

A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO P4 EM REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE (SDN)

Thales de Tárzis Cezare¹, Rodrigo F. Junior²

¹Universidade São Francisco, Fatec Mogi Mirim, SPIN TECNOLOGIA, Itatiba, Mogi Mirim, Engenheiro Coelho, Brasil (thales.cezare@fatec.sp.gov.br)

²Universidade São Francisco, Itatiba, Brasil

Resumo: As redes se tornaram mais complexas de configurar, fato que advém da sua difícil manipulação. Assim manter as informações trocadas seguras se tornou imprescindível, pois a sua má gestão pode gerar problemas graves no ramo comercial e jurídico. Com o objetivo de flexibilizar o transporte de dados e a programabilidade das redes, surgiu a Rede Definida por Software, criando protocolos para virtualizar redes e dar liberdade para programadores da área. Surge nesse cenário também a linguagem de programação P4, está linguagem permite a manipulação dos planos de dados, programação direta de equipamentos de rede e aprimoramentos de segurança e desempenho. Esse trabalho apresenta algumas características da P4 e o ambiente que atua.

Palavras-chave: Linguagem P4, SDN, Redes de Computadores, Redes Definidas por Software.

INTRODUÇÃO

A rede de comunicação global é composta por muitos processos e sua maioria é baseada no protocolo IP (Internet Protocol, ou Protocolo de Internet), o protocolo IP foi criado inicialmente com a finalidade de identificar dispositivos para possibilitar sua conexão em redes locais, porém essas redes estão se tornando cada vez mais complexas de configurar (FERFERMAN, et. al, 2018). A crescente dificuldade vem da complexa manipulação das redes, alta demanda de dados e de seus requisitos de hardware.

Por conta disso foi criado uma grande dependência de hardware quando se trata de redes, empresas como Huawei e Cisco se tornaram ícones no mercado, porém trabalhando cada uma com seus padrões individuais. Isso significava aos desenvolvedores que deviam escolher já no início de projeto qual marca usar, pois sabiam que não haveria compatibilidade com a outra, afetando a interoperabilidade. Deste modo com o grande crescimento de usuários, infraestrutura e servidores soluções vindas de software vem sendo buscadas.

Assim com o objetivo de flexibilizar o transporte de dados e aumentar a programabilidade das redes, surgiu à tecnologia SDN (Software Defined Network, ou Rede Definida por Software), criando protocolos para virtualizar redes. A separação em planos é uma das principais características das SDN, sendo eles Plano de Dados e Plano de Controle.

Seguindo o mesmo direcionamento foi criada a linguagem de programação P4 (Programming Protocol-independent Packet Processors), está linguagem originalmente visava fazer com que hardwares engessados se tornassem programáveis, contudo com o decorrer de sua utilização e atualizações se tornou algo mais abrangente, possibilitando a manipulação dos planos de dados e a programação direta de equipamentos de rede em geral, como roteadores e switches, havendo a possibilidade de criar rotinas de encaminhamento de pacotes da rede e aprimoramentos de segurança e desempenho, que por sua vez torna os serviços de redes mais dinâmicos e flexíveis.

Este artigo demonstra o funcionamento das SDN e as aplicações da linguagem P4 ao seu desempenho e segurança.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados são documentais, ou seja, os artigos provenientes de trabalhos de pesquisadores da área que apontam possibilidades de solução para o problema e soluções já implementadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

OPENFLOW

Criado em Stanford, o OpenFlow tem por objetivo permitir que dispositivos de fabricantes diferentes suportem novas funções e protocolos, fazendo com que todos os dispositivos de uma mesma rede sejam gerenciados por um software. Sendo possível com ele

manipular o plano de dados e o encaminhamento dos pacotes gerados por esses dispositivos (DIAS, 2012).

Com isso se tornou um novo padrão de administração e desenvolvimento de redes, fazendo com que nos anos seguintes de seu lançamento, em 28 de fevereiro de 2011, diversas fabricantes de grande porte como a Cisco, IBM, Juniper e NEC começassem a investir e desenvolver com a tecnologia.

A alta notoriedade atraiu diversos desenvolvedores a explorarem as possibilidades em torno de gerir redes com base em software, dessa maneira com o surgimento de mais tecnologias foi criado o termo Rede Definida por Software. Na Figura 1 observa-se o OpenFlow atuando nos elementos de rede para gerenciamento do plano de encaminhamento (DASARI e HUMBLE, 2015). O OpenFlow é utilizado no controlador da rede.

