

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2017.4.05

一种混合式 SDN 网络的拓扑管理协议

李 艳, 林 娟, 王 娜*

(福建师范大学福清分校 电子与信息工程学院, 福建 福清 350300)

摘 要: 研究了混合式 SDN 网络的拓扑管理协议 ARLP。ARLP 可自动生成网络拓扑结构、并下发路由信息。当拓扑发生变化时,ARLP 可自动检测到并下发更新的路由信息。仿真结果表明,当网络发生变化时,数据可切换到更新后的路由上,ARLP 可提高网络的收敛速度,保证数据无缝传输。

关键词: 混合式 SDN; ARLP; 拓扑管理; 自动检测

中图分类号: TP 393 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2017)04-0340-06

A topology management protocol in hybrid SDN network

LI Yan, LIN Juan, WANG Na*

(Fuqing Branch of Fujian Normal University, Fuqing 350300, China)

Abstract: A topology management protocol ARLP is studied based on the hybrid SDN network. The ARLP can automatically generate network topology graph and send out routing information. When network topology changes, ARLP automatically detects and updates routing information. Simulation results indicate that the data can be switched to the updated routing as network topology changes, and ARLP can improve the convergence rate of the network and ensure the data seamless transmission.

Key words: hybrid SDN; ARLP; topology management; automatically detect.

0 引 言

随着互联网流量的快速增长,传统网络架构在可扩展性、安全性、移动性、服务质量等方面呈现出的问题愈加严重。软件定义网络(Software-defined Networking, SDN)技术^[1]为互联网的发展提供了一种全新的解决方案。SDN 技术是将网络设备的控制面与数据面分离开来,通过集中

式的控制器以标准化的接口对各种网络设备进行管理,最终达到对整个网络进行自由控制的目的^[2]。

近年来,SDN 技术已成为全球备受瞩目的网络技术之一^[3]。但由于互联网企业或运营商并不愿意投资过大的预算重新建设大量的基础网络设施,使得 SDN 的实际部署及应用受到限制。因此,业界提出了一种新的解决方案,在保留大量的

收稿日期: 2017-06-12

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(2015J05146)

作者简介: 李 艳(1985—),女,汉族,贵州遵义人,福建师范大学福清分校助教,硕士,主要从事协议分析、无线网络方向研究, E-mail:19335966@qq.com. * 通讯作者:王 娜(1978—),女,汉族,河北保定人,福建师范大学福清分校副教授,硕士,主要从事计算机图形学和虚拟现实方向研究, E-mail:ly_lin@126.com.

传统网络设备基础上,通过增量SDN设备的方式取代传统网络的部分功能,即混合式SDN技术^[4]。

1 SDN 拓扑管理协议的研究现状

Veriflow^[5]是一种实时监测网络拓扑变化的技术。通过实时监测到的拓扑变化情况,可避免环路或路径不通等情况的发生。此技术主要通过3个步骤来实现:

1)将网络划分成多个等价类集合(EC),每个EC代表了具有相同转发行为的网络。

2)通过EC构建出整个网络的拓扑图。

3)根据拓扑图设置每个转发表。但Veriflow技术只适用于纯SDN的网络环境,并不能用于混合式SDN网络。

HSA^[6]是一种帮助网络管理员静态地分析网络状态的技术。HSA利用多维几何空间的方法对数据包进行分类。HSA将网络划分为不同的组,每个组由一系列主机、用户及通信流所组成,不同组间的数据不可达。HSA可以监测到网络的环路、设备间可达性等情况。但HSA不能处理混合式SDN中拓扑变化时的网络情况。

HybNET^[7]是一种应用于混合式SDN的网络管理技术。HybNET利用虚拟化整网来对传统网络设备及OpenFlow网络设备进行集中地管理和控制。OpenFlow网络设备承担网络管理和控制的任任务,而传统网络设备只需进行数据的转发工作。HybNET的最大缺点在于不能检测到网络的拓扑变化。

Telekinesis^[8]是一种混合式SDN网络中较有效的拓扑管理技术。它提出了一种Legacy-FlowMod的方法来控制传统网络设备及OpenFlow网络设备的路由行为。Telekinesis允许由OpenFlow网络设备向传统网络设备下发路由表。Telekinesis的最大缺点在于无法及时监测到网络拓扑的变化,且无法更新相应的路由表项。

