

Implementação de um Novo *Datapath OpenFlow* em Ambientes de *Switches* Legados

Fernando N. N. Farias¹, João J. Salvatti¹, José M. Dias¹, Hugo S. Toda¹,
Eduardo Cerqueira¹, Antônio J. G. Abelém¹

¹Grupo de Pesquisa em Redes de Computadores e Comunicação Multimídia (GERCOM)
Universidade Federal do Pará (UFPA) – Belém – PA – Brasil

{fernfnf, salvatti, jdias, toda, cerqueira, abelem}@ufpa.br

Abstract. *The OpenFlow proposal allows that production environments can be used as testbed for evaluating new network experiments without modifying on the production traffic. However, the current OpenFlow implementation is not able to ensure its support to legacy equipments, thus is required that they should be replaced by new switches with OpenFlow supported. This article proposes a new OpenFlow datapath scheme that is able to interact with legacy equipment, offering a integration of legacy equipments to OpenFlow environment and a possibility of a gradual support changing on the production environment.*

Resumo. *O OpenFlow permite que ambientes de produção possam servir de testbed para execução de experimentos sem interferir no tráfego de produção. No entanto, a implementação atual do OpenFlow não é capaz de garantir seu suporte a equipamentos legados, necessitando que eles sejam substituídos por novos com o suporte habilitados. Portanto, artigo propõe a utilização de um novo datapath OpenFlow capaz de interagir com equipamentos legados, oferecendo uma integração deles ao ambiente OpenFlow e a possibilidade de uma mudança gradativa do ambiente de produção.*

1. Introdução

O *OpenFlow* [McKeown et al. 2008] é um exemplo de *Software-Defined Network* (SDN) [Lantz et al. 2010], onde o *hardware* (*switch*) é controlado via *software* e executado em um plano de controle externo (Controlador) ao plano de dados (*Datapath*). Esta capacidade possibilita que os pesquisadores/administradores reprogramem os elementos integrados ao *datapath* (Comutadores ou Roteador) sem interferir nas configurações dos equipamentos da rede de produção. Atualmente, o uso do *OpenFlow* está em fase de padronização onde o seu uso limita-se apenas equipamentos PC (*Personal Computer*) com GNU/Linux e um número limitado de roteadores e comutadores comerciais disponíveis no mercado.

Deste modo, para habilitar o *OpenFlow* em um ambiente de produção, por exemplo em um campus universitário, toda infraestrutura de equipamentos legados deve ser substituída por equipamentos compatíveis com *OpenFlow*. Podendo levar a prejuízos e dificuldades na implementação.

¹Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (Fapespa)

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de um novo modelo de *datapath* para o *OpenFlow*, diferente dos modelos “Tipo 0” e “Tipo 1” definidos em [McKeown et al. 2008], que integra os equipamentos legados à sua arquitetura. Este novo modelo interage com os equipamentos através de interfaces conhecidas como *Simple Network Management Protocol* (SNMP), *WebService* ou o próprio *Common Language Interface* (CLI) do comutador, de forma que as ações aplicadas a um *datapath* remoto são refletidas em configurações no *datapath* físico.

Além desta introdução, o artigo está dividido nas seguintes partes: na Seção 2 tem-se a descrição da proposta de extensão do *OpenFlow* para uso de equipamentos legados; em seguida na Seção 3 a definição da arquitetura utilizada e; por último na Seção 4 estão as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

2. Usando *OpenFlow* em Switches Legados

Uma rede formada apenas por equipamentos *OpenFlow*, ilustrado na Figura 1a, observa-se que quando um fluxo de pacote passa pelo comutador da rede o *datapath OpenFlow* verifica se há alguma ação para aquele fluxo em sua tabela de encaminhamento como por exemplo, ações de encaminhar o fluxos para uma determina porta de saída ou descartar o pacote. Caso não haja, o cabeçalho do pacote é enviado para o controlador para ser identificado, conforme apresentado pelo passo 2 na Figura 1a.

Após a identificação, uma ação é aplicada ao *datapath* do comutador para tratar o fluxo, ilustrado na passo 3 da Figura 1a. Além disso, a mesma ação é replicada aos outros comutadores utilizados para levar o fluxo ao seu destino final, passos 3 na Figura 1a.

