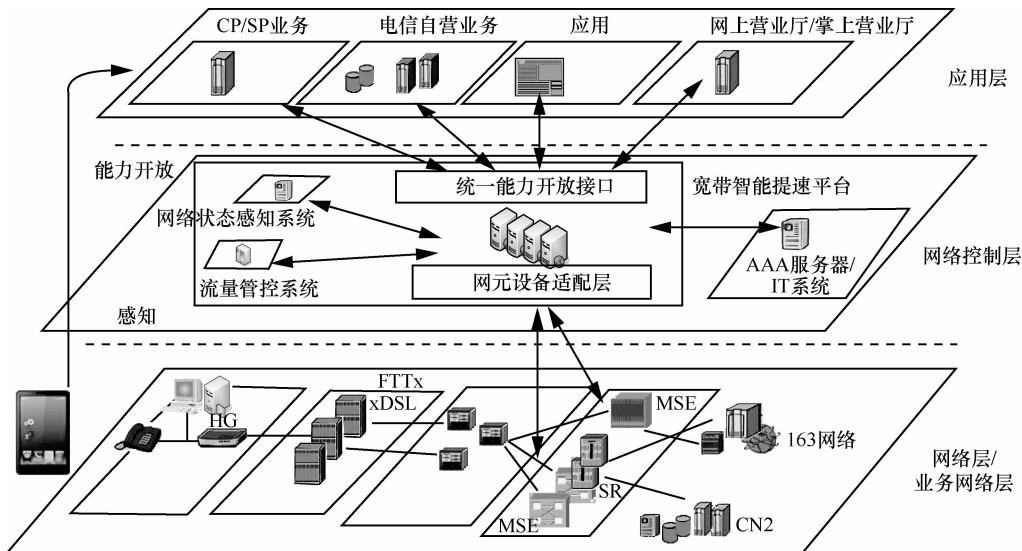


图 3 宽带智能提速架构

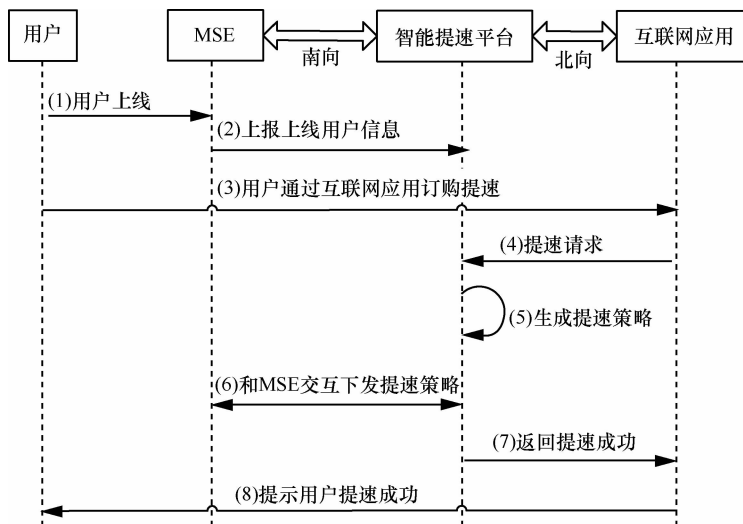


图4 智能提速总体策略流程

如下。

- (1) 宽带用户通过 PPPoE 拨号在 MSE 设备上线。
- (2) MSE 设备向智能提速服务器上报用户信息, 该信息包含这个用户的关键标识和 IP 地址。
- (3) 宽带用户访问互联网业务, 在互联网业务上订购智能提速服务。
- (4) 互联网应用向运营商智能提速平台发送智能提速请求。
- (5) 运营商智能提速平台生成智能提速策略, 通过用户的访问 IP 地址找到用户接入的 MSE 和用户关键标识。
- (6) 运营商智能提速服务器和 MSE 交互下发提速策略, 策略中包含订购业务的用户标识, MSE 根据用户标识找到对应的用户, 并执行提速策略。
- (7) 智能提速服务器向互联网应用返回提速成功的提速信息。
- (8) 互联网业务告知用户提速成功。

智能提速业务中的提速对象是 MSE 设备动态上线的宽带用户。宽带用户通过各种拨号方式动态地上线或者下线, 因此用户动态地存在于 MSE 设备上, 而且用户的 IP 信息还会不断发生变化, 只有 MSE 可以通过用户上线时生成的关键标识识别这个用户。