综上所述,现有的拓扑管理协议无法在混合式SDN网络中及时感知到拓扑的变化,从而降低了数据通信的效率,甚至导致数据被传送到非法的网络中,引发安全性问题。

2 一种新的拓扑管理协议 ARLP

文中提出了一种新的拓扑管理协议,称为自

动路由学习协议(Automatic Routing Learning Protocol, ARLP)。目的在于实现如下目标:

1)在混合式SDN网络中自动学习到各个网络设备及接口情况,从而构造出整个网络的拓扑结构图。

2)可以及时检测到拓扑的变化情况。

3)拓扑变化时,可以及时更新并下发变更后的路由表项。

自动路由学习协议ARLP的方案详细描述如下:

1)各节点(包括传统网络设备及OpenFlow网络设备)周期性学习邻居信息并广播消息出去(消息包含序列号SN,链路代价Metric,源节点地址,邻居节点地址等)。

2)中央控制器将接收到各节点及节点间邻居关系信息。各节点构成集合 V ,节点间邻居关系及路径代价构成集合 E 。如节点 $V_1(V_1 \in V)$ 与节点 $V_2(V_2 \in V)$ 是邻居且代价为Metric1,表示为 $(V_1, V_2, Metric1) \in E$ 。

3)中央控制器将收集到的各节点信息使用拓扑图生成算法。

计算出整个网络的拓扑结构图 G 。

拓扑图生成算法如下:

输入: V 表示各个节点。 E 表示节点间关系信息。

输出:

$U = \{u_0\}$ (u_0 是中央控制器)

$TE = \{\}$ //TE初始化为空集

while($U \neq V \cup \{u_0\}$)

{

 存在 $vk \in U, wk \in V - U$,边 $(vk, wk, Metric_k) \in E$

 取得代价Metric最小的边 $MinCost(v_i, w_i, Metric_i) \in E$,

 则 $U = w_i \cup U; TE = TE \cup \{(v_i, w_i, Metric_i)\}; E = E - \{(v_i, w_i, Metric_i)\}$

}

网络拓扑图 G 构造完成

4)中央控制器根据网络拓扑图 G 生成各个网络节点设备的路由表项,并下发给各节点。

5)当网络拓扑变化时,必定存在新的 $V_1 \neq V, E_1 \neq E$ 。中央控制器根据新的节点信息及邻居信息计算出变化后的新拓扑图 $G_1 = \{V_1, E_1\}$ 。

6)中央控制器根据新的拓扑图 G_1 生成各个网络节点设备的路由表项,并将更新后的路由表项下发给相应节点。

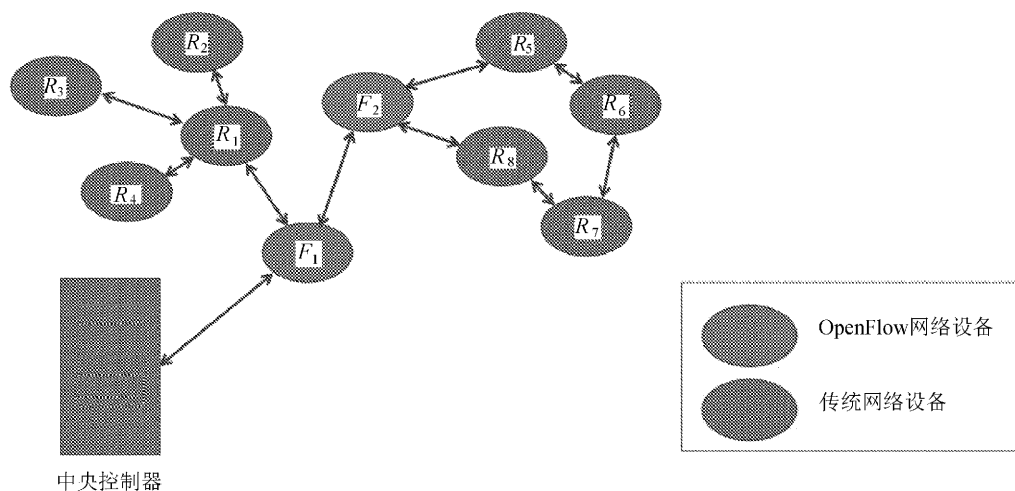


图 3 更新的网络拓扑图 \$G_1\$

3 仿真与性能分析

文中采用 Mininet2.1.0 仿真器对 Telekinesis、ARLP 进行实验对比。在网络区域内有 20 个传统路由器, 3 个 OpenFlow 路由设备, 100 个

