

Software-Defined Networking in Chilean Network: Features, Challenges and a Disaster-Resilient Network Design Approach

Camila Faúndez Orellana
NIC Chile Research Labs
Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile
camila.faundez@ug.uchile.cl

Resumen

Natural disasters in Chile are common. These not only damages population and cities, but also the network. These events can destroy most devices in a specific geographical area, affecting people communication and many network based application. This paper proposes the use of SDN to improve network resilience and quality of service in the Chilean network. Features, challenges and existing relevant studies are analyzed in order to understand the actual development of SDN in this area and, in a future work, design a disaster-resilient Chilean network with software-defined networking.

1. Introducción

Chile es un país altamente susceptible a desastres naturales: terremotos, maremotos, erupciones volcánicas y aluviones son sólo algunas entre las que se pueden mencionar. Estas catástrofes provocan daños en grandes zonas, afectando negativamente no sólo a la población, sino también a las redes de Internet.

Los daños en grandes áreas provocados por los desastres naturales generan caídas masivas de rutas y nodos de la red. Un ejemplo de ello es el terremoto de Chile del 27 de febrero de 2010, donde la conectividad nacional falló. El problema es que la infraestructura de red actual no es capaz de detectar esta situación debido a que cada nodo trabaja de manera independiente: sólo conoce su tabla de rutas y reenvía la información

únicamente en base a ella. Al no detectar el problema, no se pueden tomar acciones al respecto.

Las redes definidas por software (SDN), proponen una nueva arquitectura de red que separa el plano de control del plano de datos (originalmente juntos en cada nodo de las redes tradicionales), moviendo el primero a un controlador externo que monitorea un conjunto de nodos de la red. Por cada nuevo flujo de información, el controlador decide la ruta que tomará en base al estado de la red monitoreada.

Esta característica de SDN, el tener una visión global y actualizada de la topología de red, permitiría detectar fallas (nodos y enlaces caídos) y tomar medidas con base en ellas. Es por esto que se propone evaluar la factibilidad de implementación de SDN sobre la red de Internet chilena para mejorar su resiliencia y mantener una buena calidad de la comunicación en casos de desastres naturales.

2. Análisis

En esta sección se detallarán los beneficios y mejoras que traería la implementación de SDN en la red nacional, y así como también las dificultades y aspectos a considerar.

2.1. Beneficios

Como arquitectura, SDN presenta numerosos beneficios si se la compara con una red tradicional [1]. Además de las ventajas intrínsecas que SDN provee, se presentan otros beneficios que motivan la implementación de SDN sobre la red de Internet chilena para mejorar su resiliencia en situaciones de desastre.

Un beneficio conocido es que la separación del plano de control del plano de datos y la existencia de una entidad centralizada con visión global de la red como el controlador permite una fácil administración y

mantención de la red [1]. Sin embargo esto tiene otra aplicación de interés: el controlador puede detectar la caída de nodos o enlaces de la red, es decir, es capaz de identificar las zonas afectadas por un desastre natural. Esto es posible gracias a la conexión directa que tiene el controlador con cada uno de los nodos de la red.

Como el controlador además maneja el plano de control, puede cambiar las tablas de flujo de los nodos de manera dinámica. Esto es de utilidad en situaciones de desastre: las zonas afectadas por un desastre no son previsible y pueden cambiar rápidamente con el tiempo. El ser capaz de modificar las tablas de flujo, en conjunto con la visión global de la red e identificación de nodos o enlaces caídos, permite redireccionar los flujos de información para que eviten dichos enlaces y nodos.

Sobre esta funcionalidad se pueden realizar optimizaciones para mejorar la calidad de la comunicación. Ejemplos de ello son la priorización de paquetes relacionados a las zonas afectadas o la redirección de flujo no sólo para evitar zonas caídas, sino también para evitar la saturación de las conexiones. Estas optimizaciones serán revisadas en la sección 2.3.

2.2. Dificultades

En la actualidad SDN se utiliza casi exclusivamente en redes internas de universidades o *data centers*. Las principales dificultades por las cuales no se ha implementado en redes de área amplias (WAN) ya han sido estudiadas [2], aquí se presentarán las dificultades específicas que es necesario combatir para la implementación de SDN en la red de Internet chilena.

La migración de una red tradicional a SDN se reconoce como uno de los principales desafíos [1]. Esto se debe a diferentes factores, siendo uno de ellos la inclusión de los controladores en la red. Para ello deben considerarse distintos aspectos: definir el número de controladores que serán necesarios, el poder de procesamiento que debe tener cada uno, la ubicación geográfica óptima de dichos controladores, a cuáles nodos de la red se debe conectar cada uno, etc. Todos estos factores influyen en la eficiencia y desempeño de la red, y cabe destacar que dependen totalmente de la red sobre la cual se quiere implementar la nueva arquitectura.

Dado que en Chile la topología de red de las ISP (Internet Service Provider) no es pública, realizar un estudio de la implementación de SDN sin el apoyo de ellas no será fácil. Si bien se puede realizar el estudio sobre aproximaciones de la topología de la red, los resultados podrían no ser óptimos.