智能提速平台需要感知宽带用户是否在线, 根据用户的在线情况, 实时将用户在 MSE 的关键标识和用户 IP 地址上报给智能提速平台, 用户访问互联网时, 智能提速平台可以根据用户 IP 地址找到用户在线的 MSE, 从而下发策略, MSE 根据用户的关键标识执行策略。

智能提速平台下发的提速策略一般是层次化嵌套的

QoS 策略, 如当用户访问某一网站时, 在用户带宽内优先保证这个网站的流量, 其他网站的流量则公平竞争, QoS 策略在 MSE 设备上的执行和 MSE 转发过程中的硬件 TM (traffic manager) 芯片的实现严格相关。

目前智能提速服务器和 MSE 之间的南向策略接口协议, 主要包括 RADIUS、Diameter 和 COPS 等。由于 COPS 私有性太强, 而路由器对 Diameter 支持程度不足, 因此 RADIUS 是目前使用最为广泛的策略授权协议, 主要使用 RADIUS COA (change of authorization) 实现智能提速过程。使用 COA 时, 智能提速服务器下发给 MSE 的提速策略实际上是策略名, MSE 根据策略名查找相应配置的实际策略内容, 并对用户执行策略。

目前采用 RADIUS COA 作为南向策略接口, 现网中智能提速业务的部署开展仍存在一些不足, 主要包括以下两点。

- RADIUS COA 只能下发提速策略名, 不能下发提速策略具体内容, 即提速策略必须预先配置在 MSE 上, 这样一旦更改提速策略内容, 必须在 MSE 设备上频繁修改相应的配置。理想智能提速的效果应该是可以根据业务的订购直接下发提速策略内容。
- 现网的智能提速策略下发只能对 MSE 上的宽带用户生效, 而不能和其他路由设备联动生效。例如, 对某一视频网站进行提速, 采取根据 IP 地址优先级进行提速的策略, 那么必须在 MSE 上游路由器先修改该网站流量的优先级, 再在 MSE 上对该用户执行提速策略。COA 下发的策略只能对 MSE 上的宽带用户生效, 无法联动执行提速策略。



4 智能提速平台与 SDN 的比较

实际上,智能提速采用了与 SDN 几乎类似的网络架构,可以认为,现有的智能提速架构就是 SDN 架构的一个不完全子集,因此智能提速基于 SDN 技术的进一步演进顺利成章。

对于宽带用户来讲,智能提速业务是动态的业务订购行为,智能提速更改的策略是 MSE 设备上用户数据报文转发时的 QoS 策略,而该 QoS 策略在 MSE 上的实施是转发层面的要求。MSE 网元的网络处理器的处理流程本身是流水线方式,这和 SDN 要求的多级流表处理方式极其类似,而 QoS 策略实际上是流水线处理过程中的一个流量限制和调度子过程。智能提速改变了报文在转发过程中 MSE 的流量管理 TM 芯片的 QoS 队列和调度器的硬件资源分配,完全符合 SDN 应用订购和网络转发分离的思想。

智能提速平台的架构和 SDN 架构极其吻合,如图 5 所示。智能提速平台具有类似 SDN 的南向接口和北向接口。北向接口为智能提速平台和互联网应用的接口,南向接口为智能提速平台和 MSE 的接口,智能提速平台作为中间件起到类似 SDN 控制器的作用,而 MSE 设备则类似 SDN 的转发设备。实际上 SDN 更多的是一种架构上的表现,并没有强制规定南向接口和北向接口的协议,因此现有南向接口使用基于 RADIUS COA 的协议也并不违反 SDN 的架构要求。

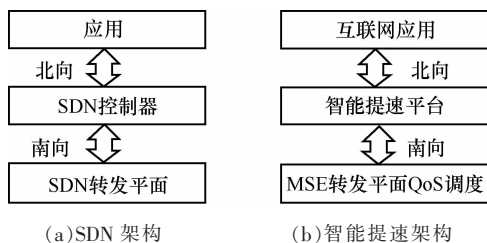


图 5 智能提速架构和 SDN 架构的对比

智能提速架构虽然可以认为是 SDN 架构的一个子集,但智能提速平台并不能完全套用目前的 SDN 架构实现。SDN 架构定义脱胎于数据中心交换机的实现,而数据中心交换机相对路由器的功能相对简单,虽然 SDN 提出使用 OpenFlow 协议作为南向接口流量转发控制处理协议,但 OpenFlow 提出的多级流表处理机制只是一种适用于交换机的模型,并不适用于功能更加复杂的路由器使用场景。同时,SDN 也提出了与南向接口设备配置相关的