主机, 1 个中央控制器, 所有链路的带宽为 100 Mbps, 源主机和目的主机都是随机选取。

网络环境中收包率 (Successful Packet Delivery ratio, SPD) 会随着负载的变化而发生相应变化, 如图 4 所示。

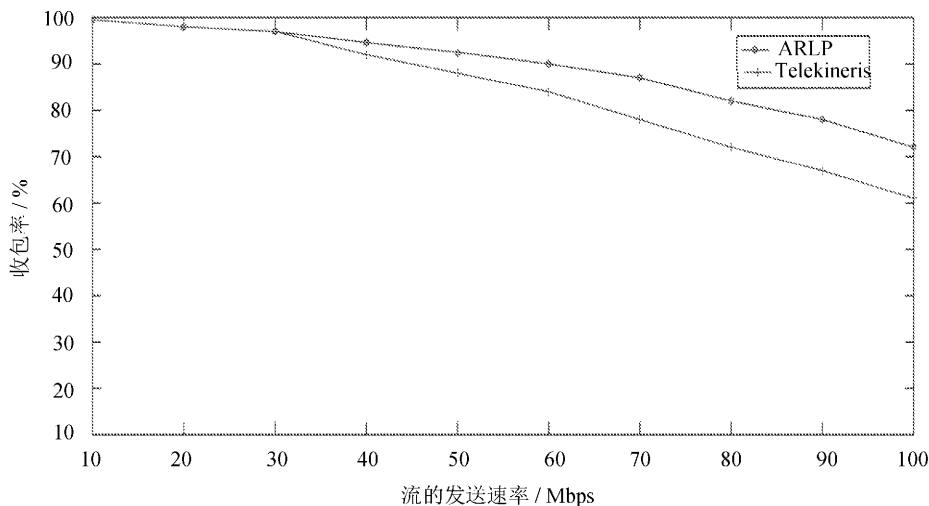


图 4 速率变化时的收包率

随着网络中数据流的增加, 收包率随之减小, 当数据流接近吞吐量限值时, 网络中的数据包易冲突, 路径易拥堵, 并导致收包率下降。由图 4 可以看出, ARLP 协议的收包率优于 Telekinesis 协议。这是因为当 ARLP 协议发现某条路径过度拥堵时, 此条路径的代价为 Metric 会增大, ARLP 会更新网络拓扑图, 选择更优的路径, 从而减少某些过度拥堵的路径再继续使用现象发生, 这也使得系统的收包率随之增加。

实验过程中, 人为切断或者连接某些链路, 收包率会随之发生变化, 如图 5 所示。

在链路发生变化时, ARLP 协议的收包率始终优于 Telekinesis 协议。这是因为当 ARLP 协议检测到某条链路变化时, 及时更新网络拓扑图, 重新选择出最优的路径。