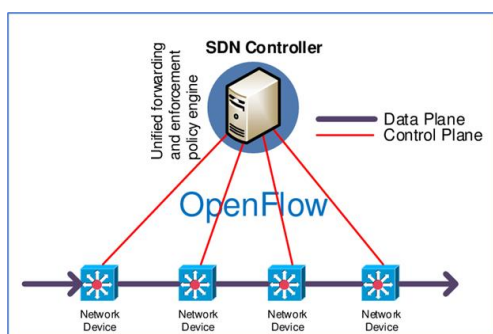


Figura 1. Exemplo da Arquitetura do OpenFlow (DASARI e HUMBLE, 2015).

REDE DEFINIDA POR SOFTWARE

Atualmente há diversos modos de gerar uma SDN, o que tornou prático o seu estudo a especialistas. Deste modo ferramentas foram criadas para atuar no Plano de Controle, responsável pelo controle e configuração dos dispositivos da rede que passa as informações necessárias ao Plano de Dados, que por sua vez é responsável por gerenciar os pacotes de dados e encaminhá-los pela interface correta. Na Figura 2 observa-se um diagrama com a representação do plano de dados e plano de controle (TELECO, 2021).

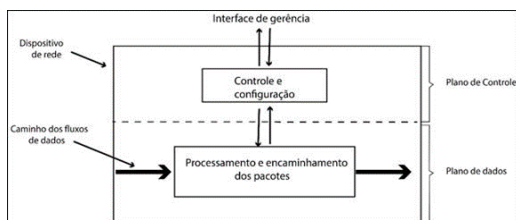


Figura 2. Planos de Rede Definida por Software (TELECO, 2021).

SEGURANÇA

Os serviços com SDN já estão sendo distribuídos por empresas como a Cisco, com centenas de clientes

pelo mundo afora, oferecendo automatização das redes e rapidez nos resultados, com serviços voltados para gerentes de rede até de data centers.

Contudo a segurança nunca foi uma área pautada com frequência quando se tratava de SDN, o que fez com que alguns profissionais da área demonstrassem certo “receio” nos últimos anos, um deles foi Robert Hinden um profissional renomado de networking, fazendo apontamentos em conferências.

O primeiro ponto trazido foi a individualidade dos controles de uma rede desse padrão, mesmo que aplicado em arquiteturas de redes diferentes sempre acabaria sendo concentrado em uma máquina o controle da SDN, o que aconteceria em casos de invasão? Se o invasor fosse bem-sucedido em sua invasão isso poderia significar que todo o tráfego de pacotes seria comprometido, pois teria acesso ao plano de dados e toda a rotina de encaminhamento de pacotes.

A causa proposital de interrupções e erros na rede poderia se tornar catastrófico, por ser uma tecnologia recente e de difícil manipulação em planos complexos, onde apenas profissionais competentes da área conseguiriam atuar, faria com que todo problema em uma empresa demorasse para ser resolvido.

Mas não são todas as funcionalidades das SDN que trazem falhas de segurança, a possibilidade de criar rotinas e políticas com o plano de controle pode possibilitar diversos meios de proteger a máquina principal e isolar pacotes maliciosos.

EMULAR UM REDE DEFINIDA POR SOFTWARE

O método mais prático de ter acesso a uma SDN em rede doméstica é fazendo uma emulação, para isso será nesse trabalho de utiliza Mininet, que é um emulador de redes de código aberto programado em python (FLAUZINO, 2019).

A maneira mais simples de ter acesso ao Mininet é baixando uma das imagens de máquina virtuais disponibilizadas no site dele, contudo também pode ser instalado por uma série de comandos no terminal de um Sistema Operacional Linux. Na Figura 3 observa-se os comandos para instalação do MiniNet.

```
$ sudo apt-get update -> $ sudo apt-get install git -> $ git clone git://github.com/mininet/mininet
$ cd mininet -> $ git tag -> $ git checkout -b 2.2.2 2.2.2 -> $ cd . -> $ sudo mininet/util/install.sh -a
```

Figura 3. Comandos para instalação do Mininet.

CRIAÇÃO DE UMA REDE NO MININET

Para usufruir de uma maior quantidade de ferramentas no Mininet, a melhor maneira de utilizá-lo é pelo terminal de um Sistema Operacional Linux, por onde você pode controlar a quantidade de hosts, switches e roteadores que quer gerar na sua SDN.

Na Figura 4 tem-se um comando que gerará uma rede com cinco switches e cinco hosts (CAFECOMREDES, 2016).