Netconf 协议,是一种对设备不会变化的静态配置的下发,无法满足智能提速所要求的针对动态“宽带用户”的策略下发要求。

5 宽带智能提速平台向 SDN 演进的思路

由于当前阶段 MSE 设备不可能实现完全 SDN 化,且 SDN 的两个标准南向接口协议并不完全符合智能提速业务需求,因此智能提速平台和 MSE 部分采用 SDN 实现。向 SDN 演进有多种实现方式,不管采用哪种方式,智能提速平台作为 SDN 的控制器,需要利用原有的 RADIUS 协议上报宽带用户上线信息,一方面, RADIUS 协议不可替代;另一方面,目前 SDN 并没有定义上报宽带用户动态上线的流程。

基于上述分析,虽然宽带智能提速平台的南向接口并不使用标准的 SDN 协议,但从架构上来讲,智能提速平台架构已经基本符合 SDN 架构的要求。因此完全可以通过对 SDN 已有的技术进行扩展,解决智能提速平台面临的两个问题。同时,智能提速平台下发策略到 MSE 设备上,可完全实现统一的 SDN 南向标准接口,这也有利于 MSE 设备向 SDN 的逐步演进。智能提速平台向 SDN 演进有 3 种方式:通过 OpenFlow 履行 SDN 控制器的功能;通过 Netconf 履行 SDN 控制器的功能;基于 SDN 架构实现智能提速的动态关联。

5.1 通过 OpenFlow 履行 SDN 控制器的功能

根据 SDN 的标准定义,智能提速平台可以将 MSE 的 QoS 硬件资源的计算分配完全从设备中独立出去,由 SDN 控制器进行计算控制。此时智能提速平台的网络架构如图 6 所示,原有的智能提速服务器面向用户的北向接口和

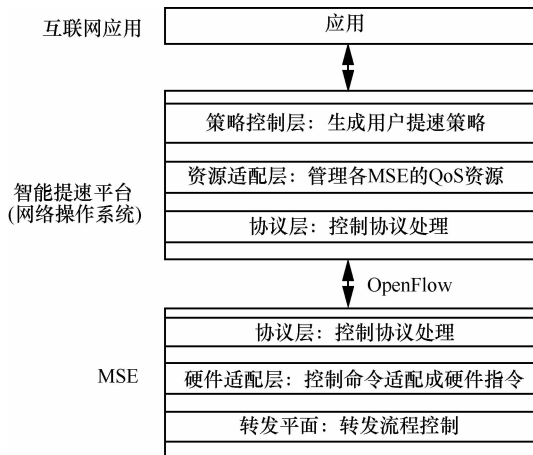


图 6 通过 OpenFlow 实现智能提速平台 SDN 化的网络架构

面向 MSE 的南向接口不变,智能提速服务器需要升级以实现 SDN 控制器的功能。

若通过 OpenFlow 实现智能提速平台的 SDN 化,需要采用层次化分层方式实现 SDN 控制器的功能,完全控制不同设备商 MSE 设备 QoS 资源的分配和管理,整个智能提速平台基于标准的网络操作系统实现。

- 策略控制层:用来根据用户在应用上的点播计算生成提速策略。
- 资源适配层:智能提速平台作为 SDN 控制器,明确管理多个 MSE 的 QoS 资源的实现限制、相关规格以及当前使用状况,以便合理地对 MSE 下发 QoS 策略控制,防止下发错误和 QoS 资源溢出。同时,智能提速平台可能需要对不同 MSE 设备的 TM 芯片进行适配。
- 协议处理层:通过 OpenFlow 协议下发适配后的提速策略内容,同时用于 OpenFlow 的管理和控制。

这种实现方式对南向接口使用的控制协议要求很高,因为它不仅要求下发针对用户的提速策略内容,更要求直接以 MSE 设备认识的指令方式下发,以方便 MSE 执行指令直接更改网络处理流程中的 TM 芯片的 QoS 处理子流程,因此 MSE 设备也需要支持分层处理。