网络环境中数据包端到端的时延会随着数据流的变化而发生相应变化, 如图 6 所示。

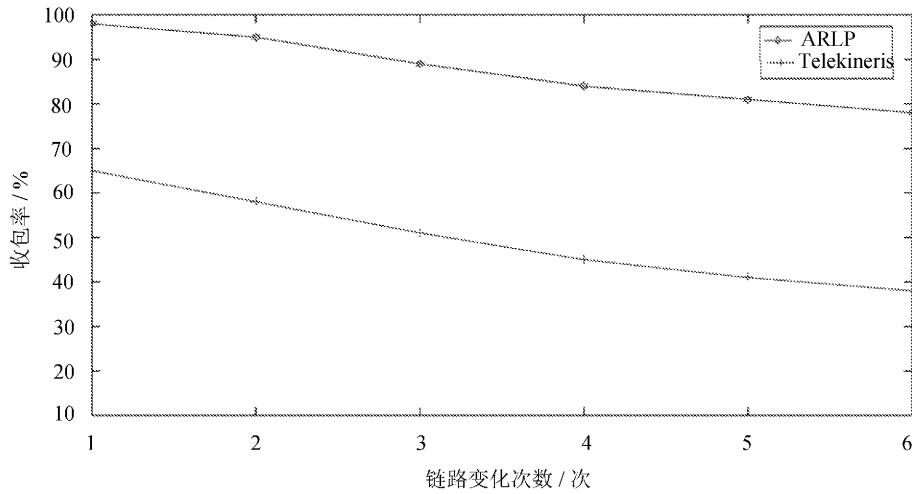


图 5 链路变化时的收包率

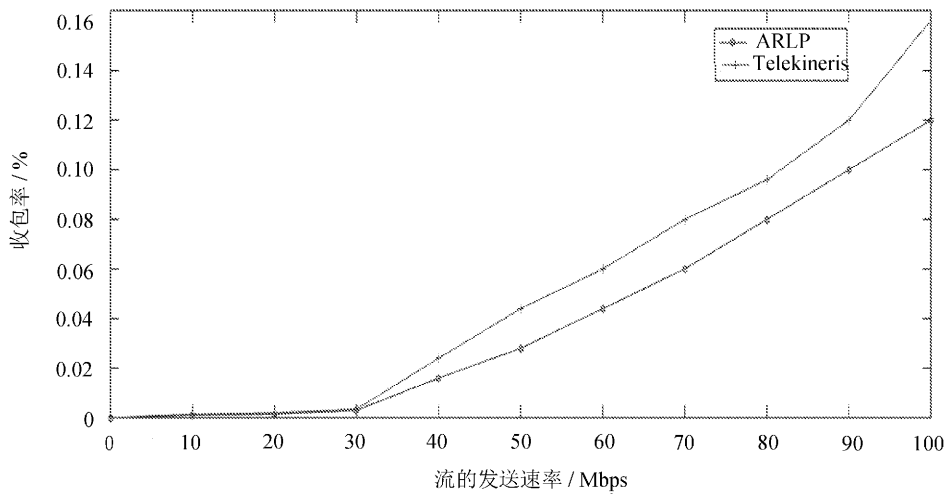


图 6 速率变化时的时延

随着数据流的增加,数据包端到端的时延也会随之增加,这是因为网络中通信量增大时,易导致数据包冲突。由图 6 可以看出,ARLP 协议的端到端时延优于 Telekinesis 协议。这是因为当 ARLP 协议发现某条路径断开或者过度拥堵时,ARLP 会及时更新网络拓扑图,选择更优的路径,从而使得主机间的通信更加通畅,数据包的端到端时延更小,因此,ARLP 协议优于 Telekinesis 协议。

4 结 语

SDN 作为当前网络领域最热门和最具前途的技术之一,其优势是传统网络无法比拟的。文中提出了一种应用于混合式 SDN 网络中的拓扑

管理协议 ARLP。ARLP 可以自动学习且计算出整网的拓扑结构图、生成路由信息并下发给各网络设备。

在网络拓扑发生变化时,ARLP 亦可自动检测到并更新路由信息。仿真结果表明,ARLP 协议比 Telekinesis 协议的数据收包率更高,端到端时延更小。因此,文中提出的 ARLP 协议有更快的网络收敛性及更好的网络负载能力,网络的整体性能较好。

未来计划使用真实网络流量负载进行实验验证。

参考文献:

- [1] Stanford University. Clean slate program[EB/OL]. (2006-03-15)[2017-06-12]. <http://cleanslate.stan->

- ford.edu/.
- [2] MEF Forum. Lifecycle Service Orchestration (LSO): Reference architecture and framework [R]. MEF Forum, 2016.
- [3] Cooney M. Gartner the top 10 strategic technology trends for 2012 [EB/OL]. (2011-10-18) [2017-06-12]. <http://www.networkworld.com/news/2011/101811-gartner-technology-trends-252100.html>.
- [4] S Vissicchio, L Vanbever, O Bonaventure. Opportunities and research challenges of hybrid software defined networks [J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2014, 442:70-75.
- [5] A Khurshid, X Zou, W Zhou, et al. Veriflow: Verifying networkwide invariants in real time [C]// Proc. Present. 10th USENIX Symp. Netw. Syst. Design Implement. (NSDI), 2013:15-27.
- [6] P Kazemian, G Varghese, N McKeown. Header space analysis: Static checking for networks [C]// Proc. 9th USENIX Conf. Netw. Syst. Design Implement. (NSDI), 2012.
- [7] H Lu, N Arora, H Zhang, et al. Hybnet: Network manager for a hybrid network infrastructure [C]// Proc. Ind. Track 13th ACM/IFIP/USENIX Int. Middleware Conference, 2013.
- [8] C Jin, C Lumezanu, Q Xu, et al. Telekinesis: Controlling legacy switch routing with openflow in hybrid networks [C]// Proc. 1st ACM SIGCOMM Symp. Softw. Defined Netw. Res., 2015.