

Estudio y Simulación de Redes Definidas por Software y Automatización de Red

Raúl Blanchet, Santiago Pérez, Higinio Facchini
CeReCoN (Centro de Investigación y Desarrollo en Computación y Neuroingeniería)
Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional
Rodríguez 273, Mendoza, Argentina - 0261-5244576
(santiagocp,higiniofac)@frm.utn.edu.ar

Resumen

En los últimos años las tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han ofrecido nuevos desafíos para el futuro de las redes. El crecimiento exponencial de tráfico que circula por la red, junto con la demanda cambiante de ancho de banda, tipos de tráfico, y la necesidad de rápido despliegue de nuevos servicios, han puesto en foco los mecanismos tradicionales en los que las configuraciones de dispositivos se realizan manualmente y de forma estática. En consecuencia, se plantea la necesidad de cambiar los mecanismos de diseño y administración para dar un mayor dinamismo e “inteligencia” a la red. Las Redes Definidas por Software (SDN, Software Define Network) y la Automatización de Red surgen como nuevas tecnologías de red revolucionarias, que promete dar soluciones concretas a estas demandas.

En este trabajo se trata de relacionar las necesidades de las redes tradicionales con lo que aporta SDN y la Automatización de Red, construyendo escenarios de prueba simulados para el análisis de desempeño y de nuevas capacidades de gestión.

El personal principal relacionado a esta línea de investigación es docente de grado y posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Mendoza, y tesis

de posgrado de la Especialización en Redes de Datos de la misma institución.

Palabras clave: SDN, Automatización de Red, Networking,

Introducción

Las Redes Definidas por Software (SDN), y la Automatización de Red, son tecnologías de red en crecimiento, que han ido ganando terreno al dar soluciones concretas a problemas de las redes tradicionales, dados por el actual crecimiento de tráfico, las demandas cambiantes y la necesidad de rápido despliegue de nuevos servicios, entre otros. Se basan en la separación entre el plano de control y el plano de datos en la infraestructura de la red, lo que posibilita un control centralizado y programabilidad en la gestión, haciendo que las redes sean más eficientes, flexibles y escalables. Las SDN y la Automatización de Red permiten centralizar la inteligencia de la red en un conjunto de controladores, y estos, además, se pueden configurar con aplicaciones escritas en lenguajes de alto nivel.

Estado del Arte

Las redes de datos, como actualmente se conocen, surgieron en los años 1970 como resultado de los requerimientos de

las primeras redes militares y de la aparición de Internet. Las mismas fueron concebidas con un funcionamiento basado en la conmutación de paquetes, donde cada componente funciona de manera inteligente, con capacidad para la toma de decisiones autónomas, que aseguren la transmisión de información de extremo a extremo. En este proceso, los componentes involucrados en la comunicación, no poseían una visión integral de la red. Los componentes físicos requeridos para el funcionamiento de las redes nacieron como estructuras monolíticas con hardware, software e interfaces propietarias. Entre otras, dicha característica generó que estos dispositivos evolucionen de manera lenta con respecto a otras tecnologías, como por ejemplo servidores y soluciones de almacenamiento. La consecuencia directa de esta situación se ve reflejada en la incapacidad de las redes para soportar los requerimientos actuales de “time to market” en la provisión de nuevos servicios, dificultad en su gestión, complejidad y elevados costos de operación, entre otros.

Las tecnologías móviles, la continua interacción de los usuarios con contenido en línea, las nuevas tecnologías de virtualización de servidores y el advenimiento de servicios en la nube, obligan a realizar una revisión de las premisas de diseño y funcionamiento de las actuales redes.

Hoy en día, las redes de datos están compuestas por switches y routers, que posibilitan las comunicaciones entre clientes y servidores físicos o virtuales, conformando redes complejas y difíciles de administrar. Para alcanzar tales funcionalidades, los operadores requieren configurar cada dispositivo en forma individual, utilizando comandos específicos que en la mayoría de los casos son propietarios del fabricante. La

característica distribuida de las redes actuales se basa en un diseño descentralizado en el cual la lógica de control y la función de distribución de paquetes (ruteo/forwarding) está embebido en cada uno de los componentes de la red. Es así que cada router o switch soporta una serie de protocolos distribuidos que facilitan la toma de decisión en el direccionamiento de paquetes a lo largo de la red.