- 协议层:解析 OpenFlow 协议命令,同时用于 OpenFlow 的管理控制。
- 硬件适配层:将解析后的 OpenFlow 指令内容适配成设备硬件识别的指令。
- 转发层面:适配后的策略内容在转发层面对用户报文转发生效。

OpenFlow 协议本身是对转发层面的直接处理,并且也支持传统处理和流表处理融合的混合式处理(OpenFlow-hybrid),因此可以通过 OpenFlow 协议下发流表实现整个过程,流表中包含用户的关键信息和执行动作,MSE 把流表内容映射成用户流量执行过程中的一个流量调度动作。MSE 设备本身处理流程是和网络处理器(network processor,NP)芯片、流量处理 TM 芯片强相关的过程,不能完全使用 OpenFlow 流表机制处理,必须和 MSE 的 NP 处理流程适配,MSE 对通过 OpenFlow 下发的流表进行重新适配后再映射到相应的处理流程中,如图 7 所示。

步骤 1 用户初始上线,通过 RADIUS 上报用户信息后,智能提速服务器下发初始带宽限制。通过 OpenFlow 协议配置 TM 的队列限速,通过用户信息匹配动作配置 NP,

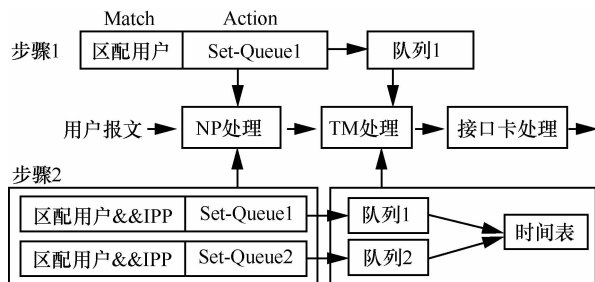


图 7 OpenFlow 方式下的智能提速处理流程

处理完毕后,把用户送到 TM 的队列进行处理。

步骤 2 用户智能提速后,智能提速服务器重新下发流表并删除之前的流表,此时匹配用户和 IPP(也可以通过多级流表实现),通过配置队列和时间表配置 TM 队列和调度器的映射关系。目前 OpenFlow 协议最新的 1.3.1 标准只支持单级的队列设置,没有扩展层次化队列和调度器的概念,后续需考虑对该协议进行扩展。

5.2 通过 Netconf 履行 SDN 控制器的功能

智能提速平台直接在现有架构的基础上进行升级,不对 MSE 的 QoS 资源进行统一管理,而是通过下发提速 QoS 策略的方式实现。QoS 资源仍然由 MSE 独立进行控制分配,而智能提速平台通过 SDN 的南向接口协议 Netconf 控制 MSE 动态地改变用户策略。

如图 8 所示,智能提速平台根据用户的提速要求生成提速策略,以 Netconf 的 xml 格式下发到 MSE,MSE 解析后把 XML 格式的命令识别为 MSE 自己的 QoS 命令,并下发到转发平面。

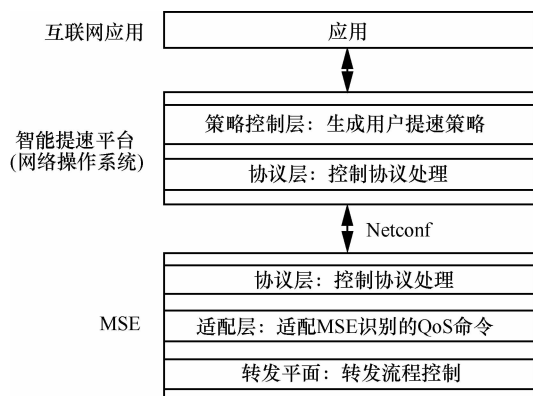


图 8 通过 Netconf 实现智能提速平台 SDN 化

这种方式对 MSE 和智能提速平台来说改动不大,只是从业务上抽象了用户的提速策略,MSE 拥有支持适配解析 Netconf 协议的命令,就可以利用原有的机制完成智能提速过程;同样,这种方式也需要扩展对动态上线的宽带用户的