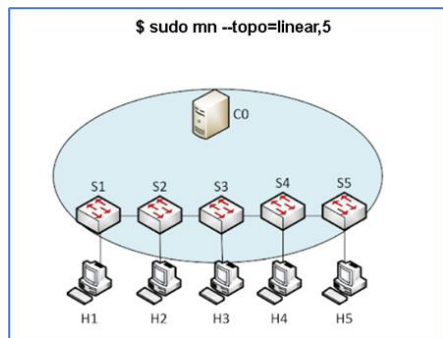


Figura 4. Comando para criação de uma rede no MiniNet.

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO P4

A Linguagem de Programação P4 (Programming Protocol-Independent Packet Processors, ou Programação Independente de Protocolos para Processamento de Pacotes) foi lançada em 2014 oficialmente, mas sua primeira utilização em grupo foi em um workshop em Stanford em 2015.

O principal objetivo da linguagem é atuar no processamento e compilação de pacotes, trazendo versatilidade a dispositivos engessados e novas possibilidades no desenvolvimento de tecnologias novas para redes.

Uma das principais funcionalidades da Linguagem P4 que destacam a sua flexibilidade para desenvolvimento é ser independente de protocolos, atuando diretamente no plano de dados. Isso resulta em maior facilidade para a atuação em dispositivos de rede diferentes, como switches e roteadores por exemplo, sua aceitação pela indústria fez com que possa ser aplicado em vários dispositivos alvos diferentes simultaneamente em uma rede. Na Figura 5 observa-se o fluxo de programação do plano de dados a partir da linguagem P4. O compilador é utilizado de acordo com o alvo para o qual se deseja programar, bem como o modelo de arquitetura de referência utilizado depende do alvo, por exemplo pode ser uma arquitetura para o BMv2 ou SimpleSwitch, essa arquitetura é a forma abstrata de apresentar um modelo de switch compatível com PISA. Olhando o fluxo de programação, observa-se o compilador P4 que produz como saída: uma instanciação runtime do plano de dados e simultaneamente uma API (Application Program Interface) que permite a comunicação com registradores e configurações internas do hardware (GARCIA, et al., 2018).

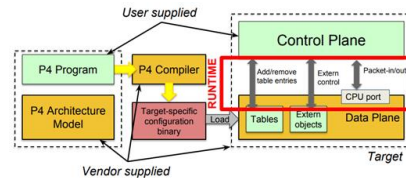


Figura 5. Caminho de Alteração (P4, 2021).

CONCLUSÃO

A programabilidade da rede que era atributo apenas do plano de controle hoje pode ser realizada no plano de dados utilizando P4 (GARCIA, et al., 2018), isso abre caminho para mecanismos de programação dos planos de dados e controle instituídos pela SDN. A linguagem P4 traz benefícios para as várias inovações e funcionais já feitas em SDN que agora se pode transferir para o plano de dado melhorando o desempenho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as entidades que nos recebe profissionalmente como pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- CAFECOMREDES (2016) "Mininet - SDN na prática", <https://www.cafecomredes.com.br/2016/02/mininet-sdn-na-pratica.html>, Março.
- DASARI, V. and HUMBLE, T. (2015) "OpenFlow Arbitrated Programmable Network Channels for Managing Quantum Metadata. The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology.", https://www.researchgate.net/publication/288890479_OpenFlow_Arbitrated_Programmable_Network_Channels_for_Managing_Quantum_Metadata, Março.
- DIAS, D. (2012) "O que é Openflow?", <http://www.comutadores.com.br/o-que-e-openflow>, Março.
- FEFERMAN, D. L. et al. (2018) "Uma Nova Revolução em Redes: Programação do Plano de Dados com P4.", <https://scholar.google.com.br/citations?user=fefbHYAAAAAJ&hl=pt-BR>, Março.
- FLAUZINO, J. (2019) "Emulador de Redes Mininet.", <https://www.vivaolinux.com.br/artigo/Emulador-de-Redes-Mininet>, Março.
- Garcia, L. F. U. et al. (2018) "Introdução à Linguagem P4 - Teoria e Prática. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC) - Minicursos", <http://143.54.25.88/index.php/sbrcminicursos/article/view/1769>, Março.

P4 (2021) "Especificação de Linguagem.",
<https://p4.org/p4-spec/docs/P4-16-v1.2.0.html>,
Março.

TELECO (2021) "Redes Definidas por SW I:
Conceitos Fundamentais",
https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorials/w1/pagina_3.asp, Março.