También es necesario conocer el hardware utilizado por las ISP, puesto que preguntas como ¿los nodos de la red soportan protocolos SDN? deben ser resueltas

antes de diseñar el plan de migración.

2.3. Estudios existentes

En los últimos años se han realizado numerosos estudios sobre la implementación de SDN y también se han desarrollado nuevas funcionalidades sobre esta arquitectura. En esta sección se destacan algunos estudios relevantes a la discusión que deben considerarse al momento de rediseñar la red de Internet chilena usando SDN.

F.J. Ros y P.M. Ruiz desarrollan un algoritmo heurístico que resuelve el problema *Fault tolerant controller placement* (FTCP) [3]. Este algoritmo recibe como parámetro un grafo que representa la topología de red y permite resolver cuántos controladores se necesitan, dónde deben ser ubicados y cuáles nodos de la red están bajo el control de cada uno. Las pruebas realizadas por los autores permiten concluir que para lograr un mayor nivel de fiabilidad de la red, es necesario un mayor número de controladores. Esto se acentúa aún más en redes no redundantes.

A. Xie, X. Wang, W. Wang y S. Lu proponen una arquitectura de red basada en SDN que mejora la fiabilidad de la red frente a desastres naturales [4]. Para ello se necesita una topología de apoyo previamente diseñada sobre la cual su algoritmo pueda redireccionar el flujo de información de la red. Si bien no considera variables como el control de congestión, prueba que la red se mantiene efectivamente conectada.

K. Ogawa y N. Yoshiura describen los problemas a los que se enfrentan los centros de control de redes y proponen métodos para solucionarlos [5]. Además proponen un método para mantener la calidad de la comunicación frente a desastres: la priorización de paquetes relacionados con las áreas afectadas por el desastre. Esto se logra mediante la asignación de un identificador a los paquetes provenientes o con destinos a dichas zonas. La identificación de los paquetes se logra revisando la dirección IP (Internet Protocol address) de origen y destino del mismo. La eficacia del método se basa en asignar correctamente los identificadores de prioridad, sin embargo la sola revisión de las direcciones IP no es suficiente y puede conducir a errores. Para ello proponen mejorar el método revisando el contenido de los paquetes en un trabajo futuro.

Cada uno de estos estudios, por separado, resuelven problemas específicos de la implementación de SDN en la red chilena o proponen funcionalidades que permiten mejorar la resiliencia y calidad de la comunicación frente a desastres.

3. Conclusiones y trabajo futuro

Este artículo presenta los beneficios que traería la implementación de SDN en las redes de Internet chile-

na, en términos de resiliencia y calidad de la comunicación, en situaciones de desastres naturales o caídas masivas de nodos o enlaces de la red. También se describen las dificultades específicas de implantar la arquitectura en Chile. Finalmente, se presentan estudios relacionados que resuelven problemas concretos y estudios que proponen funcionalidades que optimizan el desempeño de la red ante los desastres mencionados.

Todos estos aspectos deben considerarse para rediseñar la red de Internet chilena utilizando SDN. Los estudios muestran que SDN es una alternativa para desarrollar una red de Internet tolerante a fallas, sin embargo no se ha propuesto un sistema completo que considere todos los factores mencionados, ni las optimizaciones, ni las funcionalidades deseadas.

Éste es el desafío propuesto y mi trabajo futuro: diseñar este sistema para las redes de Internet chilenas y luego realizar la implementación de un prototipo de dicho sistema en un simulador de redes, para así realizar una evaluación de la efectividad del sistema.

3.0.1. Reconocimientos

Mis estudios de postgrado son financiados por CONICYT-PCHA/MagísterNacional/2016-22161328.

Referencias

- [1] Raphael Horvath, Dietmar Nedbal, and Mark Stieninger. A literature review on challenges and effects of software defined networking. *Procedia Computer Science*, 64:552–561, 2015.
- [2] Sakir Sezer, Sandra Scott-Hayward, Pushpinder Kaur Chouhan, Barbara Fraser, David Lake, Jim Finnegan, Niel Viljoen, Marc Miller, and Navneet Rao. Are we ready for sdn? implementation challenges for software-defined networks. *IEEE Communications Magazine*, 51(7):36–43, 2013.
- [3] Francisco J Ros and Pedro M Ruiz. On reliable controller placements in software-defined networks. *Computer Communications*, 77:41–51, 2016.
- [4] An Xie, Xiaoliang Wang, Wei Wang, and Sanglu Lu. Designing a disaster-resilient network with software defined networking. In *2014 IEEE 22nd International Symposium of Quality of Service (IWQoS)*, pages 135–140. IEEE, 2014.
- [5] Koichi Ogawa and Noriaki Yoshiura. Network operational method by using software-defined networking for improvement of communication quality at disasters. In *Network Operations and Management Symposium (APNOMS), 2014 16th Asia-Pacific*, pages 1–4. IEEE, 2014.