SDN es un paradigma en desarrollo que permite el control centralizado y programabilidad en la gestión de las redes mediante la separación del plano de control (software) y del plano de datos (hardware). El objetivo principal es obtener mayor rendimiento, flexibilidad y escalabilidad en la implantación de servicios de red, a la vez que facilita la labor de gestión de dichos servicios por parte del administrador. Se basa en la interacción entre tres capas: capa de aplicación, donde residen las aplicaciones que determinan el comportamiento deseado en la red; el plano de datos, que contiene los switches, físicos o virtuales; y la capa de control, que sirve de nexo entre las dos anteriores. En esta capa se encuentran los controladores, que proporcionan una abstracción de las capas inferiores a los desarrolladores de aplicaciones. SDN se vincula con la Automatización de Red, que es una metodología en la cual el software configura, aprovisiona, administra y prueba automáticamente los dispositivos de red. Lo utilizan las empresas y los proveedores de servicios para mejorar la eficiencia y reducir los errores humanos y los gastos operativos.

Los equipos que posibilitan el encaminamiento de paquetes a través de las redes en la actualidad (switches y routers) están diseñados con una arquitectura del tipo monolítica, de acuerdo al funcionamiento tradicional de

las redes de datos, es decir, incorporando en un mismo dispositivo físico el plano de datos, de control y gestión, para así posibilitar el ruteo individual de los paquetes entrantes. En el caso de un dispositivo de capa 2 del modelo OSI (switch), el plano de datos o forwarding, está constituido por los puertos físicos a través de los cuales se reciben y transmiten las tramas de datos. Su principal función es la de encaminar éstas hacia los puertos de salida, utilizando para ello la información contenida en la tabla de forwarding embebida. Si la información de cabecera de una trama entrante, es encontrada en dicha tabla, esta puede ser susceptible de modificaciones para luego ser transmitida a través del puerto correspondiente, sin intervención de los otros planos. Esta situación no sucede en todos los casos. El ejemplo más claro, es cuando la información de la cabecera no se encuentra aún mapeada en la tabla. Es en este caso, es necesaria la intervención del plano de control, cuya principal responsabilidad es la de mantener actualizada la información de forwarding, de manera tal de que el plano de datos pueda retransmitir las tramas sin su intervención.

Una de las principales organizaciones que contribuyen al desarrollo de SDN es Open Network Foundation (ONF) que es una organización compuesta por los mayores referentes del mercado de las telecomunicaciones y cuyo objetivo es la promoción, adopción y estandarización de SDN.

Protocolo OpenFlow

Es el protocolo más utilizado para la comunicación entre la capa de datos y el controlador. Surgió en 2008 con fines de investigación, pero pronto fue incorporado por empresas ya que permite

gestionar la red sin depender de los fabricantes. Los conmutadores que funcionan con OpenFlow se denominan switches OpenFlow. Los switches SDN tienen al igual que los tradicionales, la funcionalidad de forwarding que es la que permite decidir qué hacer con cada flujo que ingresa por sus puertos. Sin embargo, a diferencia de los tradicionales que funcionan a través de MAC learning (proceso mediante el cual construyen su tabla de forwarding), los switches de SDN funcionan a partir de una tabla de flujo. Dicha tabla de flujo es gestionada a través del controlador. Un flujo es un conjunto de paquetes que comparten una serie de características. El protocolo OpenFlow es el encargado de transmitir al switch las entradas que debe añadir, modificar o quitar en su tabla de flujos.

Metodología

El presente trabajo abordará la temática de las Redes Definidas por Software (SDN) y la Automatización de Red en contraposición a las redes tradicionales. Comenzará con una introducción conceptual sobre SDN, y la Automatización de Red, sus fundamentos tecnológicos y su aporte a la flexibilización e inteligencia de las redes. En segunda instancia se creará un ambiente de simulación que permita representar distintos escenarios, con el fin de obtener medidas de desempeño en redes tradicionales y redes SDN-Automatización de Red en cuanto a: (i) funcionamiento normal, (ii) caída de enlaces, (iii) distintas demandas de calidad de servicio (QoS), y (iv) nuevas capacidades de red. Por último, se analizarán los resultados obtenidos y pondrá en contraste el desempeño y limitaciones de ambas tecnologías, con el

fin de obtener conclusiones y posibles trabajos futuros.