Também percebeu-se que os switches que compõe o *backbone*, onde foram aplicadas as regras, formam uma “espécie de circuito virtual” até o destino do fluxo (passos 4 e 5 na Figura 1a).

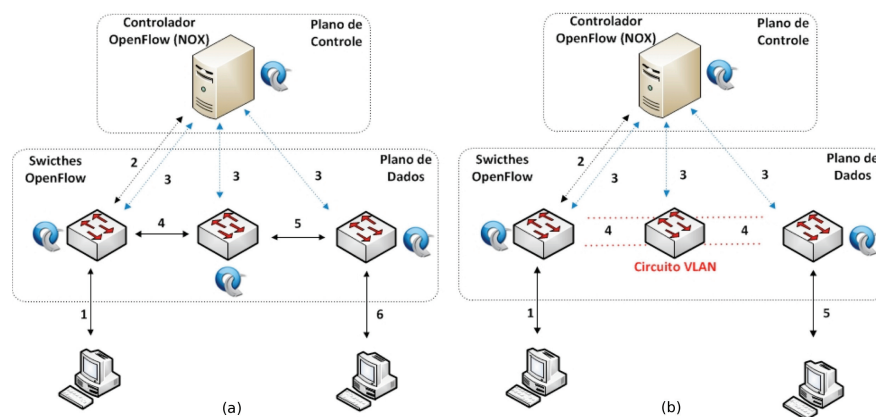


Figura 1. A operação em uma rede *OpenFlow* (a) e a proposta de operação do novo *datapath* usando switches legados (b)

Portanto, chegou-se a conclusão que essa “espécie de circuito virtual” pode ser formada por comutadores legados criando um circuito virtual “real” baseado em VLAN (passo 4 na Figura 1b). Isso proporcionaria que, inicialmente, apenas as bordas, ou seja, os equipamentos que interagem diretamente com os clientes da rede, possam sofrer modificações de hardware e mantendo ou diminuindo os equipamentos legados do *backbone*.

Levando em consideração o cenário apresentado acima, está em desenvolvimento um terceiro modo de funcionamento, em outras palavras, um novo *datapath OpenFlow*. Este *datapath* está localizado em um ambiente remoto que interage tanto com o controlador *OpenFlow* quanto com os switches legados. Além disso, novas ações no *datapath* foram criadas especialmente para o suporte a circuitos VLAN.

3. Arquitetura

3.1. *Datapath* Remoto

O *datapath* remoto é um elemento que teve sua estrutura baseada nos *datapath* encontrados atualmente no *OpenFlow* e o seu funcionamento é semelhante a um proxy que recebe as ações enviadas via controlador, interpreta seu conteúdo, e converte em configurações nos comutadores reais. Atualmente, as interfaces utilizadas para se comunicar com os equipamentos são SNMP, *WebService* e CLI. Para cada switch legado que for fazer parte da rede *OpenFlow* existe um *datapath* remoto. O novo *datapath* é executado em uma máquina real ou virtual utilizando o GNU/Linux.

O objetivo deste *datapath* virtual é representar um *datapath OpenFlow* com as informações das características dos switches legados, tais como: quantidade de portas, velocidade das portas, taxa de pacotes enviados e recebidos dentre outros previstos na especificação do *OpenFlow* [OpenFlow 2011]. Para este *datapath*, além das informações básicas, também foram desenvolvidos algumas ações específicas.

As ações desenvolvidas para o *datapath* remoto estão baseadas em características de circuitos, tais como: a criação de circuito sem temporizador, onde há a criação de uma VLAN no comutador legado com duas interfaces, sendo uma para entrada do fluxo e a outra para saída não havendo um tempo para remoção da VLAN; a criação de circuito com temporizador, esta ação possui o mesmo funcionamento da anterior, diferenciando somente o uso de um período para manter a configuração estará ativa no switch; a criação de circuito com Qualidade de Serviço (QoS), neste caso as configurações nos switches utilizarão parâmetros de QoS; taxa de bytes recebidos e transmitidos, essa ação irá informar estatísticas de dados transmitidos e recebidos para uma determinada interface; e remoção de um circuito, esta ação, quando executada, removeria de imediato as configurações do switch.