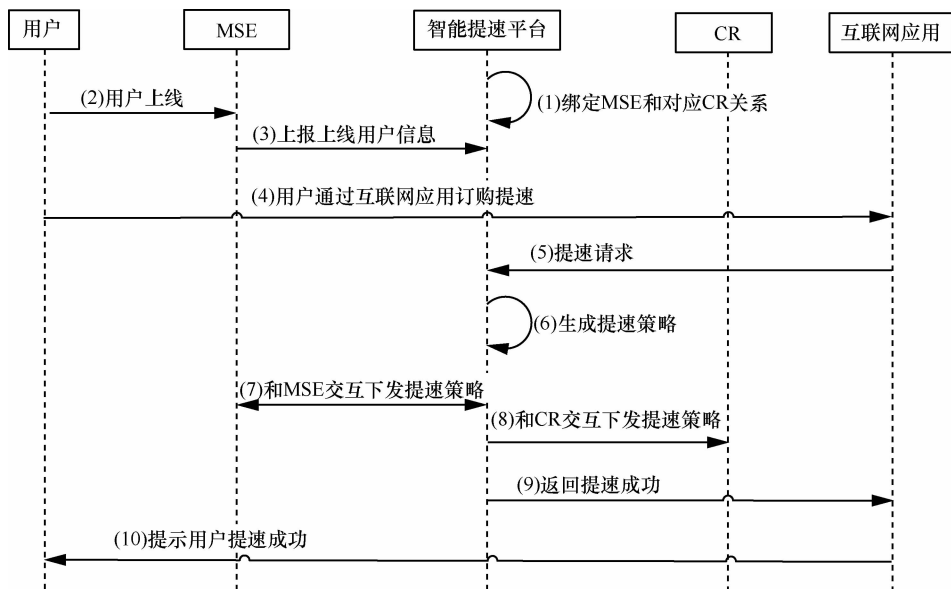


图9 智能提速平台设备的联动提速过程

支持以及在 Netconf 协议中对宽带用户关键标识的支持。

5.3 基于 SDN 架构实现智能提速的动态关联

宽带智能提速的动态关联是指智能提速平台让 MSE 和上下级网络设备联动配合,或者 MSE 自身的上下行端口配合进行智能提速,通过进一步 SDN 化的智能提速平台,很容易实现之前的动态关联流程。

智能提速平台需获知网络流量途径的设备关系,当整个 IP 网络 SDN 化后就很容易实现,因为此时路由协议应用完全独立于网络设备。智能提速平台可以通过静态配置获取 MSE 相关的上下行网络关系,对于非 MSE 设备(如 CR 设备),由于无法上报宽带用户的上线过程,因此无法通过宽带用户进行提速,只能通过五元组进行提速,如图 9 所示,具体介绍如下。

(1)配置 MSE 和对应的上行 CR 的关系,需要在路由协议没有应用化时找到相关的联动提速设备。

(2)~(3)用户在 MSE 上线,并上报智能提速平台。

(4)~(6)用户访问互联网应用,并点播提速业务,智能提速平台生成提速策略。

(7)智能提速平台和 MSE 交互对 MSE 的用户下发提速策略。

(8)智能提速平台和 CR 交互下发提速辅助策略,这个辅助策略可以是流量优先级设置,也可以是带宽保证;同时必须是需要流量提速的五元组,CR 可以预先配置,也可以根据五元组的目的地址反查路由找到提速策略作用的接口。

(9)~(10)应用提速成功后,将该消息反馈给用户。

在联动提速的应用场景下,智能提速的策略下发可以通过 Netconf 或者 OpenFlow,因为两者都可以直接改变设备转发层面的流程,而且都支持路由器接口的策略下发。同样,如果是 MSE 设备内部上下行接口的关联提速流程,智能提速平台需要对 MSE 下发两次策略,一次作用于 MSE 用户,另一次作用于相关转发接口。

在使用联动提速功能时,用户下线后,MSE 设备要告知智能提速平台,智能提速平台再通知辅助提速设备提速策略失效。

6 结束语

本文分析了 SDN 的实现机制,并依据 SDN 的理论,针对现有宽带智能提速平台的不足,提出通过平台进一步 SDN 化解决现存问题的方案。通过提出的智能提速平台演进方案,可以有效弥补现有智能提速平台的不足,实现完全智能和动态的提速,并且可以满足网络设备间的智能提速联动需求。

本文同时从理论上指出了现有智能提速业务基于 SDN 架构演进存在的不足,尤其是 OpenFlow 协议南向接口的不足,并且依据路由器本身的特点提出了新的实现方法,对路由器的进一步 SDN 化具有参考价值。

参考文献

- 1 OpenFlow Switch Specification Version 1.3.1 (Wire Protocol 0x04), 2012

(下转第 163 页)