Para el desarrollo del proyecto se ha previsto las siguientes tareas:

Tarea 1: Recopilar de información y estudio de los protocolos y topologías disponibles.

Tarea 2: Compilar trabajos de investigación sobre la temática, determinando escenarios experimentales, herramientas de simulación, tráfico utilizados, métricas medidas, resultados y conclusiones.

Tarea 3: Establecer mecanismos comparativos de los trabajos de investigación compilados, usando cuadros, índices, ponderaciones, etc.

Tarea 4: Definir escenarios de experimentación que faciliten el contraste entre ambos tipos de tecnologías.

Tarea 5: Construir tablas comparativas de las métricas para cada escenario. Se construirán tablas y gráficas comparativas de las prestaciones o métricas para cada caso, según las combinaciones que permitan los diversos escenarios.

Tarea 8: Documentar, publicar y difundir resultados.

Tarea 9: Redactar Informe Final.

Estado de Avance

Debido a los requerimientos de hardware para el ambiente de simulación, se ha montado todo un laboratorio sobre un escenario completamente virtualizado.

Los servidores de virtualización utilizados con 6.0, con vCenter Server Appliance 6.5. Sobre VMware ESXi se creó una Máquina Virtual (VM), para alojar a GNS3 VM versión 2.2.11, y otra VM con un Windows 10 que tiene instalado dentro del propio Sistema Operativo, el software GNS3 para Windows, versión 2.2.11. Esta forma de instalación es la recomendada por el desarrollador para un óptimo desempeño,

y permite utilizar GNS3 para Windows como entorno gráfico y cliente, mientras que GNS3VM cumple la función de servidor. Para esto, cuando se crean topologías de red y se van agregando los distintos elementos, se puede indicar que los mismos se ejecuten sobre GNS3VM.

GNS3 (Graphical Network Simulator 3) es un software gratuito y de código abierto que se utiliza para emular, configurar, probar y solucionar problemas de redes virtuales y reales. Permite ejecutar desde una pequeña topología que consta de unos pocos dispositivos en una computadora portátil, hasta aquellas con múltiples dispositivos alojados en distintos servidores o incluso en la nube.

Entre otras herramientas, se incluye el uso de Mininet. Mininet es un proyecto de código abierto liderado por miembros de la ONF que surgió en las universidades de Berkeley y Stanford. Permite emular redes en un único kernel de Linux. Utiliza virtualización ligera para hacer que un solo sistema parezca una red completa, ejecutando el mismo kernel, sistema y código de usuario. De esta forma los usuarios pueden experimentar con redes que incluyen hosts finales, switches y enlaces virtualizados sobre un único sistema operativo. Es utilizado en entornos de prueba y prototipado ya que su comportamiento es similar al de los respectivos equipos hardware, con las precauciones debidas en el apartado de prestaciones

Estos avances parciales han sido realizados por el equipo de trabajo integrado por docentes investigadores, y becarios graduados y alumnos que son miembros del Centro UTN CeReCoN (Centro de Investigación y Desarrollo en Computación y Neuroingeniería) de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional, dentro del Área de Análisis de Tráfico y Seguridad en Redes de Datos. Entre ellos

están Docentes de grado en la Redes de Datos de la Carrera de Ingeniería en Electrónica, y de la Especialización en Redes de Datos.

Objetivos

Objetivo General:

El presente trabajo abordará el contraste cualitativo y cuantitativo de las Redes Definidas por Software (SDN) y la Automatización de Red en contraposición a las redes tradicionales desde la simulación experimental.