3.2. Interface Virtual

No *OpenFlow*, para inicialização de um *datapath*, é necessário que seja passado como parâmetros as interfaces de rede que farão parte do mesmo. Para o *datapath* remoto isso não é diferente, no entanto, como o novo *datapath* não está dentro do comutador, não haveria uma forma de coletar diretamente as informações das interfaces dos switches.

Para resolver esse problema foi desenvolvido um módulo para o GNU/Linux, que é instanciado quando o *datapath* virtual é inicializado. Este módulo cria interfaces de redes virtuais, de acordo com a quantidade de portas do switch e suas características. Essas características são preenchidas conforme os estados atuais das portas do switch, tais como: velocidade da porta, tamanho de Unidade Máxima de Transmissão (MTU), taxa de pacotes recebidos e transmitidos e outras. Dependendo de como o comutador oferece essas informações, elas podem ser transferidas do switch para interfaces virtuais via SNMP ou *WebService*.

3.3. Funcionamento da Proposta

O funcionamento da proposta inicia-se com execução do datapath virtual, e como parâmetro informa-se qual é o modelo do switch ao qual será vinculado o *datapath* de modo a determinar a comunicação correta entre os mesmos.

Durante a inicialização do *datapath*, o módulo da interface virtual é inicializado criando interfaces virtuais no sistema operacional de acordo com as características do comutador. Esta comunicação é feita através de um canal fora da banda e dedicado entre o comutador e *datapath* virtual.

Também, conexões SNMP são criadas para obter as características das interfaces do comutador e aplicá-las as interfaces virtuais. Com objetivo de manter as informações mais precisas diminui-se a taxa de atualização do SNMP para 3 segundos.

Após o módulo está completamente carregado, as interfaces são integradas ao *datapath* virtual, já estando o datapath preparado para receber as ações que serão aplicadas via controlador. Quando a ação chega até o *datapath*, o *OpenFlow* interpreta a mensagem e verifica se a ação é compatível com o *datapath*, em caso afirmativo a ação é aplicada e em caso negativo a ação é negada e uma exceção é enviada ao controlador.

Portanto, o que se pretende obter no final é que quando um fluxo passa pelo switch *OpenFlow* o controlador identificaria que o destino do fluxo seria outro switch openflow e construiria um circuito até este próximo switch openflow.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Conclui-se que a proposta é uma alternativa para implantação gradativa do *OpenFlow* em um ambiente de produção sem a necessidade de modificações em toda a infraestrutura e além disso, ainda reutilizar equipamentos legados e os integra com *OpenFlow*. Também conclui-se que a proposta pode ser expandida para o uso de circuitos entre instituições que possuam *OpenFlow* habilitados, podendo assegurar experimentos em ambiente federados com a utilização de circuitos dinâmicos entre essas instituições.

Como trabalho futuro pretende-se ampliar os testes com os elementos da arquitetura e desenvolver ainda mais sua integração com outras características do framework *OpenFlow*. Para isso, está em desenvolvimento um *testbed* para avaliar a proposta em equipamentos reais onde são utilizados comutadores ethernet do modelo SummitX150 com 24 portas. Interligados em uma topologia em linha com enlaces de 1Gbps. Para simular os comutadores com *OpenFlow* são utilizados appliances Soekris Net5501 com o Openflow e o sistema GNU/Linux instalado.

Referências

- Lantz, B., Heller, B., and McKeown, N. (2010). A network in a laptop: rapid prototyping for software-defined networks. In *Proceedings of the Ninth ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Networks*, Hotnets '10, pages 19:1–19:6, New York, NY, USA. ACM.
- McKeown, N., Anderson, T., Balakrishnan, H., Parulkar, G., Peterson, L., Rexford, J., Shenker, S., and Turner, J. (2008). Openflow: enabling innovation in campus networks. *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, 38:69–74.
- OpenFlow (2011). Openflow switch specification. Disponível em: <http://www.openflow.org/documents/openflow-spec-v1.0.0.pdf>.