Objetivos Específicos:

Para el presente proyecto se buscan los siguientes objetivos:

- Determinar el impacto de avance de estas tecnologías, y la diversidad de modelos arquitectónicos disponibles.
- Determinar las características a detalle de los recursos de simulación, y de los escenarios de experimentación.
- Determinar las configuraciones óptimas SDN y de red tradicionales, y sus ámbitos de aplicación, para cada uno de los escenarios de experimentación.
- Definir las necesidades actuales locales a fin de iniciar desarrollos y experiencia, para alcanzar una masa crítica de conocimientos y poder interactuar, con otros investigadores y profesionales.

En general se definirán métricas a obtener para cuantificar los distintos parámetros de trabajo, en cuanto a rendimiento, velocidad, consumo de recursos, uso de memoria interna, etc para poder realizar tablas, cuadros y gráficos comparativos para cada escenario planteado.

Formación de Recursos Humanos

Mediante el presente proyecto se busca la formación de Recursos Humanos con el fin de:

- Aglutinar RRHH calificados en torno a estas nuevas tecnologías y crear las sinergias para facilitar su participación en proyectos e iniciativas nacionales (2021-2022) e internacionales (2023-2024).
- Incidir en los gestores de la I+D nacional para que incentiven estas tecnologías a fin de garantizar una cierta independencia tecnológica. Estando al día de las distintas iniciativas, podremos contribuir a las mismas y participar de sus convocatorias.
- Facilitar la organización sostenida de seminarios científico-tecnológicos para la actualización de nuestro entorno y una visión prospectiva sobre la proyección de futuro de estas tecnologías.

Referencias

- [1] Stallings, W. (2016). Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Pearson Education.
- [2] Chuck Black, Paul Goransson (2017). Software Defined Networks: A Comprehensive Approach, Second Edition. Elsevier Inc.
- [3] Neumann, J. (2015). The Book of GNS3 Build Virtual Network Labs, 1-6.
- [4] Pujolle, G., (2015). Software Networks - Virtualization, SDN, 5G and Security, 25-26.
- [5] Techopedia: Educating IT Professionals To Make Smarter <https://www.techopedia.com/> (Accessed July 16th, 2020)
- [6] Webopedia: Online Tech Dictionary for Students, Educators and IT Professionals,

- <https://www.webopedia.com/>, (Accessed July 16th, 2020)
- [7] MIT Technology Review, <https://www.technologyreview.com/>, (Accessed July 16th, 2020)
- [8] Ericsson, <https://www.ericsson.com/en>, (Accessed July 16th, 2020)
- [9] Bodafone, <https://www.vmware.com/content/microsites/possible/stories-uk/vodafone.html>, (Accessed July 16th, 2020)
- [10] Blue Planet Technology, <https://www.blueplanet.com/technology/>, (Accessed July 16th, 2020)
- [11] China Mobile, <https://www.chinamobileltd.com/en/global/home.php>, (Accessed July 16th, 2020)
- [12] Catalyst Digital Showcase, <https://inevent.com/en/TMForum-1588605874/catalyst-digital-showcase/hotsite.php>, (Accessed July 16th, 2020)
- [13] China Telecom Corporation Limited, <https://www.chinatelecom-h.com/en/global/home.php>, (Accessed July 16th, 2020)
- [14] Global Architecture Forum, <https://www.tmforum.org/global-architecture-forum/>, (Accessed July 16th, 2020)
- [15] Orange, <https://www.orange-business.com/en/solutions/connectivity>, (Accessed July 16th, 2020)
- [16] OpenAI, <https://openai.com/>, (Accessed July 16th, 2020).
- [17] Chafloque Mejia, J.: Propuesta de diseño de una red LAN bajo la arquitectura SDN para la Red Telemática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10017>
- [18] Ibañez Garcia, F.: Estudio de las tecnologías SDN y NFV, 2016
<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/45441/6/fibanezgarTFG0116memoria.pdf>
- [19] ONF: OpenFlow Switch Specification, 2012, <https://opennetworking.org/wp-content/uploads/2014/10/openflow-specv1.3.0.pdf>
- [20] Osaba M: Virtualización en redes definidas por software, 2016
https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/785/TELCOM.%20Osaba%20Virtualizaci%C3%B3n_de_Redex_Def_por_SW_.pdf?squence=1&isAllowed=y